

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**ESTRUTURA ESPACIAL E GÊNESE DOS EXTREMOS TERMO-
HIGROMÉTRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PARANAÍBA POR MEIO DA ANÁLISE RÍTMICA**

Arlei Teodoro de Queiroz

Tese de doutorado

Brasília-DF: Dezembro / 2017

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**ESTRUTURA ESPACIAL E GÊNESE DOS EXTREMOS TERMO-
HIGROMÉTRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PARANAÍBA POR MEIO DA ANÁLISE RÍTMICA**

Arlei Teodoro de Queiroz

Orientadora: Prof^a. Dra. Ercília Torres Steinke

Tese de doutorado

Brasília-DF: Dezembro / 2017

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**ESTRUTURA ESPACIAL E GÊNESE DOS EXTREMOS TERMO-
HIGROMÉTRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PARANAÍBA POR MEIO DA ANÁLISE RÍTMICA**

Arlei Teodoro de Queiroz

Tese de Doutorado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutor em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial, opção Acadêmica.

Aprovado por:

Ercília Torres Steinke, Doutora (UNB)
(Orientadora)

Roselir de Oliveira Nascimento, Doutora (UNB)
(Examinador Interno)

Rafael Rodrigues da Franca, Doutor (UNB)
(Examinador Interno)

Rildo Aparecido Costa, Doutor (UFU)
(Examinador Externo)

Brasília-DF: 12 de dezembro de 2017

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

QAR723e Queiroz, Arlei Teodoro de
Estrutura espacial e gênese dos extremos termo
higrométricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba por
meio da análise rítmica / Arlei Teodoro de Queiroz;
orientador Ercília Torres Steinke. -- Brasília, 2017.
184 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Geografia) --
Universidade de Brasília, 2017.

1. Bacia do Rio Paranaíba. 2. anos padrão. 3. análise
rítmica. 4. extremos termo-higrométricos. I. Steinke, Ercília
Torres, orient. II. Título.

Aos meus pais, esposa,
irmãos, familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por todo apoio e ensinamentos, desde os primeiros momentos de vida, propiciando diversas conquistas no decorrer da minha caminhada.

À minha esposa pela compreensão e incentivo no decorrer de toda a construção desta etapa da minha vida acadêmica.

Aos meus irmãos pelo companheirismo ao longo de todo o período de execução do presente trabalho.

Aos servidores do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade de Brasília pelos ensinamentos repassados em sala de aula, laboratórios etc., além da atenção e presteza nos vários atendimentos realizados.

Aos profissionais e alunos de todas as instituições que trabalhei neste período de realização deste curso pela compreensão da importância deste trabalho.

À banca do relatório de qualificação por todas as contribuições e ensinamentos que corroboraram para a conclusão do presente trabalho.

À Prof^a. Dra. Ercília por aceitar o desafio de orientar este trabalho. Orientação esta que foi realizada com grande competência, repassando diversos ensinamentos de extrema relevância, sempre com muito respeito e paciência, qualidades que contribuem para o êxito no processo de ensino-aprendizagem.

Aos amigos pelas horas de conversa, descontração, incentivos e ensinamentos.

Enfim quero dizer que sou muito grato a todos que de alguma forma me auxiliaram na conquista de mais este objetivo: o título de doutor.

RESUMO

O conhecimento da Climatologia de uma região constitui um importante fator para o estudo do ambiente, pois sua dinâmica interfere nos processos hidrológicos, de formação do relevo e dos solos, e crescimento e desenvolvimento da vegetação, entre outras ações que interferem na paisagem. Esse trabalho tem como objetivo geral compreender a gênese e estrutura espacial dos extremos de temperatura do ar e umidade relativa no período de 2008 a 2013 na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, com o intuito de compreender o comportamento destes elementos, utilizando, para isso, a metodologia de análise de anos padrão e extremos e, posteriormente, aplicando a análise rítmica para compreensão de períodos selecionados. A Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba está inserida na região do Brasil Central, e é parte integrante da Região Hidrográfica do Paraná e abrange parte do território de três estados (Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul) e o Distrito Federal, com uma área de 222.767 km². A metodologia do presente trabalho foi dividida em três etapas, sendo que a primeira foi a obtenção, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), de dados horários de pressão atmosférica, temperatura do ar e umidade relativa do ar mínimos, máximos e instantâneos, além de precipitação, radiação global, rajada de vento horária e velocidade e direção do vento instantâneo de 24 estações meteorológicas automáticas. A segunda etapa foi a definição dos anos padrão termo-higrométricos e, posteriormente a espacialização dos dados no mapa. A terceira etapa foi a execução da análise rítmica como método para compreensão da gênese dos extremos termo-higrométricos. Para concluir o trabalho, nota-se a influência da latitude e altitude como fatores geográficos condicionantes para o registro dos extremos. O período de ocorrência dos extremos termo-higrométricos na área de estudo compreende desde a segunda metade de maio a outubro, sendo caracterizado por uma transição da estação chuvosa para a seca no primeiro momento, predomínio de tempo seco no segundo momento (inverno) e transição de seco para chuvoso no último momento. Além disso, por meio da análise rítmica, foi possível compreender a gênese destes extremos, sendo que quanto aos sistemas atmosféricos produtores de extremos termo-higrométricos, vale destacar o sistema frontal e a massa Polar Atlântica como produtores de temperaturas baixas, a massa Tropical Atlântica continentalizada e, em alguns casos, a massa Tropical continental como sistemas produtores de ar seco (baixa umidade) e as massas Tropicais Atlântica continentalizada e continental e, em alguns casos, a Equatorial continental como produtores de calor (temperatura elevadas).

Palavras-chave: Bacia do Rio Paranaíba, anos padrão, análise rítmica e extremos termo-higrométricos.

ABSTRACT

The knowledge of the Climatology of a region is an important factor for the study of the environment, because its dynamics interfere in the hydrological processes, of formation of the relief and of the soils, and growth and development of the vegetation, among other actions that interfere in the landscape. This work has as main objective to understand the genesis and spatial structure of the air temperature and relative humidity extremes in the period 2008 to 2013 in the Watershed of River Paranaíba, with the intention to understand the behavior of these elements, using, for this, the methodology of analysis standard year and extremes, and posteriorly, applying the rhythmic analysis to understand of selected periods. The Watershed of River Paranaíba is inserted on region of *Brasil Central*, and is an integral part of the Paraná Hydrographic Region and covers part of the territory of three states (*Goiás*, *Minas Gerais* and *Mato Grosso do Sul*) and the *Distrito Federal*, with an area of 222,767 km². The methodology of the present work was divided in three stages, being that the first was the procurement, together to the National Institute of Meteorology (INMET), of data of hourly atmospheric pressure, air temperature and relative humidity minimum, maximum and instantaneous, besides rainfall, global radiation, hourly wind snorter and speed and instantaneous wind direction from 24 automatic weather stations. The second stage was the definition of the standard thermo-hygrometric years and, posteriorly the spatialization of the data on the map. The third step was the execution of rhythmic analysis as a method for understanding the genesis of thermo-hygrometric extremes. To conclude the work, can note the influence of latitude and altitude as geographical conditioning factors for the registration of extremes. The period of occurrence of the thermo-hygrometric extremes in the study area comprises from the second half of May to October, being characterized by a transition from rainy season to dry in the first moment, predominance of dry time in the second moment (winter) and transition from dry to rainy at the last moment. Besides that, through the rhythmic analysis, it was possible to understand the genesis of these extremes, and for atmospheric systems producing thermo-hygrometric extremes, being that about the atmospheric systems producing thermo-hygrometric extremes, stands out the frontal system and the Atlantic Polar mass as producers of low temperature, continentalized Atlantic Tropical mass and, in some cases, continental Tropical mass as systems of dry air (low humidity) and the continentalized Atlantic Tropical and continental Tropical masses and, in some cases, the continental Equatorial as producers of heat (high temperatures).

Keywords: Watershed Paranaíba, standard years, rhythmic analysis and thermo-hygrometric extremes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo geral.....	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
2 ÁREA DE ESTUDO.....	19
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	37
3.1 CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA.....	37
3.2 O MÉTODO ESTÁTICO E DINÂMICO NA ANÁLISE CLIMATOLÓGICA.....	41
3.3 ANÁLISE RÍTMICA EM CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA.....	45
3.4 EXTREMOS TERMO-HIGROMÉTRICO: ORIGEM E CONSEQUÊNCIAS NA ÁREA DE ESTUDO.....	51
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	61
4.1 DADOS METEOROLÓGICOS.....	61
4.2 ESTRUTURA ESPACIAL DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS.....	63
4.3 GÊNESE DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS.....	68
4.3.1 Classificação dos dados.....	68
4.3.2 Análise dos episódios extremos.....	68
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	70
5.1 ESTRUTURA ESPACIAL DOS EXTREMOS TERMO-HIGROMÉTRICOS NA BACIA DO RIO PARANAÍBA.....	70
5.1.1 Os extremos de temperatura do ar.....	72
5.1.2 Extremos de umidade relativa do ar.....	92
5.1.3 Os extremos termo-higrométricos e a latitude e altitude.....	106
5.2 GÊNESE DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS.....	113
5.2.1 Extremos de temperatura do ar.....	114
5.2.2 Extremos de umidade relativa.....	118
5.2.3 O ano de 2009 - ano padrão frio.....	121
5.2.4 O ano de 2011 - ano padrão com amplitude térmica máxima e umidade relativa mínima.....	129
5.2.5 O ano de 2012 - ano padrão quente.....	138
5.2.6 O ano de 2013 - ano padrão com amplitude higrométrica máxima.....	152
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	175
7 REFERÊNCIAS.....	178

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Bacia do Rio Paranaíba na Região Hidrográfica do Paraná.	20
Figura 2: Origem das principais massas de ar que atuam no Brasil.	22
Figura 3: Biomas da Bacia do Rio Paranaíba	23
Figura 4: Remanescentes de vegetação nativa na Bacia do Rio Paranaíba	24
Figura 5: Mapa das classes de rochas da Bacia do Rio Paranaíba	26
Figura 6: Mapa de Hipsometria da Bacia do Rio Paranaíba	29
Figura 7: Mapa das unidades geomorfológicas da Bacia do Rio Paranaíba.....	30
Figura 8: Mapa das formas de relevo na Bacia do Rio Paranaíba.....	33
Figura 9: Fluxograma da metodologia de anos padrões descrita por Tavares (1976).	43
Figura 10: Fluxograma do procedimentos metodológicos.	64
Figura 11: Classificação e definição dos anos padrão de temperatura do ar máxima.....	72
Figura 12: Espacialização dos dados de temperatura do ar máxima no ano padrão quente (2012) na Bacia do Rio Paranaíba	74
Figura 13: Espacialização dos dados de temperatura do ar máxima no ano padrão frio (2009) na Bacia do Rio Paranaíba.....	75
Figura 14: Espacialização dos dados de temperatura do ar máxima no ano padrão habitual (2011) na Bacia do Rio Paranaíba	77
Figura 15: Classificação e definição dos anos padrão de temperatura do ar mínima.....	78
Figura 16: Espacialização dos dados de temperatura do ar mínima no ano padrão quente (2008) na Bacia do Rio Paranaíba	79
Figura 17: Espacialização dos dados de temperatura do ar mínima no ano padrão frio (2009) na Bacia do Rio Paranaíba.....	80
Figura 18: Espacialização dos dados de temperatura do ar mínima no ano padrão habitual (2011) na Bacia do Rio Paranaíba	81
Figura 19: Classificação e definição dos anos padrão da amplitude térmica	83
Figura 20: Espacialização dos dados de amplitude térmica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2011) na Bacia do Rio Paranaíba	85
Figura 21: Espacialização dos dados de amplitude térmica máxima diária no ano padrão de baixa amplitude (2009) na Bacia do Rio Paranaíba	87
Figura 22: Espacialização dos dados de amplitude térmica máxima diária no ano padrão habitual (2010) na Bacia do Rio Paranaíba	88
Figura 23: Traçado do perfil topográfico apresentado na Figura 24 e hipsometria da bacia ...	90
Figura 24: Perfil topográfico na bacia, estendendo desde Paranaíba até Brasília.....	91
Figura 25: Classificação e definição dos anos padrão da umidade relativa do ar máxima	92
Figura 26: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar máxima no ano padrão úmido (2008) na Bacia do Rio Paranaíba	94
Figura 27: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar máxima no ano padrão seco (2010) na Bacia do Rio Paranaíba	95
Figura 28: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar máxima no ano padrão habitual (2012) na Bacia do Rio Paranaíba	96
Figura 29: Classificação e definição dos anos padrão da umidade relativa do ar mínima	97

Figura 30: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar mínima no ano padrão úmido (2009) na Bacia do Rio Paranaíba	99
Figura 31: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar mínima no ano padrão seco (2011) na Bacia do Rio Paranaíba	100
Figura 32: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar mínima no ano padrão habitual (2012) na Bacia do Rio Paranaíba	101
Figura 33: Classificação e definição dos anos padrão da amplitude higrométrica.....	102
Figura 34: Espacialização dos dados de amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2013) na Bacia do Rio Paranaíba.....	103
Figura 35: Espacialização dos dados de amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de baixa amplitude (2009) na Bacia do Rio Paranaíba.....	104
Figura 36: Espacialização dos dados de amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de habitual (2010) na Bacia do Rio Paranaíba	105
Figura 37: Correlação entre a temperatura do ar máxima no ano padrão quente (2012) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba.....	107
Figura 38: Correlação entre a temperatura do ar mínima no ano padrão frio (2009) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba.....	107
Figura 39: Correlação entre a amplitude térmica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2011) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba	108
Figura 40: Correlação entre a umidade relativa mínima no ano padrão seco (2011) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba.....	109
Figura 41: Correlação entre a amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2013) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba	109
Figura 42: Correlação entre a temperatura do ar máxima no ano padrão quente (2012) e a altitude na Bacia do Rio Paranaíba.....	110
Figura 43: Correlação entre a temperatura do ar mínima no ano padrão frio (2009) e a altitude na Bacia do Rio Paranaíba.....	111
Figura 44: Correlação entre a amplitude térmica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2011) e a altitude na Bacia do Rio Paranaíba	111
Figura 45: Correlação entre a umidade relativa mínima no ano padrão seco (2011) e a altitude na Bacia do Rio Paranaíba.....	112
Figura 46: Correlação entre a amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2013) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba	112
Figura 47: Datas em que ocorreram os eventos extremos de temperatura do ar máxima no ano padrão (2012).....	114
Figura 48: Reportagem sobre o registro de temperaturas elevadas em Ituiutaba em 28/10/2012	115
Figura 49: Datas em que ocorreram os eventos extremos de temperatura do ar mínima no ano padrão (2009).....	115
Figura 50: Datas em que ocorreram os eventos com as amplitudes térmicas máximas no ano padrão de maior amplitude térmica máxima anual (2011)	116
Figura 51: Episódios em que ocorreram os extremos de temperatura do ar máxima no ano padrão (2012).....	116

Figura 52: Episódios em que ocorreram os extremos de temperatura mínima no ano padrão (2009)	117
Figura 53: Episódios em que ocorreram os extremos de amplitude térmica máxima no ano padrão (2011).....	117
Figura 54: Datas em que ocorreram os eventos extremos de umidade relativa mínima no ano padrão (2011).....	118
Figura 55: Reportagem sobre o registro de umidade relativa baixa no Distrito Federal em 15/08/2011	119
Figura 56: Datas em que ocorreram os eventos com as amplitudes higrométricas máximas no ano padrão de maior amplitude higrométrica máxima anual (2013).....	119
Figura 57: Episódios em que ocorreram os extremos de umidade relativa mínima no ano padrão (2011).....	120
Figura 58: Episódios em que ocorreram os extremos de amplitude higrométrica máxima no ano padrão (2013).....	120
Figura 59: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Paranaíba.....	123
Figura 60: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Mineiros.....	124
Figura 61: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Ituiutaba	125
Figura 62: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Goiânia.....	126
Figura 63: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Araxá.....	127
Figura 64: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Brasília.....	128
Figura 65: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Paranaíba	132
Figura 66: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Mineiros	133
Figura 67: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Ituiutaba.....	134
Figura 68: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Goiânia	135
Figura 69: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Araxá	136
Figura 70: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Brasília	137
Figura 71: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Paranaíba.....	140
Figura 72: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Mineiros	141

Figura 73: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Ituiutaba	142
Figura 74: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Goiânia	143
Figura 75: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Araxá.....	144
Figura 76: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Brasília	145
Figura 77: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Paranaíba	146
Figura 78: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Mineiros	147
Figura 79: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Ituiutaba.....	148
Figura 80: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Goiânia	149
Figura 81: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Araxá	150
Figura 82: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Brasília.....	151
Figura 83: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Paranaíba	153
Figura 84: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Mineiros.....	154
Figura 85: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Ituiutaba	155
Figura 86: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Goiânia.....	156
Figura 87: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Araxá.....	157
Figura 88: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Brasília.....	158
Figura 89: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Paranaíba	161
Figura 90: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Mineiros.....	162
Figura 91: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Ituiutaba	163
Figura 92: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Goiânia.....	164
Figura 93: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Araxá.....	165

Figura 94: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Brasília.....	166
Figura 95: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Paranaíba	167
Figura 96: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Mineiros.....	168
Figura 97: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Ituiutaba	169
Figura 98: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Goiânia.....	170
Figura 99: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Araxá.....	171
Figura 100: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Brasília.....	172

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estações meteorológicas automáticas inseridas na Bacia do Rio Paranaíba	61
Tabela 2: Estações meteorológicas automáticas no entorno da Bacia do Rio Paranaíba	62
Tabela 3: Classificação e intervalos do anos padrão de temperatura	65
Tabela 4: Classificação e intervalos do anos padrão de umidade relativa do ar	65
Tabela 5: Classificação, cores e valores atribuídos as faixas de temperatura do ar	66
Tabela 6: Classificação, cores e valores atribuídos as faixas de umidade relativa do ar.....	66
Tabela 7: Classificação, cores e valores atribuídos as faixas de amplitude térmica e higrométrica.....	66
Tabela 8: Extremos de temperatura e umidade relativa e amplitude térmica e higrométrica por ano na estação Brasília-DF.	70
Tabela 9: Extremos de temperatura do ar e umidade relativa e amplitude térmica e higrométrica e seus respectivos intervalos definidos a partir do desvio-padrão na estação de Brasília-DF.	71

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da Climatologia de uma região constitui um importante fator para o estudo do ambiente, pois sua dinâmica interfere nos processos hidrológicos, de formação do relevo e dos solos, e crescimento e desenvolvimento da vegetação, entre outras ações que interferem na paisagem. Além disso, o clima é fator condicionante para a implantação e desenvolvimento de diversas atividades econômicas, com destaque para as que são vinculadas ao setor agropecuário.

Relacionando o clima e a questão socioeconômica, na região do Brasil Central, verifica-se que os principais problemas referentes ao clima dizem respeito a eventos e/ou episódios extremos, sobretudo quanto a períodos de escassez pluviométrica ou precipitações concentradas, causando muitos prejuízos, desde financeiro até óbitos de pessoas. Sendo que estes registros podem ser considerados como acontecimentos meteorológicos extremos, inesperados e incertos, que apresentam índices mais elevados e/ou baixos em um período determinado (ano, mês etc.).

Ainda sobre os extremos, vale destacar outros dois elementos climáticos, a temperatura do ar e a umidade relativa, cuja excepcionalidade corrobora para o agravamento de algumas doenças, podendo, também, culminar no óbito de pessoas.

Dessa forma, a compreensão de aspectos referentes ao clima de uma região é essencial para o planejamento de diversas atividades socioeconômicas, sendo que uma das etapas primordiais para a realização de tal estudo é a coleta e análise de dados sobre as condições meteorológicas e climatológicas registradas em uma série histórica com a finalidade de compreender a sua gênese e a dinâmica.

Seguindo essa ideia, esse trabalho tem como objeto de estudo o comportamento climático da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba no período de 2008 a 2013, com a finalidade de analisar os dados climatológicos registrados na bacia, buscando compreender a estrutura espacial e a gênese dos extremos termo-higrométricos na mesma, utilizando para isso as metodologias de anos padrão e análise rítmica.

Com o intuito de atingir o objetivo descrito, este trabalho está estruturado em cinco partes, iniciando pela introdução com uma breve descrição da importância do conhecimento climatológico tanto para desenvolvimento socioeconômico como para o conforto humano, além de apresentar os objetivos propostos. Ainda na introdução é realizada a caracterização da área de estudo. A segunda parte do trabalho contém uma revisão da literatura sobre o tema

de estudo, com quatro itens: conceitos básicos sobre a Climatologia Geográfica, a geoestatística como método de análise climatológica, a influência dos extremos de temperatura do ar e umidade relativa sobre o bem-estar humano e na produção agropecuária, bem como a compreensão dos elementos meteorológicos que exercem papel fundamental nas variações termo-higrométricas. Na terceira parte foram descritos os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, como fonte de dados e técnicas executadas. Na quarta parte foram apresentados os resultados e discussões, sendo eles relacionados a estrutura espacial e gênese dos extremos termo-higrométricos na Bacia do Rio Paranaíba. Para finalizar, na última parte foram apresentadas as considerações finais referentes à presente pesquisa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Esse trabalho tem como objetivo geral compreender a gênese e estrutura espacial dos extremos de temperatura do ar e umidade relativa no período de 2008 a 2013 na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, com o intuito de compreender o comportamento destes elementos, utilizando, para isso, a metodologia de análise de anos padrão e extremos e, posteriormente, aplicando a análise rítmica para compreensão dos períodos selecionados.

1.1.2 Objetivos específicos

- Adquirir, organizar e analisar os dados climáticos das estações meteorológicas na área da bacia com banco de dados disponível;
- Classificar as informações climáticas na escala anual, como anos padrão habituais (mais frequente) ou extremos (excepcional ou pouco frequentes);
- A partir das informações sobre os anos padrão extremos, definir os episódios climáticos extremos, para obtenção de imagens de satélite e cartas sinóticas, correlacionado com os dados de estações meteorológicas para compreender a gênese e estrutura espacial de tais fenômenos;

- Elaborar representações cartográficas a partir das informações climáticas obtidas no trabalho, possibilitando melhor visualização da estrutura espacial destes fenômenos.

2 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba está inserida na região do Brasil Central, e é parte integrante da Região Hidrográfica do Paraná (Figura 1) e abrange parte do território de três estados (Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul) e o Distrito Federal, mais especificamente: a região centro-sul do estado de Goiás com área de 140.968,7 km² (63,3% da área da bacia), grande parte da região oeste de Minas Gerais com 70.538,7 km² (31,7%) e uma parcela do nordeste do Mato Grosso do Sul com 7.550,8 km² (3,4%), além de grande parte do território do Distrito Federal com 3.708,8 km² (1,7%), totalizando uma área de 222.767 km².

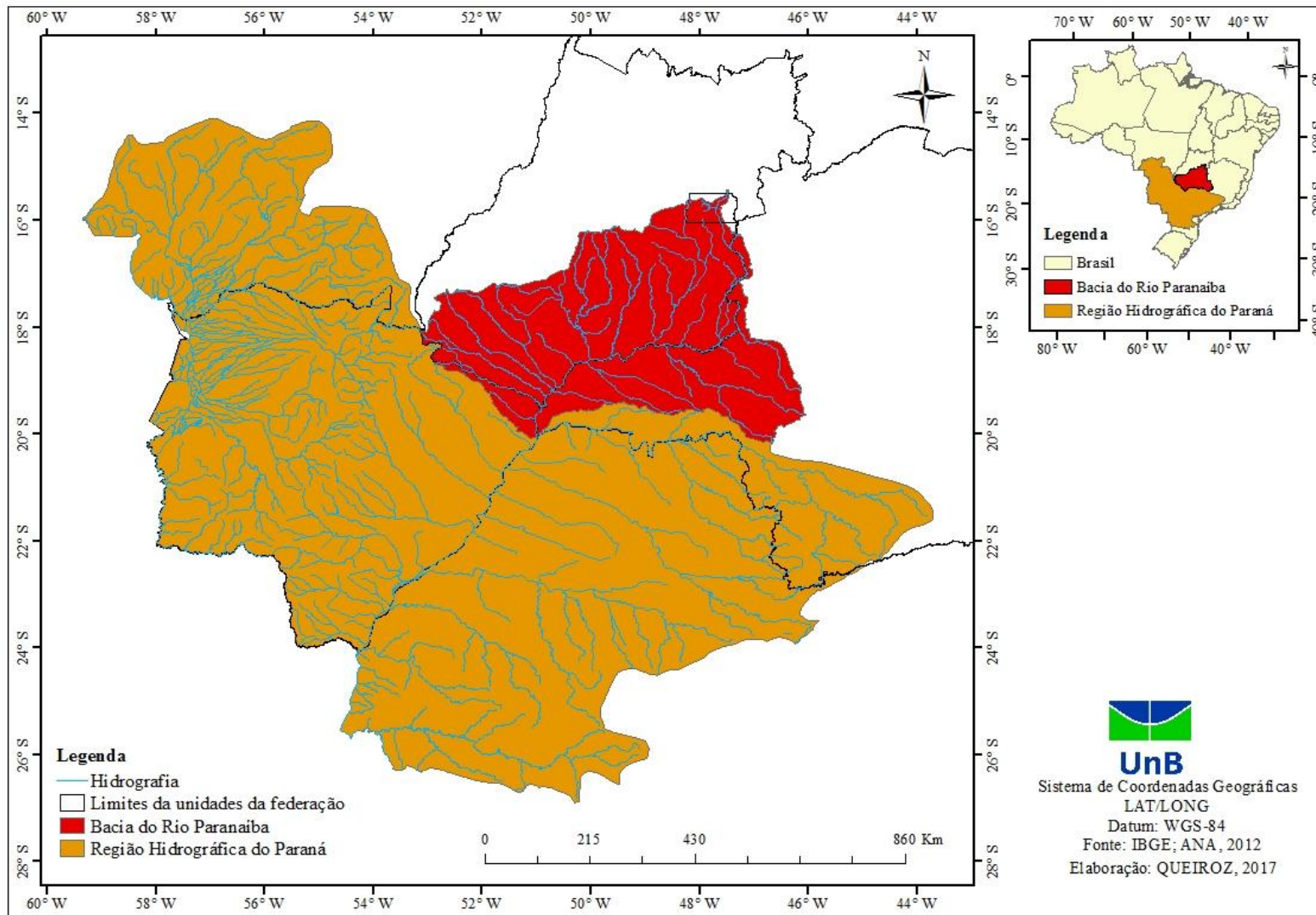


Figura 1: Localização da Bacia do Rio Paranaíba na Região Hidrográfica do Paraná.
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

O clima na bacia é caracterizado por duas estações, verão quente e chuvoso e inverno seco e com temperaturas amenas. Esta sazonalidade climática da região com dois períodos extremos ao longo do ano provoca desconforto humano, sobretudo os eventos e episódios relacionados a fenômenos de maior intensidade (amplitude térmica e higrométrica alta, calor, baixa umidade relativa, precipitação concentrada, estiagens, etc). No verão destaca-se a atuação da massa Equatorial Continental (mEc), que atraída pelos sistemas de baixa pressão do interior do continente, tende a avançar do NW, ora para SE, ora para ESE, atingindo a região Centro-Oeste, onde provoca elevação das temperaturas do ar, sendo responsável ainda pelo aumento da umidade relativa e das precipitações (BARROS, 2003). Já no inverno, há o avanço de dois sistemas principais: massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac)¹, responsável por dias de temperatura do ar elevadas e baixa umidade relativa do ar, e a massa Polar Atlântica (mPa), que proporciona a queda da temperatura na região, além de ser a formadora de sistemas frontais que podem provocar chuvas na região nesse período (MENDES; QUEIROZ, 2011) (Figura 2).

