

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

LEANDRO ZANDONADI

**AS CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ, BRASIL:
UM ESTUDO DO RITMO CLIMÁTICO E ALGUMAS
CONSIDERAÇÕES SOBRE A VAZÃO HÍDRICA**

Rio Claro – SP

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

LEANDRO ZANDONADI

**AS CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ, BRASIL:
UM ESTUDO DO RITMO CLIMÁTICO E ALGUMAS
CONSIDERAÇÕES SOBRE A VAZÃO HÍDRICA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Organização do Espaço, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. João Afonso Zavattini

Rio Claro – SP

2013

LEANDRO ZANDONADI

AS CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ, BRASIL:
UM ESTUDO DO RITMO CLIMÁTICO E ALGUMAS CONSIDERAÇÕES
SOBRE A VAZÃO HÍDRICA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Organização do Espaço, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. João Afonso Zavattini (Orientador)

(Programa de Pós-Graduação em Geografia do IGCE da UNESP/Rio Claro/SP)

Prof. Dr. Anderson Luís Hebling Christofolletti (Membro)

(Departamento de Geografia do IGCE da UNESP de Rio Claro/SP)

Prof^a. Dr^a. Sandra Elisa Contri Pitton (Membro)

(Departamento de Geografia do IGCE da UNESP de Rio Claro/SP)

Prof. Dr. Hélio Silveira (Membro)

(Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá/PR)

Prof. Dr. Marcos Norberto Boin (Membro)

(Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente/SP)

Resultado: **Aprovado**

Rio Claro, SP 29 de Outubro de 2013.

Aos meus pais, por sempre acreditarem em mim, dando todo apoio necessário.

À minha família, fonte inegável de união, de força e esperança.

Aos amigos, pelas horas de distração e alegria.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

E após tantos anos de estudos, marcados por tantas satisfações e decepções, tantas certezas e incertezas, tanto cansaço e entusiasmo, é que, finalmente, tenho o prazer de reservar os parágrafos seguintes a todos que contribuíram de algum modo para que esta pesquisa chegasse ao seu fim. Deste modo AGRADEÇO:

Aos meus pais, que juntos me educaram, sempre com muito amor, compreensão e respeito, encorajando-me a seguir meus objetivos, dando-me o apoio necessário e torcendo por minhas conquistas;

À minha excelente e tão importante família, que sempre compreendeu minhas ausências e distanciamentos durante tanto tempo, em momentos importantes;

Ao professor Dr. João Afonso Zavattini, pela preciosa orientação desde os tempos de mestrado. Foram seis anos de ensinamentos e oportunidades;

Ao professor Dr. Hélio Silveira, pelas excelentes orientações durante a iniciação científica, ainda na graduação, e também pelos bons apontamentos realizados durante a participação da banca de doutorado. Com certeza as suas anotações proporcionaram o amadurecimento e a base científica tão necessária na vida acadêmica;

Ao professor Dr. Anderson Luís Hebling Christofolletti, pelas suas participações nas bancas de qualificação e de defesa, tanto do mestrado quanto do doutorado. Seus conselhos foram muito úteis para a formação do pensamento desta tese;

Ao professor Dr. Marcos Norberto Boin, pelas também participações nas bancas de defesa do mestrado e doutorado. Sua formação geológica, reforçada com a climatológica geográfica foi essencial para sempre dar bons conselhos e ideias para a elaboração da tese;

Ao professor Dr. Antonio Carlos Tavares pela atuação nas bancas de qualificação do mestrado e do doutorado, sempre argumentando de forma clara e precisa;

À professora Sandra Elisa Contri Pitton, também componente da banca de doutorado, pela sua excelente argumentação e esclarecimentos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP de Rio Claro, pela oportunidade de realizar toda a minha Pós-Graduação em suas dependências e proporcionar mais este grande passo em minha formação acadêmica e científica;

A todos os funcionários da Pós-graduação, que sempre prestativos e acolhedores, nos proporcionaram um ambiente de trabalho agradável e saudável;

Aos grandes amigos que fiz em Rio Claro ao longo de todos esses anos. Os momentos de lazer, distração, incentivos e conselhos foram também importantíssimos para que eu não desistisse dos meus objetivos. Não citarei nomes, pois não quero cometer a indelicadeza de esquecer-me de alguém, mas desejo que todos se sintam eternamente agradecidos;

À Agência Nacional de Águas (ANA) e ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) pelo fornecimento do banco de dados pluviométricos;

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) pelo fornecimento dos dados meteorológicos;

À Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET) e ao National Climatic Data Center (NCDC/NOAA) pelo fornecimento das imagens de satélite;

Ao Centro de Hidrografia da Marinha - Serviço Meteorológico Marinho e também ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) pelas cartas sinóticas;

Ao Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) pelos dados de vazões naturais das usinas hidrelétricas;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento de três meses do doutorado (de junho a agosto de 2010), permitindo que eu pudesse iniciar minha dedicação exclusiva à pesquisa;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento, com de bolsa de estudos, de trinta e três meses (de setembro de 2010 a setembro de 2012 e de março a outubro de 2013), proporcionando a continuidade da dedicação exclusiva à pesquisa, e pelo financiamento dos cinco meses de estágio de pesquisa no exterior (de outubro de 2012 a fevereiro de 2013), no Dipartimento di Scienze Della Terra, da Università Degli Studi di Torino (UNITO), na Itália. Tais apoios financeiros foram imprescindíveis para a realização da pesquisa, sua divulgação em eventos científicos nacionais e internacionais e para a minha formação acadêmica e científica;

E finalmente, a todos aqueles que de alguma maneira puderam contribuir para que este trabalho chegasse ao fim, sintam-se profundamente agradecidos.

Muito Obrigado!

As Chuvas

Nas mãos dos ventos as chuvas amorosas
Vinhão cair nos campos de dezembro
E de repente a vida rebentava
Na força muda que as sementes guardam

Nas ramas verdes rebentava a luz
E a doçura transformava
A terra e o gado na pastagem tenra
Na alegria dos rios renovados

Cheiro de mato e currais suspenso
No ar que os dedos do inverno vão tecendo
Mais uma vez nos campos de dezembro

E nos trovões a tarde acalentada
Cantigas de viver que a chuva traz
Numa clara certeza repetida

(H. Dobal)

RESUMO

As Chuvas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, Brasil: um estudo do ritmo climático e algumas considerações sobre a vazão hídrica

Esta pesquisa voltou-se para a compreensão regional da distribuição temporal e espacial das chuvas da bacia hidrográfica do rio Paraná, porção brasileira, localizada integralmente entre as coordenadas geográficas de 15°25'47" e 26°50'55" Sul, bem como 43°34'55" e 55°55'53" Oeste, com área total de 879.860 Km², ocupando 10% do território nacional e abrangendo parcelas territoriais de seis estados brasileiros, além de uma parcela do Distrito Federal. Os dados brutos de precipitação foram organizados e analisados com planilhas específicas que ajudaram a demonstrar e selecionar as estações pluviométricas com dados de melhor qualidade, de uma forma simples e direta, e eliminar aqueles que continham muitas falhas. Após este procedimento, foram aplicadas algumas técnicas na busca da obtenção dos anos-padrão, as quais se mostraram eficientes na classificação dos mesmos. Tais técnicas já vinham sendo testadas e utilizadas anteriormente e foram agora aprimoradas. Foram confeccionados ainda os cartogramas que representam os totais anuais de chuvas de cada uma das 95 quadrículas de 1° de latitude por 1° de longitude da bacia, ambas representativas das 95 estações pluviométricas utilizadas no estudo. Estes cartogramas auxiliaram muito na classificação, hierarquização, e seleção dos três anos-padrão (chuvoso, habitual e seco) mais representativos da distribuição das chuvas na bacia, no período de 1976 a 2009, um intervalo de 34 anos e sem nenhuma falha nos dados. Foram produzidas para os três anos-padrão, os mapas com os totais mensais de chuvas que permitiram compreender o comportamento intra-anual da precipitação pluviométrica. Foram escolhidas doze estações com dados meteorológicos consistentes para posterior aplicação da técnica da Análise Rítmica visando identificar a gênese das chuvas da área de estudo utilizando-se os mesmos três anos-padrão. Selecionaram-se também as seis grandes usinas hidrelétricas mais próximas das estações mencionadas acima para se compreender a influência direta das chuvas em suas vazões hídricas. Os resultados foram demonstrados através de mapas, cartogramas, planilhas, tabelas, quadros e gráficos que auxiliaram muito nas análises, interpretações e considerações sobre o assunto abordado.

Palavras-chave: Variabilidade pluviométrica. Anos-padrão. Ritmo Climático. Vazão hídrica. Bacia hidrográfica do rio Paraná.

ABSTRACT

The Rains in the Paraná River Basin, Brazil: a study of the climatic rhythm and some considerations on hydric flow

This research turned to a regional understanding of the temporal and spatial distribution of rainfall in the basin of the Paraná River, Brazilian portion, located between the geographical coordinates of 15°25'47" and 26°50'55" South and 43°34 '55" and 55°55'53" West, with total area of 879,860 square kilometers, occupying 10% of the national territory and territorial plots of six Brazilian states, plus a portion of the Federal District. The gross rainfall data were organized and analyzed with specific worksheets that helped demonstrate and select the rainfall stations with better quality data in a simple and direct way, and eliminate those that contained many flaws. After this procedure, some techniques in the pursuit of obtaining the standards-years, which proved effective in the classification of these were applied. Such techniques were already being tested and used previously and were now improved. Foram produzidos cartogramas representando a precipitação total anual de cada um dos 95 quadrados de 1° de latitude por 1° de longitude da bacia, representando as 95 estações pluviométricas. Were produced cartograms representing the total annual rainfall of each of the 95 squares of 1° latitude by 1° longitude of the basin, representing the 95 rainfall stations used in the study. These cartograms helped a lot in classification, hierarchization, and selection of the three standard years (rainy, normal and dry) most representative of the distribution of rainfall in the basin during the period from 1976 to 2009, an interval of 34 years and without any flaw in the data. Were produced for the three standard years, the maps with the monthly totals of rainfall that allowed us to understand the behavior of the intra-annual pluviometric precipitation. Were selected twelve stations with consistent meteorological data for application of the technique of Rhythmic Analysis to identify the genesis of rainfall in the study area for the same three standard years. Also we selected the six large hydro power plants closest to the meteorological stations mentioned above to understand the direct influence of rainfall on its hydric flows. The results were demonstrated through maps, cartograms, worksheets, charts and graphs that helped a lot in the analyzes, interpretations and considerations on the subject addressed.

Keywords: Rainfall variability. Standard years. Climatic rhythm. Hydric flows. Basin of the Paraná River.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1	Divisão hidrográfica de nível 1 do território brasileiro, destacando-se a bacia hidrográfica do rio Paraná, bem como as parcelas das unidades federativas brasileiras por ela abrangidas.....	11
Fig. 2	Classificação climática da América do Sul segundo Monteiro.....	13
Fig. 3	Classificação climática do Brasil de acordo com as ações e influências das massas de ar.....	15
Fig. 4	Distribuição das chuvas anuais médias no Brasil, em particular na bacia do rio Paraná, no período 1961-1990, segundo as Normais Climatológicas do INMET geradas em 2009.....	16
Fig. 5	Classificação climática do estado de São Paulo sugerida por Monteiro (2000).....	17
Fig. 6	Classificação climática proposta por Zavatini (1990) para o estado de Mato Grosso do Sul.....	19
Fig. 7	Áreas da bacia do rio Paraná já cobertas por classificações climáticas de base genética (Zavatini, 1990; Monteiro, 2000), fundamentadas nas chuvas e na morfologia do relevo.....	21
Fig. 8	Distribuição habitual das chuvas anuais na bacia hidrográfica do rio Paraná no período de 1976 a 2005.....	22
Fig. 9	Mapa altimétrico da bacia hidrográfica do rio Paraná.....	26
Fig. 10	As 95 quadrículas que recobrem toda a área da bacia hidrográfica do rio Paraná.....	39
Fig. 11	Distribuição dos postos pluviométricos mais centrais de cada uma das 95 quadrículas que recobrem a bacia hidrográfica do rio Paraná.....	40
Fig. 12	Carta da pluviosidade anual na bacia hidrográfica do rio Paraná para o ano de 1978.....	50
Fig. 13	Carta da pluviosidade do mês de junho do ano-padrão habitual na bacia hidrográfica do rio Paraná.....	54
Fig. 14	Localização das estações meteorológicas utilizadas para a Análise Rítmica na bacia hidrográfica do rio Paraná.....	55
Fig. 15	Dois exemplos modelos de imagens de satélites utilizadas na identificação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná.....	56
Fig. 16	Dois exemplos modelos de cartas sinóticas utilizadas na identificação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná.....	57
Fig. 17	Localização espacial das 45 usinas hidrelétricas (UHE's) da bacia hidrográfica do rio Paraná, todas ativas e com início de operação anterior aos três anos-padrão escolhidos para análise.....	64
Fig. 18	Localização espacial das 6 usinas hidrelétricas (UHE's) da bacia hidrográfica do rio Paraná escolhidas para correlação dos dados de vazão a partir dos dados de chuvas.....	66
Fig. 19	Classificação da intensidade dos intervalos definidos através da técnica da Correlação Linear de Pearson.....	67
Fig. 20	Classificação realizada através da fórmula de Sturges para os 95 postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Paraná no período de 1976 a 2009.....	69
Fig. 21	Todas as quadrículas que envolvem a bacia hidrográfica do rio Paraná, ambas representativas dos 95 postos pluviométricos.....	70
Fig. 22	Mapa de localização das quadrículas representativas dos 95 postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Paraná e identificadas de acordo com a variação altimétrica do relevo.....	71
Fig. 23	Cartas da distribuição espacial das chuvas na bacia hidrográfica do rio Paraná nos 34 anos da série histórica, classificadas através da fórmula de Sturges.....	74
Fig. 24	Trajetos preferenciais das massas de ar que atingem o Oeste Paulista, inferidos da pluviosidade média de trinta anos (1967-1996).....	75
Fig. 25	Cartas da distribuição espacial mensal das chuvas na bacia do rio Paraná nos 12 meses do ano-padrão habitual.....	79
Fig. 26	Cartas da distribuição espacial mensal das chuvas na bacia hidrográfica do rio Paraná nos 12 meses do ano-padrão seco.....	81
Fig. 27	Cartas da distribuição espacial mensal das chuvas na bacia hidrográfica do rio Paraná nos 12 meses	83

	do ano-padrão chuvoso.....	
Fig. 28	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o verão do ano de padrão pluviométrico habitual (2005).....	86
Fig. 29	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o outono do ano de padrão pluviométrico habitual (2005).....	89
Fig. 30	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o inverno do ano de padrão pluviométrico habitual (2005).....	91
Fig. 31	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante a primavera do ano de padrão pluviométrico habitual (2005).....	93
Fig. 32	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o verão do ano de padrão pluviométrico seco (1999).....	95
Fig. 33	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o outono do ano de padrão pluviométrico seco (1999).....	98
Fig. 34	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o inverno do ano de padrão pluviométrico seco (1999).....	101
Fig. 35	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante a primavera do ano de padrão pluviométrico seco (1999).....	103
Fig. 36	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o verão do ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009).....	106
Fig. 37	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o outono do ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009).....	109
Fig. 38	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o inverno do ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009).....	112
Fig. 39	Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante a primavera do ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009).....	115
Fig. 40	Total anual das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão habitual (2005).....	118
Fig. 41	Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação anual existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão habitual (2005).....	119
Fig. 42	Total sazonal das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão habitual (2005).....	120
Fig. 43	Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação sazonal existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão habitual (2005).....	121
Fig.44	Total anual das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão seco (1999).....	123
Fig. 45	Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação anual existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão seco (1999).....	124
Fig. 46	Total sazonal das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão seco (1999).....	125
Fig. 47	Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação sazonal existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão seco (1999).....	126
Fig. 48	Total anual das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão chuvoso (2009).....	127
Fig. 49	Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação anual existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão chuvoso (2009).....	128
Fig. 50	Total sazonal das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão chuvoso (2009).....	130
Fig. 51	Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação sazonal existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão chuvoso (2009).....	131

LISTA DE QUADROS

Qua. 1	Quadro explicativo da classificação climática do estado de São Paulo sugerida por Monteiro (2000)	17
Qua. 2	Exemplo de parte de planilha mostrando um posto pluviométrico com dois anos iguais, repetindo os mesmos dados de chuvas devido à ocorrência de dois “Níveis de Consistência” 1 e 2.	33
Qua. 3	Parte da planilha que sintetiza os dados dos 661 postos pluviométricos e que contém dois níveis de informação: o primeiro informa os anos completos; o segundo, mostra ao longo dos anos restantes, quais são os meses com falhas e quantos são os dias falhados.	34
Qua. 4	Parte da planilha contendo as quadrículas com seus respectivos postos, mostrando os anos com dados completos e com falhas.	36
Qua. 5	Características cadastrais e geográficas dos 95 postos pluviométricos utilizados na análise dos dados diários da bacia hidrográfica do rio Paraná.	41
Qua. 6	Planilha com os valores totais anuais de chuva de cada um dos 95 postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano de 1976 até o ano de 2009.	45
Qua. 7	Intervalos de classe das chuvas anuais na bacia do rio Paraná e frequências absoluta e relativa para cada classe.	47
Qua. 8	Intervalos de classe das chuvas anuais na bacia hidrográfica do rio Paraná, bem como a frequência relativa para cada classe, e a frequência absoluta para cada classe e ano da série histórica.	48
Qua. 9	Planilha com parte do rol de dados pluviométrico, já com a classificação para os primeiros 15 anos da série histórica, nos 20 primeiros postos pluviométricos analisados.	49
Qua. 10	Intervalos de classe das chuvas mensais do ano-padrão seco na bacia hidrográfica do rio Paraná; frequência relativa para cada classe; e frequência absoluta para cada classe e mês.	51
Qua. 11	Intervalos de classe das chuvas mensais do ano-padrão habitual na bacia hidrográfica do rio Paraná; frequência relativa para cada classe; e frequência absoluta para cada classe e mês.	52
Qua. 12	Intervalos de classe das chuvas mensais do ano-padrão chuvoso na bacia hidrográfica do rio Paraná; frequência relativa para cada classe; e frequência absoluta para cada classe e mês.	52
Qua. 13	Planilha com parte do rol de dados pluviométrico, já com a classificação para os 12 meses do ano-padrão habitual, nos 20 primeiros postos pluviométricos analisados.	53
Qua. 14	Informações sobre as 12 estações meteorológicas utilizadas para a Análise Rítmica na bacia hidrográfica do rio Paraná.	55
Qua. 15	Exemplo de quadro de frequência absoluta e relativa de participação dos sistemas atmosféricos para a estação de Brasília durante o ano-padrão habitual (2005).	57
Qua. 16	Exemplo de quadro com o total de dias de atuação de cada sistema atmosférico e volume de chuvas gerado por cada um deles para a estação de Brasília, durante o ano-padrão habitual (2005).	58
Qua. 17	Exemplo de quadro com os volumes pluviométricos gerados por cada sistema atmosférico na estação de Brasília, durante o ano-padrão habitual (2005).	58
Qua. 18	Listagem das 45 usinas hidrelétricas (UHE's) da bacia hidrográfica do rio Paraná, todas ativas e com início de operação anterior aos três anos-padrão escolhidos para análise.	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. AS BASES NORTEADORAS DESTA OBRA.....	04
2.1 As bacias hidrográficas nos estudos climáticos.....	07
3. A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ.....	11
3.1 Localização e características geográficas.....	11
3.2 Características gerais da pluviosidade e do clima.....	12
3.3 Alguns aspectos geológicos e geomorfológicos.....	23
3.4 O rio Paraná: algumas características e significados.....	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DA PESQUISA.....	29
4.1 Materiais empregados na aplicação dos métodos e técnicas.....	29
4.2 Métodos adotados para a interpretação da variabilidade pluvial da bacia.....	31
4.2.1 Análise e manipulação dos dados pluviométricos brutos.....	31
4.2.2 A procura por séries temporais consistentes.....	33
4.2.3 Preenchimento dos dados falhados e obtenção da série histórica.....	37
4.2.4 Espacialização da rede de postos pluviométricos.....	38
4.2.5 Organização dos dados anuais de chuvas e definição dos anos-padrão.....	44
4.2.6 Organização dos dados mensais de chuvas para os três anos-padrão.....	50
4.3 Métodos de interpretação da atuação dos sistemas atmosféricos e da gênese pluvial..	54
4.4 Métodos adotados para organização e interpretação dos dados de vazão hídrica.....	61
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	68
5.1 Análise temporal e espacial das chuvas na bacia.....	68
5.2 Análise das cartas de pluviosidade e escolha dos anos-padrão.....	72
5.3 Análise do regime mensal de chuvas para os três anos-padrão.....	78
5.3.1 Comportamento mensal das chuvas no ano-padrão habitual (2005).....	78
5.3.2 Comportamento mensal das chuvas no ano-padrão seco (1999).....	80
5.3.3 Comportamento mensal das chuvas no ano-padrão chuvoso (2009).....	82
5.4 Variação rítmica, atuação atmosférica e gênese pluvial nos três anos-padrão.....	84
5.4.1 Ano de padrão pluviométrico habitual (2005): período de verão.....	84
5.4.2 Ano de padrão pluviométrico habitual (2005): período de outono.....	87
5.4.3 Ano de padrão pluviométrico habitual (2005): período de inverno.....	90
5.4.4 Ano de padrão pluviométrico habitual (2005): período de primavera.....	92

5.4.5	Ano de padrão pluviométrico seco (1999): período de verão.....	94
5.4.6	Ano de padrão pluviométrico seco (1999): período de outono.....	97
5.4.7	Ano de padrão pluviométrico seco (1999): período de inverno.....	100
5.4.8	Ano de padrão pluviométrico seco (1999): período de primavera.....	102
5.4.9	Ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009): período de verão.....	105
5.4.10	Ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009): período de outono.....	108
5.4.11	Ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009): período de inverno.....	111
5.4.12	Ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009): período de primavera.....	114
5.5	Análise da vazão hídrica da bacia através de usinas hidrelétricas.....	117
5.5.1	A vazão hídrica durante o ano de padrão habitual (2005).....	117
5.5.1.1	<i>Variação nos volumes totais anuais da vazão hídrica.....</i>	<i>117</i>
5.5.1.2	<i>Correlação Linear de Pearson para os totais anuais da vazão hídrica.....</i>	<i>118</i>
5.5.1.3	<i>Variação nos volumes totais sazonais da vazão hídrica.....</i>	<i>119</i>
5.5.1.4	<i>Correlação Linear de Pearson para os totais sazonais da vazão hídrica.....</i>	<i>121</i>
5.5.2	A vazão hídrica durante o ano de padrão seco (1999).....	122
5.5.2.1	<i>Variação nos volumes totais anuais da vazão hídrica.....</i>	<i>122</i>
5.5.2.2	<i>Correlação Linear de Pearson para os totais anuais da vazão hídrica.....</i>	<i>123</i>
5.5.2.3	<i>Variação nos volumes totais sazonais da vazão hídrica.....</i>	<i>124</i>
5.5.2.4	<i>Correlação Linear de Pearson para os totais sazonais da vazão hídrica.....</i>	<i>126</i>
5.5.3	A vazão hídrica durante o ano de padrão chuvoso.....	127
5.5.3.1	<i>Variação nos volumes totais anuais da vazão hídrica.....</i>	<i>127</i>
5.5.3.2	<i>Correlação Linear de Pearson para os totais anuais da vazão hídrica.....</i>	<i>128</i>
5.5.3.3	<i>Variação nos volumes totais sazonais da vazão hídrica.....</i>	<i>129</i>
5.5.3.4	<i>Correlação Linear de Pearson para os totais sazonais da vazão hídrica.....</i>	<i>130</i>
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	132
	REFERÊNCIAS UTILIZADAS.....	137
	REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	144
	APÊNDICES A.....	147
	APÊNDICE A – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão habitual (2005).....	148
	APÊNDICES B.....	154
	APÊNDICE B – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão seco (1999).....	155
	APÊNDICES C.....	161
	APÊNDICE C – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão chuvoso (2009).....	162
	APÊNDICES D.....	168
	APÊNDICE D – Gráficos de Análise Rítmica para cada uma das doze estações meteorológicas e representativos do ano-padrão habitual (2005).....	169

APÊNDICES E.....	181
APÊNDICE E – Gráficos de Análise Rítmica para cada uma das doze estações meteorológicas e representativos do ano-padrão seco (1999).....	182
APÊNDICES F.....	194
APÊNDICE F – Gráficos de Análise Rítmica para cada uma das doze estações meteorológicas e representativos do ano-padrão chuvoso (2009).....	195

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa, momentaneamente apresentada na forma de tese de doutoramento e estreada no início do ano de 2010, é, na verdade, o desenrolar de um trabalho de maior proporção que já vem sendo realizado desde o mestrado, nos primórdios do ano de 2007. Naquela ocasião, a pesquisa foi intitulada As Chuvas na bacia do Paraná: aspectos temporais, espaciais e rítmicos (Zandonadi, 2009), e, apesar de ter uma abordagem relativamente menor, possibilitou que fossem testados alguns dos métodos e técnicas utilizados no entendimento da distribuição das chuvas na bacia hidrográfica do rio Paraná.

Naquela ocasião, as diversas etapas e procedimentos metodológicos realizados visaram, acima de tudo, demonstrar técnicas que facilitassem o arranjo, tratamento e análise dos dados pluviométricos apresentados por um total de 861 postos pluviométricos. Destes postos, alguns continham séries iniciais de dados que remontavam ao início da segunda década do século XX, sendo que a grande maioria continham falhas, muitas vezes contínuas, que dificultavam ou até mesmo impossibilitavam que algumas regiões da bacia fossem analisadas sem que houvesse a necessidade de preenchimento destas falhas. Estes problemas foram sanados, após longa e árdua jornada de trabalho, por meio da utilização dos dados dos postos identificados como sendo os vizinhos mais próximos daqueles que apresentavam as devidas falhas. Tal iniciativa se mostrou satisfatória, uma vez que possibilitou a escolha dos 96 postos pluviométricos e dos três anos-padrão representativos da distribuição anual das chuvas ao longo de toda a bacia. Além disso, a distribuição espacial das chuvas demonstrada posteriormente aproximou-se muito da realidade existente na área estudada.

Foram testadas ainda duas técnicas para a escolha dos referidos anos-padrão, sendo a primeira a do Desvio Quartílico, e, a segunda, a da fórmula de Sturges, ambas para obtenção de classes que melhor representassem a distribuição das chuvas para os 95 postos pluviométricos e para os 30 anos da série histórica escolhida, ou seja, de 1976 a 2005. As duas técnicas foram consideradas satisfatórias, porém, somente a da fórmula de Sturges foi utilizada para demonstração final dos resultados, por ser a que melhor se aproximou da condição real de distribuição das chuvas na bacia, não dando excessivo destaque aos valores extremos ora ocorridos.

Com as técnicas devidamente testadas e aprovadas, realizou-se o detalhamento da análise das chuvas da bacia para cada um dos três anos-padrão (seco, habitual e chuvoso)

escolhidos, ou seja, em nível de detalhe sazonal, mensal, e, finalmente, no diário, possibilitando a verificação do ritmo das chuvas na bacia ao longo de cada ano.

Portanto, todos os processos realizados durante a pesquisa do mestrado serviu de base para a construção do alicerce da pesquisa de doutorado, uma vez que as técnicas testadas surtiram os efeitos desejados, demonstrando satisfatoriamente os resultados e garantindo que tanto as análises realizadas, quanto as técnicas propostas pudessem ser utilizadas futuramente no decorrer da pesquisa, não só dando o suporte necessário, mas também facilitando o desenvolvimento da mesma, tendo em vista que toda a parte inicial de busca e tratamento dos dados pluviométricos, que é sempre a mais incerta das etapas de trabalho, já havia sido elucidada e devidamente sanada.

Posteriormente, já no primeiro ano do doutorado, notou-se que todo o banco de dados pluviométrico que foi utilizado até a ocasião foi atualizado pela Agência Nacional de Águas (ANA), que é quem o administra e disponibiliza. Desta vez, a qualidade apresentada estava bem acima daquela verificada até o momento, seja no quesito da distribuição espacial dos postos pluviométricos, seja na composição da série temporal analisada. Portanto, essa atualização permitiu que fossem realizadas revisões nos dados utilizados anteriormente, alcançando melhorias significativas, já que boa parte das falhas pôde ser eliminada, proporcionando mais qualidade no preenchimento da série temporal e melhor distribuição dos postos pluviométricos naquelas áreas da bacia que anteriormente só puderam ser preenchidas com a intensa utilização de dados de postos vizinhos. Além disso, a mencionada atualização e a respectiva revisão dos procedimentos adotados até o momento permitiram aferir a qualidade e a confiabilidade da técnica escolhida, seja para o tratamento dos dados pluviométricos brutos e identificação das falhas, ou para a escolha dos anos-padrão.

Deste modo, após essa rápida e precisa melhoria da base de dados, prosseguiu-se com o desenvolvimento da pesquisa em nível de doutoramento, agora bem mais complexa, tendo em vista as pretensões de uso da técnica da Análise Rítmica, visando à identificação da gênese das chuvas caídas na bacia durante cada um dos três anos-padrão, através da interpretação da dinâmica atmosférica atuante na região.

Para se chegar aos resultados pretendidos, foram selecionadas doze estações meteorológicas distribuídas ao longo de toda a área da bacia, ambas pertencentes a cinco entidades diferentes, sendo a maioria (totalizando oito) de propriedade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), duas de aeroportos, uma do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) e uma da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Toda a parte metodológica e de materiais utilizados estão representados num capítulo específico, anterior ao da

discussão dos resultados obtidos com o arranjo, tratamento e interpretação das informações geradas.

Desta maneira, num capítulo a parte, com os dados meteorológicos de cada uma das doze estações, bem como das cartas sinóticas e das imagens de satélites, foram elaborados os gráficos de Análise Rítmica para cada um dos três anos-padrão selecionados, e através destes gráficos foram identificados, no nível diário, os sistemas atmosféricos atuantes nestes três anos-padrão. Mapas mostrando a espacialização dos índices de participação de cada sistema atmosférico também foram confeccionados, associando tais participações aos volumes de chuvas produzidos por cada um dos sistemas em diferentes períodos de análise.

Em outro capítulo, foram feitas as associações dos resultados pluviométricos com os da vazão diária de seis das grandes usinas hidrelétricas existentes na bacia, as quais foram escolhidas meticulosamente, almejando contribuir parcialmente para o entendimento da correlação existente entre a dinâmica pluvial e a fluvial da bacia hidrográfica do rio Paraná. Os resultados são apresentados utilizando-se de gráficos e tabelas, ambos demonstrando as variações nos volumes hídricos dos rios e as correlações entre as variações existentes entre uma usina e outra.

No capítulo final são apresentadas as conclusões sobre os respectivos assuntos abordados, bem como as evidências alcançadas em relação à validade e a aplicabilidade de todas as técnicas utilizadas na construção do pensamento e na busca dos objetivos propostos nesta tese.

2. AS BASES NORTEADORAS DESTA OBRA

É inegável que o conhecimento humano sobre o clima passou e ainda vem passando por grandes e importantes transformações. Atualmente, com os incrementos e avanços da tecnologia, um vasto número de recursos tecnológicos são oferecidos e podem ser utilizados em estudos e/ou pesquisas em diversos âmbitos da ciência, e a Climatologia Geográfica não foge desta realidade.

Em seus estudos, Sorre (1951) já abordava questões relativas à busca do conhecimento climatológico a fim de interpretar a percepção que a sociedade em geral obtinha sobre o clima, afirmando que

na ordem do desenvolvimento histórico, a ideia de clima [...] é inseparável das preocupações biológicas. Os primeiros registradores não foram instrumentos de medida, mas sim registradores naturais, em particular a sensibilidade do homem. Não se conhecia o calor e o frio a não ser por seus efeitos sobre o organismo humano.

Estas afirmações demonstram acima de tudo que inicialmente o interesse humano pelo clima não possuía outra finalidade senão a de preocupação puramente biológica.

Porém, na medida em que o homem passa a conviver em sociedade, a preocupação e necessidade de domínio/conhecimento de alguns elementos da natureza tornam-se mais intensos, tendo em vista que o mesmo interage com a natureza, numa relação que nem sempre harmônica. Neste cenário o clima acabou ganhando papel de destaque, pois sempre manteve um caráter condicionador sobre o homem, obrigando-o a adaptar-se às suas condições/variações ou procurar abrigo nas regiões do planeta onde tais condições eram menos severas. Mas vemos que mesmo nas regiões onde o clima oferece melhores condições de sobrevivência, vez ou outra os prejuízos socioeconômicos causados por suas ações extremas são notáveis.

Mendonça (2003, p. 7) ressaltou muito bem a interação existente entre homem/clima em dias atuais, bem como a necessidade de aprimoramento na compreensão da dinâmica atmosférica. Em suas palavras,

o estudo do clima compõe um importante capítulo da ciência moderna, pois a atmosfera influencia diretamente as atividades humanas, e estas implicam em alterações naquela [...]. O clima constitui um dos principais campos de estudo da Geografia, sendo que a principal particularidade da abordagem geográfica desse componente da biosfera está na ênfase atribuída à

interação estabelecida entre a dinâmica da atmosfera/clima e a dinâmica da sociedade.

Neste sentido, muitos esforços e investimentos já foram e continuam sendo realizados visando o entendimento da dinâmica do clima para se tentar minimizar os impactos causados à sociedade, e acordo com Sant'Anna Neto (1998, p. 128),

[...] somente a partir do conhecimento da dinâmica climática, sua gênese e previsão, pode-se minimizar seus efeitos negativos às atividades humanas e direcionar este conhecimento no sentido de encontrar um equilíbrio, aproveitando a sua variabilidade temporal para o planejamento econômico.

Seguindo esta linha de pensamento e reconhecendo a importância de estudos que abordem a dinâmica climática, Baldo (2006, p. 1) afirmou também que

o entendimento da dinâmica atmosférica é decisivo para a definição do estado do tempo sobre um dado lugar, assim como do tipo de clima. Evidentemente, outros fatores geográficos - como a latitude, a altitude, o uso da terra - passam a serem parâmetros fundamentais nos estudos do clima, pois a atuação do homem, modificando a paisagem natural numa escala local, impõe à configuração topográfica uma situação de diversificação do uso do solo, que, interagindo com o relevo, cria condições diversificadas de balanço de energia, gerando um quadro climaticamente peculiar.

É inegável, frente às tantas pesquisas climatológicas já realizadas, que o clima deva ser estudado em todas as suas variantes, abordando não somente os diversos elementos que o compõe, mas também os vários níveis de escala espacial de abordagem a que lhes cabe. Cada pesquisador deverá ajustar suas análises à escala que deseja e vice-versa, utilizando-se dos elementos climáticos que se fizerem necessários.

No caso da pesquisa aqui apresentada, em vistas da extensão da bacia hidrográfica do rio Paraná, a análise climática será feita no nível regional, pois como argumentou Sorre (1951), “a noção de clima regional é uma etapa no caminho da abstração. Ela se aproxima o mais possível da realidade concreta na região onde o jogo do dinamismo atmosférico é o mais simples e onde a topografia é amais uniforme”. Posteriormente, Monteiro (1964, p.60-61) apud Zavattini (2004), reforçando as afirmações de Sorre diz que

só podemos atingir a expressão regional, pela análise qualitativa dos elementos, análise essa que é obtida pela correlação desses elementos e

das suas variações dentro de um período homogêneo de tempo. A análise qualitativa é, assim, obtida pela consideração do ritmo, já que a preocupação geográfica deve ser a sucessão habitual dos estados atmosféricos. Se a escala zonal generaliza, pelas leis gerais da influência da latitude sobre a radiação – fundamento básico da energia terrestre – e a escala local diversifica e multiplica, pela influência dos múltiplos e pequenos fatores das diferentes esferas do domínio geográfico, a escala regional lhes dá a verdadeira unidade geográfica.

É, portanto, por meio desta sucessão habitual dos estados atmosféricos a qual se refere Monteiro, que se pretende analisar a dinâmica atmosférica atuante na bacia hidrográfica do rio Paraná, que, por sua vez, rege todo o clima atuante na região.

Deve-se levar em consideração também que um dos motivos que nos levou a produzir esta pesquisa foi o fato de praticamente não haverem trabalhos que abordem a gênese das chuvas numa área de tamanha extensão, e o número de trabalhos é ainda menor quando há a utilização do paradigma do ritmo climático para demonstração dos objetivos almejados.

Portanto, para a correlação e a análise qualitativa dos diversos elementos do clima será aplicada a técnica de estudo da Análise Rítmica proposta por Monteiro (1971), pois através da mesma torna-se possível a análise dos elementos climáticos na escala diária, permitindo associá-los à dinâmica atmosfera e ao tipo de tempo atuante em determinado momento e relacioná-los com maior fidelidade ao comportamento hídrico da bacia hidrográfica do rio Paraná.

De acordo com as argumentações do próprio autor sobre a referida técnica,

só a análise rítmica detalhada ao nível de “tempo”, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores, dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos (Monteiro, 1971, p.12 apud Zavattini, 2000).

A referida técnica dará excelente suporte nas futuras análises, pois deverá auxiliar, e muito, na compreensão dos resultados a serem obtidos, uma vez que sabemos que a distribuição das chuvas pela bacia não é uniforme, e aos regimes pluviométricos contrastantes deve-se acrescentar a sucessão habitual e excepcional dos tipos de tempo. Haverá, portanto, variações nos volumes pluviométricos que culminarão em maiores ou menores vazões, as quais poderão incidir diretamente nos grandes rios da bacia. Além disso, haverá variações nos volumes das chuvas ao longo do curso de um mesmo rio que acarretarão alterações nas vazões desde a montante até a jusante. Entender melhor todo o

processo de deslocamento dessas águas ao longo dos rios pode ser de grande interesse para melhor aproveitamento dos recursos hídricos, nos mais variados setores socioeconômicos, e será um dos recursos oferecidos nesta pesquisa.

Entende-se, portanto, que os tais subsídios que se pretende oferecer nesta pesquisa só podem ser alcançados de maneira satisfatória ao se considerar a análise e o detalhamento das vazões dos rios da bacia também a nível diário, verificando o seu respectivo ritmo de variação e correlacionando-o com o ritmo das chuvas caídas na bacia ao longo do ano. Deste modo, é possível constatar quais as intensidades e as dimensões espaciais das alterações nas vazões de acordo com as nas distribuições das chuvas.

Como justificativa para o uso de dados diários de vazão, podemos dizer que os rios interagem com diversas partes do planeta e exemplificam a relação entre o escoamento superficial e a precipitação de água da atmosfera como uma das mais evidentes, e de acordo com Press et al. (2006) “quando os níveis de precipitação e escoamento superficial são medidos numa vasta área (tal como toda a região drenada por um grande rio) e durante um longo período de tempo (um ano, digamos), a conexão é menos evidente, mais ainda acentuada”. Portanto, quanto menor a escala de análise (sazonal, mensal e diária), maior deverá ser a resposta a ser obtida e melhor também será a análise e compreensão destas respostas.

Justifica-se assim a importância desta pesquisa voltada à bacia hidrográfica do rio Paraná. Ela pretendeu criar um roteiro teórico-metodológico que demonstrasse a fidelidade no tratamento dos dados pluviométricos obtidos, revelando a distribuição habitual e excepcional das chuvas e correlacionando este comportamento à variabilidade nas vazões dos rios ao longo da bacia. Portanto, esse roteiro procurou abranger não somente os aspectos quantitativos (variação no volume precipitado) como também os qualitativos (padrões de distribuição pluviométrica e respectivos ritmos) e associá-los às modificações na vazão de algumas das principais usinas hidrelétricas da área de estudo.

2.1 As bacias hidrográficas nos estudos climáticos

Atualmente, percebe-se que devido aos avanços tecnológicos disponíveis a Climatologia Geográfica é um campo de estudo relativamente vasto, com objetivos focados nas mais diversas finalidades. Analisando-se as pesquisas realizadas nesta área da ciência geográfica é possível perceber ainda que uma grande parte delas faz uso das bacias hidrográficas como limitação territorial da área a ser estudada.

Um dos motivos que justificam o intenso uso das bacias hidrográficas em pesquisas científicas climatológicas diz respeito ao fato das mesmas já possuírem delimitação natural própria, de fácil identificação e com alguns dos elementos que contribuem para o seu processo evolutivo sendo facilmente identificáveis, promovendo também a simplificação da análise correlativa existente entre ambos. Além disso, as bacias hidrográficas têm como principal agente transformador de suas feições uma rede de drenagem geralmente bem definida, convergindo para um curso d'água ou rio principal, que, por sua vez, gera forte interesse socioeconômico, por ser comumente utilizado em diversos setores.

Ao mencionar a obra de Lanna (1993), Collares (2000, p. 9) aborda este tema dizendo que o ou referido autor “propõe a unidade territorial “bacia hidrográfica” como uma das alternativas para o planejamento e gerenciamento ambiental, destacando algumas vantagens [...]” e também “[...] argumenta que a rede de drenagem de uma bacia pode ser capaz de indicar relações de causa-efeito, particularmente aquelas que envolvem o meio hídrico”.

Neste mesmo viés, Ross e Del Prette (1998, p. 89) já salientavam que

a gestão ambiental caminha progressivamente para tomar as bacias hidrográficas como Unidades de Planejamento Regional, mas com uma clara ênfase na questão dos recursos hídricos, seguindo o modelo francês de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas. É preciso uma política que contemple todas as componentes dos recursos naturais (água, solos, relevo, atmosfera, subsolo, flora, fauna) e as componentes sociais e econômicas, não apenas em termos de bacias hidrográficas, mas também em termos de um planejamento global integrado.

Vimos, portanto, que a escolha da bacia hidrográfica como limite territorial das pesquisas pode ser vista como um meio facilitador das análises, e, no caso da discussão envolver o meio hídrico, principal elemento construtor e moldador da paisagem de uma bacia, a questão pode se tornar ainda mais evidente. Porém, neste caso, verificar o elemento chuva é fundamental, pois é ele quem condiciona e regula diretamente a variabilidade de grande parte do volume hídrico dos rios. É neste momento que a Climatologia pode e deve dar sua contribuição, pois oferece as bases para o entendimento desta inter-relação.

A análise climatológica fornece subsídios importantes, tanto no que diz respeito ao conhecimento da realidade espacial quanto ao da organização das atividades econômicas. Cumpre destacar o zoneamento agrícola e o estudo das bacias hidrográficas com todas as suas implicações (Baldo *et al.*, 2001).

E no caso do Brasil, em decorrência de seu extenso território, há uma infinidade de bacias hidrográficas sob seu domínio, cada qual com suas características naturais e socioeconômicas, podendo ser aproveitadas de diversas formas e finalidades, principalmente do ponto de vista hídrico. Neste aspecto, Hirata (2001) salienta que

o Brasil é um país privilegiado, uma vez que recentes estimativas indicam que aqui ocorrem 53% da água doce da América do Sul e 12% da vazão total mundial dos rios, ou seja, um total de 177.900 m³/s. Esta imensa quantidade de água é resultado da extensão territorial, somada ao regime climático, predominantemente equatorial e tropical úmido, com precipitações médias anuais de 1.000 a 3.000 mm/ano em mais de 90% do território.

Devemos compreender, entretanto, que mesmo que a maioria do território seja bem provida de chuvas, algumas regiões são bem drenadas o ano todo, enquanto em outras os déficits hídricos são elevados. Tal configuração tem relação direta com a dinâmica climática atuante em cada região. No interior de grandes bacias hidrográficas, como é o caso da bacia do rio Paraná, a presença de regimes pluviométricos contrastantes (“Brasil Central” versus “Brasil Meridional”), bem como as variações interanuais da pluviosidade, além de variações no ritmo pluvial dentro de um mesmo ano (seco, chuvoso ou habitual), podem afetar a disponibilidade hídrica dos rios, e, conseqüentemente, os diversos setores dependentes destes.

A elevada taxa populacional e o acelerado desenvolvimento industrial da região da bacia hidrográfica do rio Paraná fazem com que a demanda de recursos hídricos seja muito exigida. Felizmente, devido aos condicionantes naturais construtores desta bacia, tais como formação do substrato rochoso, morfologia do relevo e diversidade climática, sendo esta última condicionadora da variabilidade temporal e espacial das chuvas, até o presente momento a disponibilidade hídrica nos seus rios tem garantido a sustentação de tal demanda. Entretanto, já se sabe que futuramente esta situação pode se tornar crítica, fato que já vem ocorrendo, por exemplo, com a produção de energia elétrica. Compreender o ritmo das chuvas e da disponibilidade hídrica dos rios da região pode contribuir para o melhor planejamento não só do setor energético, mas de setores diversos, como irrigação na agricultura, saneamento básico, abastecimento industrial, pesca, lazer, etc.

Por outro lado, criar elementos que possibilitem melhor entendimento das interações existentes entre as chuvas e a disponibilidade hídrica pode ser fator preponderante para futuros planejamentos no setor de recursos hídricos, pois, de acordo com Tundisi et. al. (2006, p. 739),

uma das conclusões importantes dos últimos dez anos, em relação à disponibilidade e uso de recursos hídricos, é que é necessário estreitar as relações entre pesquisa e desenvolvimento nesta área e as implicações econômicas, sociais e culturais nesse processo.

Avançando em suas discussões sobre este tema, Tundisi et. al. (2006, p. 745) salientaram ainda que “é inegável que os avanços tecnológicos na gestão das águas sejam promovidos a partir de um processo descentralizado que coloca o foco na bacia hidrográfica como unidade de gestão e com uma visão sistêmica”, e, reforçaram dizendo que

a integração de águas atmosféricas, águas superficiais e águas subterrâneas na gestão é outro processo fundamental que pode avançar e promover mecanismos de gestão inovadores e consolidados. Igualmente importante é a gestão da qualidade e quantidade de águas.

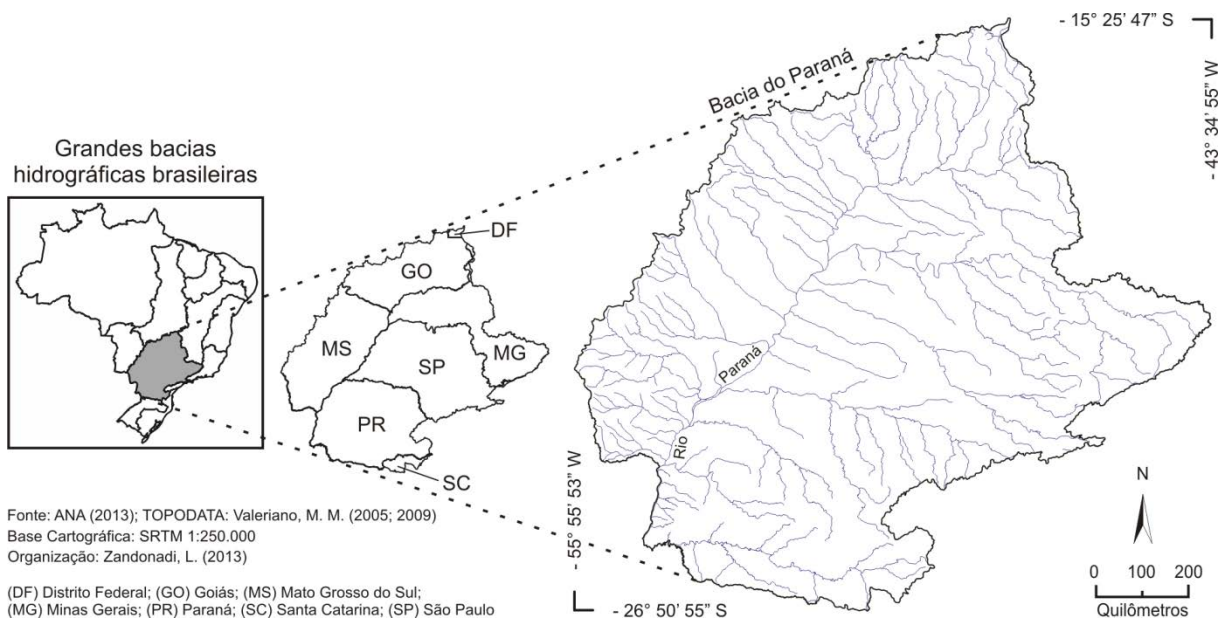
Contudo, consideramos que realizar um estudo que vise compreender em níveis mais detalhados o comportamento temporal e espacial das chuvas numa bacia com tamanha extensão e interesse socioeconômico como é o caso da bacia hidrográfica do rio Paraná, é de grande interesse não somente para a Climatologia Geográfica, mas também para a sociedade como um todo. Deve ainda prover subsídios que reforçam os resultados já alcançados por outros estudiosos, tais como Monteiro (1973); Tarifa (1973 e 1975); Zavattini, (1983, 1990 e 1992); Zavattini et al. (1993); Boin (2000); Menardi Jr. (2000); Barros (2003); Souza (2003) e Zandonadi (2009).

3. A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ

3.1 Localização e características geográficas

A bacia hidrográfica do rio Paraná, parte brasileira, possui área de 879.860 Km² e localiza-se entre as coordenadas geográficas de 15°25'47" e 26°50'55" de latitude Sul e 43°34'55" e 55°55'53" de longitude Oeste (figura 1).

Figura 1 – Divisão hidrográfica de nível 1 do território brasileiro, destacando-se a bacia hidrográfica do rio Paraná, bem como as parcelas das unidades federativas brasileiras por ela abrangidas.



Seus limites abrangem os territórios dos Estados de São Paulo (que representa 25% da região da bacia), do Paraná (21% da bacia), de Mato Grosso do Sul (20%), de Minas Gerais (18%), de Goiás (14%), de Santa Catarina (1,5%) e do Distrito Federal (apenas 0,5% da bacia). Abrange um total de 10% de todo o território nacional e geograficamente limita-se com as seguintes bacias hidrográficas brasileiras: ao norte, com a bacia do Tocantins-Araguaia; a noroeste, com a bacia do Paraguai; a nordeste, com a bacia do São Francisco; a sudeste, com a bacia do Atlântico Leste; e ao sul, com a bacia do Uruguai. Grande parte de sua área está na região Sudeste do Brasil (ANEEL, 2006; ANA, 2009; BRASIL, 2013).

As usinas com maior capacidade instalada são Itaipu, Furnas e Porto Primavera. Há um grande consumo de água para abastecimento, e também para indústria e irrigação. Já a poluição orgânica e inorgânica (efluentes industriais e agrotóxicos) e a eliminação da mata ciliar contribuem para a degradação da qualidade da água de grandes extensões dos principais afluentes do trecho superior do Rio Paraná (Itaipu Binacional, 2012a).

Ainda, de acordo com Itaipu (2012a), o grande ciclo econômico imposto na região da bacia fez com que o uso do solo passasse por grandes transformações, ocasionando um grande desmatamento. Originalmente, a Região Hidrográfica do Paraná apresentava os biomas de Mata Atlântica e Cerrado e cinco tipos de cobertura vegetal: Cerrado, Mata Atlântica, Mata de Araucária, Floresta Estacional Decídua e Floresta Estacional Semidecídua.

3.2 Características gerais da pluviosidade e do clima

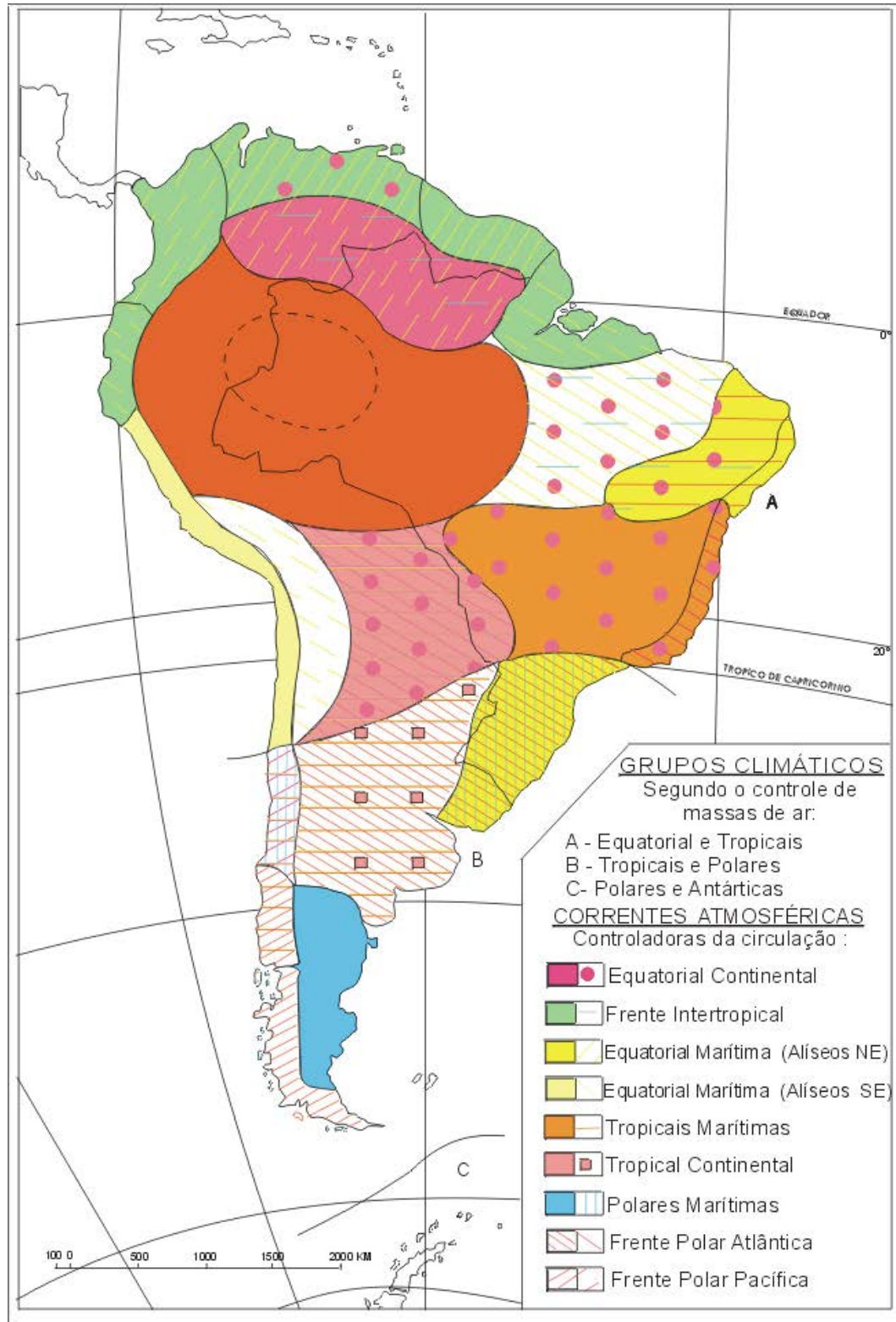
Dentre os principais elementos do clima, um dos mais utilizados em estudos climatológicos diz respeito à pluviosidade, exaustivamente analisados do ponto de vista de sua distribuição temporal e espacial. Há também estudos voltados para a caracterização das chuvas correlacionando-as à ação das grandes massas de ar, o que garante melhor análise e verificação de sua gênese.

É neste sentido, de verificação da distribuição das chuvas, que diversas classificações climáticas já foram formuladas, visando o entendimento também da dinâmica geral da atmosfera. Tais classificações são pautadas no conhecimento das massas de ar que atuam nas mais diversas regiões do planeta, sendo que uma das mais conhecidas é a de Strahler (1951). Este autor também propôs tal classificação para a América do Sul e, conseqüentemente, abrangendo todo o território brasileiro. Monteiro (2000) utilizou muito bem essa classificação climática em sua obra, produzindo inclusive uma representação bastante didática, a qual é apresentada na figura 2.

Nesta classificação, Monteiro define, portanto, dois grupos climáticos principais atuantes sobre o Brasil, segundo o controle das massas de ar: o primeiro é dominado principalmente pelas massas equatoriais e tropicais (Climas da Zona A), enquanto que o segundo tem atuação das tropicais e polares (Climas da Zona B). Estas, por sua vez são geradoras de correntes atmosféricas que controlam toda a circulação geral atuante no espaço geográfico brasileiro, agindo sobre os diversos elementos e fatores condicionantes dos climas existentes no país, e dentre tais elementos, as chuvas, como já foi descrito, é um dos mais importantes. Em decorrência da ação destas massas de ar já apontadas por

Strahler, é que se configuram as variações pluviométricas existentes no espaço geográfico brasileiro.

Figura 2 – Classificação climática da América do Sul segundo Monteiro.



Numa análise mais detalhada das informações contidas na obra de Strahler (1951), percebe-se que predominam no Brasil dois grandes grupos climáticos sob a ação e influência das massas de ar (figura 3). O primeiro grupo, ou “Grupo A”, é denominado de “Climas Controlados por Massas de Ar Equatoriais e Tropicais”, e o “Grupo B”, de “Climas Controlados por Massas de Ar Tropicais e Polares”.

Estes dois grandes grupos climáticos são ainda subdivididos em outros cinco climas, a saber:

Climas Controlados por Massas de Ar Equatoriais e Tropicais

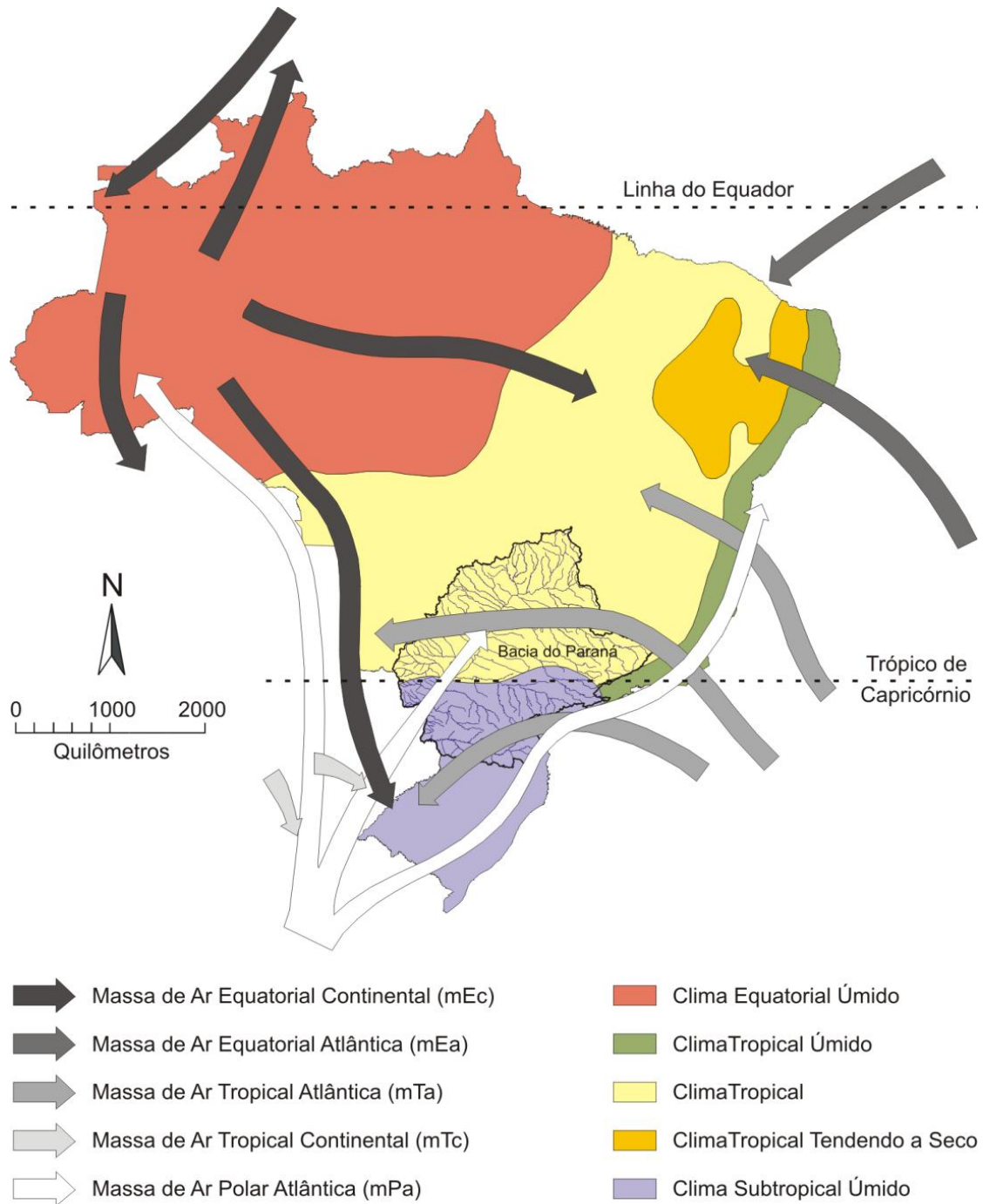
- Clima Equatorial Úmido;
- Clima Tropical;
- Clima Tropical Tendente a Seco;
- Clima Tropical Úmido.

Climas Controlados por Massas de Ar Tropicais e Polares

- Clima Subtropical Úmido.

Na figura 3 é possível visualizar ainda os trajetos principais que as massas de ar percorrem ao longo do território brasileiro, ambos descritos posteriormente por Monteiro (1962; 1963a; 1963b; 1964 e 2000), com base na classificação climática de Strahler, com o intuito de demonstrar as influências destes sistemas atmosféricos no clima do país.

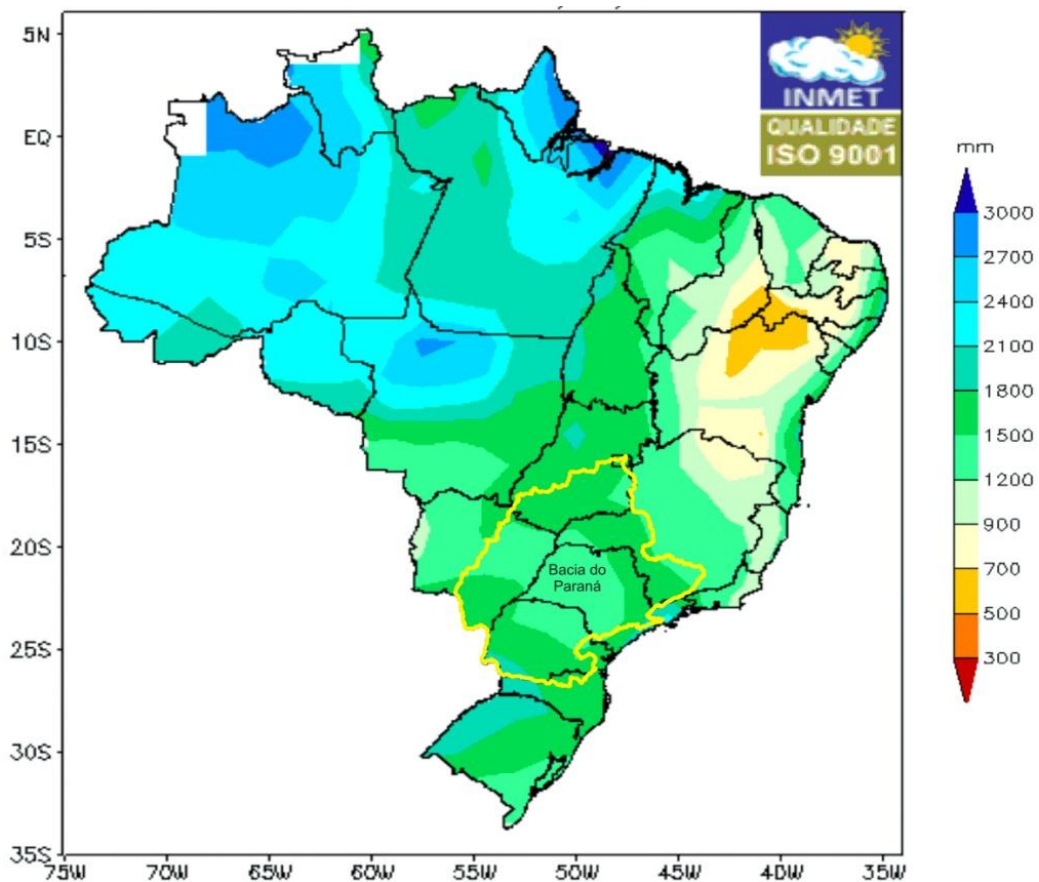
Figura 3 – Classificação climática do Brasil de acordo com as ações e influências das massas de ar.



Fonte: Strahler (1951) e Monteiro, C. A. de F. (1963)
Organização: Zandonadi, L. (2013)

Com relação à distribuição pluviométrica, de acordo com as Normais Climatológicas do período de 1961 a 1990 produzidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009) a bacia hidrográfica do rio Paraná apresenta chuvas anuais médias em torno dos 1200 a 1500 mm na sua porção central. Já nas regiões norte e sul os volumes pluviométricos médios de chuvas se concentram entre 1500 e 1800 mm, sendo exceção apenas as extremidades sul e leste da bacia onde tais valores são mais elevados, podendo variar desde os 1800 até aos 2100 mm (figura 4).

Figura 4 – Distribuição das chuvas anuais médias no Brasil, em particular na bacia do rio Paraná, no período 1961-1990, segundo as Normais Climatológicas do INMET geradas em 2009.



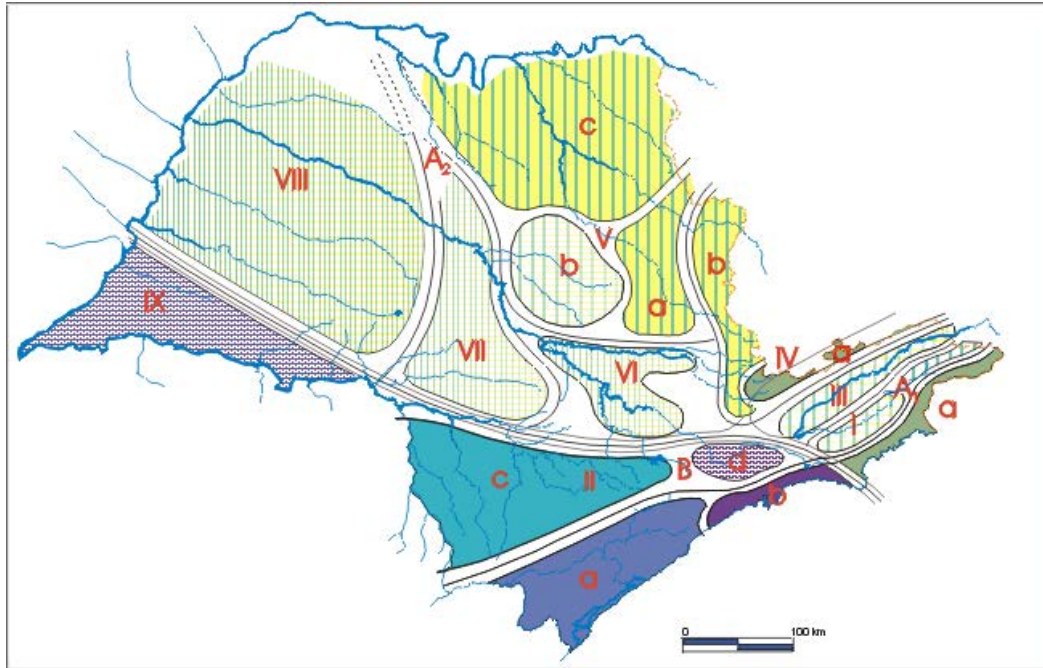
Adaptação: Zandonadi, L. (2013).

Tomando a pluviosidade como referencial básico, alguns pesquisadores também realizaram estudos de classificação climática em áreas específicas da bacia hidrográfica do rio Paraná, através da verificação da distribuição das chuvas, aliada à sua gênese e também às grandes unidades geomorfológicas do relevo.

Dentre os estudos mencionados, cita-se o importante papel desempenhado por Monteiro (2000) em sua obra "A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo",

na qual o autor analisa, geograficamente, as chuvas que caem sobre o referido estado brasileiro e as associa à dinâmica atmosférica ali atuante (figura 5 e quadro 1).

Figura 5 – Classificação climática do estado de São Paulo sugerida por Monteiro (2000).



Fonte: Monteiro, C. A. de F. (2000).

Quadro 1 – Quadro explicativo da classificação climática do estado de São Paulo sugerida por Monteiro (2000).

Climas Zonais		FEIÇÕES CLIMÁTICAS INDIVIDUALIZADAS NOS CLIMAS REGIONAIS, SEGUNDO AS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS					
		Litoral	Planalto Atlântico	Vale do Paraíba	Mantiqueira	Depressão	Planalto Ocidental
Controlados por massas equatoriais e tropicais	Climas úmidos das costas expostas às massas $T_m A_1$	Norte	I Bacia superior do Paraíba	III Vale do Paraíba	IV Serra (borda do Planalto)		
	Climas tropicais altamente secos e úmidos A_2				Contrafortes	V Setor Norte VI "Percée" do Tietê	Norte Serra de São Carlos VII Serra de Botucatu VIII Oeste
Controlados por massas tropicais e polares	Climas úmidos da face oriental e sub-tropical dos continentes dominado por massa $T_m B$	Centro Sul	II Bacia Paulistana Bacia do Paranapanema				IX Sudoeste

Fonte: Monteiro, C. A. de F. (2000).

No trabalho de Monteiro (2000) a faixa de transição climática que separa os climas das Zonas A e B (figura 1), e que foi definida por Strahler (1951), é delineada de forma melhor. Por esta razão nota-se que a sua inflexão aponta, então, para o oeste do estado de São Paulo, rumo às terras sul-mato-grossenses, quando, outrora, apontava para o noroeste do estado do Paraná, rumo às terras paraguaias. De acordo com o Monteiro, apesar desta faixa de transição ser móvel devido ao dinamismo atmosférico, a mesma define dois grandes grupos climáticos chamados “Climas Zonais A e B”.

Ao norte desta faixa de transição estão os climas controlados por massas equatoriais e tropicais, subdivididos em dois climas regionais. O primeiro é classificado como sendo de climas úmidos das costas expostas às massas tropicais marítimas, que agem, sobretudo, nas regiões do Litoral Norte do Estado; no Planalto Atlântico (Bacia superior do Paraíba); no Vale do Paraíba e na Serra da Mantiqueira (borda do Planalto). Já o segundo clima regional é marcado por climas tropicais, alternadamente secos e úmidos, cuja área de abrangência envolve a Serra da Mantiqueira (nos Contrafortes), a Depressão Periférica (setor Norte e “Percée” do Tietê) e o Planalto Ocidental (setores Norte e Oeste e Serras de São Carlos e Botucatu). Ao sul da faixa de transição climática, predominam os climas regionais úmidos da face oriental e subtropicais dos continentes dominados por massa tropical marítima. Tais climas ocorrem nas regiões Sul e Centro do Litoral Paulista e no Planalto Atlântico (Bacias Paulistana e do Paranapanema) e no Planalto Ocidental (região Sudoeste).

Zavatini (1990) realizou estudo similar ao de Monteiro (2000), em área contígua à do Estado de São Paulo, que, por sua vez, também integra, mesmo que parcialmente, a bacia do rio Paraná (figura 6). Esse autor, na obra intitulada “A Dinâmica Atmosférica e a Distribuição das Chuvas no Mato Grosso do Sul”, utilizando quase que a mesma metodologia proposta por Monteiro, identificou e delineou aquela faixa de transição climática móvel, que separa os dois “Climas Zonais A e B”, agora em terras sul-mato-grossenses. E, do mesmo modo que Monteiro, Zavatini também propôs uma classificação climática de base genética, baseada nas variações do ritmo pluvial associadas à circulação atmosférica regional e aos aspectos morfológicos da área de estudo.

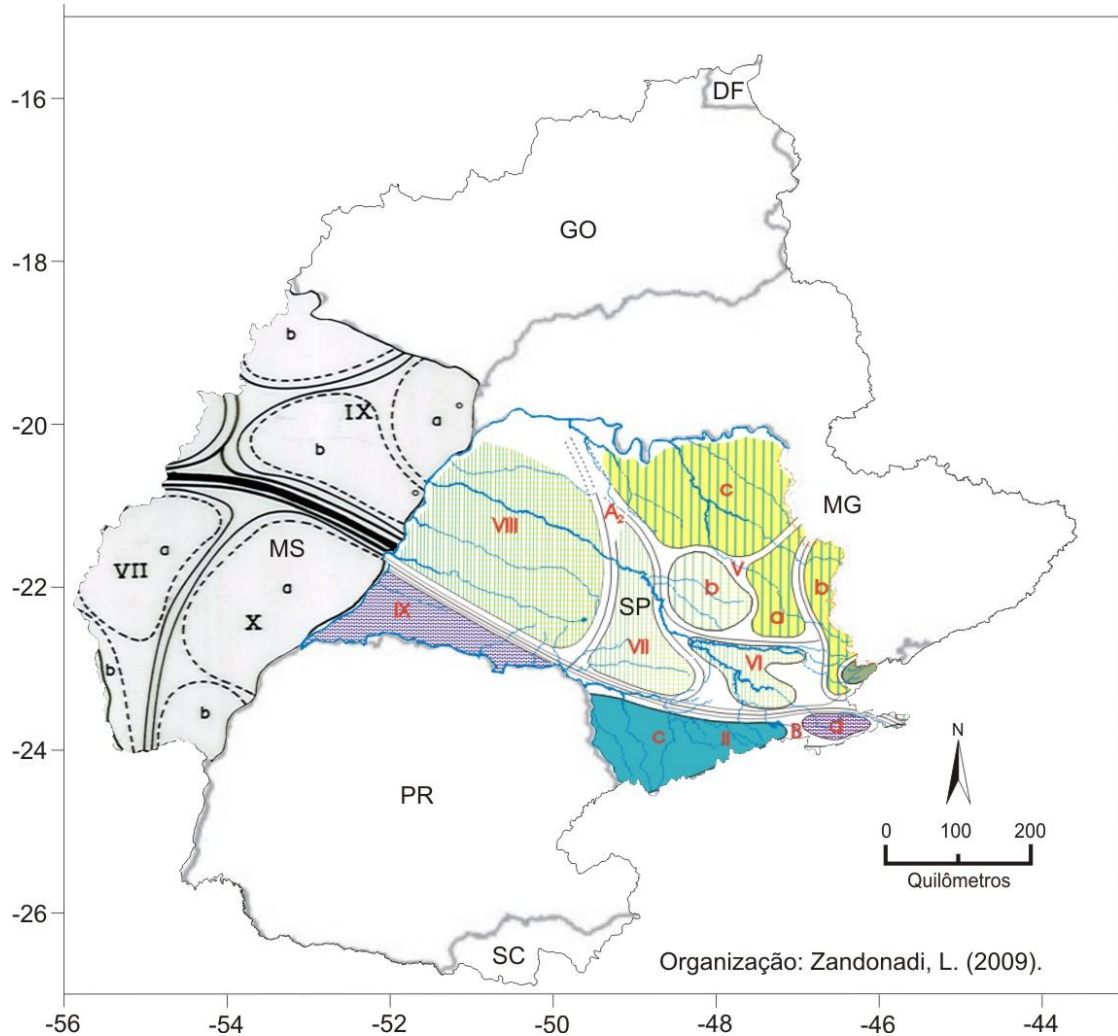
A proposta de classificação climática desse autor pode ser resumida da seguinte maneira: ao norte da faixa de transição climática, os climas controlados por massas equatoriais e tropicais, são alternadamente secos e úmidos e abrangem as bordas do Planalto Central (Serras do Caiapó, Preta e das Araras), bem como as do Planalto Arenito-Basáltico/Alto Paraná (região de Paranaíba, na confluência dos rios Paranaíba e Grande, e nos vales dos rios Verde e do baixo Sucuruí), onde há destacada atuação da massa tropical Atlântica. Já na região central do Pantanal (Serras do Amolar e do Urucum), bem como na bacia superior dos rios Taquari e Coxim (vales do Coxim e do alto Taquari) e, ainda, no Planalto Divisor (Norte), há participação efetiva da massa tropical continental e, esporadicamente, da massa equatorial continental.