¹ Massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac): massa de ar quente e úmida na sua origem, cuja formação está associada a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), situada na porção tropical do Oceano Atlântico. Apesar da massa de ar ser úmida, tal característica se restringe a faixa litorânea, sendo que após sofrer influência da continentalidade esta massa de ar altera suas características de umidade, passando a ser quente e seca e, assim, definida como mTac. A mTac é um dos principais sistemas atmosféricos responsáveis pela ocorrência do período seco na parte central do Brasil.

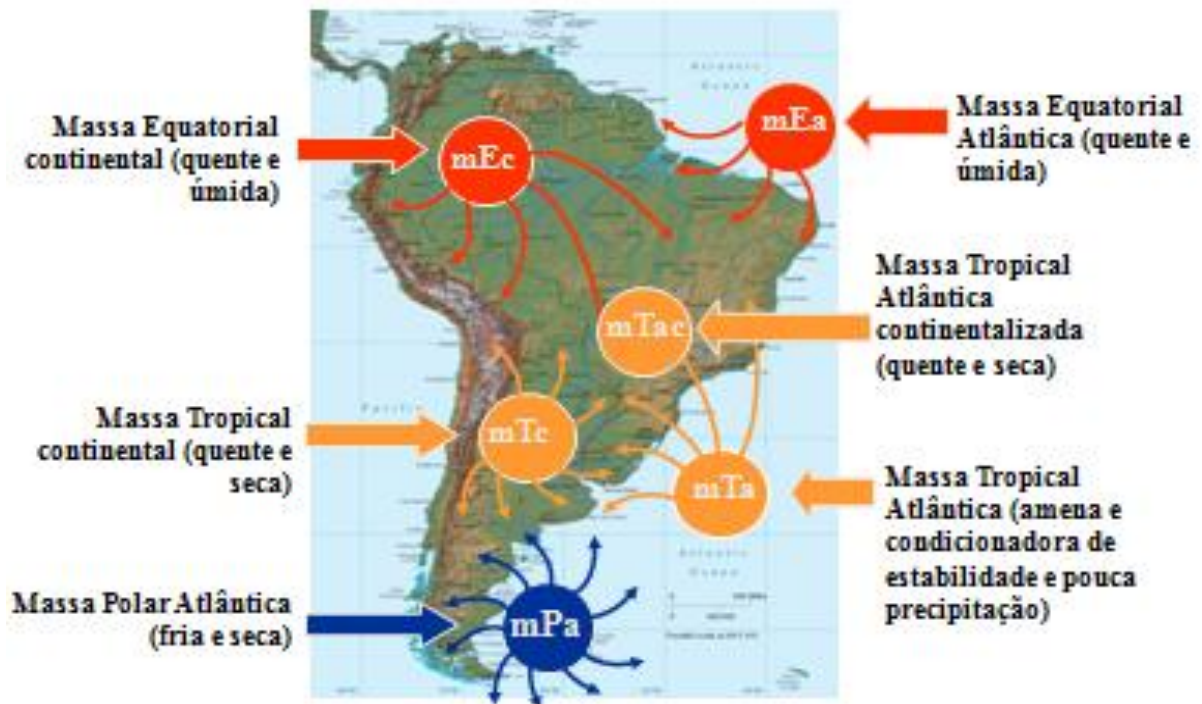


Figura 2: Origem das principais massas de ar que atuam no Brasil.
 Fonte: Steinke, 2017

No que diz respeito aos domínios morfoclimáticos, a maior parte bacia é caracterizada pela ocorrência do domínio do Cerrado, segundo o IBGE (2004), sendo que próximo às margens do Rio Paranaíba, sobretudo a partir da sua confluência com o Rio Araguari, nota-se a presença do domínio da Mata Atlântica, como pode ser visualizado na Figura 3. Vale destacar que a maior parte da vegetação nativa das áreas dos dois domínios já foi desmatada, conforme relatado a seguir e ilustrado na Figura 4, ambos extraídos do Plano da Bacia do Rio Paranaíba.

A informação sobre a vegetação remanescente dos biomas da bacia é relevante para o conhecimento do estado atual e planejamento das ações futuras. No geral, os dados reportam que em 2008 a área de remanescentes florestais era de 51,54% da cobertura original, tendo como base a área total do bioma em 2.039.386 km², as áreas desmatadas correspondem a 47,84% e os corpos d'água a 0,61 %, a taxa média anual de desmatamento esta na ordem de 0,69% (MMA/IBAMA, 2009 – Projeto PNUD BRA 08/11.). Quanto a Mata Atlântica recorda-se que a mesma abrange uma área de 1.103.961 km² dos quais 75,88% de cobertura vegetal já havia sido suprimida até o ano de 2008, ou seja, restando apenas 22,25% de áreas de remanescentes de vegetação nativa. Os outros 1,87% correspondem as área de corpos d'água. Especificamente para a bacia hidrográfica do rio Paranaíba os remanescentes de Mata Atlântica aparecem ao Norte e na Região Centro-Sul e mais precisamente ao longo do rio Paranaíba. (ANA, 2013)

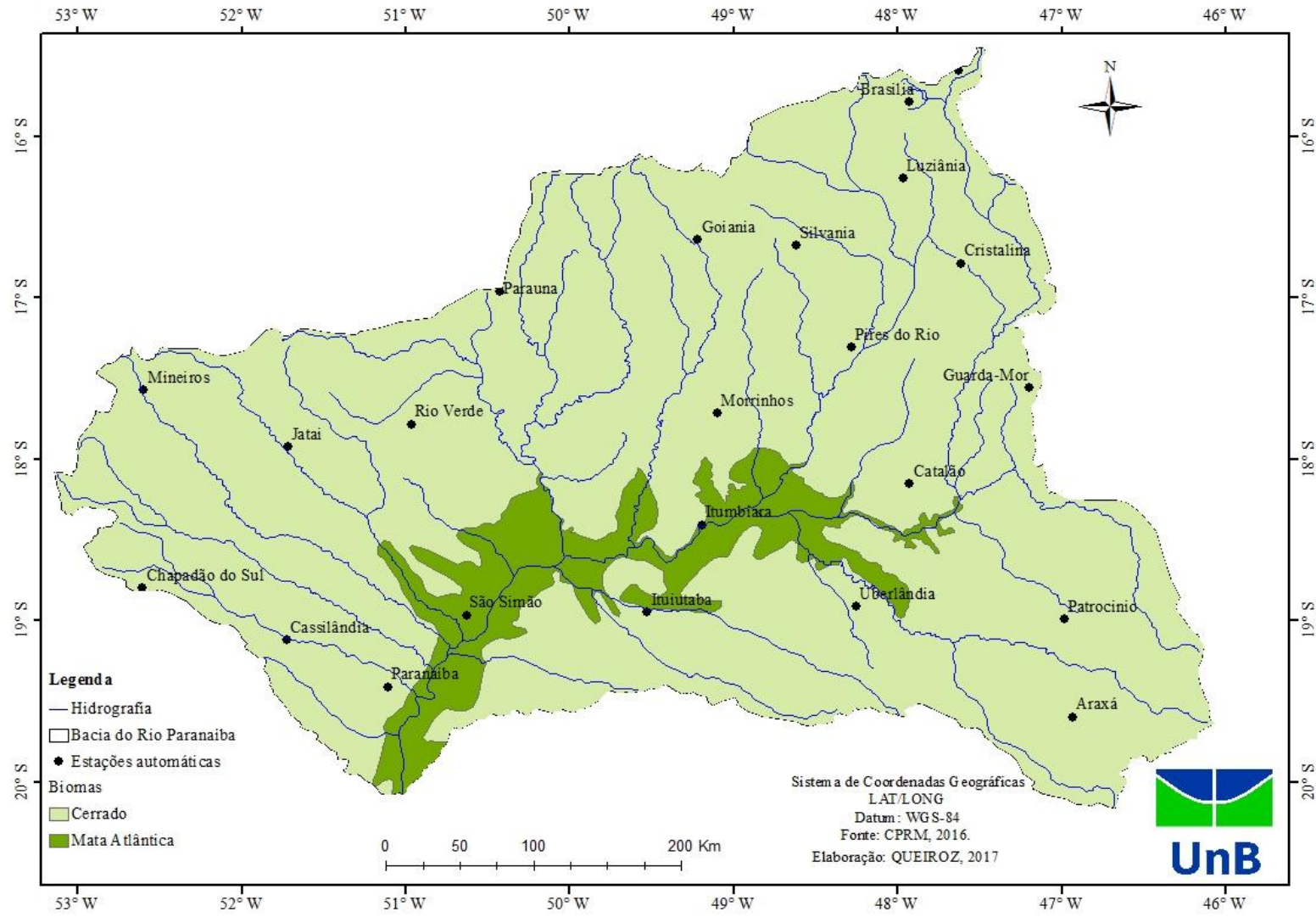


Figura 3: Biomas da Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE, 2016
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

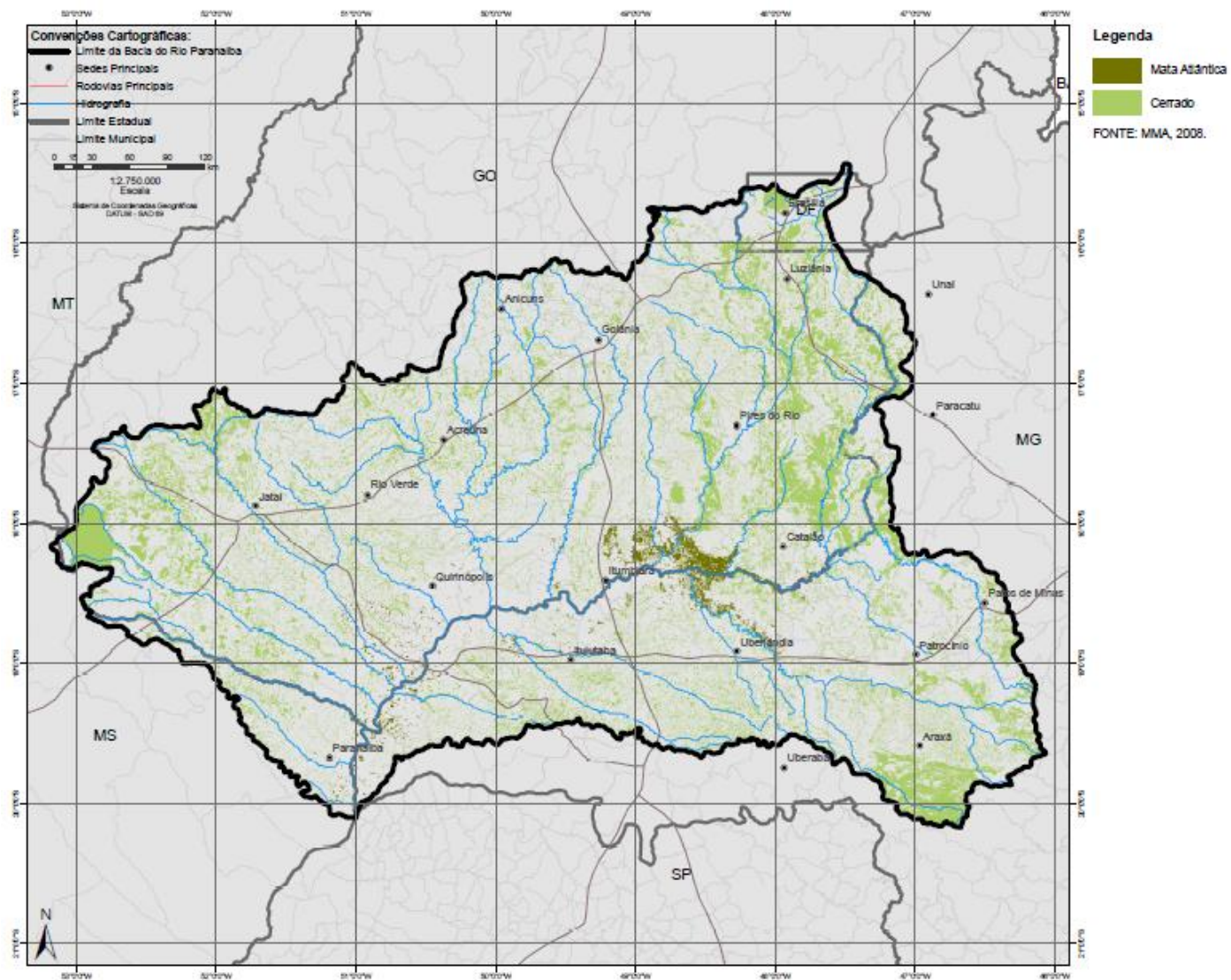


Figura 4: Remanescentes de vegetação nativa na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte: ANA, 2013

Prosseguindo com a caracterização do meio físico, em termos de compartimentação da estrutura geológica na bacia do rio Paranaíba, ocorrem duas províncias estruturais ².

As duas províncias situadas na bacia do rio Paranaíba são a Província Tocantins, na porção leste, e a Paraná, na parte oeste. Ao observar o mapa da Figura 5 é possível visualizar esta divisão.

A Província Tocantins pode ser subdividida em duas subprovíncias lito-estruturais. A primeira compreende o embasamento, constituído por rochas granítico-gnáissicas, de estruturação complexa e comportamento predominantemente dúctil. A segunda subprovíncia corresponde às seqüências supra-crustais, normalmente constituídas por rochas metassedimentares clásticas, pouco deformadas.(...)

A Província Paraná também pode ser subdividida em duas subprovíncias lito-estruturais. A primeira corresponde às seqüências sedimentares predominantemente clásticas, com estratificação subhorizontal e contatos quase que exclusivamente litológicos, sem controle estrutural. A segunda subprovíncia é formada pelos basaltos da Formação Serra Geral. São rochas magmáticas vulcânicas, decorrentes de derrames subhorizontais, muito fraturadas, às vezes diaclasadas, que dão origem às coberturas detrítico-lateríticas. (EPE, 2007)

Continuando com a caracterização geológica da bacia, ao observar a Figura 5, nota-se a presença de rochas metamórficas em 39,8% da área, rochas sedimentares em 35,7%, rochas ígneas em 22,7% e material superficial em 11,8%.

² "Províncias estruturais são consideradas extensas regiões naturais que mostram feições estratigráficas, tectônicas e morfológicas diferentes das apresentadas por províncias confinantes." (EPE, 2007)

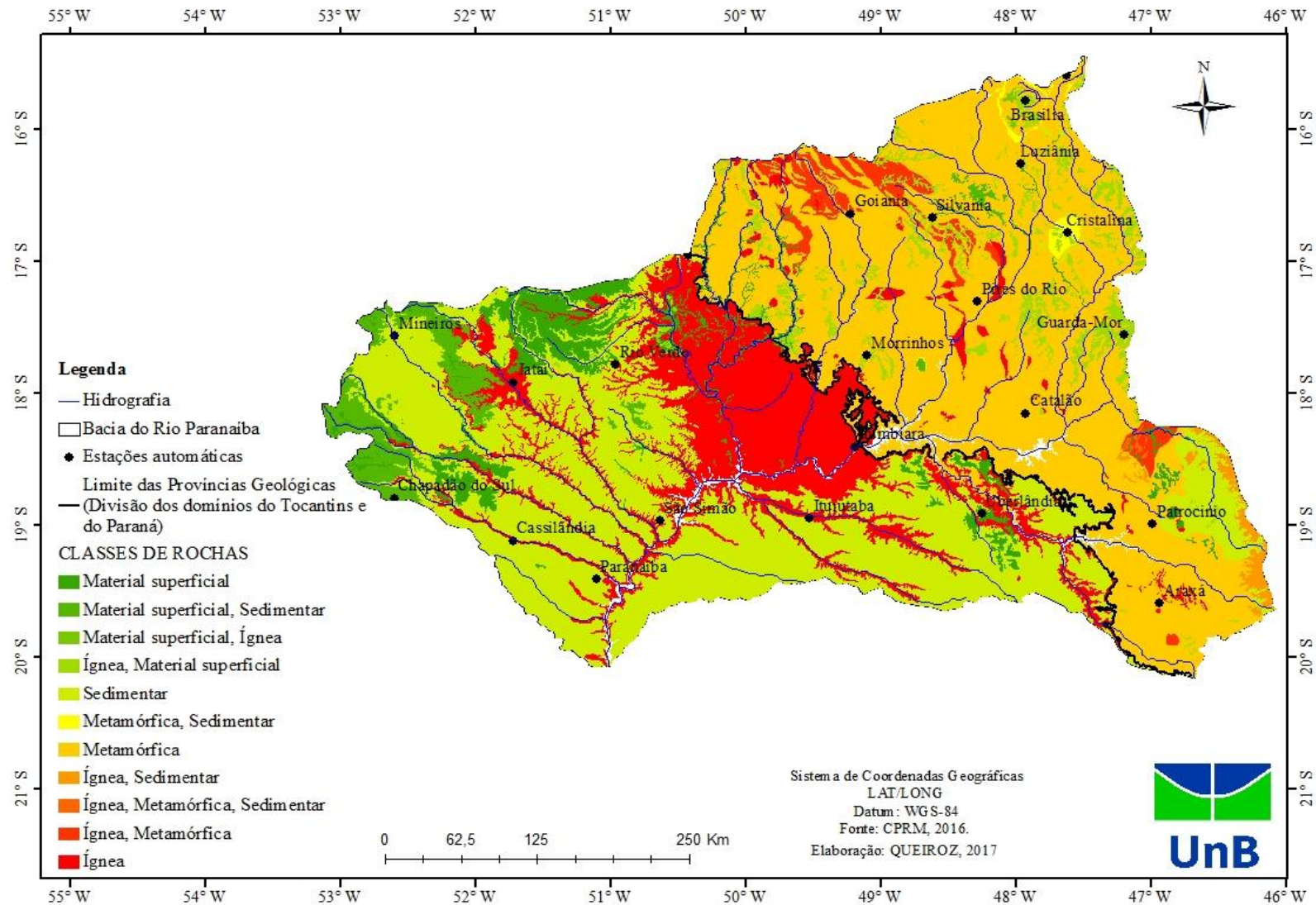


Figura 5: Mapa das classes de rochas da Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte de dados: CPRM, 2016
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

O relevo da Bacia do Rio Paranaíba faz parte de um conjunto de formas denominado por Ab'Saber (2003) Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central. Esse relevo vem sendo elaborado desde o Terciário, e durante o Quaternário, pelos processos morfoclimáticos, os quais propiciam extensas pediplanações, pedimentações, laterizações e dissecações, levando o mesmo a possuir as formas atuais.

Ainda sobre o relevo, o Projeto RADAMBRASIL ao relatar a Folha SE.22-Goiânia, que abrange a maior parte da área da Bacia do Rio Paranaíba, descreve que:

O relevo da área mapeada é constituído principalmente por vastos planaltos. O maior deles ocupa toda a porção centro-meridional e é representado pelos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, esculpidos nos depósitos de cobertura pós-paleozóica da bacia sedimentar. A nordeste encontra-se o Planalto Central Goiano, moldado em rochas pré-cambrianas do Complexo Goiano e do Grupo Araxá. (BRASIL, 1983, p. 390)

Ao detalhar melhor a primeira formação citada, o Projeto RADAMBRASIL relata sua morfologia, bem como os grupos e formações geológicas sobre a qual este relevo se encontra. Além disso, nota-se uma breve descrição do solo e da vegetação nativa que ocorre na área em decorrência da interação dos diversos fatores físicos da paisagem.

A área apresenta conjunto morfológicos bastante distintos entre si. O maior deles constitui os Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, regionalmente denominado Planalto Setentrional da Bacia do Paraná. Desenvolve-se sobre rochas do Grupo São Bento (Formação Botucatu, Formação Serra Geral) e sobre rochas cretácicas do Grupo Bauru. Nas partes mais elevadas desse planalto, caracterizando extensos chapadões, estende-se uma cobertura de sedimentos inconsolidados, de idade terciária. Nesse planalto, verifica-se a ocorrência de Latossolos Roxos sobre os basaltos, de Latossolo Vermelho-Amarelo e Areias Quartzosas sobre as rochas do Grupo Bauru e de Latossolo Vermelho-Escuro sobre os sedimentos terciários. A vegetação de Cerrado ocorre indiscriminadamente sobre os diferentes tipos de solos, com eventuais manchas de Savana Parque. Ao longo do rio Paranaíba, entretanto, verificam-se grandes extensões de Floresta Estacional. (BRASIL, 1983, p. 353)

O segundo conjunto morfológico citado no relatório da Folha SE. 22 - Goiânia do Projeto RADAMBRASIL refere-se Planalto Central Goiano, que quando comparado ao primeiro conjunto morfológico (Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná) apresenta relevo com característica mais heterogêneas, com ocorrência em diferentes altitudes, sendo um dos fatores para a apresentação de subunidades distintas, conforme descrito a seguir:

O segundo conjunto morfológico constitui o Planalto Central Goiano. Foi talhado sobre rochas cristalinas do Complexo Goiano e do Grupo Araxá, e ocupa a porção nordeste da Folha. Acha-se dividido em quatro subunidades:

o Planalto do Distrito Federal, de topo plano, cujas cotas altimétricas são as mais elevadas do Centro-Oeste (de 1.100 a 1.200 m), o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, apresentando um relevo dissecado, localmente com as mesmas altitudes do Planalto do Distrito Federal, o Planalto Rebaixado de Goiânia, que se caracteriza por ser a parte mais rebaixada do grande planalto cristalino (de 450 a 850 m), e as Depressões Intermontanas, que abrangem trecho restrito na área. Onde ocorre cobertura terciária predominam os Latossolos Vermelho-Escuros (textura argilosa) e onde afloram rochas do Grupo Araxá a cobertura é de solos Podzólicos e localmente Latossolos. Há uma predominância da vegetação de Savana Gramíneo-Lenhosa, porém sobre o Planalto de Goiânia predomina a vegetação originária de Floresta Estacional Semi-decidual. (BRASIL, 1983, p. 353)

Após a leitura da descrição realizada pelo Projeto RADAMBRASIL e a observação das Figuras 6 e 7, verifica-se que as áreas com menor altitude e relevo suave (vales e superfícies tabulares), em sua maioria situam-se na porção do território caracterizada como Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná. Ainda sobre essa área, na Figura 7 é possível notar que, no que tange as Províncias Geológicas está inserida no domínio do Paraná.

Já a porção do território com maior altitude (a parte leste da bacia), apresenta unidades geomorfológicas com maior diversificação de formas, desde áreas com baixa declividade até locais com declividade abrupta, expondo assim, uma heterogeneidade no Planalto Central Goiano, tanto referente a hipsometria quanto a declividade e as unidades geomorfológicas do território (Figuras 6 e 7). Na Figura 7, nota-se também que a maior parte deste território se encontra na Província Geológica do Tocantins.

Ainda sobre a Figura 6 verifica-se que as maiores altitudes encontram-se na porção leste da bacia, sobretudo nos setores nordeste e sudeste (áreas das nascentes dos grandes rios). Já as menores altitudes encontram-se na porção sudoeste da bacia, no exutório do rio Paranaíba (confluência dos rios Paranaíba e Grande).

Concluindo a análise das Figuras 6 e 7, vale salientar a divisão da Bacia do Rio Paranaíba tendo em vista a geologia e geomorfologia, sendo que a parte oeste apresenta os Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná e a Província Geológica do Paraná. Já na porção leste situa-se o Planalto Central Goiano e a Província Geológica do Tocantins. No que diz respeito as duas áreas destacadas, tais diferenças corroboram para que o uso e ocupação na bacia seja distinto, bem como para que tanto a paisagem nativa como a atual, apresente diferenças representativas em decorrência sobretudo da interação dos diversos fatores físicos e socioeconômicos que definem a paisagem.