Ao sul dessa faixa de transição climática os climas regionais são controlados por massas tropicais e polares. As regiões do Pantanal (Sul), de Aquidauana e de Miranda (médios vales dos rios Aquidauana e Miranda) e do Planalto da Bodoquena, sofrem a ação da massa polar atlântica (PA/PV), mas há, também, participação efetiva da massa tropical continental. Já nas regiões centro-sul do Planalto Divisor (Serras de Maracaju e de Amambaí) e do Planalto Arenito-Basáltico/Alto Paraná (vales dos rios Ivinhema, Pardo, Amambaí e Iguatemi), há uma atuação equilibrada das massas tropical atlântica e polar atlântica.

Destas duas classificações, portanto, é possível notar que importantes áreas da bacia do rio Paraná já foram abordadas do ponto de vista da análise rítmica das chuvas, com vista à classificação climática de base genética, graças ao auxílio que a morfologia do relevo também oferece à gênese pluvial. Na figura 7 produziu-se uma síntese destas informações, na tentativa de facilitar a visualização e compreensão das mesmas.

Vale lembrar que os resultados alcançados pelas referidas obras, que envolvem uma parcela considerável da bacia do rio Paraná, já foram, inclusive, estudados em detalhe. É o caso da obra de Boin (2000), que realiza uma minuciosa análise climatológica da região oeste do estado de São Paulo. O autor correlaciona totais diários de chuva a processos erosivos e propõe, ao finalizar a pesquisa, não apenas um detalhamento daquela classificação climática de Monteiro (2000) como, também, uma classificação climática baseada no ritmo atmosférico e na gênese das chuvas diárias e dos processos erosivos no oeste paulista. Assim, Boin consegue ampliar o horizonte da pesquisa em Climatologia Geográfica que havia sido descortinado por Monteiro para o Brasil.

Figura 7 – Áreas da bacia do rio Paraná já cobertas por classificações climáticas de base genética (Zavatini, 1990; Monteiro, 2000), fundamentadas nas chuvas e na morfologia do relevo.

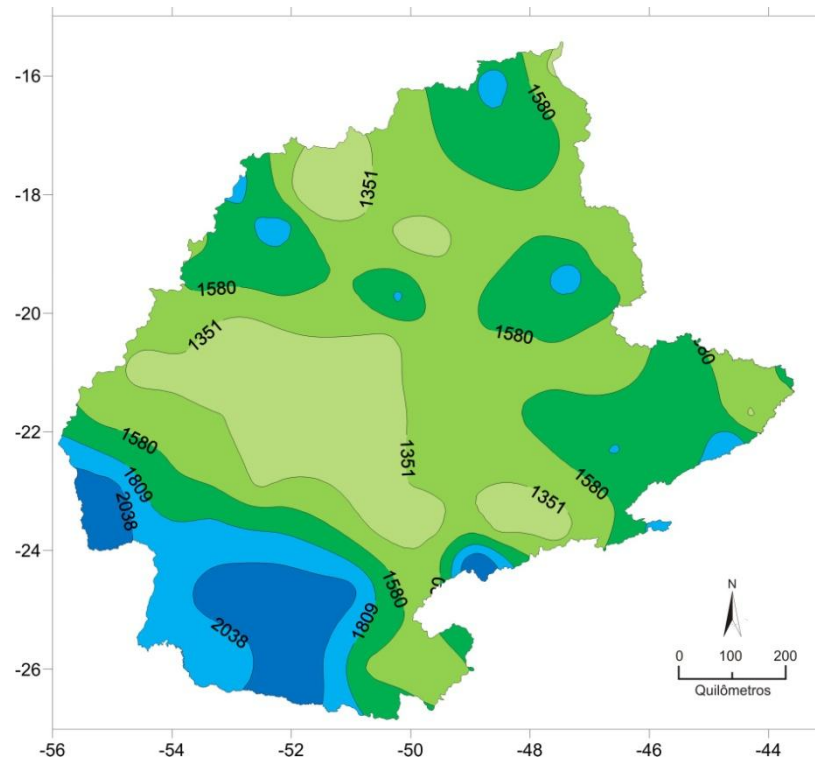


Zavattini e Boin (2013) também apresentam uma figura síntese com a unificação das três classificações climáticas mencionadas acima, ou seja, a de Zavatini, Monteiro e Boin, as quais tem como base de suas análises a verificação da gênese das chuvas por meio da identificação dos sistemas atmosféricos que as originaram. Tal figura foi produzida nos mesmos moldes daquela apresentada na figura 7 acima, proporcionando esclarecimento ainda maior sobre a configuração climática existente dentro da bacia hidrográfica do rio Paraná.

Este mesmo elemento do clima, isto é, a chuva, de fundamental importância para as atividades humanas, também já foi estudado por Zandonadi (2009), dando início a obra que aqui agora se expõe. Naquela ocasião, ao abordar aspectos relativos à distribuição anual das chuvas ao longo da bacia hidrográfica do rio Paraná no período de 1976 a 2005, o autor concluiu que do ponto de vista da variabilidade espacial, habitualmente as chuvas são mais volumosas no setor sul da bacia, conforme mostra a figura 8. Este padrão de

comportamento se deve em grande parte a maior influência de Massas e Frentes Polares advindas do sul que, ao adentrarem a bacia com maior frequência, acarretam melhor distribuição anual e, portanto, maiores volumes acumulados de chuvas.

Figura 8 – Distribuição habitual das chuvas anuais na bacia hidrográfica do rio Paraná no período de 1976 a 2005.



Fonte: Zandonadi, L. (2009).

Valores anuais de chuvas mais elevados também foram verificados no setor norte/nordeste da bacia, porém, neste caso o padrão é menos habitual do que aquele registrado para o setor sul. Nesta região a influência das Massas e Frentes Polares ocorre com menor intensidade, porém, não de maneira isenta, dando lugar a Sistemas Tropicais e Equatoriais provindos do interior do país, que, por sua vez, atuam com maior intensidade em determinados períodos do ano, principalmente no verão e na primavera, provocando chuvas torrenciais com grandes volumes precipitados em espaços de tempo reduzidos. Além disso, considera que esta área da bacia encontra-se num patamar de relevo mais elevado, o que concorre para maior ocorrência de chuvas orográficas.

Outra área que o autor considerou como de maior volume anual de chuvas e associadas fortemente ao relevo mais elevado foi a do extremo leste da bacia. Neste setor encontram-se os picos mais altos de toda a área, pois ali se encontra o cinturão orográfico da Serra da Mantiqueira.

Por outro lado, todo o setor central da bacia hidrográfica do rio Paraná foi verificado com comportamento habitual menos chuvoso que o restante da área. Este comportamento foi associado pelo autor, ainda que de maneira sucinta, á menor elevação do relevo que predomina em todo o setor central. Além de ser também esta a região onde se encontra a linha de transição entre os climas anteriormente citados por Zavatini (1990), Monteiro (2000) e Boin (2000), que é móvel e atua por toda a região central do estado de São Paulo e ainda sobre o oeste do Mato Grosso do Sul.

A presença de uma zona de transição climática sobre a bacia provoca grande instabilidade pluviométrica, que associada à variação do relevo gera maiores volumes de chuvas em algumas áreas e deficiência em outras. É este um dos motivos pelos quais toda a parte central da bacia é menos regada por chuvas, pois a área de maior instabilidade atmosférica provocada pela linha de transição climática que separa os diversos sistemas atmosféricos ali atuantes é coincidente com a área onde o relevo é mais aplainado e com menores altitudes.

Os padrões de comportamento das chuvas demonstrado por Zandonadi (2009) se assemelharam fortemente àqueles do INMET, demonstrados através de Normais Climatológicas, na figura 4. No entanto, neste caso o referido autor utilizou n as suas análises valores anuais totais de chuvas, descartando qualquer análise por meio de médias, a fim de evitar qualquer distorção das informações e aproximar o máximo possível da realidade pluviométrica da área de estudo.

3.3 Alguns aspectos geológicos e geomorfológicos

Ab'Sáber (1961, p. 26), ao estudar detalhadamente os aspectos geomorfológicos da bacia do Paraná-Uruguaí, cita, em longos trechos, porém, de suma importância para um bom esclarecimento, os seguintes aspectos da hidrografia da área de estudo, comparativamente à bacia sedimentar do Paraná:

a rede hidrográfica da bacia do Paraná-Uruguaí, quando observada em seu conjunto e dentro de um critério grosseiro de delimitação nos dá idéia de um sistema hidrográfico centrípeto perfeitamente superposto ao quadro da bacia sedimentar paleo-mesozóico regional. Na realidade, o corpo principal da drenagem sotopõem-se ao edifício estrutural da grande bacia soerguida. [...] a orientação geral da maior parte dos rios, mormente os da face oriental da bacia, se faz no sentido do interior, em obediência à história

paleogeográfica especial que afetou o sul e o sudeste do território brasileiro¹.

Prosseguindo em seus esclarecimentos, Ab'Sáber (1961, p. 26 e 27) também relacionou a rede hidrográfica à morfologia do relevo, dizendo que

em relação às formas de relevo salvo ligeiras extensões da área de drenagem para as terras altas cristalinas de São Paulo e Minas Gerais (alto Tietê, alto rio Pardo, alto Mogí-Guassú e alto Rio Grande), o restante da hidrografia da bacia do Paraná-Uruguai superpõem-se a áreas de terrenos ondulados e suaves dos planaltos sedimentares e basálticos da grande bacia soerguida. Em Goiás, pôsto que alguns rios tenham suas cabeceiras em terrenos cristalinos do Planalto Central, êles, desde suas nascentes, cruzam tão sómente altos chapadões cristalinos, correspondentes a planos de erosão soerguidos e pouco acidentados. [...] Provindos dos maciços antigos pré-devonianos de Goiás, Minas, São Paulo e Paraná, os rios consequentes centrípetos, penetram na região sedimentar, transpondo normalmente as diversas faixas de terrenos sedimentares paleozoicos e mesozoicos que afloram na periferia da grande bacia gondwânica soerguida. [...] no Triângulo Mineiro, em São Paulo e em parte do Paraná, os rios afluentes e sub-afluentes do Paraná, ao transpôr o dorso de estrutura complexa dos velhos maciços rejuvenecidos e semi-apalachianos da série São Roque e, entrar em contacto com as formações sedimentares da Bacia do Paraná, executaram incisões epigênicas locais, as mais diferentes, ocasionando a formação de diversas quedas e corredeiras no ponto de passagem entre os dois domínios estruturais e litológicos.

Sob o ponto de vista da posição atual dos divisores do sistema hidrográfico Paraná-Uruguai e em face do quadro geológico da bacia do Paraná, Ab'Sáber (1961, p. 27) destaca ainda a diferença existente entre a porção oriental e a ocidental dos planaltos que constituem o corpo central da bacia.

Em São Paulo, Minas e no Paraná, assim como no sul de Goiás, as cabeceiras da drenagem situam-se em terrenos cristalinos de diferentes altitudes, sendo que os rios internam-se até a calha central do Paraná, perfurando por epigenia as pequenas cuevas periféricas e o grande alinhamento de cuevas arenítico-basálticas do interior. Em Mato Grosso², ao contrário, na face ocidental da Bacia do Paraná, os divisores coincidem com a cumiada da cueva de Maracajú; ali, os rios afluentes do Paraná (o Verde, o Pardo-Inhanduí, o Vacaria-Ivinheima, o Amambaí e o Iguatemi) estendem-se do reverso das cuevas para leste e sudeste. Trata-se de uma série de cursos consequentes, alongados e subparalelos, que ficaram restritos apenas aos terrenos sedimentares mesozoicos dos chapadões do extremo sul-sudeste de Mato Grosso.

¹ Possíveis erros ortográficos são decorrentes da avançada idade da obra original, transcrita com exatidão.

² No momento em que Ab'Sáber escreveu as passagens desta obra, o Estado do Mato Grosso Sul ainda era vinculado ao Estado do Mato Grosso.

Relatos mais recentes sobre este assunto foram mencionados em pesquisa realizada por Souza Filho e Stevaux (1997, p. 5), ao estudarem a bacia hidrográfica do alto Paraná. Segundo estes autores, na área referente à bacia do Paraná

os principais rios da margem esquerda são mais longos, com comprimento entre 400 e 600km, e possuem nascentes em rochas cristalinas aflorantes na serra do Mar; outros cursos importantes são mais curtos, com cerca de 250km, e correm apenas em domínios de rochas da bacia sedimentar do Paraná. Os maiores afluentes pela margem direita não chegam a 400km de extensão, e todos nascem em área da bacia sedimentar, nas serras de Maracaju e do Caiapó. Ambos os formadores do rio Paraná são provenientes de rochas cristalinas: o rio Paranaíba surge no Planalto Central, e o rio Grande nas serras da Canastra e da Mantiqueira; a extensão de ambos supera 750 e 850kmm respectivamente.

Quanto ao substrato, Souza Filho e Stevaux (1997, p. 5-6) disseram o seguinte:

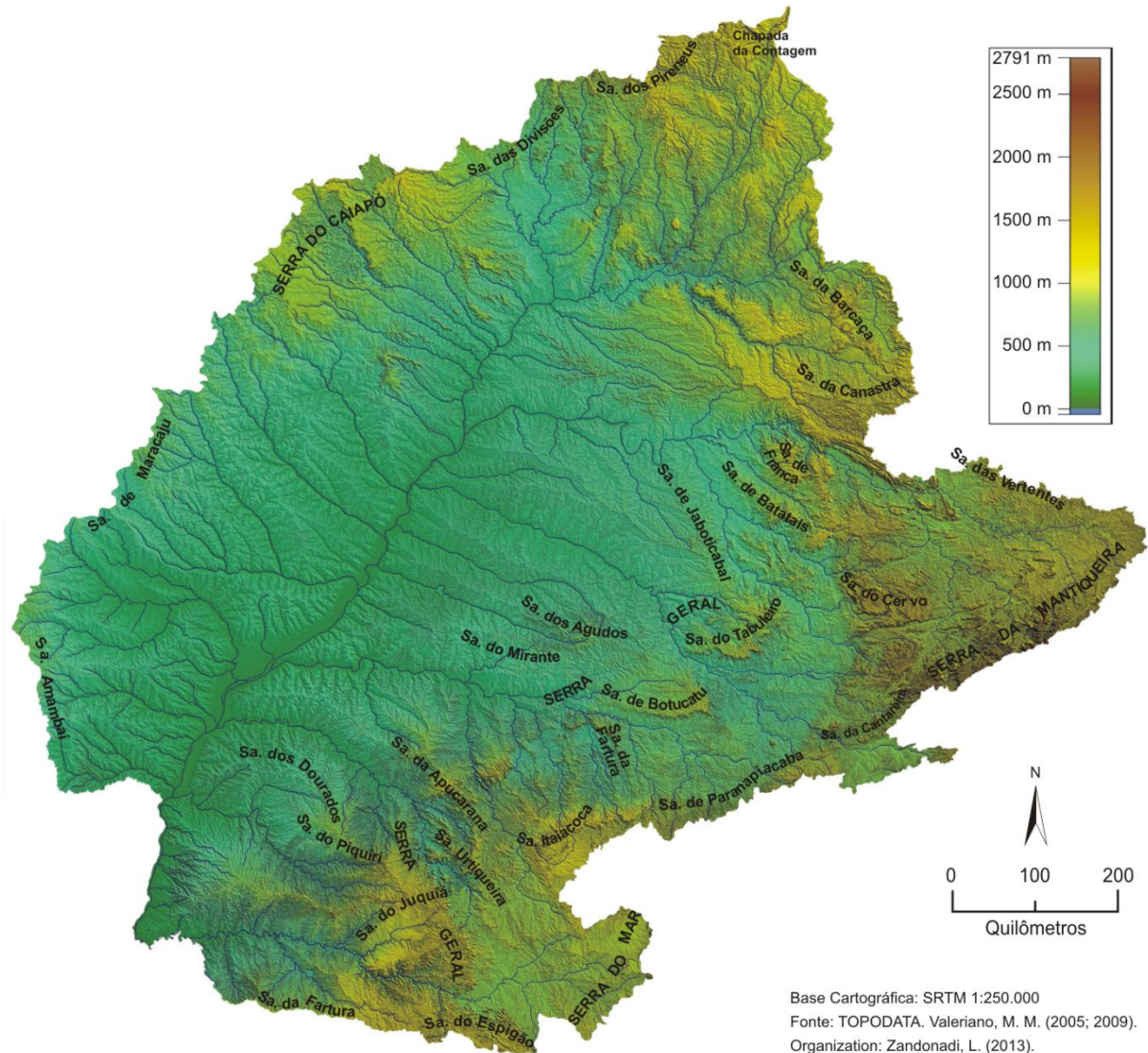
a configuração da bacia hidrográfica foi imposta pelo maior soerguimento das serras do Mar, da Mantiqueira, da Canastra, do Caiapó, e de Maracajú, com relação à calha da bacia. O rio Paraná ocupa, portanto, a faixa de junção de dois grandes homoclinais formados pelas rochas da parte superior da bacia sedimentar do Paraná; o homoclinal de oeste é mais curto porque a taxa de ascensão das serras de Maracaju e do Caiapó tem sido menor que a da serra do Mar. Todos os afluentes são rios consequentes ou ressequentes, pois correm no sentido do mergulho das camadas litológicas.

No que corresponde especificamente à geomorfologia da bacia hidrográfica do alto Paraná, Souza Filho e Stevaux (1997) disseram que

o relevo da bacia do alto Paraná é acidentado na parte leste e sudeste graças à ocorrência de rochas cristalinas e à taxa de ascensão mais elevada. Nas demais áreas dominam formas tabulares onduladas, com inclinação suave em direção ao rio Paraná, interrompidas localmente por escarpas das “cuestas” da serra Geral. O planalto Central da bacia do Paraná é caracterizado por colinas alongadas com topos abaulados ou tabulares, dispostos em três níveis com altitudes próximas a 1.000m, entre 600 e 700m, e a 500m. Como esses níveis encontram-se inclinados, as altitudes diminuem conforme se aproximam da calha principal. [...] O nível mais elevado é designado como “Planaltos Residuais Cuestiformes”, e os demais como “Planaltos Rebaixados”.

Para melhor se compreender a variação da altitude do complexo relevo da bacia hidrográfica do rio Paraná foi produzido um mapa de altitude cujo detalhamento pode ser verificado através da figura 9, logo abaixo.

Figura 9 – Mapa altimétrico da bacia hidrográfica do rio Paraná.



Através do mapa é possível observar com clareza que as partes mais elevadas são aquelas que se encontram na região leste, impulsionada principalmente pelo cinturão da Serra da Mantiqueira, onde as altitudes se aproximam dos 2800 metros e vai diminuindo gradativamente na direção oeste, até a região da Serra do Cervo, a partir de onde já sofre uma queda mais abrupta na altitude, as quais são interrompidas novamente por soerguimentos de Serras de menores proporções, como são os casos da Serra de Jaboticabal, do Tabuleiro, de Botucatu, ambas já pertencentes à formação maior da Serra Geral. Logo após estas formações o que se vê é um declínio contínuo que se mantém até as regiões das margens do rio Paraná, onde as altitudes estão em torno dos 300 a 400 metros.

Toda a região nordeste e norte da bacia também apresentam altitudes mais elevadas, as quais ultrapassam os 1200 metros, influenciadas pelas Serras da Canastra, da Barçaça, dos Pirineus e a Chapada da Contagem, já no extremo norte, próximo de onde se encontra a cidade de Brasília. Nestas regiões os entalhamentos provocados pelos rios da região são bastante fortes e as quedas de altitude são também bastante aceleradas.

Na região sul da bacia, principalmente na metade leste desta região, o relevo possui também altitudes bastante significativas, muito próximas daquelas verificadas na região norte/nordeste devido à presença da Serra do Mar, no extremo leste, onde nasce o rio Iguaçu, e da Formação Serra Geral ao centro da região sul. Logo após esta Formação as altitudes tendem a diminuir gradativamente em direção à foz do rio Iguaçu, que vai desaguar diretamente no rio Paraná.

A borda oeste da bacia hidrográfica do Paraná, no estado do Mato Grosso do Sul, é a menos elevada e a que apresenta declínio mais suave do relevo em direção ao centro da bacia. Em decorrência destes detalhes, os rios são mais retilíneos e apresentam menor entalhamento do terreno e menos quedas d'água. As menores altitudes desta borda oeste da bacia só são interrompidas de modo mais abrupto já na região noroeste, devido à presença da Serra do Caiapó, onde o terreno alcança patamares em torno dos 800 metros de altura.

3.4 O rio Paraná: algumas características e significados

O Rio Paraná (que significa "como o mar" ou "parecido com o mar", em Tupi) é o principal formador da Bacia do Prata. Quando considerado em sua extensão total até a foz do Rio da Prata, na cidade de Buenos Aires, é o oitavo maior rio do mundo em extensão (4.880 km) e o maior da América do Sul depois do Amazonas. É, ainda, o décimo maior do mundo em vazão, drenando boa parte do centro-sul da América do sul, incluindo parte de cinco estados do Brasil. Sua bacia hidrográfica abrange mais de 10% de todo o território brasileiro (Itaipu, 2012b).

Dois rios principais, o Grande e o Paranaíba, que drenam parte das águas dos estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo, são os formadores do rio Paraná a partir de sua confluência. Ele tem os rios Tietê, Paranapanema e Iguaçu como seus principais afluentes, todos na margem esquerda. O rio Paraná, em sua parte alta, separa os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul. Até sua incursão em território argentino, quatro usinas

hidrelétricas – Jupia, Ilha Solteira, Porto Primavera e Itaipu – barram seu curso (Itaipu, 2012b).

Em seu percurso, logo após a confluência com o rio Paranapanema, o Paraná passa a banhar também o estado de mesmo nome. Mais a jusante, passa a demarcar a fronteira entre Brasil e Paraguai, numa extensão de 190 km até à foz do rio Iguaçu, exatamente onde foi formado o reservatório de Itaipu. Neste trecho, vale destacar uma sub-bacia de grande interesse para Itaipu, que drena parte da rede hidrográfica do território paranaense diretamente ao seu reservatório: a Bacia do Paraná III. Possui 8.000km² e envolve, total ou parcialmente, 28 municípios do estado do Paraná e um do Mato Grosso do Sul (Itaipu, 2012b).

O rio Paraná, a partir de Foz do Iguaçu, passa a ser o limite natural entre Argentina e Paraguai. Na confluência do rio Paraguai, o rio passa a banhar exclusivamente terras argentinas, desaguando no Rio da Prata, que dá nome a esta importante bacia. Ao receber também as águas do Rio Uruguai, constitui a quarta bacia do mundo: a bacia do Prata, com 3.190.000 km² (Itaipu, 2012b).

4. MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DA PESQUISA

4.1 Materiais empregados na aplicação dos métodos e técnicas

Foram utilizados dados pluviométricos diários disponibilizados integralmente pela rede de estações e postos administrados pela Agência Nacional de Águas (ANA), distribuídos ao longo de toda a bacia. Além disso, de um total de 95 postos pluviométricos, em dez foi necessária, nalguns períodos, a utilização de dados diários também do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). E em dois casos também foi necessária a utilização de dados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) pertencente ao INMET.

A série histórica utilizada para a análise climatológica foi escolhida a partir da disponibilidade de dados pluviométricos dessas redes, considerando-se que os mesmos abrangiam um período de registro bastante longo, cujo início era no ano de 1911, e que foram disponibilizados, em sua grande maioria, pela ANA, seja através de arquivos digitais ou através da *internet*. Somente em alguns casos, onde não foi possível o preenchimento de eventuais falhas, se recorreram a outros bancos de dados, no caso o IAC e o BDMEP.

Todo arranjo, verificação e escolha dos melhores postos com dados diários de chuvas, bem com a análise e seleção da série histórica e o tratamento estatístico dos dados de chuva referentes à série temporal definida para esta pesquisa foram realizados através do *software Excel 2007*, por meio de planilhas minuciosamente elaboradas. Este *software* foi utilizado também para a confecção dos gráficos, tabelas e planilhas, todos muito úteis para a síntese e interpretação dos resultados.

A classificação do rol de dados referentes à série histórica analisada para todos os postos distribuídos ao longo da bacia foi realizada por meio da técnica da fórmula de Sturges que possibilitou classificar e identificar os três anos-padrão (seco, habitual e chuvoso) da série histórica escolhida.

A interpolação dos mapas de chuva, na forma de isoietas, bem como os painéis espaços-temporais foram realizados através do *software Surfer 8* e para interpolação utilizou-se o método *Kriging*. Este método, de acordo com alguns autores, é considerado o mais adequado para a representação de dados pluviométricos.

A delimitação, localização geográfica, escala de análise da área de estudo, bem como a localização e representação dos postos pluviométricos na bacia, foram obtidas por meio da utilização conjunta de dois *softwares*: o *ArcGIS 9.3* e o *Surfer 8*.

Para a confecção do mapa de relevo da bacia foram utilizadas 73 cartas do tipo *SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)* de propriedade da *NASA (National Aeronautics and Space Administration)* visando o mapeamento global em três dimensões. Este Modelo Digital de Elevação (MDE) global apresenta uma confiabilidade vertical de 90% (Zyl, 2001) e, por meio de processamentos geoestatísticos, pode-se aumentar sua resolução espacial para 30 metros (Valeriano, 2004). As referidas cartas foram acessadas através do *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2011) e fazem parte do projeto Topodata, de propriedade deste Instituto. O projeto Topodata oferece o MDE e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, ora elaborados a partir dos dados *SRTM* e disponibilizados pelo *United States Geological Survey (USGS)* na rede mundial de computadores. Os dados estão todos estruturados em quadrículas compatíveis com a articulação 1:250.000, portanto, em folhas de 1° de latitude por 1,5° de longitude.

O *software* utilizado para a visualização das cartas *SRTM* foi o *Global Mapper 8.0*, que não só faz a leitura das cartas em seus respectivos formatos, como também possibilita fazer uma série de adaptações e análises nas imagens geradas, inclusive podendo ser exportadas em formatos diversos. Entretanto, como o referido *software* não suporta gerar todas as 73 cartas ao mesmo tempo, foi necessário gerá-las em partes, exportando as partes geradas para o formato *JPG* e montá-las posteriormente através do *software CorelDRAW 13*, onde se fizeram os recortes e ajustes necessários deixando o mosaico de imagens iniciais com a respectiva delimitação territorial da bacia.

Os dados referentes às usinas hidrelétricas da área de estudo, tais como localização, início de operação, potência, etc., foram coletados no Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL), que é um banco de dados concebido pela ANEEL “com a expectativa de tornar-se um instrumento de referência na busca de informações consistentes, de caráter geral, relativas às atividades fins do setor, tornando disponíveis e consolidados em um mesmo ambiente computacional, dados e informações disseminadas em vários subsistemas isolados de interesse corporativo, desenvolvidos interna ou externamente” (ANEEL, 2012). Demais informações necessárias para a classificação das usinas foram coletadas através dos *sites* das próprias empresas administradoras.

Os dados de vazões naturais diários para cada usina hidrelétrica da bacia foram adquiridos através do *site* do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2012b).

As imagens de satélites utilizadas na identificação dos sistemas atmosféricos atuantes na área de estudo foram coletadas do *site* da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET, 2013). As possíveis imagens que não estavam disponíveis neste endereço da *web* foram buscadas ainda no *site* do National Climatic Data Center – NCDC (NOAA, 2013).

As cartas sinóticas também utilizadas na identificação dos sistemas atmosféricos foram obtidas junto ao *site* do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE, 2013) e as cartas referentes aos anos mais antigos, não disponíveis neste endereço da *web* foram solicitadas ao Centro de Hidrografia da Marinha - Serviço Meteorológico Marinho (BRASIL, 2013).

Os dados da maioria das estações meteorológicas utilizadas na aplicação da técnica da Análise Rítmica foram coletados através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET; 2013). Para complementar os dados falhados, buscou-se ainda bancos de dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) com acesso gratuito via *internet* (CPTEC/INPE, 2012a; CPTEC/INPE, 2012b). Também foram coletados dados do Sistema Meteorológico do Paraná e de aeroportos.

As correções cartográficas e alguns arranjos e adaptações que se fizeram necessárias nos mapas, bem como a montagem e criação de algumas figuras, quadros, gráficos e tabelas foram elaborados através do *software CoreIDRAW 13*.

Todos os *softwares* citados anteriormente trabalham em sistema operacional *Windows XP*, de propriedade da *Microsoft Corporation*®.

4.2 Métodos adotados para interpretação da variabilidade pluvial da bacia

4.2.1 Análise e manipulação dos dados pluviométricos brutos

Os dados disponibilizados pela ANA estavam em arquivos digitais que poderiam ser lidos através do programa *Access*, da *Microsoft Corporation*®, ou através do programa

Sistema de Informações Hidrológicas – HIDRO, pertencente à ANA e disponibilizado na *internet* através do endereço eletrônico (*site*) da referida entidade.

Os dados, então, foram exportados para o formato *Excel* a fim de possibilitar melhor análise e tratamento das informações. Deve-se considerar, no entanto, que tais dados eram relativamente volumosos, pois, somente os dados de chuvas já correspondiam a nada menos que 861 postos pluviométricos, contidos em um único arquivo, ou seja, uma planilha com 110 colunas e aproximadamente 300.000 linhas. Eis que surge o primeiro problema na manipulação dos dados, pois a versão 2003 do *software Excel* utilizada até o momento não disponibilizava planilhas com tantas linhas de informação, sendo que o seu limite máximo de linhas era de aproximadamente 65.000, o que forçaria à divisão do arquivo em cinco partes, dificultando a manipulação e análise.

Diante deste imenso volume de dados, foi necessário tomar algumas medidas que viessem a minimizar os esforços nas análises das informações futuras. O primeiro passo foi substituir a versão mais antiga do *Excel* por uma mais recente, no caso a versão 2007, que possui planilhas com mais de 1.000.000 de linhas, possibilitando a organização dos dados em apenas uma planilha.

A partir de então, fez-se uma análise para saber quais colunas da planilha continham informações que não seriam utilizadas, e que poderiam ser excluídas, deixando somente as informações realmente úteis. Logo após, organizou-se todos os postos pluviométricos em ordem alfabética a fim de facilitar a seleção e análise individual. Posteriormente, ordenaram-se os dados de chuva de cada posto a partir dos mais antigos até aos mais recentes, possibilitando saber qual era o período de disponibilização de dados que cada um oferecia.

Alguns postos também traziam dados repetidos em virtude da existência de dois diferentes “Níveis de Consistência” (níveis 1 e 2) como mostra o quadro 2. Neste caso, foram verificados todos os postos que continham tais níveis e no caso de repetição dos dados pluviométricos realizou-se a exclusão de um deles. Diversos postos apresentaram tal situação, porém, em alguns a série histórica de um dos “Níveis de Consistência” era bem mais curta. Nesses casos optou-se por utilizar aquele que possuía a série mais longa, de melhor qualidade, e em caso de falha complementou-se os dados falhados com os do outro nível.

Quadro 2 – Exemplo de parte de planilha mostrando um posto pluviométrico com dois anos iguais, repetindo os mesmos dados de chuvas devido à ocorrência de dois “Níveis de Consistência” 1 e 2.

▲	Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Altitude	NivelConsistencia	Data	Chuva01	Chuva02	Chuva03	Chuva04	Chuva05	Chuva06	Chuva07	Chuva08	Chuva09	Chuva10	Chuva11	Chuva12	Chuva13
3454	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/1/1999	3,5	41,3	19,9	3,8	20,9	36,2	37,7	51,3	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0
3455	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/2/1999	3,3	1,7	1,5	0,0	0,0	0,0	8,0	4,9	0,0	3,6	2,0	1,7	0,0
3456	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/3/1999	12,5	10,0	2,4	1,3	0,0	0,0	15,3	4,9	0,3	0,3	1,0	24,3	11,0
3457	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/4/1999	11,2	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	4,0	0,0	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0
3458	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/5/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3459	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/6/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
3460	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/7/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
3461	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/8/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3462	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/9/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	0,0	0,0	3,0
3463	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/10/1999	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3464	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/11/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	0,9	26,2	17,3	1,8	0,8	4,0
3465	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	2	1/12/1999	0,0	0,0	0,0	6,7	46,1	2,0	0,0	29,5	93,7	4,5	39,6	1,4	5,0
3466	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/1/1999	3,5	41,3	19,9	3,8	20,9	36,2	37,7	51,3	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0
3467	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/2/1999	3,3	1,7	1,5	0,0	0,0	0,0	8,0	4,9	0,0	3,6	2,0	1,7	0,0
3468	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/3/1999	12,5	10,0	2,4	1,3	0,0	0,0	15,3	4,9	0,3	0,3	1,0	24,3	11,0
3469	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/4/1999	11,2	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	4,0	0,0	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0
3470	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/5/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3471	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/6/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
3472	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/7/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
3473	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/8/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3474	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/9/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	0,0	0,0	3,0
3475	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/10/1999	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3476	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/11/1999	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	0,9	26,2	17,3	1,8	0,8	4,0
3477	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/12/1999	0,0	0,0	0,0	6,7	46,1	2,0	0,0	29,5	93,7	4,5	39,6	1,4	5,0
3478	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/1/2000	24,5	124,5	90,6	70,7	36,4	14,9	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0
3479	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/2/2000	24,2	18,6	0,0	0,0	0,0	3,3	45,8	7,2	23,9	56,7	16,3	26,4	0,0
3480	2144018	AIURUOCA	-21,9772	-44,6033	966	1	1/3/2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	1,3	0,0	26,9	12,2	23,0

4.2.2 A procura por séries temporais consistentes

Finalizada a etapa de análise das planilhas com os dados brutos, iniciou-se a fase de verificação das falhas nos dados de chuva de todos os postos no nível diário, mensal e anual. Para tanto, foi utilizada e aperfeiçoada a técnica de construção de planilhas contendo séries históricas, usada por Zavatini (1990) em pesquisa sobre o Mato Grosso do Sul, visando ao preenchimento das lacunas nelas existentes. São planilhas criadas com o específico objetivo de destacar e localizar os postos pluviométricos existentes numa quadrícula de coordenadas geográficas, identificando-os e mostrando as possíveis falhas nos seus dados. Assim, foi possível sintetizar, numa só ilustração (quadro 3), aquela extensa planilha contendo os dados de chuva inicialmente existentes, o que não só reduziu o volume de dados a ser analisado como também facilitou e acelerou a visualização das falhas existentes em cada posto pluviométrico. A divisão em quadrículas adotada nesta pesquisa foi a de 1° de latitude por 1° de longitude e o detalhamento desta divisão será apresentado mais adiante, na seção que fala sobre a espacialização dos postos pluviométricos na área estudada.

Esta planilha reduziu o número de linhas de dados, que antes eram em torno de 300.000 linhas, para pouco menos de 8.000, um número que apesar de ainda parecer excessivo, possibilitou uma visualização bem mais rápida e precisa de toda a série de dados disponível.

Quadro 3 – Parte da planilha que sintetiza os dados dos 661 postos pluviométricos e que contém dois níveis de informação: o primeiro informa os anos completos; o segundo, mostra ao longo dos anos restantes, quais são os meses com falhas e quantos são os dias falhados.

Quadrícula	Posto	Nome	Latitude	Longitude	Altitude	Anos Completos	Anos com Falhas e nº de Dias com Falha no Mês													
							Ano/Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	1547032	ANA SEDE	-15,78944444	-47,92222222	1150		02	31	28	31						4	4	6	9	
							03	7	8	13	4							7	10	8
							04	8	9	8	5							3	11	7
							05	10	6	8	4		2		2	2	2	4		
							06						2				5	9	7	6
							07	7	8									4	11	10
							08	6	9	11	7	31	30	31	31	31	30	31	30	31
							73	31	28	31	30	31	30	31	17					
80				2																
91				16								2								
92	31	29	31	30	31	30	31	31	30											
94							9													
95												4								
96													10							
98	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31						
99	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31						
00	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31						
01	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31						
06																				
07	31	29	31	30	31	30	31	29					30	31						
2	1548020	ÁGUAS LINDAS	-15,74138889	-48,30555556		03,04,05,06	07								31	30	31			
3	1647002	CRISTALINA	-16,75638889	-47,60611111	1239	75,80,81,82,84,85,86,88,89,90,91,92,93,94,00,01,02,03,04,05,06	73	31	22											
							74				15	8								
							76		29	31								30	31	
							77	31												
							78											31	30	31
							79	31	28	31										
							83									30	31	30	31	
							87	31												
							95					31	30	31	31	30	31	30	31	
							96	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
							97	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
							98	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
							99	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
07												20								

MESES COM NENHUM DIA DE FALHA

MESES COM ATÉ 10 DIAS DE FALHAS

MESES COM MAIS DE 10 DIAS DE FALHAS

Adaptado de Zavatini, J. A. (1990); Organizado por Zandonadi, L. (2009).

Desta forma, na primeira, quarta e quinta colunas da planilha, observam-se, respectivamente, o número da quadrícula em que o posto se insere e suas coordenadas geográficas, isto é, sua localização espacial. As colunas dois e três mencionam informações de identificação dos postos, enquanto que a coluna seis traz as altitudes de cada um destes (quando o intervalo está em branco não há informação). A coluna sete identifica os anos em que não houve nenhum dia de falha nos dados de chuva e, portanto, são representados com números na cor azul. A coluna oito, um tanto quanto mais complexa, reúne informações acerca dos anos, meses e dias com falhas. Assim, na parte esquerda da referida coluna (na vertical), são identificados os anos que contêm falhas, à direita dos quais segue/seguem (na horizontal) o/s mês/meses dentro do/s qual/quais a/s falha/s ocorreu/ocorreram e, dentro desses meses, quantos foram os dias com falhas de dados. Para facilitar a visualização e melhor interpretação das informações contidas nessa planilha utilizou-se, ainda, um esquema cartográfico de cores que assim representa os meses e dias com falhas: as células verdes são os meses sem falha alguma, as células amarelas são os meses com até 10 dias de falhas e, as vermelhas, os meses com mais de 10 dias de falhas.

Esse esquema cromático, baseado grosseiramente nos semáforos de trânsito, também foi executado pensando nas facilidades que o mesmo poderia oferecer à utilização das informações de um dado posto pluviométrico (ausência ou presença de falhas diárias) e, em particular, ao complemento dessas falhas por dados existentes num posto vizinho. Ou, em último caso, no tratamento estatístico necessário ao preenchimento de falhas, quando as mesmas não pudessem, de nenhum modo, ser preenchidas com dados reais de postos pluviométricos vizinhos.

Desta maneira, pode-se dizer que as células verdes indicam postos que podem ter seus dados aproveitados por vizinhos próximos com falhas; já as células de cor amarela indicam meses que poderiam passar por tratamento estatístico, tendo em vista o preenchimento de falhas que, neste caso, não ultrapassam os 10 dias, uma decisão empírica que considerou que este número equivale, praticamente, a um terço de um mês inteiro. Já as células vermelhas, com grande número de dias com falhas nos dados, seriam descartadas, pois qualquer tratamento estatístico para preenchimento de mais de um terço de um dado mês do ano poderia (e pode) mascarar os valores de chuvas realmente registrados ao longo da bacia em estudo, e fugiria dos propósitos da presente tese.

Na sequência, parte das informações da planilha, anteriormente representada no quadro 3, foi transportada para uma nova planilha (Quadro 4), a fim de que fossem representados somente os postos em que os anos estão com dados totalmente completos.

Foi possível, então, verificar qual era o número total de postos com dados completos dentro de cada quadrícula, a partir dos quais se procurou selecionar qual posto possuía a série de dados mais completa, sendo que este foi usado como representativo das chuvas naquela quadrícula. Quando, mesmo assim, não se conseguia um posto com boa qualidade de dados, escolhia-se o menos problemático dentre todos, e suas falhas eram então complementadas com os dados de seu(s) vizinho(s) mais próximo(s).

Da mesma forma que na planilha mostrada no quadro 3 acima, nesta, representada no quadro 4, logo a seguir, os anos em que ocorreram falhas nos dados de chuvas estão identificados pela cor branca, ou seja, por células em branco. Já a representação dos anos cujos dados não apresentam falhas, tanto no quadro 3 (Coluna 7 – Anos Completos) como no quadro 4, foi feita utilizando-se a cor azul.

Na coluna 1 da planilha representada no quadro 4, observa-se o número da quadrícula em que cada posto se insere. Na sequência, a segunda coluna informa o nome de cada posto pluviométrico, sendo que nas demais estão representados os anos equivalentes a todo o período histórico analisado que, no caso deste estudo, tem seu início no ano de 1911 e o seu término se dá no ano de 2009. Portanto, esta planilha, parcialmente representada no quadro 4, muito contribuiu na melhoria da visualização dos dados no nível anual, e, juntamente com planilha representada no quadro 3, auxiliaram na identificação dos melhores postos pluviométricos para se compor a série histórica a ser utilizada nas próximas etapas da pesquisa.

4.2.3 Preenchimento dos dados falhados e obtenção da série histórica

Todas as técnicas elencadas acima foram utilizadas para se chegar à escolha de pelo menos um posto pluviométrico com dados completos por quadrícula ou ao menos um com boa série de dados que pudesse ter suas falhas preenchidas posteriormente, sendo capaz de representar, em linhas gerais, a pluviosidade ali ocorrida. E para se chegar à escolha do melhor posto em cada quadrícula, foram adotados os seguintes critérios:

a) privilegiou-se, em cada quadrícula, o posto pluviométrico com série temporal com o menor número de lacunas (ou falhas nos dados) e que estava mais ao centro da área;

b) preencheram-se as lacunas existentes, substituindo-as com dados equivalentes de outros postos dentro da mesma quadrícula, independentemente da distância que se encontravam um do outro e da posição que ocupavam naquela quadrícula;

c) uma vez selecionado o melhor posto da quadrícula e não havendo, dentro dela, nenhum outro com série pluviométrica capaz de recobrir suas falhas, utilizaram-se, então, os dados equivalentes de postos pluviométricos situados em quadrículas adjacentes, desde que os mesmos não estivessem mais próximos do posto representante da quadrícula vizinha, um cuidado tomado para se evitar que os dados emprestados representassem mais a realidade pluviométrica da quadrícula vizinha do que a ela própria;

d) em última instância, quando nenhuma dessas alternativas resultou satisfatória, calculou-se a média da série histórica disponível naquele melhor posto já selecionado e utilizou-a para preencher a lacuna nela existente, critério que, felizmente, só foi aplicado a pouquíssimos casos específicos e em séries bem curtas, graças às diversas revisões e atualizações realizadas nos dados desde o início da pesquisa.

Uma vez selecionados os postos pluviométricos sem falhas de cada quadrícula e realizados os preenchimentos das mesmas através dos postos vizinhos, a série histórica foi então revelada, abrangendo um período longo, ou seja, desde o ano de 1976 até o ano de 2009 (34 anos). Este intervalo de tempo foi escolhido levando-se em consideração a melhor qualidade possível dos dados pluviométricos, sem que houvesse uso excessivo de métodos estatísticos, porém, se conseguiu chegar a uma série histórica extremamente boa, pois o período ultrapassa o mínimo recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para estudos climatológicos, isto é, 30 anos de dados ininterruptos.

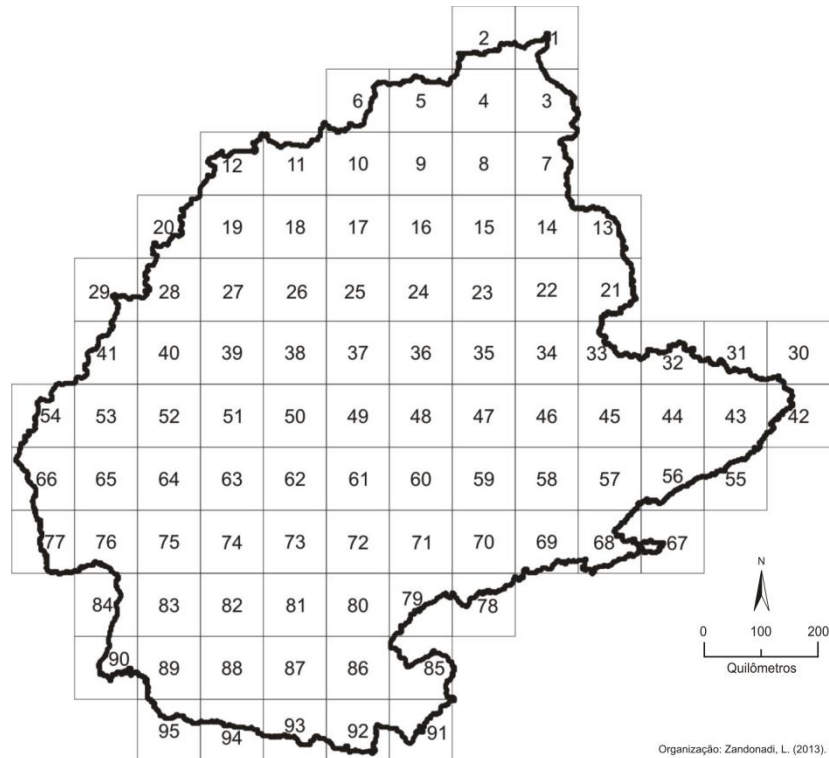
4.2.4 Espacialização da rede de postos pluviométricos

Após todos os postos pluviométricos terem suas falhas de dados devidamente sanadas, foi realizada a escolha daqueles que seriam os representativos de cada uma das quadrículas que recobrem a área de estudo e posteriormente iniciou-se o trabalho de espacialização dos mesmos na bacia.

Para tanto, como já comentado em seção anterior, dividiu-se a bacia em quadrículas, cada uma com 1° de latitude por 1° de longitude e que ao final somaram um total de 95 quadrículas recobrimdo toda a área da bacia (figura 10). Tal medida foi tomada tendo em vista o fato de que a área de estudo é extensa e que a divisão em quadrículas facilitaria a análise por setores ou parcelas menores de áreas. Ao mesmo tempo, em caso de falha nos dados, tornar-se-ia mais fácil a busca destes através do posto vizinho mais próximo, dentro da mesma quadrícula. Por outro lado, a utilização de quadrículas maiores do que as propostas poderia tornar seu uso inviável, pois aumentaria em muito as distâncias entre os postos, já que a distância já equivale a mais de 100 km de extensão. Ao mesmo

tempo, adotar quadrículas menores do que as que foram adotadas poderia provocar o risco de não se encontrar nenhum posto dentro de suas áreas, pois as parcelas pequenas podem se ressentir da irregular distribuição espacial da rede pluviométrica da área de estudo.

Figura 10 – As 95 quadrículas que recobrem toda a área da bacia hidrográfica do rio Paraná.

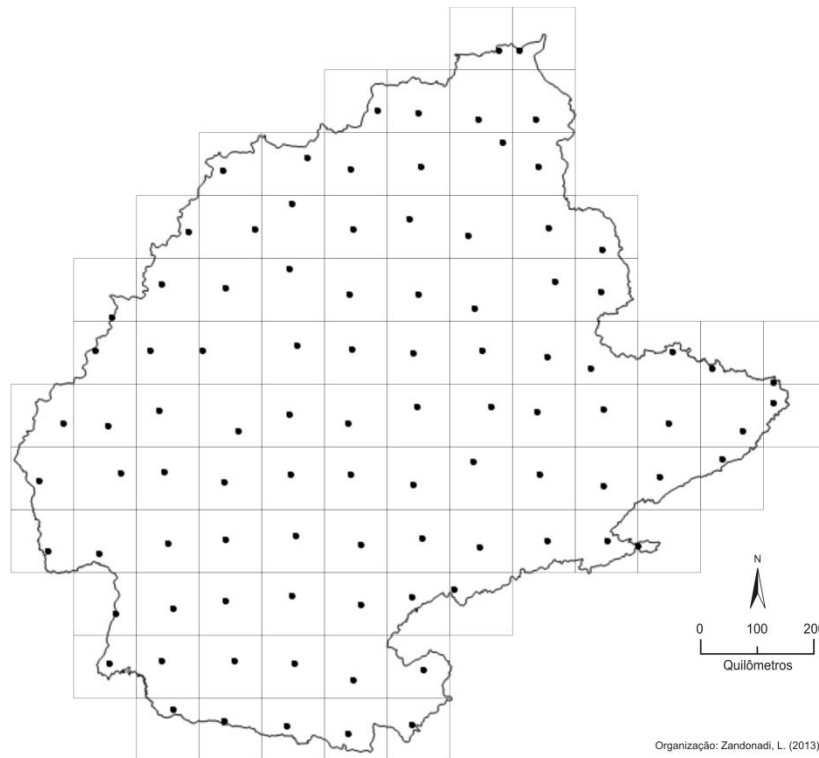


Para facilitar a visualização, localização e diferenciação das áreas, tais quadrículas foram então enumeradas. Desta forma, a quadrícula 1 corresponde àquela entre as latitudes de 15° e 16° Sul e longitudes de 47° e 48° Oeste. A quadrícula 2, que se encontra a oeste da primeira, também fica entre as mesmas latitudes, no entanto, entre as longitudes de 48° e 49° Oeste. Já a quadrícula 3, por se encontrar ao sul das duas anteriores, fica entre as latitudes de 16° e 17°, enquanto que o intervalo das longitudes é o mesmo da quadrícula 1. Portanto, há uma ordenação numérica de 1 a 95 que considera o aumento da latitude de Norte para Sul, e da longitude de Leste para Oeste.

Foi em função de diversas atualizações dos dados diários de chuvas consultadas no *site* da ANA que se chegou nesta distribuição das quadrículas ao longo da bacia, alcançando-se o objetivo inicial da pesquisa que era o de selecionar um posto representativo para cada quadrícula que apresentasse boa qualidade nos dados da série histórica escolhida. E foi por meio deste arranjo em quadrículas que se privilegiou a escolha por postos localizados mais centralmente em cada quadrícula, conforme mostra a figura 11,

alcançando-se boa cobertura espacial. Em síntese, pode-se afirmar que houve melhora significativa na representatividade da pluviosidade da bacia hidrográfica do rio Paraná o que levou a crer em resultados confiáveis ao término da tese.

Figura 11 – Distribuição dos postos pluviométricos mais centrais de cada uma das 95 quadrículas que recobrem a bacia hidrográfica do rio Paraná.



Logicamente que, para alguns casos, não foi possível a seleção do posto mais central da quadrícula, tanto pela má qualidade dos dados diários quanto pela escassez de postos pluviométricos em algumas áreas, ocasiões nas quais foi necessário o preenchimento das falhas com os dados de postos vizinhos mais próximos, ou mesmo quando se tratava de áreas nas bordas da bacia, onde apenas uma parte da/s quadrícula/s se encontrava/m dentro do seu limite territorial. Nestes casos os postos não foram escolhidos centralmente tendo em vista que não se pretendia estudar as chuvas caídas nos lados opostos dos seus interflúvios, ou seja, onde as águas correm no sentido contrário ao da drenagem da bacia hidrográfica do rio Paraná.

As principais características cadastrais e geográficas de cada um dos 95 postos pluviométricos utilizados para análise dos dados pluviométricos diários da bacia hidrográfica do rio Paraná estão representadas no quadro 5.

Quadro 5 - Características cadastrais e geográficas dos 95 postos pluviométricos utilizados na análise dos dados diários da bacia hidrográfica do rio Paraná.

POSTO	CÓDIGO	NOME	ESTADO	MUNICÍPIO	RESPONSÁVEL	OPERADORA	LATITUDE (G° M' S'')	LONGITUDE (G° M' S'')	ALTITUDE (m)
Q1	01547010	Contagem	Distrito Federal	Brasília	CAESB	CAESB	-15:39:11	-47:52:44	1242
Q2	01548007	ETA - Brazlândia	Distrito Federal	Brasília	CAESB	CAESB	-15:39:33	-48:11:26	1098
Q3	01647002	Cristalina	Goiás	Cristalina	ANA	FURNAS	-16:45:23	-47:36:22	1239
Q4	01648002	Vianópolis	Goiás	Vianópolis	ANA	FURNAS	-16:44:47	-48:31:29	893
Q5	01649012	Trindade	Goiás	Trindade	ANA	CPRM	-16:39:40	-49:29:16	777
Q6	01650003	Turvânia	Goiás	Turvânia	ANA	CPRM	-16:36:34	-50:07:58	700
Q7	01747001	Campo Alegre de Goiás	Goiás	Catalão	ANA	DESATIVADA	-17:30:15	-47:33:20	800
Q8	01748005	Montes Claros	Goiás	Orizona	ANA	FURNAS	-17:07:47	-48:08:00	602
Q9	01749004	Pontalina	Goiás	Pontalina	ANA	CPRM	-17:31:00	-49:26:28	500
Q10	01750003	Ponte Rio Verdão	Goiás	Acreuna	ANA	CPRM	-17:32:29	-50:33:22	536
Q11	01751004	Montividiu	Goiás	Montividiu	ANA	CPRM	-17:21:53	-51:14:36	744
Q12	01752003	Ponte do Cedro	Goiás	Mineiros	ANA	CPRM	-17:34:46	-52:36:05	690
Q13	01846007	Santana de Patos	Minas Gerais	Patos de Minas	ANA	CPRM	-18:50:28	-46:33:03	770
Q14	01847003	Abadia dos Dourados	Minas Gerais	Abadia dos Dourados	ANA	CPRM	-18:29:28	-47:24:23	784
Q15	01848006	Tupaciguara	Minas Gerais	Tupaciguara	ANA	CPRM	-18:36:03	-48:41:27	860
Q16	01849016	Ponte Meia Ponte	Goiás	Itumbiara	ANA	CPRM	-18:20:20	-49:36:39	500
Q17	01850002	Quirinópolis	Goiás	Quirinópolis	ANA	CPRM	-18:30:04	-50:31:19	443
Q18	01851004	Pombal	Goiás	Jataí	ANA	CPRM	-18:05:35	51:29:49	645
Q19	01851001	Campo Alegre	Goiás	Aporé	ANA	CPRM	-18:31:04	-51:05:35	670
Q20	01853004	Costa Rica	Mato Grosso do Sul	Costa Rica	ANA	CPRM	-18:32:50	-53:08:07	635
Q21	01946007	Fazenda São Mateus	Minas Gerais	Ibiá	ANA	CPRM	-19:31:00	-46:34:16	870
Q22	01947007	Perdizes	Minas Gerais	Perdizes	ANA	CPRM	-19:20:55	-47:17:43	1000
Q23	01948007	Campo Florido	Minas Gerais	Campo Florido	ANA	CPRM	-19:46:14	-48:34:27	570
Q24	01949004	Campina Verde	Minas Gerais	Campina Verde	ANA	CPRM	-19:32:32	-49:28:59	525
Q25	01950012	Limeira do Oeste	Minas Gerais	Limeira do Oeste	COPASA	COPASA	-19:32:31	-50:34:13	430
Q26	01951001	Itajá	Goiás	Itajá	ANA	CPRM	-19:08:11	-51:32:04	436
Q27	01952000	Alto Suceuriu	Mato Grosso do Sul	Chapadão do Sul	ANA	CPRM	-19:26:39	-52:33:30	370
Q28	01953000	Alto Rio Verde	Mato Grosso do Sul	Água Clara	ANA	CPRM	-19:22:37	-53:34:11	447
Q29	01954005	Bandeirantes	Mato Grosso do Sul	Bandeirantes	ANA	CPRM	-19:55:04	-54:21:31	456
Q30	02043018	Carandaí	Minas Gerais	Carandaí	ANA	IGAM	-20:57:21	-43:48:30	1057
Q31	02044027	Ponte Fernão Dias	Minas Gerais	Oliveira	ANA	IGAM	-20:44:27	-44:47:00	882
Q32	02045021	Formiga	Minas Gerais	Formiga	ANA	FURNAS	-20:27:26	-45:25:09	850
Q33	02046001	Itaú de Minas	Minas Gerais	Itaú de Minas	FURNAS	FURNAS	-20:44:21	-46:44:07	712
Q34	02047016	Franca	São Paulo	Franca	ANA	CPRM	-20:32:37	-47:25:23	995
Q35	02048011	Ponte Joaquim Justino	São Paulo	Guaíra	ANA	COHIDRO	-20:27:13	-48:27:03	460

Q36	02049009	Ibiporanga	São Paulo	Tanabi	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-20:29:00	-49:34:00	510
Q37	02050013	Pontalinda	São Paulo	Jales	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-20:26:00	-50:32:00	380
Q38	02051045	Selvira	Mato Grosso do Sul	Selvira	ANA	CPRM	-20:21:49	-51:25:26	348
Q39	02052002	Água Clara	Mato Grosso do Sul	Ribas do Rio Pardo	ANA	CPRM	-20:26:43	-52:55:08	292
Q40	02053000	Ribas do Rio Pardo	Mato Grosso do Sul	Ribas do Rio Pardo	ANA	CPRM	-20:26:41	-53:45:29	373
Q41	02054014	DNOS - 8.DRS	Mato Grosso do Sul	Campo Grande	ANA	CPRM	-20:27:06	-54:37:39	562
Q42	02143005	Campolide	Minas Gerais	Antônio Carlos	ANA	IGAM	-21:16:44	-43:49:12	997
Q43	02144019	Andrelândia	Minas Gerais	Andrelândia	ANA	IGAM	-21:44:05	-44:18:44	897
Q44	02145023	Porto dos Buenos	Minas Gerais	Elói Mendes	ANA	FURNAS	-21:36:38	-45:29:22	810
Q45	02146030	Muzambinho	Minas Gerais	Muzambinho	ANA	CPRM	-21:22:50	-46:31:08	1040
Q46	02147019	Bento Quirino	São Paulo	São Simão	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-21:26:00	-47:35:00	600
Q47	02148160	Usina Santa Adélia	São Paulo	Jaboticabal	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-21:20:00	-48:19:00	550
Q48	02149010	Fazenda Bem Te Vi	São Paulo	Sales	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-21:21:00	-49:30:00	440
Q49	02150025	Piacatu	São Paulo	Piacatu	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-21:36:00	-50:36:00	420
Q50	02151010	Dracena	São Paulo	Dracena	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-21:28:00	-51:32:00	415
Q51	02152001	Porto Uerê	Mato Grosso do Sul	Bataguassu	ANA	CPRM	-21:43:33	-52:20:30	293
Q52	02153002	Passagem Ribeirão Lontra	Mato Grosso do Sul	Ribas do Rio Pardo	ANA	CPRM	-21:24:34	-53:36:48	335
Q53	02154000	Aroeira	Mato Grosso do Sul	Rio Brilhante	ANA	CPRM	-21:38:50	-54:25:31	287
Q54	02155000	Maracaju	Mato Grosso do Sul	Maracaju	ANA	CPRM	-21:37:07	-55:08:13	356
Q55	02244065	Alagoa	Minas Gerais	Alagoa	ANA	IGAM	-22:10:12	-44:38:13	1036
Q56	02245070	Brasópolis	Minas Gerais	Brasópolis	ANA	IGAM	-22:28:17	-45:37:19	880
Q57	02246017	Socorro	São Paulo	Socorro	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-22:36:00	-46:32:00	740
Q58	02247020	Rio Claro	São Paulo	Rio Claro	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-22:25:00	-47:33:00	600
Q59	02248107	Pouso Alegre	São Paulo	Jaú	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-22:13:00	-48:36:00	460
Q60	02249071	Fazenda São Francisco	São Paulo	Santa Cruz do Rio Pardo	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-22:35:00	-49:33:00	570
Q61	02250063	Paraguaçu Paulista	São Paulo	Paraguaçu Paulista	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-22:25:00	-50:34:00	480
Q62	02251014	Narandiba	São Paulo	Narandiba	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-22:25:00	-51:31:00	410
Q63	02252037	Euclides da Cunha	São Paulo	Teodoro Sampaio	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-22:33:00	-52:35:00	300
Q64	02253000	Ivinhema	Mato Grosso do Sul	Ivinhema	ANA	ITAIPI	-22:22:59	-53:31:51	341
Q65	02254003	Glória de Dourados	Mato Grosso do Sul	Glória de Dourados	ANA	CPRM	-22:24:21	-54:14:07	422
Q66	83702	Ponta Porã	Mato Grosso do Sul	Ponta Porã	INMET	INMET	-22:31:48	-55:31:48	650
Q67	02345049	Ponte Nova	São Paulo	Salesópolis	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-23:34:00	-45:58:00	800
Q68	02346100	Ermelindo Matarazzo	São Paulo	São Paulo	ANA	COHIDRO	-23:28:51	-46:28:16	730
Q69	83851	Sorocaba	São Paulo	Sorocaba	INMET	INMET	-23:28:48	-47:25:48	645
Q70	02348034	Campina do Monte Alegre	São Paulo	Campina do Monte Alegre	DUKE	DUKE	-23:35:40	-48:29:47	570
Q71	02349016	Taguaí (Ribeirópolis)	São Paulo	Taguaí	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-23:27:00	-49:25:00	570
Q72	02350052	Triolândia	Paraná	Ribeirão do Pinhal	SUDERSHA	SUDERSHA	-23:33:00	-50:24:00	800
Q73	02351048	Arapongas	Paraná	Arapongas	SUDERSHA	SUDERSHA	-23:24:00	-51:26:00	793
Q74	02352045	Japurá	Paraná	Japurá	SUDERSHA	SUDERSHA	-23:28:00	-52:33:00	500

Q75	02353027	Santa Eliza	Paraná	Umuarama	SUDERSHA	SUDERSHA	-23:31:39	-53:27:46	441
Q76	02354001	Iguatemi	Mato Grosso do Sul	Iguatemi	ANA	CPRM	-23:40:55	-54:33:42	333
Q77	02355002	Porto São Domingos	Mato Grosso do Sul	Paranhos	ANA	CPRM	-23:39:01	-55:23:31	319
Q78	02448009	Pinara	São Paulo	Ribeirão Branco	FCTH/DAEE-SP	FCTH/DAEE-SP	-24:16:00	-48:54:00	900
Q79	02449036	Eduardo Xavier da Silva	Paraná	Jaguariaiva	SUDERSHA	SUDERSHA	-24:22:59	-49:34:59	1000
Q80	02450002	Tibaji	Paraná	Tibagi	ANA	SUDERSHA	-24:30:39	-50:24:00	720
Q81	02451046	Ariranha	Paraná	Ariranha do Ivaí	SUDERSHA	SUDERSHA	-24:22:00	-51:30:00	900
Q82	02452035	Guarani	Paraná	Mamborê	SUDERSHA	SUDERSHA	-24:25:59	-52:33:00	650
Q83	02453037	Palmitópolis	Paraná	Nova Europa	SUDERSHA	SUDERSHA	-24:34:23	-53:22:48	544
Q84	02454004	Porto Britânia	Paraná	Pato Bragado	SUDERSHA	SUDERSHA	-24:38:53	-54:17:54	337
Q85	02549081	Barragem Sanepar - Passauna	Paraná	Araucária	ANA	SUDERSHA	-25:32:16	-49:23:21	902
Q86	02550035	Turvo	Paraná	Rebouças	SUDERSHA	SUDERSHA	-25:42:00	-50:31:00	790
Q87	02551000	Guarapuava	Paraná	Guarapuava	ANA	SUDERSHA	-25:27:00	-51:27:00	950
Q88	02552007	Laranjeiras do Sul	Paraná	Laranjeiras do Sul	SUDERSHA	SUDERSHA	-25:24:00	-52:25:00	850
Q89	02553028	Santa Lúcia	Paraná	Santa Lúcia	SUDERSHA	SUDERSHA	-25:24:00	-53:34:00	380
Q90	02554012	Santa Terezinha	Paraná	Santa Terezinha de Itaipu	SUDERSHA	SUDERSHA	-25:26:27	-54:24:11	285
Q91	02649055	Corredeira	Santa Catarina	Rio Negrinho	ANA	SUDERSHA	-26:25:10	-49:34:23	750
Q92	02650016	Buriti (Timbó Grande)	Santa Catarina	Santa Cecília	ANA	SUDERSHA	-26:33:21	-50:36:04	900
Q93	02651029	São Pedro - Codega	Paraná	Palmas	SUDERSHA	SUDERSHA	-26:26:00	-51:34:00	1150
Q94	02652011	Mariópolis	Paraná	Mariópolis	SUDERSHA	SUDERSHA	-26:21:00	-52:34:00	850
Q95	02653020	Salgado Filho	Paraná	Salgado Filho	SUDERSHA	SUDERSHA	-26:11:00	-53:23:00	500

Postos em que foram utilizados dados da ANA e do IAC

Postos em que foram utilizados integralmente dados do INMET

Deste total de 95 postos representativos de cada quadrícula, 83 tiveram seus dados diários obtidos integralmente através da consulta ao *site* da ANA, via *internet*. Outros dez postos, todos localizados no estado de São Paulo, possuem dados diários compostos por duas fontes: o *site* da ANA e, também, o do IAC. São eles: Ibiporanga (de out/04 a dez/09), Pontalinda (de out/04 a dez/09), Bento Quirino (de jan/08 a dez/09), Usina Santa Adélia (de jan/08 a dez/09), Fazenda Bem Te Vi (de out/04 a dez/09), Piacatu (de jan/08 a dez/09), Dracena (de out/04 a dez/09), Pouso Alegre (de jan/06 a dez/09), Fazenda São Francisco (de out/04 a dez/09) e Paraguaçu Paulista (de out/04 a dez/09). Essa composição de dados foi necessária porque o *site* da ANA apresentava lacunas, de acordo com os períodos acima discriminados. Finalmente, os dois postos restantes, daquele total de 95, são Ponta Porã (MS) e Sorocaba (SP), cujos dados diários foram integralmente obtidos no BDMEP/INMET, por meio de senha concedida ao orientador dessa tese de doutorado.

4.2.5 Organização dos dados anuais de chuvas e definição dos anos-padrão

Tabulados os dados diários das 95 quadrículas que recobrem a bacia, e com o objetivo de iniciar o estudo das chuvas propriamente dito, foi organizada uma planilha com os dados pluviométricos anuais para cada posto pluviométrico e cada um dos 34 anos da série histórica escolhida (quadro 6). Através desta planilha foi possível produzir as cartas de isoietas com a distribuição espacial e temporal das chuvas e também aplicar as técnicas para a seleção dos três anos-padrão a serem estudados posteriormente.

Portanto, essa foi a primeira etapa de uma série de análises que foram realizadas ao longo da pesquisa, pois, logo após a escolha dos três anos-padrão também foram produzidas as cartas para interpretação da distribuição das chuvas mensais, dentro de cada um destes três anos. Esses anos, representativos do ritmo excepcional seco ou chuvoso (pouco frequentes) ou do ritmo habitual (bem mais frequente), tiveram ainda seus totais diários de chuva geneticamente associados aos tipos de tempo atuantes a fim de entender o comportamento pluvial em nível de detalhamento mais aprofundado, fato que poderá ser mais bem visualizado nas seções seguintes.

Esse estudo mais detalhado dos três anos-padrão será subsidiado pela Análise Rítmica (Monteiro, 1971), sendo importante observar que no nível de interpretação da distribuição diária das chuvas o enorme volume de dados implicou na seleção de apenas alguns poucos postos dentro da bacia. Isto porque é praticamente inviável trabalhar com os dados pluviométricos diários de todas as 95 quadrículas/postos.

Quadro 6 – Planilha com os valores totais anuais de chuva de cada um dos 95 postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano de 1976 até o ano de 2009.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q38	Q39	Q40	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q48	
1976	179,8	163,5	800,8	179,7	158,4	137,8	1640,2	1734,4	125,2	1627,7	1616,2	1665,8	1495,3	1283,5	1626,3	1724,1	257,6	17110	1807,4	254,4	110,4	1220,1	1720,3	1555,5	1720,3	1448,1	1625,5	1878,6	1878,4	1634,2	170,9	1484,0	1796,9	1986,9	1753,1	1886,4	1735,3	1945,7	1653,9	1648,2	1734,0	1665,2	1475,9	1443,7	1632,4	2074,8	1632,5	1453,5	
1977	1437,9	1289,5	990,2	1287,0	1464,4	1242,0	1258,5	1467,5	1692,2	1366,4	1403,0	1502,5	1311,9	1093,2	1424,1	1384,3	1782,4	1226,7	1807,9	1992,2	1148,0	1345,2	1366,3	1950,5	1366,3	1894,6	1440,8	1810,0	1955,7	1356,9	1345,1	1303,0	1312,7	1747,1	120,0	13410	1304,1	1618,9	1884,4	1990,9	2085,6	1236,7	1473,4	1428,4	1573,5	1656,5	1603,1	1497,0	
1978	1678,1	1553,0	991,4	1358,8	1673,8	1561,7	1557,5	1553,6	1344,4	1389,1	1518,4	1734,3	1835,8	1627,3	1554,0	1426,1	1484,6	1615,3	2004,0	1527,0	1224,3	1717,8	1380,2	1402,4	1480,2	1615,5	1689,2	1366,8	1600,1	1885,9	1465,4	1440,2	1525,1	1867,2	1423,3	1481,2	1661,5	1235,0	1316,8	1291,4	1487,0	1522,4	1294,6	1678,3	1260,8	1638,7	159,1	1335,9	
1979	2083,2	1422,7	797,0	1673,0	1693,4	1458,8	1675,8	1684,4	1342,6	1742,3	1692,7	2039,4	1762,5	1333,3	1622,8	1795,1	1723,0	1551,0	1753,1	2057,0	159,6	1746,6	1353,2	163,4	1353,2	1830,1	1999,8	1334,5	1930,4	1923,2	1721,7	1608,6	1592,8	1764,0	1751,3	1536,6	1625,6	1663,4	1453,2	1663,9	1295,2	17117	1691,2	1265,7	1298,6	1439,6	1626,7	1352,9	
1980	1872,3	1519,5	1450,7	2614,2	1587,4	1599,3	1712,2	1552,0	1594,6	1939,9	1366,1	1825,9	1487,8	1484,8	1498,8	1451,7	1313,9	1450,6	1275,4	1840,3	1537,7	1560,0	1774,8	1478,5	1774,8	1530,2	1705,6	1813,5	1643,5	1547,0	1560,7	1299,6	1562,7	1700,3	1560,9	1494,3	1402,9	1392,3	1576,4	1451,4	1138,6	1515,2	1505,4	1592,7	1438,5	1428,6	1335,7	1417,2	
1981	1701,0	1961,1	1285,9	2537,4	1949,8	1403,2	1381,5	1336,9	1620,0	1761,7	1383,3	1529,0	1586,0	1350,4	1470,3	1320,4	1388,9	1609,7	1283,8	1842,4	1368,9	1530,9	1641,4	150,9	1641,4	1231,7	2035,1	1615,1	1603,2	1679,1	1639,5	1603,0	1424,6	2178,9	1274,0	1079,8	1451,4	1330,0	1028,9	1292,4	1864,4	1390,4	1360,9	1265,4	1477,6	1596,0	197,9	1369,5	
1982	1967,5	1720,2	1399,1	262,1	1805,9	1976,9	1598,2	1442,0	1737,6	2032,2	1947,7	1469,5	1705,0	1181,0	1786,1	2032,1	1899,7	1866,8	1522,7	2074,4	1468,5	1886,3	1707,5	1806,0	1707,5	2148,3	2880,7	1762,0	1769,7	1742,6	1782,7	1577,0	1541,1	1979,9	1431,0	1391,5	1324,1	1623,3	1503,1	1419,8	1783,6	1989,8	1546,6	1626,1	1650,3	2080,3	1496,0	2008,2	
1983	1868,2	2006,7	1814,3	1377,1	1925,2	2353,8	1858,9	1876,8	1903,0	1750,4	1593,0	1620,8	2421,1	2099,9	2176,9	1975,9	1839,1	1838,9	1711,4	1774,0	1840,3	2233,8	2025,3	1815,8	2025,3	1438,1	2261,3	1364,9	1642,3	2292,6	2279,8	2135,7	2343,2	2513,9	2236,9	1914,4	1700,9	1584,0	1428,7	1366,6	1963,3	2211,1	2637,6	2571,5	237,3	2409,9	2379,3	1858,7	
1984	1338,3	1193,2	1042,5	1605,2	1499,1	1425,5	1278,9	1073,5	1299,4	1410,8	1180,6	1087,0	1383,5	1042,4	1938,7	1054,2	1574,6	1512,8	1865,3	1675,3	1974,7	1299,3	1114,7	1348,2	1114,7	1408,9	2068,8	196,8	1542,4	1254,6	1088,1	1104,3	1155,8	1373,7	1303,7	1027,4	1043,3	1069,6	1330,8	1166,0	1447,3	1315,1	1155,4	1148,5	1105,7	1248,5	1078,1	1111,9	
1985	1670,9	1729,1	1331,0	1972,3	1826,8	1329,1	1493,9	1428,9	1383,4	1332,7	1386,8	1300,9	1523,5	1478,9	1727,7	1509,6	1484,2	1453,2	1245,6	1628,6	1308,5	1601,6	1702,7	1327,6	1702,7	1240,3	1895,8	1264,2	1090,4	1672,9	1724,8	1497,1	1387,7	1569,5	1390,2	1249,6	1274,7	1058,9	128,0	749,5	1185,9	1716,7	1981,6	1606,7	1355,2	1367,2	1278,2	1116,3	
1986	1132,5	1222,4	1306,4	1306,4	1626,1	1659,2	1346,8	1144,7	1555,8	1718,1	1568,9	1781,3	1577,9	1476,6	1713,1	1252,3	1270,1	1597,8	1707,7	1631,0	1533,1	1770,2	1866,0	1318,0	1866,0	1689,0	1843,2	1306,6	1005,8	1931,3	1474,8	1219,2	1300,9	1675,7	1402,4	1279,0	1090,9	1496,8	1269,5	1467,6	1558,9	1348,1	1495,1	1157,3	1682,1	1685,9	1584,0	1356,4	
1987	1542,4	1544,1	1237,3	1682,9	1397,2	1649,1	1314,6	1528,7	1531,1	1512,3	1639,7	1185,7	1505,9	1246,7	854,4	1698,7	1285,3	1499,8	1518,5	1522,2	1274,3	1470,5	1713,0	1560,1	1713,0	1509,9	1752,9	1122,0	2578,6	1370,6	1217,9	1155,7	1225,4	1561,7	1582,2	1137,8	1215,5	1348,7	1884,4	1687,1	1695,8	1439,6	1520,6	1135,5	1381,0	1255,4	1354,9	1622,5	
1988	1547,7	1728,4	1472,6	1910,7	1727,0	1269,0	1489,0	1326,4	1302,3	1351,2	1474,6	1212,1	1469,5	1159,7	883,0	1421,8	1563,0	1557,4	1443,5	2102,5	197,6	1367,3	1290,5	1627,8	1290,5	1545,5	1929,1	1074,7	2122,4	1769,9	1279,0	150,7	1354,0	1445,4	1198,4	1248,6	1058,5	1165,2	1149,0	1215,9	1002,6	1536,9	1453,2	1980,9	1326,6	1311,6	1194,7	1238,8	
1989	2114,7	2069,8	2101,5	2486,5	1659,9	1822,2	1830,2	1846,4	1372,4	1618,2	2103,6	1999,1	1484,2	1613,8	1033,7	1393,5	1400,7	233,0	1950,6	1826,6	1034,1	106,5	1564,5	130,2	1566,5	1613,3	1591,8	1265,4	2124,4	1521,1	1487,8	1611,9	1401,9	1623,9	1231,5	1559,7	1467,0	1470,1	1726,7	1250,1	1448,3	1404,0	1750,2	1430,9	1718,2				
1990	1388,7	1227,9	1106,0	1548,4	1474,7	1624,1	1993,5	1195,7	1399,8	789,8	1146,2	1468,6	890,1	1910,1	1348,4	1081,3	1215,5	1407,3	1242,4	1621,9	822,4	860,6	1429,9	1204,1	1429,9	1415,5	1404,5	839,2	1810,8	1240,6	132,4	1005,3	1308,6	1437,9	1091,0	1202,6	1335,2	1493,0	1467,2	1387,8	1781,6	1014,6	1252,0	1167,5	1028,9	1240,5	1320,7	1293,0	
1991	1517,4	1448,4	1921,6	1423,5	1386,5	1485,0	1754,8	1565,3	1188,4	1392,8	1675,6	1063,9	1583,9	1416,0	1485,7	1590,8	1371,9	1490,2	1318,2	1422,9	1196,2	1744,6	1871,4	1505,5	1871,4	1328,7	813,4	1283,4	1416,7	1513,3	1600,7	1395,4	1587,7	2026,2	1701,3	1301,6	1327,1	1260,0	157,1	1112,1	1764,9	1512,5	1857,0	1295,4	1606,7	1745,0	1377,2	1343,4	
1992	2084,7	2257,5	2135,3	2043,9	2237,7	2067,7	1502,6	1750,1	1434,4	1691,5	1324,2	183,6	1957,5	1488,2	1681,0	1613,4	1292,3	2047,5	1781,8	1620,0	1359,7	1809,0	1961,1	1668,9	1961,1	1870,6	1717,7	1739,8	1783,2	1638,9	1861,4	1834,6	1822,8	2325,5	1438,2	1521,0	1299,0	1433,0	1500,4	1697,8	1619,0	1762,0	1681,7	1757,5	1804,6	1730,0	1295,8	1329,8	
1993	142,6	1500,5	1785,6	1758,0	1510,0	1357,0	1165,0	1680,4	1750,2	1398,2	1442,5	1295,3	1081,8	1008,4	1547,5	1573,2	1383,6	1767,3	1874,5	1893,3	1164,7	1310,2	1847,0	1329,1	1847,0	1268,5	1306,7	1516,2	1233,1	1427,7	1510,6	1282,3	1368,4	1885,6	1279,7	1267,0	1078,7	1978,4	1917,7	1051,7	1096,2	1491,7	1388,6	1485,5	186,1	1565,3	1531,1	1163,3	
1994	1508,6	1749,1	1653,1	1757,0	1858,9	1419,2	2110	1607,9	1280,9	1613,8	1886,5	1241,4	1626,0	1176,7	1499,8	152,1	1169,1	1319,0	1380,4	1450,1	1177,6	166,0	1580,3	1138,8	1066,4	1924,9	1609,0	1483,9	1924,9	1609,0	1483,9	1924,9	1609,0	1483,9	1924,9	1609,0	1483,9	1924,9	1609,0	1483,9	1924,9	1609,0	1483,9	1924,9	1609,0	1483,9	1924,9	1609,0	1483,9
1995	1384,0	1592,6	1341,0	1338,5	1262,8	1440,1	1279,3	1028,8	1185,0	1306,6	1199,5	1265,5	1622,1	1342,3	1611,3	1472,1	1555,9	1457,4	1835,9	1591,2	1153,8	1616,4	1657,1	1329,4	1657,1	1382,5	1397,6	1940,6	1075,9	1322,9	1737,2	1227,2	1501,4	1938,0	1543,6	1482,4	1317,3	1199,8	1406,7	1198,5	1305,0	1440,5	1586,8	1320,6	1832,7	1719,6	1401,4	105,1	
1996	104,5	119,1	1506,7	1297,7	1636,8	1571,8	1351,9	1182,5	1416,7	1587,5	1640,6	1346,6	1296,8	1180,2	1207,1	1247,6	1588,1	1737,5	1937,7	1701,1	1604,7	1649,8	1697,4	1431,1	1697,4	1729,4	1926,1	1332,0	1829,2	1762,5	1858,1	1438,6	1652,8	1901,1	1570,1	1507,8	1476,7	1306,4	1710,4	1992,1	1426,7	1620,7	1705,5	1772,4	1618,0	181,2	1170,9	1276,1	
1997	1860,9	1436,6	1853,4	1893,1	1547,3	1600,1	1278,6	1535,5	1566,7	1567,5	1599,4	1739,8	1477,8	1502,2	1689,3	1468,2	1385,1	1218,6	1649,3	1853,5	1752,4	1332,7	1554,9	1594,7	2088,1	1416,2	1633,9	1685,4	1478,2	1519,6	1498,2	1554,1	1368,5	1490,5	1515,1	1460,2	1525,3	1884,1	1603,0	1450,8	1842,9	1303,4	1618,6	148,1	1581,6	1502,0</			

O primeiro passo para obtenção dos três anos-padrão acima comentado foi dado utilizando-se o rol de dados anuais de chuvas da planilha já apresentada no quadro 6. Tais dados anuais foram classificados através da aplicação da técnica da fórmula de Sturges (Gerardi e Silva, 1981), amplamente discutida e testada antes de sua implementação. A fórmula de Sturges é utilizada para determinar um número razoável de classes para representação de um grupo de informações ou dados, ou seja, ela é capaz de fornecer uma classificação em intervalos de classe onde cada grupo específico de valores se diferencia de outro, facilitando a visualização e interpretação das informações. A fórmula pode ser escrita da seguinte forma:

$$k = 1 + 3,3 \log_{10} n \dots 1$$

onde

k = número de classes

e

n = número total de observações

Portanto, após aplicar a técnica a esse rol de dados foi sugerido pela fórmula uma divisão dos valores anuais de chuvas em grupos equivalentes a 13 classes diferentes. E os intervalos sugeridos para cada classe de chuvas foi de 210,6 mm. Em função do conhecimento já adquirido sobre as chuvas da bacia e da análise das frequências tanto absoluta quanto relativa de cada uma das 13 classes sugeridas organizou-se (ou classificou-se) a pluviosidade anual da área de estudo, sempre ajustando empiricamente, quando necessário, os intervalos de classe sugeridos, uma vez que a fórmula recomenda intervalos de classes com base em cálculos matemáticos exatos, muitas vezes isolando um único valor de chuva em uma classe B, por exemplo, quando na verdade tal valor se adequaria melhor numa classe A, logo abaixo, ou numa classe C, logo acima da sugerida pela fórmula.

Finalizada esta etapa de classificação e ajuste dos valores em cada intervalo, as classes de chuvas foram representadas qualitativamente com nomes específicos e receberam cores para melhorar a representação e facilitar a visualização, conforme demonstra o quadro 7, a seguir.

Nesta etapa ainda foi necessário fazer a subdivisão ou a junção de algumas classes com outras vizinhas, pois houve casos em que uma porcentagem muito grande de dados foi inserida em apenas uma única classe, fazendo com que fosse dado destaque excessivo a tais valores após a classificação da planilha com o rol de dados. Na verdade,

se uma classe apresenta a maioria dos dados ela deveria ser considerada habitual, já que é sinônimo do que mais se repete, entretanto, se a maioria dos dados pluviométricos de uma bacia tão grande quanto à do rio Paraná se concentra apenas numa classe seca, por exemplo, logo temos que este não é um padrão aceitável e devemos fazer os ajustes necessários naquilo que foi sugerido pela técnica. Assim, tendo em vista que a fórmula de Sturges nos sugeriu um número de 13 classes, tivemos que manuseá-las através da observação de suas frequências para que as mesmas representassem os resultados de maneira correta, fazendo com que a maior parte dos dados (60,2%) ficasse concentrada nas classes de padrão habitual, enquanto que 18,7% dos dados se concentrassem nas classes secas, e, de modo muito próximo, 21,1% nas classes chuvosas.

Quadro 7 – Intervalos de classe das chuvas anuais na bacia do rio Paraná e frequências absoluta e relativa para cada classe.

Intervalo de Classe			Classe	Frequência		%
Regra de Sturges				Absol.	Relat.	
Extremamente Seco		607,6 -- 818,2		19	0,6	10,1
Muito Seco		818,3 -- 1028,9		121	3,7	
Seco		1029,0 -- 1134,3		187	5,8	
Tendente a Seco		1134,4 -- 1239,6		278	8,6	8,6
Habitual		1239,7 -- 1450,3		808	25,0	60,2
Habitual		1450,4 -- 1661,0		830	25,7	
Habitual		1661,1 -- 1766,4		307	9,5	
Tendente a Chuvoso		1766,5 -- 1871,7		212	6,6	6,6
Chuvoso		1871,8 -- 2082,4		254	7,9	14,5
Chuvoso		2082,5 -- 2293,1		118	3,7	
Chuvoso		2293,2 -- 2503,8		45	1,4	
Muito Chuvoso		2503,9 -- 2925,2		42	1,3	
Extremamente Chuvoso		2925,3 -- 3346,6		9	0,3	

Como complemento à técnica apresentada no quadro 7, também foi utilizada uma outra (quadro 8), complementar à primeira, também pautada na obtenção das frequências sobre aquele rol de dados com os volumes de chuvas. A vantagem desta última é que além de mostrar a frequência de dados por classe nos 34 anos da série histórica, agora é possível visualizar quais foram as frequências de dados por classe de maneira individualizada, ou seja, ano a ano.

Esta técnica é também uma antecipação dos resultados obtidos para o referido rol de dados, pois através dela é possível sugerir quais serão os anos que se apresentaram como secos ou chuvosos, pois ambos são representados pelas menores ou maiores frequências e destacados por tons da cor azul. Por exemplo, os anos de 1983 e 2009, dentre outros, se destacaram como sendo mais chuvosos, uma vez que as frequências de dados são bem maiores nas classes chuvosas do que nas secas. Ao contrário, os anos de 1985 e 1999, além de outros, foram mais secos por apresentarem frequências de dados bem maiores nas classes secas.

Quadro 8 – Intervalos de classe das chuvas anuais na bacia hidrográfica do rio Paraná, bem como a frequência relativa para cada classe, e a frequência absoluta para cada classe e ano da série histórica.

1976	1	1	0	3	13	35	14	10	11	2	1	4	0
1977	2	1	8	7	37	21	6	4	6	3	0	0	0
1978	0	11	6	14	28	27	4	2	3	0	0	0	0
1979	2	0	3	8	23	25	14	4	12	3	1	0	0
1980	1	2	6	2	18	40	6	9	6	3	0	2	0
1981	0	4	8	8	32	22	7	5	5	1	2	1	0
1982	0	0	0	1	8	23	17	12	22	7	2	2	1
1983	0	0	0	0	5	8	5	12	18	18	13	11	5
1984	0	8	25	10	24	10	6	5	7	0	0	0	0
1985	4	15	14	7	30	13	7	1	4	0	0	0	0
1986	1	1	2	6	28	28	12	6	9	1	0	1	0
1987	1	1	2	9	18	36	12	7	3	4	0	2	0
1988	1	8	6	21	29	21	3	2	2	2	0	0	0
1989	0	0	2	3	19	30	8	11	14	5	2	1	0
1990	1	12	3	13	29	12	8	6	4	2	3	2	0
1991	2	5	6	6	31	26	11	5	3	0	0	0	0
1992	0	1	2	6	15	19	13	12	12	7	6	2	0
1993	0	4	5	11	24	22	12	6	8	3	0	0	0
1994	1	4	9	16	23	24	7	4	3	4	0	0	0
1995	0	5	3	7	27	32	10	6	4	1	0	0	0
1996	0	1	2	6	19	25	12	7	13	4	2	4	0
1997	0	1	0	3	13	38	11	6	11	7	2	3	0
1998	0	0	3	7	23	26	8	7	6	4	3	5	3
1999	0	13	15	23	22	17	4	0	1	0	0	0	0
2000	0	1	2	6	24	30	10	8	11	2	1	0	0
2001	0	0	7	9	31	24	6	7	7	3	1	0	0
2002	0	9	11	20	27	15	4	1	2	4	1	1	0
2003	0	1	7	7	37	26	5	7	5	0	0	0	0
2004	0	1	2	4	30	28	13	10	4	3	0	0	0
2005	0	1	5	7	31	24	11	4	9	2	1	0	0
2006	0	4	4	11	29	30	9	2	3	3	0	0	0
2007	0	4	13	10	28	28	6	3	2	1	0	0	0
2008	2	2	4	6	31	20	11	8	8	3	0	0	0
2009	0	0	2	1	2	24	15	12	18	16	4	1	0
CLASSES													
FREQ. ABS.	19	121	187	278	808	829	307	211	256	118	45	42	9
FREQ. REL.	0,6	3,7	5,8	8,6	25,0	25,7	9,5	6,5	7,9	3,7	1,4	1,3	0,3

As duas planilhas acima mencionadas, no entanto, ainda não permitiram afirmar, com absoluta certeza, quais seriam os anos-padrão representativos do regime anual de chuvas da bacia, objetivo que só foi alcançado após a classificação daquele rol de dados apresentado no quadro 6 através dos respectivos intervalos de classe e suas devidas cores, representados pelo quadro 7. Mas é claro que para isso, as duas técnicas foram fundamentais. No quadro 9 é apresentada uma visualização prévia de parte daquele rol de dados já classificado. Nos próximos capítulos, quando forem realizadas as discussões dos resultados alcançados, será possível prestigiar a classificação completa.

Quadro 9 – Planilha com parte do rol de dados pluviométrico, já com a classificação para os primeiros 15 anos da série histórica, nos 20 primeiros postos pluviométricos analisados.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20
1976	1719,8	1635,5	800,8	1794,7	1588,4	1337,8	1640,2	1734,4	1215,2	1627,7	1162,2	1165,8	1495,3	1283,5	1626,3	1724,1	2517,8	1711,0	1807,4	2154,4
1977	1437,9	1289,5	990,2	1287,0	1464,4	1242,0	1258,5	1467,5	1692,2	1366,4	1403,0	1502,5	1311,9	1093,2	1424,1	1384,3	1782,4	1226,7	1807,9	1992,2
1978	1578,1	1553,0	991,4	1358,8	173,8	1561,7	1557,5	153,6	1344,4	1389,1	1518,4	1734,3	1335,8	1627,3	1554,0	1426,1	1484,6	1615,3	2004,0	1527,0
1979	2083,2	1422,7	797,0	1573,0	1593,4	1458,8	1675,8	1684,4	1342,6	1742,3	1592,7	2039,4	1762,5	1333,3	1622,8	1795,1	1723,0	1551,0	1753,1	2057,0
1980	1872,3	1519,5	1450,7	2614,2	1587,4	1599,3	1712,2	152,0	1594,6	939,9	1366,1	1825,9	1487,8	1484,8	1498,8	1451,7	1131,9	1450,6	1275,4	1840,3
1981	1701,0	1961,1	1285,9	2537,4	1949,8	1403,2	1381,5	1336,9	1662,0	1761,7	1383,3	1529,0	1586,0	1350,4	1470,3	1320,4	1388,9	1609,7	1283,8	1842,4
1982	1967,5	1720,2	1399,1	2612,1	1805,9	1976,9	1598,2	1442,0	1737,6	2032,2	1947,7	1469,5	1705,0	181,0	1786,1	2032,1	1899,7	1866,8	1522,7	2074,4
1983	1868,2	2006,7	1881,4	3177,1	1925,2	2353,8	1858,9	1876,8	1903,0	1750,4	1593,0	1620,8	2421,1	2099,9	2176,9	1975,9	1839,1	1838,9	1711,4	1774,0
1984	1338,3	1193,2	1042,5	1605,2	1499,1	1425,5	1278,9	1073,5	1299,4	1410,8	180,6	1987,0	1383,5	1042,4	938,7	1054,2	1574,6	1512,8	1865,3	1675,3
1985	1670,9	1729,1	1331,0	1972,3	1826,8	1329,1	1493,9	1428,9	1383,4	1332,7	1386,8	1300,9	1523,5	1478,9	1727,7	1509,6	1484,2	1453,2	1245,6	1628,6
1986	1132,5	1222,4	1306,4	1425,8	1626,1	1659,2	1346,8	1144,7	1555,8	1718,1	1568,9	1781,3	1577,9	1476,6	713,1	1252,3	1270,1	1597,8	1707,7	1631,0
1987	1542,4	1544,1	2137,3	1682,9	1397,2	1649,1	1314,6	1528,7	1531,1	1512,3	1639,7	1185,7	1505,9	1246,7	854,4	1698,7	1285,3	1489,8	1518,5	1522,2
1988	1547,7	1728,4	1472,6	1910,7	1727,0	1269,0	1489,0	1326,4	1302,3	1351,2	1474,6	1121,2	1469,5	1159,7	883,0	1421,8	1563,0	1557,4	1443,5	2102,5
1989	2114,7	2069,8	2101,5	2486,5	1659,9	1822,2	1830,2	1846,4	1372,4	1618,2	2103,6	1999,1	1484,2	1613,8	1033,7	1393,5	1400,7	2313,0	1950,6	1826,6
1990	1388,7	1227,9	1106,0	1548,4	1474,7	1152,4	993,5	1195,7	1139,8	789,8	1146,2	1468,6	890,1	910,1	1348,4	1081,3	1215,5	1407,3	1242,4	1621,9

Utilizando-se desta mesma classificação, foram construídas, para cada ano da série homogênea de dados do período 1976 a 2009, as cartas da pluviosidade anual na bacia, cujas isoietas também respeitaram os mesmos intervalos de classe apresentados no quadro 7 e na planilha já classificada do quadro 9.

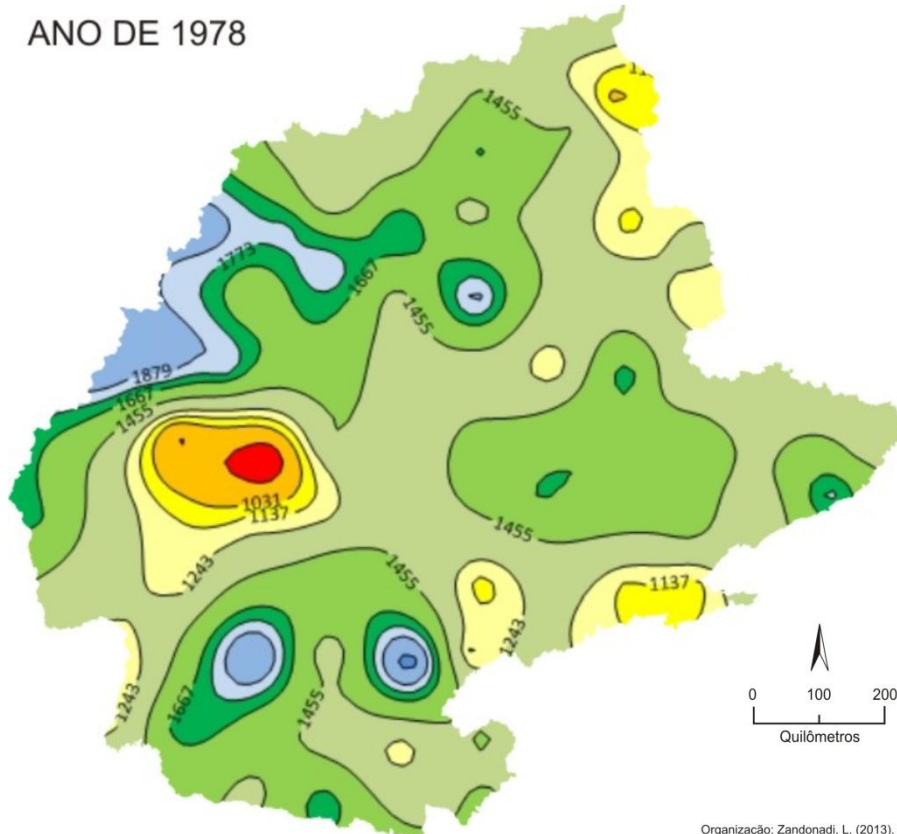
As cartas são importantes, pois oferecem a compreensão da distribuição espacial das chuvas na bacia, possibilitando, inclusive, verificar se eventuais comportamentos extremos nos volumes de chuvas afetaram toda a área de estudo ou apenas parte dela, detalhe este que não pode ser visualizado através da planilha. Além disso, este é um detalhe de suma importância no momento da definição dos anos-padrão (seco, habitual e chuvoso), pois, como se trata de uma análise espacial das chuvas da bacia, um determinado ano só poderá ser considerado seco ou chuvoso se estes padrões de chuvas forem constatados por toda a área estudada ou grande parte dela.

Um exemplo das 34 cartas de pluviosidade construídas é apresentado na figura 12. O ano de 1978 foi o escolhido para demonstração nesta seção apenas pelo fato de ser o que representou o maior número de classes daquelas treze ora definidas. O restante das cartas será apresentado somente na seção de discussão dos resultados, onde poderão ser visualizados os três anos-padrão devidamente escolhidos.

A conexão entre as técnicas acima apresentadas não só garantiu a fidelidade no tratamento dos dados anuais, como também proporcionou a escolha mais segura e de maneira facilitada dos três anos-padrão, ambos representativos do regime anual das chuvas caídas na bacia do rio Paraná, os quais serão estudados no decorrer da pesquisa em nível de detalhe mais apurados, através das técnicas mencionadas a seguir.

Figura 12 – Carta da pluviosidade anual na bacia hidrográfica do rio Paraná para o ano de 1978.

ANO DE 1978



4.2.6 Organização dos dados mensais de chuvas para os três anos-padrão

Neste momento foram aplicadas as técnicas voltadas à compreensão do comportamento e distribuição das chuvas na bacia durante os três anos-padrão escolhidos através das técnicas amplamente discutidas na seção anterior. Portanto, em nível anual, a distribuição das chuvas ao longo da bacia já foi demonstrada, para os três anos, através das referidas técnicas.

Antes de qualquer coisa, é necessário destacar que os níveis de análise semestral e sazonal não serão abordados, ao menos por enquanto, na análise do comportamento das chuvas da bacia, pois o objetivo maior está pautado na análise aprofundada em nível mensal, e, a partir daí, em nível diário, momento em que será empregada a técnica da Análise Rítmica para verificação dos regimes diários de chuvas e o seu respectivo ritmo ao longo de cada ano-padrão.

Para o nível mensal, portanto, foi realizada a classificação do rol de dados mensais de cada ano-padrão. A técnica utilizada e aqui devidamente relatada se assemelha muito

àquela empregada para o rol de dados anuais de chuvas, quando foi utilizada a fórmula de Sturges para definição dos intervalos de classes. A diferença crucial foi que após a realização de diversos testes para os valores mensais de chuvas a fórmula não ofereceu a mesma qualidade no arranjo dos dados constatado para os valores anuais de chuvas.

A queda na qualidade ocorreu porque ao passo que a fórmula sugeriu os intervalos de classe e os cálculos das frequências foram realizados, a grande maioria dos dados analisados foi representada na primeira classe, o que, de fato, não poderia ocorrer, pois tal classificação sugere que praticamente toda área de estudo deve ser representada com escassez ou até mesmo ausência de chuvas em praticamente todos os meses.

Se por um lado os intervalos de classe sugeridos pela fórmula de Sturges não pode ser utilizado neste nível de análise, ao menos a utilização da sugestão do número de classes foi possível. As representações podem ser verificadas através dos quadros 10 a 12.

Deste modo, foi definido, para o rol de dados mensais de cada ano-padrão, um total de 11 classes, sendo utilizados exatamente os mesmos intervalos de classes para os três anos. A partir de então as classes foram arranjadas com intervalos de classes diferenciados, evitando que novamente a maioria dos dados fosse representada em apenas uma classe. Portanto, até os 50 mm de chuvas os intervalos de classe foram subdivididos de 10 em 10 mm; de 50 a 100 mm definiu-se apenas uma classe; e, a partir de 100 mm, os intervalos passaram a ser de 100 mm até se chegar à última classe, definida como sendo aberta, pois os valores máximos de chuvas registrados excediam, e muito, os das classes imediatamente anteriores.

Quadro 10 – Intervalos de classe das chuvas mensais do ano-padrão seco na bacia hidrográfica do rio Paraná; frequência relativa para cada classe; e frequência absoluta para cada classe e mês.

Classe	Total de chuva (mm)	"ANO-PADRÃO" SECO												Classe	Freq. Absol.	Freq. Relat.	%
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D				
	0,0 -- 10,0	0	0	0	2	18	15	52	23	0	1	1	0		177	15,5	29,4
	10,1 -- 20,0	0	0	0	12	15	13	8	4	2	3	1	0		58	5,1	
	20,1 -- 30,0	0	0	1	4	9	9	4	1	3	15	3	0		49	4,3	
	30,1 -- 40,0	0	0	1	9	10	8	4	2	9	6	2	0		51	4,5	
	40,1 -- 50,0	1	1	2	9	8	5	2	0	14	13	8	0		63	5,5	54,1
	50,1 -- 100,0	4	8	21	39	21	20	11	0	45	36	40	10		255	22,4	
	100,1 -- 200,0	27	46	51	19	11	18	11	0	22	14	32	48		299	26,2	
	200,1 -- 300,0	33	31	17	1	3	7	3	0	0	7	5	29		136	11,9	16,5
	300,1 -- 400,0	23	8	2	0	0	0	0	0	0	0	3	8		44	3,9	
	400,1 -- 500,0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		6	0,5	
	> -- 500,0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		2	0,2	

Quadro 11 – Intervalos de classe das chuvas mensais do ano-padrão habitual na bacia hidrográfica do rio Paraná; frequência relativa para cada classe; e frequência absoluta para cada classe e mês.

Classe	Total de chuva (mm)	"ANO-PADRÃO" HABITUAL												Classe	Freq. Absol.	Freq. Relat.	%
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D				
	0,0 -- 10,0	0	7	4	4	2	18	30	45	2	0	0	0		112	9,8	27,6
	10,1 -- 20,0	0	8	2	4	7	11	17	18	2	1	1	1		72	6,3	
	20,1 -- 30,0	0	10	5	9	3	10	10	9	2	4	0	2		64	5,6	
	30,1 -- 40,0	0	7	5	11	4	13	11	5	6	1	3	1		67	5,9	50,0
	40,1 -- 50,0	0	8	6	5	1	3	8	2	4	0	4	6		47	4,1	
	50,1 -- 100,0	2	29	20	29	36	25	13	7	37	19	32	12		261	22,9	
	100,1 -- 200,0	12	21	31	30	33	8	6	9	28	34	27	23		262	23,0	22,4
	200,1 -- 300,0	25	3	9	2	6	7	0	0	13	20	14	35		134	11,8	
	300,1 -- 400,0	35	2	10	1	3	0	0	0	1	7	13	11		83	7,3	
	400,1 -- 500,0	15	0	2	0	0	0	0	0	0	9	1	2		29	2,5	
	> -- 500,0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2		9	0,8	

Quadro 12 – Intervalos de classe das chuvas mensais do ano-padrão chuvoso na bacia hidrográfica do rio Paraná; frequência relativa para cada classe; e frequência absoluta para cada classe e mês.

Classe	Total de chuva (mm)	"ANO-PADRÃO" CHUVOSO												Classe	Freq. Absol.	Freq. Relat.	%
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D				
	0,0 -- 10,0	0	0	1	18	8	7	24	1	0	0	0	0		59	5,2	17,3
	10,1 -- 20,0	0	0	2	10	5	6	9	7	1	0	0	0		40	3,5	
	20,1 -- 30,0	0	1	2	10	14	14	9	13	1	0	0	0		64	5,6	
	30,1 -- 40,0	0	0	2	3	8	12	2	7	0	0	0	0		34	3,0	51,3
	40,1 -- 50,0	0	0	4	6	7	12	3	6	3	0	0	0		41	3,6	
	50,1 -- 100,0	1	6	21	33	32	29	11	28	19	9	4	2		195	17,1	
	100,1 -- 200,0	21	39	34	12	11	15	24	31	47	43	51	21		349	30,6	31,4
	200,1 -- 300,0	41	36	24	3	10	0	11	2	15	31	30	30		233	20,4	
	300,1 -- 400,0	24	11	3	0	0	0	2	0	9	11	10	29		99	8,7	
	400,1 -- 500,0	8	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	11		22	1,9	
	> -- 500,0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2		4	0,4	

A partir de então, com apoio dos cálculos de frequências, uniu-se as classes em três grupos maiores, ou seja, um grupo representativo do padrão seco, outro do padrão habitual, e o terceiro, do padrão chuvoso. Deste modo, nos três anos-padrão as frequências apontaram que aproximadamente 50% dos dados seriam representados no grupo de padrão habitual, como haveria de ser, pois esse é o grupo em que os dados ocorrem com maior frequência. Por consequência, no ano-padrão seco a frequência de dados representados no grupo das classes secas (29,4%) é maior do que no ano-padrão chuvoso (17,3%), como, de fato, também deveria ocorrer, pois não seria aceitável que em anos secos houvesse maior frequência de dados representados em classes chuvosas. Deste modo, analisando o ano-padrão chuvoso, percebe-se o inverso, pois a frequência de dados representados no grupo das classes chuvosas (31,4%) é maior do que a do ano seco (16,5%). Já no ano-padrão habitual há equilíbrio das frequências, visto que tanto o grupo das classes secas como o das chuvosas representam frequências em torno de 25%.

É necessário destacar que ao contrário do que ocorreu durante a classificação anual para seleção dos três anos-padrão, na classificação mensal as classes geradas não foram adjetivadas qualitativamente, ou seja, não receberam nomeações específicas, apenas cores, uma vez que no nível anual o requinte de detalhes apresentado pelo regime das

chuvas é menor, facilitando tal adjetivação. Fazer o mesmo detalhamento para o nível mensal não seria possível, ou ao menos seria muito desgastante, dado à complexidade dos regimes pluviométricos que ocorrem numa área de tamanhas proporções como a bacia hidrográfica do rio Paraná, onde os volumes de chuvas podem variar consideravelmente de uma região para outra ao longo de um mesmo ano. Tais variabilidades não são passíveis de serem adjetivados/nomeados com exatidão através de uma única classificação.

Além disso, o objetivo agora é apenas o de chegar a uma classificação que demonstre a distribuição das chuvas no decorrer daqueles três anos-padrão, criteriosamente escolhidos para representarem os regimes pluviométricos da bacia, os quais serão analisados com maior requinte de detalhes no nível diário.

Porém, ainda que a técnica utilizada na classificação mensal não tenha recebido o detalhamento e a adjetivação qualitativa daquela realizada através da fórmula de Sturges para o nível anual, a mesma foi considerada adequada e providencial na classificação e interpretação do comportamento mensal das chuvas dos três anos-padrão escolhidos. Chegou-se a esta classificação após vários testes, os quais tiveram como referencial para sua elaboração o arranjo realizado anteriormente por Monteiro (2000) numa série de dados pluviométricos ao estudar a dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo.

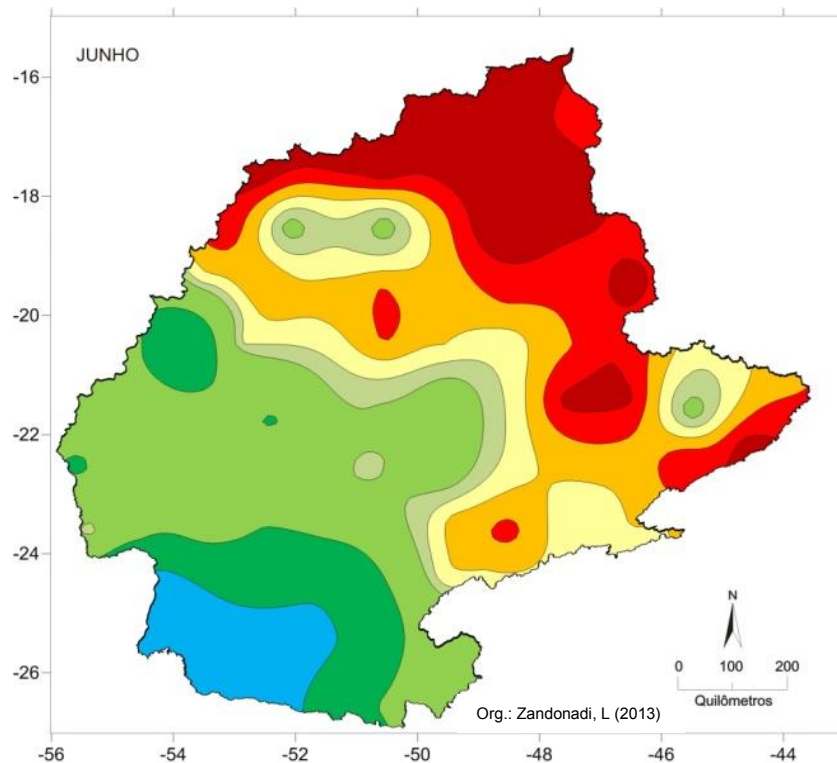
Através dela, as planilhas com os dados mensais de chuvas para os três anos-padrão puderam ser devidamente classificadas, possibilitando a análise e identificação dos meses mais secos e/ou mais chuvosos ao longo de cada ano. Parte de uma destas planilhas é exemplificada no quadro 13, referindo-se ao ano-padrão habitual, e nela se observam os valores mensais de chuvas registrados nos vinte primeiros postos pluviométricos para os doze meses daquele ano. As planilhas foram construídas, portanto, visando demonstrar a distribuição temporal e espacial das chuvas na bacia durante os doze meses de cada ano-padrão.

Quadro 13 – Planilha com parte do rol de dados pluviométrico, já com a classificação para os 12 meses do ano-padrão habitual, nos 20 primeiros postos pluviométricos analisados.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20
Janeiro	249,6	343,2	293,9	441,9	80,5	239,6	342,4	473,5	441,5	268,4	177,9	341,3	331,9	332,9	401,9	305,3	326,5	384,2	501,9	317,6
Fevereiro	343,6	365,5	196,3	210,3	82,8	198,2	169,6	122,0	46,6	94,5	268,7	186,8	93,5	58,7	83,6	69,2	96,0	42,9	129,7	149,0
Março	344,0	398,4	617,1	364,3	327,2	213,9	303,5	230,5	193,8	331,9	481,0	268,5	224,9	313,6	369,7	317,0	218,9	400,7	322,2	157,5
Abril	95,2	60,0	36,6	39,0	109,3	61,9	7,2	34,1	20,1	22,7	32,6	29,2	28,5	74,6	64,3	14,6	79,4	62,0	78,8	55,7
Mai	35,4	34,5	8,0	11,7	13,7	9,4	25,2	17,6	53,9	16,4	14,5	26,1	31,1	19,6	15,8	27,2	100,0	68,3	67,0	87,7
Junho	7,6	2,1	13,1	2,0	3,8	7,3	6,9	0,0	3,8	0,0	1,2	0,0	11,4	8,2	0,0	22,7	58,0	31,9	58,1	13,3
Julho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
Agosto	33,3	51,8	0,0	27,2	1,0	4,5	0,5	1,6	3,2	4,7	9,9	7,9	2,0	16,5	1,0	3,8	2,5	24,6	12,0	0,0
Setembro	83,0	41,2	53,2	30,2	8,8	80,1	7,3	30,7	18,2	16,1	35,9	33,9	69,0	51,2	24,5	37,2	44,4	53,9	93,0	52,6
Outubro	28,5	25,2	27,7	87,3	24,2	202,3	30,9	52,0	161,7	136,3	59,9	116,4	16,4	70,5	65,6	151,3	187,9	90,8	77,0	59,5
Novembro	230,3	257,7	431,4	334,8	164,7	245,4	380,5	302,9	310,2	210,8	324,2	181,6	328,7	326,2	365,9	324,0	279,5	151,9	198,3	322,0
Dezembro	436,1	242,9	442,0	648,7	374,6	283,4	333,3	647,1	229,3	246,5	309,0	288,9	256,4	239,5	310,6	296,8	361,9	291,4	287,4	235,0

Finalmente, utilizando-se ainda os mesmos intervalos de classe e cores definidos pelas técnicas apresentadas nos quadros 10, 11 e 12, produziram-se as cartas de pluviosidade mensal, representativas da distribuição espacial mensal das chuvas por toda a área de estudo, para cada mês, de cada um dos três referidos anos. Na figura 13 é demonstrado, como exemplo destas cartas, o mês de junho do ano-padrão habitual.

Figura 13 – Carta da pluviosidade do mês de junho do ano-padrão habitual na bacia hidrográfica do rio Paraná.



Todas as 36 cartas confeccionadas para os três anos-padrão são apresentadas na discussão dos resultados e darão visibilidade no entendimento da dinâmica interanual mensal ao longo de toda a área de estudo.

4.3 Métodos de interpretação da atuação dos sistemas atmosféricos e da gênese pluvial

As análises do comportamento das chuvas em nível de detalhamento diário foram realizadas através da técnica da Análise Rítmica (Monteiro, 1971), reveladora das variações diárias e horárias de vários elementos do clima, tais como a chuva, a temperatura, a

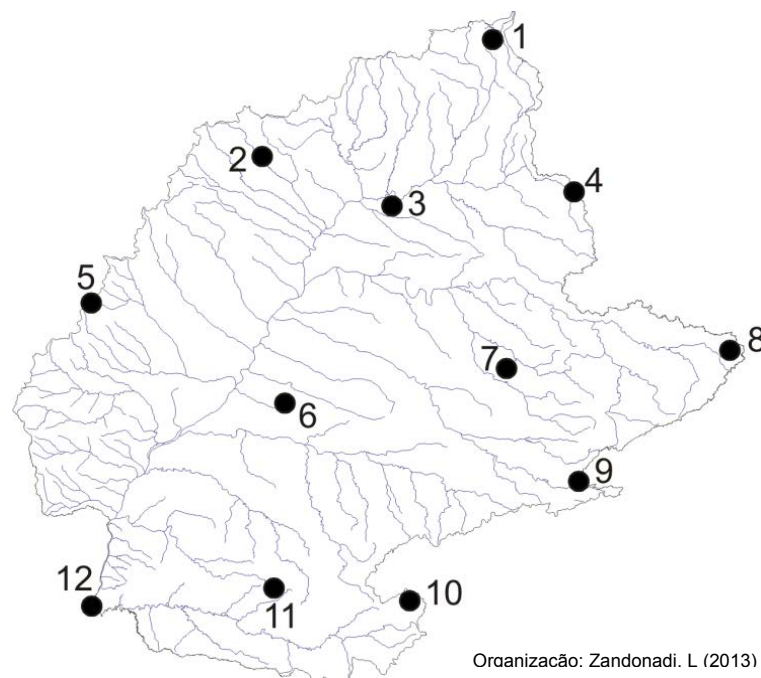
pressão atmosférica, o vento, a umidade do ar, dentre outros. Deste modo, foi possível associar a variabilidade pluviométrica com a circulação atmosférica atuante na área de estudo e identificar a gênese destas chuvas. Através desta análise real e geográfica dos fatores influenciadores do clima da bacia, pretendeu-se proporcionar maior fidelidade no tratamento e interpretação dos resultados obtidos.

Os dados meteorológicos diários utilizados na Análise Rítmica foram coletados de 12 estações distribuídas ao longo da bacia, as quais foram escolhidas após longa busca e árduo tratamento dos mesmos. As informações cadastrais e geográficas sobre estas estações encontram-se no quadro 14 e a localização exata destas estações na área da bacia hidrográfica do Paraná é demonstrada na figura 14.

Quadro 14 – Informações sobre as 12 estações meteorológicas utilizadas para a Análise Rítmica na bacia hidrográfica do rio Paraná.

Estação	Código	Nome	Estado	Agência	Latitude	Longitude	Altitude
1	83377	Brasília	Distrito Federal	INMET	-15°47'24"	-47°55'48"	1159,5
2	83464	Jataí	Goiás	INMET	-17°55'12"	-51°43'12"	662,9
3	83514	Capinópolis	Minas Gerais	INMET	-18°43'48"	-49°33'36"	620,6
4	83531	Patos de Minas	Minas Gerais	INMET	-18°31'12"	-46°26'24"	940,3
5	83612	Campo Grande	Mato Grosso do Sul	Aeroporto	-20°28'12"	-54°40'12"	567,0
6	83689	Barbacena	Minas Gerais	INMET	-21°14'24"	-43°46'48"	1126,0
7	83669	São Simão	São Paulo	INMET	-21°28'48"	-47°33'00"	617,4
8	83716	Presid. Prudente	São Paulo	UNESP	-22°07'00"	-51°23'00"	435,5
9	83075	Guarulhos	São Paulo	INMET	-23°25'48"	-46°28'12"	735,0
10	25215130	Guarapuava	Paraná	SIMEPAR	-25°23'00"	-51°27'00"	1070,0
11	83842	Curitiba	Paraná	INMET	-25°25'48"	-49°15'36"	923,5
12	83827	Foz do Iguaçu	Paraná	Aeroporto	-25°31'12"	-54°34'48"	180,0

Figura 14 – Localização das estações meteorológicas utilizadas para a Análise Rítmica na bacia hidrográfica do rio Paraná.



Todos os dados meteorológicos utilizados nesta etapa da pesquisa, sejam eles de chuvas, umidade, temperatura, pressão e direção dos ventos foram primeiramente organizados e depois demonstrados através de 36 gráficos de Análise Rítmica elaborados para cada uma das 12 estações e para cada um dos 3 anos-padrão escolhidos para análise. Tais gráficos estão devidamente apresentados para visualização e interpretação dos resultados na lista de Apêndices, ao final da tese. Eles são a essência do entendimento da dinâmica atmosférica na área de estudo, pois todas as informações necessárias para a compreensão da gênese das chuvas estão agrupadas nestes materiais. Foi através da análise conjunta das informações contidas nesses gráficos e das leituras das cartas sinóticas, indicativas das linhas de pressão, bem como das imagens de satélites meteorológicos mostrando as nebulosidades atuantes sobre a América do Sul que se chegou à identificação diária dos sistemas que atuaram na área de estudo durante os três anos padrão escolhidos.

A figura 15 mostra dois exemplos de imagens de satélite utilizadas na identificação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia. Somados os três anos-padrão analisados, foram utilizadas 2258 imagens em dois horários diferentes, ou seja, às 9 horas da manhã e às 15 horas no horário de Brasília. Do mesmo modo, a figura 16 mostra dois exemplos de cartas de pressão usadas com a mesma finalidade. Neste caso foram utilizadas 1157 cartas sinóticas no horário das 21 horas de Brasília. Portanto, o número menor de cartas sinóticas em relação às imagens de satélite se dá pelo fato destas últimas só terem sido disponibilizadas em um único horário.

Figura 15 – Dois exemplos modelos de imagens de satélites utilizadas na identificação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná.

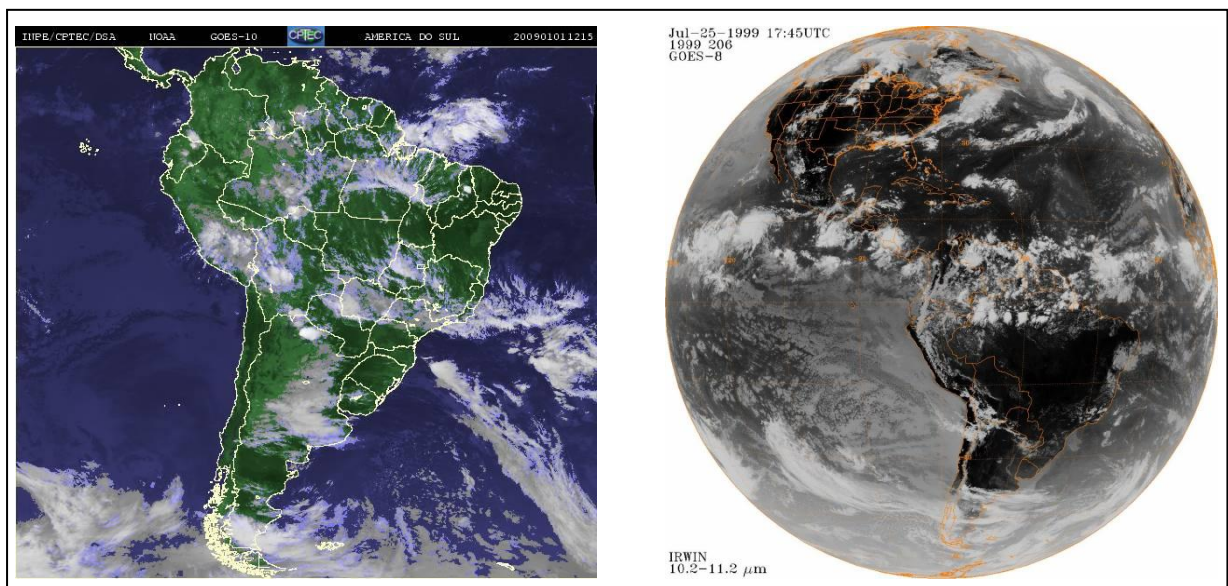
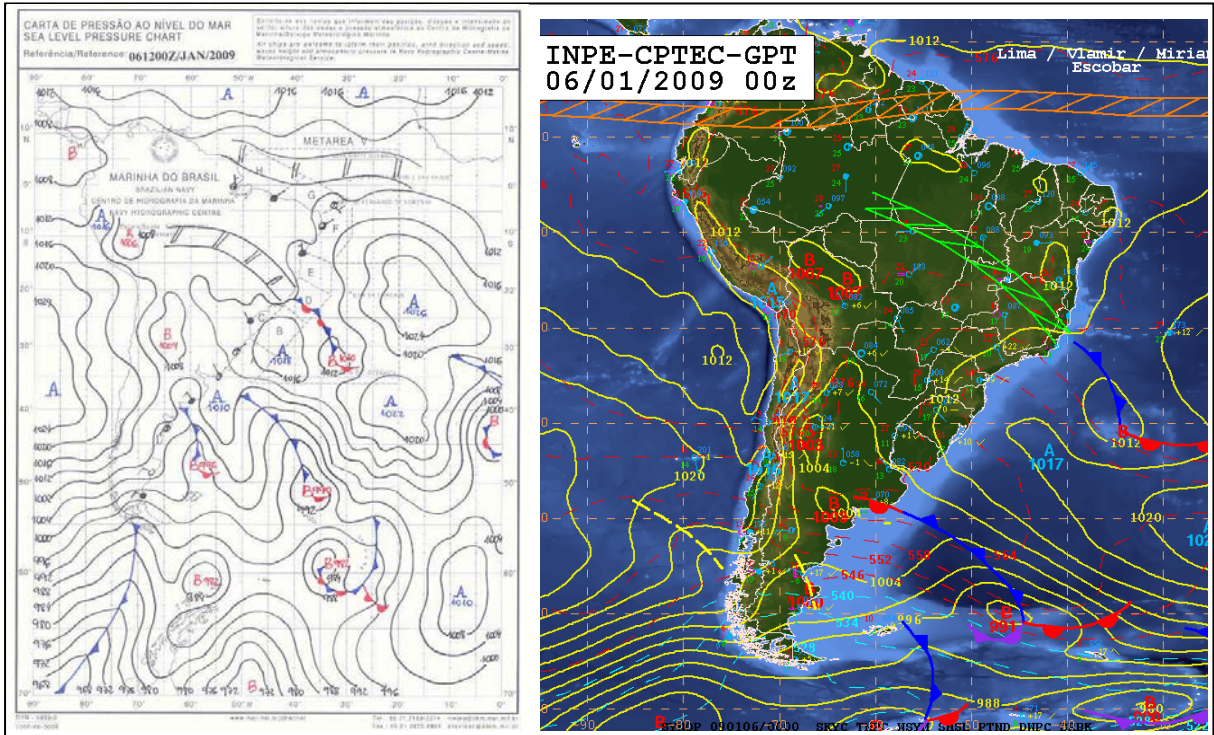


Figura 16 – Dois exemplos modelos de cartas sinóticas utilizadas na identificação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná.



As informações sobre as atuações dos sistemas atmosféricos registradas nos gráficos de Análise Rítmica também foram muito úteis no momento de se calcular os índices de participação, pois as informações apontadas nos gráficos para cada sistema atmosférico foram posteriormente transcritas em quadros representativos com os índices mensais e sazonais de participação para cada ano-padrão. Um modelo dessas representações é mostrado através do quadro 15.

Quadro 15 – Exemplo de quadro de frequência absoluta e relativa de participação dos sistemas atmosféricos para a estação de Brasília durante o ano-padrão habitual (2005).

Sist. Atm.	Frequência absoluta (Σ) e relativa (%) de participação dos sistemas atmosféricos																																			
	Verão								Outono								Inverno								Primavera				Ano							
	Jan	Fev	Mar	Total	Abr	Mai	Jun	Total	Jul	Ago	Set	Total	Out	Nov	Dez	Total	1999																			
MTA	8	26	8	29	8	26	24	27	10	33	1	3	8	27	19	21	10	32	6	19	6	20	22	24	6	19	4	13	1	3	11	12	76	21		
MTC	9	29	9	32	9	29	27	30	1	3	1	3	2	7	4	4	0	0	0	0	4	13	4	4	4	13	6	20	13	42	23	25	58	16		
MEC	12	39	7	25	6	19	25	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	5	17	3	10	11	12	36	10		
MPA	0	0	0	0	0	0	0	0	7	23	13	42	5	17	25	27	4	13	7	23	1	3	12	13	2	6	0	0	0	0	0	2	2	39	11	
MPV	0	0	0	0	0	0	0	0	7	23	6	19	8	27	21	23	8	26	11	35	4	13	23	25	2	6	0	0	0	0	2	2	46	13		
FPA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FPArep	1	3	0	0	1	3	2	2	2	7	8	26	3	10	13	14	2	6	2	6	4	13	8	9	4	13	5	17	3	10	12	13	35	10		
FPAest	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3	0	0	2	2	2	1	
FPAret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FPAocl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FPAref	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IT	1	3	3	11	7	23	11	12	2	7	1	3	4	13	7	8	7	23	5	16	11	37	23	25	9	29	7	23	5	16	21	23	62	17		
ZCAS	0	0	1	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	16	5	5	6	2	
Total	31	100	28	100	31	100	90	100	30	100	31	100	30	100	91	100	31	100	31	100	30	100	92	100	31	100	30	100	31	100	92	100	365	100		

Deve-se ressaltar que devido à necessidade de sintetizar as discussões e facilitar a compreensão sobre a atuação dos sistemas atmosféricos o quadro apresentado acima também foi desmembrado e o mais importante, foi reduzido, tendo em vista que todos os eventos relacionados à atuação das frentes polares foram agrupados em apenas um único sistema denominado de Frente Polar Atlântica (FPA), e, portanto, sempre que se fizer menção à atuação deste sistema nas discussões deve-se ter em mente que se trata de todas as suas repercussões. Um modelo desse novo desmembramento de informações e sintetização são apresentados no quadro 16.

Quadro 16 – Exemplo de quadro com o total de dias de atuação de cada sistema atmosférico e volume de chuvas gerado por cada um deles para a estação de Brasília, durante o ano-padrão habitual (2005).

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
Brasília - DF	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	5	3	2	14	11	10	10	10	7	4	1	9	86
	MTC	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	MEC	13	4	13	3	0	0	0	1	8	13	8	0	63
	MPA	0	0	0	0	4	3	3	0	0	0	0	0	10
	MPV	2	9	2	8	14	14	17	18	7	5	4	0	100
	FPA	0	0	1	0	1	0	1	0	6	1	6	7	23
	IT	11	10	13	5	1	3	0	2	2	6	11	13	77
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

Para revelar a gênese das chuvas produzidas em cada estação meteorológica e unir tais informações às das participações dos sistemas atmosféricos, foram reveladas e agrupadas também, nos mesmos períodos mostrados no quadro 16, logo acima, as informações sobre os índices pluviométricos gerados por cada sistema, conforme mostra o quadro 17, logo em seguida.

Quadro 17 – Exemplo de quadro com os volumes pluviométricos gerados por cada sistema atmosférico na estação de Brasília, durante o ano-padrão habitual (2005).

B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
Brasília - DF	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	7,3	1,4	0,0	13,5	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	35,6
	MTC	0,0	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
	MEC	64,2	16,3	125,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	3,1	13,8	0,0	235,8
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPV	8,8	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6	0,0	0,0	16,7	0,0	28,0
	FPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,6	0,0	27,5	140,8	198,9
	IT	164,9	238,7	273,1	13,1	17,0	5,0	0,0	37,5	13,3	54,2	168,5	187,6	1172,9
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,8	80,8
	Total	245,2	264,7	398,6	28,0	17,0	5,4	0,2	39,1	55,9	57,3	226,5	422,2	1760,1

Após a revelação e agrupamento de todas as informações sobre a participação e dos sistemas atmosféricos e volume de chuvas geradas por eles, foram criados mapas representativos destes índices, de modo que cada uma das 12 estações meteorológicas pudesse ser visualizada espacialmente na bacia, possibilitando imaginar e compreender os trajetos preferenciais e áreas de atuação de cada sistema atmosférico em todas as quatro estações dos três anos analisados.

Com base em levantamentos realizados nas obras de Monteiro (1963b), Nimer (1989) e Baldo (2006) foram elencadas as definições sobre cada um dos sistemas atmosféricos identificados atuando na bacia hidrográfica do rio Paraná durante os três anos-padrão escolhidos para análise nesta tese, as quais são apresentadas logo em seguida:

Frente Polar atlântica (FPA): é um dos sistemas frontais mais importantes que se deslocam sobre o Brasil, pois é responsável pela geração de pluviosidade e mudanças de temperatura no Centro-Sul e, principalmente, na região Sul. Sua atuação sempre resulta numa queda significativa da temperatura do ar, aumento da nebulosidade e da umidade relativa do ar e, conseqüentemente, na geração de precipitação pluviométrica. Desenvolvimento da FPA associada a Frente Polar: essa última, no continente sul-americano, compreende dois ramos (Atlântico e Pacífico), dotada de grande mobilidade, flutuando latitudinalmente com intensidade diferente no decorrer do ano, mas interferindo, indubitavelmente, na circulação intertropical.

A FPA, graças às condições geográficas da vertente atlântica da América do Sul, é particularmente móvel. Seu eixo principal pode ser localizado, medianamente, pela latitude do Rio da Prata. Sua potencialidade de avanço na zona intertropical é dada pelas suas condições de frontogênese, intimamente relacionada à Frente Polar Pacífica.

Quando a frontogênese na Frente Polar Pacífica é acentuada (graças à oposição que a Massa Polar Pacífica encontra no seu avanço para o norte pela posição mais próxima da fonte da Massa Tropical Pacífica) o desenvolvimento ciclogênético que daí decorre contribui para reforçar o acúmulo de ar frio na vertente atlântica. Isto se dá através de sucessivas oclusões, que extravasam o ar polar sobre os Andes Meridionais para a patagônia. Este reforço acentua as condições de frontogênese da FPA. Ao se iniciarem as primeiras ondulações no eixo desta frente (começo da ciclogênese), há uma definição dinâmica da Depressão do Chaco que desencadeia uma onda de calor do NW, reforçando as condições de frontogênese na FPA. Assim dinamizada, a FPA inicia seu avanço para o norte, podendo continuar, ao mesmo tempo, a evolução do seu sistema de ciclones. Nesta evolução, o contraste térmico (continente – oceano) do litoral, bem como o sistema orográfico, tem decidida influência. Como a canalização do ar frio é mais facilitada no

corredor de planícies interiores do que na borda litorânea do Planalto Brasileiro, a disposição do eixo da FPA é, geralmente, orientada WNW – ESSE.

Durante o inverno os avanços da FPA são mais vigorosos. No verão a energia frontal é, geralmente, fraca, dificilmente se aproximando do Trópico de Capricórnio, avançando, em geral, até o Rio Grande do Sul. No outono, as condições de frontogênese ainda são fracas, mas, devido ao forte gradiente térmico, desenvolve acentuada ciclogênese (ondas frontais), quando os sistemas intertropicais, sendo bastante ativos, fazem-na regredir.

Massa Polar Atlântica (MPA): possui maior atividade no outono e inverno e tem sua origem associada ao Anticiclone Polar Atlântico. As características do tempo sob a atuação desse sistema são rápido declínio da temperatura e, conseqüentemente, maiores amplitudes térmicas, além de umidade relativa do ar muito baixa, céu limpo e claro, pressão atmosférica em elevação, tempo ensolarado e, dependendo das condições atmosféricas, pode-se registrar a ocorrência de geadas.

Massa Polar Atlântica Velha ou Tropicalizada (MPV): a atuação desta na área em estudo é percebida quando um sistema polar, depois de deslocar-se pelo continente, vai perdendo suas características originais, ou seja, é uma MPA modificada, alterada profundamente devido à permanência em latitudes mais baixas. A temperatura e a umidade começam a elevar-se gradativamente. Geralmente a PT encontra-se entre uma frente em frontólise nas latitudes baixas e uma nova frontogênese nas proximidades do rio da Prata.

Massa Tropical Atlântica (MTA): é originária do anticiclone semifixo do Atlântico Sul e atua constantemente nas regiões Leste, Sul e Centro-Oeste do Brasil. Devido ao seu sentido de circulação anti-horário penetra para o interior. Sua propriedade de origem é a de uma massa quente e úmida com tendência à estabilidade, promovendo temperaturas que variam entre 20 e 30° C, ventos fracos a moderados de direção leste e sudoeste, céu claro ou parcialmente encoberto.

Massa Tropical Continental (MTC): tem sua origem vinculada à Depressão do Chaco ou resultante de anticiclone que precede a FPA, com atuação bem definida no verão, constituída de uma circulação ciclônica na superfície, de forte convergência. Entretanto, a baixa umidade relativa do ar associada à forte subsidência da alta superior, dificulta a formação de nuvens de convecção e trovoadas, sendo responsável, portanto, por tempo quente e seco. Os ventos predominantes são de oeste e noroeste. O tempo fica quente e abafado, a pressão permanece baixa, não ocorrem chuvas e a temperatura fica acima dos 30° C. Sua atuação contínua é responsável pelos veranicos, ou seja, 15 dias consecutivos ou mais sem chuvas, muito comuns na primavera e no verão.

Massa Equatorial Continental (MEC): tem sua fonte de origem na planície amazônica, tende a avançar para o interior do continente sul-americano nos sentidos NW, SE e para ESSE, de acordo com a posição da FPA. Esse sistema se forma sobre o continente aquecido, onde dominam os ventos fracos, sobretudo no verão. Sua repercussão na área de estudo gera alta umidade relativa do ar, temperatura do ar acima de 30° C, queda na pressão atmosférica, ventos de direção norte, noroeste e oeste e instabilidade atmosférica.

Instabilidade Tropical, Linhas de Instabilidade ou Calhas Induzidas (IT): geralmente esse sistema atmosférico antecede a entrada de uma FPA. Este sistema é responsável pela formação de tempo instável, aumento na nebulosidade e na umidade relativa do ar, gerando um curto período de chuvas fortes, concentradas no tempo e no espaço.

Zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS): é um importante fenômeno na escala intra-zonal que ocorre durante o verão na América do Sul. Esse sistema atmosférico pode ser identificado na interpretação de composições de imagens de satélite com uma larga e extensa banda de nebulosidade de orientação NW/SE, estendendo-se desde o Sul da região amazônica até a região central do Atlântico Sul. Geralmente estaciona sobre a região Sudeste, sobre o Brasil Central, o Norte do Paraná e sobre o Sul da Bahia, permanecendo sobre essas regiões por mais de quatro dias.

4.4 Métodos adotados para organização e interpretação dos dados de vazão hídrica

Esta seção, dedicada ao outro ramo desta pesquisa, também é de suma importância, pois visa à compreensão dos processos de escolha e análise de um elemento fundamental para se cumprir os objetivos descritos nesta obra, ou seja, a vazão hídrica.

Sabemos que o rio é um dos mais importantes agentes de transformação de uma bacia hidrográfica, e que a sua dinâmica hídrica desempenha papel importante nestas alterações. Esta dinâmica pode ser notada quando há aumento ou diminuição na sua frequência de ocorrência ou ainda pelas maiores ou menores intensidades. Estão por detrás destas flutuações, em primeira instância e também com alto grau de dinamismo, as chuvas, que ao caírem ao longo da bacia, sustentam o regime hídrico.

Na tentativa de se facilitar o acesso aos dados de vazão, e ainda, fazer uma correlação mais clara e direta possível entre as vazões registradas em um determinado

ponto da bacia com outro ponto, optou-se por utilizar dados de usinas hidrelétricas, uma vez que são mais fáceis de obter do que de outros pontos quaisquer ao longo dos rios da bacia.

Deste modo, primeiramente, foram identificadas quais são e onde estão localizadas todas as usinas hidrelétricas da bacia hidrográfica do rio Paraná, utilizando-se de informações obtidas do banco de dados do SIGEL/ANEEL que oferece arquivos georreferenciados e informações sobre as usinas hidrelétricas de todo o país, estejam elas em processo de operação, licitação, inventariado ou mesmo previstas para serem implantadas.

Os arquivos com dados georreferenciados mencionados logo acima foram coletados e processados através do *software ArcGIS*, e num primeiro momento foram selecionadas somente aquelas usinas já instaladas. A partir de então foi definido que seriam aproveitadas somente as usinas de maior porte, uma vez que não seria viável trabalhar com todas as usinas devido ao grande número de informações, o que seria agravado pelo tempo escasso, e ainda por se tratarem de usinas já construídas em locais onde o volume de água é sempre maior que nas demais áreas da bacia. Além disso, são usinas que tem um papel importante, por exemplo, na geração de energia elétrica, fazendo com que tenham importância socioeconômica elevada e devendo ser estudadas nas mais variadas instâncias. E para se chegar a este critério de seleção, seguiu-se o método descrito no Atlas de Energia Elétrica do Brasil/ANEEL (2008, p. 53), que diz que para se saber se uma usina hidrelétrica é de grande ou médio porte ou ainda uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), a potência instalada deve ser verificada, utilizando-se como referência de classificação os seguintes critérios:

- Centrais Geradoras Hidrelétricas (com até 1 MW de potência instalada);
- Pequenas Centrais Hidrelétricas (entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada);
- Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW).

De acordo com tal classificação, portanto, as usinas consideradas de grande porte são aquelas em que a potência instalada é superior a 30 MW, e, após se realizar esta filtragem, restou na bacia um total de 45 UHE's, as quais estão devidamente listadas no quadro 18 e localizadas espacialmente na figura 17.

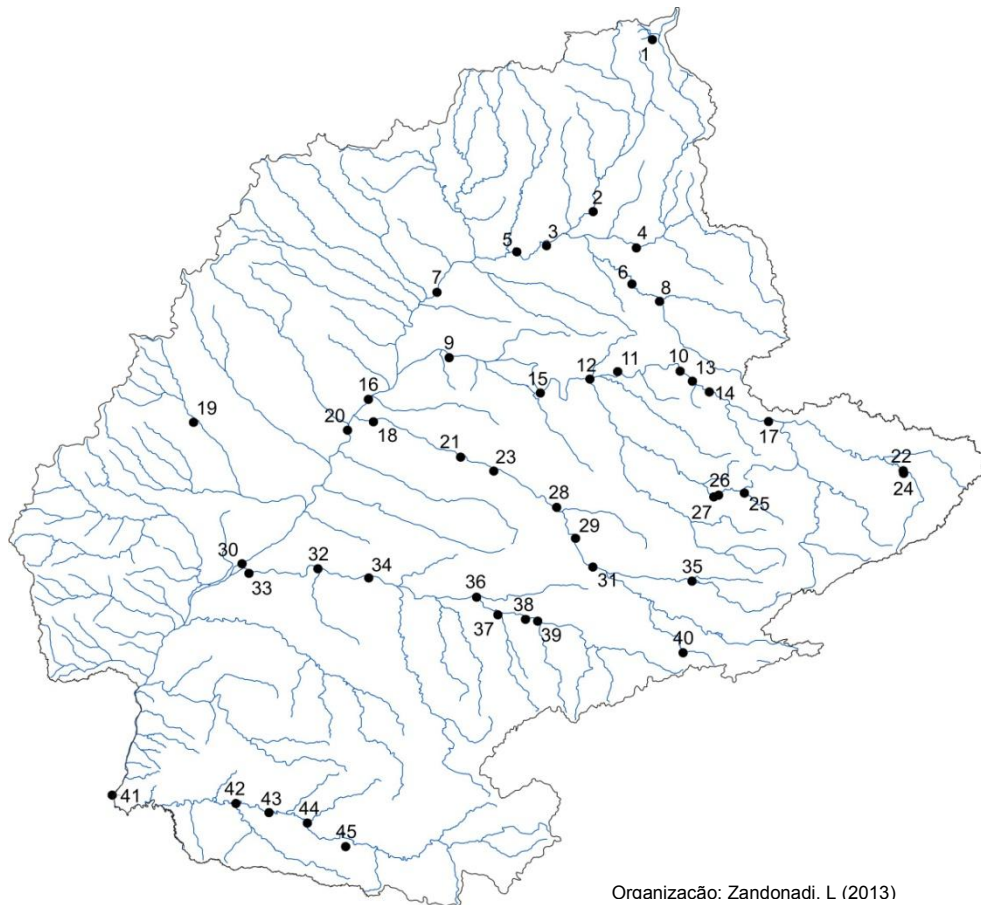
Portanto, após a seleção e identificação da localização das grandes usinas em operação na bacia, o passo seguinte foi eliminar as usinas que foram inauguradas após os três anos-padrão escolhidos, já que o objetivo era o de verificar o comportamento das

vazões através das informações pluviométricas destes anos, já que ambos são representativos de toda àquela série de 34 anos analisada para toda a bacia.

Quadro 18 – Listagem das 45 usinas hidrelétricas (UHE's) da bacia hidrográfica do rio Paraná, todas ativas e com início de operação anterior aos três anos-padrão escolhidos para análise.

Nº	Longitude	Latitude	Nome da Usina
1	-47,783958	-15,797814	Paranoá
2	-48,531028	-17,989283	Corumbá I
3	-49,118333	-18,423611	Itumbiara
4	-47,985939	-18,451931	Emborcação
5	-49,493056	-18,502500	Cachoeira Dourada
6	-48,041389	-18,912222	Miranda
7	-50,499167	-19,018056	São Simão
8	-47,693611	-19,133056	Nova Ponte
9	-50,345556	-19,851111	Água Vermelha (José Ermírio de Moraes)
10	-47,434444	-20,023056	Jaguara
11	-48,220833	-20,028889	Volta Grande
12	-48,571944	-20,124167	Porto Colômbia
13	-47,279444	-20,150556	Estreito (Luiz Carlos Barreto de Carvalho)
14	-47,066111	-20,287778	Marechal Mascarenhas de Moraes (Ex-Peixoto)
15	-49,196667	-20,301111	Marimbondo
16	-51,363611	-20,382222	Ilha Solteira
17	-46,320278	-20,664722	Furnas
18	-51,299981	-20,668639	Três Irmãos
19	-53,567561	-20,675275	Assis Chateaubriand (Salto Mimoso)
20	-51,626667	-20,775833	Jupia (Engº Souza Dias)
21	-50,201111	-21,118889	Nova Avanhandava (Rui Barbosa)
22	-44,622353	-21,291327	Itutinga
23	-49,783056	-21,296111	Promissão (Mário Lopes Leão)
24	-44,616111	-21,325556	Camargos
25	-46,624167	-21,576667	Caconde
26	-46,949167	-21,603056	Euclides da Cunha
27	-47,009444	-21,625278	Limoeiro (Armando Salles de Oliveira)
28	-48,990556	-21,759167	Ibitinga
29	-48,752500	-22,153333	Bariri (Álvaro de Souza Lima)
30	-52,956106	-22,477972	Porto Primavera (Engº Sérgio Motta)
31	-48,534444	-22,519444	Barra Bonita
32	-52,000000	-22,541944	Taquaruçu (Escola Politécnica)
33	-52,869444	-22,600000	Rosana
34	-51,359778	-22,657953	Capivara (Escola de Engenharia Mackenzie)
35	-47,284167	-22,699028	Americana
36	-50,000278	-22,904167	Salto Grande (Lucas Nogueira Garcez)
37	-49,731389	-23,128611	Chavantes
38	-49,383889	-23,186944	Parapanema
39	-49,230000	-23,209444	Jurumirim (Armando Avellanal Laydner)
40	-47,396944	-23,612500	Ituparanga
41	-54,593056	-25,426944	Itaipu (Parte Brasileira)
42	-53,033333	-25,533333	Salto Osório
43	-52,616667	-25,650000	Salto Santiago
44	-52,133333	-25,783333	Governador Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)
45	-51,650000	-26,083333	Governador Bento Munhoz da Rocha Neto (Foz do Areia)

Figura 17 – Localização espacial das 45 usinas hidrelétricas (UHE's) da bacia hidrográfica do rio Paraná, todas ativas e com início de operação anterior aos três anos-padrão escolhidos para análise.



Ao fim de todas as filtrações mencionadas acima, restava apenas a obtenção dos dados diários das vazões das 45 usinas selecionadas para se saber quais delas poderiam ser usadas nas correlações.

Apesar de os dados da rede fluviométrica serem menos falhados e terem séries mais completas do que os pluviométricos, a expectativa quanto às dificuldades na sua obtenção sempre existem, e enquanto não se têm em mãos os dados que se necessita, as incertezas permanecem. E no caso da pesquisa em questão, não foi diferente, até porque as informações necessárias nesta etapa, assim como ocorreu com os dados pluviométricos, foram todas no nível diário. Não obstante, verificar mudanças no comportamento hídrico dos rios de uma bacia tão preenchida por barragens de contenção para geração de energia elétrica, como é o caso da área em questão, é um desafio ainda maior, pois, além de toda a dinâmica natural atuante, é preciso considerar toda a interferência antrópica que influencia diretamente no processo. Foi tentando sanar todas estas interferências humanas que o ONS teve a iniciativa de calcular o que chamaram de vazões naturais. De acordo com este órgão,

o setor elétrico tem adotado o termo vazão natural para identificar a vazão que ocorreria em uma seção do rio, se não houvesse as ações antrópicas na sua bacia contribuinte — tais como regularizações de vazões realizadas por reservatórios, desvios de água, evaporações em reservatórios e usos consuntivos (irrigação, criação animal e abastecimentos urbano, rural e industrial). A vazão natural é obtida por meio de um processo de reconstituição, que considera a vazão observada no local e as informações relativas às ações antrópicas na bacia (ONS, 2012).

Dentre os produtos desta linha disponibilizados pelo ONS citam-se o relatório de atualização das séries de vazões mensais para o horizonte de 1931 a 2009, que apresenta as vazões naturais mensais nos locais de aproveitamentos hidroelétricos em operação, em expansão (considerados no planejamento hidroenergético até 2015); uma planilha eletrônica contendo as séries de vazões naturais médias mensais para possibilitar sua utilização em modelagem matemática, pesquisa e desenvolvimento; e outra planilha eletrônica com as séries de vazões naturais médias diárias, em formato de coluna (uma coluna por aproveitamento), para possibilitar também sua utilização em modelos, pesquisa e desenvolvimento.

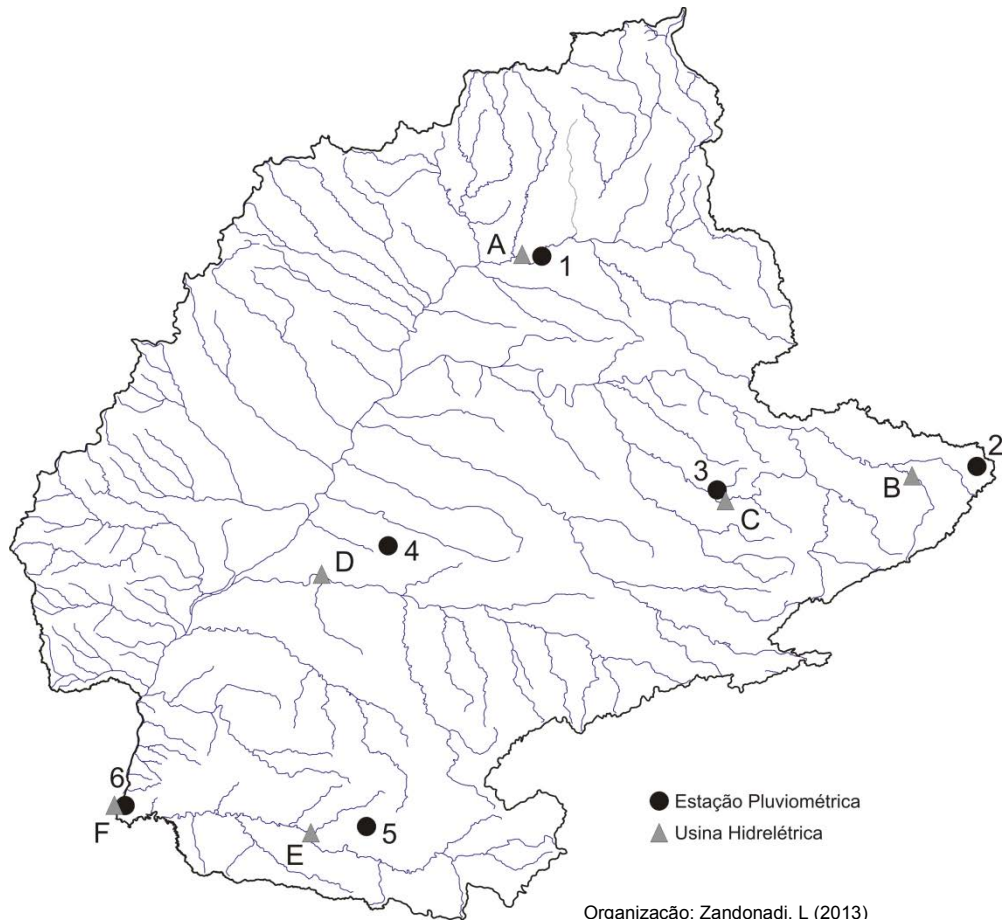
É exatamente este último produto, o das séries de vazões naturais médias diárias, que foi utilizado nesta pesquisa. Estes dados não poderiam ter surgido em melhor momento, pois além de todas as vantagens oferecidas por esta iniciativa, temos que ressaltar também a economia de tempo e desgaste que a mesma pode oferecer, já que não é necessária a busca incerta e o tratamento árduo dos dados, pois a planilha do ONS já os oferece, no nível diário e num período temporal bastante longo, inclusive sem falhas, não havendo a necessidade de nenhum tratamento.

Entretanto, esta vazão natural, como é chamada pelo ONS, é calculada eliminando-se apenas as possíveis variáveis de origem humana que poderiam influenciar no processo de transporte e modificação das águas que compõem as vazões dos rios, e, desta forma, restam ainda como influenciadoras as variáveis de ordem natural, as quais podem ser mais ou menos numerosas dependendo da bacia em que se deseja realizar um estudo da vazão hídrica. Numa área com as dimensões da bacia hidrográfica do rio Paraná é praticamente inviável realizar um estudo que vise fazer uma análise da vazão abrangendo todas as variáveis possíveis nesta interação, mesmo que os dados utilizados já tenham sido preparados com a intenção de eliminação das possíveis interferências humanas, restando apenas as influências naturais.

Portanto, com o fornecimento dos dados de vazão das 45 usinas pelo ONS e já se sabendo quais foram as 12 estações meteorológicas utilizadas na técnica da Análise Rítmica, decidiu-se escolher as usinas que se encontravam mais próximas daquelas

estações para serem feitas as correlações dos dados de vazão a partir dos dados de chuvas durante os três anos-padrão. As usinas e estações escolhidas, portanto, são representadas na figura 18.

Figura 18 – Localização espacial das 6 usinas hidrelétricas (UHE's) da bacia hidrográfica do rio Paraná escolhidas para correlação dos dados de vazão a partir dos dados de chuvas.



Estação Pluviométrica			Usina Hidrelétrica		
Ident.	Nome	UF	Ident.	Nome	UF
1	Capinópolis	MG	A	Cachoeira Dourada	MG
2	Barbacena	MG	B	Itutinga	MG
3	São Simão	SP	C	Euclides da Cunha	SP
4	Presidente Prudente	SP	D	Taquaruçu	SP/PR
5	Guarapuava	PR	E	Segredo	PR
6	Foz do Iguaçu	PR	F	Itaipu	PR

Pensando-se ainda na densidade a que se chegaria esta pesquisa se fôssemos utilizar todas as técnicas que seriam necessárias para se fazer uma análise aprofundada, que envolvesse todas as variáveis atuantes no ciclo hidrológico, optou-se por usar técnicas que fossem as mais diretas possíveis, que pudessem mostrar de forma clara e direta quais são os períodos de cada ano-padrão em que as vazões nas 6 usinas hidrelétricas se apresentaram de modo mais crítico, atingindo seus mínimos hidrológicos.

Para tanto, foram feitas análises dos totais das vazões anuais e sazonais das seis usinas selecionadas para o estudo. O período escolhido se justifica pelo fato de ser exatamente igual ao período de análise da atuação dos sistemas atmosféricos ao longo da área de estudo, bem como dos volumes de chuvas gerados por cada um deles, o que facilita a investigação e correlação.