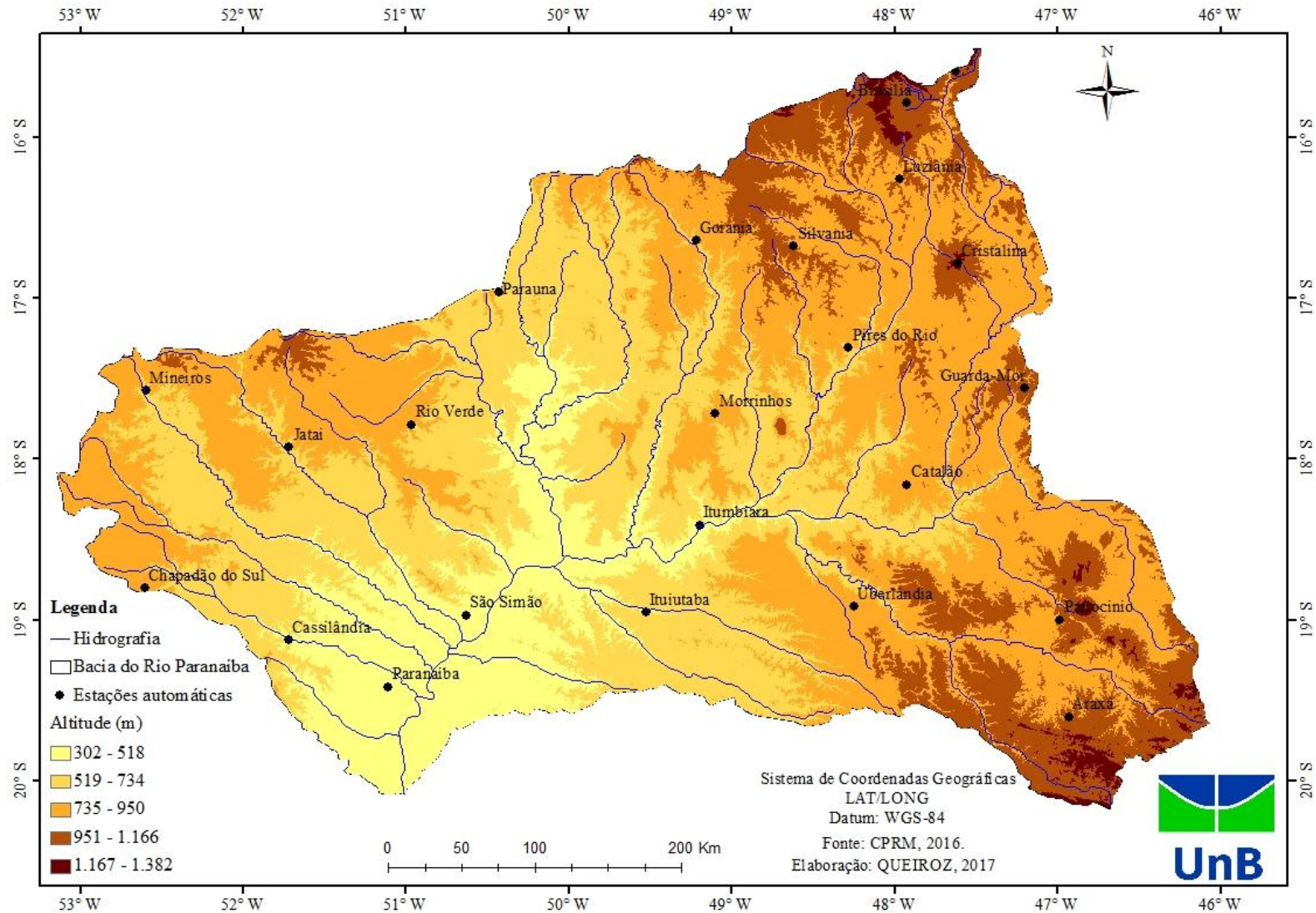


Figura 6: Mapa de Hipsometria da Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte de dados: ANA; IBGE; SRTM-EMBRAPA, 2014
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

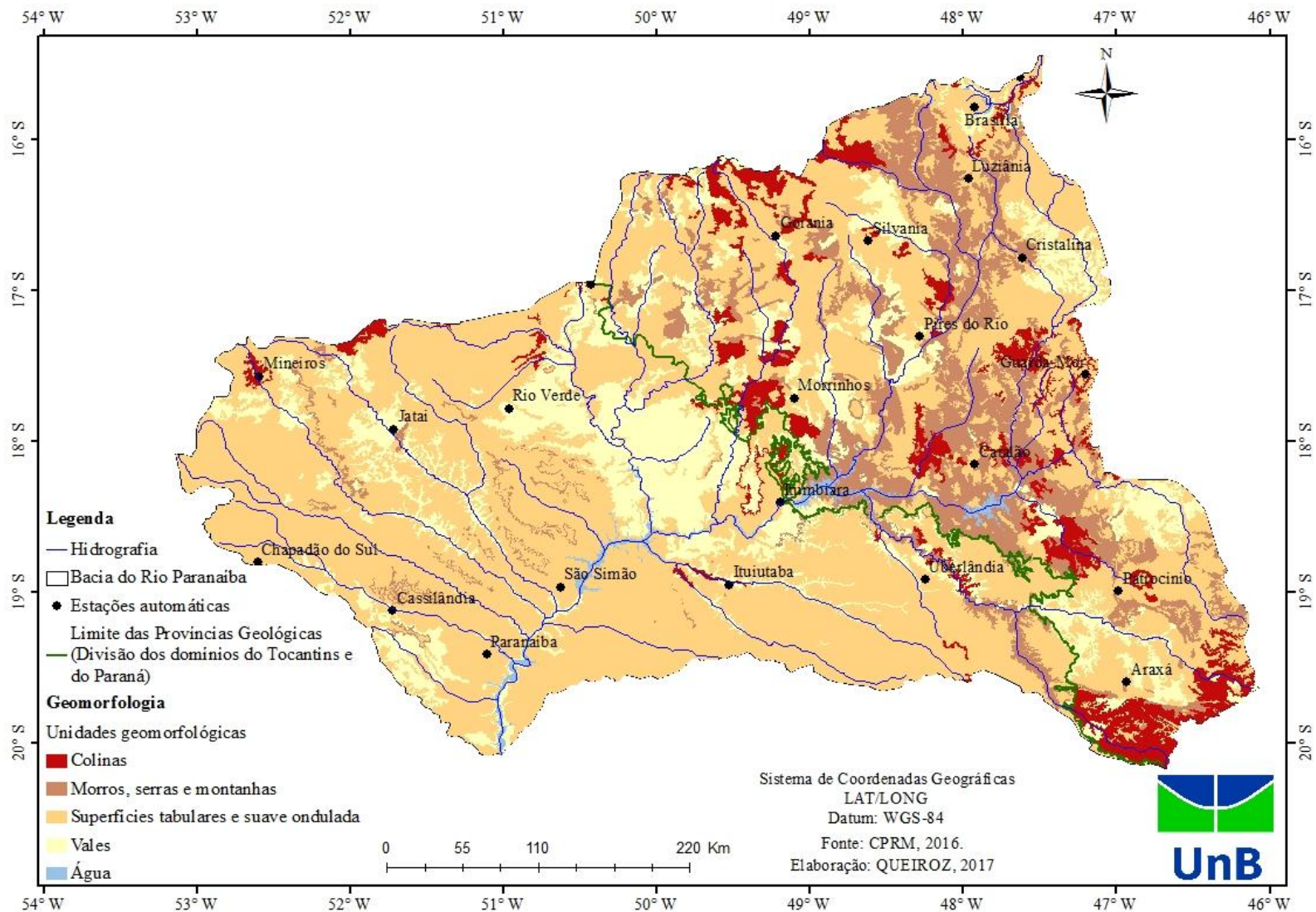


Figura 7: Mapa das unidades geomorfológicas da Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte de dados: EPE, 2007
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

Ao observar a Figura 8 referente às formas de relevo encontradas na Bacia do Rio Paranaíba, nota-se a predominância de quatro formas: pediplano e topo aguçado, convexo e tabular. Com menor representação, mas importante, também, verifica-se que próximos aos cursos de água ocorre as planícies e terraços.

Sobre o relevo no território, ao correlacionar a Figura 7 e 8, nota-se a influência das Províncias Geológicas, na definição das unidades geomorfológicas e formas de relevo, tendo a porção oeste relevo mais plano do que a leste.

No que diz respeito as formas de relevo (Figura 8), ao destacar as formas caracterizadas por aplanamento, nota-se a ocorrência em toda bacia, no entanto, com algumas especificidades que diferenciam os pediplanos que ocorrem na parte leste da oeste. Na parte leste pode-se observar a ocorrência de pediplanos "nos topos de planaltos e chapadas, dominados por residuais ou dominando relevos dissecados." (IBGE, 2009), "nas superfícies dos topos das chapadas com coberturas latossólicas." (IBGE, 2009) e em toda bacia encontra-se pediplanos "nas depressões pediplanadas interplanálticas e periféricas tabuliformes e no sopé de escarpas que dominam os níveis de erosão inferiores e eventualmente nos topos de planaltos e chapadas ao longo dos vales." (IBGE, 2009).

Verifica-se a ocorrência de três formas de topos (Figura 8), sendo que os topos aguçados estão situados somente na parte leste da bacia, enquanto que os topos convexos e tabulares podem ser encontrados por toda a bacia. Sobre o primeiro, topos aguçados, "são resultantes da interceptação de vertentes de declividade acentuada, entalhadas por sulcos e ravinas profundos." (IBGE, 2009). Ainda referente aos topos aguçados, analisando as Figuras 7 e 8, nota-se que tal forma de relevo encontra-se próximo as áreas em ocorrem as colinas, serras, morros e montanhas, ou seja, são locais com relevo acidentado. Além disso, observando a drenagem, pode-se afirmar que os topos aguçados estão presentes, também, em áreas de vale encaixado.

Já os topos convexos "São caracterizadas por vales bem-definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem." (IBGE, 2009) e os topos tabulares "São, em geral, definidas por rede de drenagem de baixa densidade, com vales rasos, apresentando vertentes de pequena declividade." (IBGE, 2009). Na Figura 8 observa-se que, na porção oeste, os topos tabulares estão presentes próximos dos canais de drenagem, tendo que nesta parte da bacia os vales são abertos e os topos convexos situam-se próximo aos divisores de água, fato que proporciona melhor escoamento nesta porção do território. Já na parte leste da bacia há, em alguns casos, mudança na dinâmica

geomorfológica quando comparado com o que foi descrito sobre a parte oeste, sendo que, nestes casos, os canais de drenagem se encontram no interior de vales encaixados, tendo próximo a estes vales topos aguçados e posteriormente topos convexos. Nota-se, ainda na parte leste a presença de topos tabulares nas regiões de chapadas com altitudes mais altas, conforme pode observado na Figura 6.

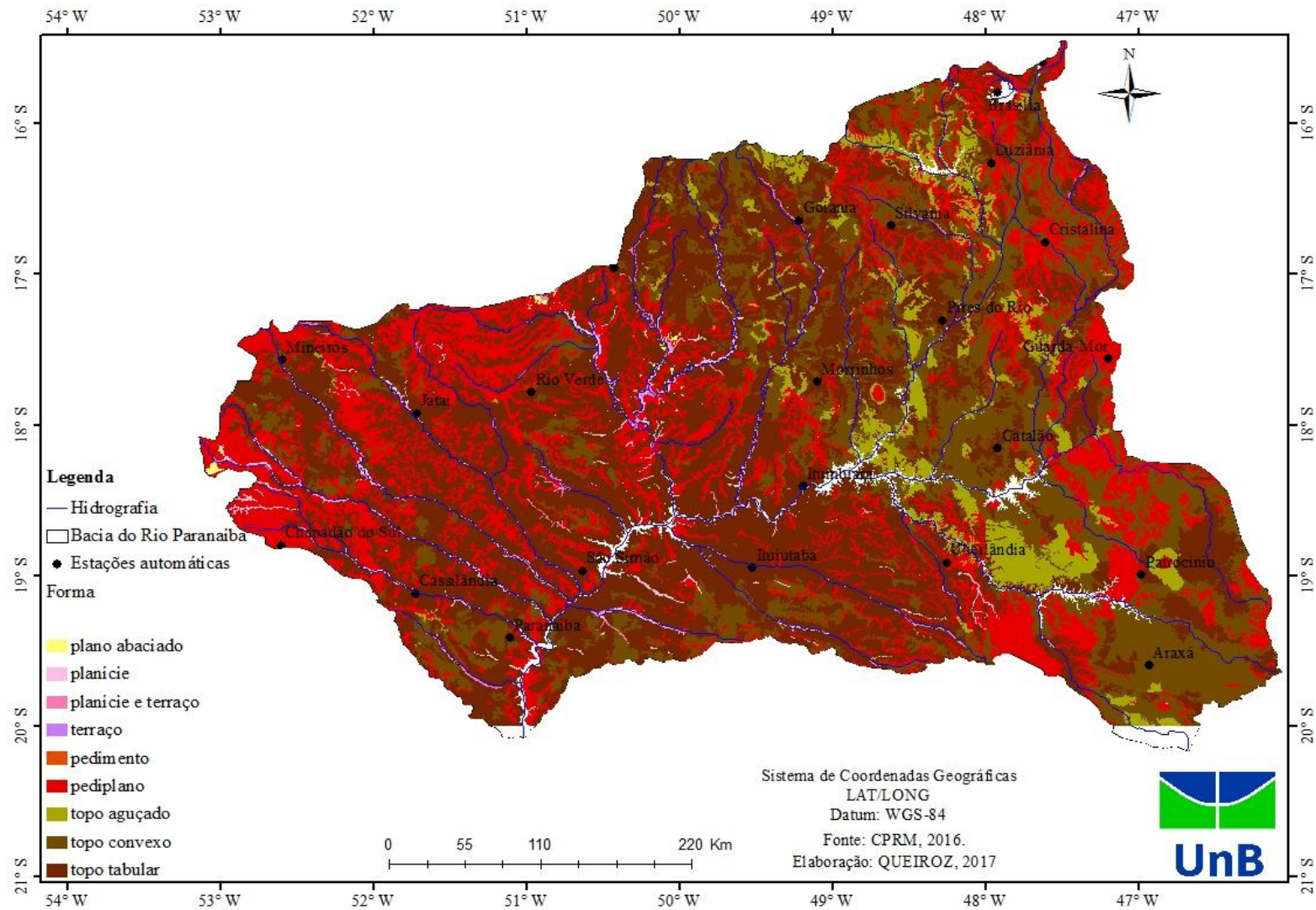


Figura 8: Mapa das formas de relevo na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte de dados: IBGE, 2016

Elaboração: QUEIROZ, 2017

No que tange às questões econômicas, na bacia do rio Paranaíba a atividade mais expressiva é a produção agropecuária (produção agrícola de soja, milho, cana-de-açúcar, entre outras culturas e a pecuária, principalmente, com rebanho bovino de corte e leite), conforme destacado no Plano de Recursos Hídricos da bacia (ANA, 2013). Ao analisar o processo de instalação e expansão das atividades agropecuárias no decorrer do tempo nota-se um forte elo com as características do meio físico na bacia, sobretudo no que se refere ao relevo (declividade e altitude) e ao clima, fatores estes condicionantes para a implementação de tais atividades.

Neste sentido, sabendo desta interdependência existente entre estas atividades junto as variáveis climáticas, torna-se essencial o estudo dos extremos de temperatura do ar, uma vez que os resultados podem ser utilizados como subsídio para as ações de planejamento, relacionadas ao conforto térmico animal e adequação as particularidades térmicas das diferentes culturas.

Vale destacar ainda que, associada a esta produção agropecuária, estão instaladas na bacia várias indústrias de beneficiamento destes produtos.

No que diz respeito aos centros urbanos cabe aqui salientar a influência exercida pelas cidades de Brasília, Goiânia e Uberlândia, polos regionais com grande relevância, tanto na prestação de serviços, como na venda de produtos para as atividades exercidas na bacia, bem como para abastecer a população regional. No caso de Brasília, pelo fato de ser capital federal, se destaca como o centro político nacional extrapolando os limites regionais.

A Bacia do Rio Paranaíba, conforme já descrito, está inserida na região do Brasil Central, cuja característica climática é marcada por uma sazonalidade, tendo dois períodos de extremos ao longo do ano, fato que corrobora para o desconforto humano, sobretudo, relacionados a fenômenos de maior intensidade (calor, umidade relativa baixa, precipitação concentrada, estiagens etc). Neste sentido, destacam-se três aspectos vinculados à questão climática regional, sendo o primeiro relacionado a área urbana, o segundo à rural e o terceiro com a demanda e disponibilidade hídrica.

No que diz respeito a relação clima e cidades, primeiramente, vale destacar que a área de estudo possuía uma população de 8,5 milhões de habitantes conforme somatório realizado pelo CBH PARANAÍBA (2013) utilizando os dados do censo demográfico do IBGE de 2010, sendo que 94% desta população reside no ambiente urbano. Tendo em vista esta concentração da população nas áreas urbanas e, sabendo que tal ação antrópica pode influenciar nas condições meteorológicas destas áreas, verifica-se que o estudo do clima regional, a partir da

sua gênese e dinâmica, se torna essencial, com o intuito de compreender, sobretudo, os eventos extremos e, assim, buscar maneiras de amenizar o desconforto gerado por tais fenômenos tais como, alagamentos e enchentes. Neste sentido, Sant'Anna Neto (1998) ressalta que:

Quando tratamos de áreas urbanas, o clima original é constantemente modificado pela construção do espaço urbano, uma vez que é alterado, entre outros fatores, o balanço de energia, em função da concepção de cidade estabelecida pela civilização capitalista ocidental. (SANT'ANNA NETO, 1998, p. 122)

Os aspectos relacionados às áreas rurais dizem respeito às atividades agropecuárias desenvolvidas na bacia, que são de grande importância para a produção, sendo a base econômica na maior parte dos municípios, no entanto, tal atividade é extremamente dependente das condições climáticas para o seu pleno desenvolvimento. Sobre esse assunto, Sant'Anna Neto (1998) também destaca que:

Nas áreas rurais, a variabilidade sazonal e as excepcionabilidade climáticas afetam a produção agrícola pois, ao contrário do que se deseja, a irregularidade dos fenômenos meteorológicos é mais provável e ocorre com mais frequência do que o que considera como padrões habituais ou normais. Além disto, o desmatamento de áreas florestadas alteram o balanço hídrico, a radiação e o albedo. (SANT'ANNA NETO, 1998, p. 122-123)

Desta forma, estudos climáticos tornam-se necessários, como suporte na tomada de decisão e, conseqüentemente, na redução de perdas. Fato este reforçado ainda por Sant'Anna Neto (1998), quando o mesmo relata que:

[...] o clima assume importante papel na produção do espaço rural, pois 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. (SANT'ANNA NETO, 1998, p. 128)

Ainda sobre os aspectos vinculados ao clima regional, destaca-se a demanda e disponibilidade hídrica, tendo em vista que a principal entrada de água no ciclo hidrológico é por meio das precipitações e a região passa por um período de 4 a 6 meses com baixos índices pluviométricos, fato este que é responsável pela redução na disponibilidade hídrica no final do período seco. Neste mesmo período há o aumento da demanda hídrica pelos diversos usuários de recursos hídricos para suprir a ausência de chuva, gerando, em alguns locais, conflitos pelo uso da água, já que a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) relata em seus fundamentos:

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; (MMA, 2011, p.31)

Para complementar, os objetivos desta mesma lei destacam:

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. (MMA, 2011, p.31-32)

Desta forma, a compreensão do clima regional se torna primordial, tendo em vista a relação intrínseca entre o clima e o ciclo hidrológico, sendo o mesmo grande propulsor para a dinâmica do ciclo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Para a melhor compreensão do clima é necessário entender o funcionamento do meio e suas inter-relações com os diversos elementos integrantes deste meio de forma sistêmica. Neste sentido, no primeiro momento torna-se essencial a compreensão dos sistemas, sendo que nesta linha de raciocínio Borsato e Souza Filho (2004) descrevem a forma de estudo e compreensão dos sistemas.

O princípio básico do estudo de sistemas é o da conectividade. Pode-se compreender um sistema como um conjunto de elementos com um circuito de ligações entre esses elementos; e um conjunto de ligações entre o sistema e seu ambiente, isto é, cada sistema se compõe de subsistemas, e todos são partes de um sistema maior, onde cada um deles é autônomo e ao mesmo tempo aberto e integrado ao meio, ou seja, existe uma inter-relação direta com o meio. (BORSATO; SOUZA FILHO, 2004, p. 201)

Seguindo esta ideia, Borsato e Souza Filho (2004) destacam o clima como um dos componentes do Geossistema. “Os sistemas Ambientais Físicos, ou Geossistemas seriam a representação da organização espacial resultante da interação dos componentes físicos da natureza (sistemas). Aí, incluídos clima, topografia, rochas, águas, vegetação e solos.” (BORSATO; SOUZA FILHO, 2004, p. 201)

Ao trabalhar o método dentro da Climatologia, Sant’Anna Neto (1998) ressalta o método de análise sistêmica como proposta para estudos climáticos, além disso, o autor destaca a ideia do clima como componente da paisagem, conforme pode ser verificado a seguir:

Este método (sistêmico) propõe uma análise dos parâmetros climáticos (adequados a cada característica espacial) no tempo (processos) e no espaço (estruturas), de modo a produzir, a partir da análise rítmica, a compreensão da dinâmica e gênese dos tipos de tempo e a distribuição e interação espacial de seus atributos com os demais componentes da paisagem, gerando análises temáticas destes atributos nos diversos segmentos de tempo, e culminando com uma classificação tipológica (taxonômica e hierárquica) que identifique os processos geradores, sua evolução e distribuição. (SANT’ANNA NETO, 1998, p. 124)

Tendo em vista, como já destacado, a importância do conhecimento sobre o clima, cabe aqui defini-lo, sendo que neste trabalho, dentre os conceitos, adotaremos a definição proposta por Sorre:

Denominamos clima à série de estados atmosféricos sobre determinado lugar em sua sucessão habitual. Cada um desses estados caracteriza-se pelas suas propriedades dinâmicas e estáticas da coluna atmosférica, composição química, pressão, tensão dos gases, temperatura, grau de saturação, comportamento quanto aos raios solares, poeiras ou matérias orgânicas em suspensão, estado do campo elétrico, velocidade de deslocamento das moléculas, etc. (SORRE, 2006, p.90)

Nesse sentido, Sorre (2006) relata a importância dos estudos climatológicos dentro da ciência geográfica, destacando os possíveis objetos de estudo tais como os eventos pluviométricos, as oscilações térmicas e as influências que tais fenômenos exercem sobre o meio. Além disso, o mesmo autor destaca como objeto de estudo a relação entre o clima e outros fatos geográficos tais como a distribuição espacial da vegetação, as formas de ocupação do solo pela humanidade dentre outros.

Os estudos climáticos relatados, de acordo com Barros e Zavattini (2009) podem ser realizados utilizando duas formas distintas de análise, a Climatologia Separativa e a Sintética, sendo que:

[...] as bases conceituais em Climatologia Geográfica, é possível afirmar que, de maneira geral, a Climatologia Separativa (ou Tradicional) se utiliza de dados reais e os transforma em abstratos, já que os mesmos são convertidos em valores médios e, portanto, tornam-se desprovidos de seu significado real. Já a Climatologia Sintética (ou Dinâmica) procura analisar as variações dos elementos do clima através de dados concretos, preferencialmente diários, na tentativa de alcançar as sequências rítmicas que explicam tais variações. Assim, a perspectiva da Climatologia Geográfica é dinâmica e parece não haver dúvida que o seu paradigma é o ritmo. Entretanto, a abordagem da Climatologia Dinâmica não exclui a da Climatologia Tradicional. (BARROS; ZAVATTINI, 2009, p. 259)

Como uma das formas de estudo da Climatologia Sintética, destaca-se a análise rítmica como uma metodologia proposta por Monteiro descrita por Barros e Zavattini (2009):

A análise rítmica é apropriada para a investigação da realidade do clima, na perspectiva geográfica, tanto por suas possibilidades de representação das variações cronológicas dos elementos atmosféricos num dado espaço (ou lugar) como, ainda, pela premissa que encerra [...] (BARROS; ZAVATTINI, 2009, p. 259)

Além disso, a análise rítmica possibilitou a compreensão da interação dos elementos climáticos e, conseqüentemente do ritmo climático no período estudado. Simultaneamente, tornou-se possível entender a gênese dos fenômenos analisados por meio da definição dos sistemas atmosféricos. Tal metodologia, culminou na compreensão da estreita relação entre os eventos climáticos registrados nas estações com os sistemas que provocaram tais fenômenos, sendo possível acompanhar toda a dinâmica climática no decorrer do tempo.

Sobre a aplicação da análise rítmica, em sua tese de doutorado, Monteiro destaca: “As necessidades de melhoria nos conhecimentos climatológicos do Brasil estão a demandar uma aplicação de análises rítmicas regionais, especialmente na zona intertropical, na qual se inclui a maioria do nosso território.” (MONTEIRO, 1969, p. 61)

Sobre a proposta metodológica referente a análise rítmica, Boin (2000) complementa que:

[...] a concepção dinâmica de clima proposta em 1951, por SORRE, ajustada à “Análise Rítmica” desenvolvida por MONTEIRO, 1971a, na qual o autor sugere o estudo das variações diárias dos elementos climáticos associadas à circulação regional, de modo a revelar a gênese dos fenômenos climáticos. (BOIN, 2000, p. 25)

Neste sentido, para aplicação do método de análise rítmica, torna-se essencial o estudo das variações climatológicas diárias durante o recorte temporal que será analisado. Sendo assim, torna-se recomendável a utilização da técnica de “anos-padrão” para definição deste período de análise, conforme destacado na tese de Boin:

Na dificuldade de se analisar a sucessão e articulação dos tipos de tempo por todo o período 1967/1996 e, em função da existência de uma relação entre a pluviosidade e as variações rítmicas dos mecanismos atmosféricos, optou-se pela escolha de “anos-padrão”, na aplicação da análise rítmica diária. (BOIN, 2000, p. 128)

A utilização da técnica de anos padrão juntamente com a análise rítmica possibilita a compreensão real das condições climáticas habituais e extremas. Tal associação torna desnecessário a representação de toda a série de dados, o que inviabilizaria a aplicação da análise rítmica como método devido ao excessivo número de sínteses que seriam produzidas, ou seja, a interpretação sequencial de todos os dados seria de difícil compreensão.

Além da definição das técnicas a serem utilizadas, para realização de um estudo no âmbito da climatologia é essencial a compreensão da escala, sendo que, segundo as definições de escala elencadas por Ribeiro (1993), o presente trabalho se enquadra na ordem de grandeza de clima regional, cuja:

A abordagem sugerida para a compreensão dos climas regionais apoia-se na busca do ritmo da variação anual, sazonal e mensal dos elementos do clima que representem os mecanismos de atuação dos sistemas atmosféricos característicos da circulação intermediária entre a circulação primária e a secundária. Por outro lado, há que se fazer um estudo criterioso dos fatores geográficos naturais que provocam a definição de cada espaço regional, como elemento causal da modificação da circulação geral da atmosfera e geração do clima regional. Em seguida, para dar maior sentido geográfico à análise, recomenda-se a pesquisa dos efeitos do impacto do clima regional sobre as paisagens naturais e, já nesta escala, na economia regional,

principalmente no que se refere ao macrozoneamento do potencial agrícola regional. (RIBEIRO, 1993)

Analisando esta mesma obra de Ribeiro (1993) e associando os métodos descritos pelo autor com o presente trabalho, nota-se um alinhamento entre os mesmos e os estudos da climatologia regional.

Neste sentido, na maior parte das regiões brasileiras, a primeira adequação a ser feita diz respeito à série de estudos, pois a quantidade e a espacialização das estações climatológicas que possuem normal climatológica³ é deficitária. Entretanto, no que tange a espacialização, com implantação da rede meteorológica automática pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na década de 2000, tal problema foi reduzido, possibilitando a realização de estudos climáticos com uma série histórica menor como é o caso do presente trabalho que utilizou uma série de seis anos.

Outro método sugerido por Ribeiro (1993) para estudo de clima regional e utilizado no presente trabalho foi a análise de cartas sinóticas e de imagens de satélites meteorológicos apoiados nos registros de dados, sendo que no presente caso, foram obtidos de estações climatológicas da rede automática de superfície do INMET.

Desta forma, a compreensão dos fenômenos ligados à circulação atmosférica, por meio da análise de cartas sinóticas e imagens de satélites associado aos dados das estações meteorológicas, possibilitam o entendimento da gênese e dinâmica climática nas diversas escalas.

³ "A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais como "valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas" e padrões climatológicos normais como "médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos."" (INMET)

Ainda sobre a circulação atmosférica, vale aqui conceituar os sistemas produtores de tempo que, de acordo com Ayoade (2010, p.98) “são sistemas de circulação acompanhados por padrões e tipos característicos de tempo.” Ainda segundo Ayoade (2010, p.98), “Os mais importantes desses sistemas produtores de tempo são os ciclones e os anticiclones das latitudes médias, os ciclones tropicais e as monções”. Já Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p.95), trabalham esses sistemas como centros de ação que “constituem-se em extensas zonas de alta ou de baixa pressão atmosférica que dão origem aos movimentos da atmosfera, portanto, aos fluxos de ventos predominantes e aos diferentes tipos de tempo”. Neste sentido, os sistemas produtores de tempo ou os centros de ação são responsáveis pela formação das massas de ar e dos fenômenos frontológicos.

3.2 O MÉTODO ESTÁTICO E DINÂMICO NA ANÁLISE CLIMATOLÓGICA

A definição do método nos estudos climáticos são primordiais para nortear a pesquisa em questão. Neste sentido, a Climatologia Geográfica Brasileira por meio de metodologias como a análise rítmica e os anos padrão consegue equilibrar os métodos estáticos e dinâmicos, trabalhando com os dados registrados em uma série histórica na busca da compreensão do ritmo climático em determinado espaço geográfico.

Neste sentido, Zavattini e Boin (2013), norteiam sobre a forma de aplicação de metodologias de análise climatológica, como a análise rítmica de eventos/episódios ocorridos em anos padrões habituais e extremos, utilizando dados meteorológicos. Dessa forma, os autores relatam que:

[...] podemos afirmar que as representações climatológicas cronologicamente reais são aquelas ligadas ao paradigma do ritmo e, em específico, aos gráficos de análise rítmica. Neles são representadas ao mesmo tempo, as variações diárias (ou horárias) dos elementos do clima e a sucessão diária (ou horária) dos estados atmosféricos, numa associação genética.

[...]

Porém antes de construir os gráficos de análise rítmica, há, uma tomada de decisão muito importante, pois eles devem representar a sucessão dos estados atmosféricos sobre um lugar, seja a sucessão habitual ou aquelas tidas como sucessão extremas. Isso implica, sempre, na escolha prévia dos “anos-padrão” – ou “períodos-padrão”, dependendo dos propósitos da pesquisa - , que são as amostras verdadeiras dos ritmos habitual e extremos (excepcionais). (ZAVATTINI; BOIN, 2013, p. 90)

Os anos padrão podem ser considerado uma técnica vinculada ao método estático, sendo que Tavares (1976) ao trabalhar com dados de precipitação conceitua:

[...] ano padrão “normal” seria aquele em que a distribuição da precipitação anual de um determinado lugar fosse semelhante à distribuição das precipitações médias, obtidas através de vários anos para esse local.

[...]

O ano padrão “seco” caracterizar-se-ia por uma distribuição das precipitações que apresentasse um grande desvio em relação aos dados médios, em função de períodos com intensa falta de chuvas, enquanto o ano padrão “chuvoso” deveria suas discrepâncias ao excesso de chuva em relação aos dados mais frequentes. (TAVARES, 1976, p. 81)

Tendo em vista o que foi relatado, vale salientar que os procedimentos metodológicos para realização de um trabalho sobre temperatura do ar e umidade relativa, assim como o clima de uma região e suas variações, possui como uma das etapas primordiais para a realização do mesmo a coleta e análise de dados meteorológicos registrados em uma série histórica. Segundo Silvestre et al (2013) classificar um conjunto de dados, em um determinado número de classes, no momento de se definir valores como sendo habituais ou extremos constitui-se em um problema muito comum encontrado pelos estudiosos do clima.

A escolha de anos padrão como forma de analisar a dinâmica atmosférica teve início nas concepções de Monteiro (1973), ao propor critérios para a escolha de anos padrão, executando a metodologia de análise rítmica, que leva em conta a concepção sorreana do clima. Monteiro (1973) ressalta que o tratamento dinâmico qualitativo utilizado, ao se lançar mão da técnica de anos padrão, trabalha com amostras cronológicas do tempo atmosférico que melhor representem a realidade climática.

A técnica dos anos padrão possibilita a separação de anos que apresentem características semelhantes quanto a uma determinada variável, de forma que esses possam ser considerados como um grupo com características semelhantes; e posteriormente eleger um ano padrão para representar cada grupo. Boin (2000, p. 131) acredita que:

O uso de “anos padrão”, com base na da análise rítmica diária, proposta por MONTEIRO (1971a e 1973), e tão empregado como forma de análise do conhecimento dinâmico do clima, é a técnica capaz de alcançar a compreensão real do clima, sem necessitar da representação de toda a série estudada, o que dependeria de um grande número de dados, muitas vezes inexistentes. Um outro fator que impossibilitaria o emprego da representação de toda a série estudada seria, ainda, o grande número de sínteses, o que tornaria difícil a análise e interpretação dos dados utilizados. (BOIN, 2000, p. 131)

Várias técnicas podem ser empregadas para a classificação de anos padrão, seja de temperatura do ar, precipitação ou outro elemento climático de interesse. Tavares (1976), com o objetivo de analisar os dados de precipitação pluvial de Campinas, no período de 1961 a 1970, desenvolveu uma técnica de agrupamento para definir anos padrão, que é bastante

utilizada pelos geógrafos estudiosos do clima. A seguir encontra-se uma síntese da metodologia utilizada por Tavares (1976).

Primeiramente, os dados mensais de precipitação foram agrupados em períodos trimestrais, correspondentes às estações do ano. Após esse agrupamento, a média para cada uma das quatro estações do ano foi calculada para o período de estudo. Em seguida foram calculados: o desvio percentual de cada estação do ano em relação aos dados médios obtidos e o coeficiente de similaridade multidimensional entre os desvios percentuais. Os resultados foram organizados em formato de matriz à qual aplica uma técnica de agrupamento hierárquica por pares recíprocos, explicada em Diniz (1971) e Sanchez (1972). O resultado final da aplicação da técnica é apresentado em um gráfico denominado dendrograma ou árvore de ligação, a partir do qual se pode observar o agrupamento dos anos considerados, e o nível de perda de detalhe (%) em que eles foram realizados. Os anos da série considerada são classificados em anos padrão secos, normais e chuvosos, selecionando-se um ano para cada um dos grupos de interesse para dar continuidade à análise escolhida.

A Figura 9 apresenta um fluxograma metodológico, sendo possível acompanhar o passo a passo da metodologia de anos padrões descrita por Tavares (1976).

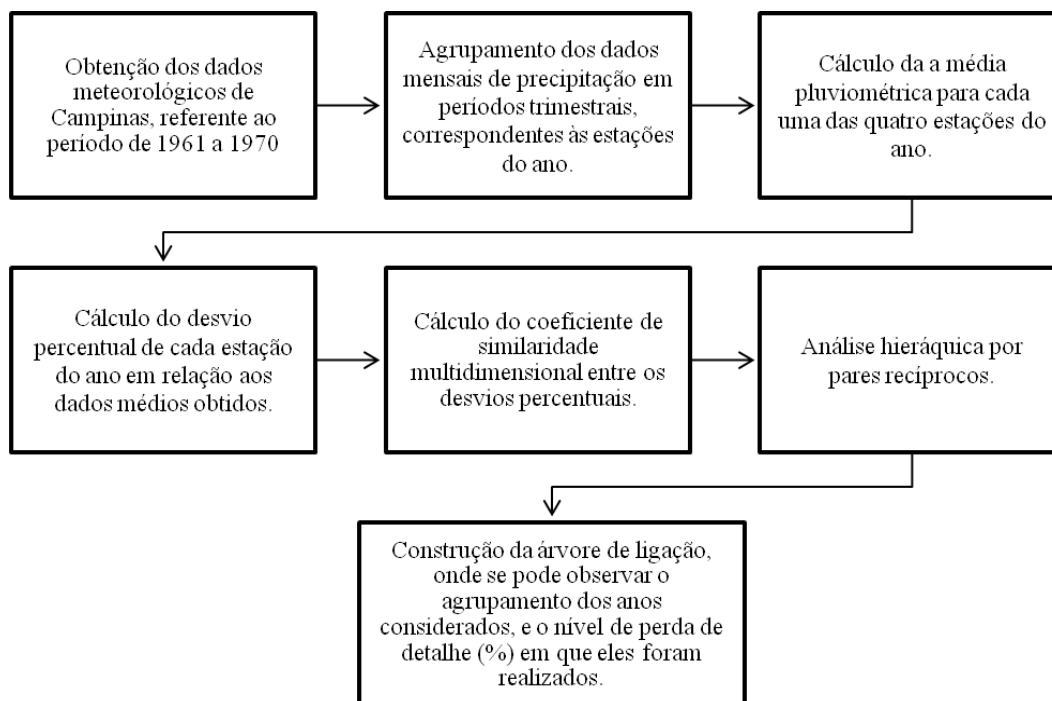


Figura 9: Fluxograma da metodologia de anos padrões descrita por Tavares (1976).
Elaboração: QUEIROZ, 2017

A partir de então diversos estudos passaram a utilizar essa técnica, seja da mesma forma que Tavares (1976), seja por meio de outras técnicas estatísticas. Silvestre et al (2013),

por exemplo, compararam cinco técnicas que podem ser utilizadas para classificar os anos de estudo em anos padrão: a Fórmula de Sturges, empregada para definir o número de classes e a amplitude dos intervalos das classes; o Box Plot, que utiliza os percentis de 5%, 25%, 75% e 95%; o Quantis, que considera os percentis de 15%, 35%, 65%, 85%; o Desvio-Padrão em relação à média e a Análise de Agrupamentos, para a qual foram considerados seis métodos de Agrupamentos Hierárquicos denominados Ligação Simples, Ligação Completa, Ligação Média, Ligação Mediana, Ligação de Centróides e Ward. O resultado mostrou que entre os métodos com limites de classes rígidos, como é o caso das técnicas Sturges, *Box Plot*, Quantis e Desvio, os quais definem valores pré-determinados para os limites das classes, possuem desvantagem sobre os métodos de agrupamentos hierárquicos, que tem maior flexibilidade nesse aspecto, permitindo que pontos próximos entre si permaneçam na mesma classe, ao invés de provocar uma separação abrupta entre eles em duas classes distintas e vizinhas.

Schneider e Silva (2014) realizaram um trabalho em que demonstram o resultado da aplicação do método estatístico *Box Plot* para a identificação de anos padrão secos, chuvosos e habituais, de uma série histórica (1980 – 2012) de dados pluviométricos da microrregião de Dourados/MS. Os resultados mostraram que a técnica *Box Plot* permitiu identificar e classificar os anos padrão em cinco categorias: habitual, seco, chuvoso, super seco e super chuvoso. A classificação demonstrou-se, assim, eficiente e convergente aos objetivos da pesquisa, que visou compreender a variabilidade e o regime das chuvas em Dourados.

Finalizando a ideia de relação dos métodos estáticos e dinâmicos nos estudos climatológicos, Sant'Anna Neto (1998) ressalta que:

A partir da análise de seus processos, como o encadeamento dos tipos de tempo, o reconhecimento de sua variabilidade, tendência e regime têmporo-espacial, compreende-se os agentes que regulam os sistemas tanto em seu padrão habitual, quanto (e mais importante) em seus episódios excepcionais. (SANT'ANNA NETO, 1998, p. 123)

Seguindo as ideias descritas e de posse dados meteorológicos, neste trabalho foram utilizadas técnicas de análise geostatística dos dados, principalmente para analisar os eventos extremos. De posse destas informações foi possível relacionar as mesmas com os fatores geográficos que influenciam o clima.

3.3 ANÁLISE RÍTMICA EM CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Prosseguindo com a análise da climatologia dinâmica, nesta subseção será destacada a análise rítmica como importante metodologia na análise climática, sobretudo, local e regional, como é o caso do presente trabalho.

Sobre a metodologia de análise rítmica Ribeiro (2000) realiza uma análise da climatologia dinâmica na perspectiva desta metodologia, sendo que para o autor a análise rítmica:

... encontra fundamento metodológico no conceito de clima formulado por Max Sorre, pois, ao apresentar o termo "ritmo", Monteiro aponta a importância da sucessão habitual dos tipos de tempo, o que exige um acompanhamento diário ou até mesmo horário das condições atmosféricas no espaço a ser estudado. Trata-se de uma nova estratégia metodológica que encara o clima como sendo um sistema complexo, dinâmica, com enorme número de variáveis, o que desaconselha o uso de modelos em termos de "estados médios". (RIBEIRO, 2000, p. 47)

Além de Sorre, Ribeiro (2000) ressalta a importância da obra de Pédelaborde na construção da climatologia dinâmica, sendo este autor é tido como pioneiro "... no processo de incorporação dos avanços da meteorologia sinótica à climatologia geográfica." (RIBEIRO, 2000, p. 48)

Ribeiro (2000) ressalta, também, a diferença nas formas de análise climática desenvolvidas por Pédelaborde e Monteiro.

A diferença básica da linha de análise de Pédelaborde, em relação à proposta de Monteiro, está no fato de que o primeiro, apesar de incorporar os "tipos de tempo" como elementos básicos da abordagem climática, insiste na consideração dos mesmos em termos de somatórios. Estes, são encarados como meio para chegar às caracterizações climáticas. Por outro lado, Monteiro enfatiza o mecanismo sequencial dos tipos de tempo, destacando-se as peculiares irregularidades, já que estas constituem-se nos pontos fundamentais da abordagem interativa entre o clima e as demais esferas geográficas. (RIBEIRO, 2000, p. 48)

Ainda sobre os autores que desenvolveram linhas de análise com base na climatologia dinâmica, Monteiro (1991) destaca o uso das contribuições de Serra em seu trabalho:

A montagem do modelo teórico: "ciclo vital de uma onda de frio" (MONTEIRO, 1963 a) aplicado à análise do Brasil Meridional e de Sudeste, foi uma tentativa, de caráter didático, de retratar o possível "cerne" do mecanismo habitual na circulação atmosférica regional, em torno do qual se sucedem múltiplas variações e irregularidades perturbadoras do "habitual". Ela foi calcada no aprendizado da Meteorologia Dinâmica adquirida em Adalberto SERRA (conjunto de obra até aquela época) transposta, em

termos mais simplificados, para uma melhor assimilação. (MONTEIRO, 1991, p. 39)

Diante das contribuições, vale destacar a análise rítmica como importante metodologia para o desenvolvimento da climatologia dinâmica, sendo que a mesma foi preconizada no Brasil por Monteiro na segunda metade do século XX. Em suas obras o autor em questão buscou compreender a dinâmica climática através do conhecimento do ritmo climático utilizando esta metodologia.

Em 2000, Ribeiro publicou um artigo destacando o processo histórico de criação da metodologia de análise rítmica por Monteiro. O primeiro trabalho climatológico publicado por Monteiro foi em 1951 intitulado "Notas para o Estudo do Clima do Centro-oeste Brasileiro.", trabalho este que será destacado posteriormente neste estudo como um dos exemplos de análise climatológica já desenvolvidas na Bacia do Rio Paranaíba. Apesar do Monteiro produzir seu primeiro estudo climatológico em 1951, segundo Ribeiro (2000), somente em 1971 com o artigo "Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho." vai definitivamente concluir o processo de construção da análise climática, sendo que neste artigo "... o autor reafirmou a necessidade de se considerar o ritmo climático forneceu as bases metodológicas da abordagem proposta, além de ressaltar a importância das correlações entre o ritmo climático e as outras esferas geográficas." (RIBEIRO, 2000, p. 51).

Sobre a análise rítmica Monteiro (1991) descreve a técnica da seguinte forma:

A técnica utilizada na assim proposta "análise rítmica" - segundo as condições e recursos disponíveis - consistia na montagem de um gráfico de representação simultânea dos elementos do clima em sua variação "diária", acoplando a representação gráfica da sequência de alternância dos diferentes sistemas meteorológicos envolvidos na circulação secundária. (MONTEIRO, 1991, p. 39)

A análise rítmica foi desenvolvida juntamente com a técnica dos anos padrão possibilitando melhor compreensão da dinâmica da circulação atmosférica integrada aos elementos climáticos, bem como para solucionar o problema da exigência de períodos de 30 anos de dados para análises climáticas, já que poucas estações no Brasil possuía esta série histórica.

A estratégia de projeção temporal foi feita a base de escolha de "anos padrão" que representassem os diferentes graus de proximidade do ritmo "habitual" ao lado daqueles afetados por irregularidade na circulação a modo de promover acidentes e impactos nas atividades humanas. Os períodos de observação não se prendiam aos 30 anos exigidos para o cálculo de

"normais". Optava-se por segmentos menores, usualmente dez anos, compensados por uma homogeneidade de períodos de observação para todas as localidades numa área teste ou universo de análise. (MONTEIRO, 1991, p. 39)

Zavattini (2015) ressalta como já foi relatado a relação entre as metodologias da análise rítmica e anos padrão, bem como em períodos temporais curtos:

... a análise rítmica revela toda a sua potencialidade no estudo dos anos padrão, representativos dos diferentes ritmos climáticos (habitual e excepcionais). Ela também se mostra inestimável no estudo de períodos menos abrangentes, do ponto de vista temporal, mas cruciais por causa dos impactos que podem provocar no espaço geográfico. (ZAVATTINI, 2015, p. 173)

Além do que foi descrito sobre a relação entre os anos padrão e análise rítmica, Ribeiro (2000) reforça a importância da utilização dos anos padrão para definir períodos habituais ou extremos e, posteriormente, tornar possível a análise da sequência rítmica das informações do período definido.

A abordagem diária para a determinação das sequências de tipos de tempo induziu a utilização dos anos-padrão, para que situações significativas, normais ou extremas, pudessem ser analisadas. A escolha do ano-padrão foi feita, inicialmente, através de critérios perceptivos, buscando a sua repercussão na organização do espaço geográfico. (RIBEIRO, 2000, p.58)

Diante dos estudos climatológicos desenvolvidos por Monteiro, Sant'Anna Neto (2015) descreve um conjunto de procedimentos fundamentais para a construção teórica do conceito de clima seguindo a matriz monteriana. Tais procedimentos possuem estrita relação com as metodologias de análise rítmica e anos padrão como pode observado a seguir.

- O desprezo pelos valores médios e a utilização de dados reais, em escala diária, em proveito de uma minuciosa análise da variação dos elementos do clima.
- A utilização das cartas sinóticas de superfície como subsídio à identificação dos tipos de tempo, possibilitando a relação entre a circulação atmosférica regional e as manifestações individualizadas localmente.
- A elaboração de um ciclo evolutivo da penetração da massa Polar Atlântica, por considerar a sua presença (ou sua ausência) como elemento fundamental, composto de três momentos: prenúncio, avanço e domínio.
- A escolha de períodos "padrão" (anual, estacional, mensal e episódico) que seriam capazes de fornecer um quadro dinâmico das situações concretas, demonstrando a amplitude de ocorrência dos tipos de tempo habituais, ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação com capacidade de produzir situações adversas.
- A análise da sequência e encadeamento dos tipos de tempo, na busca do entendimento das variações locais dentro de um quadro regional, marcado pelas características e influências dos fatores geográficos.

- E, por fim, a tentativa de classificação climática, em bases genéticas e dinâmicas, a partir de índices de participação dos sistemas atmosféricos atuantes e suas respectivas repercussões no espaço geográfico. (SANT'ANNA NETO, 2015, p. 50-51)

Para concluir a descrição conceitual sobre a importância da análise rítmica como método de estudo climático, Ribeiro (2000) demonstra que, além dos estudos climáticos, esta metodologia pode ser utilizada de forma integrada em estudos geossistêmicos.

A integração do comportamento atmosférico aos demais elementos da paisagem, configurando um conjunto (geossistema) dinamicamente estruturado pode ser compreendida com êxito, através da utilização do paradigma da análise rítmica, abordando, reciprocamente, a sucessão de estados atmosféricos e a de estados da paisagem. Este pode ser um esperançoso caminho para novas investigações, principalmente no momento em que se exige do profissional geógrafo uma importante participação nos estudos de avaliação de impactos sócio-ambientais. (RIBEIRO, 2000, p. 59)

A partir do que foi descrito sobre a análise rítmica, na segunda parte desta subseção serão destacados alguns trabalhos que utilizaram esta técnica como método para análise. Neste sentido, no primeiro momento merece destaque dois livros publicados nos últimos anos, sendo o primeiro intitulado "Climatologia geográfica: teoria e prática de pesquisa" de autoria de Zavattini e Boin (2013) no qual os mesmos descrevem alguns métodos da climatologia estática e dinâmica, ressaltando e aplicando as metodologias de anos padrão e análise rítmica na Bacia do Paranapanema e Oeste Paulista, utilizando dados de chuvas para definição dos respectivos anos de estudo.

O segundo livro que utilizou a análise rítmica como um dos métodos é intitulado "A dinâmica climática do Brasil e massas de ar" de autoria de Borsato (2016), sendo dedicado o último capítulo para a metodologia da análise rítmica na climatologia geográfica, quando o autor exemplificou a utilização do método analisando o mês de janeiro de 2014 em Maringá.

Além dos livros, ainda nesta subseção do presente trabalho, destaca-se cinco artigos publicados em periódicos que utilizaram a análise rítmica como método para atingir diversos objetivos. O primeiro trabalho foi publicado em 2017 pelos autores Silva e Souza (2017), no qual os mesmos propõem um método de seleção de anos padrão para análise rítmica, voltado para estudos conforto térmico na cidade Palmas-TO.

O segundo trabalho, cujos autores são Mendonça e Castelhana (2016), estudou a relação entre a qualidade do ar e o clima urbano na cidade de Curitiba, aplicando a proposta de Sistema Clima Urbano de Monteiro. Foi usado, também, a análise rítmica como método para análise atmosférica e compreensão dos tipos de tempo.

O terceiro artigo publicado em periódicos destacado neste estudo, que utilizou a análise rítmica como um dos métodos, foi desenvolvido no município de Paranaguá-PR e tem como autores Melo, Lopes e Roseghini (2017). O trabalho em questão analisou as características climáticas e aplicou a metodologia da análise rítmica a episódios de extremos de temperatura e precipitação.

O quarto artigo utilizou o município do Rio de Janeiro como área de estudo. Seus autores, Armond e Sant'Anna Neto (2017) identificaram os sistemas deflagradores de excepcionalidades climáticas e suas ocorrências no espaço urbano, explorando, assim, o ritmo e as excepcionalidades climáticas. Vale destacar, que uma das conclusões do trabalho em questão foi que, neste caso "A intensidade das chuvas não foi determinante para a ocorrência de repercussões, mas sim a natureza dos lugares." (ARMOND; SANT'ANNA NETO, 2017, p. 5)

O último artigo publicado em periódico, foi desenvolvido por Oliveira e Ferreira (2017) e elabora um gráfico de ritmo do sequenciamento diário das chuvas na bacia do Rio Preto (MG/RJ) no ano de 2006, dando suporte a compreensão e detalhamento da relação entre os sistemas atmosféricos atuantes e as chuvas na área em questão.

Para concluir os exemplos de trabalhos que utilizaram a análise rítmica como um dos métodos para compreensão da dinâmica climática será destacado a seguir estudos publicados em eventos da Geografia de grande relevância nacional, sendo eles o Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, o Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e o Encontro Nacional da ANPEGE (Associação Nacional de Pós-graduação em Geografia). Para este levantamento serão considerados as duas últimas edições de cada evento.

Dentre os trabalhos publicados no Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, destaca-se neste estudo quatro artigos apresentados nos dois últimos eventos (2014 e 2016). No primeiro, Carvalho e Pinto (2014), buscaram a "...a compreensão qualitativa do modelo quantitativo da análise rítmica do clima, no ano de 1998, considerado padrão do período menos chuvoso, do município de Pão de Açúcar – Alagoas, localizado no semiárido nordestino, na Mesorregião do Sertão Alagoano." (CARVALHO; PINTO, 2014, p. 1925)

No segundo trabalho, Borsato e Borsato (2014) propõe a elaboração dos gráficos de análise rítmica utilizando o software livre Gnuplot, incorporando, assim, a tecnologia na aplicação da metodologia. Neste trabalho, os autores concluem que "... o uso da ferramenta gnuplot se mostra valiosa, na medida em que reduz o tempo necessário para a elaboração dos

gráficos, permitindo ao pesquisador se concentrar na análise dos dados." (BORSATO; BORSATO, 2014, p. 2369)

No terceiro trabalho, Miozzo e Roseghini (2014) analisam o ritmo climático de 30 dias, no período de 28 de janeiro a 28 de fevereiro de 2014, no município de Maringá-PR, com o intuito de analisar extremos de temperatura e precipitação, incomum na área de estudo nesta época do ano.

No quarto trabalho, Souza (2016) utiliza os conceitos de ritmo climático e tipos de tempo com o intuito de investigar a dinâmica atmosférica sobre o estado do Tocantins, sendo que o autor salienta que a representação gráfica apresentada no trabalho em questão constitui em um recurso didático para demonstrar os efeitos rítmicos da circulação atmosférica sobre o espaço geográfico.

No caso do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada serão ressaltados cinco trabalhos que utilizaram a metodologia da análise rítmica publicados em 2015 e 2017. No primeiro trabalho destacado deste evento, Rocha e Souza (2015) buscou identificar a gênese e dinâmica climática no extremo norte do estado do Tocantins, utilizando a estação meteorológica de Marabá-PA. Ainda neste trabalho, a utilização da análise rítmica possibilitou desvendar a participação e a sucessão dos sistemas atmosféricos atuantes e, por meio deste método, tornou-se possível distinguir as importantes características do ritmo climático.