Além disso, foi aplicada a técnica da Correlação Linear de Pearson para averiguar qual o grau de correlação existente entre as próprias usinas hidrelétricas, visando identificar se há conexão entre as vazões identificadas em cada uma delas, também nos mesmos períodos acima descritos, ou seja, anual e sazonal. A fórmula referente a esta técnica é expressa como abaixo:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2)(\sum (y_i - \bar{y})^2)}}$$

De acordo com a estatística, esta técnica indica a relação linear entre duas variáveis quantitativas através de coeficientes cujos valores variam entre -1 e +1. O valor 0 (zero), no caso, significa que não há relação linear; o valor +1 indica uma relação linear perfeita; e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita, porém, inversa, ou seja, quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Portanto, quanto mais próximo estiver de +1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis, diretamente ou inversamente proporcional. Existem diversas formas, sugeridas por vários autores, de se classificar a intensidade da correlação através do intervalo +1 e -1, porém, não há uma regra geral para essa classificação, já que cada autor utiliza intervalos que acharem mais apropriados para seus estudos. Portanto, se não há uma regra geral, e sendo a escolha livre, utilizou-se nesta pesquisa a classificação apresentada na figura 19 para se mensurar e interpretar as correlações aqui definidas.

Figura 19 – Classificação da intensidade dos intervalos definidos através da técnica da Correlação Linear de Pearson.

Valor de P (+/-)	Correlação
0,00 ---- 0,19	Bem Fraca
0,20 ---- 0,39	Fraca
0,40 ---- 0,69	Moderada
0,70 ---- 0,89	Forte
0,89 ---- 1,00	Muito Forte
	Sem Dados

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Análise temporal e espacial das chuvas na bacia

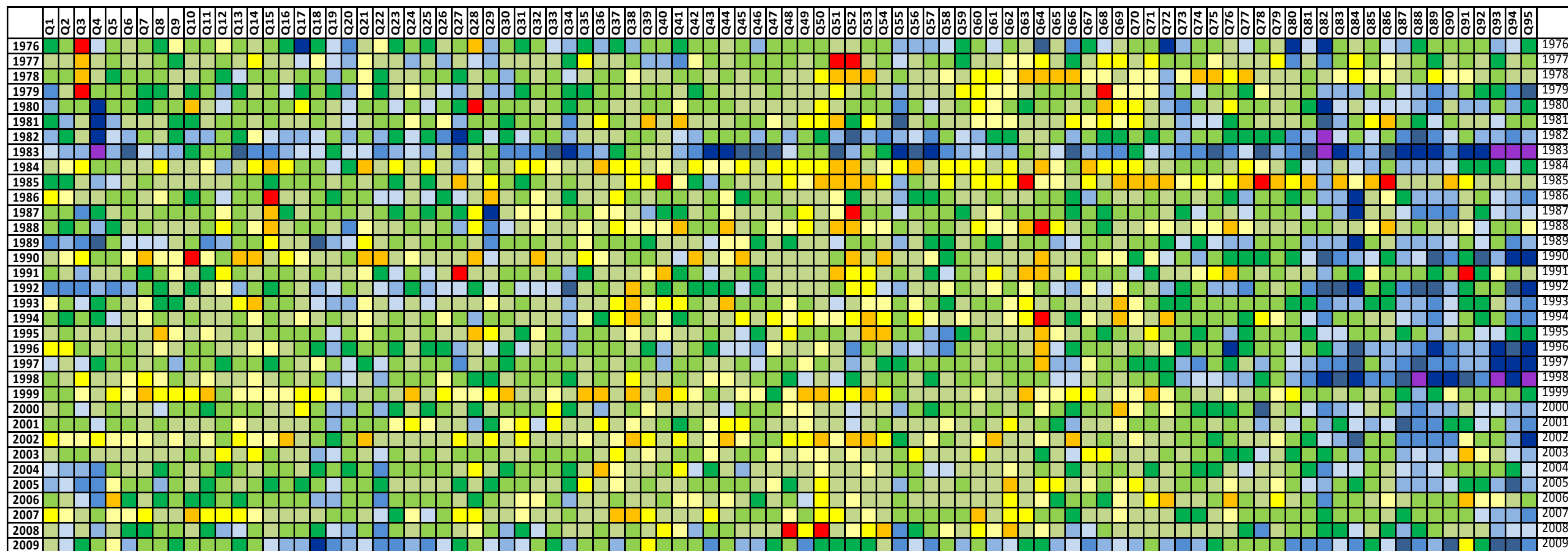
Vimos nas seções anteriores todo o processo utilizado na atualização e arranjo dos dados pluviométricos diários. As atualizações foram realizadas com o objetivo de melhorar as análises e a representação do comportamento pluviométrico ocorrido na bacia hidrográfica do rio Paraná, dando maior credibilidade às técnicas utilizadas e na continuidade da pesquisa que aqui se apresenta.

Ao fim de todo este tratamento, devidamente aperfeiçoado, obteve-se uma série histórica contínua de dados pluviométricos diários, sem nenhuma falha, abrangendo o período de 1976 a 2009. Esta longa série representa as chuvas caídas em diferentes locais da bacia, sendo estes representados por exatamente 95 postos pluviométricos, os quais foram criteriosamente selecionados. É por meio desta longa série e destes tantos postos que se analisou o comportamento temporal e espacial da precipitação pluviométrica ocorrida na área escolhida para este estudo.

Almejando-se alcançar os objetivos propostos, foram calculados os totais anuais de chuvas ocorridas em cada um dos 95 postos pluviométricos durante aqueles 34 anos da série histórica, gerando um rol de dados que totaliza 3230 valores de chuva distintos. Este extenso rol de dados já foi apresentado em seção anterior, na página 45. Apesar de esses totais anuais estarem elencados estrategicamente numa planilha, até então os mesmos não ofereciam informações concretas sobre o comportamento das chuvas, seja temporal ou espacial. Esta situação foi sanada com a aplicação da técnica da fórmula de Sturges a fim de se chegar a uma classificação satisfatória que, além de elucidar inicialmente a distribuição das chuvas na bacia, ofereceu meios para o emprego das demais técnicas que viriam a ser aplicadas no decorrer da pesquisa. Portanto, através da fórmula de Sturges aquele rol de dados apresentado na página 45 com os totais anuais de chuvas foi devidamente classificado e o resultado é agora demonstrado através da figura 20.

Para melhor compreensão dos resultados demonstrados na classificação apresentada na figura 20 a análise deve ser realizada conjuntamente com a figura 21, demonstrativa da distribuição espacial das quadrículas de 1° de latitude por 1° de longitude que recobre toda a bacia hidrográfica do rio Paraná, ambas representantes dos 95 postos pluviométricos detentores dos dados anuais de chuvas registrados ao longo dos 34 anos.

Figura 20 – Classificação realizada através da fórmula de Sturges para os 95 postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Paraná no período de 1976 a 2009.

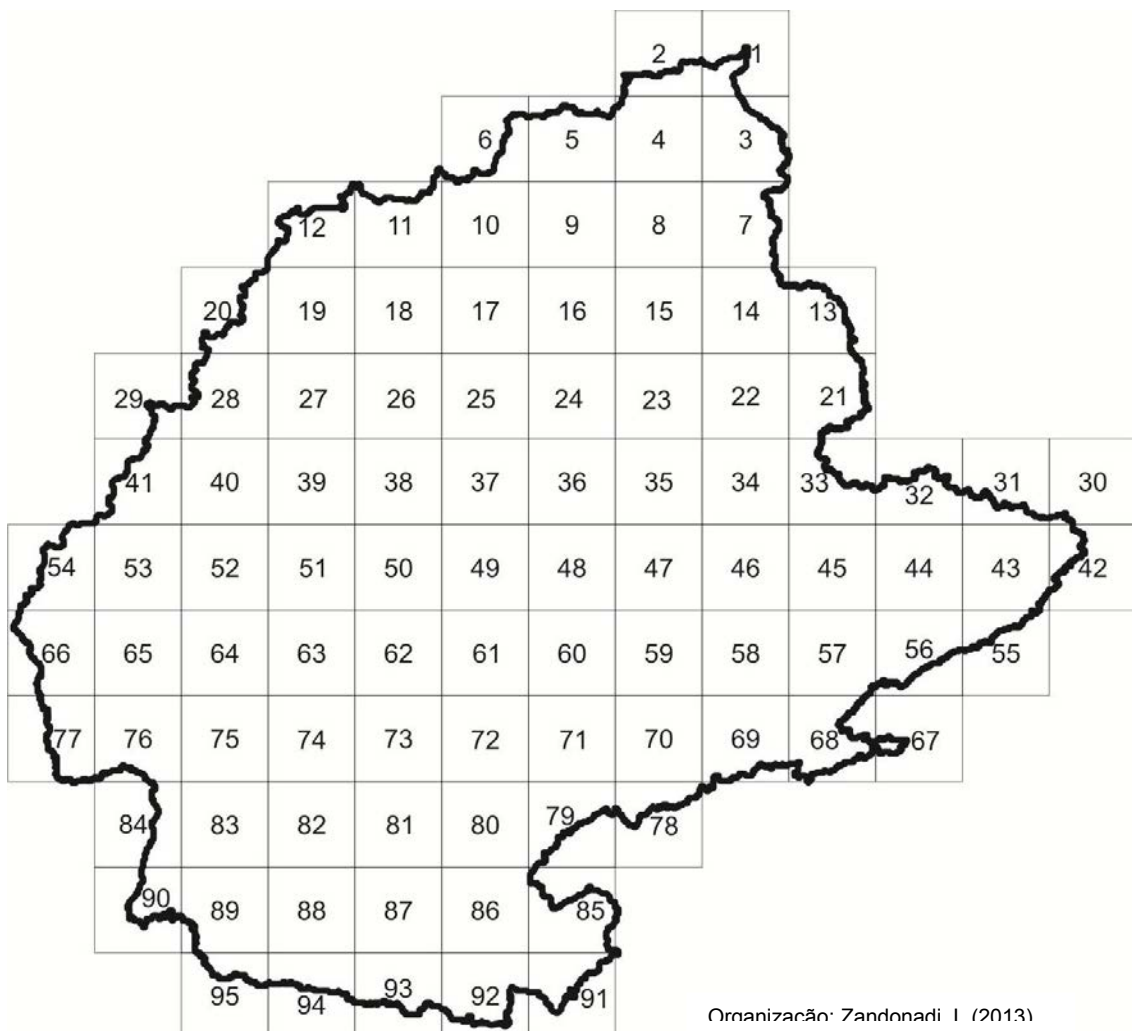


Organização: Zandonadi, I. (2013)

Intervalo de Classe	
Regra de Sturges	
Extremamente Seco	607,6 -- 818,2
Muito Seco	818,3 -- 1028,9
Seco	1029,0 -- 1134,3
Tendente a Seco	1134,4 -- 1239,6
Habitual	1239,7 -- 1450,3
Habitual	1450,4 -- 1661,0
Habitual	1661,1 -- 1766,4
Tendente a Chuvoso	1766,5 -- 1871,7
Chuvoso	1871,8 -- 2082,4
Chuvoso	2082,5 -- 2293,1
Chuvoso	2293,2 -- 2503,8
Muito Chuvoso	2503,9 -- 2925,2
Extremamente Chuvoso	2925,3 -- 3346,6

A análise conjunta acima mencionada se faz necessária, pois do ponto de vista espacial, pelo fato dos postos terem sido organizados de acordo com o aumento da latitude e da longitude (de norte para sul e de leste para oeste), a leitura das informações pode se tornar um tanto quanto comprometida, uma vez que a sequência numérica dos postos iniciando no leste e terminando no oeste provoca um “vai e vêm” que acaba embaralhando as informações e confundindo a análise, e sem o apoio do mapa de localização das quadrículas na bacia não se pode afirmar exatamente o local de registro de um dado valor de chuva registrado em um posto pluviométrico.

Figura 21 – Todas as quadrículas que envolvem a bacia hidrográfica do rio Paraná, ambas representativas dos 95 postos pluviométricos.

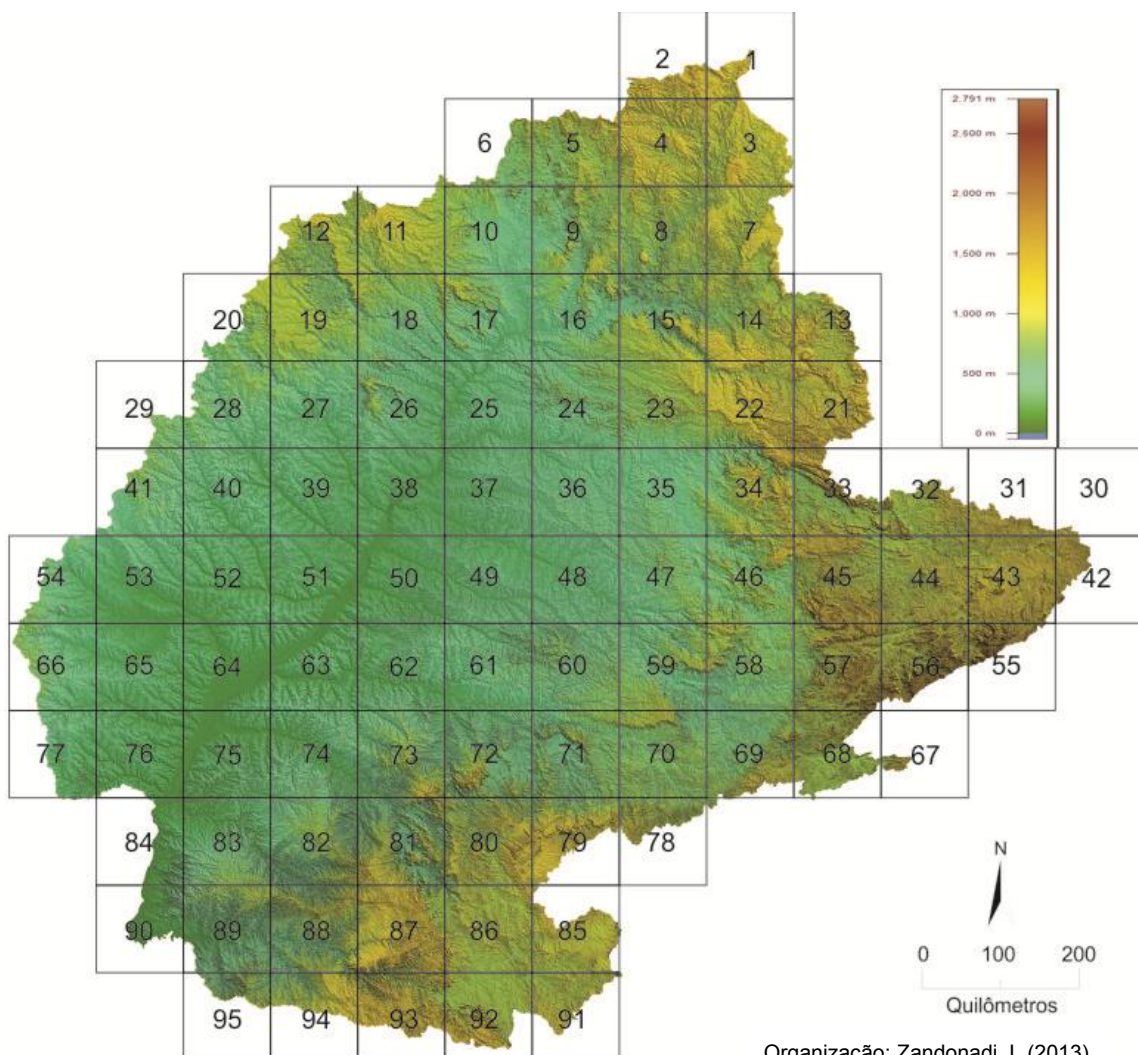


Esclarecida esta questão, notas-se, portanto, que a classificação da figura 20 representou de maneira satisfatória a distribuição temporal e espacial das chuvas na bacia, pois é possível assegurar, ainda que de maneira sucinta, que a região sul (à direita da

planilha) é anualmente sempre mais chuvosa que o restante da bacia. O extremo norte (à esquerda) também é mais chuvoso, porém com volumes mais baixos que a região sul. Já em toda a área central da bacia os volumes anuais de chuvas tendem a serem menores.

Percebe-se ainda que de maneira isolada alguns postos pluviométricos se destacaram por seus maiores volumes de chuvas na maioria dos 34 anos analisados. Ao verificar o mapa de relevo da bacia (figura 22) vemos que estes postos estão localizados em áreas mais elevadas, no alto de vertentes ou de serras, o que nos permite sugerir antecipadamente que há forte influência orográfica atuando sobre as chuvas. Do mesmo modo, postos com menores volumes também podem ser notados, porém, neste caso é mais difícil dizer se o relevo influencia nos volumes de chuvas.

Figura 22 – Mapa de localização das quadrículas representativas dos 95 postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Paraná e identificadas de acordo com a variação altimétrica do relevo.



Organização: Zandonadi, L (2013)

A classificação permite afirmar ainda quais foram os anos em que os volumes anuais de chuvas foram mais elevados, bem como aqueles onde as chuvas foram mais escassas. Seguindo-se a ordem cronológica, observamos que os anos de 1982, 1983 e 2009 foram os mais chuvosos dentre os 34 anos analisados. Por outro lado, os anos de 1984, 1985 e 1999 foram anos de secas mais intensas. Tanto nos anos chuvosos, quanto nos secos, os maiores e menores volumes de chuvas, respectivamente, se distribuíram por praticamente toda a área da bacia.

Da mesma maneira em que ocorrem conexões de períodos pluviométricos em anos chuvosos, ocorrem também em anos mais secos, como é o caso da região central da bacia que se destaca pelos valores mais baixos de chuvas, tanto espacialmente quanto temporalmente. Esta é a região de relevo menos elevado da bacia, sendo esta uma das causas dos baixos volumes pluviométricos. Associado ao baixo relevo há nesta região ainda uma faixa de transição climática móvel que se estende desde a região oeste, no estado do Mato Grosso do Sul, passando pelo interior do estado de São Paulo e chegando até a região leste da bacia. Segundo Zavatini (1990) e Monteiro (2000), ao norte desta faixa de transição estão os climas controlados por massas equatoriais e tropicais enquanto que ao sul encontram-se os climas regionais controlados por massas tropicais e polares.

O INMET (2009), numa representação das chuvas de todo o Brasil através da elaboração de cartas com as Normais Climatológicas do período de 1961 a 1990 já havia demonstrado este comportamento mais chuvoso na região sul, seguido da região norte e leste que são um pouco menos chuvosas, bem como a região central da bacia que apresenta menores volumes pluviométricos. Zandonadi (2009) também chegou a esta constatação, porém numa análise muito mais apurada, através da verificação da distribuição das chuvas de 96 postos pluviométricos da bacia para o período de 1976 a 2005, e utilizando-se de valores equivalentes a totais anuais de chuvas e não de médias.

Portanto, compreender a conexão destas chuvas entre um ano e outro e também entre uma área e outra é importante pelo fato de que toda essa dinâmica influencia diretamente na vazão dos rios da bacia, provocando alterações que devem ser estudadas de modo mais aprofundado e detalhado.

5.2 Análise das cartas de pluviosidade e escolha dos anos-padrão

Para apoiar a análise espacial das chuvas já apresentadas na seção anterior através da figura 20, foram interpoladas as cartas de isoietas referentes aos 34 anos da série histórica, utilizando-se os mesmos intervalos de classes sugeridos pela técnica da

fórmula de Sturges (figura 23). Estas cartas permitem compreender a distribuição espacial e temporal das chuvas em todos os anos da série histórica escolhida, possibilitando analisá-los um a um ou conjuntamente.

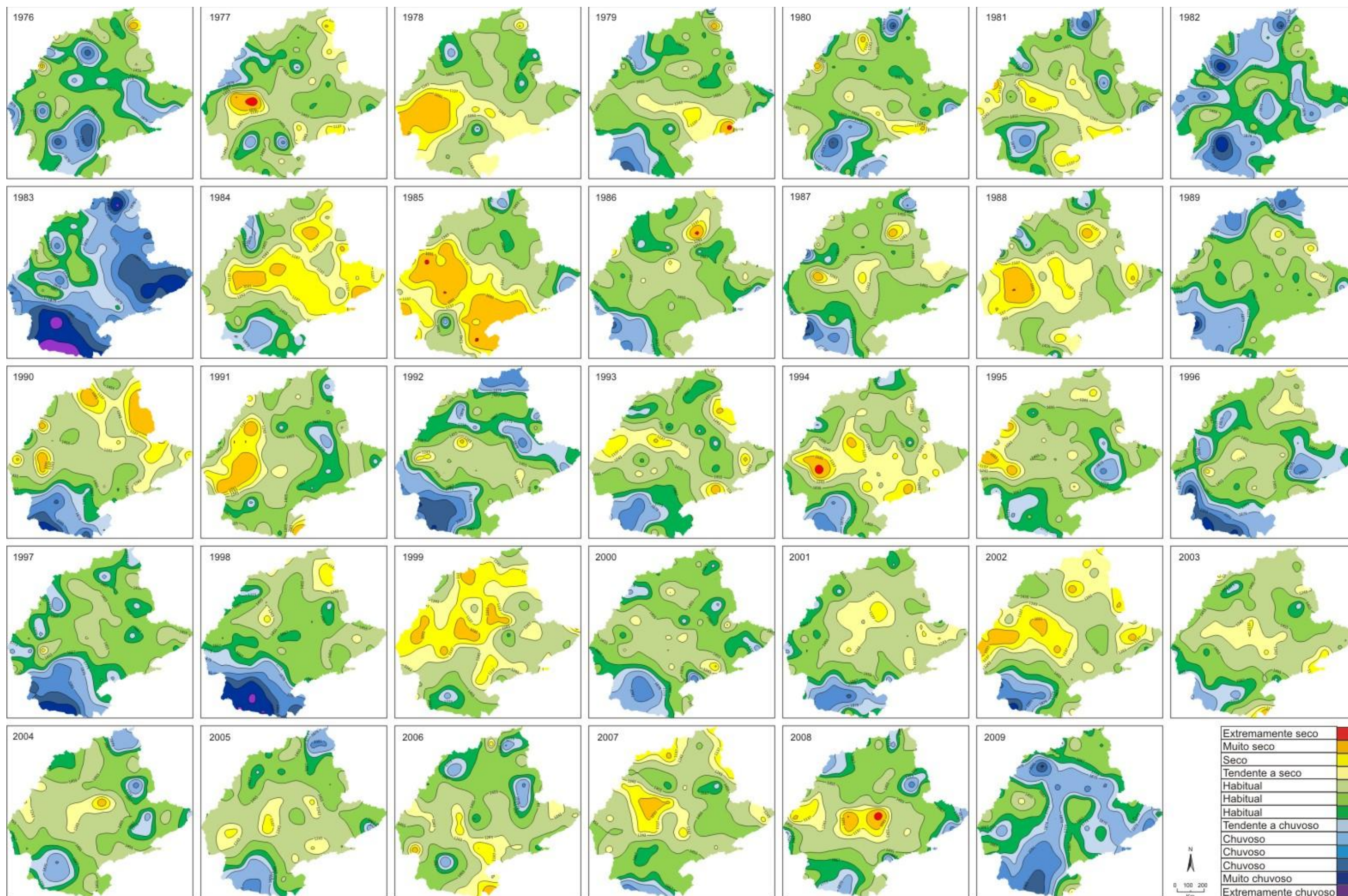
Analisando-se as cartas, portanto, percebe-se nitidamente que a região sul é sempre mais chuvosa que o restante da bacia, seja em anos mais chuvosos ou mais secos, e raramente apresenta volumes de chuvas muito baixos, como ocorrido nos casos dos anos de 1978, 1985 e 2006 que apresentaram diminuição das chuvas nesta região, mas, ainda assim, foi classificada como sendo habitual, pois apresentaram valores médios de chuvas. Além disso, são poucos os casos em que os totais de chuvas da região sul foram menores que os de outras regiões, e, nas vezes em que isto ocorreu, abrangeram apenas pequenas parcelas da região.

Os maiores volumes de chuvas no sul da bacia decorrem da maior frequência e intensidade de entrada de sistemas frontais antecessores de Massas Polares vindas do sul e sudoeste e que atingem a região durante todo ano, distribuindo melhor as chuvas anualmente. Associado a estes sistemas frontais, há em grande parte desta região um relevo de altitudes mais elevadas, de até 1500 metros (figura 22), que intensifica as chuvas.

Agora, com maior clareza, aqueles maiores volumes de chuvas também registrados na região norte da bacia, puderam ser notados em vários dos anos consultados. No entanto, não apresentam a mesma homogeneidade da região sul, pois ora são secos, ora são chuvosos, ou mesmo habituais.

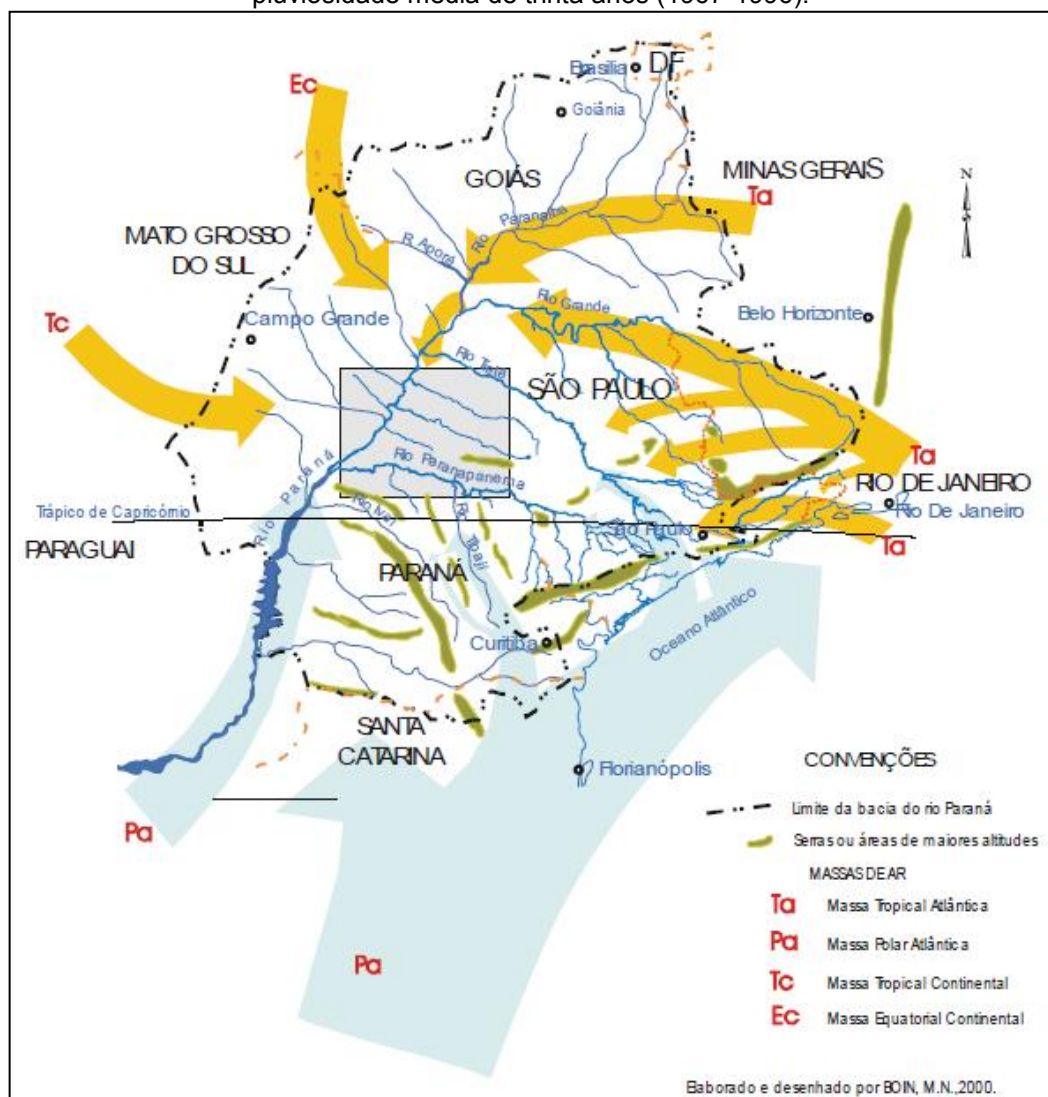
Esta variabilidade ocorre porque não há nestas regiões aquela frequência de invasão de sistemas polares ao longo do ano como acontece no sul, distribuindo chuvas regularmente. Se estes sistemas frontais avançarem por toda a extensa área da bacia e forem perdendo muita umidade, poderão chegar à região norte praticamente secos, sem provocar chuvas. Mas, se por acaso chegarem com alguma umidade até as áreas de relevos mais acentuados da região norte, ou seja, nas Serras do Caiapó, da Canastra, da Barçaça e dos Pirineus (figura 22) e não conseguirem transpô-las provocarão chuvas apenas nas vertentes voltadas para a direção de entrada destes sistemas, enquanto nas faces opostas as chuvas não ocorrerão. Ou ainda, se os sistemas avançarem com muita umidade poderão ser reforçados pelo choque com a Massa Tropical Atlântica ou Equatorial e devido à instabilidade atmosférica, gerarão grandes volumes de chuva.

Figura 23 – Cartas da distribuição espacial das chuvas na bacia hidrográfica do rio Paraná nos 34 anos da série histórica, classificadas através da fórmula de Sturges.



Já na região leste, as também elevadas altitudes do relevo, representadas pelas Serras da Cantareira, e, principalmente, da Mantiqueira, impedem que os sistemas frontais de menor intensidade a transpasse. Com um esquema representativo do trajeto preferencial das Massas de Ar que atingem o Oeste Paulista, Boim (2000) exemplifica muito bem o trajeto realizado pela Massa Polar Atlântica (figura 24), que desviada em grande parte para o Oceano Atlântico, tem apenas uma pequena parte transpondo, na altura da cidade de São Paulo, as barreiras impostas pelo relevo, dificultando a formação de chuvas. Em outros momentos os maiores volumes de chuvas desta região são provocados principalmente pela ação da Massa Tropical Atlântica, que, após adentrar o território, se sofrer forte aquecimento basal também pode gerar chuvas por efeito de convecção que quando associadas à orografia pode ainda ser com maior intensidade.

Figura 24 – Trajetos preferenciais das massas de ar que atingem o Oeste Paulista, inferidos da pluviosidade média de trinta anos (1967-1996).



PS: As espessuras dos trajetos indicam qualitativamente a intensidade de ação das massas de ar.

Na região central da bacia, os menores volumes de chuvas podem ser explicados nas palavras do próprio Boin (2000, p. 196).

a gênese [...] está predominantemente ligada às passagens de frentes frias, principal agente causador das chuvas [...] e às correntes do sul, pelos avanços da massa Polar Atlântica, ora com trajetões de longitudes mais orientais e úmidas, ora com percursos de longitudes mais ocidentais e secos, manifestando maior intensidade quando canalizados pelos principais vales dos rios que as orientam. A direção, a extensão e o entalhamento dos vales por onde avançam estas correntes do sul são de grande importância na definição do impacto pluvial a ser gerado sobre as vertentes que a elas se opõem. Entretanto, o rio Paraná, o maior “corredor” continental dos fluxos de ar polar [...], apresenta influência na pluviosidade proporcionalmente menor [...]. Isto se deve aos seguintes aspectos: às trajetórias, predominantemente continentais, com perda da umidade ao longo de seu percurso; à ampla morfologia de seu vale, pouco encaixado, favorecendo a descompressão das massas de ar polar, ressecando-as.

Numa outra abordagem de análise, ainda utilizando a figura 23, e agora incluindo a escala temporal, analisemos a distribuição das chuvas ano a ano. Esta análise é importantíssima para a escolha de três anos-padrão que serão representativos dos regimes de chuvas na bacia. As escolhas dos dois anos representativos dos extremos pluviométricos, ou seja, seco e chuvoso, serão realizadas verificando-se não somente os maiores volumes de chuvas, mas também a distribuição destes totais pluviométricos pela área de estudo.

Deste modo, percebe-se claramente que o ano de 1983 foi o mais chuvoso de todo o período consultado, seguido pelo ano de 2009 e 1982, ambos com valores elevados de chuvas que envolvem toda a bacia. Por outro lado, na definição dos anos extremamente secos concordamos que os que apresentaram a maior área espacial com os menores volumes pluviométricos foram 1999, seguidos por 1985 e 1984.

Selecionados os três anos mais chuvosos e os três mais secos, será utilizado como representativo do ano-padrão seco o ano de 1999, por ter sido, de fato, o mais seco em praticamente toda a bacia, inclusive nas regiões norte e leste, geralmente mais chuvosas, aonde os máximos pluviais não ultrapassaram, pela classificação, a escala habitual. Mesmo na região sul, sempre com pluviosidade elevada, apenas numa pequenina área os valores precipitados alcançaram a classe chuvosa.

No outro extremo, indiscutivelmente temos o ano de 1983 como o mais chuvoso, entretanto, neste caso salientamos que o ano de 2009 – segundo mais chuvoso – será escolhido como sendo o ano-padrão chuvoso. Justifica-se esta escolha através de três motivos principais, elencados a seguir:

- Por ser mais recente o ano de 2009 em relação ao ano de 1983, o que viabilizou as análises das correlações realizadas com os dados de vazão das usinas hidrelétricas, pois são pouquíssimas as usinas na bacia que estavam em operação no ano de 1983;
- Pelo fato de que no ano de 1983 tenha havido influência fortíssima do fenômeno *El Niño*, culminando em um dos mais intensos que se têm registros para toda a região, e este fenômeno teria que ser investigado de modo bastante detalhado, o que não é o objetivo específico desta tese;
- Pelo fato da técnica da Análise Rítmica que foi aplicada aos três anos-padrão exigir, além dos dados de chuvas, de temperatura, de pressão, de umidade relativa do ar e de direção e intensidade dos ventos, as cartas sinóticas e imagens de satélites, ambas em nível diário e bem difíceis de serem encontradas para anos tão antigos, inviabilizando o andamento da pesquisa.

Quanto ao ano-padrão habitual, o escolhido foi o ano de 2005, por manter áreas chuvosas e não chuvosas relativamente próximas ao que realmente ocorre na bacia, ou seja, com o sul sempre mais chuvoso, seguido pelo extremo norte e leste também chuvosos, porém menos que o setor sul, e toda a área central da bacia com menores volumes de chuvas, com algumas áreas classificadas como sendo secas.

Para se realizar estas três escolhas, principalmente a do ano-padrão habitual, representativo daquilo que habitualmente ocorre na bacia, teve-se como referência os conhecimentos prévios dos resultados alcançados anteriormente pelo INMET (2009) com as Normais Climatológicas, e, principalmente os resultados e experiências das investigações realizadas inicialmente por Zandonadi (2009), numa abordagem muito próxima desta, e momento em que também foi constatado que o ano de 1983 foi o mais chuvoso, porém acompanhado do ano de 1982 e 1992. O ano de 1999 também foi visto como seco naquela ocasião, porém, o mais seco foi o ano de 1985, seguido de 1984. O ano de 2005 também foi identificado como habitual, mas não ficou entre os três mais expressivos.

Ter somente o ano de 1983 coincidindo nas duas classificações não inviabiliza de forma alguma esta pesquisa, pois tanto os postos pluviométricos quanto a série histórica utilizada foram distintos, porém, os resultados demonstrados por ambas são tão próximos que podem ser considerados, certamente, como suficientes para justificar que a técnica utilizada é confiável e de aceitável aplicação nesta ou em outras pesquisas.

5.3 Análise do regime mensal de chuvas para os três anos-padrão

5.3.1 Comportamento mensal das chuvas no ano-padrão habitual (2005)

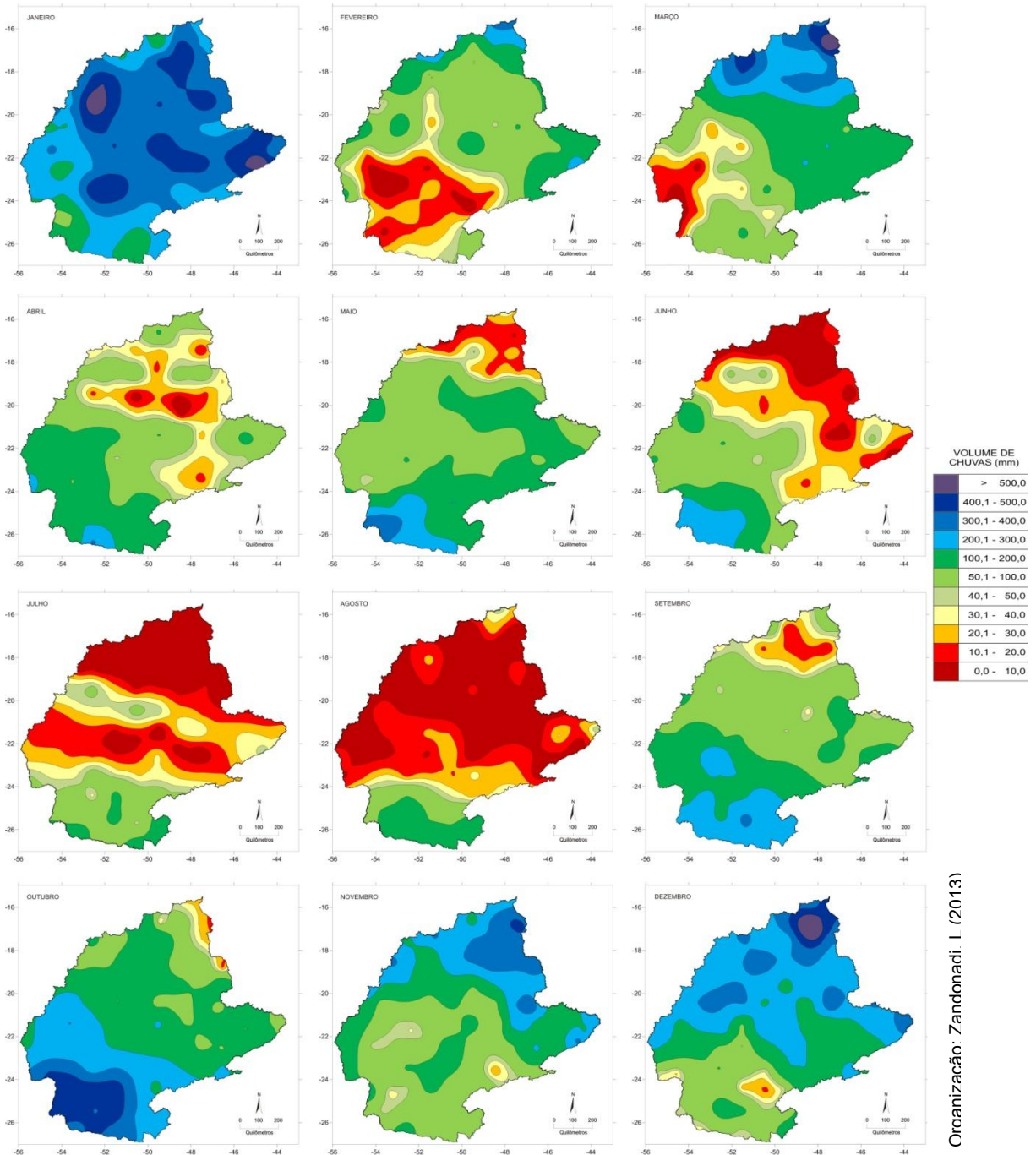
Nesta seção analisaremos o comportamento mensal das chuvas na bacia hidrográfica do rio Paraná durante os três anos-padrão. As análises serão feitas através de 36 cartas de isoietas (12 para cada ano) as quais demonstram mês a mês a variabilidade das chuvas, seja para o ano seco, habitual ou chuvoso. Iniciaremos a análise, portanto, através da investigação do ano-padrão habitual, por este ser o ano representativo do comportamento mais corriqueiro das chuvas na bacia dentre os três anos. Na sequência serão analisados, portanto, os outros dois anos representativos dos extremos pluviométricos.

Olhando para a figura 25, percebe-se claramente que janeiro foi o mês mais chuvoso do ano-padrão habitual, com elevados volumes de chuvas distribuídos ao longo de praticamente toda a bacia. Nele os maiores valores de chuvas ultrapassaram os 500 mm a noroeste (Serra do Caiapó) e também no extremo leste (Serra da Mantiqueira), que, pela maior altitude sugere haver ali forte influência do relevo. Por outro lado os menores valores registrados neste mês ficaram em torno de 50 e 100 mm, numa pequena área da região sudoeste da bacia, onde o relevo é suavizado, pois ali se encontra a calha do rio Paraná, interferindo de maneira menos acentuada nas passagens frontais que ali ocorrem e os quais são também menos frequentes nesta época do ano.

Com a mesma clareza destacamos o mês de agosto como tendo sido o mais seco deste ano. Em praticamente 50% de toda área da bacia os volumes de chuvas não ultrapassaram os 10 mm. A única região onde as chuvas se mantiveram com valores mais elevados, entre 100 e 200 mm, foi a sul.

Um fato interessante também é a maneira como as chuvas migram de lugar conforme a época do ano, ora se apresentando com volumes mais elevados no norte, ora no sul, sempre com uma região se opondo a outra pluviometricamente, ou seja, quando o norte está mais seco, o sul se encontra mais chuvoso e vice-versa. Assim, durante os meses de janeiro a março, e ainda, de novembro a dezembro, as chuvas tendem a serem mais intensas ao norte, e de abril a outubro a situação se inverte e o sul se apresenta com chuvas mais intensas.

Figura 25 – Cartas da distribuição espacial mensal das chuvas na bacia do rio Paraná nos 12 meses do ano-padrão habitual.



Este comportamento está intrinsecamente ligado ao dinamismo atmosférico atuante na bacia, ora controlados por sistemas do “Brasil Meridional”, ora do “Brasil Setentrional”, divididos por uma faixa de transição móvel. Em meados do ano a Massa Polar Atlântica tende a avançar com mais frequência, associada a sistemas frontais geradores de chuvas de maior intensidade no sul, e a partir de setembro esta Massa começa a perder força,

recuando e dando espaço para o avanço de sistemas do Brasil Setentrional, ou seja, a Massa Tropical Atlântica e Continental e também a Equatorial, causadoras das chuvas caídas, sobretudo no norte da bacia. Este domínio prevalece até março, e a partir de então a Massa Polar começa a avançar novamente empurrando aqueles sistemas para o norte.

5.3.2 Comportamento mensal das chuvas no ano-padrão seco (1999)

Analisando agora o ano-padrão seco (figura 26) nota-se mais uma vez que o mês de janeiro foi o mais chuvoso do ano, porém, menos volumoso que o ano-padrão habitual, como era de se esperar, com valores máximos entre 400 e 500 mm, concentrados principalmente nas regiões leste e central da bacia, e mínimos em torno de 50 a 100 mm, verificados em grandes partes da região norte e também da região sul.

O mês de agosto foi novamente verificado como sendo o mais seco, com praticamente toda a área da bacia não chovendo mais que 10 mm, com exceção apenas de um ponto isolado no sul e outro no norte, que, mesmo assim não tiveram volumes maiores que 30 mm. Num outro ponto também restrito, agora no centro da bacia, as chuvas ficaram em torno de 30 e 40 mm. Chama-se a atenção para o fato de que ao serem somados os totais mensais de chuvas que caíram em toda a bacia através dos 95 postos pluviométricos, concluiu-se que durante este mês choveu apenas 186,7 mm, um dado intrigante para uma área tão extensa como a bacia hidrográfica do rio Paraná.

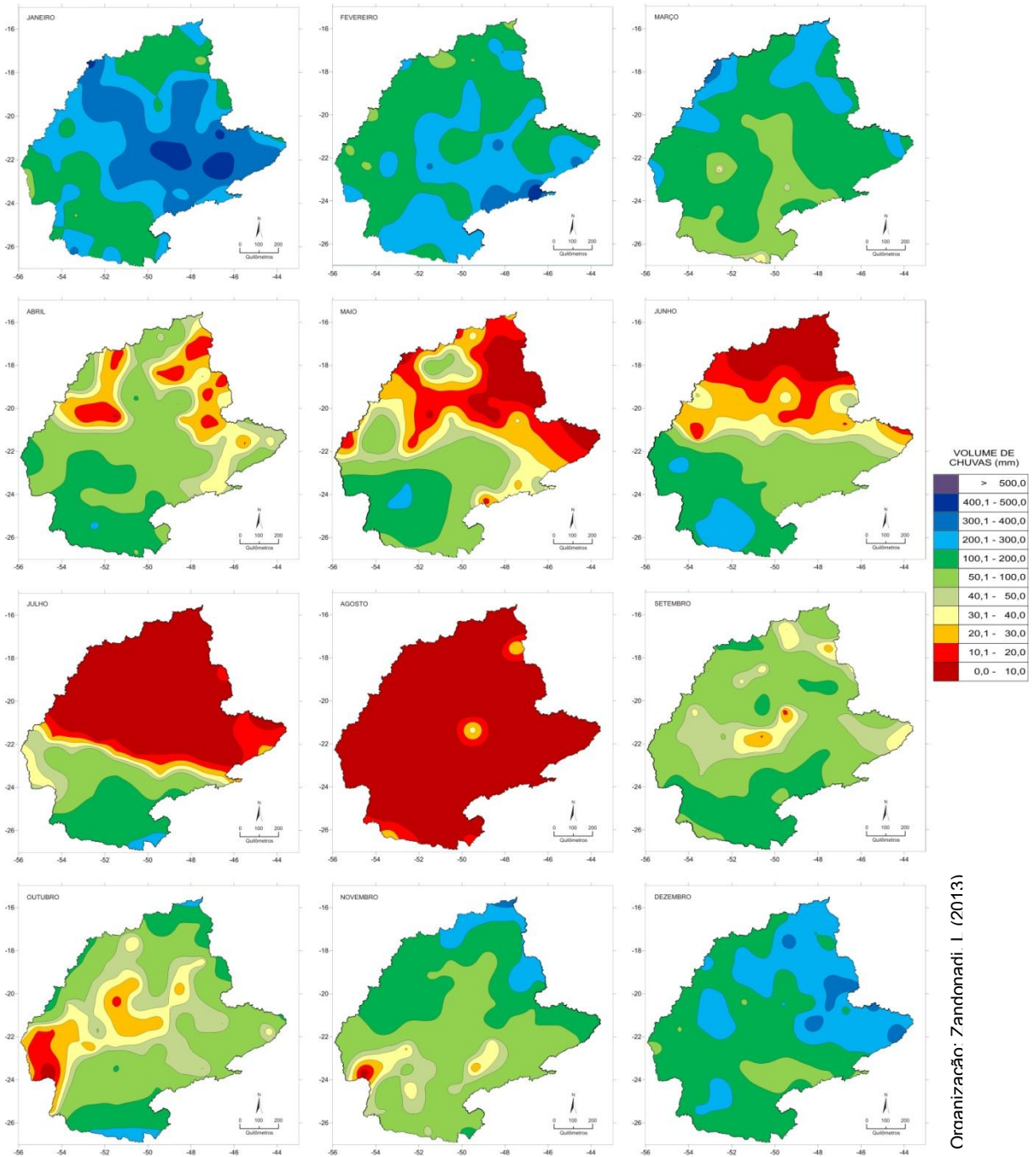
Ao menos na escala mensal de análise é difícil se associar os maiores valores de chuvas ocorridas naquelas áreas tão restritas, a qualquer que seja o agente causador das mesmas. Esta interpretação será possível somente em análises mais precisas e detalhadas, caso da verificação do ritmo climático em escala diária por meio da Análise Rítmica.

Outro aspecto interessante diz respeito aos meses de fevereiro, março e dezembro que durante o ano-padrão habitual registraram indícios de secas mais intensas, principalmente na região sul, e agora, durante o ano padrão-seco não foram observados, a não ser numa pequena área ao sul durante o mês de março, porém, as chuvas não apresentaram valores maiores que 40 mm.

A intensa participação dos diversos sistemas atmosféricos também pode ser percebida neste ano seco. Do mesmo modo ocorrido no ano habitual a Massa Polar Atlântica teve avanço mais intenso de abril a outubro e as Massas Tropical Atlântica e Continental e também a Equatorial, agiram com maior intensidade de novembro a março,

todas elas colaborando, respectivamente, para que nestes períodos as chuvas fossem mais volumosas no sul ou no norte.

Figura 26 – Cartas da distribuição espacial mensal das chuvas na bacia hidrográfica do rio Paraná nos 12 meses do ano-padrão seco.



Nas análises realizadas por Zandonadi (2009), o ano-padrão seco analisado foi 1985, porém, mesmo não coincidindo com o ano de agora verificado, foi demonstrado naquela ocasião que o mês mais chuvoso em anos secos é mesmo o mês de janeiro e o

mês mais seco é também o mês de agosto. Tais comprovações garantem fidelidade nos resultados até então obtidos nas análises das chuvas no nível mensal, ao menos para este ano-padrão, permitindo que as análises no nível diário sejam realizadas com maior credibilidade.

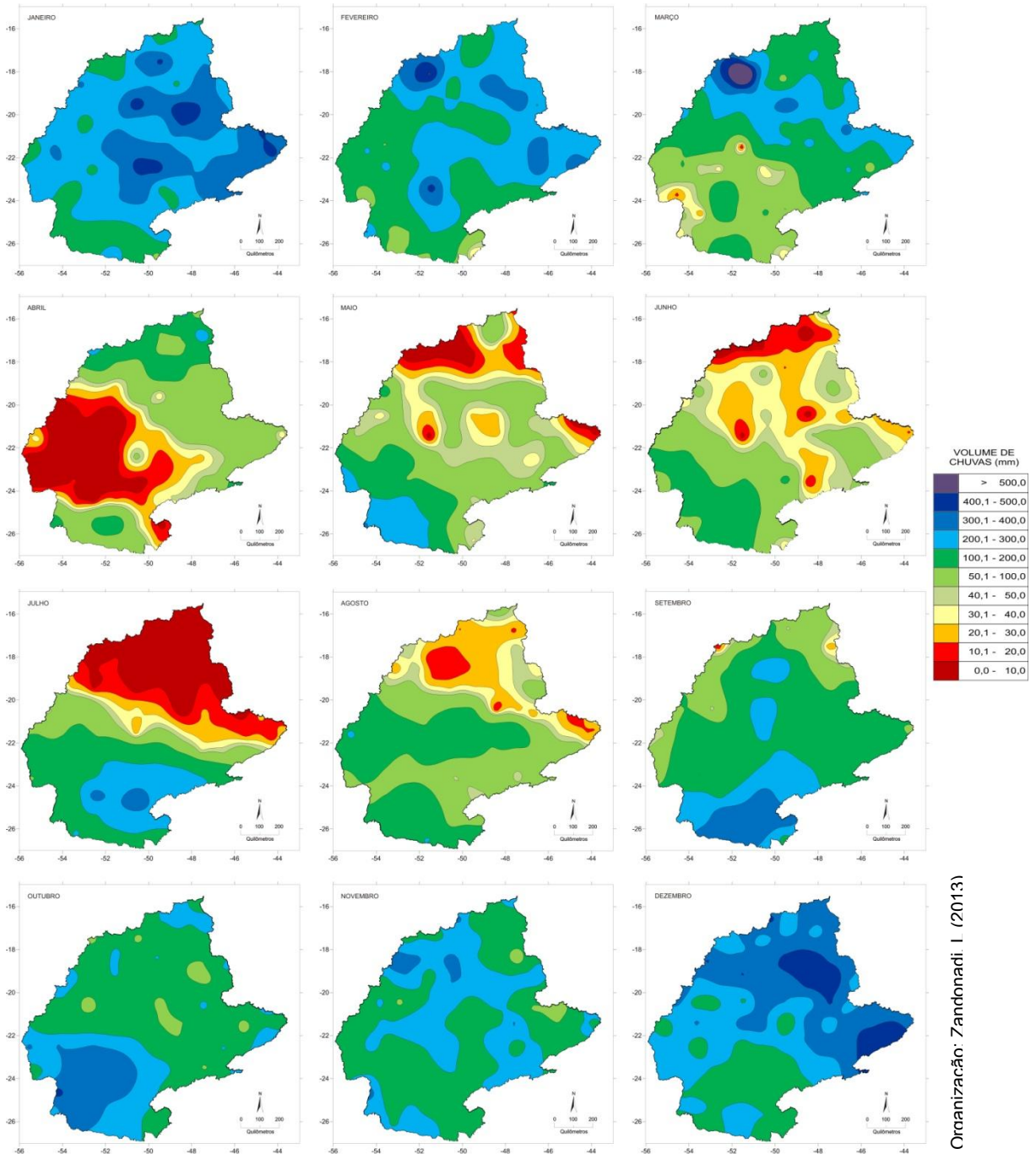
5.3.3 Comportamento mensal das chuvas no ano-padrão chuvoso (2009)

Durante o ano-padrão chuvoso (figura 24) as chuvas também se concentraram principalmente no mês de janeiro. O volume total caído na bacia através dos 95 postos pluviométricos mostrou que no mês de dezembro choveu aproximadamente 125 mm a mais que no mês de janeiro, entretanto, neste as chuvas tiveram maior abrangência, distribuindo-se por praticamente toda a bacia, ficando apenas algumas áreas com menores volumes pluviais, na quais, ainda assim, tiveram chuvas acima de 100 mm. Já no mês de dezembro os grandes volumes de chuvas concentraram-se mais na região norte. Tendo como princípio de análise a distribuição espacial das chuvas, mais uma vez o mês de janeiro foi escolhido por ser o mais chuvoso do ano.

Se no quesito maior volume pluviométrico o mês de janeiro teve destaque durante os três anos analisados, no quesito ausência ou baixa pluviosidade o mesmo não ocorre, visto que para os dois primeiros anos-padrão (habitual e seco) o mês de agosto foi o que mereceu lugar de destaque, apresentando-se como o mais seco de todos os meses do ano, enquanto que no ano-padrão chuvoso o mês de agosto foi mais seco apenas na região norte. Descartado este mês, outros dois meses mereceram atenção pelos baixos volumes pluviométricos, o de abril e junho. Em termos de volume total caído na bacia o mês de abril tem praticamente 140 mm a mais que o mês de junho, além disso, considerou-se que as maiores escassez de chuvas durante este mês ocorreram na parte central da bacia, que como já abordamos, é sempre mais seca. Assim, principalmente por apresentar maior deficiência hídrica em áreas menos esperadas e também pelo menor volume total de chuvas caídas na bacia, o mês de junho foi considerado como o mais seco do ano chuvoso.

Da mesma forma que nos anos anteriores, continua sendo notada a ação dos diferentes sistemas atmosféricos sobre a região, regendo chuvas mais acentuadas na região sul durante todo o meio do ano e na região norte ao final e início do ano.

Figura 27 – Cartas da distribuição espacial mensal das chuvas na bacia hidrográfica do rio Paraná nos 12 meses do ano-padrão chuvoso



Concluindo, ao se comparar os três anos-padrão (habitual, seco e chuvoso) percebe-se que no ano de 1999 (seco) cinco meses apresentaram fortes incidências de secas (abril a agosto), outros três meses diminuíram estas incidências, mas ainda assim foram notáveis (setembro a novembro) e quatro meses foram chuvosos (dezembro a março). No ano de 2005 (habitual) foram seis meses com secas mais expressivas (fevereiro a abril e junho a agosto), outros cinco meses em que aparecem áreas secas, porém, de

modo amenizado (maio e setembro a dezembro) e apenas um totalmente chuvoso (janeiro). Finalmente, no ano de 2009 (chuvoso) são cinco meses com grande intensidade de secas (abril a agosto), apenas um com baixos volumes de chuvas (março) e seis com grandes volumes precipitados (setembro a janeiro).

5.4 Variação rítmica, atuação atmosférica e gênese pluvial nos três anos-padrão

Neste capítulo procurou-se sintetizar de maneira clara e direta a participação dos diferentes sistemas atmosféricos que atuaram na bacia ao longo de cada um dos três anos-padrão, demonstrando espacialmente quais foram as regiões de maior ou menor domínio destes sistemas e buscou-se também identificar a gênese das chuvas através dos sistemas atmosféricos que as provocaram. Portanto, utilizando-se as informações dos quadros nos Adendos A, B e C e dos gráficos de Análise Rítmica representados nos Adendos D, E e F, identificou-se as participações dos sistemas atmosféricos do ponto de vista espacial e temporal para os quatro níveis sazonais de cada ano-padrão (habitual, seco e chuvoso).

5.4.1 Ano de padrão pluviométrico habitual (2005): período de verão

Analisando, portanto, os Adendos A e C e a figura 28, a seguir, constata-se que mesmo no verão os sistemas polares atingiram até as latitudes mais baixas da bacia, entretanto, há uma diminuição de intensidade gradativa na medida em que estes sistemas avançam para o norte. Neste período a Massa Polar Atlântica fica restrita ao extremo sul, onde aparece com maior frequência que nas demais regiões, e ainda, de maneira mais branda, na região leste. Porém, em ambos os casos, a sua atuação é bem pequena, sendo pouco sentida, além disso, somente na região de Curitiba é que foram constatados registros de chuvas associados a esta massa de ar, totalizando 6% do volume total anual.

Já a Massa Polar Velha (MPV) teve atuação bem mais intensa que a MPA alcançando todas as regiões da bacia e, pelas porcentagens de atuação desta massa em cada uma das estações meteorológicas pode se afirmar que o trajeto principal de deslocamento foi pelo centro-sul, passando pelo setor central e chegando até o centro-norte, onde começa a perder intensidade devido a elevação do relevo, chegando aos 15% de participação no extremo norte/nordeste, na região de Brasília e Patos de Minas. Os volumes pluviométricos associados à MPV foram tal como a sua ação e diminuiu gradualmente de sul

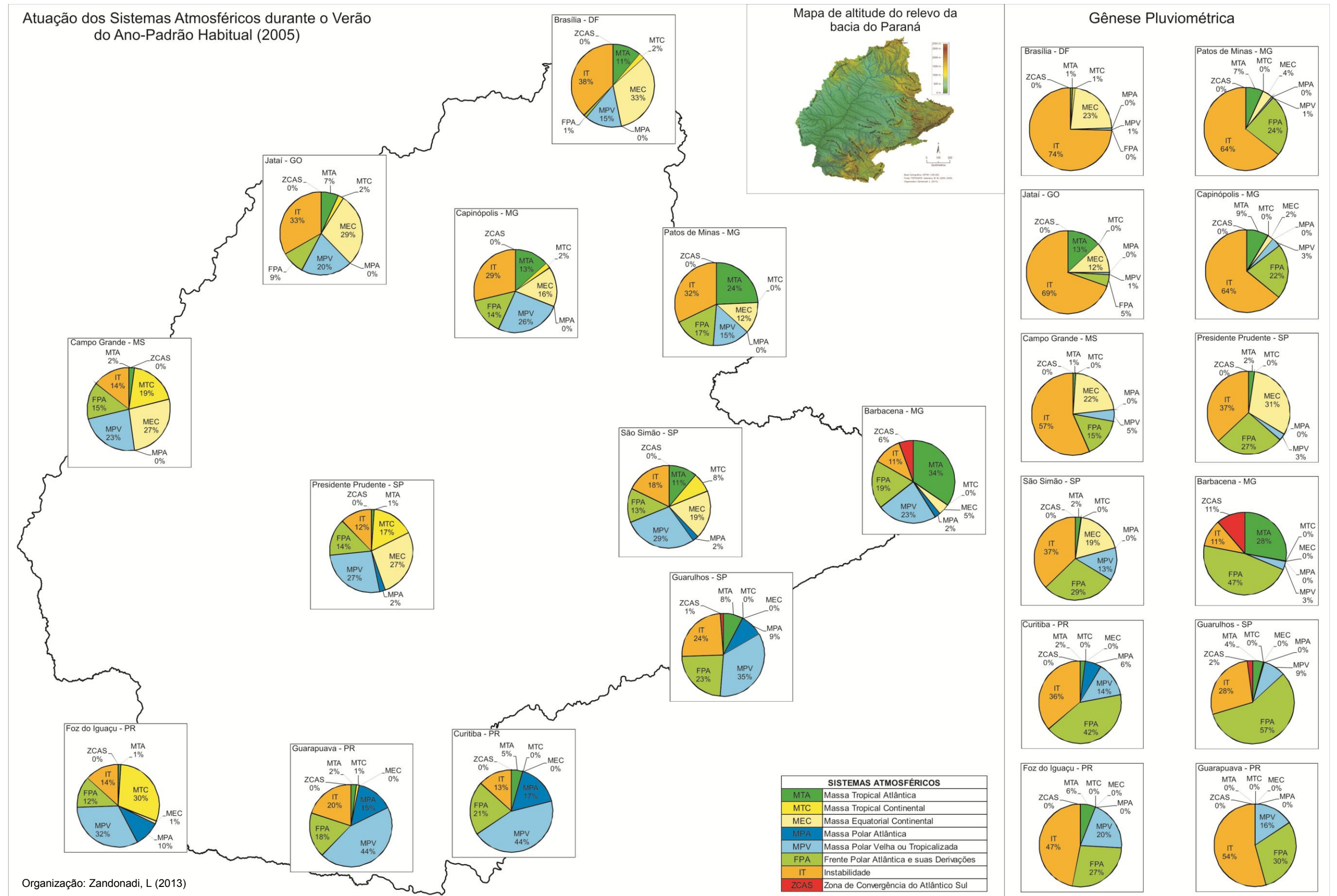
para norte/nordeste, e os maiores acumulados ocorreram em Foz do Iguaçu (20%) e os menores também em Brasília e Patos de Minas (1% cada).

Ao antecipar a excursão da MPV, a Frente Polar Atlântica também apresentou comportamento semelhante, pois foi mais intensa no sul, diminuindo sua intensidade na medida em que se deslocou para a parte setentrional da bacia. Já os volumes de chuvas a ela associados demonstram que as atuações das diversas Frentes foram mais intensas principalmente no setor sudeste/leste da bacia, pois são as regiões onde as porcentagens são as mais elevadas, ao contrário das regiões noroeste e norte, onde as porcentagens de participação foram as mais baixas, chegando a 5% em Jataí e apenas 1% em Brasília. Aliás, foram também as regiões em que os volumes de chuvas provocados pela FPA foram os mais baixos, sendo que em Brasília houve ausência de registro pluviométrico.

Em relação aos sistemas tropicais, o que se percebe é que não há tanta homogeneidade de atuação espacial quanto à registrada para os sistemas polares, pois em determinadas ocasiões o rompimento na participação é mais acentuada, como ocorreu, por exemplo, no caso da Massa Tropical Continental, que teve sua ação mais intensa principalmente na região oeste e centro da bacia, a partir de onde tem uma queda mais brusca de participação em direção ao norte, porém, conseguindo atuar até mesmo nas latitudes mais baixas. Já em direção ao setor leste/sudeste, no trajeto pelo sul da bacia, além de ter a participação interrompida de forma mais acentuada, a MTC não atinge regiões muito distantes do seu centro de ação, ficando restrita à região de Guarapuava, no centro-sul da bacia. Enquanto isso, no trajeto pelo centro da bacia a redução não se faz de modo tão abrupto, mas também não consegue alcançar o extremo leste da área estudada, se limitando à região de São Simão. As chuvas geradas pela MTC nestes três primeiros meses do ano foram irrisórias, já que apenas Brasília registrou algum volume, mas de apenas 1% do total de todo o verão.

A Massa Equatorial Continental teve sua participação maior principalmente nas regiões norte, oeste e centro-leste da bacia, sendo que os maiores volumes de chuvas associados a MEC também coincidem com esta participação. Na região sul, sua participação foi quase nula no verão, sendo registrado apenas 1% de atuação a noroeste da área de estudo. Do mesmo modo, no extremo leste sua participação também foi pequena, de apenas 5%. Em ambas as regiões a MEC não gerou precipitação pluviométrica. As ZCAS, conhecida por ser um sistema em forma de zona de convergência de umidade vinda diretamente da Amazônia e que está diretamente relacionada à MEC também atuou em algumas regiões da bacia, como nos casos de Guarulhos (1%), onde provocou apenas 2% das chuvas do período, e em Barbacena, neste caso, gerando volumes mais elevados, equivalentes a 11% do volume registrado no verão.

Figura 28 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o verão do ano de padrão pluviométrico habitual (2005).



A atuação da Massa Tropical Atlântica também aconteceu de modo bem gradativo, pois se registrou maiores participações nas regiões mais próximas do seu centro de origem, ou seja, a leste da bacia, e se reduziu na medida em que avançou para o interior do continente, na direção oeste, chegando a alcançar os extremos da bacia já com intensidade bem fraca e bastante alterada. Os valores de chuvas gerados pela MTA foram baixos e se concentraram principalmente no extremo leste e nas áreas do centro norte da bacia.

As Instabilidades Tropicais também tiveram grande participação em toda a área de estudo durante o verão do ano de pluviosidade habitual. As maiores atuações ocorreram na região norte da bacia, aonde chegaram a atuar em 38% do período, e diminuíram em direção ao sul, apesar de que no centro-sul e sudeste também tem ocorrência ligeiramente mais elevada. Os valores pluviométricos associados a IT foram também bastante elevados, sendo que na maioria das regiões foi o principal sistema causador de chuvas, colaborando para os maiores acumulados do início do ano. Em toda a região norte, por exemplo, os acumulados pluviométricos ultrapassaram os 64% em todas as localidades, chegando a um patamar de até 74% do total sazonal. Mesmo nas demais regiões, os totais pluviais ficaram acima dos 36%, com exceção apenas da região sudeste e extremo leste da bacia, que apresentara, respectivamente, totais iguais a 28 e 11%.

5.4.2 Ano de padrão pluviométrico habitual (2005): período de outono

No outono do mesmo ano de padrão habitual (Adendo A e D e figura 29), período correspondente aos meses de abril a junho, percebe-se claramente que os sistemas polares tiveram um aumento significativo, tanto que em praticamente todas as regiões da bacia os índices de participação destes sistemas somados ultrapassaram os 50% de atuação no período, sendo exceção apenas o extremo norte, onde os sistemas polares atuaram em 49% dos três meses analisados. Já na região sul os sistemas polares somados chegaram a atuar em até 84% do outono na porção centro-sul da bacia e nas demais áreas desta região as participações não foram menores que 78%.

A FPA teve uma redução na sua atuação em relação ao verão em praticamente todas as regiões, com exceção apenas da região norte, aonde os índices, tanto de participação quanto de geração de chuvas continuaram praticamente os mesmos, porém, os volumes de chuvas associados à FPA para o restante da bacia tiveram aumentos contrastantes nesta estação de outono, de modo que toda a região leste e também a centro-oeste apresentaram índices pluviométricos acima de 70% relacionados a este sistema. Na região sul os índices pluviais foram ligeiramente mais baixos, tendo em vista que neste

período esta região já está mais dominada pelos sistemas polares, o que gera menos instabilidades quando da passagem de novas Frentes.

Com a maior atuação da FPA, houve também aumento na atuação da MPA, que no verão não ultrapassava o centro da bacia e agora, no outono, consegue alcançar todas as regiões, até mesmo o extremo norte. Assim como no verão, porém com maior intensidade, a MPA, que tem características de estabilidade atmosférica, gerou chuvas na região sul da bacia, principalmente na região de Curitiba, aonde os índices alcançaram os 27%.

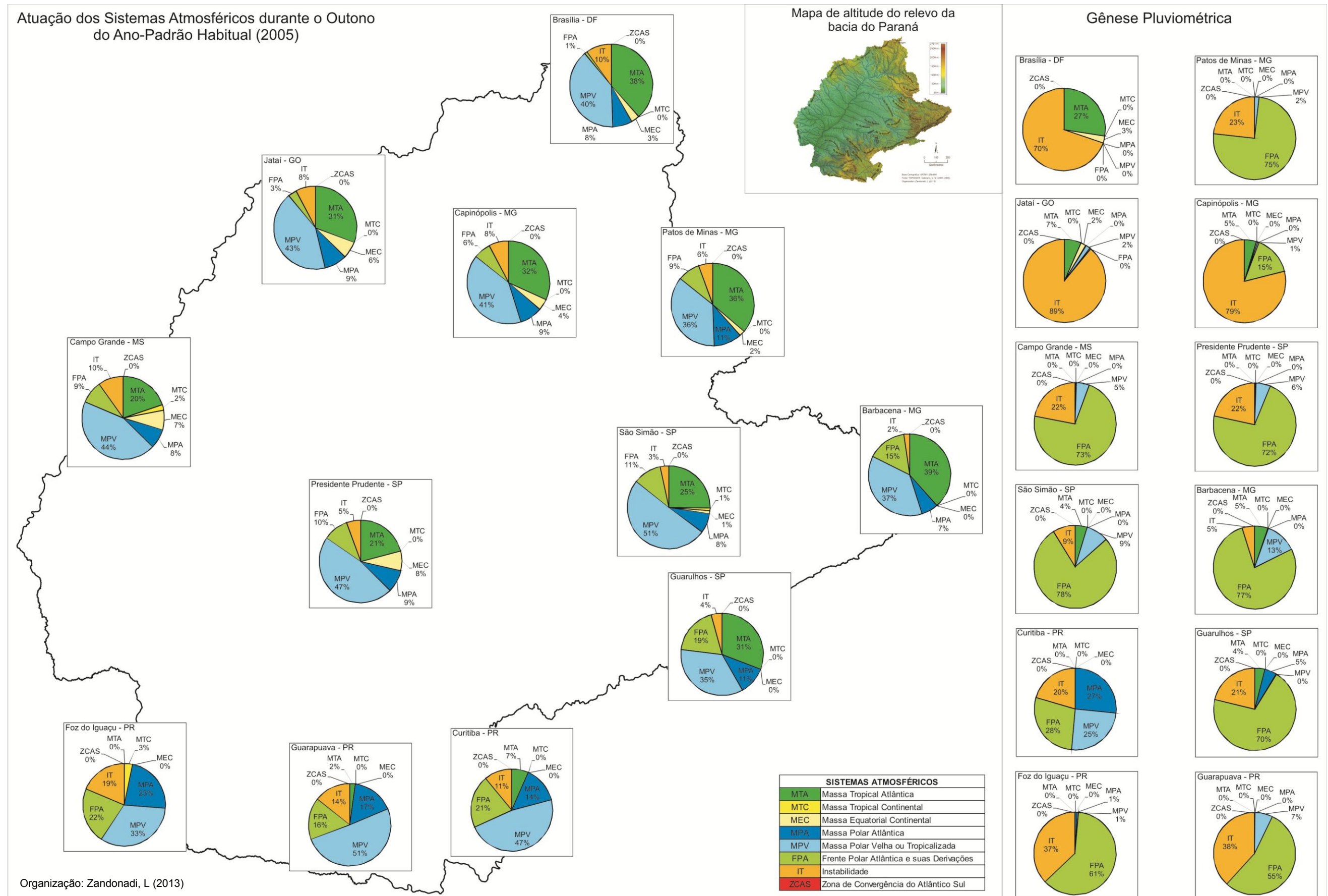
Agora, a MPV também não apresenta diminuição tão gradual na sua atuação em direção ao norte da área de estudo, já que conseguiu atuar de modo mais intenso também nas latitudes mais baixas, porém, ainda apresentando aquele mesmo trajeto levemente preferencial, ou seja, entrando pelo centro-sul da bacia, passando pelo centro e seguindo até o norte pela calha do rio Paraná. Os volumes de chuvas provocados pela MPV também tiveram um bom aumento, ultrapassando os 33% e chegando a até 51% em toda a bacia.

Em relação aos sistemas tropicais, no outono houve reduções nas participações de praticamente todos os sistemas, sendo que apenas a MTA apresentou aumentos, que, de modo geral, foram significativos em praticamente toda a bacia, pois somente na região sul os índices se mantiveram estáveis. Mesmo tendo havido significativo aumento na participação da MTA, a geração de chuvas por ela diminuiu em praticamente toda a área de estudo, sendo que apenas em Brasília houve aumento pluviométrico significativo.

A MEC também teve seu papel reduzido na participação dos sistemas tropicais na área de estudo, tanto em área de atuação, quanto em tempo, já que durante o verão chegou a atingir o extremo leste e o extremo sudoeste da bacia, e no outono estas áreas não foram mais influenciadas por este sistema. Além disso, os registros de chuvas provocados pela MEC ficaram restritos apenas ao extremo norte da bacia, não ultrapassando os 3% do volume total precipitado. E com a intensa redução da atuação da MEC, também as ZCAS deixaram de atuar.

Por fim, as Instabilidades Tropicais (IT) tiveram seu papel reduzido consideravelmente, porém, não deixando de atuar em nenhuma região, e ainda, apresentando aumento de participação (de 14% para 19%) no extremo sudoeste. Além disso, os volumes de chuvas associados a este sistema não tiveram muita redução em relação ao verão e continuaram elevados na maior parte da bacia. Na região sul houve diminuições nos índices de chuvas associados a IT, porém, não foram muito expressivos. As maiores quedas nestes índices ocorreram na porção leste, seguida da porção central e oeste, mas de modo relativamente sucintos.

Figura 29 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o outono do ano de padrão pluviométrico habitual (2005).



5.4.3 Ano de padrão pluviométrico habitual (2005): período de inverno

Durante o inverno (Adendo A e D e figura 30), nos meses de julho a setembro, continuaram as ações registradas durante o outono e os sistemas polares ainda agiram com muita intensidade.

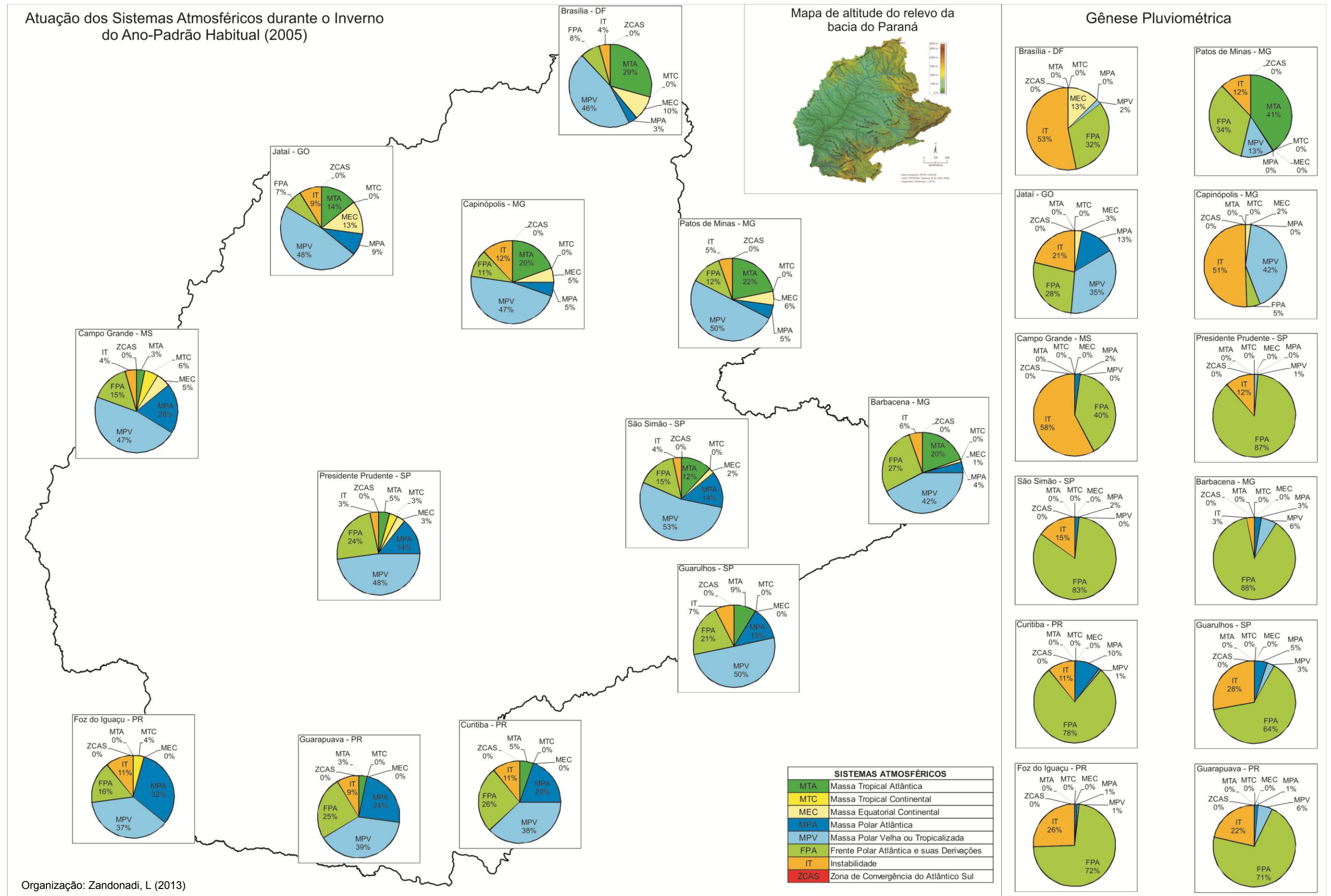
A MPA aumentou sua participação principalmente na metade sul da bacia e reduziu levemente na metade norte e o seu trajeto principal agora esteve mais concentrado pela calha do rio Paraná. As chuvas associadas a esta massa polar continuaram sendo registradas com maior vigor na região de Curitiba (10% do total do inverno), porém, com diminuição em relação ao outono, e também na região de Guarulhos (5% do total), onde se manteve estável.