O segundo trabalho, Gomes e Amorim (2015) utilizaram a análise rítmica para compreender a gênese das chuvas no município de Ubatuba-SP, com ênfase na caracterização dos anos e meses excepcionais chuvosos.

O terceiro trabalho publicado neste evento, Fonseca e Leiete (2015) utilizaram a análise rítmica para identificar a relação entre os sistemas atmosféricos atuantes e o índice de conforto térmico no Morro da Igreja (SC) no período de janeiro a março de 2014.

No quarto trabalho, publicado no evento de 2017, Fontão e Zavattini (2017) buscaram compreender os longos períodos de estiagens e/ou pouca precipitação na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), com o intuito de auxiliar no conhecimento da dinâmica atmosférica regional, servindo de apoio para o melhor planejamento e gestão dos recursos hídricos. Neste estudo, utilizou-se como método a análise rítmica de dois anos padrão secos (2003 e 2014).

No quinto e último trabalho elencado deste evento, Kruk e Freitas (2017), utilizaram a metodologia de análise rítmica para identificar as causas das precipitações intensas que

ocorreram entre os anos de 1983 e 2015, no município de Irati-PR, precipitações estas que colaboraram para o ocorrência de eventos hidrológicos extremos, causando transtornos no município em questão.

Para finalizar este levantamento de trabalhos publicados em eventos científicos, no Encontro Nacional da ANPEGE destaca-se dois trabalhos. No primeiro trabalho, os autores Barreto et al. (2015) buscam analisar a sucessão de tipos de tempo e suas relações com os sistemas atmosféricos atuantes na cidade Santos-SP do período de 16 a 30 de abril de 1971 e 2014, utilizando como um dos métodos de estudo climatológico a análise rítmica a partir de dados diários.

O segundo trabalho, de autoria de Teixeira (2015), tem o objetivo de analisar as características da temperatura do ar em episódios de inverno em Rancharia-SP, utilizando dados das 9, 15 e 21 horas.

Diante da apresentação supradescrita dos diversos trabalhos, que tiveram como um dos métodos de trabalho a análise rítmica, é possível afirmar que tal metodologia pode ser utilizada com êxito em uma infinidade de aplicações dentro do contexto da climatologia geográfica, sendo um método de grande relevância nesta linha de pesquisa. Neste sentido o presente trabalho adota a análise rítmica como método para compreensão da gênese dos extremos climatológicos.

3.4 EXTREMOS TERMO-HIGROMÉTRICO: ORIGEM E CONSEQUÊNCIAS NA ÁREA DE ESTUDO

Inicialmente para tratar de extremos climáticos é essencial relacionar a escala temporal com a intensidade do fenômeno, sendo que neste sentido os estudos climáticos classificam tais acontecimentos em eventos e episódios extremos, que Armond e Santa'Anna Neto (2017) ao trabalhar com extremos pluviométricos descrevem os termos como:

Os eventos extremos consistem em elevados totais de precipitação, em geral acima dos limiares definidos como médios. Neste artigo, os eventos foram concebidos como dias nos quais a chuva acumulada ultrapassou o total de 20mm, mas sem a ocorrência de impactos associados. A escolha desse limiar se deu em associação com a definição do que se denominou episódios extremos neste artigo.

Os episódios extremos foram abordados como os dias nos quais os totais de precipitação ocorreram acima de 20mm/24h, mas que tiveram impactos – sobretudo de natureza hidrológica – em diferentes localidades do município. (ARMOND; SANT'ANNA NETO, 2017, p. 7)

Adaptando os conceitos de extremos pluviométricos supradescritos para os termo-higrométricos, objeto de estudo do presente trabalho, pode-se considerar eventos extremos como um acontecimento meteorológico extremo inesperado e incerto, sendo caracterizado, neste caso, pela apresentação dos índices termo-higrométricos mais elevados e/ou baixos em um período determinado (ano, mês etc.). Já os episódios extremos são os períodos com extremos climáticos ou, no caso deste trabalho, os períodos com índices termo-higrométricos mais elevados e/ou baixos quando comparados aos dados inseridos na série histórica de dados da estação meteorológica em estudo.

No que diz respeito as influências dos extremos de temperatura do ar e da umidade relativa do ar, sobre os seres humanos, alguns autores destacam a dificuldade de adaptação dos mesmos, sobretudo quando ocorrem oscilações meteorológicas em curto espaço de tempo. Neste sentido, Mendes (2001, p. 3) afirma que:

Os fenômenos naturais, principalmente os relacionados com a atmosfera, quando se apresentam como eventos extremos, como calor ou frio em excesso, ou ainda estiagens ou precipitações fora dos padrões normais, levam sociedades despreparadas a enfrentar sérios problemas, muitas vezes catastróficos, que repercutem negativamente no bem-estar das populações, principalmente das que habitam as grandes cidades. (MENDES, 2001, p. 3)

Sobre os eventos naturais extremos, White apud Monteiro (1974) já relatavam que os de origem atmosférica se encontram entre os mais importantes, tanto pela complexidade como pela diversidade dos fenômenos. Dessa maneira, os eventos naturais:

[...] focalizam um aspecto do complexo processo pelo qual o homem interage com os sistemas físico e biológico. Cada parâmetro da biosfera, sujeito a flutuação sazonal, anual ou secular consiste num "hazard" para o homem na medida em que o seu ajustamento à frequência, magnitude ou desenvolvimento temporal dos eventos extremos são baseados em conhecimento imperfeito. Onde existir previsão acurada e perfeita do que poderá ocorrer e quando ocorrerá na intrincada malha dos sistemas atmosférico, hidrológico, e biológico, não existirá "hazard". (...) De modo geral, os eventos extremos apenas podem ser antevistos como probabilidades cujo tempo de ocorrência é desconhecido. (WHITE, 1974, p.3 apud MONTEIRO, 1991, p.8)

Monteiro (1991) ainda salienta que "É imprescindível considerar que a existência de natural hazards é uma função do "ajustamento humano" a eles, posto que sempre envolvem iniciativa e decisão humana." (MONTEIRO, 1991, p.8). Tendo em vista as informações supracitadas, pode-se afirmar que os eventos naturais relacionados à atmosfera são complexos e diversos, no entanto, cabe ao ser humano, compreender estes eventos, no intuito de planejar e ordenar o território, melhorando, assim, sua capacidade de adaptação a tais intempéries.

A partir do que foi relatado sobre os eventos naturais, vale destacar a descrição feita por Monteiro (2013) no que diz respeito ao risco natural reforçando a ideia de redução da vulnerabilidade, ou seja, melhoria na adaptação ao meio.

[...] a magnitude de um risco natural (R_n) é o produto do tipo de episódio (E) pela vulnerabilidade (V) da população-alvo, parece óbvio que o papel da ciência e da técnica para evitar que um risco climático se transforme numa catástrofe ou numa crise dependa, neste caso, muito mais da competência para diminuir "V" do que da nossa capacidade para controlar "E". (MONTEIRO, 2013, p. 146)

Sabendo da importância de reduzir a susceptibilidade para a qual as pessoas estejam vulneráveis, Monteiro (2013) define que:

Se a vulnerabilidade é a capacidade de antecipar, lutar, resistir e recuperar dos impactos negativos de um episódio gerador de perdas e danos, então o que importa é garantir que a organização social, econômica e política compreenda o sistema climático e considere-o nas suas decisões [...](MONTEIRO, 2013, p. 146)

Ao tratar das variáveis termo-higrométrico, Monteiro e Carvalho (2013, p. 107) destacam que "... os seres humanos são das espécies que têm limiares de resistência e adaptabilidade mais estreitos ao contexto termo-higrométrico indoor e outdoor ...".

Cabe aqui salientar a contribuição de Olgyay (1968) para a compreensão destes extremos em climas quentes, quando o autor desenvolveu um trabalho para a Colômbia.

Os novos estudos levaram em consideração a aclimação dos habitantes desta região. Olgyay (1968) adotou parâmetros para definir a zona de conforto, baseando-se na temperatura média de verão, obtendo para cada cidade uma zona de conforto própria.

O avanço obtido por Olgyay (1968), nesta nova carta, encontra-se na sua maior flexibilidade, onde se consegue analisar tanto climas temperados quanto quentes e úmidos, dependendo da zona de conforto a ser adotada. Nesta nova carta os limites adotados na prática para regiões úmidas foram de 20 à 80% de umidade relativa, e as temperaturas do bulbo seco limites para a zona de conforto foram de 18,3°C e 29,5°C, podendo ser adotados valores intermediários, conforme a temperatura média da região em estudo. (ANDRADE, 1996, p. 19)

No que tange a temperatura do ar, Monteiro (2013) ressalta três índices de stress térmico que podem facilitar a compreensão de tal evento extremo:

Os índices racionais baseiam-se em cálculos relacionados com a equação do balanço térmico.

Os índices empíricos apoiam-se na resposta fisiológica humana.

Os índices diretos recorrem à medição, quase sempre de temperatura, em simulações de resposta do corpo humano a ambientes demasiado quentes ou frios. (MONTEIRO, 2013, p. 155-156)

Além da influência dos fenômenos meteorológicos sobre o conforto humano, vale destacar a importância do conhecimento climatológico no desenvolvimento da agropecuária, atividade de grande relevância econômica na área de estudo. Neste sentido Sentelhas e Monteiro (2009) ressaltam que:

A agricultura é a atividade econômica mais dependente das condições climáticas. Os elementos meteorológicos afetam não só os processos metabólicos das plantas, diretamente relacionados à produção vegetal, como também as mais diversas atividades no campo. De acordo com Petr (1990) e Fageria (1992), citados por Hoogenboom (2000), ao redor de 80% da variabilidade da produção agrícola no mundo devem-se à variabilidade das condições meteorológicas durante o ciclo de cultivo, especialmente para as culturas de sequeiro, já que os agricultores não podem exercer nenhum controle sobre tais fenômenos naturais.

Além de influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, o clima afeta também a relação das plantas com microorganismos, insetos, fungos e bactérias, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças, o que demanda medidas de controle adequadas. Muitas práticas agrícolas de campo, como o preparo do solo, a semeadura, a adubação, a irrigação, as pulverizações, a colheita, dentre outras, dependem também de condições específicas de tempo e de umidade no solo, para que possam ser realizadas de forma eficiente (PEREIRA et al., 2002). (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009, p. 3)

Neste sentido, Sant'Anna Neto (1998) salienta a notável influência do clima na organização do espaço, e a importância do desenvolvimento tecnológico para redução dos impactos provocados pelos extremos climáticos.

Desta forma, a relação entre o clima e a organização do espaço depende do grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada sociedade em particular e de quais atributos são fundamentais em cada ecossistema do planeta. Assim, se ainda é possível destacar o papel predominante do regime pluviométrico nas lavouras do Senegal, por exemplo, em função das práticas agrícolas rudimentares daquela região da África Ocidental, não se pode dizer o nome da agricultura moderna, mecanizada e altamente desenvolvida da região nordeste dos Estados Unidos (como os Wheat belt ou Corn belt). Como afirma Kneese (1973), a relação entre os atributos climáticos e a organização do espaço é mediada pelo grau de tecnificação possível e real. (SANT'ANNA NETO, 1998, p. 121-122)

Dando continuidade a relação clima e produção agrícola, Sant'Anna Neto (1998) destaca a ideia dos elementos climáticos como insumo e a evolução tecnológica como forma de mitigação dos extremos climáticos.

Ao se considerar o clima (e seus elementos) como insumo na produção agrícola, pretende-se afirmar que o seu papel não é o de determinante no sistema, mas sim, o de regulador do processo (tanto quanto o capital, a tecnologia e o trabalho humano). Isto significa que, quanto maior for a possibilidade de inversão de capital e maior a possibilidade de utilização e sofisticação da tecnologia, menor a dependência dos fatores do clima. (SANT'ANNA NETO, 1998, p. 128)

Desta forma, pode-se afirmar que os elementos climáticos podem ser considerados como insumo na produção agrícola dependendo da sua regularidade. No entanto, a partir do momento em que há o excesso ou a redução de determinado "insumo", o elemento climático pode ser, também, uma intempérie que gera diversos problemas para produção agrícola. Nesta circunstância e tendo em vista que os elementos climáticos são passíveis de variações no decorrer de um período, nota-se a importância do conhecimento climático como suporte para tomada de decisões nesta atividade.

(...) conhecimento da agrometeorologia dos cultivos é essencial para a geração de informações meteorológicas e climatológicas adequadas às particularidades das diferentes culturas. Tais informações aplicadas ao planejamento, ao processo de tomada de decisão e ao aumento da resiliência da produção possibilitam uma agricultura mais eficiente, mais produtiva, com menor risco de perdas e maior sustentabilidade. (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009, p. 11)

Além do conhecimento, vale ressaltar que, conforme relatado por Sant'Anna Neto (1998), o aperfeiçoamento tecnológico reduz a dependência do produtor agrícola em relação as variações climáticas.

Sobre os principais elementos que podem ser considerados insumo para produção agrícola, Sentelhas e Monteiro (2009) relatam que:

De modo geral, as principais variáveis meteorológicas que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas são chuva, temperatura do ar e radiação solar (HOOGENBOOM, 2000), havendo ainda a influência do fotoperíodo, da umidade do ar e do solo, da velocidade e da direção do vento (PEREIRA et al., 2002; MAVI E TUPPER, 2004). (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009, p. 3)

Tendo em vista as principais variáveis meteorológicas que afetam a produção agrícola e que o ser humano, segundo Monteiro e Carvalho (2009), tem limiares de resistência e adaptabilidade estreitos no que tange aos índices termo-higrométricos, serão detalhadas algumas destas variáveis no intuito de compreender como elas se inter-relacionam e como contribuem para o ocorrência de extremos termo-higrométricos.

Inicialmente para entender os índices termo-higrométricos é necessário pensar na principal entrada de energia no sistema atmosférico, a radiação solar. Sobre sua origem, Varejão-Silva (2006) citando Lemon destaca que:

O Sol emite radiação em praticamente todos os comprimentos de onda, embora 99,9% da energia vinda do Sol se situe na faixa compreendida entre 0,15 e 4,0 μ de comprimento de onda, por isto mesmo conhecida como domínio da radiação solar. Dentro desse intervalo, cerca de 52% da radiação solar que atinge a superfície da Terra está na faixa espectral do

infravermelho, 44% na do visível e 4% na do ultravioleta (Lemon, 1965). (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 180-181)

Sabendo da origem da radiação solar, vale salientar que alguns fatores podem afetar a quantidade de energia recebida no topo atmosfera, sendo que, conforme afirmam Barry e Chorley (2013), estes fatores são a emissão solar, a distância entre o Sol e a Terra, a altura do Sol e a duração do dia.

Sobre o primeiro fator que pode afetar a quantidade de energia recebida no topo atmosfera (emissão solar), Barry e Chorley (2013) descreve que:

A constante solar passa por variações periódicas de apenas 1 Wm^{-2} relacionadas com a atividade das manchas solares. O número e a posição das manchas mudam de maneira regular, fato conhecido como ciclos das manchas solares. As medições feitas por satélite durante o último ciclo apresentam uma pequena redução na produção solar à medida que o número de manchas solares se aproxima de seu mínimo, e uma recuperação subsequente. (...) O efeito líquido é que a produção solar varia paralelamente ao número de manchas. (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 41)

Além destes quatro fatores há alguns efeitos que influenciam na incidência da radiação solar na superfície, entre eles Barry e Chorley (2013) destaca os seguintes: transferência de energia dentro do sistema Terra-atmosfera; o efeito da atmosfera; o efeito da cobertura de nuvens; o efeito da latitude; o efeito da terra e do mar; o efeito da elevação e do aspecto; variação da temperatura do ar livre com a altitude.

Ao contextualizar os efeitos supracitados com a área de estudo deste trabalho, vale destacar alguns aspectos que ocorrem no interior da Bacia do Rio Paranaíba e que podem influenciar nas variações de temperatura do ar e umidade relativa do ar, descritos a seguir:

- primeiramente ao se pensar o efeito da cobertura de nuvens na bacia, nota-se sobretudo no período chuvoso (aproximadamente de outubro a abril), este efeito será intensificado, no entanto como os eventos pluviométricos não ocorrem de forma hegemônica, a cobertura de nuvens será dispersa contribuindo para incidência da radiação solar de forma heterogênea.

- referente ao efeito da latitude na incidência de radiação solar, Barry e Chorley relatam que:

Uma característica especial da recepção latitudinal da radiação é que as temperaturas máximas observadas na superfície da Terra não ocorrem no equador, como seria de esperar, mas nos trópicos. Diversos fatores devem ser considerados. A aparente migração do Sol vertical é relativamente rápida durante sua passagem pelo equador, mas sua velocidade diminui à medida que alcança os trópicos. Entre 6°N e 6°S , os raios do Sol se mantêm quase verticalmente a pino por apenas 30 dias durante os equinócios da primavera e do outono, permitindo pouco tempo para um acúmulo grande de calor e altas temperaturas na superfície. Por outro lado, entre $17,5^{\circ}$ e $23,5^{\circ}$ de latitude, os raios do Sol brilham quase verticalmente por 86 dias durante o período de solstício. Esse intervalo maior, combinado com o fato de que os

trópicos têm dias mais longos do que o equador, faz as zonas de aquecimento máximo ocorrerem mais perto dos trópicos do que do equador. (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 50)

Outro efeito que merece destaque no contexto das variações termo-higrométricas no interior da Bacia do Rio Paranaíba diz respeito à relação entre incidência da radiação solar e a altitude e orientação do relevo. No que tange a altitude, Barry e Chorley (2013) descrevem que há um gradiente vertical da temperatura na troposfera.

A camada inferior da atmosfera se chama troposfera. É a zona onde os fenômenos climáticos e turbulência atmosférica são mais acentuados, e contém 75% da massa molecular ou gasosa total da atmosfera e praticamente todo o vapor de água e aerossóis. Nessa camada, existe uma diminuição geral na temperatura com a altura, a uma taxa média de aproximadamente 6,5°C/km. A redução ocorre porque o ar é compressível e sua densidade diminui com a altura, permitindo que o ar ascendente se expanda e, assim, esfrie. Além disso, a transferência turbulenta de calor da superfície aquece a atmosfera inferior, e não a absorção direta de radiação. (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 32)

Tendo em vista a importância da radiação solar para a compreensão dos índices termo-higrométricos, vale aqui ressaltar que esta variável interfere de forma direta na produção agrícola, atividade esta que representa a base econômica na área de estudo. Neste sentido, Sentelhas e Monteiro (2009) relatam que:

A radiação solar provê a energia necessária aos processos associados à fotossíntese, afetando assim a produção de carboidratos e, conseqüentemente, o crescimento da biomassa das plantas. A fotossíntese responde também à temperatura do ar, que afeta a taxa das reações metabólicas das plantas, regulando o crescimento e o desenvolvimento vegetal. Temperaturas crescentes induzem ao aumento da taxa de fotossíntese, invertendo-se, porém, a relação, sob temperaturas muito elevadas. (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009, p. 3-4)

Além da radiação outro elemento climático que contribui de forma direta no comportamento e no registro de extremos termo-higrométricos é a pressão atmosférica, influenciando no deslocamento de ar quente ou frio e úmido ou seco pela superfície. Neste sentido:

A força do gradiente de pressão tem componentes verticais e horizontais, mas, como já foi observado, a componente vertical está mais ou menos em equilíbrio com a força da gravidade. As diferenças horizontais na pressão advêm de contrastes no aquecimento térmico ou de causas mecânicas, como barreiras montanhosas, e essas diferenças controlam o movimento horizontal de uma massa de ar. O gradiente de pressão horizontal serve como a força motriz que faz o ar se mover de áreas de alta pressão para áreas onde a pressão é menor, embora outras forças impeçam o ar de atravessar as isóbaras (linha de mesma pressão).[...] quanto mais próximo o espaçamento das isóbaras, mais intenso o gradiente de pressão e maior a velocidade do vento. (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 144)

Tendo em vista o que foi relatado, pode-se afirmar que, no que se refere aos elementos que intensificam os extremos termo-higrométricos, a pressão atmosférica influencia, principalmente, na velocidade do vento e na dinâmica das massas de ar. Sobre a atuação das massas de ar na área de estudo, verifica-se uma alternância na atuação das mesmas, sobretudo, em dois períodos do ano, fato que contribui para o registro de amplitudes termo-higrométricas elevadas em alguns locais no decorrer de um ano. Neste sentido, a seguir serão descritas as principais massas de ar que intensificam a ocorrência de extremos termo-higrométricos na Bacia do Rio Paranaíba.

No que tange as temperaturas do ar mínimas anuais, a Massa Polar Atlântica (mPa) é responsável por estes registros, sendo que:

Ao atingir a latitude do rio da Prata, a mPa subdivide-se em dois grandes ramos. Um deles adentra o continente, aproveitando-se da calha natural do relevo formada pelos rios da Prata, Paraguai, Paraná etc. É a esse ramo que se associam a queda térmica de inverno, no interior do Brasil, e os reduzidos índices de umidade do ar e de pluviosidade observados no centro do continente, nessa época do ano. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 111)

Já as temperaturas do ar máximas estão vinculadas a massas de ar de origem tropical e equatorial.

No caso dos extremos de umidade relativa, nota-se que as umidades relativas máximas podem ser relacionadas, principalmente, à dois sistemas meteorológicos, sendo eles a Massa de ar Equatorial Continental (mEc) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)⁴.

As umidades relativas mínimas estão vinculadas à uma alta pressão atmosférica que se estaciona sobre região e com a atuação das Massas Tropicais Continental e Tropical Atlântica Continentalizada, ou seja, com forte influência da continentalidade na qual a região se insere.

Além dos fenômenos já destacados, vale salientar que o El Niño e La Niña, dependendo da sua intensidade, também, podem afetar os índices termo-higrométricos.

⁴ Zona de Convergência do Atlântico Sul: "Uma região de convergência de umidade em baixos e médios níveis que ocorrem em uma faixa orientada de noroeste para sudeste atravessando o Brasil. Geralmente esta região está associada com abundante nebulosidade e precipitação que persiste no mínimo 3 dias e ocorre entre os meses de outubro a abril." (CPTEC/INPE)

Com base no que foi relatado e relembrando que a Bacia do Rio Paranaíba possui uma importante produção agrícola, cabe aqui destacar a influência que os índices termohigrométricos exercem sobre esta atividade.

A temperatura também afeta uma série de outros processos nas plantas, como a respiração de manutenção, a transpiração, o repouso vegetativo, a duração das fases fenológicas das culturas, a indução ao florescimento, o conteúdo de óleo em grãos, a taxa de germinação de sementes, etc. (PEREIRA et al., 2002, MAVI E TUPPER, 2004). Tantas interferências tornam a temperatura a principal variável meteorológica a ser considerada nos zoneamentos agroclimáticos, juntamente com a chuva (CAMARGO et al., 1974, 1977).

(...) a umidade do ar é outra variável que atua de diversas formas indiretas sobre as culturas, afetando, inclusive, o poder evaporante do ar e condicionando a transpiração. Ambientes muito secos levam ao aumento excessivo da transpiração, na maioria das plantas. Em outros casos, podem provocar danos indiretos resultantes de desordens fisiológicas. Além destes aspectos, a umidade do ar é muito importante na interação entre as plantas e os microorganismos, especialmente fungos e bactérias, causadores de doenças. Em condições de alta umidade, onde a duração do período de molhamento foliar é mais prolongada, há o favorecimento da ocorrência de doenças que afetam o desempenho das culturas, reduzindo a quantidade e a qualidade dos produtos agrícolas (SENTELHAS, 2004). (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009, p. 4)

Sant'Anna Neto (1998) descreve que a irregularidade meteorológica é algo comum, neste sentido cabe ao ser humano o desenvolvimento tecnológico no intuito de reduzir os impactos provocados pelos extremos meteorológicos.

Nas áreas rurais, variabilidade sazonal e as excepcionabilidade climáticas afetam a produção agrícola pois, ao contrário do que se deseja, a irregularidade dos fenômenos meteorológicos é mais provável e ocorre com mais frequência do que o que se considera como padrões habituais ou normais. Além disto, o desmatamento de áreas florestadas alteram o balanço hídrico, a radiação e o albedo. (SANT'ANNA NETO, 1998, p. 122-123)

Partindo do que foi relatado, pode-se concluir que o conhecimento climático é essencial para o desenvolvimento de diversas atividades antrópicas, tanto na busca de maior conforto como para o crescimento econômico. Neste último caso, as atividades desenvolvidas no meio rural podem ser consideradas das mais dependentes da compreensão do clima.

Assim, o clima assume importante papel na produção do espaço rural pois, 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. (SANT'ANNA NETO, 1998, p. 128)

Tendo como base o que foi descrito, o presente trabalho tem o intuito contribuir para a melhoria do conhecimento climatológico na Bacia do Rio Paranaíba, sobretudo no que tange os extremos de temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Neste sentido, vale aqui lembrar alguns trabalhos referentes a temática climatológica e que abrange parte ou toda a Bacia do Rio Paranaíba.

Em 1951, Monteiro publicou o artigo " Notas para o Estudo do Clima do Centro-oeste Brasileiro." na Revista Brasileira de Geografia, onde o autor analisa os principais elementos meteorológicos na Região Centro-Oeste, tais como precipitação, circulação das massas de ar, temperatura e umidade relativa. Neste mesmo artigo, classificou-se o clima da região empregando a classificação climática de Köppen. Na última parte do artigo, autor relacionou os aspectos climáticos com as características naturais e culturais da região, notando, assim, a influência do clima sobre a vegetação e as atividades antrópicas desenvolvidas na região.

Em 1979 e 1989, na segunda edição do livro Climatologia do Brasil, Nimer destaca um capítulo para descrever a climatologia da Região Centro-Oeste. Neste capítulo o autor analisa os sistemas de circulação atmosférica e suas influências nas condições de tempo, o registro de temperaturas elevadas na Primavera-Verão e amenas no inverno e distribuição pluviométrica na região, ressaltando os 4 a 5 meses de estação seca.

Recentemente, pós 2000, encontramos também alguns trabalhos com a temática climatológica, mas nestes casos são estudos mais específicos, seja na escala espacial como no caso de análise sobre um elemento climático. Além disso, há caso de trabalhos aplicados a atividades econômicas da região.

Como exemplo dos trabalhos relatados temos a dissertação de Barros (2003) que busca compreender o regime pluvial no Distrito Federal, bem como o ritmo e suas excepcionalidades. No caso de trabalhos aplicados atividades econômicas, vale citar aqui as teses de Assunção (2002) e Mariano (2005) que relatam a influência climática na produção agrícola, sendo que o primeiro analisou a cultura cafeeira em Araguari e a segunda a soja no Sudoeste Goiano.

Vale destacar aqui, ainda, o uso de geotecnologias nos estudos climáticos na Bacia do Rio Paranaíba como é o caso da tese desenvolvida por Martins (2015) que utilizou o sensor MODIS/AQUA para estimar a evapotranspiração real na bacia.

Observando os trabalhos supracitados, o presente estudo busca incrementar a base bibliográfica sobre o clima na porção central do Brasil, incorporando novos conhecimentos sobre esta temática na Bacia do Rio Paranaíba.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 DADOS METEOROLÓGICOS

A primeira etapa dessa investigação foi a obtenção, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), de dados horários de pressão atmosférica, temperatura do ar e umidade relativa do ar mínimos, máximos e instantâneos, além de precipitação, radiação global, rajada de vento horária e velocidade e direção do vento instantâneo de 24 estações meteorológicas automáticas (Tabela 1) dentro dos limites da bacia em estudo e 19 em seu entorno (Tabela 2).

Tabela 1: Estações meteorológicas automáticas inseridas na Bacia do Rio Paranaíba

Nome	Latitude	Longitude	Intervalo de dados
Águas Emendadas/DF	-15,5964	-47,6258	2008 - 2013
Araxá/MG	-19,6000	-46,9333	2003 - 2013
Brasília/DF	-15,7894	-47,9256	2000 - 2013
Campina Verde/MG	-19,5347	-49,5286	2006 - 2013
Cassilândia/MS	-19,1225	-51,7208	2008 - 2013
Catalão/GO	-18,1578	-47,9264	2008 - 2013
Chapadão do Sul/MS	-18,8022	-52,6028	2007 - 2013
Cristalina/GO	-16,7881	-47,6117	2008 - 2013
Goiânia/GO	-16,6428	-49,2200	2001 - 2013
Guarda-Mor/MG	-17,5614	-47,1992	2007 - 2013
Ituiutaba/MG	-18,9528	-49,5253	2006 - 2013
Itumbiara/GO	-18,4097	-49,1919	2008 - 2013
Jataí/GO	-17,9239	-51,7178	2007 - 2013
Luziânia/GO	-16,2634	-47,9665	2007 - 2013
Mineiros/GO	-17,5725	-52,5953	2008 - 2013
Morrinhos/GO	-17,7166	-49,1000	2001 - 2013
Paranaíba/MS	-19,4143	-51,1053	2007 - 2013
Parauna/GO	-16,9625	-50,4253	2008 - 2013
Patrocínio/MG	-18,9967	-46,9856	2007 - 2013
Pires do Rio/GO	-17,3075	-48,2831	2008 - 2013
Rio Verde/GO	-17,7856	-50,9647	2007 - 2013
São Simão/GO	-18,9697	-50,6289	2007 - 2013
Silvania/GO	-16,6769	-48,6181	2011 - 2013
Uberlândia/MG	-18,9166	-48,2500	2003 - 2013

Fonte: INMET, 2012

Elaboração: QUEIROZ, 2017

Tabela 2: Estações meteorológicas automáticas no entorno da Bacia do Rio Paranaíba

Nome	Latitude	Longitude	Intervalo de dados
Água Clara/MS	-20,4442	-52,8756	2010 - 2013
Alto Araguaia/MT	-17,3394	-53,2241	2011 - 2013
Alto Taquari/MT	-17,8411	-53,2894	2008 - 2013
Buritís/MG	-15,5242	-46,4356	2007 - 2013
Caiapônia/GO	-16,9667	-51,8175	2007 - 2013
Conceição das Alagoas/MG	-19,9858	-48,1525	2006 - 2013
Costa Rica/MS	-18,4922	-53,1672	2013
Dores do Indaiá/MG	-19,4817	-45,5939	2007 - 2013
Formiga/MG	-20,4550	-45,4539	2007 - 2013
Franca/SP	-20,5844	-47,3825	2003 - 2013
Goianésia/GO	-15,2203	-48,9903	2007 - 2013
Goiás/GO	-15,9392	-50,1414	2007 - 2013
Iporá/GO	-16,4231	-51,1481	2013
Jales/SP	-20,1650	-50,5950	2007 - 2013
João Pinheiro/MG	-17,7844	-46,1194	2007 - 2013
Passos/MG	-20,7453	-46,6339	2007 - 2013
Sacramento/MG	-19,8753	-47,4342	2007 - 2013
Três Lagoas/MS	-20,7833	-51,7000	2002 - 2013
Unaí/MG	-16,5539	-46,8819	2007 - 2013

Fonte: INMET, 2012

Elaboração: QUEIROZ, 2017

No que diz respeito à escala temporal utilizada para realização desta etapa do trabalho (Tabelas 1 e 2), não se estabeleceu um intervalo fixo para análise, tendo em vista que a instalação das estações meteorológicas automáticas ocorreu em períodos diferentes, fato que provocou a despadronização da série histórica de dados. Apesar desta despadronização, a quantidade e qualidade dos dados podem ser consideradas satisfatórias, devido, principalmente, a maior confiabilidade dos dados das estações automáticas, bem como a escala horária de leitura dos dados pelos sensores que proporciona a construção de uma base de dados consistente.

No que tange a estes dados, vale destacar que de acordo com o INMET (2011):

Uma estação meteorológica automática (EMA) coleta, de minuto em minuto, as informações meteorológicas (temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade dos ventos, radiação solar) representativas da área em que está localizada. A cada hora, estes dados são integralizados e disponibilizados para serem transmitidos, via satélite ou telefonia celular, para a sede do INMET, em Brasília. O conjunto dos dados recebidos é validado, através de um controle de qualidade e armazenado em um banco de dados. (INMET, 2011)

Para realização da validação dos dados, os técnicos levam em consideração faixas de aceitação com base na série histórica (limites máximos e mínimos), sendo que os valores que não se encaixam nesses limites, são isolados no banco de dados para avaliação posterior e são considerados inválidos. Com o objetivo de monitorar e controlar a rede de estações, em 2006, o INMET implantou o Centro de Controle (CCIM):

Para o controle permanente de toda a rede, o INMET implantou, na sua Sede em Brasília, o Centro de Controle (CCIM), que funciona 24hx7d, em 4 turnos. O CCIM permite monitorar o funcionamento de cada sensor da EMA, baterias, painel solar, etc. Em caso de ocorrer alguma pane, um relatório é enviado pelo CCIM à SEGER para as providências de reparo e conserto durante a próxima programação mensal de manutenção. Este Centro também controla o fluxo de dados entre os vários computadores/servidores que interligam o Sistema de Comunicações Meteorológicas do INMET com seus parceiros no Brasil e no exterior (o INMET opera o Centro Regional de Comunicações da Organização Meteorológica Mundial – OMM, no âmbito da América do Sul).

Além do CCIM, em 2006, o INMET implantou, também, a Gerência de Rede (SEGER/CSC) responsável pela instalação e manutenção de estações meteorológicas automáticas:

O INMET implantou, na sua estrutura organizacional, uma Gerência de Rede (SEGER/CSC), responsável por programar mensalmente o trabalho de campo de 11 Equipes de Manutenção, com 2 a 3 técnicos cada, devidamente treinados em instalação e manutenção corretiva e/ou preventiva das estações de toda a Rede de Estações. A programação de manutenção corretiva mensal é efetuada a partir dos relatórios elaborados pelos técnicos do CCIM, com detalhes das falhas de cada estação. Roteiros de manutenção são efetuados e as viagens duram até 15 dias, com o pessoal em campo, utilizando camionetes equipadas com comunicação por satélite. As bases de operação estão localizadas em Brasília, Manaus, Belém, Recife, Belo Horizonte, São Paulo, Porto Alegre, Cuiabá. A manutenção técnica preventiva é dada por uma equipe de manutenção, em geral a cada 12 meses. O Sistema de Qualidade ISO 9001, implantado pelo INMET há mais de 10 anos, ajuda no acompanhamento e nos processos de manutenção.

4.2 ESTRUTURA ESPACIAL DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS

A partir dos dados das estações meteorológicas automáticas, disponibilizados pelo INMET, no primeiro momento, foi possível realizar cálculos que culminaram na definição da estrutura espacial dos extremos climáticos de temperatura do ar e umidade relativa do ar na Bacia do Rio Paranaíba. Esta fase do trabalho foi realizada em 5 etapas mostradas no fluxograma a seguir (Figura 10).

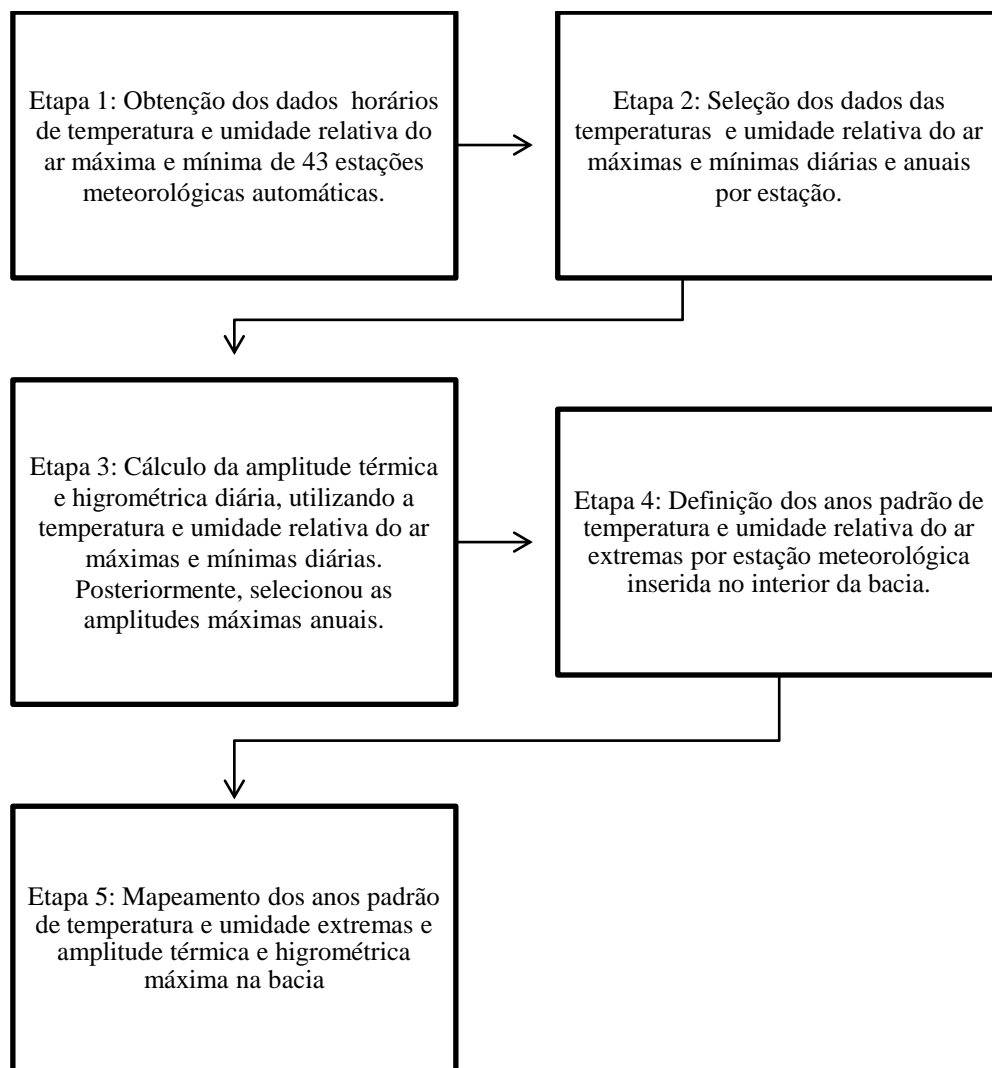


Figura 10: Fluxograma do procedimento metodológico.
Elaboração: QUEIROZ, 2017

Na quarta etapa, como já descrito no fluxograma, utilizou-se somente as 24 estações meteorológicas automáticas situadas dentro dos limites da bacia em estudo, no período de 2008 a 2013. Tal período foi definido com o intuito de obter uma padronização das séries de dados, já que das 24 estações meteorológicas analisadas, 19 apresentaram esta série completa. Entre as outras cinco estações, em quatro delas a ausência de dados ocorreu em apenas um ano da série proposta, e somente a estação de Silvânia apresentou série com três anos de dados.

De posse dos dados, calculou-se o desvio-padrão dos extremos de temperatura do ar e umidade relativa do ar por estação meteorológica, sendo possível, assim, classificar os anos padrão da temperatura do ar e umidade relativa do ar máxima e mínima e amplitude térmica e higrométrica máxima diária (Tabela 3 e 4), adaptando-se a ideia de classificação de anos padrão destacada por Sant'Anna Neto (1995), para tanto utilizou-se as classes a seguir:

Tabela 3: Classificação e intervalos do anos padrão de temperatura

Classificação	Intervalo
Frio ou baixa	$<x-s$
Tendente a frio ou tendente a baixa	$>x-s$ e $<x-1/2s$
Habitual	$>x-1/2s$ e $<x+1/2s$
Tendente a quente ou tendente a alta	$>x+1/2s$ e $<x+s$
Quente ou alta	$>x+s$

Onde:

s: desvio-padrão

x: média das temperaturas extremas (máxima ou mínima), da média de temperatura ou amplitude térmica anuais

Tabela 4: Classificação e intervalos do anos padrão de umidade relativa do ar

Classificação	Intervalo
Seco ou baixa	$<x-s$
Tendente a seco ou tendente a baixa	$>x-s$ e $<x-1/2s$
Habitual	$>x-1/2s$ e $<x+1/2s$
Tendente a úmido ou tendente a alta	$>x+1/2s$ e $<x+s$
Úmido ou alta	$>x+s$

Onde:

s: desvio-padrão

x: média dos índices de umidades relativa do ar extremas (máxima ou mínima), da média de umidade relativa do ar ou amplitude higrométrica anuais

Com base nos resultados do desvio-padrão foram tabulados os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar máxima e mínima e amplitude térmica e higrométrica por ano e sua respectiva classificação (Tabela 3 e 4). Para facilitar a compreensão da classificação dos dados adotou-se uma paleta de cores e valores correspondentes às cinco faixas definidas para a temperatura do ar e umidade relativa do ar (Tabelas 5 e 6):

Tabela 5: Classificação, cores e valores atribuídos as faixas de temperatura do ar














Classificação	Cor	Valor atribuído
Frio		-1
Tendente a frio		-0,5
Habitual		0
Tendente a quente		0,5
Quente		1

Tabela 6: Classificação, cores e valores atribuídos as faixas de umidade relativa do ar

Classificação	Cor	Valor atribuído
Seco		-1
Tendente a seco		-0,5
Habitual		0
Tendente a úmido		0,5
Úmido		1

Complementando esta parte da metodologia, criou-se, também, paleta de cores e valores correspondentes às cinco faixas definidas para a amplitude térmica e higrométrica (Tabela 7), como pode ser visualizado a seguir:

Tabela 7: Classificação, cores e valores atribuídos as faixas de amplitude térmica e higrométrica

Classificação	Cor	Valor atribuído
Baixa		1
Tendente a baixa		0,5
Habitual		0
Tendente a alta		-0,5
Alta		-1

Com base nos valores (1 a -1) foi possível, por meio do cálculo da média anual, definir o ano como quente, úmido ou baixa amplitude (maior valor da média), habitual (valor próximo de zero) e frio, seco ou alta amplitude (menor valor).

No entanto, a definição dos anos padrão, no presente trabalho foi realizada utilizando uma técnica em que foi calculado o percentual de ocorrência das cinco faixas entre as estações meteorológicas por ano, sendo possível determinar qual faixa predominou no respectivo ano

nas 24 estações inseridas na bacia, definindo, assim, o ano como quente, úmido, de baixa amplitude, habitual, frio, seco ou alta amplitude.

Para melhor visualização dos anos padrão, foram elaboradas figuras que apresentam a classificação e a definição dos mesmos, utilizando as duas metodologias supradescritas para as variáveis termo-higrométricas destacadas neste estudo.

Conhecendo os anos padrão foi possível realizar a espacialização dos dados no respectivos anos para a variável em questão. Nesta etapa, foi necessário utilizar os dados das 19 estações localizadas no entorno da bacia, possibilitando a interpolação dos dados da variável no ano em questão. Os dados foram espacializados, permitindo a elaboração de 18 mapas referentes as informações de temperatura do ar e umidade relativa do ar.

O método de interpolação utilizado foi a krigagem ordinária linear seguindo as orientações de Gardiman Junior et al (2012) e Souza (2011) que, ao compararem os métodos de interpolação de dados, concluíram que a krigagem apresentou melhor desempenho. Esse método, segundo Gallardo (2006 apud Gardiman Junior et al, 2012) é baseado numa função contínua, que explica o comportamento de uma variável nas distintas direções de um espaço geográfico. Permite associar a variabilidade da estimacão com base na distância que existe entre um par de pontos, pelo uso de um semivariograma, o qual permite verificar o nível de similitude que existe entre estes, à medida que se afastam.

Tendo em vista a correlação entre as condições climáticas e a altitude foi produzido, também, o mapa hipsométrico da bacia.

Para elaboração destes mapas foi utilizado o *software* ArcGis 10.2, tendo como bases cartográficas arquivos vetoriais disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como arquivos *raster* (SRTM) disponibilizados pela Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA).

Após a elaboração dos mapas foi possível identificar a estrutura espacial dos extremos termo-higrométricos na bacia do Rio Paranaíba nos respectivos anos padrão, bem como observar a correlação com alguns fatores geográficos, sobretudo a altitude e a latitude.

Neste sentido, complementando as ideias desenvolvidas até aqui, foram construídos gráficos relacionando os extremos de temperatura do ar máxima, mínima, maior amplitude térmica, umidade relativa do ar mínima e maior amplitude higrométrica por estação meteorológica com os dados de altitude e latitude da respectiva estação.

4.3 GÊNESE DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS

4.3.1 Classificação dos dados

Nesta fase do trabalho foram tabulados, primeiramente, os eventos extremos referentes à temperatura do ar máxima, mínima, maior amplitude térmica, umidade relativa do ar mínima e maior amplitude higrométrica por estação meteorológica no ano padrão definido na etapa anterior e, posteriormente, foram tabulados os episódios extremos.

4.3.2 Análise dos episódios extremos

Após a classificação dos dados referentes aos extremos de temperatura do ar e umidade relativa do ar, foram obtidos junto ao site do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) as imagens dos satélites meteorológicos Goes e Meteosat, satélites estes que monitoram as condições atmosféricas. Nesta mesma instituição, foram obtidas as cartas sinóticas dos períodos referentes aos episódios extremos.

Com base no material fornecido pelo CPTEC/INPE e nos dados obtidos das estações meteorológicas automáticas do INMET, foi possível aplicar a metodologia de análise rítmica em doze estações nos períodos extremos em seus respectivos anos padrão, sendo os anos analisados 2009 (ano padrão frio), 2011 (ano padrão com amplitude térmica máxima e umidade mínima), 2012 (ano padrão quente) e 2013 (ano padrão com amplitude higrométrica máxima). As estações foram escolhidas tendo em vista a localização das mesmas no interior da bacia, sendo estas situadas em: Paranaíba, Chapadão do Sul, Mineiros, Ituiutaba, Rio Verde, Pires do Rio, Uberlândia, Goiânia, Guarda-Mor, Araxá, Cristalina e Brasília.

Posteriormente elencou-se, apenas seis estações para terem seus gráficos apresentados neste trabalho, sendo elas: Paranaíba, Mineiros, Ituiutaba, Goiânia, Araxá e Brasília. A escolha das seis estações foi realizada observando o alinhamento das mesmas, sendo as duas primeiras na parte oeste (Paranaíba e Mineiros), as duas seguintes na porção intermediária (Ituiutaba e Goiânia) e as duas últimas no alinhamento leste (Araxá e Brasília). Apesar da observação da localização das seis estações, para a compreensão da gênese dos extremos de temperatura do ar e umidade relativa do ar, a metodologia de análise rítmica foi aplicado e utilizado para as doze estações.

Nos gráficos de análise rítmica foram representados os dados diários de pressão atmosférica (hPa) média, máxima e mínima, temperatura do ar (°C) média, máxima e mínima, umidade relativa do ar (%) média, máxima e mínima, totais pluviométricos (mm), rajadas de ventos máxima (m/s), direção predominante dos ventos e sistemas atmosféricos atuantes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ESTRUTURA ESPACIAL DOS EXTREMOS TERMO-HIGROMÉTRICOS NA BACIA DO RIO PARANAÍBA

Com o intuito de compreender a forma como os dados das 43 estações foram tratados, a Tabela 8 apresenta os dados da estação meteorológica de Brasília, como exemplo, bem como o tratamento dos mesmos. Esse exemplo refere-se às temperaturas do ar e umidade relativa do ar extremas e amplitudes térmica e higrométrica da estação meteorológica de Brasília (uma das estações inseridas na bacia), por ano, no decorrer da série histórica.

Tabela 8: Extremos de temperatura e umidade relativa e amplitude térmica e higrométrica por ano na estação Brasília-DF.

Ano	Temperatura (°C)			Umidade (%)		
	Temp. Máx	Temp. Mín	Amp. Térm.	Umid. Máx	Umid. Mín	Amp. Higro.
2001	33,10	11,00	15,20	98	17	70
2002	33,40	11,20	17,00	96	10	69
2003	33,20	9,80	17,00	96	12	67
2004	33,60	8,80	16,70	97	12	67
2005	33,50	9,90	15,90	97	14	68
2006	32,60	10,30	16,90	97	17	61
2007	34,20	10,80	17,20	97	12	70
2008	35,30	10,00	16,80	96	13	65
2009	31,90	9,70	16,80	96	19	66
2010	32,90	8,90	18,30	100	10	72
2011	33,30	10,00	17,80	98	10	76
2012	33,90	11,40	16,70	97	11	71
2013	32,70	10,60	16,30	99	17	68

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Utilizando os dados apresentados na Tabela 8 como exemplo, nas 24 estações inseridas na bacia foram calculados o desvio-padrão e a partir deste valor definiu-se os intervalos, para posteriormente classificar os anos padrão, conforme descrito na metodologia deste trabalho.

Após realizar os cálculos para as 24 estações meteorológicas, como pode ser visualizado no exemplo da Tabela 9, foi possível classificar os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar máxima e mínima e amplitude térmica e higrométrica máxima de cada estação meteorológica, por ano. Vale salientar ainda que, para a definição dos anos padrão na bacia, restringiu-se os dados referentes ao período de 2008 a 2013, conforme relatado na metodologia.

Tabela 9: Extremos de temperatura do ar e umidade relativa e amplitude térmica e higrométrica e seus respectivos intervalos definidos a partir do desvio-padrão na estação de Brasília-DF.

	Temperatura			Umidade					
	Temp. Máx	Temp. Mín	Amp. Térm.	Umid. Máx	Umid. Mín	Amp. Hígro.			
2008	35,3	10,0	16,8	96,0	13,0	65,0			
2009	31,9	9,7	16,8	96,0	19,0	66,0			
2010	32,9	8,9	18,3	100,0	10,0	72,0			
2011	33,3	10,0	17,8	98,0	10,0	76,0			
2012	33,9	11,4	16,7	97,0	11,0	71,0			
2013	32,7	10,6	16,3	99,0	17,0	68,0			
Média	33,3	10,1	17,1	97,7	13,3	69,7			
Máximo	35,3	11,4	18,3	100,0	19,0	76,0			
Mínimo	31,9	8,9	16,3	96,0	10,0	65,0			
Desvio-padrão	1,2	0,8	0,8	1,6	3,8	4,1			
Frio	<32,2	<9,3	Baixa	<16,4	Seco	<96,0	<9,5	Baixa	<65,5
Tendente a frio	32,2 - 32,7	9,3 - 9,7	Tendente a baixa	16,4 - 16,7	Tendente a seco	96,0 - 96,9	9,5 - 11,4	Tendente a baixa	65,5 - 67,6
Habitual	32,7 - 33,9	9,7 - 10,5	Habitual	16,7 - 17,5	Habitual	96,9 - 98,5	9,7 - 15,2	Habitual	67,6 - 71,7
Tendente a quente	33,9 - 34,5	10,5 - 10,9	Tendente a alta	17,5 - 17,9	Tendente a úmido	98,5 - 99,3	15,2 - 17,2	Tendente a alta	71,7 - 73,8
Quente	>34,5	>10,9	Alta	>17,9	Úmido	>99,3	>17,2	Alta	>73,8

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Posterior a tabulação dos dados e cálculo do desvio-padrão, conforme apresentado como exemplo nas Tabelas 8 e 9, foi possível classificar os anos padrão conforme descrito na metodologia e elaborar os mapas, possibilitando a visualização da espacialização dos dados de anos padrão na área de estudo.

5.1.1 Os extremos de temperatura do ar

Com base nos resultados obtidos com os cálculos de desvio-padrão, primeiramente, foram classificados os anos padrão de temperatura do ar máxima na bacia do Rio Paranaíba em quente, tendente a quente, habitual, tendente a frio e frio. Para esta etapa utilizou-se a metodologia apresentada na Tabela 5, conforme pode ser visualizado na Figura 11. Após concluir a classificação de todas as 24 estações iniciou-se o processo de definição dos anos padrão na bacia, sendo que para isso calculou-se a média dos dados estabelecidos na classificação (-1 a 1), tendo como resultado o ano de 2009 como frio, o de 2010 habitual e 2012 como quente.

Outra forma de definição dos anos padrão foi realizada calculando qual faixa registrou, percentualmente, maior número de ocorrências ao longo do ano em questão. Neste sentido, referente aos anos padrão da temperatura do ar máxima, observou-se que, em 2008 e 2012, houve maior percentual de estações na faixa de temperatura do ar quente, em 2009 na faixa frio e em 2010, 2011 e 2013 na faixa habitual.