A MPV, ao contrário da MPA apareceu com leve diminuição na sua atuação na parte leste do extremo sul da bacia, mas nas demais regiões registrou aumento e também confirmou seu percurso mais pelo interior, usando a com mais frequência à calha do rio Paraná. Com relação às chuvas, houve redução em boa parte da bacia, com exceção apenas da região norte, aonde, já tropicalizada e influenciada pela maior altitude do relevo, a MPV provocou significativos aumentos de umidade.

A Frente Polar deixou de agir com maior intensidade apenas na região do sudoeste da bacia (Foz do Iguaçu), onde os índices passaram de 22 para 16%, mas os volumes pluviométricos registrados foram maiores, o que demonstra que a instabilidade causada pela passagem da FPA se tornou mais intensa nesta região durante o inverno. As demais regiões, em grande parte também registraram aumento nas chuvas. A diminuição ficou restrita apenas às regiões de Guarulhos, Capinópolis e Patos de Minas.

Em virtude do aumento registrado na ação dos sistemas polares desde o sul até o centro da bacia, os sistemas tropicais tiveram redução em suas participações nesta mesma região, principalmente no que diz respeito às ações da MTA, a qual também teve participação diminuída no restante da bacia. Já os demais sistemas tropicais, ou seja, a IT e principalmente a MEC, voltaram a aumentar, ainda que de modo singelo, suas participações na região norte, e as chuvas associadas a estes sistemas também acompanharam esse ligeiro acréscimo. Quanto às ZCAS, assim como ocorreu no outono, não tiveram participação no período de inverno.

Figura 30 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o inverno do ano de padrão pluviométrico habitual (2005).



5.4.4 Ano de padrão pluviométrico habitual (2005): período de primavera

Continuando a análise dos Adendos A e D, agora juntos com a figura 31, percebemos que nos meses de outubro a novembro, período referente à primavera, novamente os sistemas tropicais e polares voltam a dividir espaço na configuração climática da bacia do Paraná.

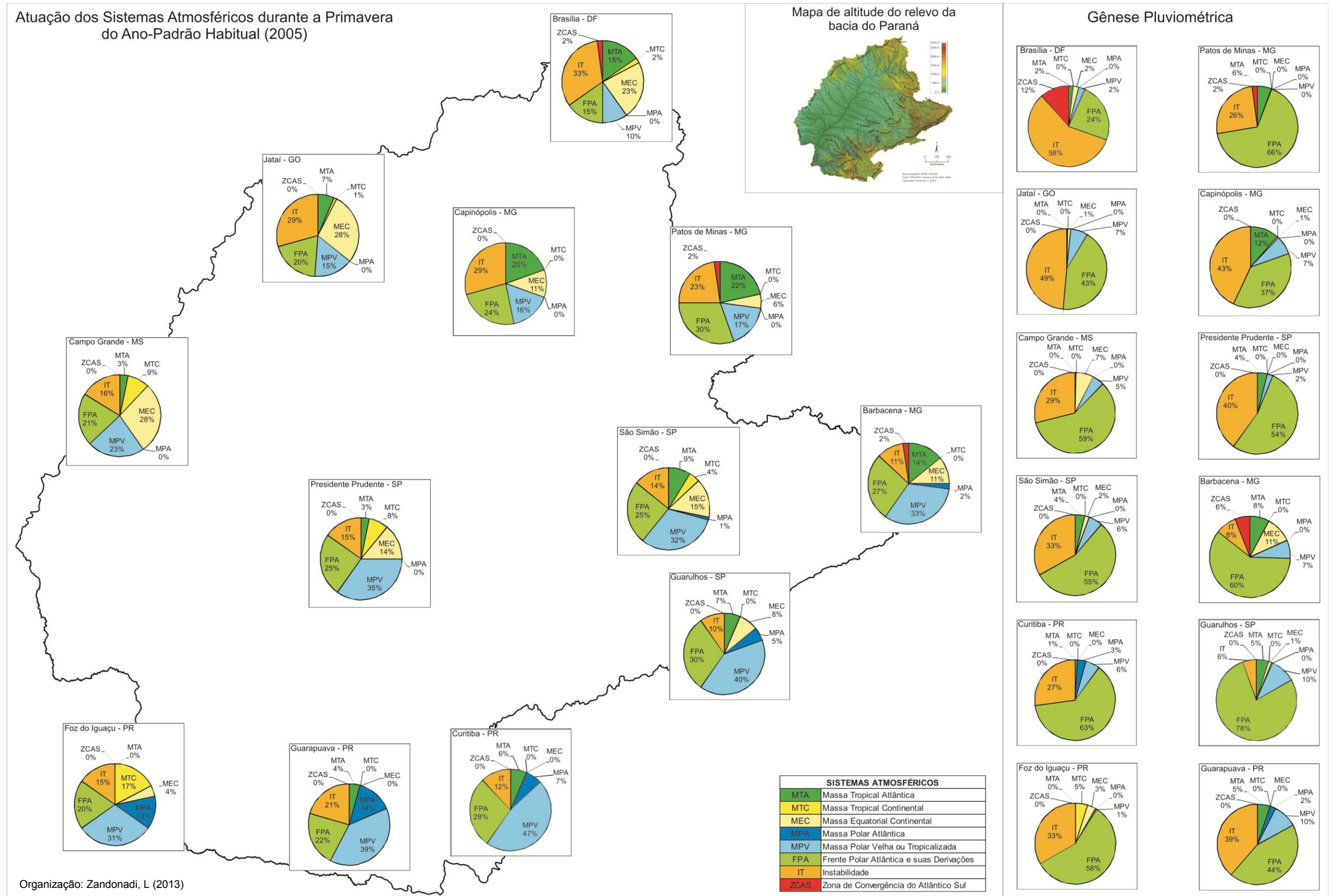
Ao contrário do que ocorreu no outono e inverno, quando os sistemas de fluxos polares mantiveram o domínio de toda a área da bacia, nos últimos meses do ano os sistemas tropicais voltam a alcançar índices de participação maiores no sul e a dominar a configuração climática regional da região norte, aonde as atuações chegam a ser bem próximas das registradas durante o verão. Além disso, as ZCAS voltam a aparecer no cenário com atuação ainda tímida (2%) em todo o setor de nordeste a leste, mas o suficiente para gerar 12% do volume total de chuvas do período na região de Brasília.

A Massa Equatorial Continental também voltou a atuar em grande parte da bacia, principalmente nas regiões do extremo norte, noroeste e oeste, diminuindo gradativamente em direção ao leste e também a sudoeste da bacia, porém, as chuvas geradas pela MEC não foram tão volumosas no período, já que apenas Campo Grande (7%) e Barbacena (11%) apresentaram índices maiores, mas não tanto elevados.

A MTC também aumentou seu papel de atuação, tanto espacial quanto temporal, mas em ambos os casos, de modo bem conciso e a maior participação ocorreu no setor a sudoeste da bacia, local mais próximo de sua origem e aonde também foram registrados os únicos valores de chuvas da bacia provocados por ela.

A MTA manteve-se praticamente com as mesmas características apresentadas no inverno, ou seja, com maior atuação nos setores leste, nordeste e norte, diminuindo gradativamente em direção oeste-sudoeste, porém não atingindo a região sudoeste. As chuvas oriundas desta massa de ar também não foram de grandes acumulados, tendo em vista que apenas Capinópolis apresentou índice de 12% do total da primavera e Barbacena de 8%, ambas nas regiões norte e leste, respectivamente.

Figura 31 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante a primavera do ano de padrão pluviométrico habitual (2005).



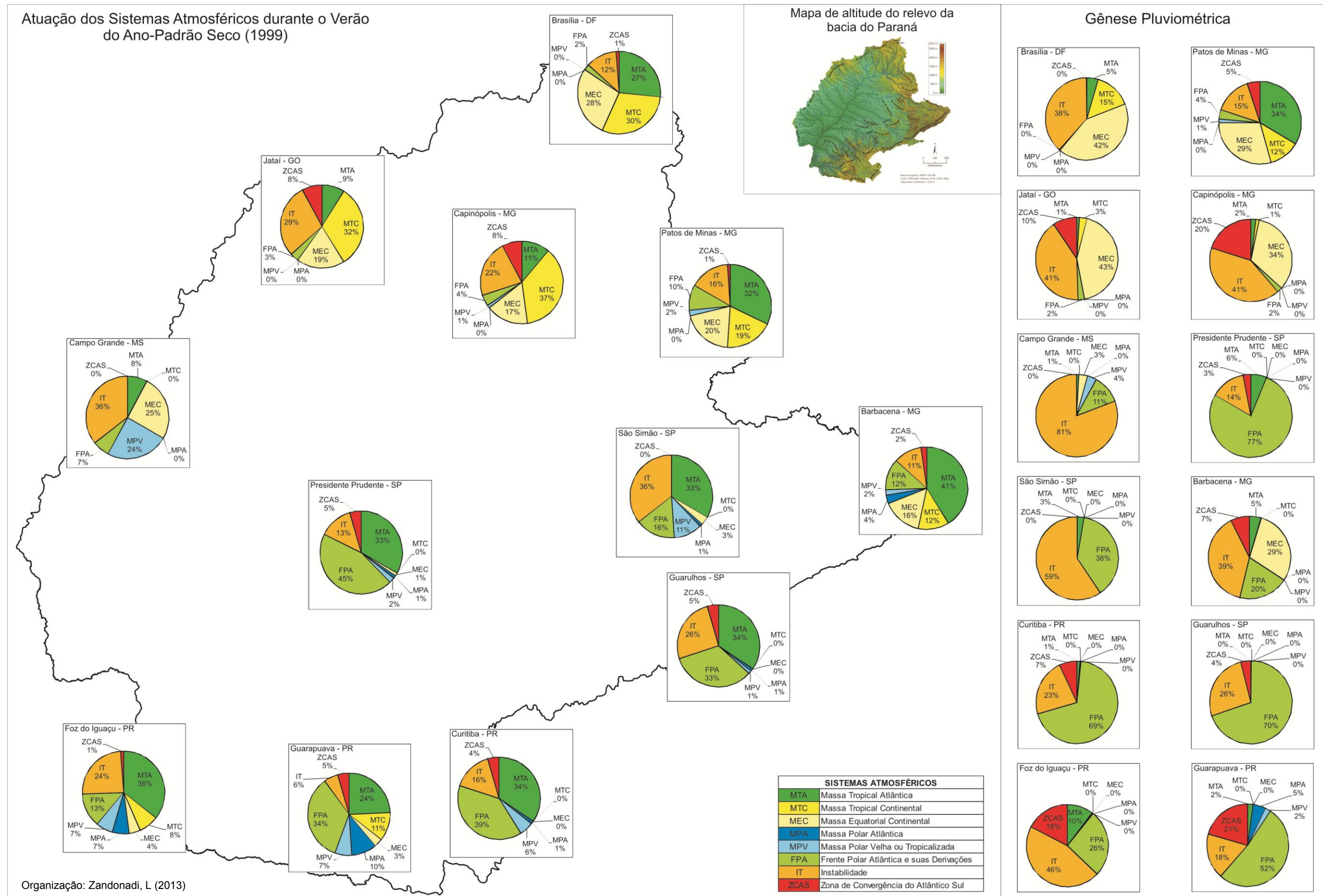
5.4.5 Ano de padrão pluviométrico seco (1999): período de verão

Observando agora os Adendos B e E juntamente com a figura 32, a qual evidencia a participação dos sistemas atmosféricos atuantes e a gênese das chuvas durante o verão do ano de 1999 (seco), observa-se intensa participação de sistemas tropicais agindo por toda a área da bacia. Na região norte (Brasília, Jataí, Capinópolis e Patos de Minas) a atuação destes sistemas chegaram a somar entre 88% e 98% de participação e, portanto, a presença de sistemas polares em algumas áreas foi praticamente inexpressiva, como no caso de Brasília, onde apenas a FPA atuou, mas não chegou a gerar volumes pluviométricos. Em se tratando de gênese pluviométrica, observa-se que apesar da intensa atuação da MTC neste setor norte, a maior parte das chuvas foi gerada pela MEC, já que a MTC possui características de ser uma massa mais seca e as chuvas quando associadas a ela quase sempre são provocadas em virtude das altas temperaturas que a mesma apresenta, ocasionando processos convectivos bastante intensos.

Neste verão as ZCAS também atuaram em praticamente toda a área da bacia e somente a região oeste (Campo Grande) e o centro-leste (São Simão) não foram dominados por este sistema. Apesar de o máximo percentual de participação das ZCAS verificados na bacia terem sido de 8% no período e o fato de serem sistemas que carregam muita umidade, em algumas regiões eles colaboraram para boas quantidades de chuvas, como de fato verifica-se na parte central da região sul, na sudoeste, no centro da região norte e na noroeste.

A partir da área central e em direção à região sul os sistemas tropicais atuaram com menor intensidade, dando lugar às incursões de sistemas polares, que mesmo não estando no período alto de suas atuações, ou seja, no inverno, provocaram muita influência, principalmente nas áreas mais meridionais. Dentre os sistemas polares que atuaram nesta região, destaca-se com maior vigor a FPA, que além do maior tempo de atuação foi também geradora dos maiores acumulados de chuvas, os quais variaram entre 26 e 77% do total pluviométrico anual, oscilando de acordo com o setor desta porção da bacia.

Figura 32 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o verão do ano de padrão pluviométrico seco (1999).



As altas temperaturas existentes nesta estação do ano são responsáveis também pela intensa ocorrência de Instabilidades Tropicais (IT), as quais se podem perceber tiveram grande atuação por toda a bacia. São sistemas de formação rápida, influenciadas principalmente pelas altas temperaturas, formando células convectivas de ampla expressão e podendo originar grandes volumes de chuvas em curtos espaços de tempo. As áreas da bacia que sofreram os maiores acumulados de chuvas associados a IT foram toda a porção oeste, norte e noroeste e ainda a centro-leste, embora todas as demais regiões tenham sido regadas por suas chuvas.

A Massa Tropical Atlântica também exerceu papel fundamental por toda a área da bacia, alcançando até mesmo a região do extremo oeste, com 8% de participação, bem distante da sua área fonte. Entretanto, o único local onde os volumes de chuvas gerados pela MTA foram realmente consideráveis foi no nordeste da bacia, na região representada pela estação de Patos de Minas, aonde os acumulados no verão chegaram a 34%. Além desta região, a de Barbacena e Brasília também tiveram 5% das chuvas do período associadas à MTA, sendo todas elas áreas mais a leste, ou seja, as mais próximas do centro de origem da MTA.

Os sistemas de fluxos polares atuaram bem timidamente neste verão de ano seco em boa parte da bacia, principalmente no que diz respeito aos registros de ocorrências das Massas Polar e Polar Velha. A MPA teve sua maior ação restrita apenas à porção central do extremo sul da bacia, não ultrapassando os 10% de participação. Suas incursões pelo interior da bacia se limitaram apenas ao centro e leste, mas de modo bem pouco significativo, não ultrapassando 1% de participação na maioria das regiões, apenas no extremo leste, onde alcançou os 4%.

A MPV também apresentou padrão parecido ao da MPA, porém alcançando as regiões do centro norte e nordeste da bacia, onde foram registrados 2% de participação desta massa de ar durante o verão, aonde, já bastante enfraquecida e tropicalizada, provocou índice de 1% de chuvas. Os maiores índices pluviométricos relacionados a MPV ocorreram a oeste, na região de Campo Grande, aonde foram registrados 4% do total das chuvas do trimestre, devido a sua maior participação também nesta região.

Dentre os sistemas polares, a FPA foi o único que atuou em toda a área da bacia neste período. Sua participação foi maior nas regiões sul, centro, sudeste e leste e diminuiu gradativamente em direção ao norte, onde lhe é atribuído apenas 2% de participação em Brasília. Neste verão a FPA foi a responsável pelos maiores acumulados de chuvas na parte central (Presidente Prudente, com 77%), sudeste (Guarulhos, com 70%), centro-sul (Guarapuava, com 52%) e leste da região sul (Curitiba, com 69%).

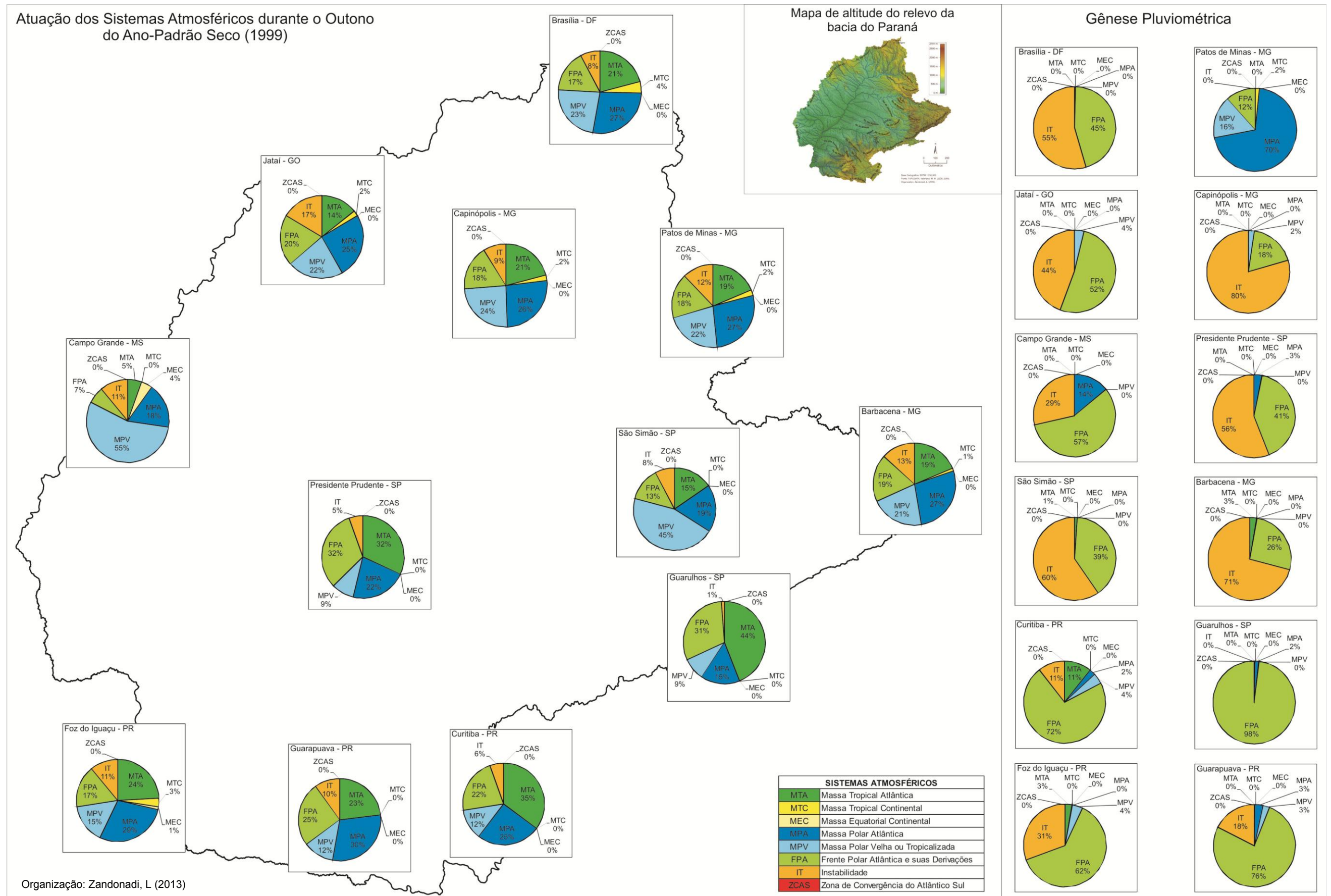
5.4.6 Ano de padrão pluviométrico seco (1999): período de outono

Assim como no ano habitual (2005), durante o outono deste ano seco (1999) os sistemas de origem polar tiveram intensa participação (Adendos B e E e figura 33). Porém, para este ano seco, tais participações foram ainda mais contrastantes se considerarmos que em todas as regiões da bacia os menores índices ficaram acima de 59% (região de Curitiba) e os maiores chegaram a 72% (região de São Simão) se somarmos as atuações de todos os sistemas polares em cada região. Individualmente, dentre os sistemas polares, aquele que teve maior atuação foi a MPV, atuando de modo mais rotineiro do centro ao norte da bacia e principalmente na região oeste, aonde chegou a somar 55% de participação neste outono. Apesar da intensa atuação, a MPV foi bastante seca neste período, com ausência de chuvas em boa parte da bacia.

Agindo de modo parecido com a MPV, a MPA também teve boa participação em todas as regiões, entretanto, sua distribuição temporal e espacial ocorreu de modo mais homogêneo ao longo de toda a bacia, apenas com um leve aumento dos índices no sul. Suas características pluviométricas também foram de ausência de chuvas em boa parte da bacia e em muitas regiões os volumes pluviais foram bem pequenos durante todo o outono. As únicas exceções estão na região oeste (Campo Grande) onde gerou um total de 14% de toda chuva e também na região nordeste (São Simão) com um percentual bastante alto para a MPA, de 70% do volume de chuvas do outono.

As fortes atuações, tanto da MPA, quanto da MPV a partir da região central e em direção à região norte/nordeste explicam os baixos volumes de chuvas já demonstrados na seção 3.3.1, figura 22, durante os três meses (abril a junho) do outono deste ano seco. Como são massas de ar de baixo teor de umidade, como de fato ocorreram durante a maior parte do outono deste ano, as concentrações pluviométricas são diretamente influenciadas.

Figura 33 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o outono do ano de padrão pluviométrico seco (1999).



Além disso, percebe-se que a MTA, outra massa de ar que também pode se tornar bastante seca, também configurou boa participação por toda a bacia no outono. Suas maiores ações foram na região sudeste (Guarulhos), leste da região sul (Curitiba) e centro da área de estudo (Presidente Prudente), com índices iguais a 44%, 35% e 32%, respectivamente. Com exceção da região de Curitiba, em que a MTA foi a responsável por 11% do acumulado pluviométrico de outono, nas demais regiões as concentrações de chuvas provocadas por esta massa de ar foram muito pequenas ou até mesmo ausentes.

Considerando-se que a atuação da MEC ficou restrita apenas à região oeste e noroeste, não ocasionando chuvas, e a MTC também teve participação muito pequena no noroeste, norte e extremo leste, com chuvas geradas apenas nesta última região (2%), os maiores acumulados de chuvas, portanto, estiveram relacionados às influências dos Sistemas Frontais (FPA) e às Instabilidades Tropicais (IT). A atuação da FPA se deu de maneira bem homogênea ao longo de toda a bacia, apresentando somente um leve domínio ao sul e principalmente de sudeste para o centro da bacia, diminuindo consideravelmente na região oeste, aonde, mesmo com menor atuação, a FPA provocou considerável acúmulo de chuvas, totalizando 57% de todo o período em questão. A região sul, como um todo, bem como a região sudeste tiveram boa parte de suas chuvas geradas pela ação das Frentes Polares, sendo que na região sudeste (Guarulhos) os índices mostraram impressionantes 98% dos totais pluviométricos relacionados a este sistema atmosférico. As regiões centro-norte/nordeste foram as que tiveram menores acumulados de chuvas provocados pela FPA, num total de 18% e 12%, respectivamente.

Em relação às ações de Instabilidade Tropical (IT), percebe-se que não há um padrão de atuação ao longo da área de estudo, porém, as regiões de maiores ocorrências foram toda a parte oeste, nordeste e leste, ainda que os percentuais não tenham ultrapassado os 17% na região oeste. Apesar dos baixos índices de participação, as chuvas provocadas por este sistemas são bastante volumosas, uma vez que os índices pluviométricos são elevados para o período analisado. Capinópolis, por exemplo, no centro da bacia, a participação da IT chegou a 9% e os acumulados de chuvas associados a ela foram de 80%, condições as quais foram evidenciadas ainda, de modo bastante parecido, em outras regiões, como são os casos da região leste (São Simão e Barbacena), da norte e noroeste (Brasília e Jataí) e da região central da bacia (Presidente Prudente), todas elas com índices de chuvas bastante elevados.

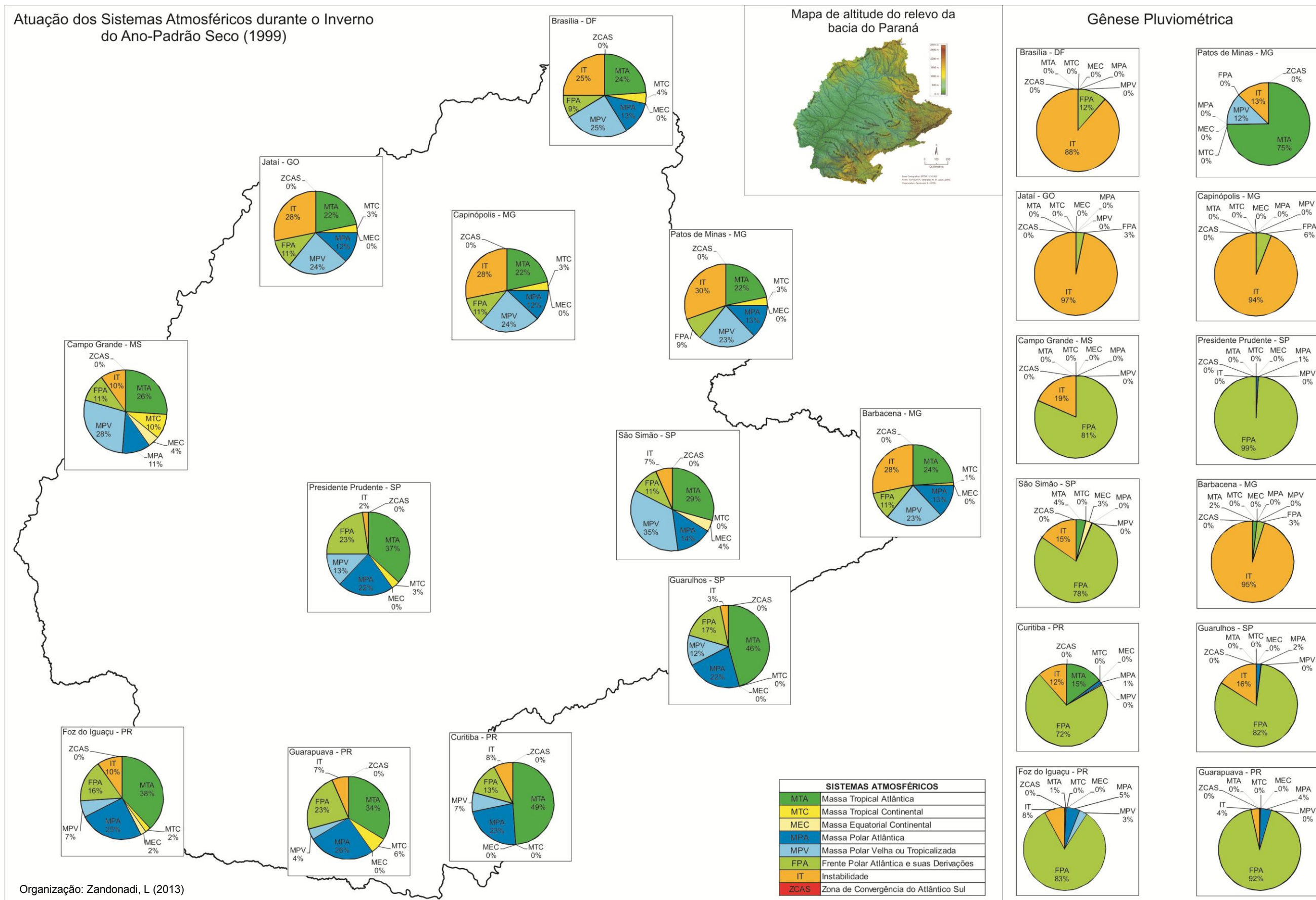
5.4.7 Ano de padrão pluviométrico seco (1999): período de inverno

No inverno do ano seco, conforme demonstram os Adendos B e E e a figura 34, os sistemas polares continuam agindo com muita intensidade, porém, já apresentam uma leve redução em suas participações, quando comparados com o período do outono, dando lugar às participações mais prolongadas dos sistemas tropicais, que juntos já somam mais de 50% de domínio em toda a região norte, o extremo leste da bacia (Barbacena), extremo sudoeste (Foz do Iguaçu) e leste da região sul (Curitiba). Na região oeste (Campo Grande) as ações ainda são divididas exatamente em 50% para o grupo de sistemas polares e 50% para o grupo de sistemas tropicais.

Dentre os sistemas polares, a MPA ainda mantém o domínio na região sul, mas conforme se avança para o norte, oeste e leste da bacia, suas ações vão diminuindo devido ao seu enfraquecimento e a MPV começa a se destacar com mais vigor. Em relação aos à gênese pluviométrica para estas duas massas de ar, a MPV só provocou chuvas na região de Foz do Iguaçu (3%) e Patos de Minas (12%), aonde já se encontra bastante tropicalizada. Já a MPA restringe suas chuvas apenas às regiões sul e sudeste, sendo os maiores acumulados registrados em Foz do Iguaçu e Guarapuava, com índices de 5% e 4%, respectivamente.

Já os sistemas frontais, representados na totalidade pela FPA, ainda se mantém mais intensa na região sul e sudeste e vai diminuindo suas atuações em direção ao norte-nordeste da área estudada, alcançando índices mínimos de 9% em Brasília e Patos de Minas. Os maiores índices de participação são notados em Guarapuava (23%), Presidente Prudente (23%) e Guarulhos (17%). De maneira geral, da parte central da bacia até o extremo sul, o extremo oeste, o sudeste e o centro-leste as chuvas foram geradas em grande parte pela ação da FPA, com índices que variam de 72% em Curitiba, a até 99% em Presidente Prudente.

Figura 34 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o inverno do ano de padrão pluviométrico seco (1999).



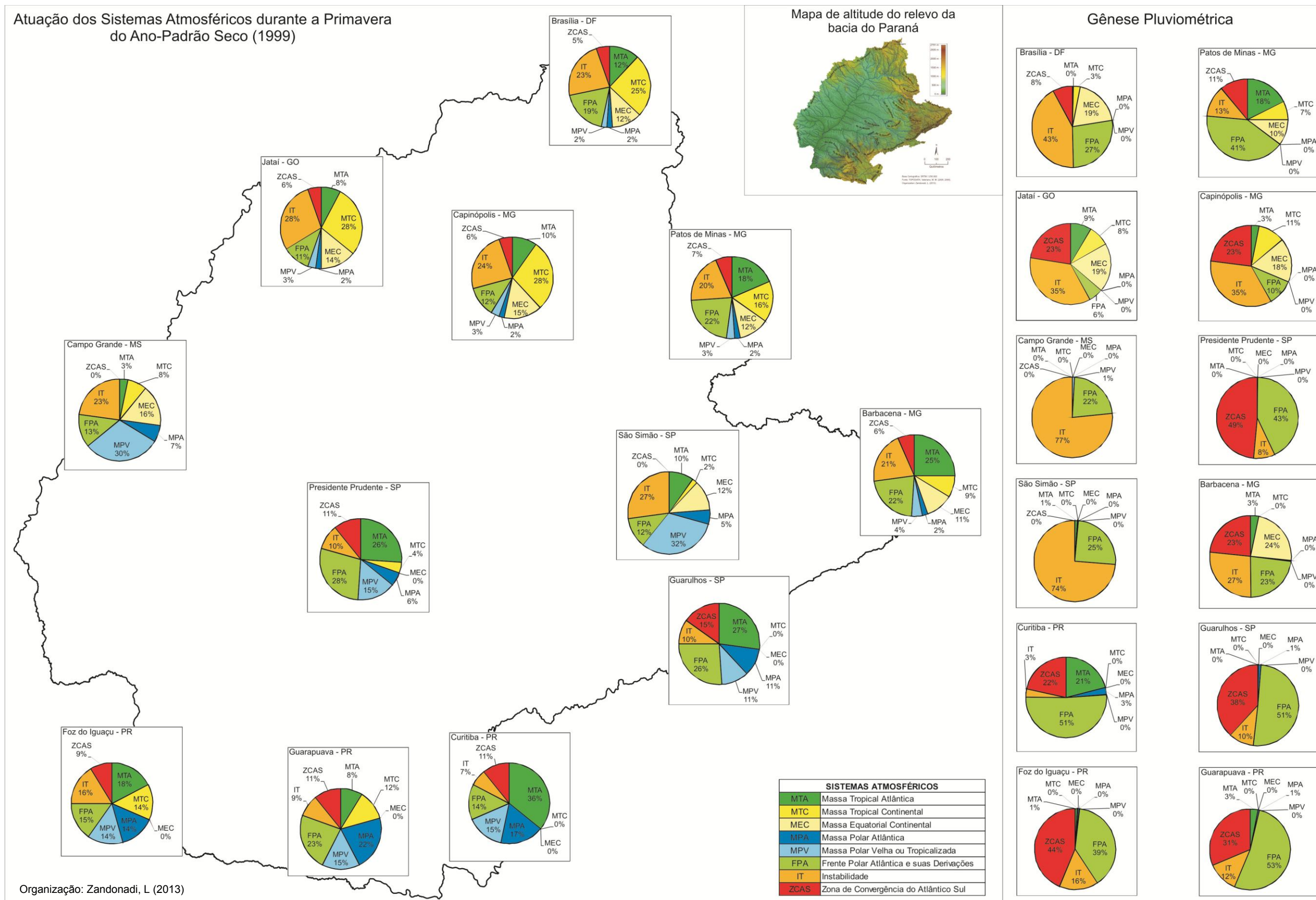
As chuvas do extremo leste da bacia (Barbacena), bem como toda a região norte (Brasília, Jataí e Capinópolis) são influenciadas neste período, principalmente pelas Instabilidades Tropicais (IT), as quais foram responsáveis por 88% a 97% da pluviosidade destas regiões e que também foram os sistemas que mais atuaram em cada uma delas. Já na região nordeste da área de estudo (Patos de Minas), apesar do maior tempo de atuação ser também da IT, os acumulados de chuvas do período estão associados à influência da MTA, que chegou a provocar 75% do total pluvial.

A MTC, assim como ocorreu no outono, também aparece atuando, mas continua ainda bastante tímida, sendo que suas maiores atuações ocorreram na região oeste, em Campo Grande, todavia, não gerou chuvas em nenhuma das regiões onde atuou. Repercussão parecida também teve a MEC, que mesmo sendo período invernal, já apareceu timidamente em três regiões, ou seja, Campo Grande, Foz do Iguaçu e São Simão. Destas localidades, apenas na última foram registradas chuvas provocadas pela MEC, num montante de apenas 3%.

5.4.8 Ano de padrão pluviométrico seco (1999): período de primavera

No final do ano de padrão seco, ou seja, na primavera, de acordo com as representações nos Adendos B e E e na figura 35, os sistemas tropicais voltam a dominar o cenário climático da bacia do Paraná quase que totalmente. Com exceção apenas do centro da região sul (Guarapuava), que ainda mantém maior influência de sistemas de fluxos polares e também de Campo Grande, na região oeste, aonde os sistemas se dividiram exatamente em 50% para cada grupo climático, exatamente como já havia ocorrido no inverno, em todas as demais regiões analisadas os sistemas tropicais assumem o papel de maior regulador do clima com mais de 50% de participação. Desta maneira, as atuações tanto da MPA quanto da MPV com mais vigor se restringem da região sul até a parte central da bacia, sendo que daí por diante as reduções nas participações destas massas de ar diminuem abruptamente na direção norte, nordeste e leste, mas sem deixarem de atuar. As chuvas registradas como sendo originadas pelas por estas duas massas de ar são praticamente nulas. A MPV gerou 1% das chuvas apenas em Campo Grande e a MPA também 1% em Guarulhos e Guarapuava e 3% em Curitiba.

Figura 35 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante a primavera do ano de padrão pluviométrico seco (1999).



Em relação à FPA este padrão de comportamento espacial não existe, sendo até mesmo difícil estabelecer um, já que os índices são bastante variáveis. Os índices mínimos de atuação da FPA são, no entanto, de 11% e 12% e foram registrados nas regiões noroeste (Jataí), centro-norte (Capinópolis) e centro-leste da bacia (São Simão), enquanto que os máximos estão no centro (Presidente Prudente), no sudeste (Guarulhos) e no centro-sul (Guarapuava). Além disso, o extremo leste e nordeste também apresentam índices mais elevados, de 22%. Os menores acúmulos de chuvas associados à FPA também coincidiram com as regiões onde ela menos atuou, as quais já foram descritas logo acima, e aonde foram registrados volumes equivalentes a 6% e 10% do total da primavera. Nas demais áreas os volumes gerados foram mais elevados, não ficando abaixo dos 22%, sendo que na região sul, somente em Foz do Iguaçu os índices não ultrapassaram os 50%. A região de Presidente Prudente, no centro da bacia, bem como a de Patos de Minas, no nordeste, também tiveram índices mais elevados, ultrapassando os 40%.

A atuação de alguns sistemas tropicais foi bastante intensa na bacia nesta primavera. A forte participação das ZCAS é um exemplo claro, já que não esteve presente apenas nas regiões oeste e centro-leste da bacia e os volumes de chuvas gerados por este sistema atmosférico foram bem contrastantes em algumas regiões, principalmente no sul e sudeste, onde os índices pluviométricos alcançaram os 44% em Foz do Iguaçu, 31% em Guarapuava, 22% em Curitiba e 38% em Guarulhos. Sua ação mais intensa, no entanto, foi na região de Presidente Prudente, centro da área de estudo, provocando 49% do total das chuvas para o período. Além destas, provocou chuvas mais intensas também nas regiões noroeste (Jataí) e no centro-norte da bacia (Capinópolis), ambas com 23% do volume total.

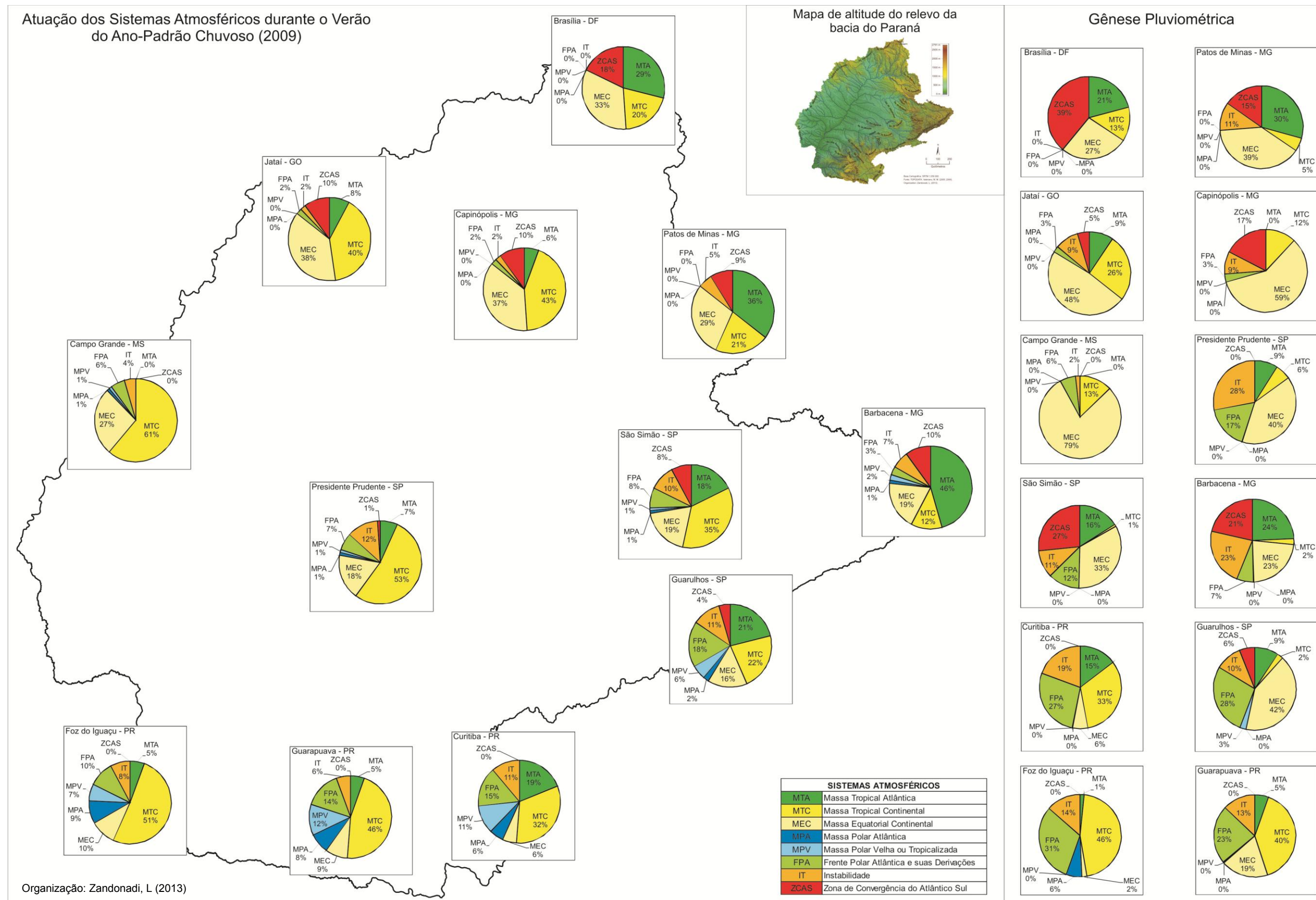
Em toda a região norte, e ainda, no extremo leste da área de estudo, a forte presença da MEC também foi essencial na formação de chuvas. No extremo leste os volumes gerados pela MEC equivaleram a 24%, e no norte, variaram entre 10 e 19%. O restante das chuvas foram provocadas pela IT, que também atuou fortemente nas regiões norte, nordeste, leste, oeste e sudoeste, provocando valores de chuvas que somaram entre 16 e 28% do volume de toda a primavera. As áreas de atuação da IT em que os volumes pluviais foram menores são Curitiba e Guarapuava, cada uma com 7% e 9% do total precipitado, respectivamente, além, também de Guarulhos e Presidente Prudente, ambas com 10% do total acumulado nos três últimos meses do ano.

5.4.9 Ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009): período de verão

Dando início às descrições das atuações dos sistemas atmosféricos e sua gênese pluvial sobre a bacia do Paraná para o ano identificado como chuvoso, nota-se, de imediato, pelas representações nos Adendos C e F e na figura 36, o intenso domínio exercido pelos sistemas tropicais por toda a área de estudo durante o verão. Nas regiões norte (Brasília) e nordeste (Patos de Minas) o domínio foi total, já que nem mesmo a FPA teve atuação, como vinha ocorrendo no ano de padrão habitual e também no seco. No centro-norte da bacia (Capinópolis) e no noroeste (Jataí) a FPA já conseguiu atuar, porém, bem timidamente, apenas em 2% do período em questão. Em toda a área central da bacia, desde o extremo leste (Barbacena) até o oeste (Campo Grande), a FPA apresenta um leve aumento de atuação, porém, que não ultrapassa os 8% (São Simão), e já há também, em toda essa região, pequenas atuações (máximo de 2% em Barbacena) da MPA e MPV. Nas demais regiões ao sul e sudeste houve aumentos nas participações dos sistemas polares, sendo ainda possível notar que a FPA apresenta atuações que crescem no sentido oeste para leste da região sul (de Foz do Iguaçu para Curitiba) e também em direção a região sudeste (Guarulhos), esta última com 18% de participação de sistemas frontais e o mais intenso associado à FPA.

Já a MPA apresenta padrão espacial de atuação inverso da FPA, aumentando suas participações da região sudeste em direção a oeste. A MPV, por sua vez, também aumentou suas atuações nestas regiões, mas as áreas de maior intensidade foram em Guarapuava (12%) e Curitiba (11%). A pluviosidade gerada pela MPA e MPV foi nula na maior parte da bacia, já que os únicos registros associados à MPA ocorreram em Foz do Iguaçu (6%), e à MPV em Guarulhos (3%). Quanto à FPA, nota-se que mesmo tendo participação pequena em algumas regiões, as instabilidades atmosféricas causadas no momento de sua chegada já foram suficientes para provocar acúmulos de chuvas, ainda que em porcentagens pequenas (Jataí e Capinópolis, 3%, Campo Grande, 6%, e Barbacena, 7%). Nas demais regiões os acumulados de chuvas associados à FPA no verão já foram mais expressivos (variando de 12% a até 31% na região central, sudeste e sul da bacia), mesmo para um período de intenso domínio de sistemas tropicais.

Figura 36 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o verão do ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009).



Na análise da atuação dos sistemas tropicais, percebe-se forte aumento na participação da MTC que alcançou todas as regiões da bacia. Os maiores índices de atuação desta massa de ar foram registrados nas regiões oeste (61%), sudoeste (51%) e central (53%), todas mais próximas da região onde ela se origina, diminuindo gradativamente suas participações na medida em que avança tanto para o leste-sudeste, quanto para o norte-nordeste da área estudada, atingindo seus mínimos no extremo leste (12% em Barbacena). Apesar de ser uma massa quente e seca na sua fonte, provocou chuvas em todas as regiões, possivelmente geradas por convecção devido às altas temperaturas que ela provoca. A região mais atingida por suas chuvas foi a sul, onde foram registrados 48% do total precipitado no verão, seguida das regiões noroeste (26), norte (12 e 13%) e oeste (13%).

Assim como a MTC, a MEC também atuou por toda a bacia com grande intensidade neste verão e, de modo mais forte, nas áreas mais próximas de sua origem, ou seja, nas regiões noroeste, aonde registrou 38% de participação, a qual foi reduzindo na direção leste-sudeste, onde atuou em 19% do período, e principalmente para o sul, atingindo apenas 6% em Curitiba e 9% em Guarapuava. A MEC foi responsável pelos maiores acúmulos pluviométricos do verão na região oeste, somando 79% de todo o volume precipitado. Foi também quem garantiu os maiores índices pluviométricos registrados nas regiões noroeste (Jataí, 48%), centro-norte (Capinópolis, 59%), nordeste (Patos de Minas, 39%), centro (Presidente Prudente, 40%) e sudeste da bacia (Guarulhos, 42%). E ainda, com exceção apenas de Curitiba e Foz do Iguaçu, regiões onde a MEC apresentou suas menores participações, com índices de 6% e 2%, respectivamente, nas demais regiões, no extremo norte (Brasília, 27%), extremo leste (Barbacena, 23%) e centro sul da bacia (Guarapuava, 19%), as colaborações da MEC em relação às chuvas foi bem significativa.

Com a colaboração mais intensa da Massa Equatorial Continental, houve também maiores ocorrências de ZCAS, porém, suas atuações ficaram restritas entre as porções norte, onde agiu com mais intensidade (18% do tempo do verão), e as porções leste (10%), sudeste (4%) e central da bacia (1%), sendo esta última a que foi menos visitada por este sistema atmosférico tropical. Com esta configuração espacial, as ZCAS não provocaram chuvas nas regiões sul, oeste e centro da bacia e as regiões noroeste e sudeste também não foram muito regadas por suas chuvas, uma vez que os índices constituíram apenas 5% e 6% dos totais pluviais, respectivamente. Em contrapartida, foi este sistema atmosférico o principal responsável pelas chuvas no extremo norte da área de estudo, gerando 39% dos totais registrados para o verão. Sua forte influência pluvial foi muito sentida também nas regiões mais próximas, como no caso do centro-norte (10%), nordeste (9%) e, já mais distante e com maior intensidade, no centro-leste (27%) e extremo-leste (21%).

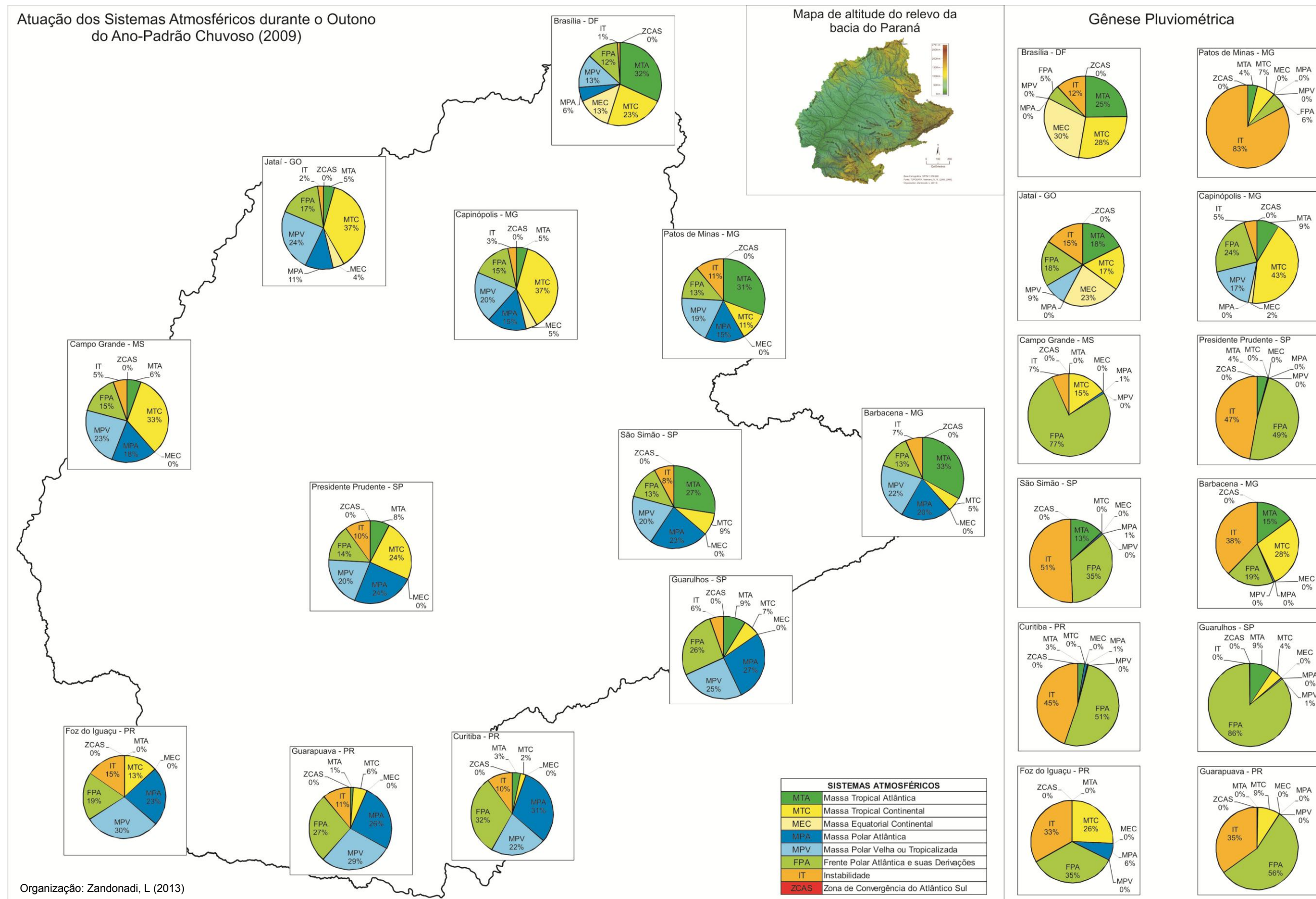
Outro fator que contribuiu para que o verão deste ano fosse fortemente chuvoso foi o fato de ter havido diminuição nas ações da MTA. Nas regiões onde ela atuou com mais recorrência, principalmente na metade leste da bacia, os acúmulos pluviométricos foram maiores, já que são regiões mais próximas do seu centro de ação, aonde a MTA ainda contém muita umidade trazida do oceano, e ao se chocar com o relevo mais elevado desta porção leste, gera maiores acúmulos de chuvas. Na outra metade leste, em virtude da distância percorrida, da influência inicial do relevo e da tropicalização sofrida no trajeto, a MTA perdeu umidade, mas também força, não alcançando o extremo-oeste e nas regiões em chegou a atuar, foi por pouco tempo.

5.4.10 Ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009): período de outono

Se no verão do ano chuvoso os sistemas tropicais dominaram a região da bacia do Paraná, na passagem para o outono é marcante a retomada por parte dos sistemas polares que, quando somados em suas atuações só não tiveram maior domínio no extremo norte da bacia (Adendos C e F e figura 37). No centro-norte houve divisão na participação de maneira igual com os sistemas tropicais.

As atuações dos sistemas frontais já estão bem mais fortalecidas neste período, concentrando maior tempo de atuação na região sul e sudeste, porém, com visível aumento também nas demais regiões, diminuindo gradativamente no trajeto sul-norte-nordeste. Os maiores acumulados pluviais provocados pelas atuações da FPA estão distribuídos numa faixa que engloba toda a região sul e sudeste da bacia, passando pelo centro e chegando até a região oeste, sendo que o setor a sudoeste (Foz do Iguaçu) foi o que apresentou o menor índice (35%), e o sudoeste (Guarulhos) o maior (86%). A partir da região sudeste, a região centro-leste (São Simão) ainda é bastante regada pela FPA, mas já apresenta redução nas chuvas, as quais diminuem ainda mais em direção ao extremo leste (Barbacena). O mesmo processo acontece a partir do centro da bacia em direção ao centro-norte e noroeste, e a partir daí, em direção ao nordeste (Patos de Minas) e extremo norte (Brasília), onde os domínios pluviométricos dos sistemas frontais foram, respectivamente, de apenas 6% e 5%.

Figura 37 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o outono do ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009).



A MPA teve maior domínio neste outono através de um eixo que vai desde o setor localizado a sudoeste da bacia (Foz do Iguaçu, 23%), passando por toda a região sul (Guarapuava, 26% e Curitiba, 31%), central (Presidente Prudente, 24%), sudeste (Guarulhos, 27%) e chegando até a região leste (Barbacena, 20%). Em direção ao norte da bacia, suas participações reduzem aos poucos, chegando a um mínimo de 6% no extremo norte. As chuvas provocadas pela MPA foram a quantidades muito pequenas e o maior índice de acumulado registrado no período foi em Foz do Iguaçu, de 6%. Curitiba, Campo Grande e São Simão também tiveram chuvas associadas à MPA, mas em volumes bem menores, que somaram apenas 1% do total do período.

A participação da MPV neste mesmo período de outono do ano chuvoso, em termos espaciais, foi parecida com o comportamento da MPA, apenas com um pouco mais de participação na região norte e noroeste da bacia. Estas regiões, inclusive, tiveram maiores índices de chuvas associados à MPV, como se pode perceber na região de Jataí e Capinópolis, ambas com 9% e 17%, respectivamente, das chuvas de outono provocadas por esta massa de ar de origem polar.

Quanto aos sistemas tropicais, a MTC atuou em praticamente todas as regiões da área de estudo e suas participações mais intensas englobam toda a parte oeste da bacia (com índices de atuação variando entre 13% em Foz do Iguaçu e 37% em Jataí e Capinópolis), reduzindo fortemente nas direções leste e sudeste e o seu mínimo de atuação no outono foi registrado em Curitiba (2%). As chuvas mais intensas provocadas por esta massa de ar tropical estão, de modo geral, fortemente associadas com as regiões em que ela apresentou maior domínio. A única exceção ocorreu em Barbacena, onde sua participação foi de apenas 5% e gerou 28% do total pluviométrico de outono.

A MTA também participou da configuração do clima durante o outono atuando em praticamente toda a bacia e a única região em que não foi registrada sua presença foi na sudoeste, em Foz do Iguaçu. Todavia, em virtude das intensas participações dos sistemas polares nesta época do ano, suas participações mais intensas ficaram restritas às regiões norte (Brasília, 32%), nordeste (Patos de Minas 31%) e leste (São Simão, 27%, e Barbacena, 33%). A região norte foi onde a MTA gerou os maiores índices cumulativos de chuvas para o período, com 25%. O leste também foi bem regado por suas chuvas no outono, com índices de 15% em Barbacena e 13% em São Simão. E apesar das menores participações da MTA, Guarulhos, Capinópolis e Jataí também tiveram bons acumulados pluviais que chegaram a 9% nas duas primeiras localidades e 18% na última.

Da mesma maneira que ocorreu em praticamente todas as estações, de todos os anos analisados, as Instabilidades Tropicais aparecem neste outono atuando em todas as

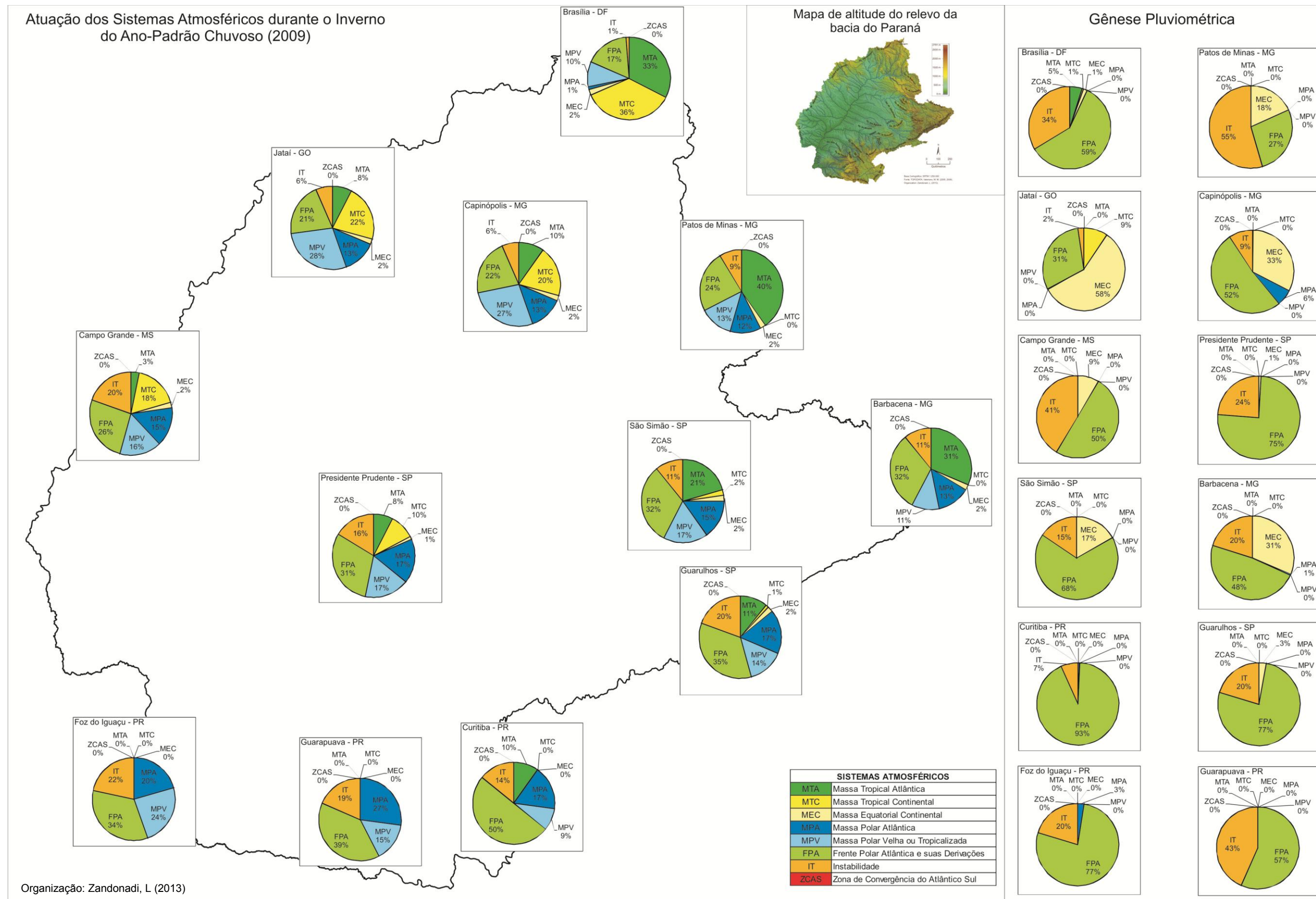
regiões. Do mesmo modo também, verifica-se que nem sempre este sistema tem um padrão de atuação espacial definido, possuindo grande variação ao longo da bacia e de um período sazonal para outro. Porém, os acumulados de chuvas associados a este sistema quase sempre são elevados, muitas vezes exercendo domínio pluvial em relação aos demais sistemas. As maiores presenças deste sistema, portanto, foram verificadas na região sudoeste, em Foz do Iguaçu (15%). Essa região, juntamente com o restante da região sul e parte da área central da bacia tiveram os índices mais elevados de atuação relativos à IT, e aonde os índices mínimos foram de 10%.

5.4.11 Ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009): período de inverno

No inverno do ano chuvoso os sistemas polares continuam agindo intensamente e, assim, somente no extremo norte e no nordeste da bacia não dominam a região por mais de 50% do período (Adendos C e F e figura 38). Além disso, no nordeste os domínios entre polares e tropicais ainda estão muito divididos, sendo 51% do inverno com atuação tropical e 49% de polar.

A MPA continua tendo maior ação no sul e sudeste da área de estudo, com variação de 17 a 27% (Guarulhos/Curitiba e Guarapuava, respectivamente) de permanência, e suas atuações reduzem suavemente em direção ao norte e leste-nordeste da bacia. A redução mais brusca se dá no extremo norte onde o índice de atuação cai para apenas 1%. A MPV já começa a ter redução em suas participações em todas as regiões e já não apresenta tanto um padrão de atuação conforme visto no outono, momento em que atuava com maior intensidade no sul e diminuía gradativamente em direção norte/nordeste. Agora, suas maiores participações se concentraram no centro-norte (Capinópolis, 27%) e noroeste da bacia (Jataí, 28%), regiões onde as massas polares como um todo começam a encontrar maiores obstáculos em relação ao relevo que tende a se erguer a partir de então, fator que pode ter sido essencial para registrar os maiores acumulados de chuvas associados à MPA da bacia e que ocorreu em Capinópolis, totalizando 6%. Outras regiões em que a MPA provocou chuvas foi Foz do Iguaçu e Barbacena, porém, com índices bem pequenos, de 3% e 1%, respectivamente. Já a MPV não provocou chuvas durante este inverno.

Figura 38 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o inverno do ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009).



Se as massas de ar polares praticamente não provocaram chuvas, o mesmo não se pode afirmar em relação aos sistemas frontais que geraram grandes acumulados por toda a área estudada. Com uma participação intensa desde o sul até o norte, variando com mínimos de 17% no extremo norte, na região de Brasília, e com máximos de até 50% de atuação em Curitiba, os eventos frontais foram, dentre os diversos sistemas atuantes, os responsáveis pela maior parte das chuvas caídas na bacia neste inverno, e somente nas regiões de Brasília e Jataí os acumulados pluviométricos relativos aos sistemas frontais não foram superiores aos demais sistemas. Nestes casos, quem dominou os totais de chuvas foram, respectivamente, a IT (34%) e a MEC (58%).

Com ação ainda intensa dos sistemas polares neste período, a Massa Tropical Continental não agiu na região sul e suas maiores participações ocorreram nas regiões norte (36%), noroeste (22%) e oeste (18%) e com um pouco menos de intensidade no centro da bacia (10%). Houve ainda atuações da MTC até às regiões centro-leste e sudeste, porém, com índices relativamente pequenos, ou seja, de 2% e 1%, respectivamente. Entretanto, a única região que registrou chuvas associadas à MTC foi a de Jataí, no noroeste, de 9%.

Mesmo não sendo muito comum nesta época do ano, a Massa Equatorial Continental também atuou desde o norte e noroeste, até a parte central, leste e sudeste da bacia. Foi uma participação ainda bastante tímida em que os índices inverniais não ultrapassaram os 2% em nenhuma das regiões onde atuou, porém, pelo fato de ser uma massa extremamente úmida, foi o suficiente para gerar 58% do total das chuvas da região noroeste (Jataí), 33% da região centro-norte (Capinópolis), 18% da região nordeste (Patos de Minas) e 31% e 17%, respectivamente, no extremo leste (Barbacena) e centro-leste (São Simão), além de garantir volumes menores em Campo Grande (9%), Guarulhos (3%) e Presidente Prudente e Brasília com 1%.

Os demais volumes de chuvas ocorreram em função da participação das Instabilidades Tropicais, que, como já observamos, tem sempre participação por toda a área de estudo, gerando muitas vezes intensos acumulados pluviométricos. No entanto, ao contrário do que se viu em praticamente todos os períodos analisados, agora, no inverno do ano chuvoso, as atuações deste sistema mantiveram um padrão espacial de modo que a sua intensidade diminuiu da região sudoeste em direção ao norte/nordeste. Se a participação da IT apresentou padronização, não se pode dizer o mesmo em relação aos índices pluviométricos gerados por ela, já que em Brasília, onde a IT atuou em apenas 1% do período de inverno, foi responsável por 34% das chuvas. Este comportamento nos permite afirmar que as Instabilidades Tropicais são sistemas capazes de gerar grandes

volumes de chuvas em curtos espaços de tempo e por este motivo sempre se constata altos índices pluviométricos relacionados à sua participação em todas as regiões da bacia.

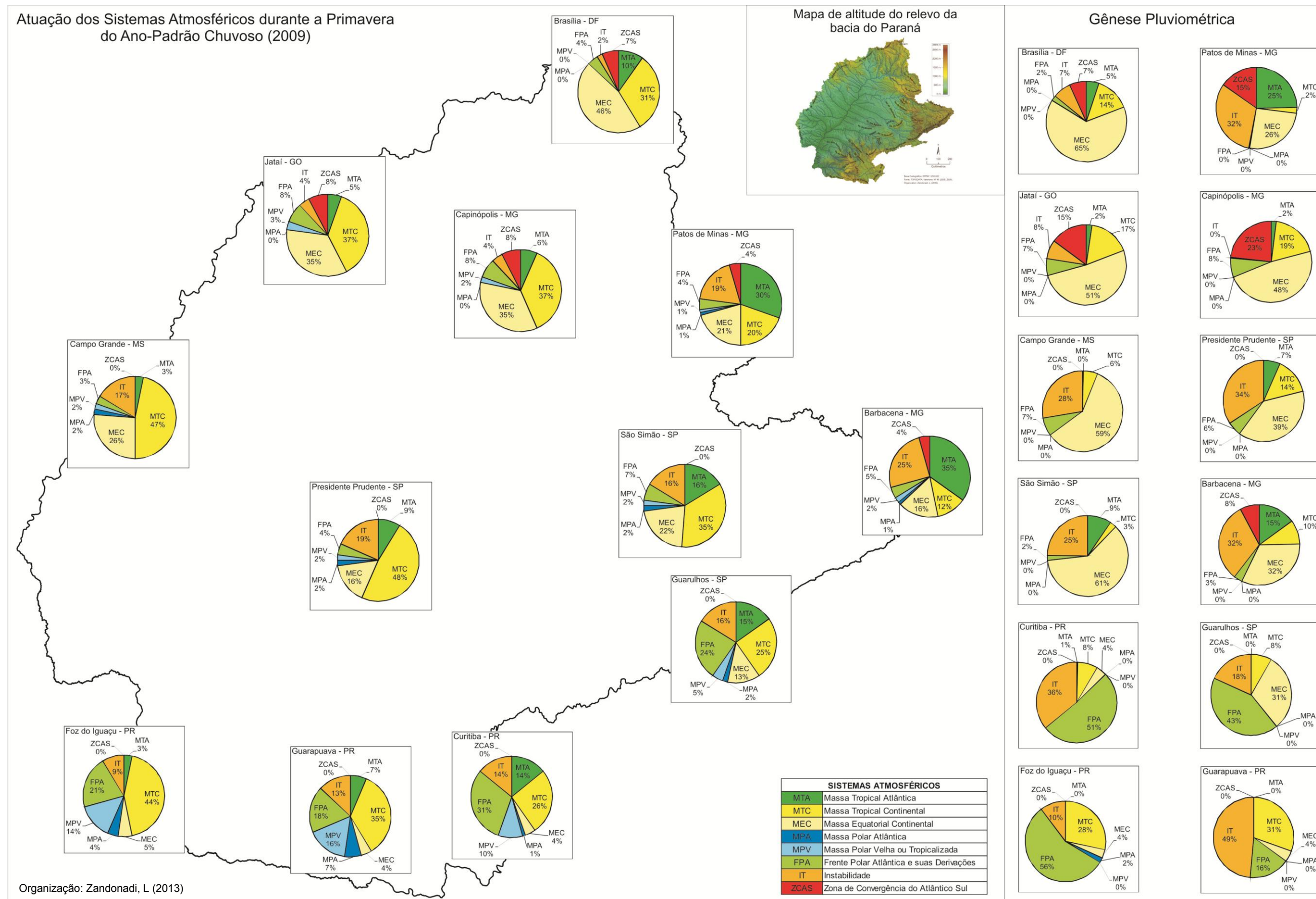
5.4.12 Ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009): período de primavera

Como o término do inverno e início da primavera nota-se claramente a expressiva redução na participação dos sistemas polares na bacia como um todo devido as fortes influências dos sistemas tropicais (Adendos C e F e figura 39). A configuração que agora se percebe sobre a bacia é bem próxima daquela já registrada durante o verão.

As regiões sul e sudeste são as que ainda continuam a receber a maior influência dos sistemas polares, mas, mesmo nestas porções da bacia as atuações de fluxos polares não ultrapassam os 42% (Curitiba). Logo após deixar estas regiões, a queda na participação dos sistemas controlados por correntes de sul diminuem consideravelmente e se mantém assim em todas as demais regiões. Assumindo-se um caminho mais pela calha do rio Paraná, o limite de atuação da Massa Polar Atlântica em sua excursão rumo ao norte neste período de primavera foi o centro da bacia, onde atuou por 2% do período primaveril, daí por diante já não há mais registros de sua atuação. Já pelo caminho mais a leste da bacia, ainda se percebe que ela chegou a atuar na região nordeste, em Patos de Minas, com apenas 1% de participação. Já a MPV consegue ir um pouco mais além, atuando em 3% do período na região noroeste, 2% no centro-norte e 1% na porção nordeste. No extremo norte, o único sistema polar que ainda conseguiu atuar foi a FPA, que continuou resistindo com 4% de participação durante toda a primavera.

Não houveram registros de chuvas relacionados à MPV em nenhuma região da bacia e, quanto à MPA, os únicos 2% do total de chuvas associados a ela ocorreram na região sudoeste, em Foz do Iguaçu. Em relação à FPA, a única região em que esta não proporcionou nenhum registro pluviométrico foi a nordeste, na estação de Patos de Minas. Já os maiores índices de chuvas registrados coincidiram com as regiões em que as atuações também foram mais prolongadas na primavera, ou seja, em toda a região sul e no sudeste, sendo que em Foz do Iguaçu e Guarapuava mais de 50% dos totais pluviométricos registrados foram provocados por sistemas frontais e em Guarulhos ultrapassaram os 40%. Nas demais regiões em que houve atuações da FPA os acumulados pluviais no período não ultrapassaram 8%, ocorrido no centro-norte da bacia. Os menores acumulados foram verificados no extremo leste (3%) e no centro-leste (2%).

Figura 39 – Atuação espacial dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia hidrográfica do rio Paraná durante a primavera do ano de padrão pluviométrico chuvoso (2009).



Dentre os sistemas de origens tropicais o único que não atuou em todas as regiões da área de estudo foi a ZCAS que se restringiu a uma faixa de atuação que vai desde o centro norte/norte/noroeste, aonde as participações chegaram a um máximo de 8%, passando pelo nordeste e chegando até o extremo leste, ambas com 4% de atuação. Os maiores índices de chuvas foram registrados na região centro-norte, alcançando 23%, e também no noroeste e nordeste, cada um com 15% do total do volume primaveril.

A MEC também agiu de modo bastante forte em praticamente toda a bacia, gerando grandes volumes de chuvas no período da primavera em grande parte do seu território. As menores atuações ocorreram na região sul, onde os montantes de chuvas registrados ficaram entre 4% e 5%. A participação desta massa tropical aumenta bastante em direção ao noroeste e norte da bacia, onde atingiu, respectivamente, 35% e 46% do total de dias do período analisado. Nestas áreas de grande domínio da MEC os índices mostraram que dos totais de chuvas acumulados em toda a primavera, entre 26% e 65% foram provocados por sua intensa participação.

A MTC também teve grande atuação no período e sua participação foi maior na metade oeste da bacia, diminuindo em direção leste. Os maiores acúmulos de chuvas provocados por este sistema tropical ocorreram na região, sendo 31% em Guarapuava e 28% em Foz do Iguaçu. Na região norte os índices pluviais também foram mais elevados, ficando entre 14% (Brasília) e 19% (Capinópolis).

As atuações da MTA continuam sendo mais fortes no setor leste da bacia, principalmente nas regiões de Barbacena (35%) e Patos de Minas (30%) e tendem a diminuir gradativamente para o interior, atingindo mínimos de 3% de domínios do período da primavera nas regiões oeste e sudoeste. As chuvas tenderam a acompanharem este padrão espacial de atuação e tiveram maiores acúmulos relacionados à MTA nas regiões onde ela mais atuou, ou seja, totalizando 25% em Patos de Minas e 15% em Barbacena. Na região de São Simão, aonde a participação da MTA chegou a 16%, os índices de chuvas registrados foram de 9%. A partir daí, os índices pluviométricos associados à participação da MTA no restante da bacia não ultrapassaram 7%.

Finalmente, neste final de ano chuvoso, os índices de chuvas que ainda restaram dizem respeito às interferências provocadas pelas Instabilidades Tropicais (IT), que, como de praxe, sempre apareceu atuando de modo bastante frequente em todos os períodos analisados. Neste caso em específico, as maiores atuações foram notadas desde o oeste da bacia, passando pelo centro e chegando até o leste, região onde os índices participativos alcançaram 25%. Enquanto isso também diminui levemente a atuação na direção sul, e ainda, com mais intensidade para o norte, local das menores atuações deste sistema

atmosférico, não ultrapassando os 4% em toda a primavera. Apesar de em várias ocasiões ter se verificado que os volumes pluviométricos provocados por estas instabilidades são muitas vezes altos, tendo em vista que em regiões onde houve baixa atuação da IT os acumulados de chuvas foram, com certa frequência, mais fortes do que em áreas onde as atuações foram mais prolongadas, na primavera do ano chuvoso os índices tenderam, ainda que de modo generalizado, a acompanhar as participações da IT ao longo da área de estudo. Uma única exceção foi a de Guarapuava, em que a maior parte das chuvas (49%) foi provocada por este sistema tropical, num período de participação que foi de apenas 13%.

5.5 Análise da vazão hídrica da bacia através de usinas hidrelétricas

Esta seção será abordada considerando-se outra vertente desta pesquisa, ou seja, a hidrológica, a qual reporta as informações acerca dos dados de vazão hídrica de seis usinas hidrelétricas selecionadas com o objetivo de avaliar as possíveis influências que as chuvas caídas na bacia acarretaram na vazão dos rios ao longo dos três anos-padrões. Esta não é, no entanto, uma análise completa sobre o tema, já que seria inviável a abordagem de todas as variáveis que interferem no ciclo hidrológico, principalmente numa bacia com tamanhas extensões como é o caso em questão. Porém, entende-se que as discussões sejam ao menos uma iniciativa sobre o tema e também o primeiro passo para um aprofundamento das análises em pesquisas futuras.

Na tentativa de proporcionar uma visão mais ampla do comportamento das vazões ao longo da bacia hidrográfica do rio Paraná, as análises foram realizadas de maneira conjunta, ou seja, sempre buscando fazer correlações entre os comportamentos verificados em uma dada usina hidrelétrica e relacioná-los com os das demais.

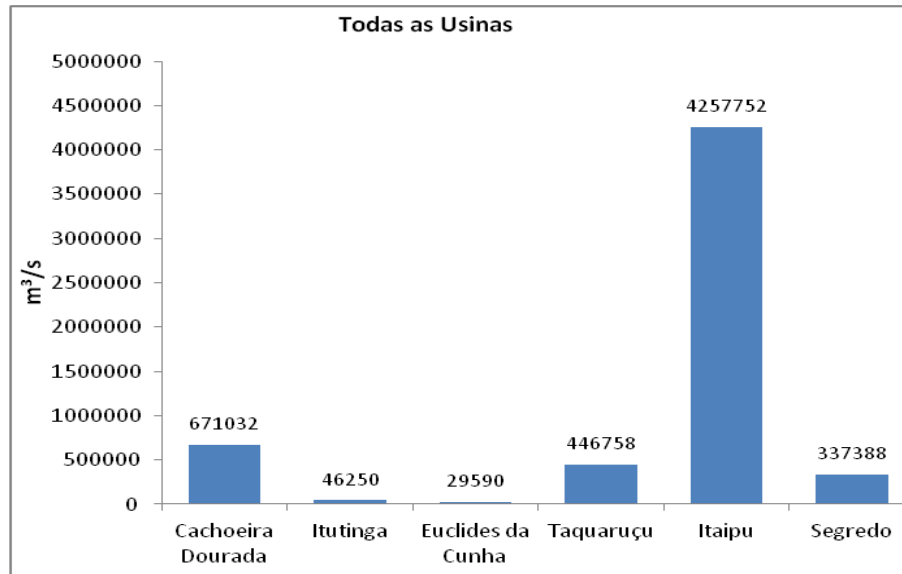
5.5.1 A vazão hídrica durante o ano de padrão habitual (2005)

5.5.1.1 Variação nos volumes totais anuais da vazão hídrica

Verificando-se, portanto, a figura 40, percebe-se que para o ano habitual houve diferenças expressivas na vazão de cada uma das seis usinas hidrelétricas escolhidas para análise. As que apresentam menores vazões anuais são as que se localizam no extremo-leste e centro-leste da bacia, ou seja, a usina de Euclides da Cunha e Itutinga, ambas,

respectivamente, com 29.590 m³/s e 46.250 m³/s durante este ano de padrão habitual. Estas usinas possuem as menores vazões dentre todas as demais devido as menores áreas de drenagens vinculadas a elas, como pode ser verificado na figura 18 da página 66.

Figura 40 – Total anual das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão habitual (2005).



Em seguida, com áreas de drenagem maiores e em regiões distintas das duas primeiras, temos as usinas de Segredo (no centro da região sul), Taquaruçu (na região central da bacia) e Cachoeira Dourada (no centro da região norte), ambas com vazões anuais de 337.388 m³/s, 446.758 m³/s e 671.032 m³/s, respectivamente. E, finalmente, a usina de Itaipu, a segunda maior do mundo em tamanho e a primeira em geração de energia elétrica, apresentando somatório anual de 4.257.752 m³/s, pois acaba recebendo as águas de todas as demais usinas da bacia, com exceção apenas da usina de Segredo.

5.5.1.2 Correlação Linear de Pearson para os totais anuais da vazão hídrica

A Correlação Linear de Pearson (figura 41) mostrou que há relação direta variando de moderada a forte entre as vazões registradas pela usina de Itaipu e as demais usinas durante o ano habitual, ou seja, quando as vazões das usinas aumentaram, a de Itaipu também aumentou, e quando diminuiu as demais também retrocederam. As correlações diretas consideradas fracas neste nível anual de análise foram registradas em apenas duas

ocasiões, uma delas entre usina Cachoeira Dourada e Taquaruçu e a outra entre Euclides da Cunha e Segredo, esta última, aliás, também apresentou os três únicos casos de correlações negativas ao longo deste ano de padrão habitual, ou seja, quando as suas vazões aumentaram, as das demais diminuíram, e vice-versa. As maiores diferenças de correlação verificadas para a usina de Segredo em relação às demais usinas estão diretamente associadas à maior influência de sistemas de origens polares ao longo de todo ano na região sul, onde ela se localiza, fazendo com que as chuvas geradas, e, conseqüentemente, as vazões produzidas, sejam também bastante diferenciadas do restante da bacia.

Entretanto, mesmo que a usina de Segredo não mostre fortes correlações com as demais usinas, os resultados comprovam que apesar da grande variabilidade climática e fisiográfica da bacia, as vazões da maioria dos diversos pontos analisados estão diretamente conectados, ao menos no nível anual, e que os períodos de estiagem ou de excesso de chuvas em uma dada região podem afetar diretamente a disponibilidade hídrica em outras partes da bacia.

Figura 41 – Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação anual existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão habitual (2005).

Correlação entre vazões registradas em cada usina			
Usina Hidrelétrica / Usina Hidrelétrica	2005	$\Sigma (-)$	$\Sigma (+)$
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itutinga	0,84	0	1
UHE Cachoeira Dourada / UHE Euclides da Cunha	0,67	0	1
UHE Cachoeira Dourada / UHE Taquaruçu	0,28	0	1
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itaipu	0,74	0	1
UHE Cachoeira Dourada / UHE Segredo	-0,53	1	0
UHE Itutinga / UHE Euclides da Cunha	0,76	0	1
UHE Itutinga / UHE Taquaruçu	0,47	0	1
UHE Itutinga / UHE Itaipu	0,79	0	1
UHE Itutinga / UHE Segredo	-0,45	1	0
UHE Euclides da Cunha / UHE Taquaruçu	0,58	0	1
UHE Euclides da Cunha / UHE Itaipu	0,70	0	1
UHE Euclides da Cunha / UHE Segredo	-0,33	1	0
UHE Taquaruçu / UHE Itaipu	0,63	0	1
UHE Taquaruçu / UHE Segredo	0,22	0	1
UHE Itaipu / UHE Segredo	0,58	0	1
$\Sigma (-)$		3	3
$\Sigma (+)$		12	12

Valor de P (+/-)	Correlação
0,00 ---- 0,19	Bem Fraca
0,20 ---- 0,39	Fraca
0,40 ---- 0,69	Moderada
0,70 ---- 0,89	Forte
0,89 ---- 1,00	Muito Forte

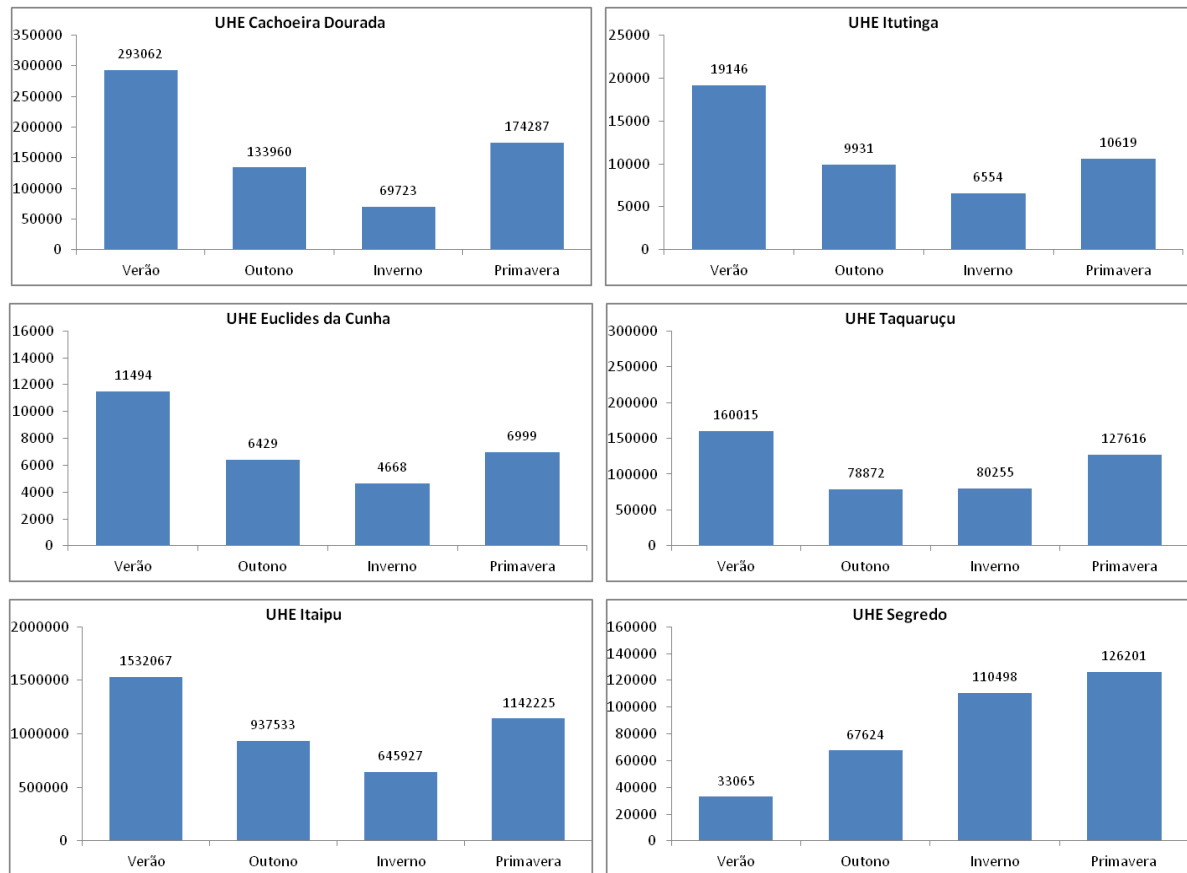
Organização: Zandonadi, L. (2013)

5.5.1.3 Variação nos volumes totais sazonais da vazão hídrica

Verificando-se a figura 42, que mostra a distribuição das vazões de cada usina durante as quatro estações deste ano de padrão habitual, percebe-se que, com exceção apenas da usina de Segredo, todas as demais apresentaram um padrão com maiores

vazões durante o verão, as quais diminuíram no outono, atingindo valores mínimos no inverno e voltando a aumentar na primavera. A usina de Taquaruçu teve seu mínimo de vazão no outono, porém, foi um valor muito próximo do registrado no inverno, o que, como nas outras usinas, configura um início e um final de ano com maior disponibilidade hídrica e redução nos períodos referentes às estações do meio do ano.

Figura 42 – Total sazonal das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão habitual (2005).



Já a usina de Segredo é a que apresenta a maior diferença no padrão de comportamento sazonal, uma vez que é a única usina em que as vazões são menores durante o verão e vão aumentando gradativamente no decorrer do ano, até atingir seu máximo na primavera, com o ano sendo finalizado. Este comportamento diferenciado confirma o que já foi destacado nas análises do comportamento das vazões anuais, de que a usina de Segredo é continuamente afetada pela dinâmica atmosférica atuante no sul da bacia, de origem polar e, quase que exclusivamente, as chuvas que ocorrem nesta região são geradas por estes sistemas, principalmente pelas participações das Frentes Polares e suas repercussões, que tendem a agir com maior intensidade no outono e inverno,

tornando estes períodos mais chuvosos e com vazões mais elevadas, ao contrário do que ocorre em outras regiões da bacia.

É por este motivo também que a usina de Taquaruçu apresentou vazão ligeiramente mais elevada no inverno, quando relacionada ao outono, já que esta usina se encontra numa região de prolongamento das ações dos sistemas de origem polar que passam pela região sul e avançam em direção ao norte da bacia. Já a usina de Itaipu, apesar de se encontrar na mesma região da usina de Segredo, não apresentou o mesmo comportamento hídrico por ser o exutório da bacia, recebendo águas provindas de diversas regiões climaticamente distintas, e, portanto, não se podem associar as flutuações em suas vazões somente às chuvas caídas em Foz do Iguaçu.

5.5.1.4 Correlação Linear de Pearson para os totais sazonais da vazão hídrica

As afirmações acima podem ser comprovadas através da figura 43 que mostra a correlação existente entre as usinas durante cada uma das estações do ano. Nota-se, portanto, que a mais correlação (0,90), considerada muito forte, ocorreu justamente entre a usina de Segredo e a de Taquaruçu, no inverno. Além disso, durante a primavera a correlação entre ambas as usinas também foi de intensidade forte (0,73), e no verão e outono, foi ao menos moderada (0,67 e 0,42). A usina de Taquaruçu foi ainda o único caso em que a usina de Segredo não apresentou correlação inversa ou negativa em nenhuma das estações do ano, o que comprova, ao menos em relação ao período de ocorrência, as similaridades pluviométricas ocorridas nas duas usinas.

Figura 43 – Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação sazonal existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão habitual (2005).

Correlação entre vazões registradas em cada usina							Organização: Zandonadi, L. (2013)
Usina Hidrelétrica / Usina Hidrelétrica	V	O	I	P	Σ (-)	Σ (+)	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itutinga	0,46	0,43	0,54	0,84	0	4	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Euclides da Cunha	0,60	0,51	0,25	0,59	0	4	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Taquaruçu	0,35	0,00	-0,48	-0,51	2	2	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itaipu	0,46	0,61	0,13	0,64	0	4	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Segredo	0,45	-0,48	-0,67	-0,77	3	1	
UHE Itutinga / UHE Euclides da Cunha	0,54	0,76	0,35	0,65	0	4	
UHE Itutinga / UHE Taquaruçu	0,58	0,72	0,49	-0,14	1	3	
UHE Itutinga / UHE Itaipu	0,61	-0,09	-0,07	-0,17	3	1	
UHE Itutinga / UHE Segredo	0,73	-0,49	-0,46	0,65	2	2	
UHE Euclides da Cunha / UHE Taquaruçu	0,58	0,72	0,49	-0,14	1	3	
UHE Euclides da Cunha / UHE Itaipu	0,50	0,35	0,72	0,61	0	4	
UHE Euclides da Cunha / UHE Segredo	0,40	0,05	0,32	-0,60	1	3	
UHE Taquaruçu / UHE Itaipu	0,69	0,36	0,70	0,01	0	4	
UHE Taquaruçu / UHE Segredo	0,67	0,42	0,90	0,73	0	4	
UHE Itaipu / UHE Segredo	0,69	-0,09	0,49	-0,33	2	2	
Σ (-)	0	4	4	7	15		
Σ (+)	15	11	11	8		45	

Valor de P (+/-)	Correlação
0,00 ----- 0,19	Bem Fraca
0,20 ----- 0,39	Fraca
0,40 ----- 0,69	Moderada
0,70 ----- 0,89	Forte
0,89 ----- 1,00	Muito Forte

V	Verão
O	Outono
I	Inverno
P	Primavera

O outono e o inverno foram também os períodos que registraram os maiores números de casos de correlações positivas com intensidades mais fortes entre usinas, somando-se três ocorrências para cada estação do ano, mas, no geral, o verão foi o que apresentou o maior número de correlações positivas possíveis, já que todas as usinas apresentaram correlações de intensidade ao menos moderadas, indicando que nos verões de anos habituais há boa conexão entre as águas que escorrem por toda a bacia.

Percebe-se nitidamente que houve aumento no número de correlações de intensidade considerada bem fraca e até mesmo negativa (inversa) do nível de análise anual para o sazonal, o que demonstra claramente o acompanhamento das vazões em relação às chuvas, já que em menores intervalos de tempo a variabilidade das chuvas tende a aumentar por toda a bacia, e como podem ser observadas, as flutuações hídricas seguem esse comportamento. Por exemplo, a usina de Itaipu, que no nível anual apresentou correlações positivas fortes ou moderadas com todas as demais usinas, no nível sazonal apresentou reduções significativas, tendo até mesmo vários casos de correlações negativas (inversas). O caso mais relevante aconteceu em relação entre a usina de Itaipu e a de Itutinga, em que apenas o verão apresentou correlação positiva (0,61), no caso, de intensidade moderada.

Os números de correlações negativas aumentaram também ao longo do ano, já que no verão tais comportamentos não foram registrados, e no outono e inverno ao menos em quatro elas apareceram. O período da primavera foi o que mais apresentou correlações negativas, totalizando sete, praticamente o mesmo número de positivas, que somaram oito. Mais uma vez este aumento na variabilidade entre as vazões das usinas está intimamente ligado ao aumento na variabilidade das chuvas, uma vez que constatamos que durante a primavera do ano habitual aumentaram-se atuações das Instabilidades Tropicais, que juntamente com os sistemas frontais provocaram a maior parte das chuvas da bacia, as quais ocorreram de modo bastante diversificado espacialmente.

5.5.2 A vazão hídrica durante o ano de padrão seco (1999)

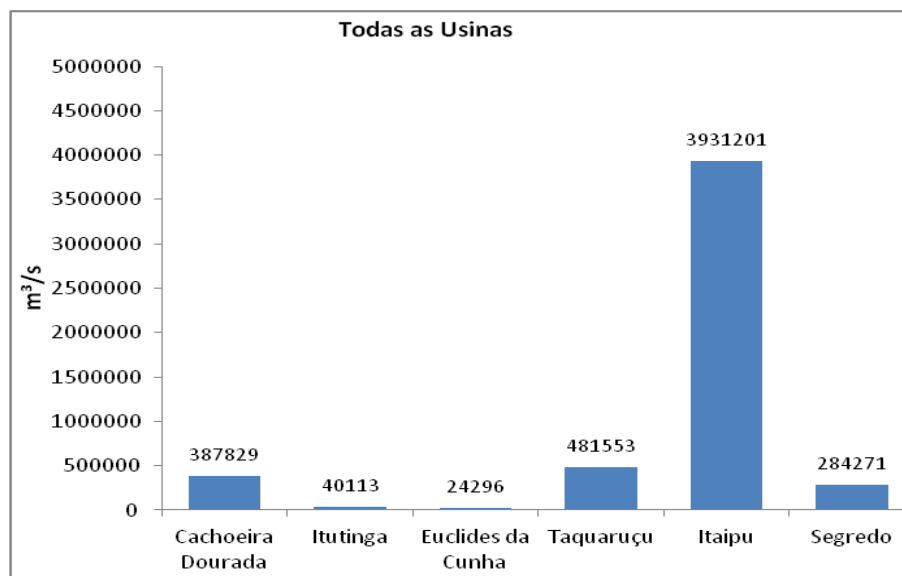
5.5.2.1 *Variação nos volumes totais anuais da vazão hídrica*

Durante o ano identificado como sendo de padrão seco notou-se que os totais anuais de vazão mantiveram-se praticamente na mesma ordem de volume (figura 44) identificados anteriormente durante o ano-padrão habitual, ou seja, naquele ano com as

usinas de Euclides da Cunha e Itutinga apresentando os menores acumulados hídricos, seguidas pelas usinas de Segredo, Cachoeira Dourada, Taquaruçu e Itaipu. Agora, houve uma única inversão nesta ordem, pois a usina de Taquaruçu aparece à frente, com maior vazão, do que a usina de Cachoeira Dourada. Fora estas alterações, as maiores mudanças estão por conta dos volumes apresentados por cada usina, tendo em vista que somente a usina de Taquaruçu apresentou aumento na vazão total, mesmo para um ano considerado seco. E tal aumento foi de 34795 m³/s, um valor maior do que os totais anuais registrados para a usina de Euclides da Cunha em cada um dos dois anos analisados até o momento. Todas as demais usinas apresentaram reduções em suas vazões, porém, a que teve a redução mais considerável foi a usina de Cachoeira Dourada, onde a vazão caiu quase pela metade do ano de padrão habitual (671032 m³/s) para o de padrão seco (387829 m³/s).

Se verificarmos novamente as figura 19 (na página 58 do primeiro capítulo), percebemos que não somente a região onde se encontra a usina de Cachoeira Dourada foi umas das mais secas durante este ano de 1999, como também toda a região oeste da bacia do Paraná.

Figura 44 – Total anual das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão seco (1999).



5.5.2.2 Correlação Linear de Pearson para os totais anuais da vazão hídrica

Nos testes de correlações realizados para as usinas durante este ano seco (figura 45) percebeu-se novamente que ocorreram apenas três valores negativos representando

correlações inversas e que estes valores são exatamente entre as mesmas usinas já identificadas durante o ano padrão-habitual, ou seja, todos relativos à usina de Segredo com as usinas de Cachoeira Dourada, Itutinga e Euclides da Cunha. A diferença em relação ao ano de 2005 é que neste ano de 1999 as intensidades de correlações foram todas muito fracas, enquanto naquele ano foram de fraca a moderadas. Mesmo as correlações positivas verificadas na usina de Segredo em relação às demais usinas foram novamente fracas, e desta vez, principalmente em relação à usina de Itaipu, comprovando, novamente, que a região onde se encontra a usina de Segredo possui características hídricas diferenciadas em relação às demais devido à atuação de sistemas polares ao longo de todo ano, os quais influenciam diretamente nas chuvas, e, conseqüentemente, nas vazões.

Figura 45 – Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação anual existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão seco (1999).

Correlação entre vazões registradas em cada usina					
Usina Hidrelétrica / Usina Hidrelétrica	1999	$\Sigma (-)$	$\Sigma (+)$	Valor de P (+/-)	Correlação
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itutinga	0,70	0	1	0,00	Bem Fraca
UHE Cachoeira Dourada / UHE Euclides da Cunha	0,72	0	1	0,20	Fraca
UHE Cachoeira Dourada / UHE Taquaruçu	0,47	0	1	0,40	Moderada
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itaipu	0,69	0	1	0,70	Forte
UHE Cachoeira Dourada / UHE Segredo	-0,11	1	0	0,89	Muito Forte
UHE Itutinga / UHE Euclides da Cunha	0,79	0	1		
UHE Itutinga / UHE Taquaruçu	0,57	0	1		
UHE Itutinga / UHE Itaipu	0,69	0	1		
UHE Itutinga / UHE Segredo	-0,08	1	0		
UHE Euclides da Cunha / UHE Taquaruçu	0,70	0	1		
UHE Euclides da Cunha / UHE Itaipu	0,80	0	1		
UHE Euclides da Cunha / UHE Segredo	-0,07	1	0		
UHE Taquaruçu / UHE Itaipu	0,88	0	1		
UHE Taquaruçu / UHE Segredo	0,30	0	1		
UHE Itaipu / UHE Segredo	0,25	0	1		
$\Sigma (-)$		3	3		
$\Sigma (+)$		12	12		

Organização: Zandonadi, L. (2013)

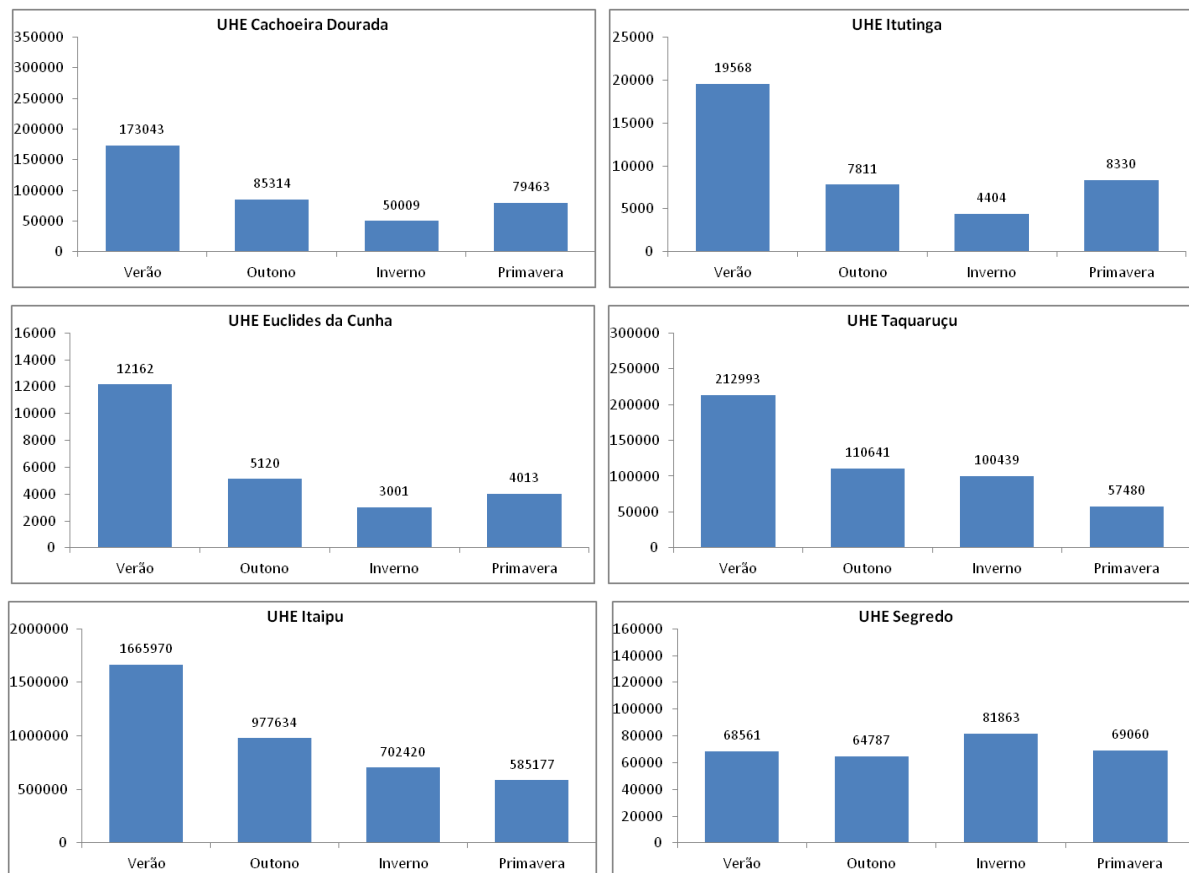
Outra característica diferenciada na comparação entre este ano seco e o ano habitual é que neste o número de correlações positivas de intensidade forte foi maior (6 contra 5), e a intensidade das correlações negativas, como já vimos, também foi mais fraca, indicando que o padrão seco que atingiu grande parte da bacia diminuiu não só a variabilidade das chuvas, mas também a das vazões.

5.5.2.3 Variação nos volumes totais sazonais da vazão hídrica

Sazonalmente, as vazões das usinas de Cachoeira Dourada, Itutinga e Euclides da Cunha apresentaram-se de forma semelhante ao ano habitual, com totais mais elevados no

verão, diminuindo gradativamente no outono e inverno e voltando a aumentar na primavera (figura 46). Entretanto, em relação aos totais hídricos sazonais verificados em cada uma das três usinas, no ano seco foram menores que no habitual, sendo exceção apenas os aumentos registrados nos totais das vazões do verão nas usinas de Itutinga e Euclides da Cunha, ambas localizadas no extremo leste da bacia.

Figura 46 – Total sazonal das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão seco (1999).



A usina de Taquaruçu apresentou modificação mais intensa entre uma estação e outra quando relacionada ao ano habitual, já que naquele ano as vazões atingiram o ponto máximo no verão, o mínimo no outono, aumentado levemente no inverno e se recuperando novamente na primavera, mas neste ano seco as vazões diminuíram também na primavera, acarretando na diminuição gradativa da vazão do início do ano (verão) para o fim (primavera). Porém, apesar desta diminuição gradativa temporal, houve aumento no volume total da vazão nas três primeiras estações do ano, ou seja, no verão, no outono e no inverno. Este padrão de comportamento, tanto temporal, através da redução gradativa da vazão no decorrer do ano, quanto volumétrico, através da alteração do volume hídrico em cada estação do ano, também foi constatado na usina de Itaipu.

As maiores alterações na vazão entre o ano habitual e o seco ocorreram na usina de Segredo, pois enquanto naquele ano os volumes aumentaram gradativamente do início para o fim do ano (do verão para a primavera), neste ano houve certa homogeneização dos totais hídricos registrados, de modo que todas as estações do ano apresentaram volumes bastante próximos, tendo sido o inverno o de maior volume. Para isto, houve aumento na vazão durante o verão e redução durante as demais estações do ano.

5.5.2.4 Correlação Linear de Pearson para os totais sazonais da vazão hídrica

Na análise das correlações, representadas na figura 47, nota-se que desta vez foi durante o inverno que ocorreram o maior número de correlações de intensidade muito forte, e, principalmente, forte, ao contrário do que ocorreu no ano habitual, quando foi o verão que apresentou esta característica. Assim como ocorreu no verão de 2005, agora também não houve correlações negativas durante o inverno. A correlação mais forte durante o inverno foi entre as usinas de Itaipu e Taquaruçu, e, durante o outono, entre as usinas de Cachoeira Dourada, Itutinga e Euclides da Cunha, ambas na região norte e leste da bacia, respectivamente.

Figura 47 – Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação sazonal existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão seco (1999).

Correlação entre vazões registradas em cada usina							Organização: Zandonadi, L. (2013)
Usina Hidrelétrica / Usina Hidrelétrica	V	O	I	P	∑ (-)	∑ (+)	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itutinga	0,22	0,93	0,58	0,58	0	4	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Euclides da Cunha	0,18	0,91	0,81	0,77	0	4	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Taquaruçu	-0,33	0,28	0,66	-0,12	2	2	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itaipu	0,06	0,54	0,74	0,54	0	4	
UHE Cachoeira Dourada / UHE Segredo	0,01	-0,13	0,66	-0,61	2	2	
UHE Itutinga / UHE Euclides da Cunha	0,61	0,95	0,85	0,51	0	4	
UHE Itutinga / UHE Taquaruçu	0,29	0,51	0,82	0,06	0	4	
UHE Itutinga / UHE Itaipu	0,13	-0,04	0,37	-0,25	2	2	
UHE Itutinga / UHE Segredo	-0,01	0,04	0,38	0,39	1	3	
UHE Euclides da Cunha / UHE Taquaruçu	0,29	0,51	0,82	0,06	0	4	
UHE Euclides da Cunha / UHE Itaipu	0,24	0,64	0,82	0,73	0	4	
UHE Euclides da Cunha / UHE Segredo	-0,16	0,13	0,84	-0,43	2	2	
UHE Taquaruçu / UHE Itaipu	0,60	0,55	0,93	0,35	0	4	
UHE Taquaruçu / UHE Segredo	0,46	0,45	0,86	0,44	0	4	
UHE Itaipu / UHE Segredo	0,16	0,38	0,84	-0,43	1	3	
∑ (-)	3	2	0	5	10		
∑ (+)	12	13	15	10		50	

Valor de P (+/-)	Correlação
0,00 ----- 0,19	Bem Fraca
0,20 ----- 0,39	Fraca
0,40 ----- 0,69	Moderada
0,70 ----- 0,89	Forte
0,89 ----- 1,00	Muito Forte

V	Verão
O	Outono
I	Inverno
P	Primavera

Mais uma vez a primavera foi quem apresentou a menor diferença entre o número de correlações positivas (10) e negativas (5), comprovando que esta é a estação do ano que possui a maior variabilidade hídrica entre as usinas analisadas, e, portanto, as menores conexões nas alterações das vazões entre elas. E, de modo geral, houve diminuição no

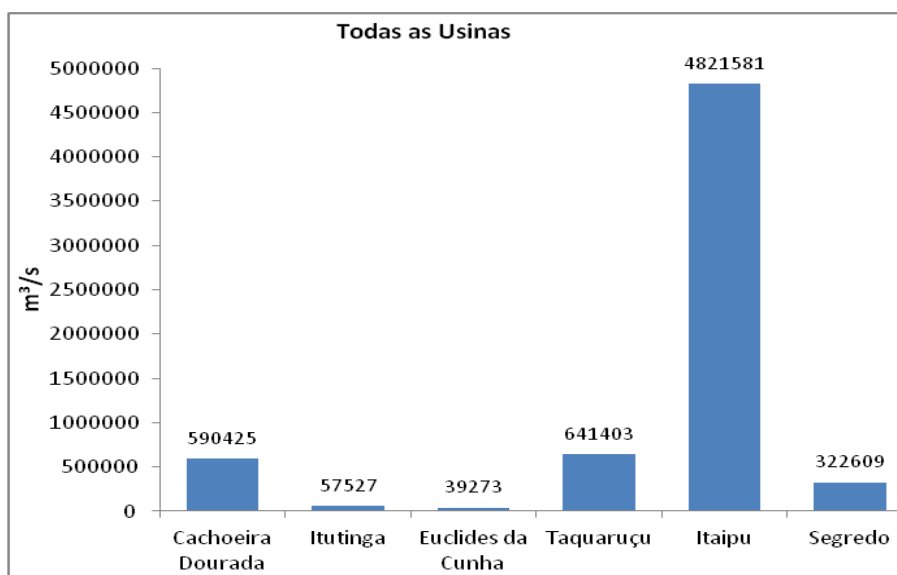
número de correlações negativas ou indiretas do ano habitual (15) para o ano seco (10), permitindo-nos afirmar também que o ano seco teve menos variabilidade nas vazões das usinas, enquanto que no ano habitual as vazões de cada usina estão menos conectadas devido à maior variabilidade na distribuição também das chuvas.

5.5.3 A vazão hídrica durante o ano de padrão chuvoso (2009)

5.5.3.1 Variação nos volumes totais anuais da vazão hídrica

Iniciando agora, através da figura 48, as análises referentes às vazões das usinas durante o ano chuvoso (2009), percebemos que não há modificação na ordem das usinas quanto aos totais de vazão apresentados por cada uma durante o ano de padrão seco. Deste modo, somente durante o ano-padrão habitual é que a usina de Cachoeira Dourada apresentou maior vazão do que a usina de Taquaruçu.

Figura 48 – Total anual das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão chuvoso (2009).



Em termos de volumes entre um ano e outro, a usina de Cachoeira Dourada, que havia apresentado diminuição do ano-padrão habitual para o seco, voltou a apresentar aumento, porém, ainda abaixo do ano habitual, mesmo sendo o ano de padrão chuvoso. Este fato se explica pela grande redução das chuvas durante este ano chuvoso no extremo

norte da bacia, justamente na região que é drenada em direção à usina. A usina de Segredo foi a única que também teve esta mesma variação ao longo dos três anos analisados.

As usinas de Itutinga, Euclides da Cunha e Itaipu acompanharam a variação dos volumes pluviométricos de cada ano-padrão, ou seja, reduziram suas vazões do ano habitual para o seco e depois voltaram a aumentar, atingindo seus máximos durante o ano chuvoso. Já a usina de Taquaruçu foi a única em que as vazões totais foram menores durante o ano de padrão habitual, seguida pelo ano seco e atingindo seu máximo hídrico durante o ano chuvoso.

5.5.3.2 Correlação Linear de Pearson para os totais sazonais da vazão hídrica

As correlações para o ano chuvoso de 2009 (figura 49) comprovam que com o aumento das ocorrências de chuvas aumentam também a variabilidade, seja pluvial ou fluvial, pois como vimos até aqui, o ano seco foi o que apresentou os menores números de correlações negativas ou inversas (3 ocorrências), já que a ausência de chuvas numa grande área espacial diminui a variabilidade de modo geral. O ano-padrão habitual, apesar de também apresentar um total de 3 ocorrências de correlações negativas mostrou para tais correlações intensidades maiores que no ano seco, indicando maior propensão à variação entre as usinas. Já o ano chuvoso apresentou 5 casos de correlações inversas (negativas), comprovando que as maiores ocorrências de chuvas em toda a bacia tende a gerar menor semelhança entre as transformações nas vazões das diversas regiões fluviais.

Figura 49 – Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação anual existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão chuvoso (2009).

Correlação entre vazões registradas em cada usina					
Usina Hidrelétrica / Usina Hidrelétrica	2009	$\Sigma (-)$	$\Sigma (+)$	Valor de P (+/-)	Correlação
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itutinga	0,81	0	1	0,00	Bem Fraca
UHE Cachoeira Dourada / UHE Euclides da Cunha	0,73	0	1	0,20	Fraca
UHE Cachoeira Dourada / UHE Taquaruçu	-0,18	1	0	0,40	Moderada
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itaipu	0,49	0	1	0,70	Forte
UHE Cachoeira Dourada / UHE Segredo	-0,46	1	0	0,89	Muito Forte
UHE Itutinga / UHE Euclides da Cunha	0,78	0	1		
UHE Itutinga / UHE Taquaruçu	0,00	0	1		
UHE Itutinga / UHE Itaipu	0,55	0	1		
UHE Itutinga / UHE Segredo	-0,25	1	0		
UHE Euclides da Cunha / UHE Taquaruçu	0,28	0	1		
UHE Euclides da Cunha / UHE Itaipu	0,69	0	1		
UHE Euclides da Cunha / UHE Segredo	-0,05	1	0		
UHE Taquaruçu / UHE Itaipu	0,54	0	1		
UHE Taquaruçu / UHE Segredo	0,69	0	1		
UHE Itaipu / UHE Segredo	-0,10	1	0		
$\Sigma (-)$	5	5			
$\Sigma (+)$	10		10		

Organização: Zandonadi, L. (2013)

As correlações positivas mais intensas ocorreram entre as usinas localizadas nas regiões norte e leste da bacia, ou seja, entre Cachoeira Dourada com Itutinga e Euclides da Cunha, e entre Itutinga e Euclides da Cunha. No que se refere às correlações negativas, assim como ocorreu nos dois primeiros anos verificados, a usina de Segredo novamente apresentou este comportamento em relação às mesmas usinas daqueles dois anos, porém, desta vez também ocorreu em relação à usina de Itaipu. Além de Segredo, a usina de Taquaruçu também apresentou correlação negativa em relação à usina de Cachoeira Dourada. Ambos os resultados evidenciam a variação fluvial existente durante este ano chuvoso, provocada pelas maiores ocorrências e aumentos na distribuição das chuvas.

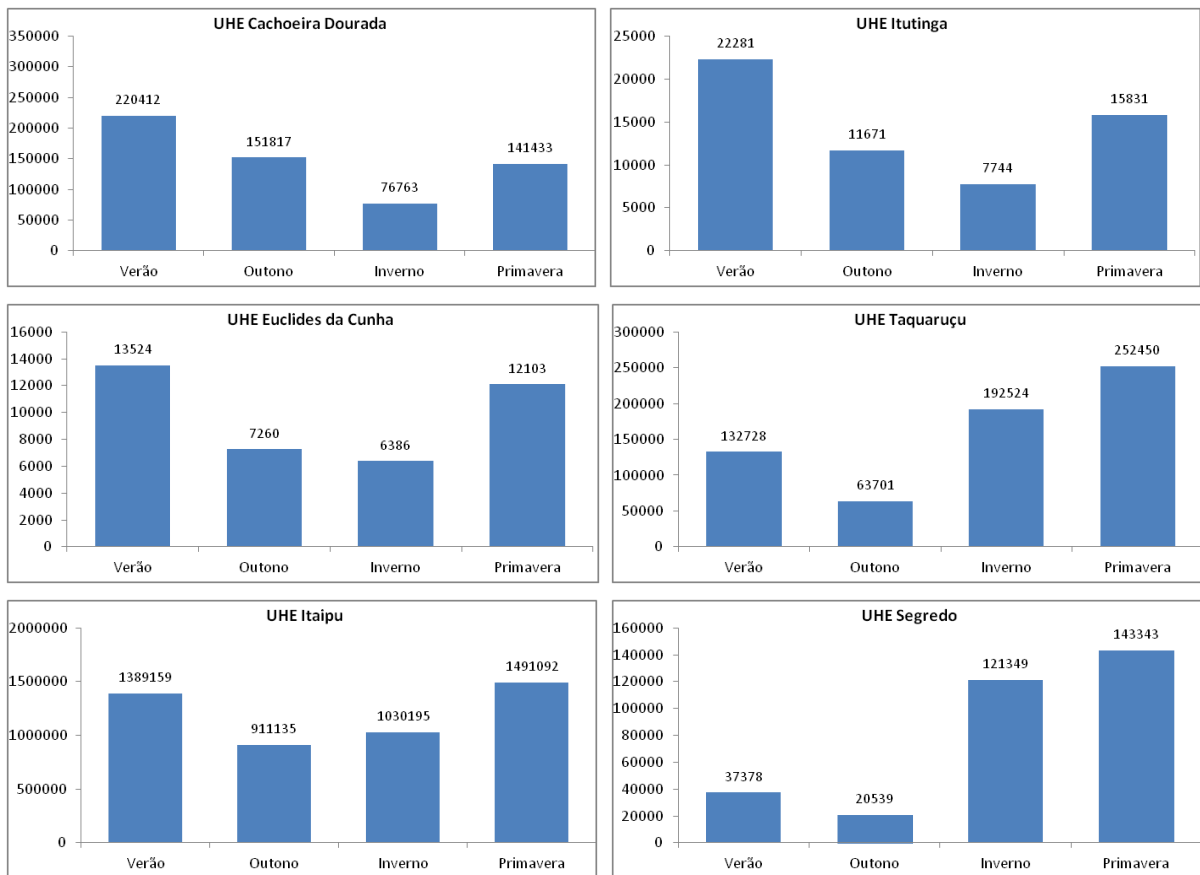
5.5.3.3 *Variação nos volumes totais sazonais da vazão hídrica*

Do mesmo modo em que se comportaram durante os anos-padrão habitual e seco, durante o ano de padrão chuvoso as vazões no nível sazonal (figura 50) das usinas de Cachoeira Dourada, Itutinga e Euclides da Cunha apresentaram a mesma distribuição temporal, ou seja, os maiores volumes foram identificados durante o verão, os quais reduziram no outono e atingiram o mínimo no inverno, voltando a aumentarem durante o período da primavera.

Já em relação à variação dos totais de vazões registrados para cada estação de um ano-padrão para outro se percebe que há grande variação, mostrando que anos secos podem apresentar maiores vazões em determinadas estações do ano, as quais serão mais secas durante anos chuvosos. Tais variações dificultam as análises ao ponto de não se poder definir um padrão de comportamento para a vazão na bacia, mesmo quando as análises são específicas de uma dada região.

A certeza da ausência de um padrão de comportamento hídrico é reforçada quando analisamos as demais usinas da bacia (Taquaruçu, Itaipu e Segredo) e percebemos que, nestes casos, além de não haverem modelos de distribuição das vazões no decorrer do ano chuvoso, também não existe entre um ano padrão e outro, já que cada usina apresenta uma distribuição sazonal diferente para cada ano e até mesmo na comparação entre as estações dos três anos não há uma lógica para o aumento ou diminuição das vazões.

Figura 50 – Total sazonal das vazões das seis usinas hidrelétricas selecionadas para análise na bacia hidrográfica do rio Paraná durante o ano-padrão chuvoso (2009)



5.5.3.4 Correlação Linear de Pearson para os totais sazonais da vazão hídrica

A grande variabilidade identificada durante este ano de padrão chuvoso também pode ser notada nos testes de correlação sazonal (figura 51). Enquanto os outros dois anos-padrão (habitual e seco) apresentaram ao menos uma estação do ano onde as correlações foram todas positivas, neste ano chuvoso não se verifica este comportamento, visto que todas as estações do ano apresentaram ao menos duas correlações negativas (inversas), as quais garantem que as alterações ocorridas nas vazões em uma dada usina naquele período não correspondem com as alterações ocorridas em outra usina, e, portanto, não há conexão entre ambas.

A estação do ano que apresentou o maior número de correlações negativas entre as usinas foi novamente a primavera, em cinco ocasiões, no entanto, somente em um dos casos chegou a ter intensidade moderada, ao contrário do que ocorreu durante o outono,

onde três correlações foram negativas, mas todas com intensidade moderada. No inverno, das três correlações negativas, apenas uma tem também intensidade moderada, e no verão, os dois casos registrados foram de intensidade leve.

Figura 51 – Correlação Linear de Pearson indicando o tipo e a intensidade de correlação sazonal existente entre as seis usinas hidrelétricas durante o ano-padrão chuvoso (2009).

Correlação entre vazões registradas em cada usina						
Usina Hidrelétrica / Usina Hidrelétrica	V	O	I	P	∑ (-)	∑ (+)
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itutinga	0,59	0,85	0,72	0,76	0	4
UHE Cachoeira Dourada / UHE Euclides da Cunha	0,69	0,71	0,40	0,82	0	4
UHE Cachoeira Dourada / UHE Taquaruçu	0,29	0,06	0,14	-0,18	1	3
UHE Cachoeira Dourada / UHE Itaipu	0,30	0,92	0,21	0,49	0	4
UHE Cachoeira Dourada / UHE Segredo	-0,07	-0,59	-0,22	-0,54	4	0
UHE Itutinga / UHE Euclides da Cunha	0,49	0,74	0,66	0,80	0	4
UHE Itutinga / UHE Taquaruçu	0,55	0,29	0,65	0,06	0	4
UHE Itutinga / UHE Itaipu	0,06	0,22	-0,40	-0,18	2	2
UHE Itutinga / UHE Segredo	-0,19	0,03	-0,06	0,00	2	2
UHE Euclides da Cunha / UHE Taquaruçu	0,55	0,29	0,65	0,06	0	4
UHE Euclides da Cunha / UHE Itaipu	0,57	0,71	0,47	0,54	0	4
UHE Euclides da Cunha / UHE Segredo	0,15	-0,43	0,41	-0,30	2	2
UHE Taquaruçu / UHE Itaipu	0,53	0,01	0,63	0,44	0	4
UHE Taquaruçu / UHE Segredo	0,41	0,11	0,55	0,34	0	4
UHE Itaipu / UHE Segredo	0,32	-0,43	0,66	-0,28	2	2
∑ (-)	2	3	3	5	13	
∑ (+)	13	12	12	10		47

Organização: Zandonadi, L. (2013)

Valor de P (+/-)	Correlação
0,00 ----- 0,19	Bem Fraca
0,20 ----- 0,39	Fraca
0,40 ----- 0,69	Moderada
0,70 ----- 0,89	Forte
0,89 ----- 1,00	Muito Forte

V	Verão
O	Outono
I	Inverno
P	Primavera

A grande maioria das correlações positivas de maior intensidade ocorreu novamente entre as usinas da região norte e leste da bacia, e, dentre as correlações negativas apresentadas, igualmente aos resultados que foram verificados nos anos anteriores, a usina de Segredo foi a que apontou maior número de ocorrência deste tipo de correlação em relação às demais usinas. Na avaliação entre esta usina e a de Cachoeira Dourada, por exemplo, em todas as estações do ano foram identificados valores de correlação negativos, sendo que no inverno e na primavera tais valores tiveram intensidades moderadas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas de tratamento, análise e preenchimento das falhas dos dados pluviométricos utilizadas foram amplamente testadas e mais uma vez se mostraram satisfatórias e confiáveis, uma vez que possibilitaram que os dados falhados pudessem ser obtidos de postos vizinhos mais próximos, sem a necessidade de utilização de qualquer técnica estatística. Deste modo foi possível a seleção de 95 postos pluviométricos distribuídos ao longo de toda a bacia do rio Paraná, ambos com dados diários abrangendo uma série histórica ininterrupta de 34 anos, ou seja, quatro anos a mais do que o recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para análises climatológicas.

Da mesma forma, foi testada novamente a técnica da fórmula de Sturges, utilizada na classificação do rol de dados pluviométricos visando à obtenção dos três anos-padrão representativos do regime anual das chuvas na bacia para aquela longa série histórica, e novamente os resultados foram satisfatórios. Para este nível de detalhamento, ou seja, o anual, mais uma vez a referida técnica se mostrou confiável, o que comprova que pode ser muito bem empregada em outras pesquisas e até mesmo noutras áreas de estudos. Os resultados alcançados por meio desta técnica também demonstraram uma proximidade bastante grande com aqueles já obtidos pelo INMET (2009) e por Zandonadi (2009) em pesquisas anteriores, principalmente para o nível de detalhamento anual, onde alguns anos-padrão até mesmo coincidiram com os deste último autor. Tais constatações só tendem a comprovar a eficácia da técnica utilizada.

Por outro lado, numa tentativa inédita de aplicação desta mesma técnica na classificação dos dados de chuvas em nível mensal, constatou-se que a mesma não gerou resultados tão satisfatórios quanto aqueles alcançados para o nível anual, e, portanto uma nova técnica foi utilizada, desta vez com base apenas nos números de classes sugeridos pela fórmula de Sturges e criando-se intervalos através das análises das frequências representadas pelos dados e arranjando-os de forma empírica. Esta nova técnica não descreditou as análises, já que foi realizada de maneira minuciosa, na tentativa de sempre alcançar a melhor representação da distribuição das chuvas na bacia. Além disso, para sua elaboração usou-se como referência uma técnica anterior, produzida por Monteiro (1973).

A identificação dos sistemas que aturaram ao longo dos três anos-padrão representativos da dinâmica pluviométrica permitiu melhor compreensão da variabilidade climática existente na bacia que, mesmo com tamanhas dimensões e com a ampla variação altimétrica, permitiu perceber que todos os sistemas atmosféricos foram capazes de alcançar e dominar todas as suas regiões, provocando estabilidade ou desestabilizando-o.

Entretanto, se espacialmente há atuação de modo totalitário, temporalmente a situação é bem mais complexa, pois o domínio total depende do jogo entre os diversos sistemas, seus trajetos preferenciais e suas intensidades, além do processo de tropicalização dos quais sofrem ao adentrar o continente. Todos estes detalhes determinam a variabilidade pluviométrica apresentada na bacia.

Outro fato notável é que as estiagens registradas nas regiões norte e nordeste para qualquer um dos anos-padrões, geralmente nos meses do meio do ano, na maioria das vezes são provocadas pelas ações mais intensas da MTA, que deixam o tempo seco e estável. Tais fatores podem ser ainda reforçados com a chegada de Sistemas Polares, como a MPA e a MPV ou até mesmo pela ausência ou pouca frequência de incursões de Frentes Polares, que por vezes chegam à região já enfraquecidas, causando pouca instabilidade. Por outro lado, é notável nestas regiões durante a primavera e principalmente o verão as incursões da MEC e das ZCAS, esta última associada às Frentes Polares, provocando intensas chuvas que podem durar vários dias consecutivos.

Em relação às ações da Frente Polar Atlântica, percebeu-se que mesmo em épocas em que a frontogênese é pouco acentuada, podem desestabilizar o tempo de uma dada região devido à formação de linhas de instabilidades que se refletem em diversos pontos do continente. Estas linhas de instabilidade, inclusive, foram as principais responsáveis pelos altos volumes de chuvas na maior parte da bacia, em praticamente todas as épocas do ano.

Ao longo de todo o ano de padrão habitual, a MPV foi sempre o sistema atmosférico que mais atuou na área estudada em todas as regiões analisadas. Quando desconsiderada esta atuação dominante da MPV, percebeu-se que houve variação no domínio de atuação dos demais sistemas de acordo com as diferentes regiões da bacia. Deste modo, nas regiões norte e nordeste houve domínios da MTA e da MEC. Nas regiões Centro-Norte, Nordeste e toda a parte leste os domínios são divididos principalmente entre a MTA e a FPA e suas repercussões, muitas vezes alternando-se entre elas. Na região Oeste e centro da bacia é a MEC e a FPA quem domina o cenário, sendo mais atuante a MEC no Oeste e a FPA no centro. E na região sul, quem divide a dominância é FPA com suas repercussões, juntamente com a MPA, com a ressalva de que no sudoeste também aparece com altos índices a MTC, devido à proximidade com seu centro de origem.

Para os anos de padrão seco é bem mais difícil identificar um padrão de ação dominante, tendo em vista que os domínios muitas vezes se revezam e apresentam heterogeneidade elevada entre uma região e outra. Mas pode-se arriscar que durante o ano seco houve intensa participação da MTA até mesmo nas regiões mais a oeste da bacia, nos

pontos mais distantes do seu centro de formação. E nos casos das regiões Norte e em parte da Oeste as ações da MTA foram reforçadas pela MTC, ambas com características de baixa umidade do ar. Contraindo-se a estes dois sistemas, em todas as regiões sul, leste, nordeste e partes do centro da bacia constatou-se elevada participação da FPA.

No lado oposto ao ano seco, o ano chuvoso foi o que apresentou distribuição de domínio mais balanceada, pois em muitos casos grande parte dos sistemas atmosféricos apresentaram índices de atuação regional bastante parecido entre ambos. Contudo percebe-se uma boa participação da MEC em praticamente toda a bacia, com exceção apenas da região sul onde apresentou domínio menor. Além disso, as ZCAS também acompanharam as ações da MEC e a presença destes dois sistemas atmosféricos foi essencial para que houvesse uma leve redução na participação da FPA nos setores mais ao norte, já que ao sul suas intervenções continuaram elevadas.

Quanto ao uso das técnicas aplicadas na compreensão da vazão hídrica, pode-se afirmar que é extremamente difícil de chegar a um consenso quanto às reais influências das chuvas em cada uma das usinas hidrelétricas.

Justifica-se esta afirmação por acreditar que numa área tão grande quanto a da bacia hidrográfica do rio Paraná, mesmo que tenhamos tentado ignorar todas as variáveis naturais que por ventura pudessem modificar as análises, não foi possível ignorar totalmente o fato de que as vazões coletadas de um ponto em específico não sofra influências das chuvas caídas em outras regiões da bacia, principalmente daquelas áreas mais próximas ao ponto em que se pretende analisar, até porque muitos dos sistemas atmosféricos geradores dessas chuvas podem agir de modo localizado ou até abrangerem grandes regiões de modo diferente ao longo do ano.

Foi pensando nestes detalhes que decidi não se aprofundar demais nas análises, uma vez que a demanda de tempo seria muito grande para avaliar todas as variáveis necessárias. Portanto, na análise realizada através dos histogramas representativos dos máximos de vazões acumuladas no nível diário, sazonal e anual foi possível perceber que o as vazões apresentaram variações que a princípio estão relacionadas às chuvas das estações pluviométricas mais próximas a elas, porém, existem alterações nas vazões ao longo do ano que não puderam ser explicadas somente com esta simples análise, já que em várias ocasiões os gráficos apontaram aumentos ou diminuições nas vazões sem que houvesse essas mesmas alterações nos valores de chuvas das estações pluviométricas próximas ao ponto de análise.

Aplicando-se a técnica da Correlação Linear de Pearson foi possível, no entanto, analisar as vazões não só pelas influências diretas das chuvas, mas também verificar qual é

a conexão existente entre as próprias usinas, e não de modo individualizado, permitindo identificar até que ponto as águas provindas das chuvas e transformadas em vazão se conectam entre uma usina e outra. Estes resultados são importantes, por exemplo, na medida em que oferecem subsídios para a compreensão do quanto uma estiagem poderia afetar as usinas numa reação em cadeia ao longo dos rios.

Portanto, para o nível anual de vazões, os testes de correlações realizados apontaram para a maioria das conexões positivas, ou seja, nos casos em que a vazão de uma dada usina aumentou a outra também seguiu o mesmo comportamento, e se diminuiu a outra também reduziu. Durante o ano-padrão seco a intensidade destas correlações foi mais forte do que nos demais anos, seguido pelo ano-padrão habitual e o padrão-chuvoso. Esta ordenação está diretamente associada com a variação no volume das chuvas em cada um dos três anos, já que no ano mais seco, como a ocorrência de chuvas é menor, a possibilidade de redução seja refletida nas usinas de modo mais intenso e conectada entre elas. Já nos anos mais chuvosos, em virtude da maior ocorrência de chuvas ao longo da bacia, as influências diretas nas vazões se dão de modos distintos espacialmente e volumetricamente.

Ao mesmo tempo, verificou-se também que a Usina de Itaipu, porta de saída de toda a água da bacia, tem correlação de intensidade variando de moderada a forte durante os anos de padrão habitual e padrão seco, e intensidade moderada durante o de padrão chuvoso, demonstrando que boa parte das águas que entram na bacia, seja pelas regiões das usinas mais a jusante ou a montante, chegam à usina de Itaipu, podendo ser aproveitadas, por exemplo, na geração de energia elétrica.

Outro resultado importante é que a usina de Segredo obteve a maioria das correlações com valores negativos em relação às demais usinas. As diferenças exibidas entre esta usina e as demais da bacia, principalmente aquelas localizadas mais ao norte e leste, portanto, mais distantes, demonstram as diferenças climáticas a que ambas se encontram, já que a região sul da bacia, onde se encontra a usina de Segredo, é muito mais dominada por sistemas de origem polar, os quais agem com maior frequência durante o ano todo, fazendo com que as chuvas também sejam mais bem distribuídas anualmente e provocando as diferenças verificadas nas vazões.

Esta revelação foi ainda confirmada com as correlações positivas apontadas entre a usina de Segredo e a de Taquaruçu, pois apesar de serem bacias que dispõem suas águas em exutórios diferentes, a relativa proximidade entre ambas faz com que as duas tenham características climáticas bem mais similares em algumas épocas do ano. O mesmo ocorreu em relação à usina de Itaipu, porém, neste caso, durante o ano chuvoso a correlação com a

usina de Segredo foi negativa, o que pode ser explicado ao considerar que Itaipu recebeu todo o excesso de água provindo das demais regiões da bacia, caídas em abundância durante este ano de fortes chuvas, provocando intensas variações em sua vazão.

Partindo para o nível sazonal de análise, de modo geral pode se dizer que os resultados não destoaram tanto em relação ao que foi constatado no nível anual. O número de correlações positivas continuou sendo bem superior às negativas, indicando que mesmo num período mais curto, onde o nível de detalhamento é maior, existe forte conexão entre as alterações nas vazões das usinas.

A estação do ano que apresentou o maior número de correlações negativas em todos os três anos analisados foi a primavera. Este comportamento deve-se a maiores variabilidades pluviométricas que ocorreram na bacia durante esta época do ano para os três anos-padrão. Este é um período em que ainda há muita influência de sistemas polares, mas também já se percebem maiores atuações de sistemas tropicais, e o confronto entre esses diferentes tipos de sistemas geram instabilidades que vão se refletir nas chuvas, e, conseqüentemente, nas vazões dos rios.

Por outro lado, os períodos sazonais que apresentaram os maiores números de correlações positivas foram o inverno, do ano-padrão seco, e o verão dos anos-padrão habitual e chuvoso. No ano de padrão seco as chuvas foram escassas durante o inverno principalmente durante o mês de agosto para praticamente toda a bacia, fazendo com que as vazões também reduzissem de modo geral, e por isso o maior número de correlações positivas. Já durante os anos de padrão habitual e chuvoso, durante o verão, principalmente para o mês de janeiro, as chuvas foram intensas em toda a bacia, provocando aumento generalizado das vazões dos rios e ocasionando as correlações positivas acima descritas.

Mais uma vez, da mesma forma como foi verificado no nível anual, a usina de Segredo ganhou destaque por apresentar o maior número de correlações negativas, comprovando que mesmo no nível sazonal, de maior detalhe, as vazões desta usina possuem características diferenciadas, fato esse garantido pela diferente regionalização climática da área onde ela se localiza, com relação às demais usinas. A usina de Taquaruçu também aparece novamente para confirmar estes resultados.

Outro fator importante verificado no nível sazonal de análise é que a usina de Itaipu também apareceu com valores de correlação negativa em ao menos duas estações durante os três anos-padrão para as correlações feitas entre ela e a usina de Itutinga, demonstrando que ambas não estão conectadas e, portanto, as águas que influenciam as vazões da usina de Itutinga podem não vir a influenciar as vazões da usina de Itaipu, pelo menos no tempo referente ao nível sazonal, já que no anual este fato não foi identificado.

7. REFERÊNCIAS UTILIZADAS

AB'SÁBER, A. N. **Bacia do Paraná-Uruguai: estudos de geomorfologia aplicada**. Notícia Geomorfológica, Campinas, v. 4, n. 7-8, p. 24-50, 1961.

ANA – **Agência Nacional de Águas**. Texto disponível em: <<http://www.ana.gov.br/mapainicial/pgMapaL.asp>>. Acesso em: 10 abr. 2009.

ANEEL – **Agência Nacional de Energia Elétrica**. 2006. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=110>. Acesso em: 10 abr 2009.

_____. 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: jul 2012.

_____. **Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico – SIGEL**. 2012. Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br/>>. Acesso em: jan-jul 2012.

BALDO, M. C.; MARTINS, M. L. O. F.; NERY, J. T. **Análise da estrutura da precipitação na região sul do Brasil**. Boletim de Geografia. Universidade Estadual de Maringá – DGE. Ano 19(1):71-98, 2001.

BALDO, M. C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR**. 2006 (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente. 172 p.

BARROS, J. R. **A Chuva do Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo**. 2003. (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 221 p.

BOIN, M. N. **Chuvas e Erosões do Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 264 p.

BRASIL. **Portal Brasil**. 2013. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/sobre/meio-ambiente/geografia/rios-e-bacias/print>>. Acesso em: fev 2013.

_____. **Centro de Hidrografia da Marinha - Serviço Meteorológico Marinho**. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>. Acesso em: jun 2013.

COLLARES, E. G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia na bacia do rio Capivari – SP**. (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 211 p.

CPTEC/INPE – **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. 2012a. Disponível em: <<http://sinda.crn2.inpe.br/PCD>>. Acesso em: jun 2012.

_____. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. 2012a. Disponível em: <<http://sinda.crn2.inpe.br/PCD>>. Acesso em: jun 2012.

_____. 2012b. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/downloadBDM>>. Acesso em: jun 2012.

_____. 2013. Disponível em: <http://tempo.cptec.inpe.br/bol_tecnico.shtml>. Acesso em: jun 2013.

GERARDI, L. H. de O.; SILVA, B. N. **Quantificação em Geografia**. São Paulo, SP: Ed. DIFEL, 1981. 163 p.

HIRATA, R. **Recursos hídricos**. In: Decifrando a Terra. Recursos hídricos. Teixeira, W. *et al* (orgs.). São Paulo. Ed. Oficina de Textos. 2001. 558p.

INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2009. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=prec>>. Acesso em: 26 jul 2009.

INMET – **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2013. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: jan-dez 2011.

ITAIPU Binacional. 2012a. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/energia/bacia-do-rio-parana>>. Acesso em: jul 2012.

_____. 2012b. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/energia/rio-parana>>. Acesso em: jul 2012.

KELMAN, J. *et al*. **Hidreletricidade**. In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. (Org.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

LANNA, A. E. L. **Gestão dos recursos hídricos**. In: Tucci, C.E.M. (Org.) Hidrologia – Ciência e aplicação. Porto Alegre : Edusp, 1993. 952p.

MENARDI JR., A. **Regime e Ritmo das Chuvas na Bacia do Rio Piracicaba: variações e impactos**. 2000. (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 291 p.

MENDONÇA, F. Apresentação. In: **Terra Livre**: publicação semestral da Associação dos Geógrafos Brasileiros - AGB (orgs.). Ano 19, v.1, n.20, p.7-8. São Paulo: Editora Provo, 2003.

MONTEIRO, C. A. F. (1962). **Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional)**. Revista Geográfica, Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44.

_____. (1963a). **Sobre a análise geográfica de sequências de cartas de tempo: pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia**. Revista Geográfica, Rio de Janeiro, v. 31, n. 58, p. 169-179.

_____. (1963b). **O Clima da Região Sul. Geografia Regional do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro, v. 1, p. 117-169.

_____. Sobre **Um Índice de Participação das Massas de Ar e suas Possibilidades de Aplicação à Classificação Climática**. Revista Geográfica 61, Instituto Panamericano de Geografia e História, Rio de Janeiro, 1964.

_____. **Análise Rítmica em Climatologia – problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. Climatologia 1, USP/IG, São Paulo, 1971.

_____. C. A. F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de atlas**. USP/Igeog., São Paulo, 1973.

_____. C. A. F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo**. Rio Claro: UNESP, Ageteo, 2000. 1 CD-ROM.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. Grande Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, v. 4, 1968. p. 114 – 166.

NOAA – **National Climatic Data Center – NCDC**. 2013. Disponível em: <<http://www.ncdc.noaa.gov/gibbs/>>. Acesso em: jun 2013.

ONS – **Operador Nacional do Sistema Elétrico**. 2012a. Disponível em: <http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx>. Acesso em: jul 2012.

_____. 2012b. Disponível em: <http://www.ons.org.br/operacao/vazoes_naturais.aspx>. Acesso em: mai 2012.

PRESS, F. et. al. **O Ciclo Hidrológico e a Água Subterrânea e Rios: o transporte para os oceanos**. In: Para entender a Terra. Tradução: MENEGAT, R...*et al.* 4 ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2006, 656p.

REDEMET – **Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica**. Disponível em: <http://www.redemet.aer.mil.br/img_sat/img_sat.php?ID_REDEMET=>>. Acesso em: jun 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Clima e organização do espaço**. Boletim de Geografia. Universidade Estadual de Maringá – DGE. Ano 16, n.1, p. 119-130, 1998.

SORRE, M. **Les Fondements de la Géographie Humaine**. Tome: I- Les fondements biologiques. Essai d'une écologie de l'homme. Livre I- Le climat et l'home. Chp ler Le Climat. Paris, Librairie Armand Colin, 1951. p.13 – 43.

SOUZA, L. B. **Chuvas e Escorregamentos na Região Noroeste da Área de Juiz de Fora – MG: uma abordagem genética em Climatologia**. 2003. (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 141 p.

SOUZA FILHO, E. E. ; STEVAUX, J. C. ; JABUR, I. C . **A história quaternária do rio Paraná**. In: VAZZOLER, A E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; e HANH, N. S. (Org.). A planície de inundação do alto rio Paraná. 1 ed. Maringá: EDUEM, 1997, v. 1, p. 46- 62.

STRAHLER, A. H. (1951). **Physical geography**. New York: John Wiley & Sons.

TARIFA, J. R. **Sucessão de Tipos de Tempo e Variação do Balanço Hídrico no Extremo Oeste Paulista: ensaio metodológico aplicado ao ano agrícola 1968/69.** São Paulo: USP/Igeog., 1973. (Série Teses e Monografias, 8).

_____. **Fluxos Polares e as Chuvas de Primavera-Verão no Estado de São Paulo: uma análise quantitativa do processo genético.** São Paulo: USP/Igeog., 1975. (Série Teses e Monografias, 19).

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. **Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos.** In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI J. G. (ed.). *Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação.* São Paulo: Escritura, 2006. p.203-240.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul.** São José dos Campos, SP INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756). 72p., 2004.

Valeriano, M. M. (2005). **Modelo Digital de Variáveis Morfométricas com dados SRTM para o Território Nacional: o projeto Topodata.** In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia, GO. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. p. 1-8.

Valeriano, M. M., D. F. Rossetti and P. C. G. **Albuquerque (2009). Topodata: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. Anais..., São José dos Campos, SP : INPE. v. CD-ROM. p. 1-8.

ZANDONADI, L. **As Chuvas na Bacia do Paraná: aspectos temporais, espaciais e rítmicos.** 2009. (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 136 p.

ZAVATTINI, J. A. **Variações do Ritmo Pluvial no Oeste de São Paulo e Norte do Paraná (eixo Araçatuba – Presidente Prudente – Londrina)**. Dissertação de Mestrado – USP – FFLCH – Departamento de Geografia – Exemplar do autor, São Paulo, 1983.

_____. **A Dinâmica Atmosférica e a Distribuição das Chuvas no Mato Grosso do Sul**. 1990. (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

_____. **Dinâmica Climática no Mato Grosso do Sul**. Geografia, AGETEO, Rio Claro, 17(2):65-91, 1992.

_____; *et al.* **Ritmo Climático e Possibilidades Hidroenergéticas na Bacia do Paraná**. In: V Simpósio de Geografia Física Aplicada. Anais, USP, FFLCH, São Paulo, 7-11 set. 1993.

_____. **Desenvolvimento e perspectivas da climatologia geográfica no Brasil: o enfoque dinâmico, a noção de ritmo climático e as mudanças climáticas**. In: Variabilidade e Mudanças Climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATTINI, J. A. (Orgs.). Maringá: Eduem, 2000.

_____. **Estudos do Clima no Brasil**. Campinas, São Paulo: Editora Alínea, 2004. 400p.

_____; BOIN, M. N. (2013). **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa**. Editora Alínea, Campinas, ISBN 978-85-7516-611-6, 150 p.

ZYL, J. J. 2001. **The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM): a breakthrough in remote sensing of topography**. Acta Astronautica, 48:559-565.

8. REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ADMINISTRADORA de Itupararanga quer derrubar lendas. Diário de Sorocaba. 2011. Texto sobre a Usina Hidrelétrica (UHE) de Itupararanga. Disponível em: <<http://www.diariodesorocaba.com.br/site2010/materia2.php?id=220249>>. Acesso em: abr-mai 2012.

AES TIETÊ S. A. 2012. Usinas. Disponível em: <<http://www.aestiete.com.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: abr-mai 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). 2012. Apresenta Resolução Homologatória da Usina Hidrelétrica de Capim Branco I. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/reh2006329.pdf>>. Acesso em: abr-mai 2012.

ALVES, J. M. Processo de Eletrificação em Goiás e no Distrito Federal: retrospectiva e análise dos problemas políticos e sociais na era da privatização. Campinas: Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos – Comissão de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2005. 288 p.

CAPACIDADE de Geração do Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Banco de Geração de Energia (BIG). 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>>. Acesso em: abr-mai 2012.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO (CBA). Usinas. 2012. Disponível em: <<http://www.cia-brasileira-aluminio.com.br/pt/usinas.php>>. Acesso em: abr-mai 2012.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A. (CEMIG). 2012. Memória CEMIG, Usinas Hidrelétricas. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br/MemoriaCemig/Paginas/UsinasHidreletricas.aspx>>. Acesso em: abr-mai 2012.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A. (CEMIG). 2012. Usina Igarapava. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/_layouts/usinas/wp_usinas_interna.asp?codigo=10>. Acesso em: abr-mai 2012.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP). Usinas e Eclusas. 2012. Disponível em: <http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/Empresa_UsinaEclusa?OpenDocument&Menu=5 - menu_lateral@@002_004>. Acesso em: abr-mai 2012.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA (COPEL). 2012. História da Copel. Disponível em:

<<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F6505401715872FAA032573FA0069734F>>. Acesso em: abr-mai 2012.

COMPLEXO Energético Amador Aguiar Pronto para Gerar até 450 MegaWatts. Consórcio Capim Branco Energia (CCBE). 2012. Informativo do Consórcio Capim Branco Energia. Disponível em: <http://www.ccbe.com.br/comunicacao/informativos/set_07.pdf>. Acesso em: abr-mai 2012.

CONSÓRCIO inaugura segunda usina do Complexo Energético Amador Aguiar. Votorantim. 2012. Notícias. Disponível em: <<http://www.votorantim.com.br/pt-br/Noticias/listaNoticias/Paginas/070503Consortorioinauguras.aspx>>. Acesso em: abr-mai 2012.

DME DISTRIBUIÇÃO S. A. Biblioteca Virtual. Usinas e subestação. 2012. Disponível em: <http://www.dme-pc.com.br/bv_usinas.php>. Acesso em: abr-mai 2012.

DUKE ENERGY BRASIL. Usinas. 2012. Disponível em: <<http://www.duke-energy.com.br/usinas/usinas.asp>>. Acesso em: abr-mai 2012.

ELETRICIDADE no Brasil. CELG Distribuição S. A. 2012. Disponível em: <<http://celgd.celg.com.br/paginas/pesquisaEscolar/eletricidadeNoBrasil.aspx>>. Acesso em: abr-mai 2012.

GESTÃO ambiental integrada do reservatório da Usina Hidrelétrica Americana. Fundação COGE. 2012. Prêmio Fundação COGE 2008. Categoria: ações ambientais. Disponível em: <http://www.funcoge.org.br/premio/html/body_cpfl11.html>. Acesso em: abr-mai 2012.

HISTÓRIA da CELG Distribuição. CELG Distribuição S. A. 2012. Disponível em: <<http://celgd.celg.com.br/paginas/institucional/historia.aspx>>. Acesso em: abr-mai 2012.

HISTÓRIA da Energia do Distrito Federal. Companhia Energética de Brasília (CEB). 2012. Disponível em: <http://www.ceb.com.br/Ceb/Ceb/visualizar_texto.cfm?idtxt=306>. Acesso em: abr-mai 2012.

HISTÓRICO do Setor Elétrico. Neoenergia. 2012. Disponível em: <<http://www.neoenergia.com/section/index.asp>>. Acesso em: abr-mai 2012.

OBSERVADOR ON-LINE. Turismo. 2012. Informações sobre as Usinas Hidrelétricas (UHEs) Paranapanema e Piraju II. Disponível em: <http://www.observadorpiraju.com.br/turismo_historia.asp>. Acesso em: abr-mai 2012.

PANORAMA do Setor de Geração. Santo Antonio Energia. 2012. Disponível em: <<http://www.google.com.br/#hl=pt->

BR&gs_nf=1&pq=edp%20energias%20do%20brasil&cp=15&gs_id=2r&xhr=t&q=santo+antonio+energia&pf=p&scient=psy-ab&oq=santo+antonio+e&gs_l=&pbx=1&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.&fp=8c4f65417e1c9e5d&biw=1366&bih=673>. Acesso em: abr-mai 2012.

PCH Mimoso. EDP Energias do Brasil. 2012. Apresenta informações sobre a Pequena Central Hidrelétrica Mimoso. Disponível em: <http://www.edpbr.com.br/energia/geracao_renovaveis/geracao/mato_grosso_sul/uhe_mimoso/uhe_mimoso.asp>. Acesso em: abr-mai 2012.

RIO VERDINHO ENERGIA S. A. Votorantim Energia. 2012. Histórico da usina hidrelétrica Salto do Rio Verdinho (UHE SRV). Disponível em: <http://www.rioverdinhoenergia.com.br/_site/historico.php>. Acesso em: abr-mai 2012.

SISTEMA Eletrobrás Furnas de Geração e Transmissão. Eletrobrás Furnas Centrais Elétricas S. A. 2012. Disponível em: <<http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemapurnas/pqgeracao.asp>>. Acesso em: abr-mai 2012.

USINA HIDRELÉTRICA FUNIL (UHE FUNIL). 2012. Histórico da Usina. Disponível em: <<http://www.ahefunil.com.br/home/a-usina/historico>>. Acesso em: abr-mai 2012.

USINAS Hidrelétricas Inauguradas em Goiás vão Gerar 645 Megawatts. Brasil: BOL Notícias/UOL. 2012. Disponível em: <<http://noticias.bol.uol.com.br/brasil/2010/10/19/usinas-hidreletricas-inauguradas-em-goias-va-gerar-645-megawatts.jhtm>>. Acesso em: abr-mai 2012.

USINAS Hidrelétricas Santa Cruz Geração de Energia. Votorantim Energia. Santa Cruz Geração de Energia S. A. Usinas. 2012. Disponível em: <<http://www.santacruzgeracao.com.br/geral/mapa.htm>>. Acesso em: abr-mai 2012.

APÉNDICES A

APÊNDICE A – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão habitual (2005) para as estações de Brasília e Jataí.