Ano	Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiania	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauana	Petrópolis	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvania	Uberlândia	Média	Percentual				
																										Frio	Tendente a frio	Habitual	Tendente a quente	Quente
2008	*	0	1	0	*	1	0,5	1	0	0,5	0	1	0,5	1	-1	0	1	*	0	1	0	0,5	*	0,5	0,425	5	0	35	25	35
2009	-1	-1	-1	-1	-1	-0,5	-1	-1	-1	-0,5	-1	-1	-0,5	-1	0	*	-1	-1	-0,5	-1	-0,5	-1	*	-1	-0,841	73	23	5	0	0
2010	0,5	-0,5	0	0	0	-0,5	0,5	-0,5	0	-0,5	0	0	0,5	0	0,5	-0,5	-0,5	0,5	-0,5	0	0	0	*	0	-0,043	0	30	48	22	0
2011	0	0	0	0	0	-0,5	0	0	0	-0,5	0	0	-0,5	0	0	-0,5	0	0	-0,5	0	0	-0,5	0	-0,5	-0,146	0	29	71	0	0
2012	1	1	0	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0,854	0	0	8	13	79
2013	-0,5	0	-0,5	0	0	0	0	0	-0,5	0	0	0	-0,5	-0,5	0	-0,5	0	0	0	-0,5	-0,5	0	-0,5	0	-0,188	0	38	63	0	0

Figura 11: Classificação e definição dos anos padrão de temperatura do ar máxima

Fonte dos dados: INMET, 2014.

*Período sem dados

Seguindo o que foi descrito na metodologia, para definição dos anos padrão de temperatura do ar máxima foi calculado o percentual de ocorrência das cinco faixas entre as estações meteorológicas por ano, sendo assim, considerado ano padrão quente, habitual e frio os que apresentaram maior preponderância da sua respectiva faixa. Desta forma, foram

definidos o ano de 2012 como quente, 2009 como frio e 2011 como habitual quando observado os dados de temperatura do ar máxima na bacia.

Sabendo quais são os anos padrão de temperatura do ar foi possível realizar a espacialização dos dados temperatura do ar máxima dos respectivos anos com intuito de compreender a estrutura espacial dos anos padrão extremos.

No primeiro mapa referente a temperatura do ar máxima, representado na Figura 12, observa-se que as temperaturas do ar mais elevadas foram registradas na parte central da bacia, sobretudo na porção centro-sul, atingindo 40,9°C. Já na porção leste da bacia, a temperatura do ar máxima apresentou-se menor quando comparada com área mais quente na bacia, registrando os menores índices com 35,3°C. Constatou-se que as menores temperaturas do ar máximas absolutas, em 2012, foram registradas a leste, onde predominam as altitudes superiores a 1000 metros, e os maiores valores são encontrados na porção centro-sul, em altitudes entre 375 a 750 metros, principalmente na região médio e baixo curso do rio Paranaíba.

Vale destacar que as porções centro-sul e oeste são caracterizadas por relevo plano, com baixas altitudes, sobretudo, próximo ao médio e baixo curso do rio Paranaíba. Já o relevo da parte leste da bacia pode ser descrito como de planalto com a ocorrência de chapadas localizadas nas regiões de maiores altitudes, ultrapassando 1000 metros, conforme foi descrito anteriormente e observado na Figura 6 (Página 29).

No segundo mapa (temperatura do ar máxima), apresentado na Figura 13, nota-se que apesar de referir-se ao ano padrão frio, ou seja, menores temperaturas do ar máximas, estes índices superaram os 33°C. Sobre a estrutura espacial das temperaturas do ar máximas no ano de 2009 (Figura 13), verifica-se a ocorrência de comportamentos semelhantes aos apresentados na Figura 12, isto é, temperaturas do ar mais altas próximas ao médio e baixo curso do rio Paranaíba e amenas na porção leste, reforçando, assim, a ideia de que o relevo exerce forte influência sobre as temperaturas do ar máximas na Bacia do Rio Paranaíba. O relevo representa um importante fator geográfico que influencia o clima, como destaca Fritzsons et al (2008):

A temperatura do ar é influenciada também pela altitude, latitude e longitude e, normalmente, decresce com a elevação da altitude numa proporção de aproximadamente 1°C/100m (gradiente adiabático do ar seco). (...) Assim, nos trópicos, as grandes diferenças de temperatura em pequenas distâncias são principalmente decorrentes dos efeitos da variação da altitude e nebulosidade e não da latitude, podendo haver também grandes diferenças nas condições de temperatura entre os locais a barlavento e os situados a sotavento de uma montanha (OMETTO, 1981). (FRITZSONS; MANTOVANI; AGUIAR, 2008, p. 49-50)

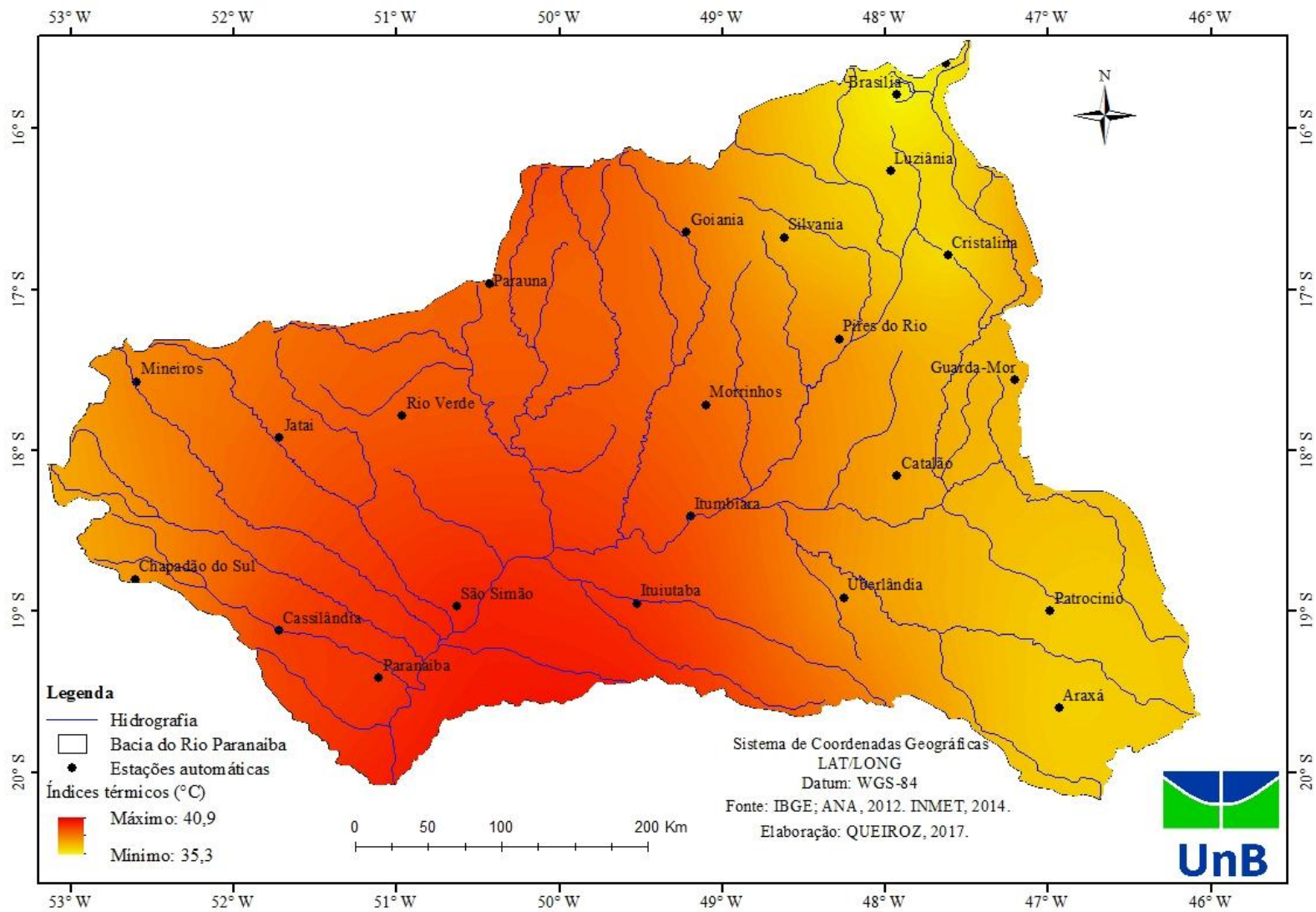


Figura 12: Espacialização dos dados de temperatura do ar máxima no ano padrão quente (2012) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

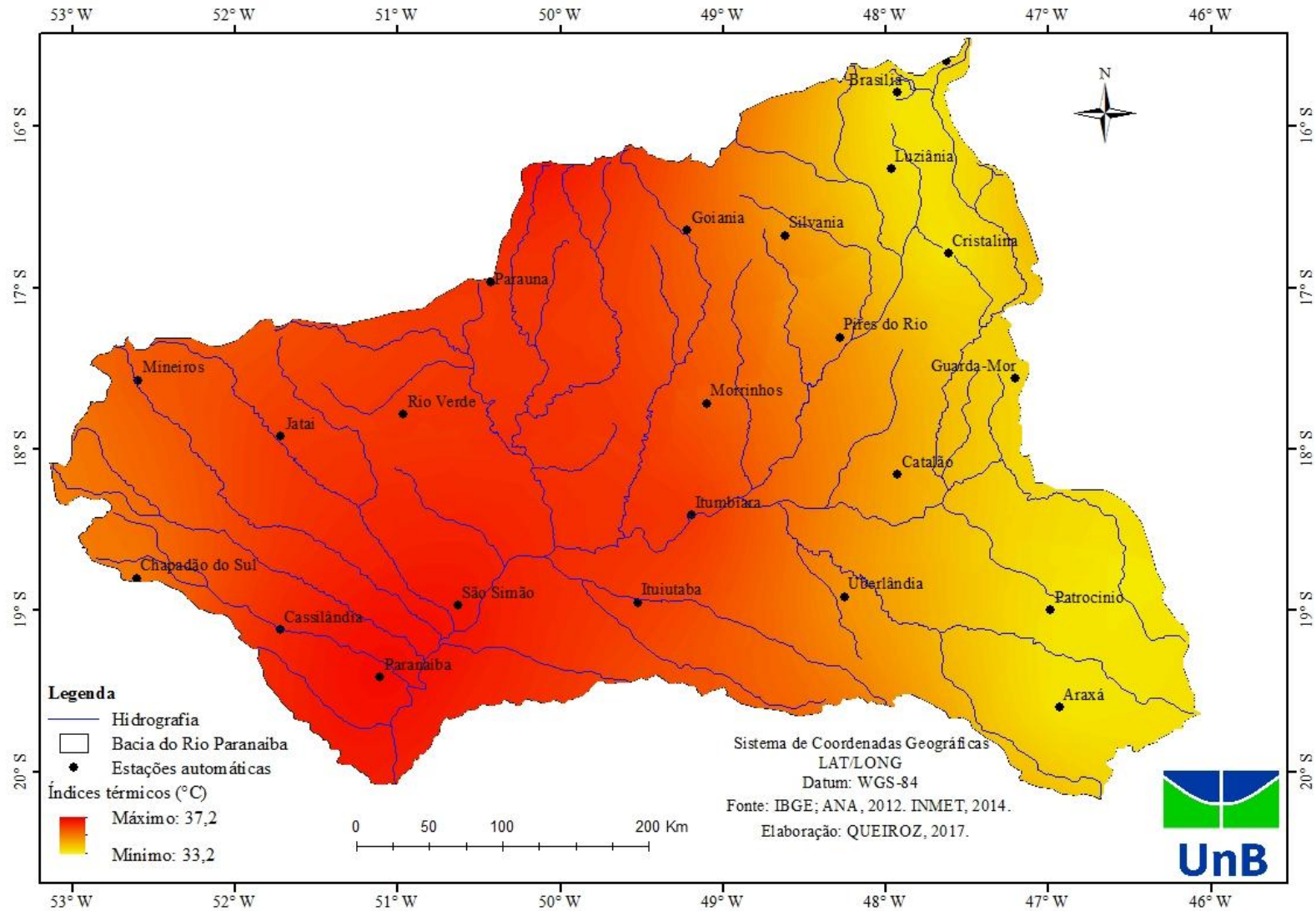


Figura 13: Espacialização dos dados de temperatura do ar máxima no ano padrão frio (2009) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

Com relação à espacialização dos dados de temperatura do ar máxima no ano classificado como habitual (Figura 14), mantém-se o padrão da estrutura espacial apresentado nos anos padrão quente e frio (Figuras 12 e 13), cujas temperaturas do ar mais elevadas se encontram nas porções centrais e centro-sul, sobretudo próximo ao baixo e médio curso do rio Paranaíba e as temperaturas do ar mais baixas na parte leste da bacia.

No que diz respeito, especificamente ao ano de 2011 (ano padrão habitual), nota-se que as temperaturas do ar máximas mais elevadas atingiram 38,9°C, enquanto que as máximas mais baixas foram de 34,0°C.

No que tange a amplitude térmica registrada no interior da bacia nos três anos padrão (Figuras 12, 13 e 14), foi possível verificar que a maior amplitude foi registrada no ano quente (menor 35,3°C e maior 40,9°C) e a menor amplitude no ano frio (menor 33,2°C e maior 37,2°C). Analisando os três mapas nota-se, ainda, que as temperaturas do ar mais elevadas apresentam oscilação que atinge quase o dobro (ano quente 40,9°C e ano frio 37,2°C) quando comparado com as oscilações referente as menores temperaturas do ar (ano quente 35,3°C e ano frio 33,2°C).

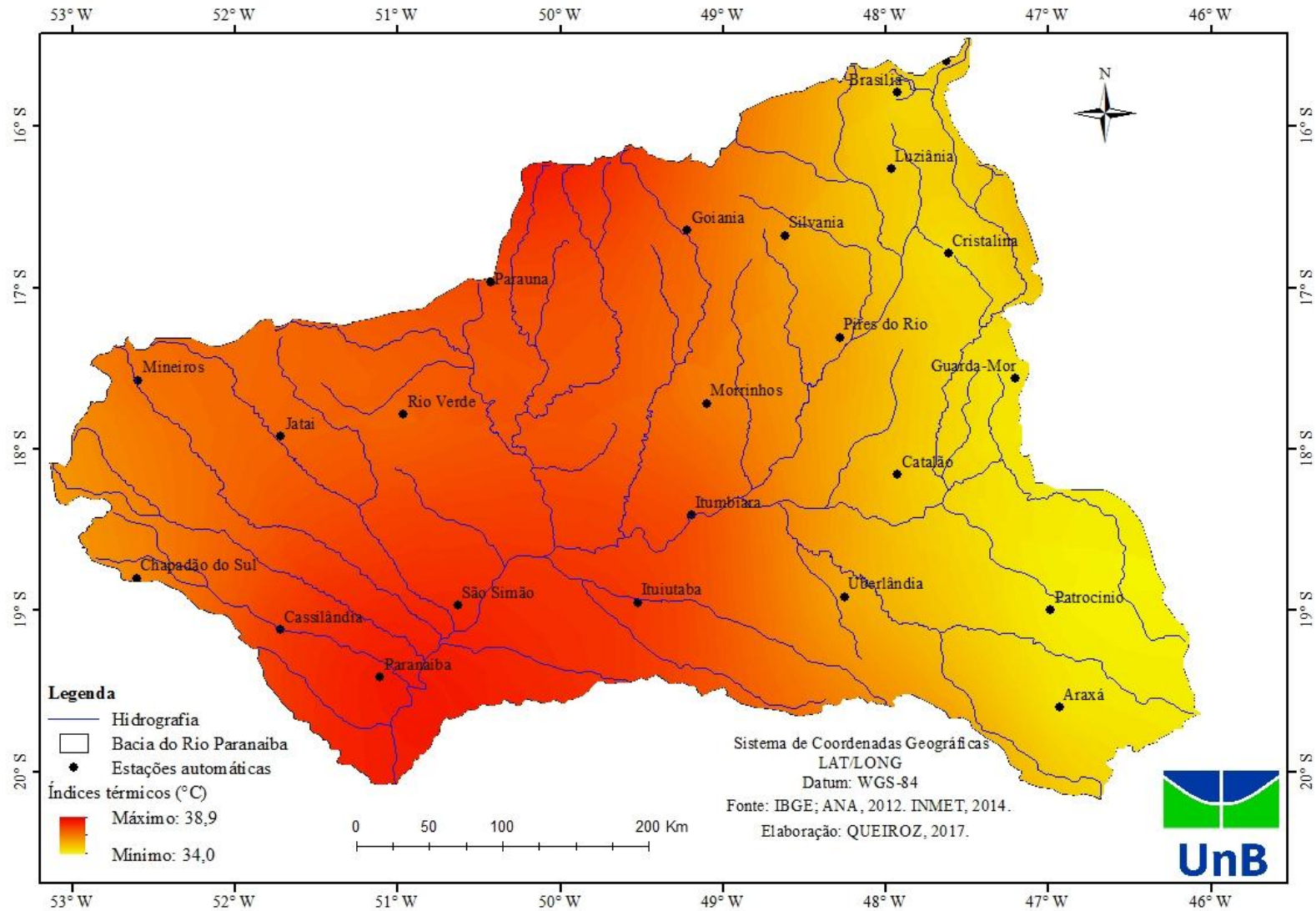


Figura 14: Espacialização dos dados de temperatura do ar máxima no ano padrão habitual (2011) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

Prosseguindo com os dados de temperatura do ar, foram classificados os anos padrão de temperatura do ar mínima na bacia do Rio Paranaíba em quente, tendente a quente, habitual, tendente a frio e frio. Após classificar os dados das 24 estações foi possível calcular a média dos dados estabelecidos na classificação (-1 a 1), considerando, assim, o ano de 2008 foi como quente, o de 2009 frio e o de 2013 habitual (Figura 15). Já ao definir os anos padrão pelo maior número de ocorrências no respectivo ano, pode-se afirmar que o ano 2008 destaca na faixa quente, em 2009 a faixa frio. Ainda sobre a temperatura do ar mínima, os anos de 2010, 2011 e 2012 destacaram-se como habituais e, para finalizar no ano de 2013 destaca-se duas faixas, a faixa tendente a frio e tendente a quente, pois houve a mesma quantidade de estações com registro nas respectivas faixas de classificação.

Ainda observando a Figura 15, no intuito de definir os anos padrão de temperatura do ar mínima e, também, para posterior espacialização em mapas, nota-se a identificação do ano 2008 como quente, o ano de 2009 como frio e 2011 como habitual.

Ano	Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiania	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Paturócinio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvania	Uberlândia	Média	Percentual				
																										Frio	Tendente a frio	Habitual	Tendente a quente	Quente
2008	*	1	0	1	*	1	1	0	-0,5	0	1	1	1	0	0,5	0	1	*	1	-0,5	1	1	*	1	-0,575	0	10	25	5	60
2009	0,5	-1	0	-0,5	-1	-1	0	-1	-1	-1	-0,5	-1	-0,5	-1	0	*	-0,5	0	0	-1	-0,5	-0,5	*	0	-0,523	41	27	27	5	0
2010	-0,5	-0,5	-1	0	1	0	0	0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0	0	-0,5	-1	1	1	0	0,5	0	0	*	0	-0,087	9	30	43	4	13
2011	0	-0,5	0	-0,5	0,5	0	-0,5	0,5	0,5	1	0	0	0,5	0,5	1	0	-0,5	0	0	0	0	-0,5	0	-1	0,042	4	21	46	21	8
2012	1	1	1	-0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0	-0,5	-0,5	-1	1	-1	0	0	0	-1	0	-0,5	1	1	0,5	0,125	13	17	29	17	25
2013	-0,5	0	0,5	-0,5	0	0	-1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	1	-0,5	-1	0	1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,000	8	29	25	29	8

Figura 15: Classificação e definição dos anos padrão de temperatura do ar mínima
 Fonte dos dados: INMET, 2014.
 *Período sem dados

Na Figura 16 é possível observar a espacialização dos dados de temperatura do ar mínima no ano padrão quente (2008), sendo que neste caso nota-se uma relação de influência tanto da latitude como do relevo, quando a temperatura do ar aumenta de sul para norte, sendo a menor 7,3°C na porção sudoeste e a maior 11,1°C na parte nordeste. Semelhante ao que foi apresentado na Figura 16, na Figura 17 verifica-se que a temperatura do ar eleva-se de sul para norte, sendo a temperatura do ar mínima mais baixa registrada foi 1,9°C e a mais alta foi 12,5°C. Ao analisar a Figura 18, verifica-se que as menores temperaturas do ar foram registradas nas porções sul e oeste da bacia, atingindo até 2,3°C durante o ano padrão com temperatura do ar mínima habitual. Já as maiores temperaturas do ar mínimas foram registradas na parte norte da bacia com até 12,9°C.

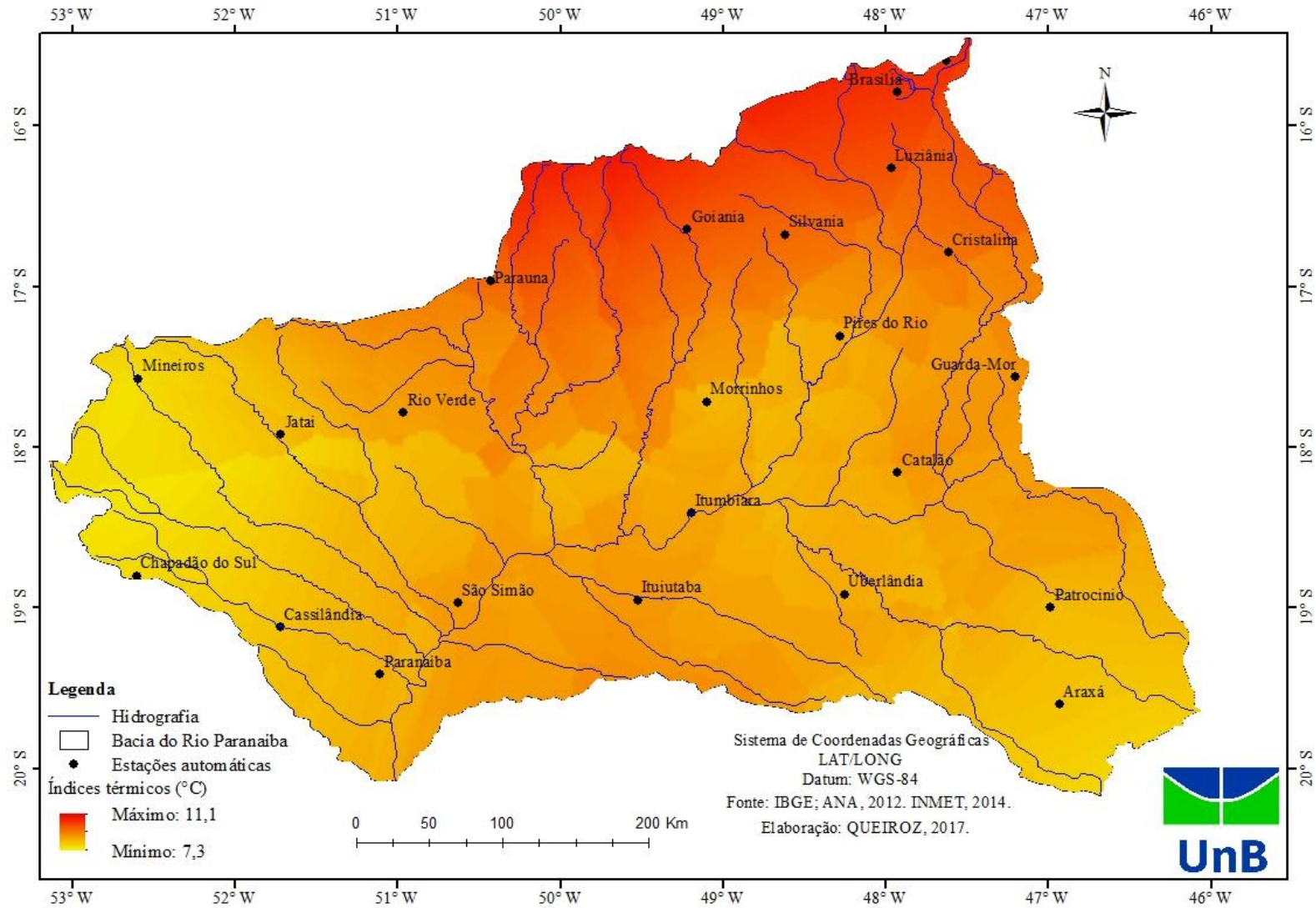


Figura 16: Espacialização dos dados de temperatura do ar mínima no ano padrão quente (2008) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