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Brasília - DF	MTA	5	3	2	14	11	10	10	10	7	4	1	9	86
	MTC	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	MEC	13	4	13	3	0	0	0	1	8	13	8	0	63
	MPA	0	0	0	0	4	3	3	0	0	0	0	0	10
	MPV	2	9	2	8	14	14	17	18	7	5	4	0	100
	FPA	0	0	1	0	1	0	1	0	6	1	6	7	23
	IT	11	10	13	5	1	3	0	2	2	6	11	13	77
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Brasília - DF	MTA	7,3	1,4	0,0	13,5	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	35,6	
	MTC	0,0	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	
	MEC	64,2	16,3	125,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	3,1	13,8	0,0	235,8
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPV	8,8	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6	0,0	0,0	16,7	0,0	28,0
	FPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,6	0,0	27,5	140,8	198,9
	IT	164,9	238,7	273,1	13,1	17,0	5,0	0,0	37,5	13,3	54,2	168,5	187,6	1172,9
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,8	80,8
	Total	245,2	264,7	398,6	28,0	17,0	5,4	0,2	39,1	55,9	57,3	226,5	422,2	1760,1

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Jataí - GO	MTA	5	1	0	11	7	10	8	5	0	1	0	5	53
	MTC	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
	MEC	8	9	9	4	0	2	0	4	8	10	11	5	70
	MPA	0	0	0	0	5	3	5	0	3	0	0	0	16
	MPV	1	10	7	12	13	14	17	19	8	7	6	1	115
	FPA	3	2	3	1	2	0	1	2	4	3	6	9	36
	IT	14	4	12	2	4	1	0	1	7	9	7	11	72
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
B														
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Jataí - GO	MTA	90,6	0,0	0,0	6,8	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	100,7	
	MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	MEC	21,7	18,9	42,3	0,5	0,0	1,8	0,0	0,0	2,5	0,1	6,5	2,5	96,8
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	11,5
	MPV	0,8	4,6	0,2	1,8	0,0	0,0	0,0	8,9	20,8	0,0	7,1	42,0	86,2
	FPA	0,0	20,8	10,6	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	23,2	19,2	56,5	225,0	355,8
	IT	114,5	37,8	328,0	63,8	34,2	0,2	0,0	2,8	15,2	67,2	98,7	177,7	940,1
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total	227,6	82,1	381,1	72,9	34,9	2,4	0,0	11,7	73,0	86,5	168,8	450,1	1591,1

APÊNDICE A – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão habitual (2005) para as estações de Patos de Minas e Capinópolis.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Patos de Minas - MG	MTA		6	5	11	16	7	10	9	9	2	10	3	7	95
	MTC		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MEC		3	6	2	1	0	1	0	0	5	3	2	0	23
	MPA		0	0	0	0	7	3	4	0	1	0	0	0	15
	MPV		2	8	3	9	10	14	15	18	13	7	6	3	108
	FPA		7	4	4	1	5	2	2	1	8	5	9	14	62
	IT		13	5	11	3	2	0	1	3	1	6	10	5	60
	ZCAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	Total		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Patos de Minas - MG	MTA		10,6	1,6	32,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	0,0	0,0	47,8	105,0
	MTC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MEC		6,2	5,5	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	26,3
	MPA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
	MPV		0,6	0,2	3,4	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,3	0,2	9,7
	FPA		57,9	41,6	55,0	5,2	32,4	6,2	0,0	0,0	10,8	29,0	150,0	375,3	763,4
	IT		154,8	80,8	178,4	13,6	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	8,8	140,5	66,2	646,9
	ZCAS		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	16,7
	Total		230,1	129,7	282,6	18,8	33,4	6,2	0,0	5,8	25,7	37,8	291,8	506,2	1568,1

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Capinópolis - MG	MTA		4	2	6	13	7	9	9	8	1	9	4	5	77
	MTC		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	MEC		4	7	3	3	0	1	0	1	4	4	4	2	33
	MPA		0	0	0	0	6	2	4	0	1	0	0	0	13
	MPV		3	12	8	10	11	16	14	18	11	8	4	3	118
	FPA		6	2	5	2	3	1	3	1	6	5	6	11	51
	IT		14	3	9	2	4	1	1	3	7	5	12	10	71
	ZCAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Capinópolis - MG	MTA		69,4	0,0	1,0	0,2	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	3,0	63,0	2,2	142,4
	MTC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MEC		0,5	18,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,4	0,0	3,5	25,4
	MPA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPV		1,0	0,4	27,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	47,1	1,1	0,0	42,9	120,5
	FPA		112,8	0,4	63,6	10,3	0,5	1,7	0,0	0,0	5,9	50,6	59,3	112,4	417,5
	IT		314,1	21,8	190,1	3,5	48,6	12,0	0,0	30,1	26,8	39,8	165,2	50,9	902,9
	ZCAS		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total		497,8	40,8	282,2	14,9	49,1	17,3	0,0	30,1	82,2	94,9	287,5	211,9	1608,7

APÊNDICE A – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão habitual (2005) para as estações de Campo Grande e Presidente Prudente.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Campo Grande - MS	MTA	1	1	0	4	8	6	2	1	0	0	1	2	26	
	MTC	0	10	7	2	0	0	0	5	0	2	3	3	32	
	MEC	14	2	8	5	2	0	0	0	5	11	5	10	62	
	MPA	0	0	0	0	4	3	10	3	5	0	0	0	25	
	MPV	2	10	9	13	10	17	14	16	13	2	13	6	125	
	FPA	7	3	3	2	3	3	5	5	4	8	4	7	54	
	IT	7	2	4	4	4	1	0	1	3	8	4	3	41	
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Campo Grande - MS	MTA	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,0	9,8
	MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2
	MEC	77,2	0,3	42,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	0,0	24,2	166,4
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
	MPV	1,3	22,3	1,0	2,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,8	2,0	68,4
	FPA	71,6	0,0	12,0	32,0	90,0	65,1	15,3	4,0	18,0	71,1	152,0	165,2	696,3	
	IT	84,0	156,0	64,8	19,7	25,0	12,0	0,0	2,0	52,0	68,4	45,0	78,0	606,9	
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total		240,1	178,6	119,8	54,4	115,0	88,7	17,3	6,0	70,0	161,5	226,2	272,4	1550,0

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Presidente Prudente - SP	MTA	0	1	0	3	8	8	3	1	0	0	1	2	27	
	MTC	0	8	7	0	0	0	0	3	0	2	3	2	25	
	MEC	12	7	5	6	1	0	0	0	3	6	5	2	47	
	MPA	0	2	0	1	5	2	8	2	3	0	0	0	23	
	MPV	5	7	12	16	12	15	13	17	14	4	15	13	143	
	FPA	7	2	4	3	4	2	7	6	9	9	5	9	67	
	IT	7	1	3	1	1	3	0	2	1	10	1	3	33	
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Presidente Prudente - SP	MTA	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	7,0	20,0
	MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MEC	126,3	0,7	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	127,7
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPV	6,9	0,0	3,7	1,8	9,4	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	6,2	31,0
	FPA	98,5	2,2	7,3	54,1	36,2	55,6	23,3	15,0	143,8	70,1	34,3	37,8	578,2	
	IT	96,4	8,3	44,5	14,6	22,2	7,2	0,0	13,5	10,6	87,8	0,0	18,5	323,6	
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total		328,1	20,2	55,5	71,1	67,8	63,4	23,3	28,5	157,5	157,9	37,7	69,5	1080,5

APÊNDICE A – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão habitual (2005) para as estações de São Simão e Barbacena.

A													
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
MTA	2	4	4	6	8	9	3	7	1	1	2	5	52
MTC	0	5	2	0	1	0	0	0	0	3	1	0	12
MEC	11	5	1	1	0	0	0	0	2	6	5	3	34
MPA	0	2	0	1	4	2	8	2	3	0	1	0	23
MPV	5	10	11	19	11	16	14	20	15	7	13	9	150
FPA	6	0	6	3	5	2	6	1	7	10	5	8	59
IT	7	2	7	0	2	1	0	1	2	4	3	6	35
ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
MTA	1,0	1,7	9,8	0,8	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	11,0	35,3
MTC	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
MEC	90,2	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	2,0	0,7	114,8
MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
MPV	40,1	25,7	9,2	10,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	9,8	7,2	110,2
FPA	29,8	0,0	139,5	11,5	84,7	0,0	36,4	0,0	51,7	55,0	142,8	43,4	594,8
IT	159,3	4,6	52,3	0,0	2,4	8,4	0,0	0,0	16,0	45,9	64,0	33,4	386,3
ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	320,4	49,4	210,8	22,8	87,4	13,4	38,2	0,0	67,7	113,4	224,6	95,7	1243,8

A													
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
MTA	11	9	11	16	9	10	6	9	3	3	3	7	97
MTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEC	2	2	0	0	0	0	0	0	1	4	4	2	15
MPA	0	2	0	0	5	1	3	0	1	0	2	0	14
MPV	6	7	8	7	12	15	15	15	9	14	10	6	124
FPA	9	5	3	6	4	4	6	6	13	6	6	13	81
IT	2	3	5	1	1	0	1	1	3	4	5	1	27
ZCAS	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
MTA	142,0	56,1	3,8	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,2	5,8	272,2
MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MEC	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	80,1	0,1	88,1
MPA	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,4	3,3	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	5,2
MPV	0,8	3,9	18,7	8,1	6,0	3,3	1,6	4,1	3,0	24,3	34,4	0,8	109,0
FPA	222,9	86,6	28,4	42,6	47,4	19,2	12,1	22,0	90,5	9,4	137,4	346,4	1064,9
IT	39,5	5,8	32,0	7,0	0,0	0,0	0,6	0,3	3,4	43,1	20,4	6,3	158,4
ZCAS	2,4	0,0	79,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,6	130,0
Total	407,8	153,3	161,9	65,0	53,4	22,9	17,6	26,4	97,5	84,5	329,5	408,0	1827,8

APÊNDICE A – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão habitual (2005) para as estações de Guarulhos e Curitiba.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
Guarulhos - SP	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	4	1	2	9	8	11	3	5	0	1	1	4	49
	MTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	7
	MPA	1	4	3	2	6	2	7	2	3	0	4	1	35
	MPV	7	12	12	8	11	13	16	16	14	8	17	12	146
	FPA	8	6	7	8	5	4	4	6	9	14	4	10	85
	IT	10	5	7	3	1	0	1	2	4	6	1	2	42
	ZCAS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
Guarulhos - SP	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	9,9	0,2	15,8	0,0	0,0	10,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	24,8	61,8
	MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MEC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	4,6	0,0	6,2
	MPA	2,4	0,0	0,0	9,5	3,0	0,1	1,2	0,0	4,7	0,0	0,7	1,4	23,0
	MPV	23,8	3,2	27,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	3,4	0,0	51,1	0,1	109,3
	FPA	152,2	104,1	101,6	33,1	140,0	18,6	11,4	2,9	63,0	174,4	33,9	182,9	1018,1
	IT	92,8	31,2	49,4	55,9	1,9	0,0	2,8	2,8	28,0	25,2	0,0	2,6	292,6
	ZCAS	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6
	Total	293,7	138,7	193,9	99,0	144,9	29,6	15,5	5,9	99,1	201,2	90,3	211,8	1523,6

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
Curitiba - PR	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	2	1	1	4	2	0	0	5	0	2	2	2	21
	MTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPA	4	6	5	7	4	2	8	5	5	0	4	2	52
	MPV	12	10	18	9	17	17	17	9	9	8	17	18	161
	FPA	9	4	6	6	5	8	4	10	10	14	5	7	88
	IT	4	7	1	4	3	3	2	2	6	7	2	2	43
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
Curitiba - PR	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	6,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	2,4	0,0	0,8	11,6
	MTC	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MEC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPA	3,9	0,0	18,2	16,9	63,9	9,5	6,7	0,1	42,2	0,0	12,0	0,3	173,7
	MPV	3,7	0,5	42,6	75,1	2,9	5,8	2,5	0,0	1,5	4,2	5,3	10,4	154,5
	FPA	123,3	2,1	17,8	26,9	26,0	42,4	83,9	144,5	161,1	169,8	17,7	33,7	849,2
	IT	44,4	79,5	0,3	29,9	25,9	13,6	10,5	0,0	43,8	35,3	55,5	4,7	343,4
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total	181,5	82,7	78,9	148,8	118,7	71,3	103,6	146,2	248,6	211,7	90,5	49,9	1532,4

APÊNDICE A – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão habitual (2005) para as estações de Guarapuava e Foz do Iguaçu.

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Guarapuava - PR	MTA	1	1	0	1	1	0	0	3	0	2	1	1	11
	MTC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	MEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPA	4	6	3	4	9	2	10	5	7	2	6	5	63
	MPV	13	9	18	15	13	18	13	14	9	8	15	13	158
	FPA	5	6	5	5	5	5	8	7	8	7	5	8	74
	IT	8	6	4	5	3	5	0	2	6	12	3	4	58
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
B														
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Guarapuava - PR	MTA	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	24,2	47,6	
	MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	MEC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,6	0,4	0,2	4,6	0,0	1,4	0,6	12,2	0,0	20,0
	MPV	67,8	0,0	0,0	23,0	0,0	10,2	0,0	0,2	22,8	10,6	0,0	42,4	177,0
	FPA	14,8	15,0	62,0	53,4	136,6	74,8	53,2	108,4	122,2	127,2	56,2	58,8	882,6
	IT	38,2	71,8	48,4	42,8	7,4	134,6	0,0	6,4	79,4	138,6	42,0	30,4	640,0
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total	140,8	86,8	110,4	119,8	144,4	219,8	57,8	115,0	225,8	277,0	113,8	155,8	1767,2

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Foz do Iguaçu - PR	MTA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	MTC	6	9	12	3	0	0	3	1	2	5	9	50	
	MEC	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	5	
	MPA	2	4	3	9	9	3	11	7	11	4	4	4	71
	MPV	10	8	11	6	10	14	15	13	6	6	13	9	121
	FPA	4	4	3	5	8	7	4	5	6	7	4	7	64
	IT	7	3	2	7	4	6	1	3	6	10	2	2	53
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
B														
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Foz do Iguaçu - PR	MTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,8	21,8	
	MEC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	15,2	
	MPA	0,0	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,2	0,0	9,2
	MPV	31,6	0,0	7,2	4,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,4	2,0	0,0	47,0
	FPA	52,0	0,5	22,0	54,0	301,0	73,6	85,4	54,6	56,2	192,8	29,6	36,4	958,1
	IT	117,4	16,0	1,0	59,3	64,0	135,4	7,8	2,0	59,6	107,2	5,8	36,0	611,5
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total	201,0	16,5	30,2	121,3	367,0	209,0	95,0	56,6	118,8	300,4	52,8	94,2	1662,8

APÊNDICES B

APÊNDICE B – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão seco (1999) para as estações de Brasília e Jataí.

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Brasília - DF	MTA	8	8	8	10	1	8	10	6	6	6	4	1	76
	MTC	9	9	9	1	1	2	0	0	4	4	6	13	58
	MEC	12	7	6	0	0	0	0	0	0	3	5	3	36
	MPA	0	0	0	7	13	5	4	7	1	2	0	0	39
	MPV	0	0	0	7	6	8	8	11	4	2	0	0	46
	FPA	1	0	1	3	9	3	2	2	4	5	8	4	42
	IT	1	3	7	2	1	4	7	5	11	9	7	5	62
	ZCAS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Brasília - DF	MTA	5,0	5,0	8,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	2,9	22,1	
	MTC	6,4	0,3	52,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	17,4	0,8	78,2	
	MEC	58,1	64,6	49,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,9	48,3	33,1	305,1	
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	MPV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	FPA	0,9	0,0	0,0	24,3	8,8	0,0	0,0	0,0	6,9	6,1	138,7	44,1	229,8
	IT	0,4	38,0	118,0	36,4	0,1	3,3	0,0	0,0	53,0	140,8	85,4	70,6	546,0
	ZCAS	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,8	55,5
	Total	70,8	108,6	228,1	60,9	8,9	3,3	0,0	0,0	59,9	200,1	289,8	206,3	1236,7

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Jataí - GO	MTA	3	1	4	8	1	4	10	5	5	4	1	2	48
	MTC	12	10	7	0	1	1	0	0	3	6	11	9	60
	MEC	9	3	5	0	0	0	0	0	0	5	3	5	30
	MPA	0	0	0	6	12	5	3	7	1	2	0	0	36
	MPV	0	0	0	7	7	6	8	10	4	3	0	0	45
	FPA	0	1	2	3	9	6	3	2	5	2	5	3	41
	IT	5	8	13	6	1	8	7	7	12	9	10	7	93
	ZCAS	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Jataí - GO	MTA	0,4	0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	0,0	31,6	50,9	
	MTC	5,4	3,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	35,4	60,9	
	MEC	73,0	27,2	166,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,6	6,4	40,8	366,6	
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	MPV	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
	FPA	0,0	0,0	15,4	18,5	2,4	0,0	0,0	0,0	2,6	4,6	24,4	1,1	69,0
	IT	52,9	126,3	75,7	14,7	0,0	3,1	0,0	0,0	78,1	32,4	145,1	4,8	533,1
	ZCAS	15,4	43,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	116,2	175,1
	Total	147,1	200,0	273,9	34,7	2,4	3,1	0,0	0,0	80,7	101,8	183,5	229,9	1257,1

APÊNDICE B – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão seco (1999) para as estações de Patos de Minas e Capinópolis.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Patos de Minas - MG	MTA		11	10	8	10	1	6	8	6	6	8	5	4	83
	MTC		9	3	5	0	1	1	0	0	3	3	5	7	37
	MEC		7	6	5	0	0	0	0	0	0	3	4	4	29
	MPA		0	0	0	7	13	5	4	7	1	2	0	0	39
	MPV		0	1	1	7	6	7	8	9	4	3	0	0	46
	FPA		2	3	4	4	9	3	2	2	4	6	9	5	53
	IT		2	4	8	2	1	8	9	7	12	6	7	5	71
	ZCAS		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7
	Total		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Patos de Minas - MG	MTA		126,0	11,5	78,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	19,8	29,0	62,6	55,4	386,3
	MTC		22,9	5,6	49,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,0	59,0	141,4
	MEC		75,0	33,8	79,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7	60,2	274,3
	MPA		0,0	0,0	0,0	7,6	33,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0
	MPV		0,0	9,0	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	22,5
	FPA		3,5	0,2	19,8	1,6	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	1,6	114,5	227,8	374,2
	IT		2,7	37,2	55,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	4,9	88,0	11,6	203,8
	ZCAS		0,0	32,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,2	124,6
	Total		230,1	129,7	282,6	18,8	33,4	6,2	0,0	5,8	25,7	37,8	291,8	506,2	1568,1

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Capinópolis - MG	MTA		3	1	6	9	1	9	10	5	5	5	2	2	58
	MTC		13	10	10	0	1	1	0	0	3	6	10	10	64
	MEC		8	1	6	0	0	0	0	0	0	4	5	5	29
	MPA		0	0	0	6	12	6	3	7	1	2	0	0	37
	MPV		0	1	0	8	7	7	8	10	4	3	0	0	48
	FPA		1	1	2	3	9	4	3	2	5	2	5	4	41
	IT		4	9	7	4	1	3	7	7	12	9	8	5	76
	ZCAS		2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12
	Total		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Capinópolis - MG	MTA		0,0	0,0	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	10,0	23,6
	MTC		7,9	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	14,0	44,5
	MEC		100,6	46,8	93,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	23,8	23,1	297,2
	MPA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPV		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
	FPA		3,2	4,8	6,5	4,2	7,6	0,0	0,0	0,0	4,2	18,2	1,7	13,9	64,3
	IT		34,0	77,2	184,1	50,1	0,0	1,4	0,6	0,0	65,4	25,3	24,8	63,7	526,6
	ZCAS		24,8	120,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,8	219,7
	Total		170,5	249,7	297,9	54,3	7,6	2,9	0,6	0,0	69,6	53,4	71,4	199,5	1177,4

APÊNDICE B – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão seco (1999) para as estações de Campo Grande e Presidente Prudente.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Campo Grande - MS	MTA		3	0	4	0	0	5	7	12	5	1	0	2	39	
	MTC		0	0	0	0	0	0	0	3	6	3	1	3	16	
	MEC		7	9	7	2	1	1	0	1	3	4	5	6	46	
	MPA		0	0	0	3	11	2	4	4	2	4	2	0	32	
	MPV		6	8	8	21	14	15	12	7	7	9	12	7	126	
	FPA		2	3	1	1	2	3	4	2	4	4	4	4	34	
	IT		13	8	11	3	3	4	4	2	3	6	6	9	72	
	ZCAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Campo Grande - MS	MTA		3,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	
	MTC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	MEC		6,6	0,2	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	
	MPA		0,0	0,0	0,0	8,0	0,1	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7	
	MPV		0,0	3,8	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,4	18,2	
	FPA		11,0	35,0	0,0	18,0	21,0	9,2	90,0	0,0	2,0	31,0	34,0	11,0	262,2	
	IT		129,3	45,7	155,7	16,0	0,0	8,0	6,0	0,0	14,9	155,2	3,5	101,8	636,1	
	ZCAS		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Total			149,9	84,7	174,8	42,0	21,1	20,8	96,0	0,0	16,9	189,2	37,5	113,2	946,1

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Presidente Prudente - SP	MTA		7	7	16	12	10	7	10	12	12	10	5	9	117	
	MTC		0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	7	
	MEC		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	MPA		0	0	1	6	8	6	7	9	4	2	3	0	46	
	MPV		0	0	2	5	2	1	4	4	4	5	6	3	36	
	FPA		15	16	9	5	9	15	10	1	10	8	10	8	116	
	IT		5	4	3	2	2	1	0	2	0	3	2	4	28	
	ZCAS		4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	14	
	Total			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Presidente Prudente - SP	MTA		22,0	8,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	
	MTC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	MEC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	MPA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	
	MPV		0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	
	FPA		164,4	189,0	40,7	14,5	59,8	24,3	7,3	0,0	25,9	47,7	70,4	52,7	696,7	
	IT		3,3	60,0	5,9	118,0	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2	22,7	238,6	
	ZCAS		15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	192,0	208,8	
	Total			205,2	257,7	47,3	132,5	60,2	49,2	7,6	0,0	25,9	49,0	81,6	267,8	1184,0

APÊNDICE B – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão seco (1999) para as estações de São Simão e Barbacena.

A													
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
MTA	8	13	9	5	4	5	7	10	10	3	3	3	80
MTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
MEC	0	1	2	0	0	0	1	1	2	3	3	5	18
MPA	0	0	1	5	10	2	6	4	3	5	0	0	36
MPV	2	0	8	14	11	16	11	14	7	13	10	6	112
FPA	9	3	2	3	5	4	4	2	4	4	2	5	47
IT	12	11	9	3	1	3	2	0	4	3	10	12	70
ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
MTA	5,8	8,1	2,5	1,2	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	3,5	0,2	23,8
MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MEC	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,1	2,3
MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3
MPV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,7	1,0
FPA	147,2	53,5	39,6	23,4	18,8	2,8	0,0	0,0	52,0	30,3	2,9	55,6	426,1
IT	157,6	122,9	95,5	33,0	3,3	32,0	0,0	0,0	10,2	12,1	54,4	197,0	718,0
ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	310,6	185,0	137,6	57,6	22,1	34,8	2,6	0,0	63,9	42,9	60,8	253,6	1171,5

A													
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
MTA	16	14	7	9	1	7	9	6	7	8	9	6	99
MTC	5	1	5	0	1	0	0	0	1	2	2	4	21
MEC	6	4	4	0	0	0	0	0	0	2	4	4	24
MPA	0	0	3	7	13	5	4	7	1	2	0	0	42
MPV	0	1	1	6	6	7	8	9	4	4	0	0	46
FPA	2	4	5	4	9	4	2	3	5	6	9	5	58
IT	1	3	6	4	1	7	8	6	12	7	6	6	67
ZCAS	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8
Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
MTA	10,7	12,5	0,1	0,0	0,0	2,5	0,5	0,0	0,0	7,9	1,3	5,3	40,8
MTC	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0
MEC	73,1	35,3	42,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	70,3	25,6	256,9
MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	1,6
MPV	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
FPA	43,9	25,3	31,0	12,3	1,2	10,9	0,0	0,0	0,9	2,0	56,0	45,6	229,1
IT	11,4	35,3	151,4	32,2	4,4	29,4	5,7	0,5	21,5	57,7	30,5	34,1	414,1
ZCAS	22,8	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	106,3	144,4
Total	162,7	123,8	224,5	44,7	5,6	42,8	6,2	0,5	22,4	79,8	158,1	217,1	1088,2

APÊNDICE B – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão seco (1999) para as estações de Guarulhos e Curitiba.

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Guarulhos - SP	MTA	5	9	17	16	13	11	11	16	15	9	4	12	138
	MTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPA	0	0	1	4	6	4	7	8	5	4	6	0	45
	MPV	0	0	1	4	1	3	5	4	2	3	5	2	30
	FPA	15	11	4	6	11	11	8	2	6	7	10	7	98
	IT	7	8	8	0	0	1	0	1	2	3	5	1	36
	ZCAS	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	9	18
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Guarulhos - SP	MTA	0,0	1,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	2,7
	MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MEC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPA	0,0	0,0	0,2	2,2	0,1	0,0	1,2	0,7	0,1	1,7	1,0	0,0	7,2
	MPV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2
	FPA	245,1	236,2	88,6	32,3	37,0	84,1	32,9	0,0	54,9	40,9	54,3	31,0	937,3
	IT	25,6	131,2	59,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	24,9	0,0	258,5
	ZCAS	31,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,6	0,0	60,8	127,3
	Total	302,6	368,7	148,9	34,8	37,4	84,1	34,1	0,8	72,0	77,4	80,2	92,2	1333,2

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Curitiba - PR	MTA	7	7	17	13	8	11	12	19	14	8	10	15	141
	MTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPA	0	0	1	5	14	4	8	7	6	11	5	0	61
	MPV	3	0	2	5	4	2	4	1	2	3	7	4	37
	FPA	7	21	7	4	5	11	5	1	6	5	6	2	80
	IT	10	0	4	3	0	2	2	3	2	0	2	4	32
	ZCAS	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	6	14
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Curitiba - PR	MTA	6,9	2,8	1,5	2,3	12,9	7,4	2,1	0,0	37,6	0,1	0,6	64,1	138,3
	MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MEC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPA	0,0	0,0	1,0	0,3	4,5	0,0	2,3	0,0	1,2	6,2	2,1	0,0	17,6
	MPV	0,0	0,0	2,2	0,1	8,7	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,3	0,0	12,5
	FPA	138,9	442,4	48,6	46,4	44,5	60,7	110,7	5,5	75,5	80,4	49,4	27,3	1130,3
	IT	131,0	0,0	74,6	6,4	0,0	15,8	26,3	4,6	0,0	0,0	10,0	0,0	268,7
	ZCAS	64,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,2	0,0	35,0	130,4
	Total	341,0	445,2	127,9	55,5	70,6	83,9	141,7	11,0	114,3	117,9	62,4	126,4	1697,8

APÊNDICE B – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão seco (1999) para as estações de Guarapuava e Foz do Iguaçu.

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Guarapuava - PR	MTA	10	2	10	10	5	6	7	17	7	4	1	3	82
	MTC	2	4	4	0	0	0	1	0	5	0	5	6	27
	MEC	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	MPA	1	6	2	5	13	9	9	8	7	13	7	0	80
	MPV	3	1	2	4	4	3	2	1	1	2	6	6	35
	FPA	7	13	11	6	9	8	9	3	9	5	8	8	96
	IT	4	0	1	5	0	4	3	2	1	3	3	2	28
	ZCAS	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	6	14
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Guarapuava - PR	MTA	9,2	1,0	2,4	0,3	0,1	0,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	11,0	25,6
	MTC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MEC	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	MPA	0,0	29,4	0,0	0,6	0,2	11,3	0,6	0,6	8,8	2,4	0,0	0,0	53,9
	MPV	0,0	12,2	0,0	6,8	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0
	FPA	46,9	145,7	112,4	71,3	106,3	124,4	85,4	0,6	133,2	43,4	42,9	98,1	1010,6
	IT	36,2	0,0	69,0	24,2	0,0	45,0	8,4	0,0	0,0	0,9	0,0	42,6	226,3
	ZCAS	120,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,2	0,0	71,8	230,2
	Total	212,5	188,5	183,8	103,2	106,6	185,3	94,4	1,2	143,0	84,9	42,9	223,5	1569,8

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Foz do Iguaçu - PR	MTA	7	10	15	10	7	5	9	15	11	5	4	7	105
	MTC	3	3	1	0	0	3	2	0	0	2	7	4	25
	MEC	2	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	7
	MPA	1	3	2	5	12	9	9	8	6	10	3	0	68
	MPV	3	1	2	5	5	4	2	1	3	3	7	3	39
	FPA	0	3	9	3	7	5	7	2	6	5	4	5	56
	IT	15	5	2	6	0	4	2	3	4	4	5	6	56
	ZCAS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	9
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Foz do Iguaçu - PR	MTA	15,2	22,6	9,0	0,6	0,0	11,4	1,3	0,0	0,0	1,0	0,6	1,0	62,7
	MTC	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	1,4
	MEC	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	MPA	0,0	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	14,2
	MPV	0,0	0,0	0,0	2,2	14,4	1,0	0,6	0,0	6,0	0,6	0,0	0,0	24,8
	FPA	0,0	63,4	55,2	19,0	135,0	118,0	97,0	15,0	65,0	31,6	58,0	28,0	685,2
	IT	174,1	31,0	0,0	113,0	0,0	21,0	5,0	10,0	2,0	16,0	20,0	11,0	403,1
	ZCAS	0,0	79,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	132,0	211,0
	Total	189,3	198,0	64,4	135,0	149,4	152,0	115,3	25,0	73,0	50,8	79,2	172,0	1403,4

APÊNDICES C

APÊNDICE C – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão chuvoso (2009) para as estações de Brasília e Jataí.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
Sist. Atm.		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Brasília - DF	MTA	5	17	4	3	13	13	15	10	5	0	4	5	94
	MTC	2	6	10	9	11	1	10	12	11	5	18	6	101
	MEC	13	1	16	12	0	0	0	0	2	21	7	14	86
	MPA	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	6
	MPV	0	0	0	4	1	7	4	3	2	0	0	0	21
	FPA	0	0	0	1	5	5	1	5	10	3	1	0	31
	IT	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	4
	ZCAS	11	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico											
Sist. Atm.		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Brasília - DF	MTA	0,0	82,0	5,6	98,1	13,0	0,0	0,0	0,7	5,3	0,0	30,4	10,6	245,7
	MTC	4,4	34,7	17,6	90,9	32,8	0,0	0,0	0,0	0,7	6,2	70,2	35,8	293,3
	MEC	52,3	3,1	57,3	133,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	226,1	87,5	206,6	768,4
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	FPA	0,0	0,0	0,0	0,4	15,4	9,3	0,0	30,4	42,7	5,0	11,0	0,0	114,2
	IT	0,0	0,0	0,0	52,8	0,0	0,0	0,0	41,4	0,0	58,5	0,0	0,0	152,7
	ZCAS	148,3	15,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	218,6
	Total	205,0	134,8	81,0	375,9	61,2	9,3	0,0	72,5	50,5	295,8	199,1	307,8	1792,9

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
Sist. Atm.		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Jataí - GO	MTA	1	5	1	2	0	2	0	6	1	0	0	5	23
	MTC	8	16	12	16	18	0	2	4	14	11	20	3	124
	MEC	16	2	16	4	0	0	0	0	2	9	9	14	72
	MPA	0	0	0	0	3	7	6	6	0	0	0	0	22
	MPV	0	0	0	5	6	11	14	9	3	1	0	2	51
	FPA	2	0	0	3	3	9	6	7	6	6	1	0	43
	IT	1	1	0	0	1	1	3	1	2	4	0	0	14
	ZCAS	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	Total	31	28	31	30	31	30	31	33	28	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico											
Sist. Atm.		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Jataí - GO	MTA	1,4	52,7	0,0	17,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	92,0
	MTC	25,3	84,3	42,7	10,5	6,8	0,0	0,0	0,0	14,9	32,3	119,3	0,0	336,1
	MEC	99,7	16,0	163,5	22,5	0,0	0,0	0,0	0,0	91,2	140,3	141,2	179,0	853,4
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
	MPV	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
	FPA	13,6	0,0	0,0	3,2	2,6	11,8	5,8	16,3	26,5	32,3	28,1	0,0	140,2
	IT	0,0	53,3	0,0	0,0	0,8	14,6	0,0	3,6	0,0	65,6	2,5	0,0	140,4
	ZCAS	1,0	11,0	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	161,3
	Total	141,0	217,3	221,8	53,6	16,2	29,3	5,8	20,3	132,6	270,5	291,1	333,2	1732,7

APÊNDICE C – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão chuvoso (2009) para as estações de Patos de Minas e Capinópolis.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Patos de Minas - MG	MTA		7	15	10	5	19	4	12	13	12	4	12	12	125
	MTC		5	8	6	8	2	0	0	0	0	6	11	1	47
	MEC		13	1	12	0	0	0	0	0	2	8	0	11	47
	MPA		0	0	0	4	3	7	5	4	2	1	0	0	26
	MPV		0	0	0	6	2	9	6	4	2	1	0	0	30
	FPA		0	0	0	2	3	7	7	7	8	4	0	0	38
	IT		2	1	2	5	2	3	1	3	4	7	7	3	40
	ZCAS		4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12
	Total		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Patos de Minas - MG	MTA		38,7	105,2	27,5	8,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	129,1	60,7	370,8
	MTC		22,7	7,4	0,1	17,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	3,0	2,2	64,9
	MEC		105,1	0,0	124,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	38,7	0,0	158,5	440,9
	MPA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MPV		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	FPA		0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	14,0	0,3	0,2	20,4	2,2	0,0	0,0	37,7
	IT		23,5	0,0	40,8	79,4	86,2	41,4	0,0	28,7	13,2	32,5	181,2	30,0	556,9
	ZCAS		13,5	75,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	116,1	205,5
	Total		203,5	188,0	193,5	106,8	86,7	55,6	0,3	28,9	47,6	85,2	313,3	367,5	1676,9

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Capinópolis - MG	MTA		1	3	1	2	0	2	0	7	2	0	0	6	24
	MTC		8	18	13	16	18	0	2	3	13	11	20	3	125
	MEC		16	2	15	4	0	0	0	0	2	9	9	14	71
	MPA		0	0	0	0	7	7	6	6	0	0	0	0	26
	MPV		0	0	0	5	3	10	14	8	3	1	0	1	45
	FPA		2	0	0	3	2	9	6	6	8	6	1	0	43
	IT		1	1	0	0	1	2	3	1	2	4	0	0	15
	ZCAS		3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	16
	Total		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
		Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Capinópolis - MG	MTA		0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	30,3
	MTC		28,9	45,8	1,1	79,5	3,7	0,0	0,0	0,0	0,8	23,3	16,8	83,9	283,8
	MEC		212,6	55,9	105,9	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	87,0	28,9	136,8	151,7	781,9
	MPA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
	MPV		0,0	0,0	0,0	0,0	33,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,8
	FPA		19,6	0,0	0,0	32,4	0,0	13,6	8,2	1,0	130,1	29,7	20,8	0,0	255,4
	IT		46,8	9,7	0,0	0,0	6,4	3,5	0,0	7,0	17,8	2,0	0,0	0,0	93,2
	ZCAS		68,6	40,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	153,6	264,9
	Total		376,5	152,0	109,1	131,7	43,9	17,1	8,2	24,7	235,7	83,9	174,4	402,8	1760,0

APÊNDICE C – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão chuvoso (2009) para as estações de Campo Grande e Presidente Prudente.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
Sist. Atm.		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Campo Grande - MS	MTA	0	0	0	1	3	1	0	3	0	0	0	3	11
	MTC	16	22	17	15	13	2	3	7	6	13	19	11	144
	MEC	9	3	12	0	0	0	0	0	2	6	7	11	50
	MPA	0	0	1	5	2	9	6	5	3	2	0	0	33
	MPV	0	0	1	8	5	8	8	5	2	2	0	0	39
	FPA	3	2	0	0	4	10	7	8	9	2	0	1	46
	IT	3	1	0	1	4	0	7	3	8	6	4	5	42
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico											
Sist. Atm.		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Campo Grande - MS	MTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0
	MTC	0,0	43,9	24,9	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	30,8	2,4	123,9
	MEC	155,0	32,0	239,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	63,0	120,7	192,5	823,2
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,1
	MPV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	FPA	29,0	4,0	0,0	0,0	16,2	76,3	36,0	79,0	10,2	24,0	0,0	23,0	297,7
	IT	0,7	9,0	0,0	0,0	8,0	0,0	11,1	56,9	35,4	119,0	16,8	41,0	297,9
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total	184,7	88,9	263,9	18,4	25,2	76,3	47,1	135,9	66,7	209,5	168,3	260,9	1545,8

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
Sist. Atm.		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Presidente Prudente - SP	MTA	2	3	1	2	3	2	2	5	0	2	1	5	28
	MTC	12	15	21	8	13	1	1	5	3	13	18	13	123
	MEC	9	1	6	0	0	0	0	0	1	4	5	6	32
	MPA	0	0	1	10	4	8	7	5	4	2	0	0	41
	MPV	0	0	1	8	3	7	7	5	4	2	0	0	37
	FPA	3	3	0	0	3	10	9	8	11	2	0	2	51
	IT	5	6	0	2	5	2	5	3	7	6	6	5	52
	ZCAS	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico											
Sist. Atm.		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Presidente Prudente - SP	MTA	33,9	43,9	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4	19,4	126,3
	MTC	5,0	45,7	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,9	30,4	18,0	149,1
	MEC	246,8	8,7	91,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	94,2	31,3	132,2	608,6
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	MPV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	FPA	98,5	49,3	0,0	0,0	24,2	30,7	92,4	93,1	125,6	26,0	0,0	11,0	550,8
	IT	179,6	63,6	0,0	15,1	29,9	8,5	13,2	59,5	25,5	64,6	83,6	78,2	621,3
	ZCAS	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
	Total	563,8	211,2	94,3	19,8	54,3	39,3	105,6	152,6	154,7	232,7	169,7	258,8	2056,8

APÊNDICE C – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão chuvoso (2009) para as estações de São Simão e Barbacena.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
São Simão - SP	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	3	9	4	3	18	4	3	10	6	3	3	9	75
	MTC	11	9	12	7	1	0	0	1	1	12	16	4	74
	MEC	10	0	7	0	0	0	0	0	2	3	5	12	39
	MPA	0	0	1	10	4	7	7	5	2	2	0	0	38
	MPV	0	0	1	8	2	8	9	4	3	2	0	0	37
	FPA	4	3	0	0	3	9	9	9	11	2	1	3	54
	IT	2	4	3	2	3	2	3	2	5	7	5	3	41
	ZCAS	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
São Simão - SP	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	36,8	71,3	2,2	6,3	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,5	22,0	201,5
	MTC	0,3	1,4	3,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	7,0	1,0	24,0
	MEC	124,3	0,0	107,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,0	92,1	140,1	194,0	719,0
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	MPV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	FPA	56,6	28,9	0,0	0,0	27,2	40,0	25,4	99,1	122,7	0,0	5,7	8,5	414,1
	IT	40,9	28,0	5,2	59,8	15,5	21,0	0,0	42,2	14,6	70,8	92,7	9,7	400,4
	ZCAS	62,4	108,0	13,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	183,8
	Total	321,3	237,6	131,9	66,6	62,1	61,0	25,4	141,3	198,3	173,1	290,0	235,2	1943,8

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
Barbacena - MG	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	9	20	12	6	19	5	5	12	12	8	13	11	132
	MTC	3	2	6	5	0	0	0	0	0	4	6	1	27
	MEC	10	1	6	0	0	0	0	0	2	4	0	11	34
	MPA	0	0	1	8	4	6	6	4	2	1	0	0	32
	MPV	0	0	2	9	4	7	5	3	2	2	0	0	34
	FPA	2	1	0	0	3	9	12	10	7	3	0	1	48
	IT	4	0	2	2	1	3	3	2	5	9	11	3	45
	ZCAS	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico												
Barbacena - MG	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	12,5	128,9	26,0	3,7	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	63,3	29,8	286,1
	MTC	2,3	3,4	10,4	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,4	8,2	2,8	109,5
	MEC	63,8	0,0	92,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,3	55,1	0,0	174,7	425,6
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
	MPV	0,0	0,0	1,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3
	FPA	39,1	5,6	0,0	0,0	0,8	15,7	9,4	10,4	40,4	21,6	0,0	2,0	145,0
	IT	137,2	0,0	18,6	20,5	0,0	13,0	4,0	3,0	18,2	100,1	78,1	46,0	438,7
	ZCAS	40,8	106,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,7	202,0
	Total	295,7	244,2	149,7	49,7	10,3	28,7	13,4	13,4	98,4	246,6	149,6	310,0	1609,7

APÊNDICE C – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão chuvoso (2009) para as estações de Guarulhos e Curitiba.

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Guarulhos - SP	MTA	2	12	5	3	5	0	0	5	5	4	2	8	51
	MTC	0	4	16	4	2	0	0	0	1	10	10	3	50
	MEC	13	1	0	0	0	0	0	0	2	0	5	7	28
	MPA	2	0	0	6	8	11	8	6	2	2	0	0	45
	MPV	4	0	1	9	6	8	5	5	3	3	0	1	45
	FPA	5	4	7	7	7	10	11	10	11	7	7	8	94
	IT	5	4	1	1	3	1	7	5	6	5	6	4	48
	ZCAS	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Guarulhos - SP	MTA	5,6	44,5	8,8	10,8	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,8
	MTC	0,0	0,1	14,4	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,9	2,4	2,7	84,6
	MEC	263,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	138,6	98,3	513,6
	MPA	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
	MPV	15,8	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	16,9
	FPA	39,9	81,0	54,2	35,2	55,9	47,1	150,2	64,6	135,3	112,7	57,0	156,1	989,2
	IT	30,2	21,9	13,4	0,0	0,2	0,0	9,6	17,6	65,7	35,3	36,1	68,0	298,0
	ZCAS	0,0	31,7	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,1
	Total	355,2	179,2	97,2	54,2	60,2	47,1	160,0	82,2	214,0	206,2	234,1	325,1	2014,7

A														
Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Curitiba - PR	MTA	2	11	4	1	2	0	0	5	4	3	3	7	42
	MTC	5	5	19	1	1	0	0	0	0	4	12	8	55
	MEC	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9
	MPA	3	0	2	10	7	11	7	6	3	1	0	0	50
	MPV	5	5	0	9	5	6	2	5	1	6	1	2	47
	FPA	6	4	4	7	12	10	17	13	16	13	8	7	117
	IT	5	3	2	2	4	3	5	2	6	4	6	3	45
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	B													
Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico														
Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Curitiba - PR	MTA	6,5	59,7	0,5	5,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	1,0	0,9	74,8
	MTC	60,9	41,9	45,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,7	0,0	16,5	192,2
	MEC	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,8	50,0
	MPA	0,3	0,0	0,0	1,4	0,1	0,5	0,6	0,4	2,6	0,3	0,0	0,0	6,2
	MPV	0,5	0,1	0,0	0,8	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0	2,3
	FPA	80,5	16,3	27,8	24,9	16,0	64,1	220,8	88,6	312,2	116,7	127,4	33,8	1129,1
	IT	47,8	6,9	33,9	19,9	65,1	6,6	25,6	0,0	19,1	16,3	75,1	103,1	419,4
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total	223,7	124,9	107,4	52,6	81,2	71,2	247,3	89,4	334,3	161,4	203,5	177,1	1874,0

APÊNDICE C – Total de dias de atuação de todos os sistemas atmosféricos e volume de chuvas gerado por cada um deles durante o ano-padrão chuvoso (2009) para as estações de Guarapuava e Foz do Iguaçu.

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico													
Guarapuava - PR	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
	MTA	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4	0	12
	MTC	4	15	22	5	0	0	0	0	0	4	18	10	78	
	MEC	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	
	MPA	5	0	2	7	7	10	7	12	6	3	0	3	62	
	MPV	6	4	1	9	10	7	5	6	3	6	2	7	66	
	FPA	6	4	3	7	7	11	11	12	13	10	4	3	91	
	IT	3	1	1	1	7	2	8	1	8	6	2	4	44	
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	

B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
Guarapuava - PR	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
	MTA	17,2	5,4	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,6
	MTC	48,2	102,2	15,4	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,6	124,6	33,6	389,4	
	MEC	62,6	0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,8	107,4	
	MPA	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	
	MPV	0,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	
	FPA	75,0	16,0	5,6	17,8	53,8	116,6	215,4	124,4	118,0	67,4	11,8	23,8	845,6	
	IT	29,6	6,4	18,2	10,8	96,4	10,8	138,6	0,2	212,2	177,0	21,6	110,4	832,2	
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Total	232,8	131,4	55,4	59,4	150,2	127,4	354,0	124,6	330,2	280,0	158,0	196,6	2200,0	

A		Número total de dias de atuação de cada sistema atmosférico												
Foz do Iguaçu - PR	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	MTA	1	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	8
	MTC	6	19	21	11	1	0	0	0	0	5	21	14	98
	MEC	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14
	MPA	6	0	2	6	4	11	10	6	3	2	0	2	52
	MPV	5	0	1	5	12	10	5	10	7	8	2	3	68
	FPA	4	2	3	8	3	6	7	10	14	11	4	4	76
	IT	3	3	1	0	11	3	9	5	6	3	2	3	49
	ZCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

B		Volume de chuva gerado por cada sistema atmosférico													
Foz do Iguaçu - PR	Sist. Atm.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
	MTA	4,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
	MTC	8,0	102,8	13,8	22,0	52,4	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0	143,3	6,7	383,0	
	MEC	5,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	27,3	
	MPA	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	12,0	0,0	0,8	2,0	0,0	11,0	61,8	
	MPV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	
	FPA	56,0	25,0	3,0	5,0	76,8	18,2	40,0	101,0	248,0	210,0	67,0	87,2	937,2	
	IT	20,0	12,0	5,0	0,0	94,6	1,1	40,9	33,0	28,4	23,0	21,0	23,0	302,0	
	ZCAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Total	110,1	140,1	21,8	27,0	223,8	38,3	92,9	134,0	277,3	269,0	231,4	149,9	1715,6	

APÊNDICES D

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Rítmica

2005 (Ano-Padrão Habitual) / Estação Brasília - DF



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Rítmica

2005 (Ano-Padrão Habitual) / Estação Jataí - GO

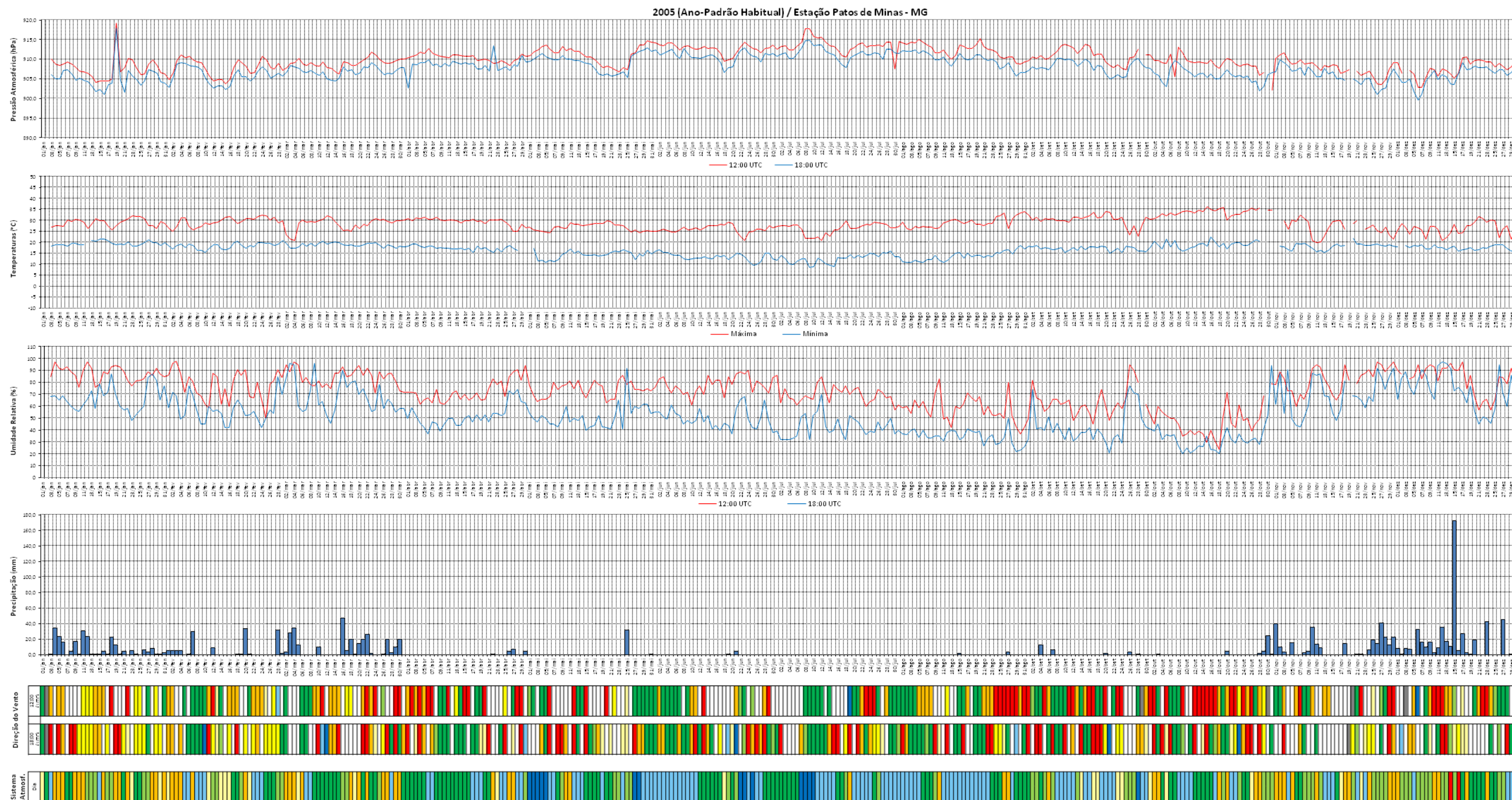


Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			



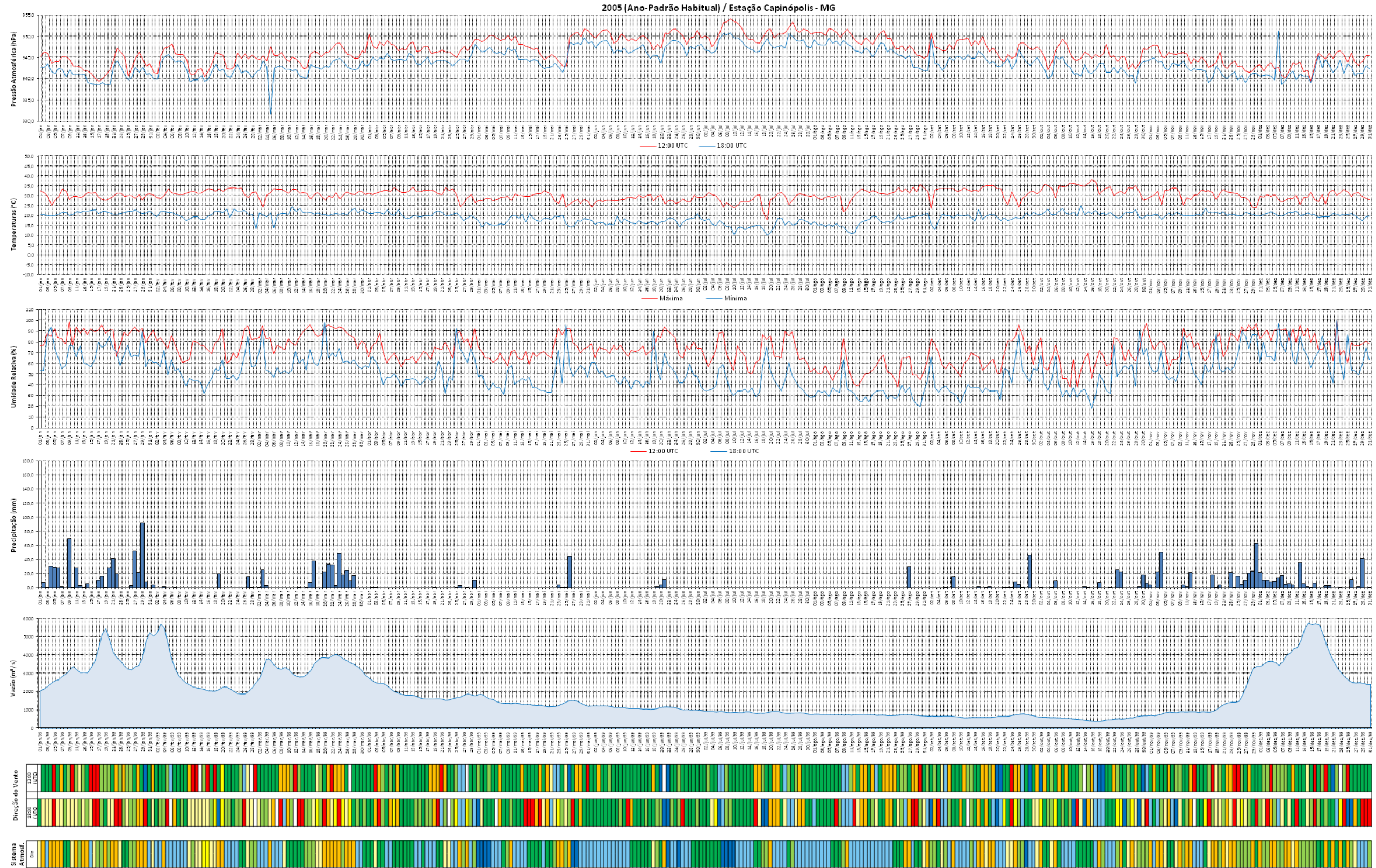
Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Rítmica



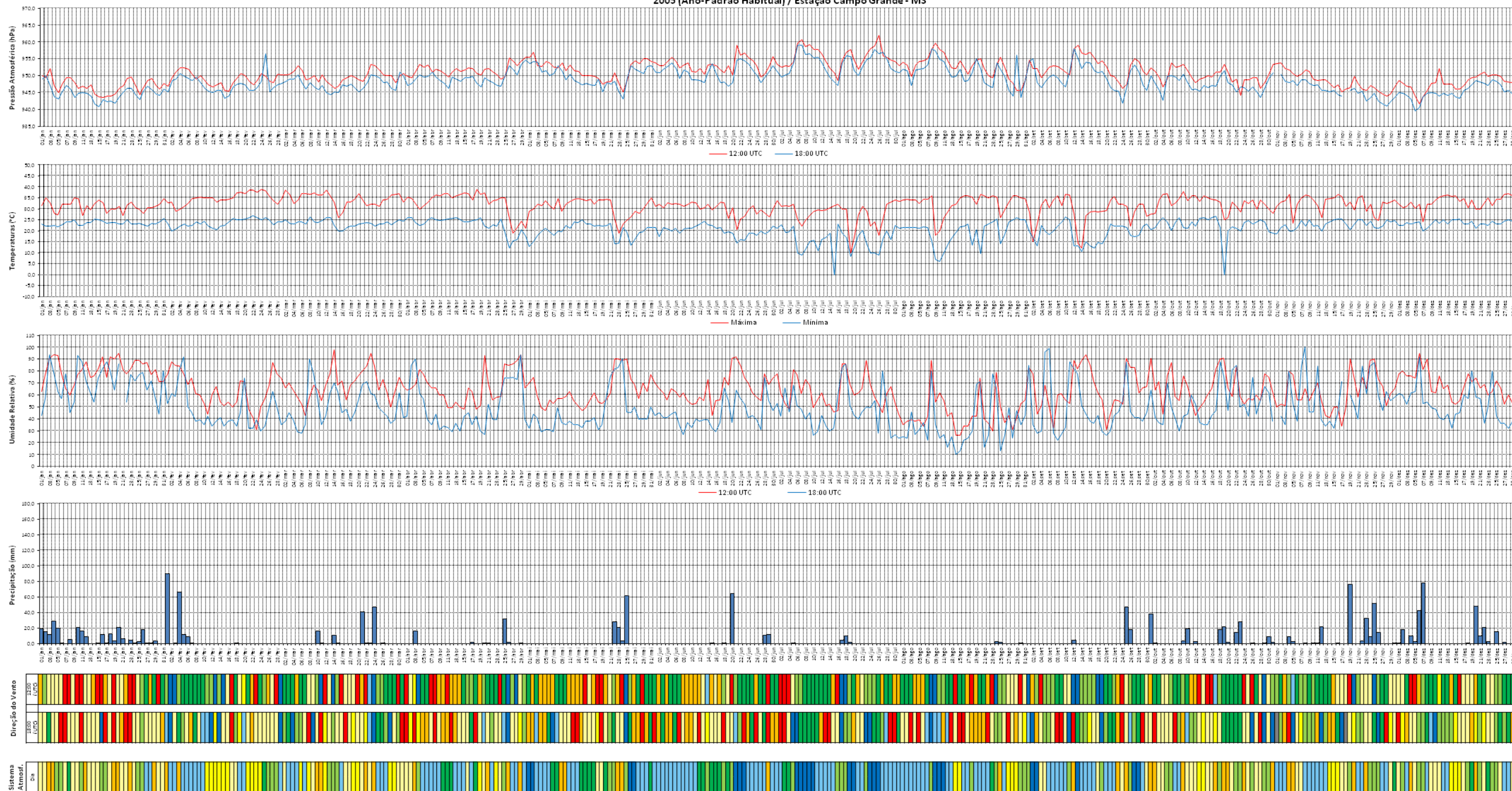
Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MCC	Massa Equatorial Continental
MFA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

2005 (Ano-Padrão Habitual) / Estação Campo Grande - MS



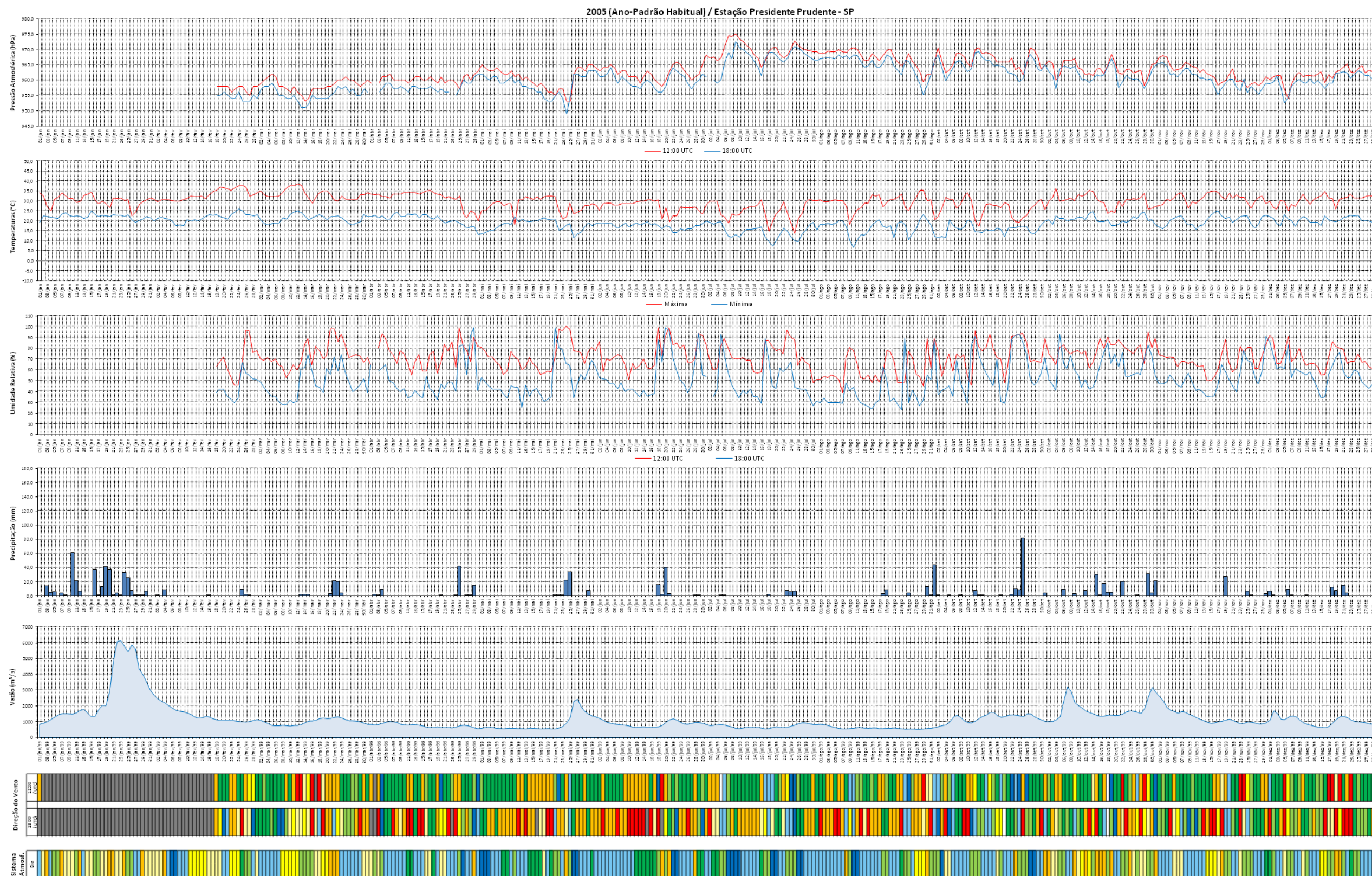
Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Rítmica



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C			Calmaria / Sem Vento

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Ritmica

2005 (Ano-Padrão Habitual) / Estação São Simão - SP



Organização: Zandonadi, L. (2013).

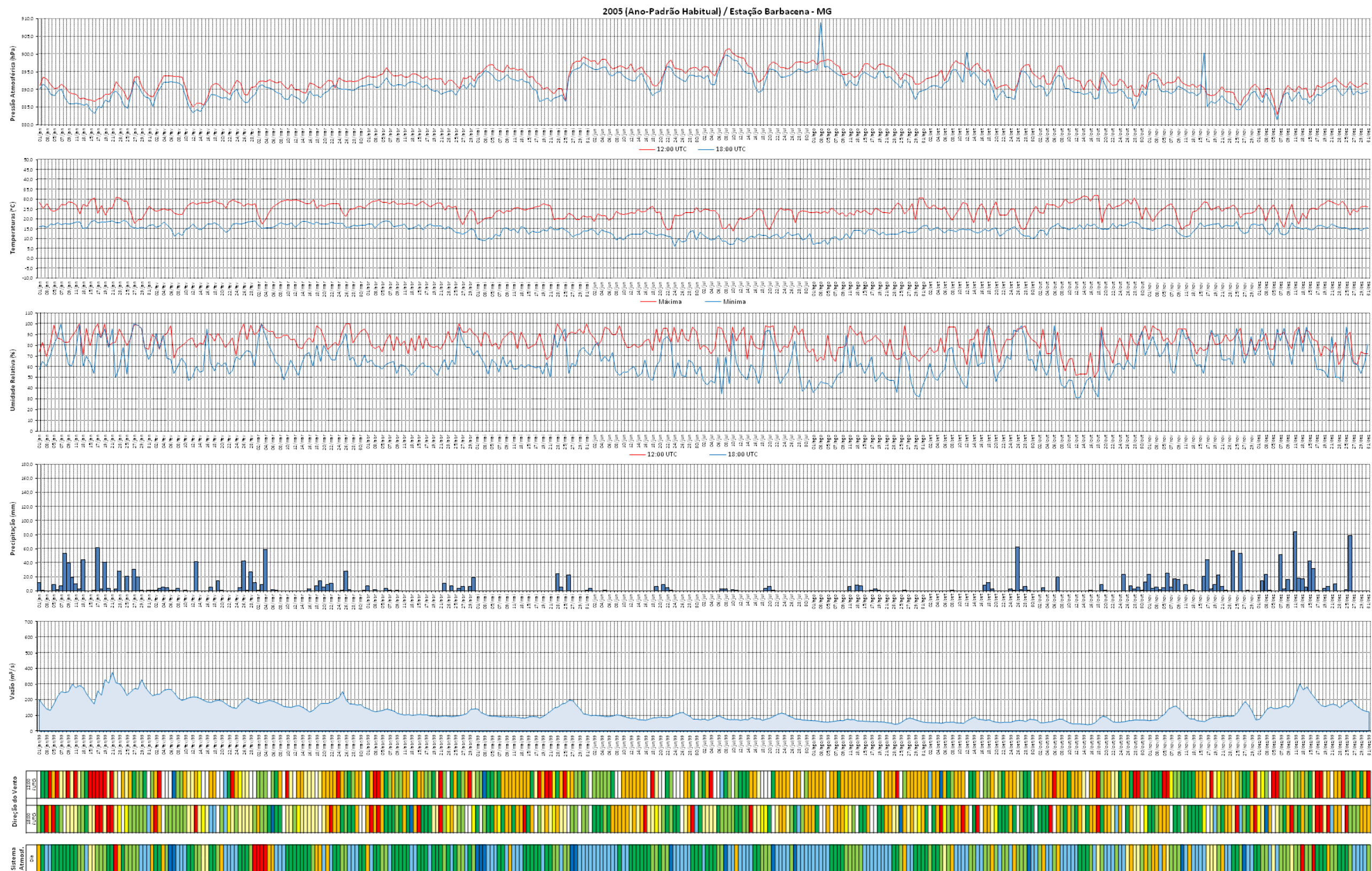
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria / Sem Vento

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Rítmica



Organização Zandonadi, Lda (2013) 13.

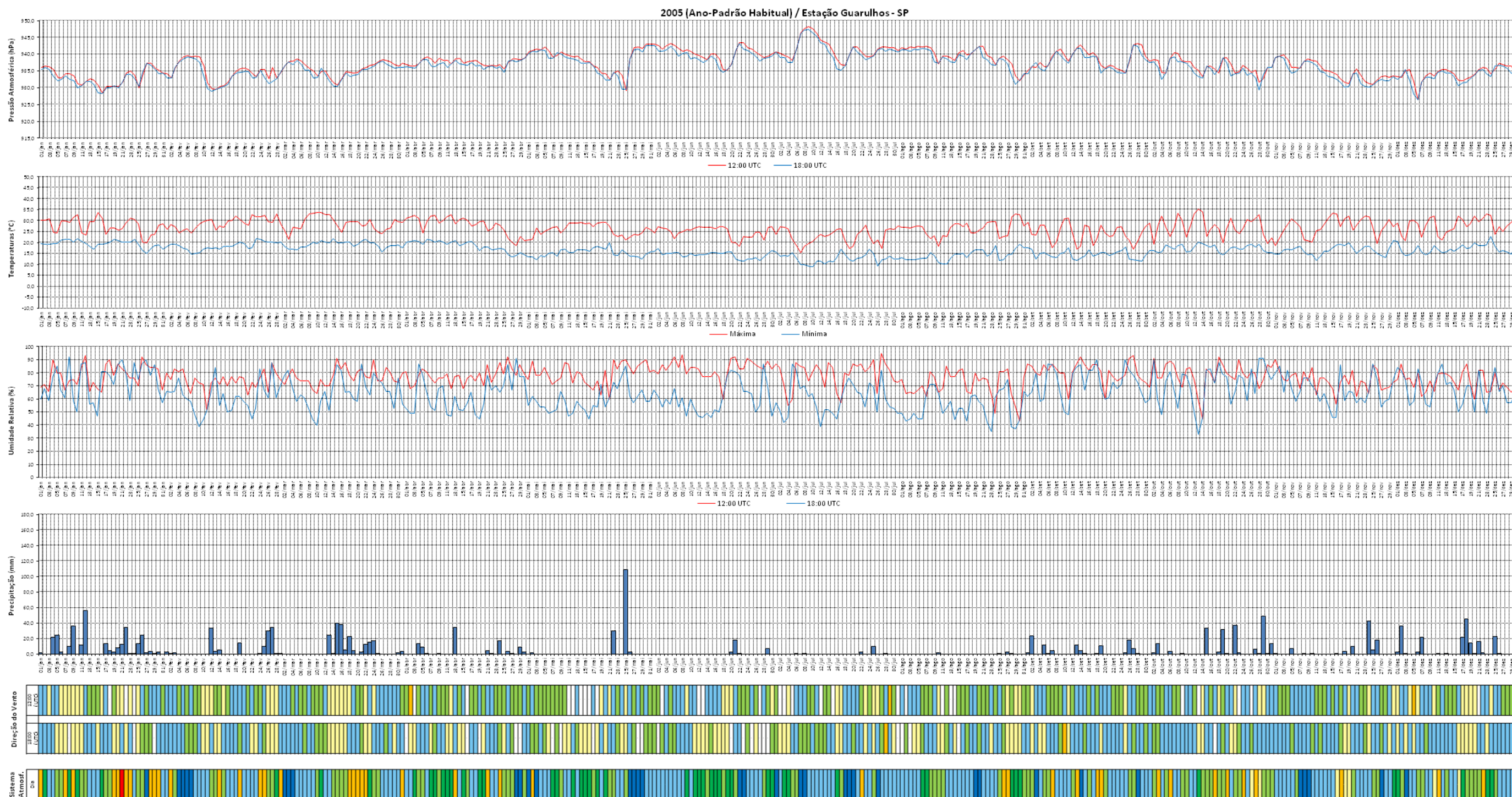
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria / Sem Vento

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Rítmica



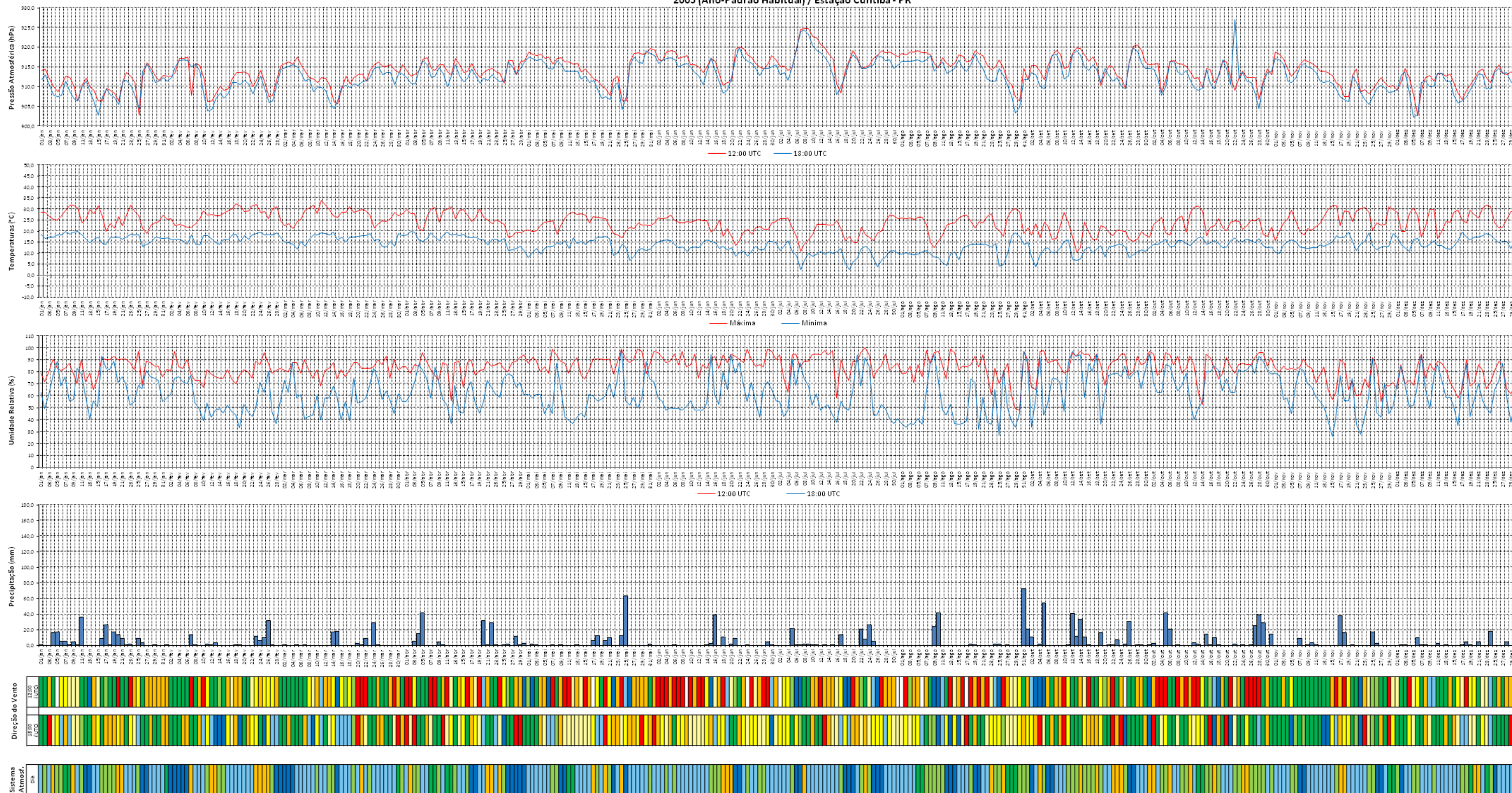
Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

2005 (Ano- Padrão Habitual) / Estação Curitiba - PR



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

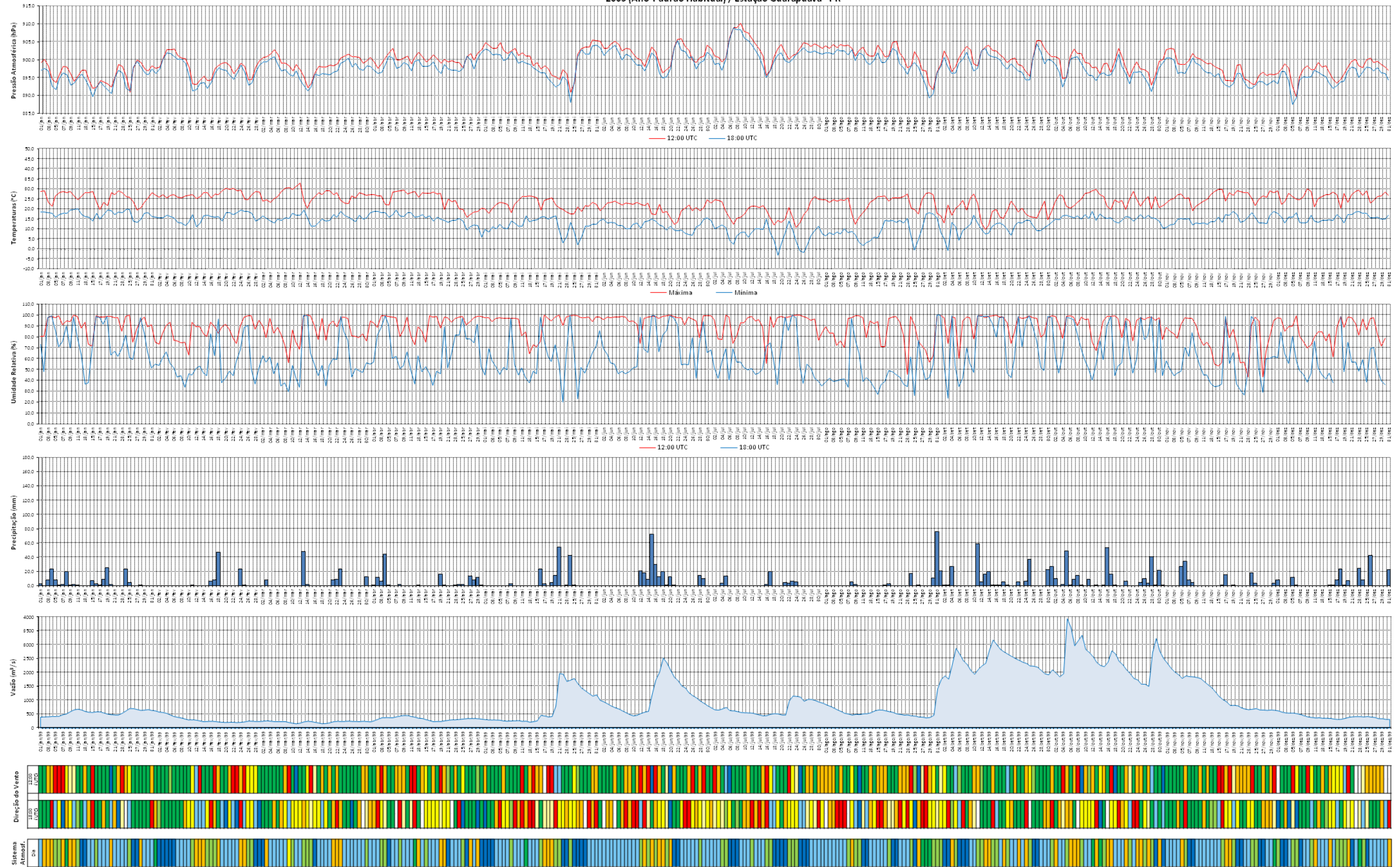


DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C			Calmaria / Sem Vento

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Ritmica

179

2005 (Ano-Padrão Habitual) / Estação Guarapuava - PR



Organização: Zandonadi, L. (2013).

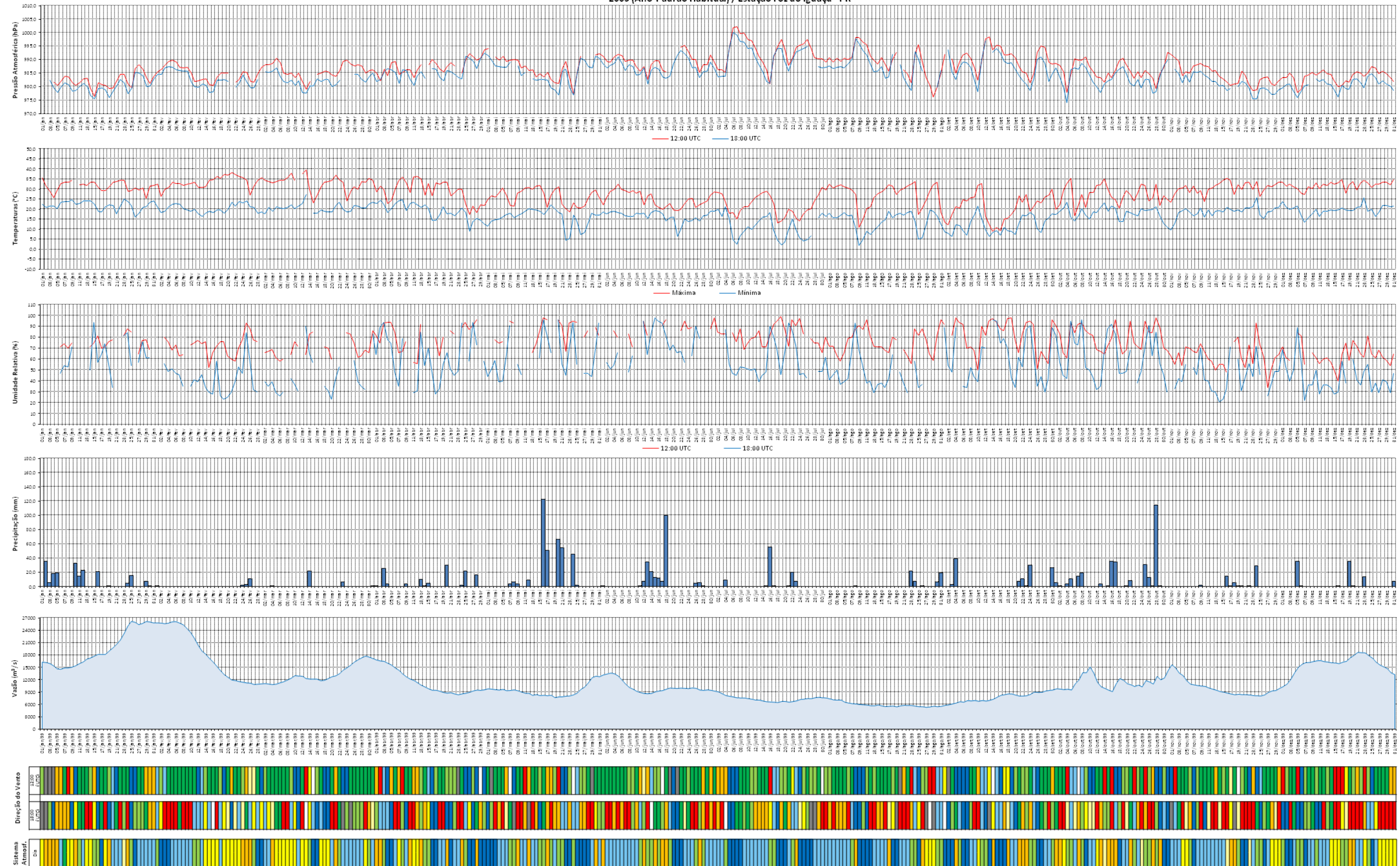
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Rítmica

2005 (Ano-Padrão Habitual) / Estação Foz do Iguaçu - PR



Organização: Zandonadi, L. (2013).

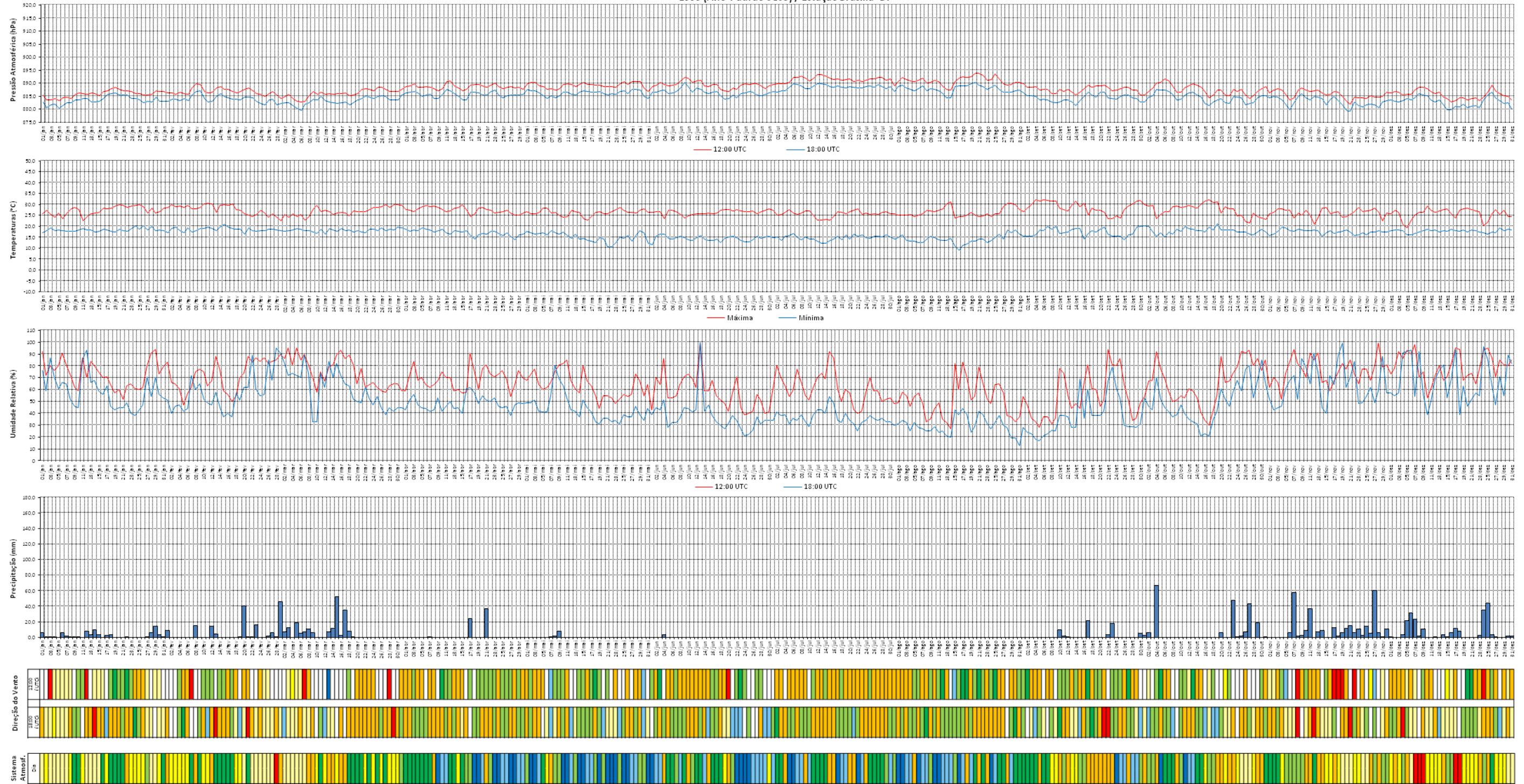
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICES E

1999 (Ano-Padrão Seco) / Estação Brasília- DF



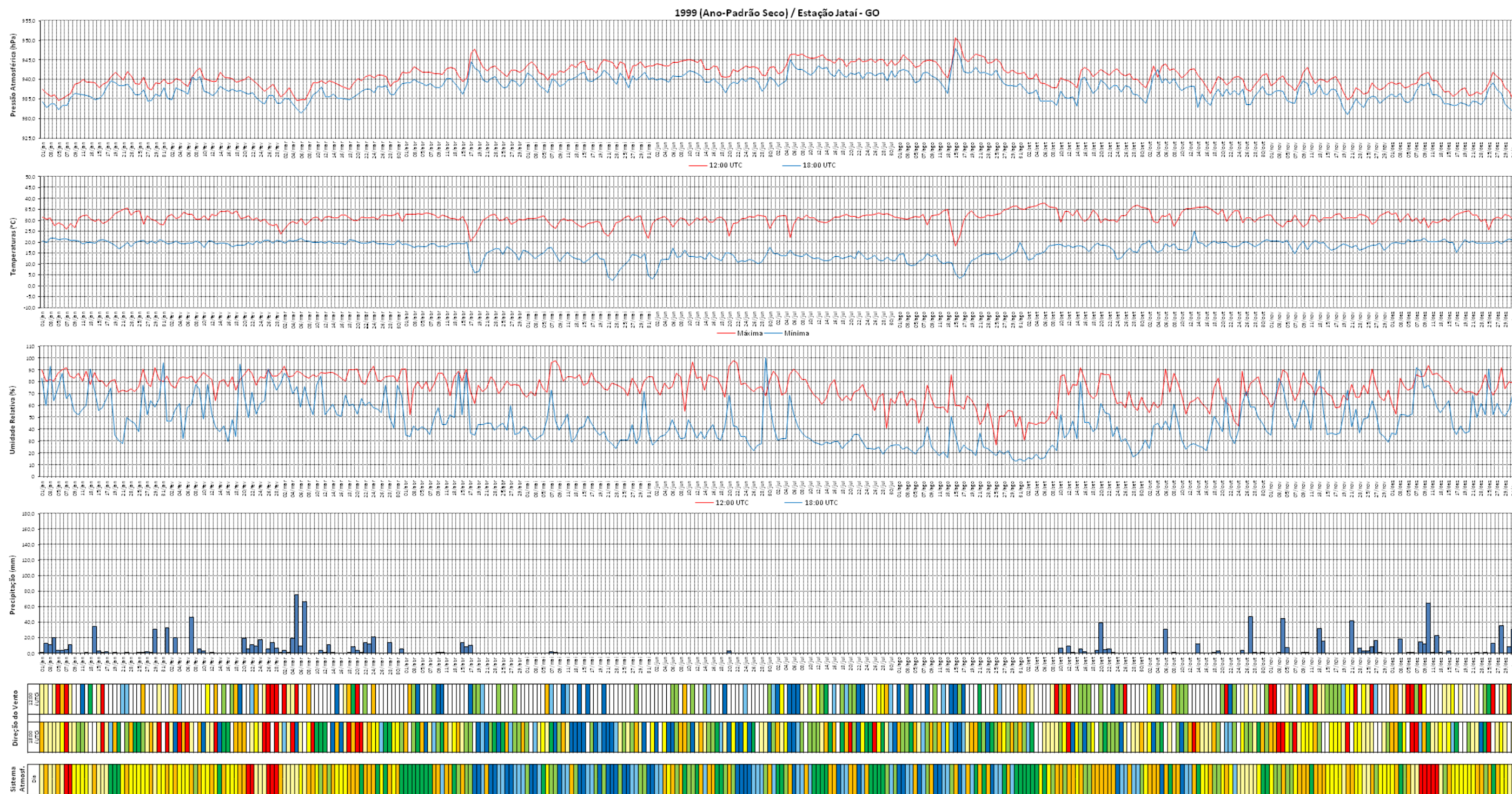
Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE E – Gráfico de Análise Rítmica



SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE E – Gráfico de Análise Rítmica

1999 (Ano-Padrão Seco) / Estação Patos de Minas - MG



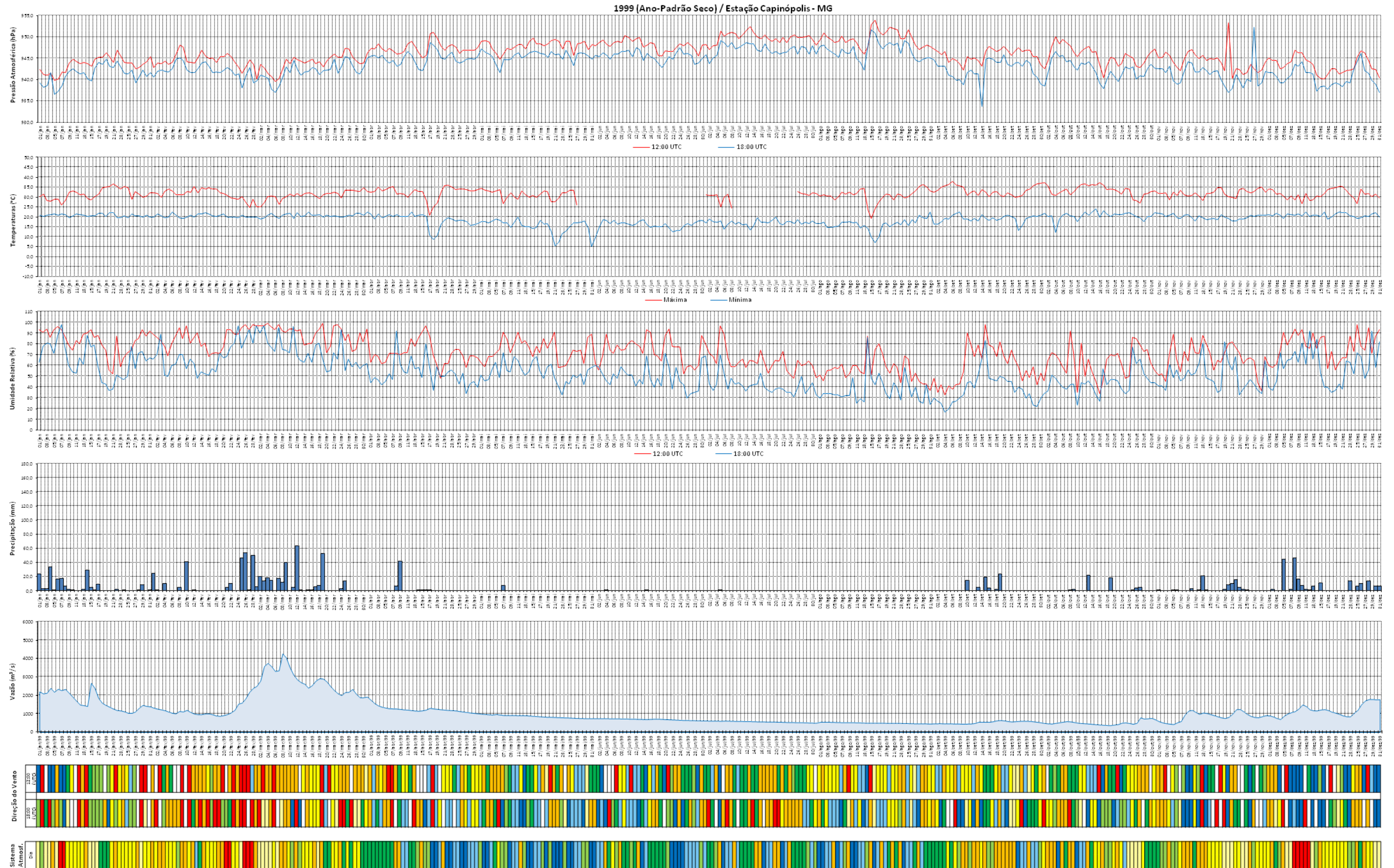
Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE E – Gráfico de Análise Rítmica



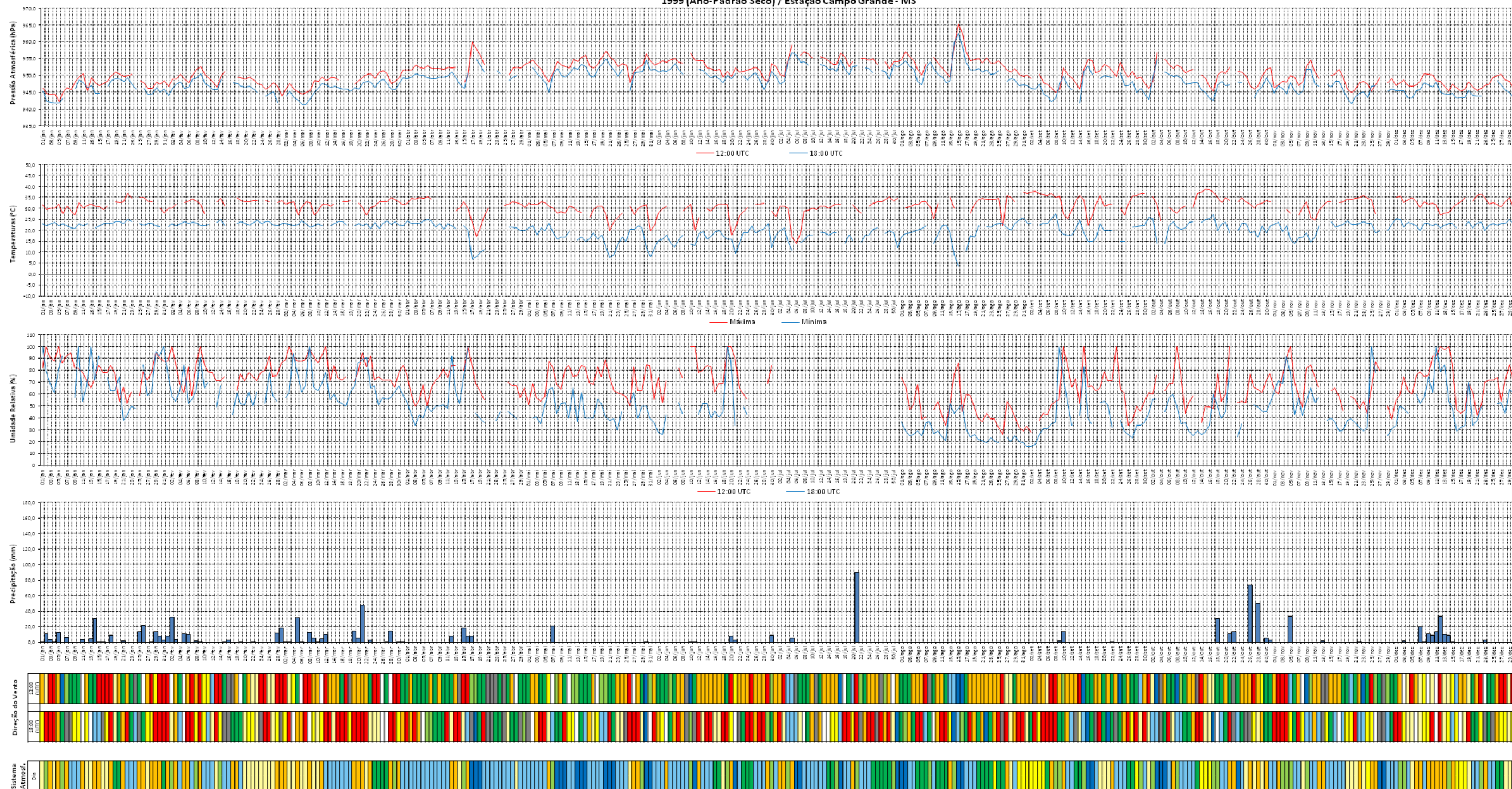
Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

1999 (Ano-Padrão Seco) / Estação Campo Grande - MS



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICEE – Gráfico de Análise Rítmica

1999 (Ano-Padrão Seco) / Estação Presidente Prudente - SP



Organização: Zandonadi, L. (2013).

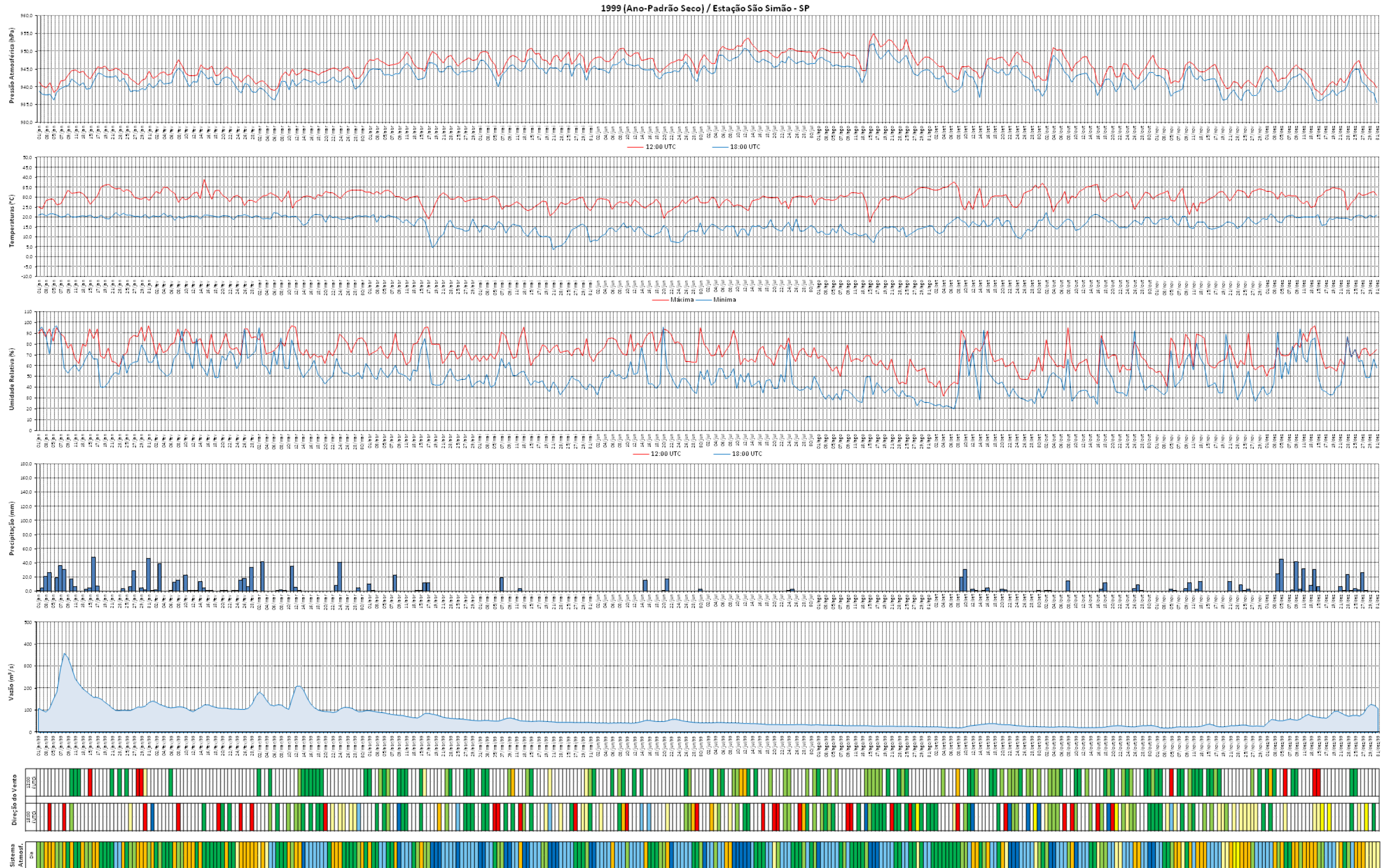
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria / Sem Vento

APÊNDICE E – Gráfico de Análise Rítmica



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAIS	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

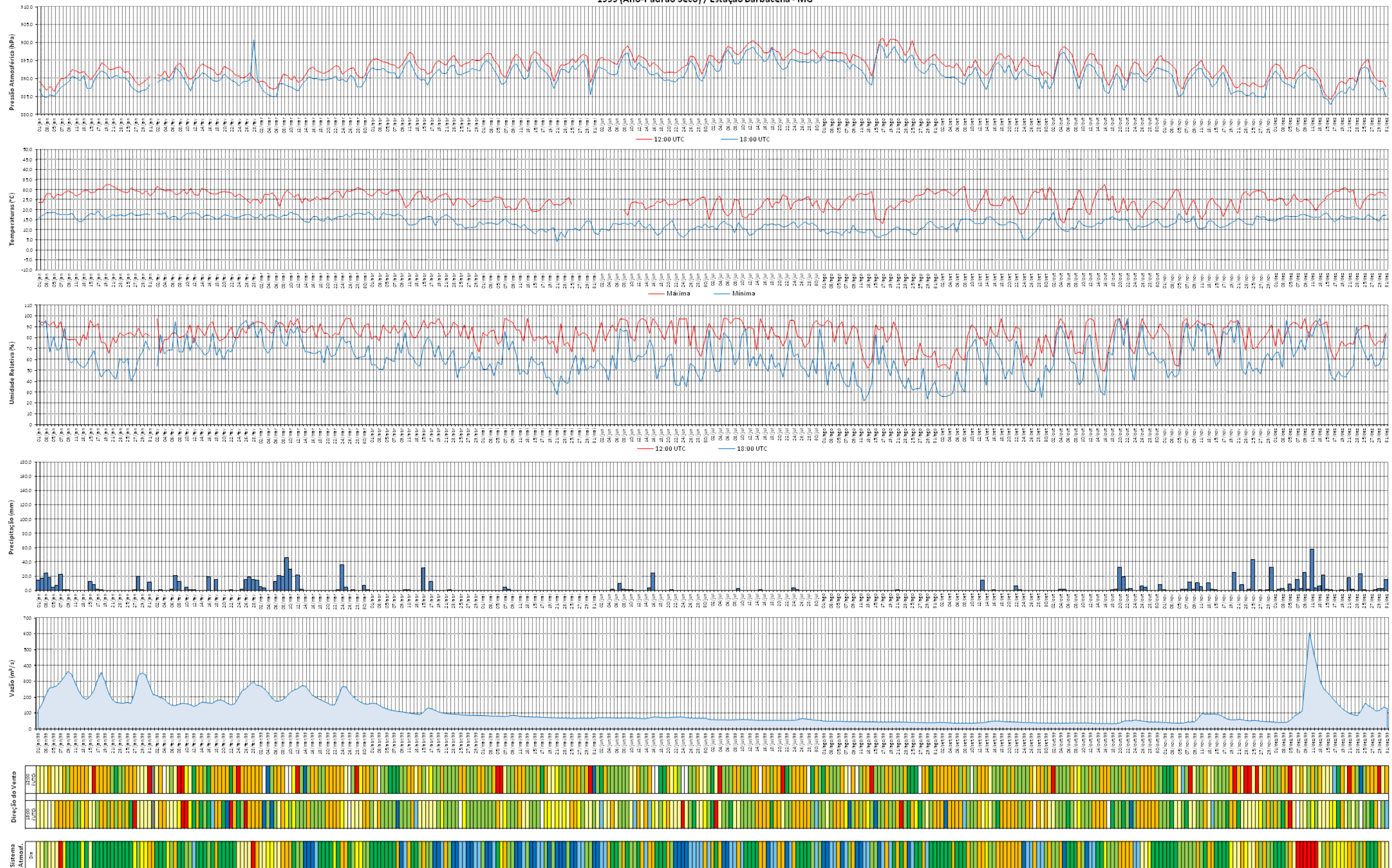


DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria / Sem Vento

APÊNDICE E – Gráfico de Análise Rítmica

1999 (Ano-Padrão Seco) / Estação Barbacena - MG



Organização: Zandonadi, L. (2013).

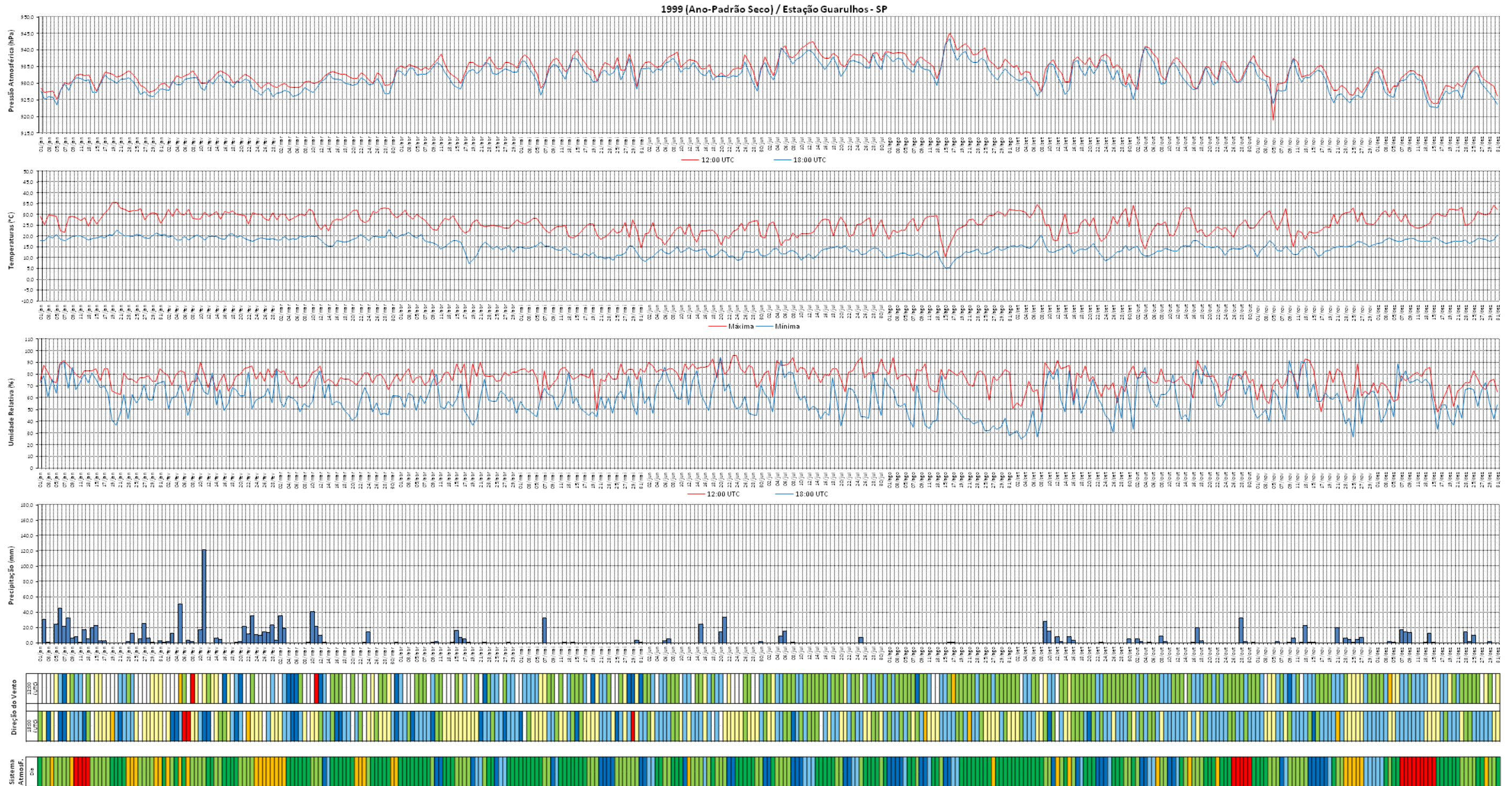
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria/Sem Vento

APÊNDICE – Gráfico de Análise Rítmica



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE E – Gráfico de Análise Rítmica

1999 (Ano-Padrão Seco) / Estação Curitiba - PR



Organização: Zandonadi, L. (2013).

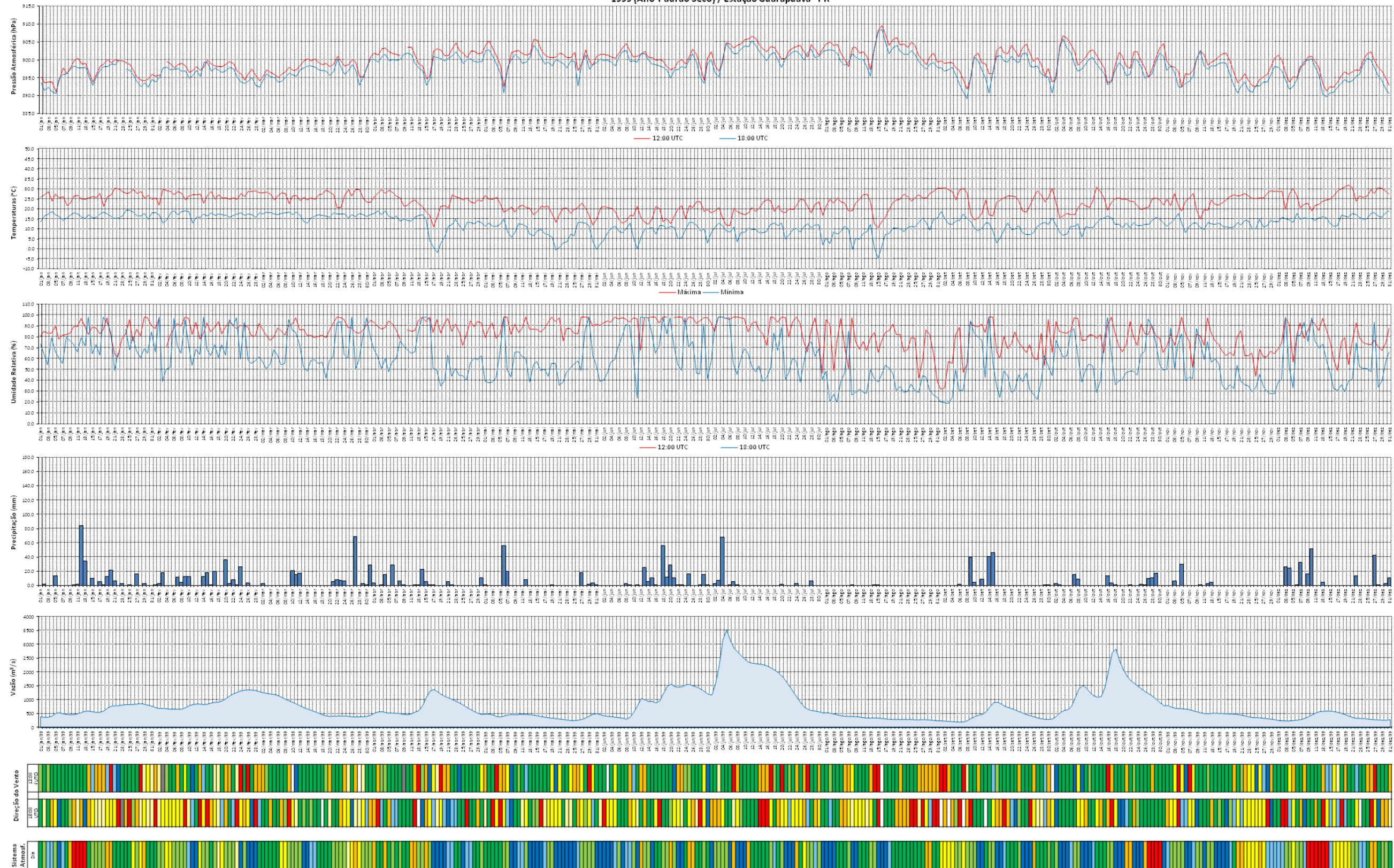
SISTEMAS ATMOSFERICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE E – Gráfico de Análise Rítmica

1999 (Ano-Padrão Seco) / Estação Guarapuava - PR



Organização: Zandonadi, L. (2013).

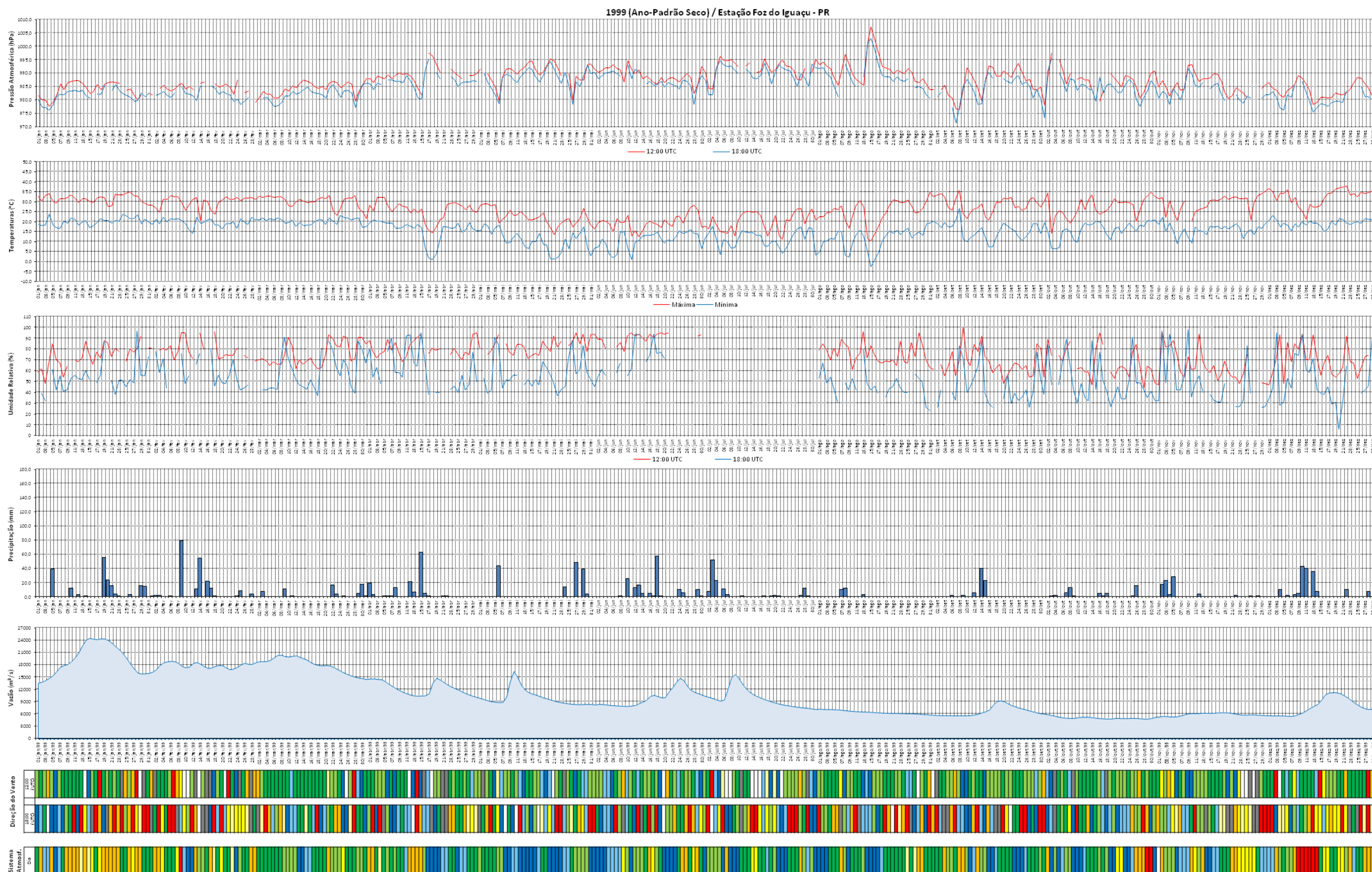
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

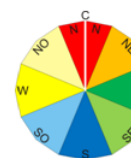
APÊNDICE E – Gráfico de Análise Rítmica

193



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

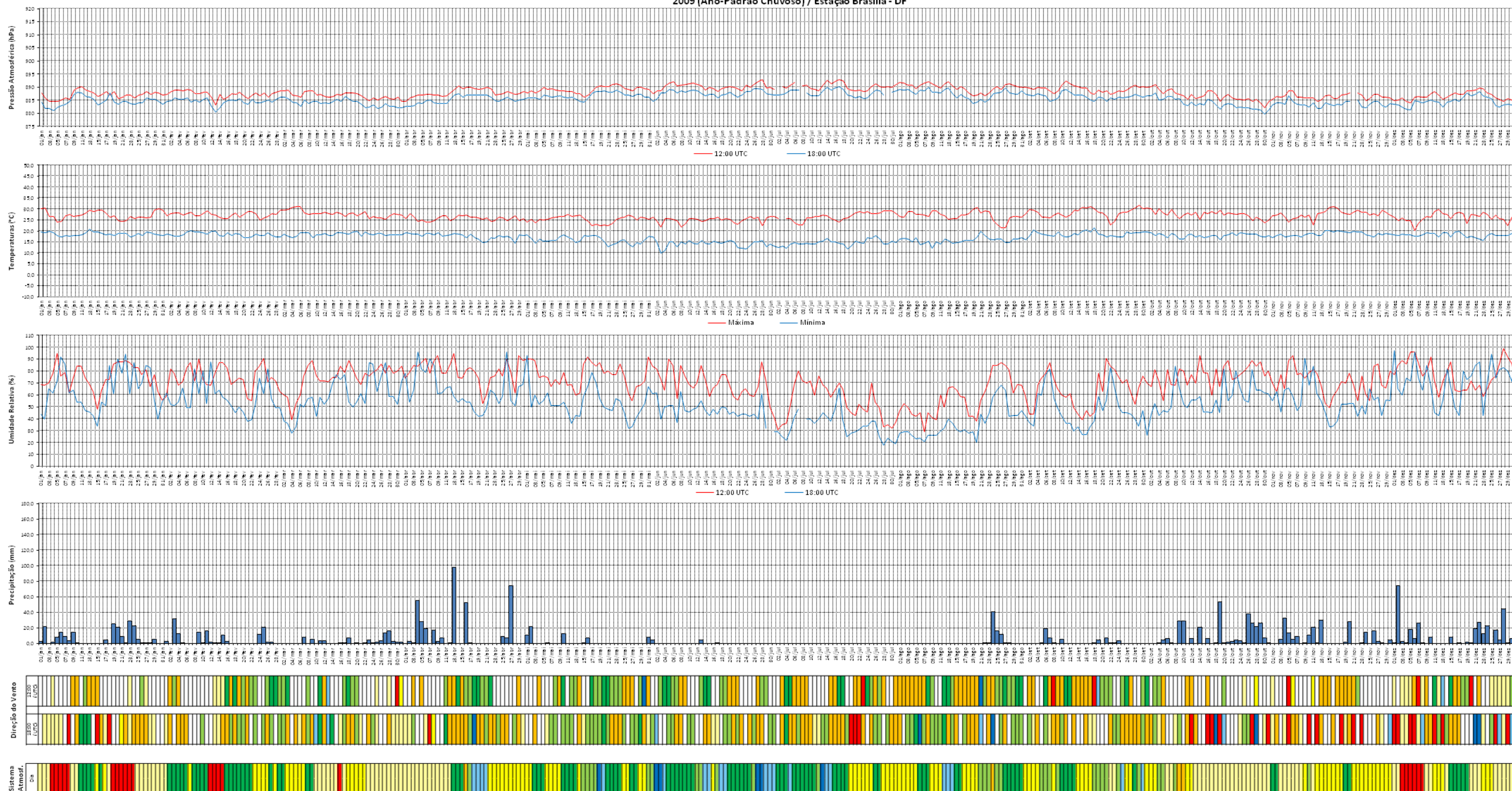


DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICES F

APÊNDICE F – Gráfico de Análise Rítmica

2009 (Ano-Padrão Chuvoso) / Estação Brasília - DF



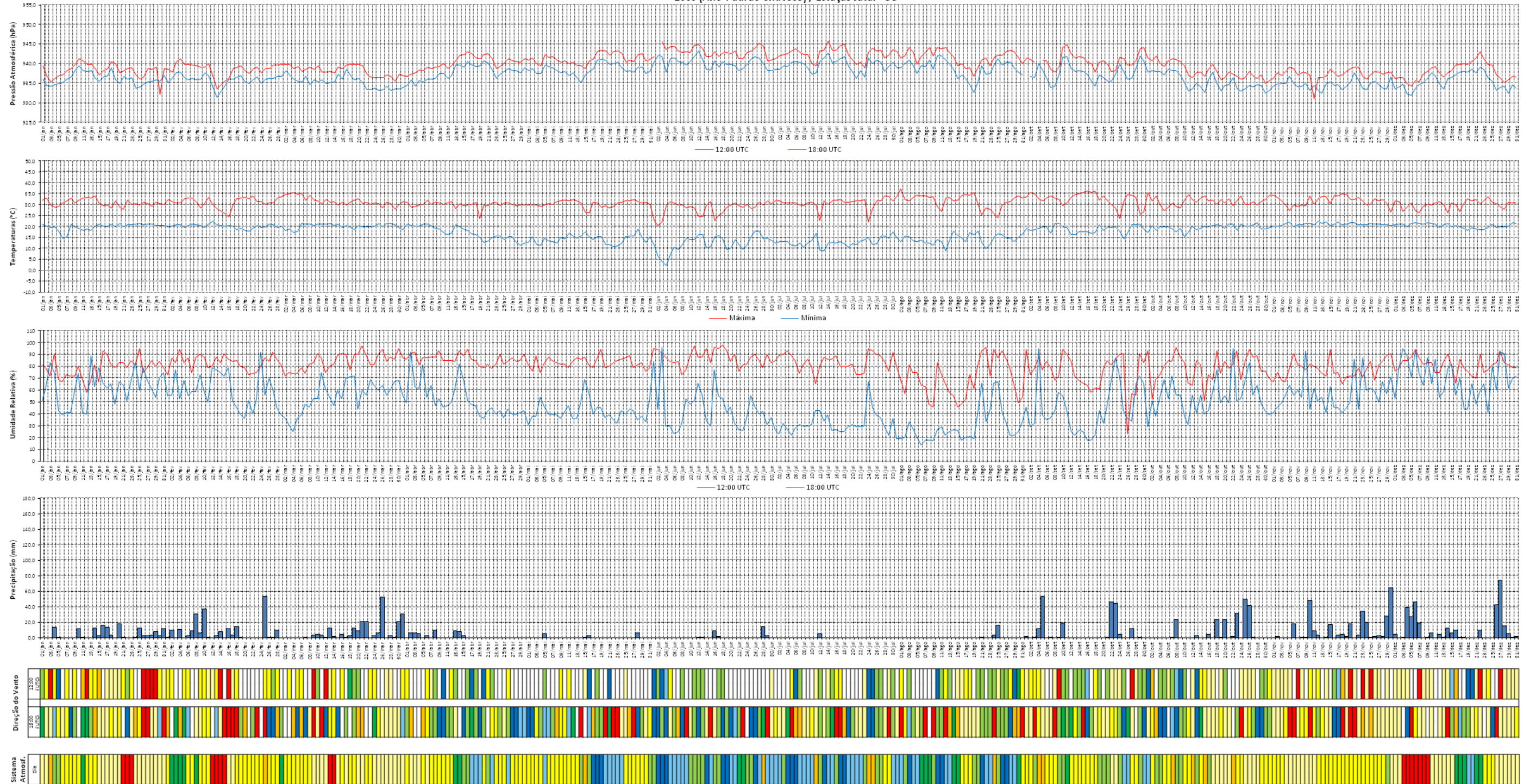
Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Inestabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria/Sem Vento			

2009 (Ano-Padrão Chuvoso) / Estação Jataí - GO



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

2009 (Ano-Padrão Chuvoso) / Estação Patos de Minas - MG



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

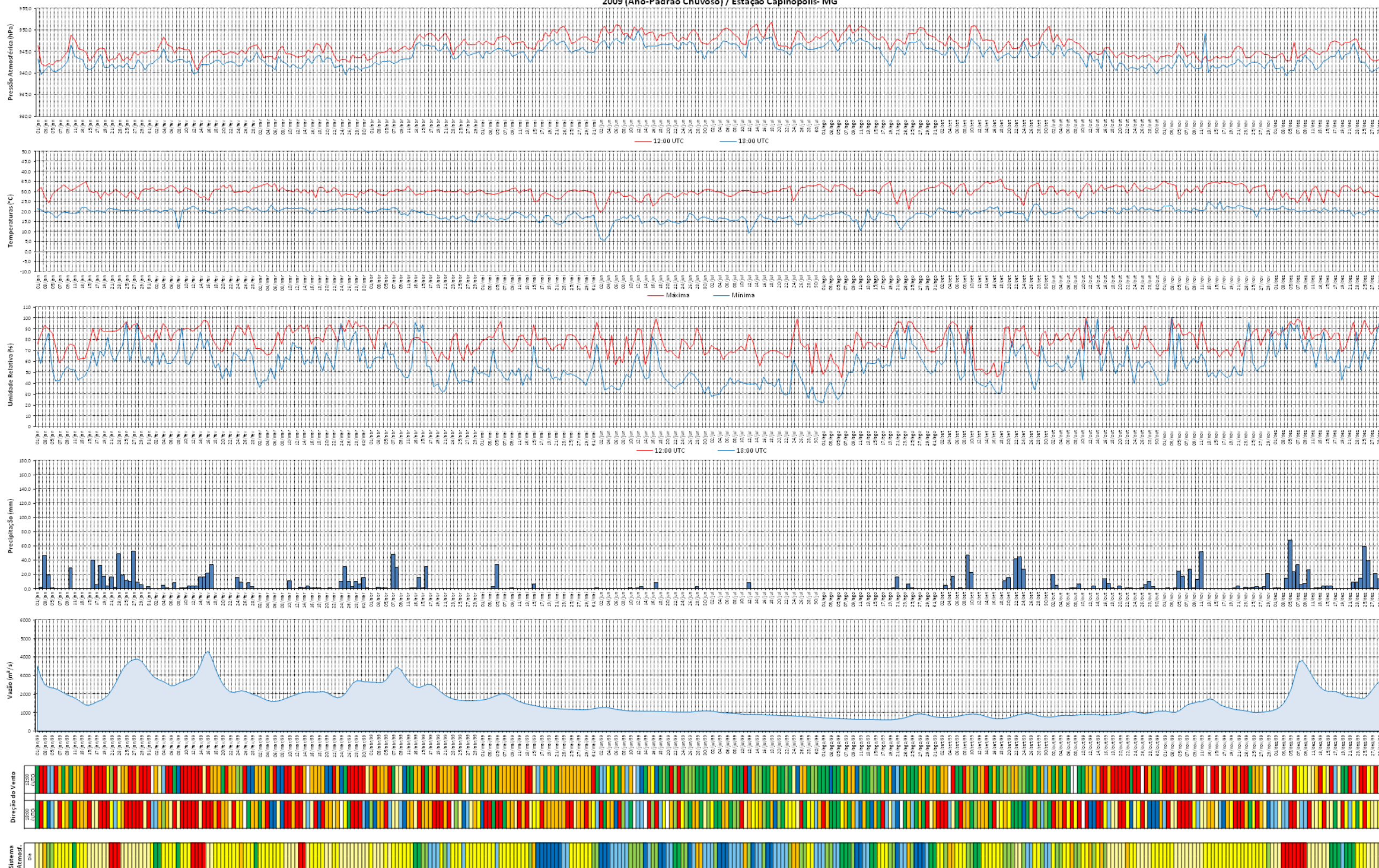


DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria / Sem Vento

APÊNDICE F – Gráfico de Análise Rítmica

2009 (Ano-Padrão Chuvoso) / Estação Capinópolis- MG



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

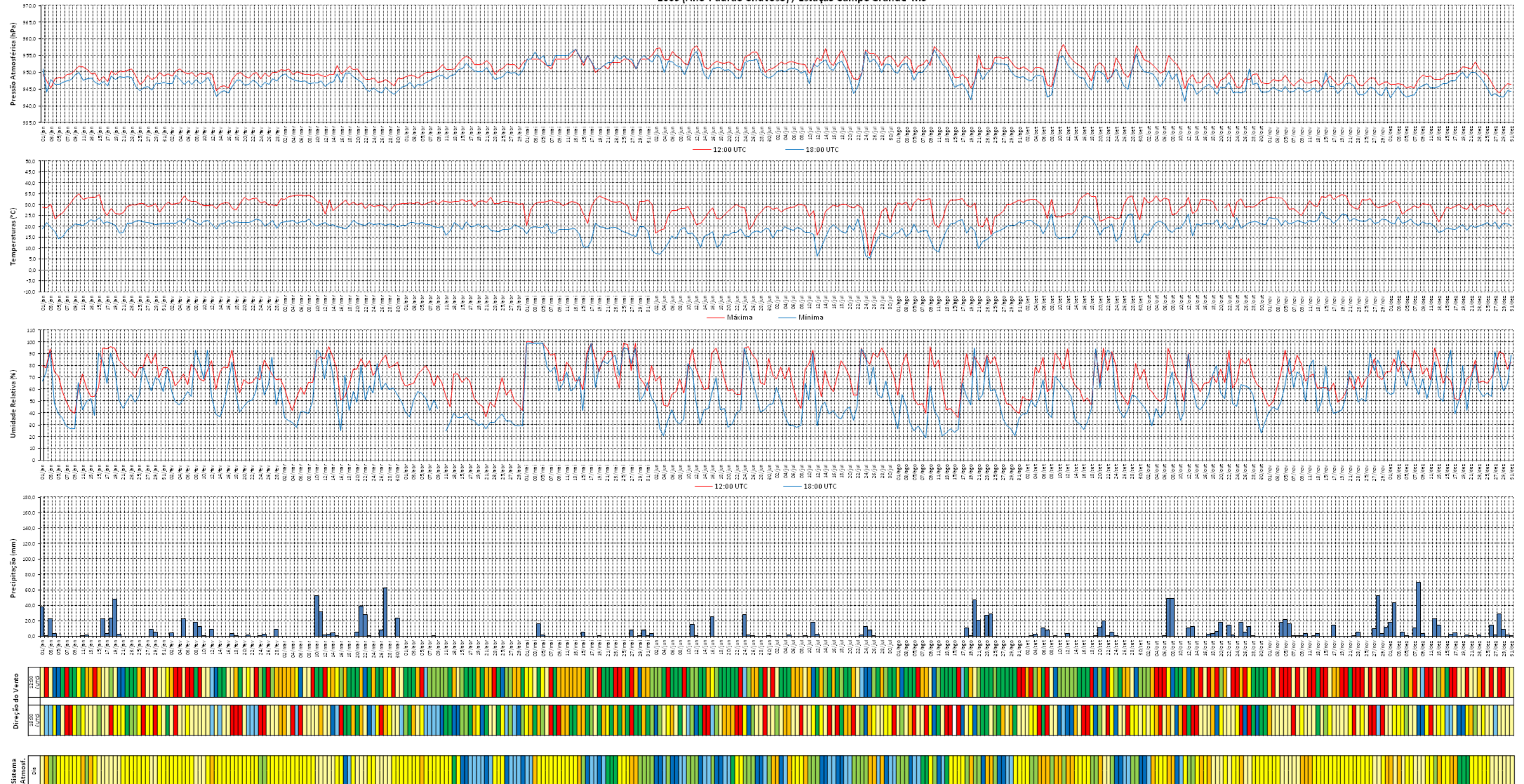


DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria/Sem Vento

APÊNDICE F – Gráfico de Análise Rítmica

2009 (Ano-Padrão Chuvoso) / Estação Campo Grande-MS



Organização: Zandonadi, L. (2013).

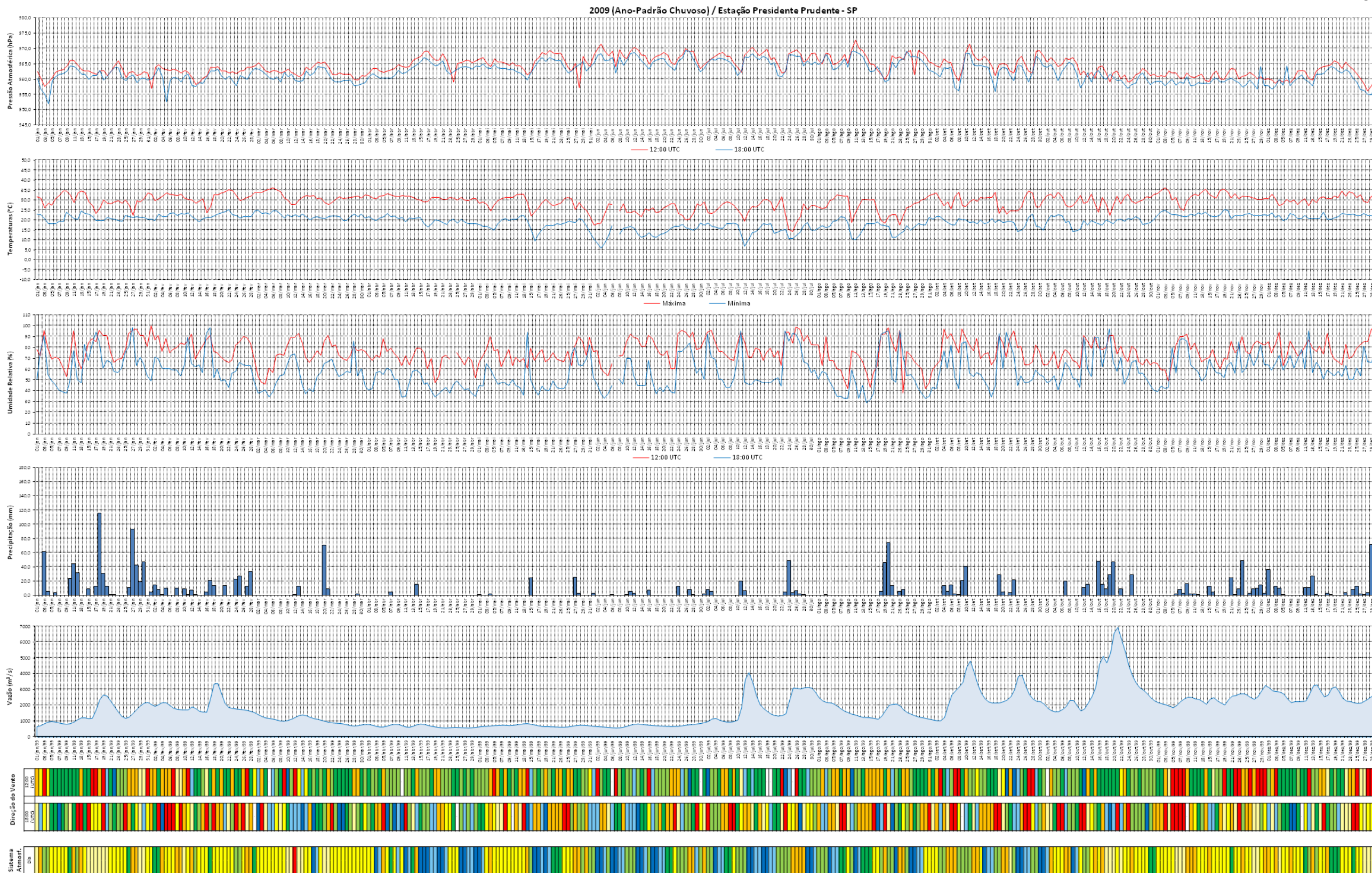
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

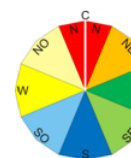
APÊNDICE F – Gráfico de Análise Rítmica

200
0



Organização: Zandonadi, L. (2013).

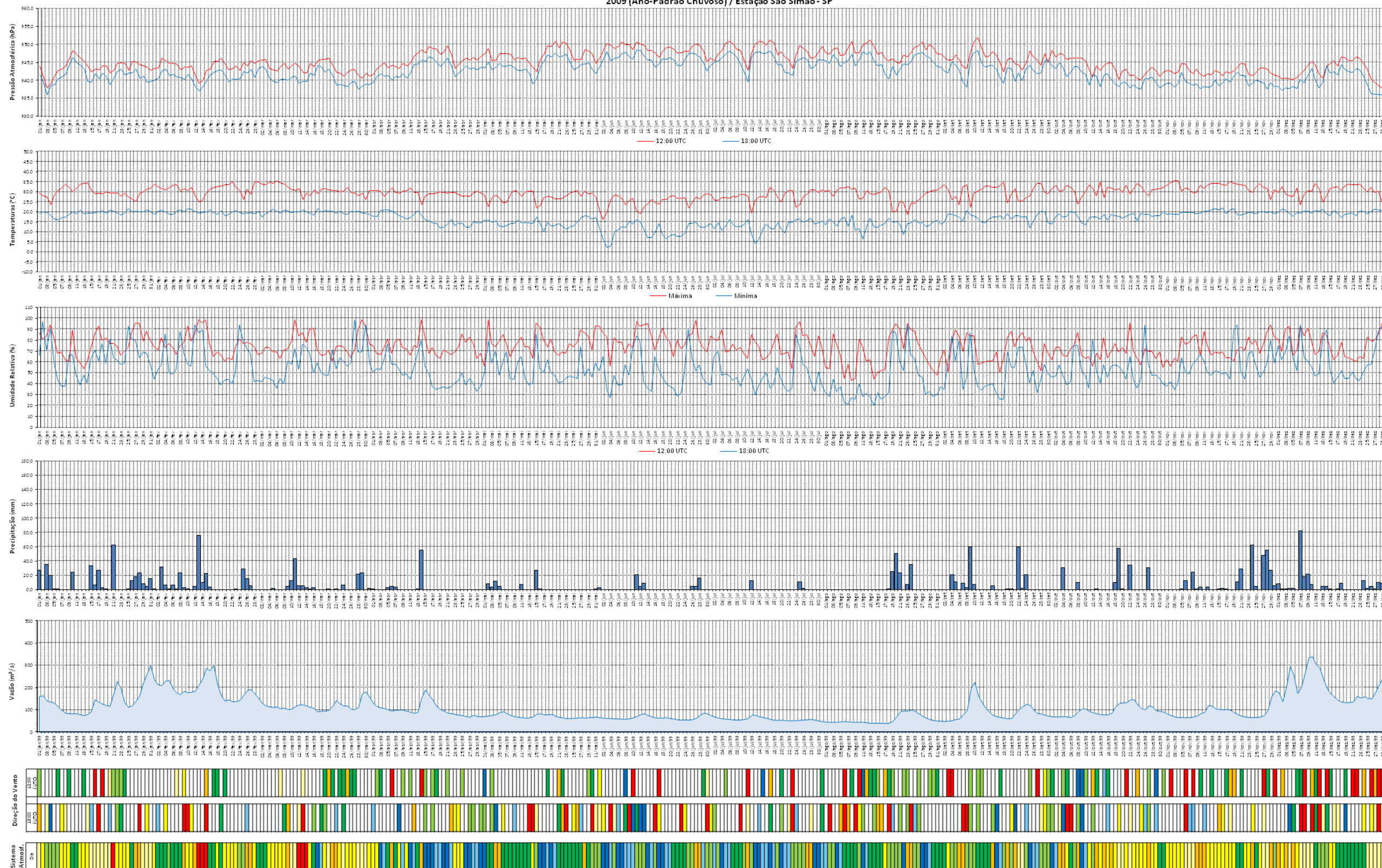
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE F – Gráfico de Análise Rítmica

2009 (Ano-Padrão Chuvoso) / Estação São Simão - SP



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria / Sem Vento

APÊNDICE F – Gráfico de Análise Rítmica

202

2009 (Ano-Padrão Chuvoso) / Estação Barbacena - MG



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria / Sem Vento

APÊNDICE F – Gráfico de Análise Rítmica

2009 (Ano-Padrão Chuvoso) / Estação Guarulhos - SP



Organização: Zandonadi, L. (2013).

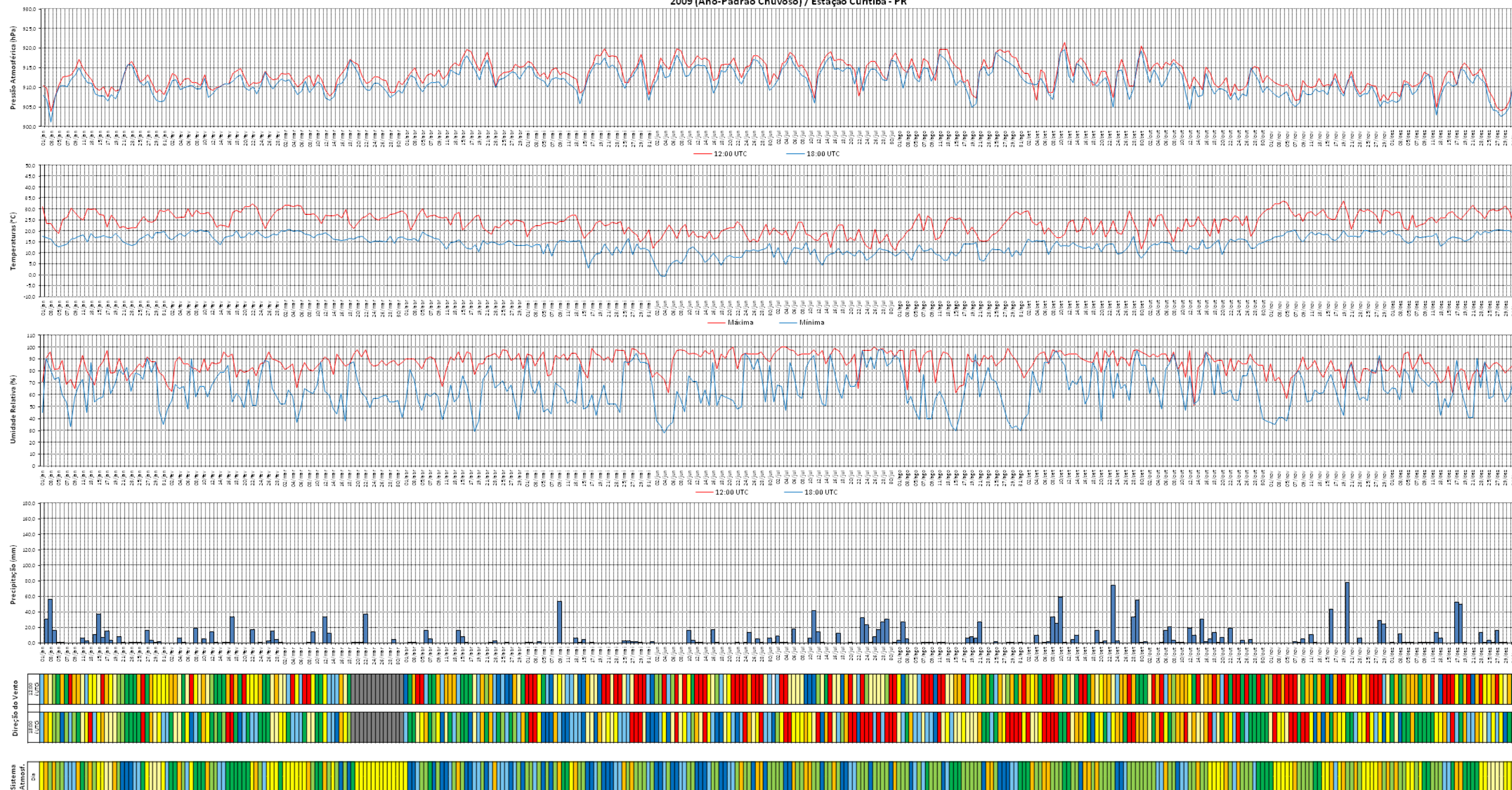
SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE F – Gráfico de Análise Ritmica

2009 (Ano- Padrão Chuvoso) / Estação Curitiba - PR



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

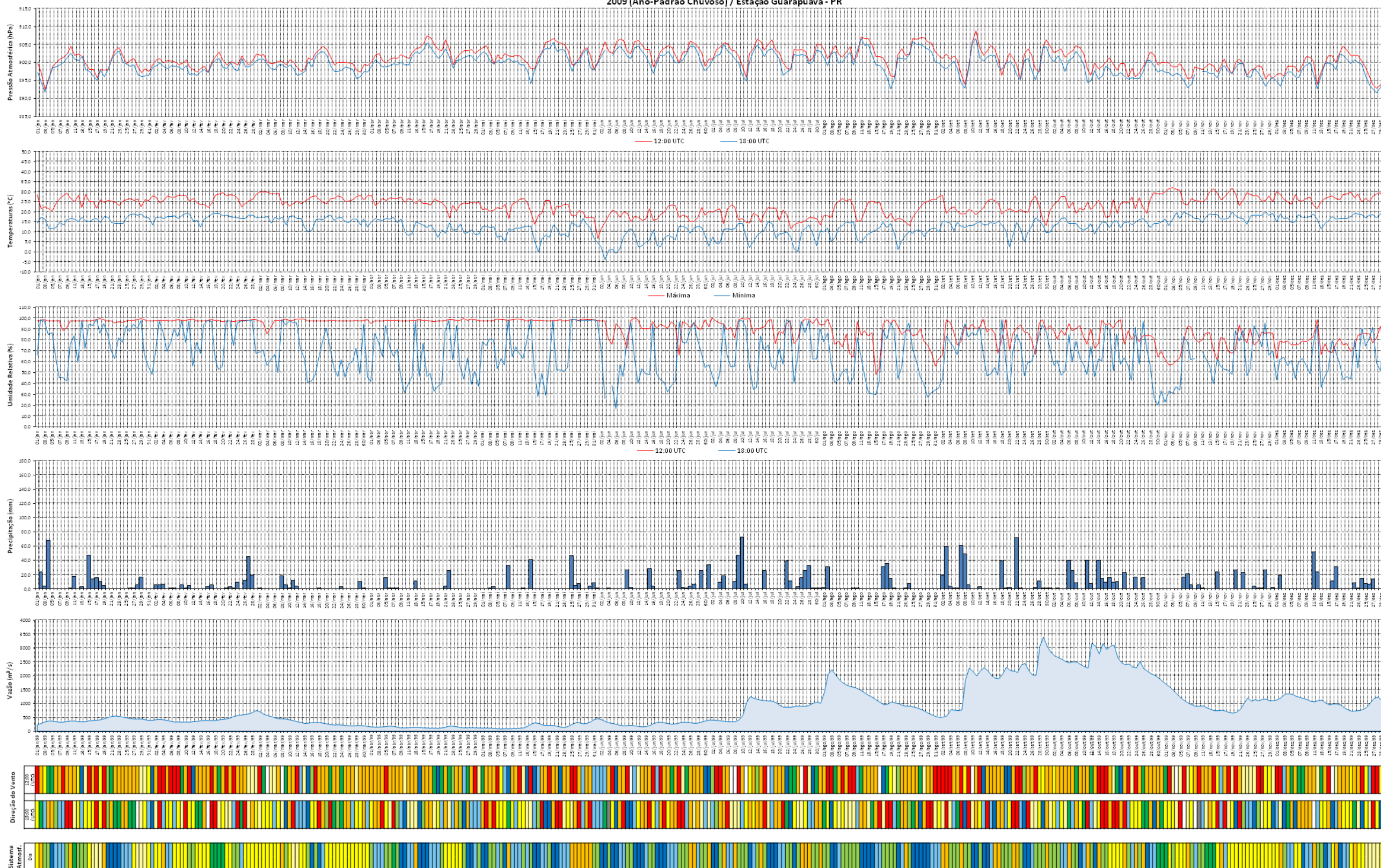


DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria/Sem Vento			

APÊNDICE F – Gráfico de Análise Rítmica

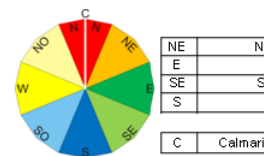
205

2009 (Ano-Padrão Chuvoso) / Estação Guarapuava - PR



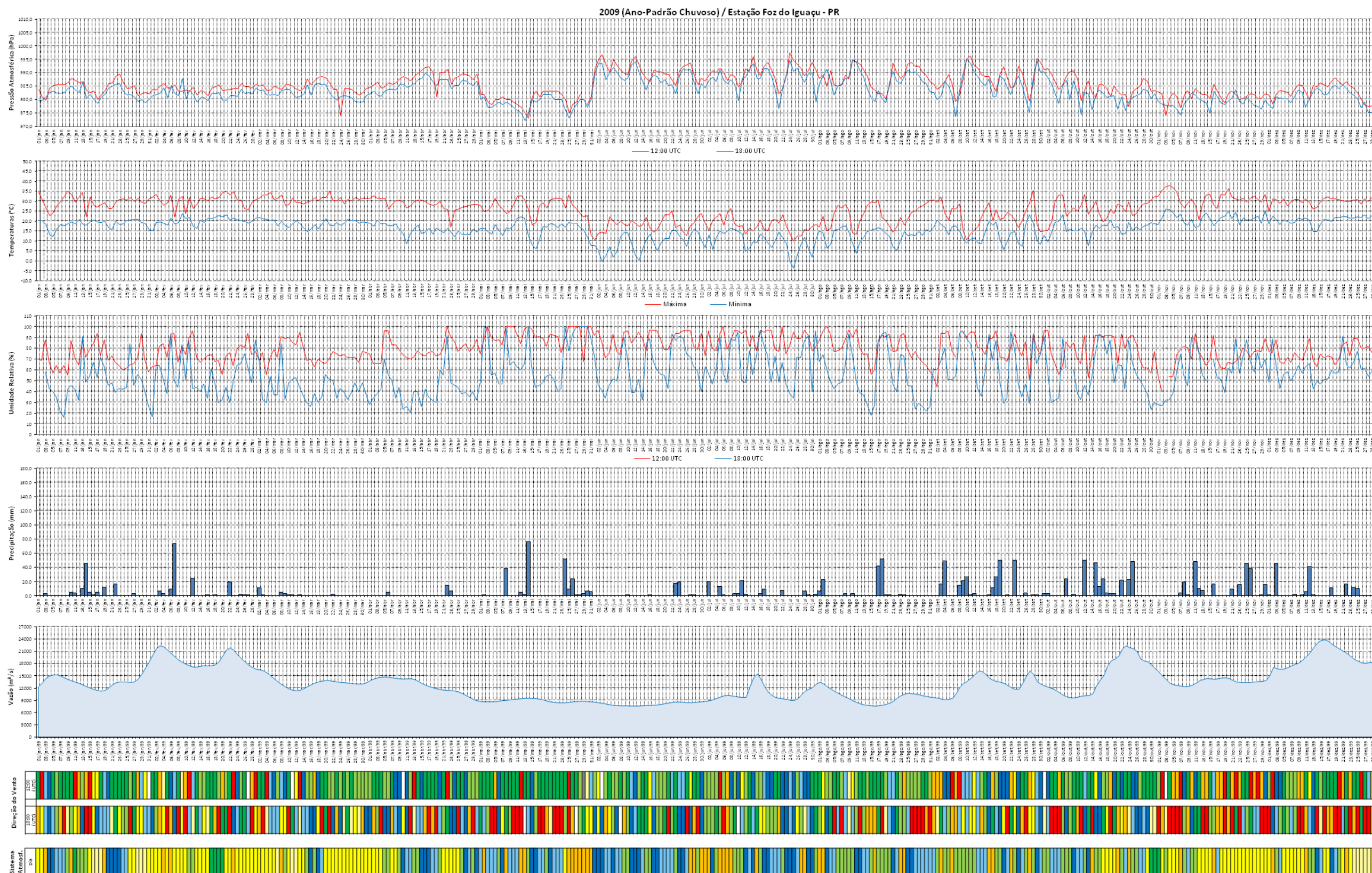
Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte
C Calmaria / Sem Vento			

APÊNDICE D – Gráfico de Análise Rítmica



Organização: Zandonadi, L. (2013).

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUAANTES	
MTA	Massa Tropical Atlântica
MTC	Massa Tropical Continental
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MPV	Massa Polar Velha ou Tropicalizada
FPA	Frente Polar Atlântica e suas Derivações
IT	Instabilidade
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul



DIREÇÃO DOS VENTOS			
NE	Nordeste	SO	Sudoeste
E	Leste	W	Oeste
SE	Sudeste	NO	Noroeste
S	Sul	N	Norte

C Calmaria / Sem Vento