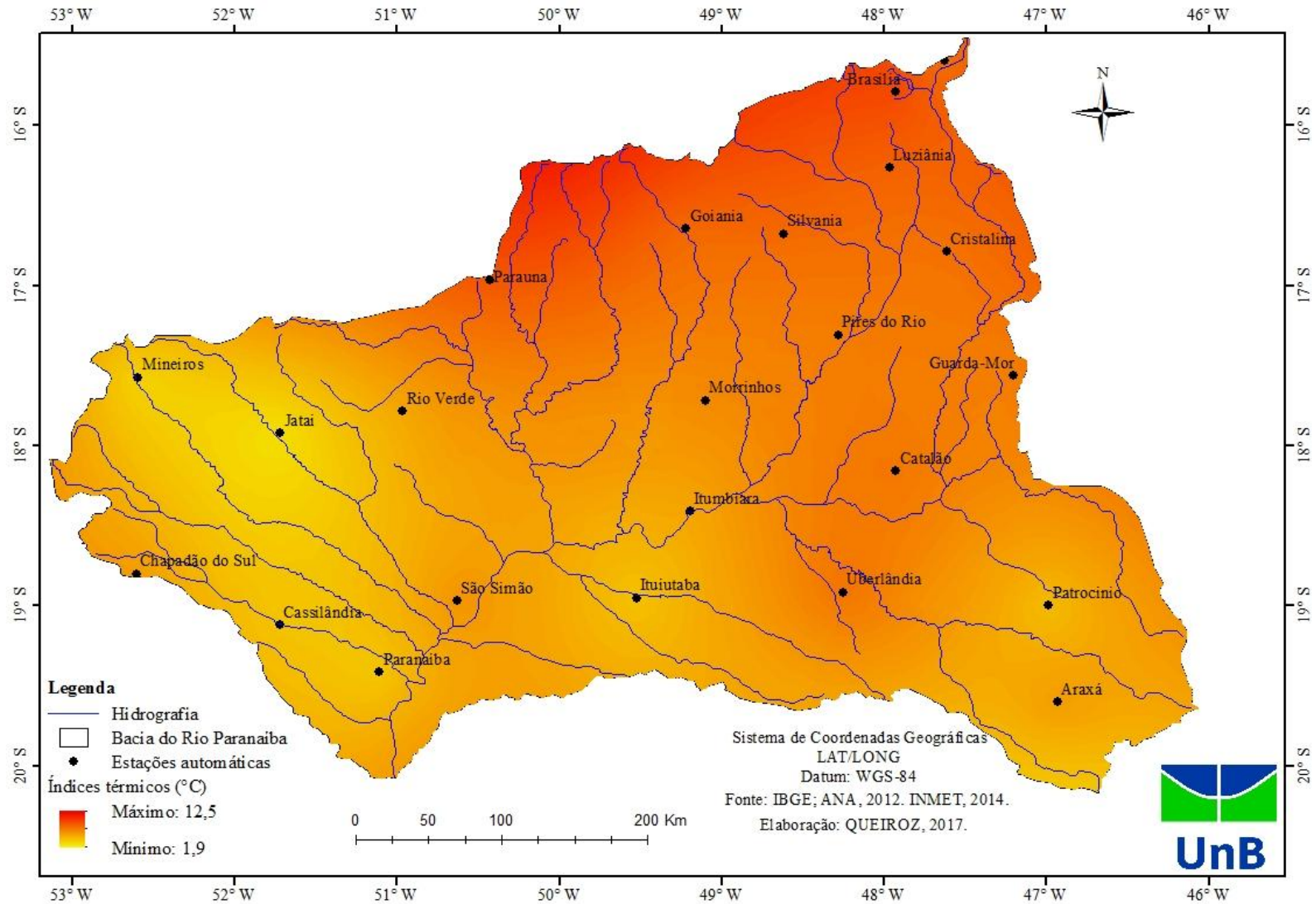


Figura 17: Espacialização dos dados de temperatura do ar mínima no ano padrão frio (2009) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

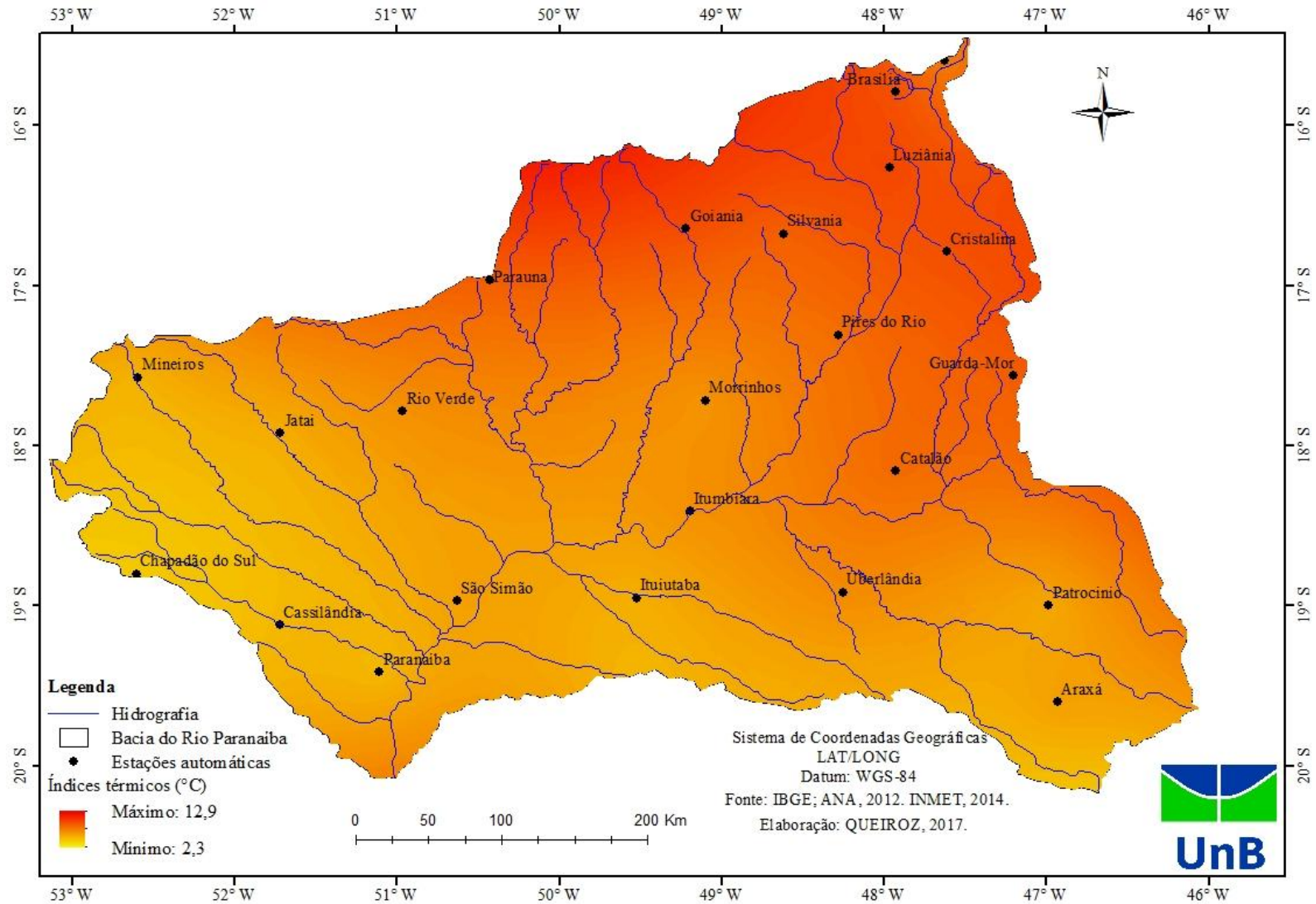


Figura 18: Espacialização dos dados de temperatura do ar mínima no ano padrão habitual (2011) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

Ainda sobre a temperatura do ar mínima, nota-se que (amplitude térmica registrada no interior da bacia nos três anos padrão) (Figuras 16, 17 e 18), as maiores amplitudes foram registradas nos anos habitual (menor 2,3°C e maior 12,9°C) e frio (menor 1,9°C e maior 12,5°C) e a menor amplitude no ano quente (menor 7,3°C e maior 11,1°C).

Analisando os três mapas observa-se, ainda, que as temperaturas do ar mais baixas apresentam oscilação que atinge o dobro (ano quente 7,3°C e ano frio 1,9°C) quando comparadas com as oscilações referente às maiores temperaturas do ar mínimas (ano habitual 12,9°C e ano quente 11,1°C).

A espacialização das temperaturas do ar mínimas nos anos padrão mostrou que a estrutura espacial possui estreita relação com três fatores climáticos: a dinâmica das massas de ar, o relevo e a latitude. De forma detalhada, observou-se que a porção sul e sudoeste registraram as menores temperaturas do ar por situar-se em latitudes mais elevadas, o que determina maior influência da Massa Polar Atlântica conforme Monteiro (1969). Além disso, o relevo na bacia tem papel fundamental na dispersão e/ou retenção do ar frio ao longo da bacia, tendo em vista que a parte sudoeste encontra-se sobre áreas planas que se estendem desde o Mato Grosso do Sul adentrando ao Sudoeste Goiano, o que facilita a disseminação desse ar frio pela região.

Já no Triângulo Mineiro e na porção goiana adjacente (Sul Goiano), o ar frio também é influenciado pelo relevo, no entanto, neste caso, a calha dos grandes rios forma um "corredor" que facilita o deslocamento do ar frio até que o mesmo perca intensidade, conforme Mendes e Queiroz (2011) relatam sobre a dinâmica das frentes frias. No caso do Triângulo Mineiro, comumente o ar frio avança pela calha do Rio Paraná adentrando pelo vale do Rio Paranaíba. (MENDES; QUEIROZ, 2011, p. 344).

A distribuição espacial das temperaturas do ar mínimas nos anos padrão (quente, frio e habitual) podem ser correlacionadas com a descrição da trajetória da Frente Polar Atlântica (FPA) segundo Fonzar (1994):

A Frente Polar tem, frequentemente, o sentido NW/SE, por isso quando há algum sistema atuando no Sul brasileiro, a entrada pelo interior é rápida e as baixas temperaturas são sentidas em Cuiabá antes, ou ao mesmo tempo, que em Goiânia e, depois, em São Paulo. (Fonzar, 1994, p.30)

O sentido NW/SE corresponde à direção de sequência de faixas de temperatura do ar mínima, sobretudo nas partes oeste e sudoeste, sendo o predomínio da massa Polar Atlântica (mPa), após a passagem da Frente Polar Atlântica (FPA) o principal sistema atmosférico responsável pela ocorrência da temperatura do ar mínima absoluta na bacia.

Ainda sobre as temperaturas do ar mínimas, Nimer (1979) destaca importantes características climáticas da região Centro-Oeste, que possui a maior parte da área da bacia nela inserida:

Nimer (1979) explica que as temperaturas baixas do inverno nesta área estão relacionadas à ação direta do poderoso anticiclone polar, sucedendo à passagem de frentes frias (KF) que, ao transporem a Cordilheira dos Andes, produzem, na zona frontal, uma advecção do ar tropical. O interior da Região Centro-Oeste, que estava sob calmarias, passa, então, a apresentar ventos NE e NW, que resultam na imediata elevação das temperaturas máximas. Diante de tal aumento de temperatura, a umidade do ar cai a valores muito baixos e, com a chegada da frente sobre o lugar, o céu fica coberto de nuvens de convecção dinâmica (cúmulos e cúmulonimbos), ocorrendo chuvas (ainda que pouco intensas) e trovoadas. Novamente com relação às temperaturas na região, quedas bruscas durante dois dias podem ocorrer devido aos avanços do anticiclone polar. Embora a passagem de frentes frias seja muito comum no inverno, esse fenômeno, que Nimer (1979) chama de *friagem*, não é muito freqüente. (BARROS, 2003, p. 104)

Quanto à definição dos anos padrão de temperatura do ar, serão descritas as informações referentes à amplitude térmica (Figura 19), sendo que ao utilizar a média como método de definição dos anos padrão o ano de 2009 foi considerado como baixa amplitude, o de 2010 como habitual e o de 2011 como alta amplitude. Já ao buscar a definição com base no maior número de ocorrências, nota-se o maior número de estações na faixa habitual em 2008, 2010 e 2013, na faixa de tendência à baixa amplitude em 2009 e 2012 e na faixa de alta amplitude em 2011 e 2013, sendo com o mesmo percentual (38% das estações) o ano de 2013 foi considerado na faixa de amplitude habitual.

Seguindo o que foi descrito na metodologia, para definição dos anos padrão de amplitude térmica foi calculado o percentual de ocorrência das cinco faixas. Desta forma, foram definidos o ano de 2011 como alta amplitude, 2009 como baixa e 2010 como habitual quando observado amplitude térmica na área de estudo.

Ano	Águas Emendadas	Araçá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiânia	Guarda-Mor	Ituitaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauana	Patrocínio	Pres. do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvânia	Uberlândia	Média	Percentual				
																										Baixa	Tendente a baixa	Habitual	Tendente a alta	Alta
2008	*	1	0	0	*	0	0	-0,5	-0,5	-1	0,5	0	1	0	0	0	1	*	1	-1	0	-0,5	*	0,5	0,075	20	10	45	15	10
2009	1	-1	0	0	0,5	0	1	1	0,5	0,5	0,5	1	-0,5	0,5	1	*	-0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	*	0,5	0,432	32	41	14	9	5
2010	-0,5	0	-1	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	-1	0	0	0	0	-0,5	0	0,5	0	*	0	-0,022	4	13	65	9	9
2011	-1	-0,5	-0,5	-1	0,5	-1	-1	0	-1	0	-1	0	0,5	0	0	-1	-0,5	-1	-1	-0,5	-1	-0,5	-0,5	-1	-0,542	0	8	21	25	46
2012	0,5	0,5	-0,5	0	0	0,5	0,5	0	1	1	0,5	0	0	1	-1	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	1	1	0,5	0,354	21	42	29	4	4
2013	0	0	1	-1	-1	0,5	-1	-1	-0,5	0	-1	-1	-1	-1	0	0,5	-1	0	0	0	0	-0,5	0	-0,5	-0,354	4	8	38	13	38

Figura 19: Classificação e definição dos anos padrão da amplitude térmica

Fonte dos dados: INMET, 2014.

*Período sem dados

Ao observar a Figura 20, verifica-se que as maiores amplitudes térmicas no ano padrão com alta amplitude ocorreram nas regiões central, sul e oeste, atingindo uma amplitude de até 23,8°C em um dia. Já os menores índices, quando analisada a maior amplitude, foram registrados na região nordeste da bacia, com amplitude de 19,0°C.

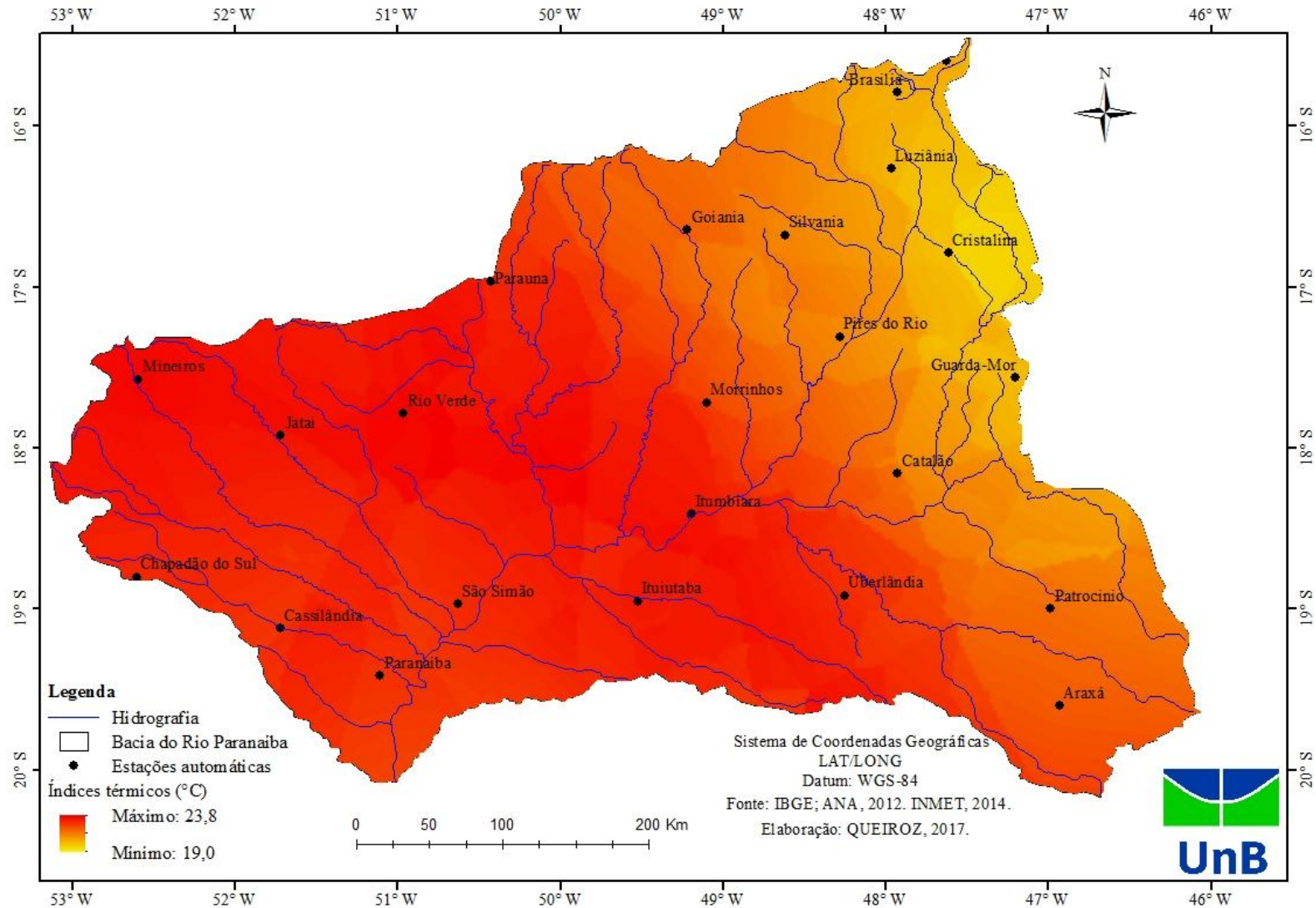


Figura 20: Espacialização dos dados de amplitude térmica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2011) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

Na Figura 21, referente aos dados de amplitude térmica diária no ano padrão de baixa amplitude, nota-se um sincronismo, tendo uma redução dos índices de oeste para leste, sendo que na porção oeste os maiores índices atingiram 22,1°C. Já na porção leste os maiores índices foram 17,2°C.

Ao analisar os dados de amplitude térmica diária no ano padrão habitual (Figura 22), verifica-se que, assim como ocorre nas Figuras 20 e 21, a amplitude térmica reduz de oeste para leste, sendo que no ano padrão habitual as maiores amplitudes atingiram 22,5°C e as menores registraram 18,3°C.

Analisando-se conjuntamente os três mapas, referente aos anos padrão de amplitude térmica, nota-se que a amplitude registrada no interior da bacia nos respectivos anos (Figuras 20, 21 e 22), foi maior no ano padrão de baixa amplitude (menor 17,2°C e maior 22,1°C) e a menor amplitude no ano habitual (menor 18,3°C e maior 22,5°C). Semelhante ao que ocorreu na amplitude dos dados por ano padrão na bacia, ao analisar a diferença entre os índices de maiores amplitudes e entre os de menores amplitudes a oscilação foi pequena, sendo que referente as menores amplitudes a diferença foi de 1,8°C (ano de alta amplitude 19,0°C e ano de baixa amplitude 17,2°C) e no caso das amplitudes mais elevadas a diferença foi de 1,7°C (ano de alta amplitude 23,8°C e ano de baixa amplitude 22,1°C).

Sobre os índices de amplitude térmica máxima diária, ao calcular a diferença entre as maiores e menores amplitudes registradas na área de estudo nos três anos padrão, bem como entre as maiores e entre as menores amplitudes verifica-se uma tendência a estabilidade no que diz respeito a esta variável na bacia do rio Paranaíba.

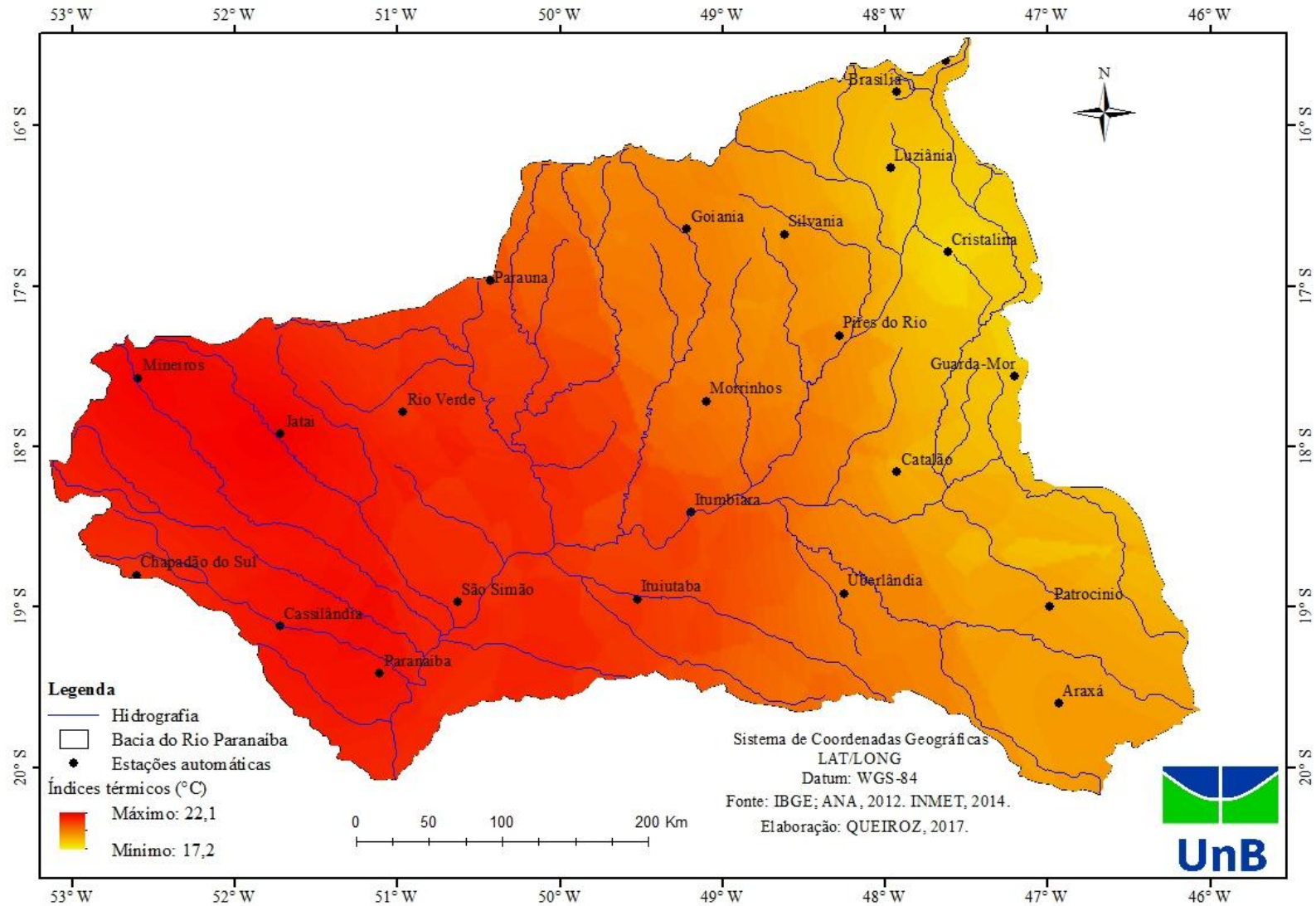


Figura 21: Espacialização dos dados de amplitude térmica máxima diária no ano padrão de baixa amplitude (2009) na Bacia do Rio Paranaíba. Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014. Elaboração: QUEIROZ, 2017

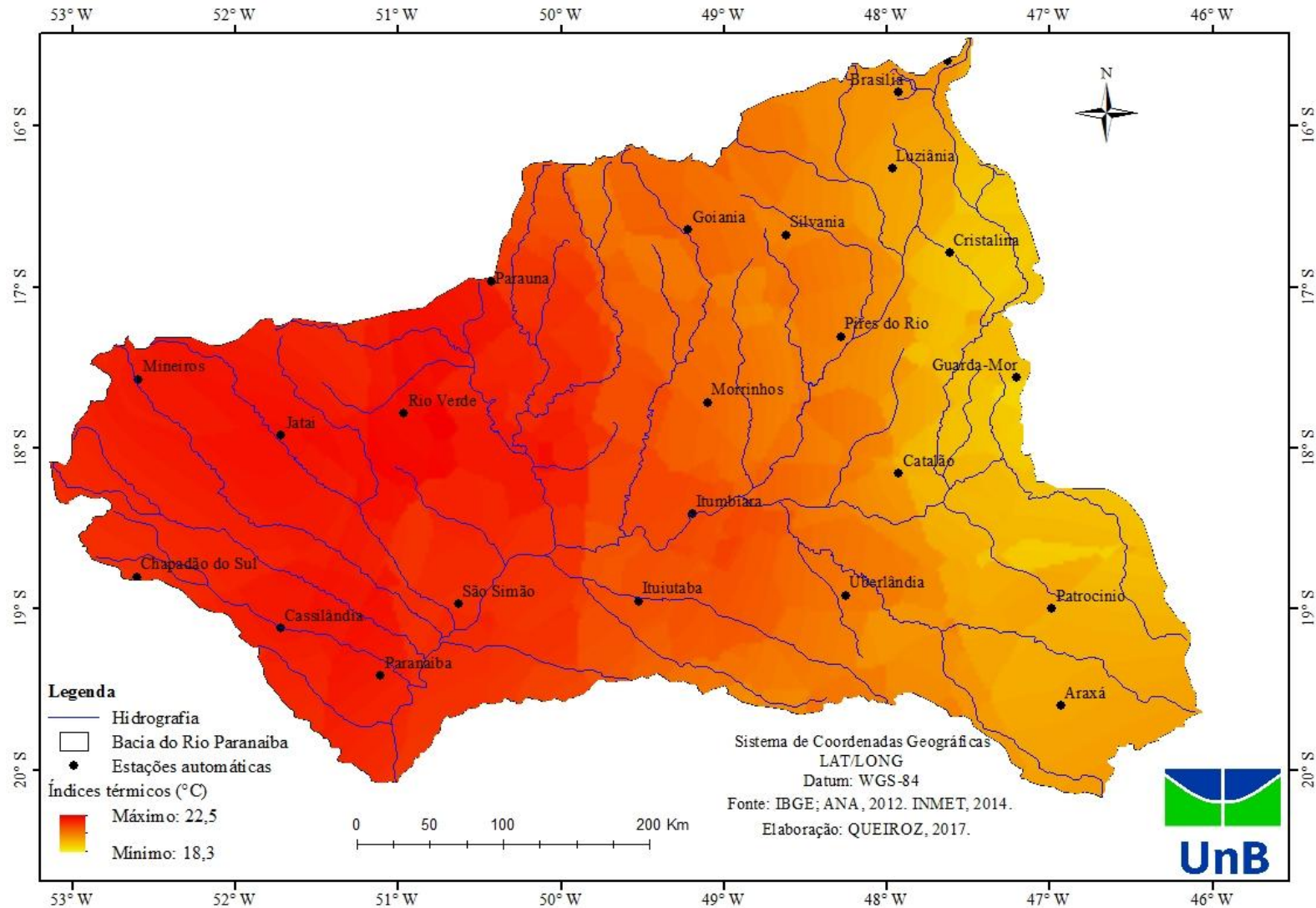


Figura 22: Espacialização dos dados de amplitude térmica máxima diária no ano padrão habitual (2010) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

Ao analisar os nove mapas referentes aos extremos de temperatura do ar observa-se que a maior diferença entre a temperatura do ar máxima absoluta e mínima absoluta ocorre na porção sudoeste, sendo registrado tanto as maiores temperaturas do ar anuais como as menores. Tal dinâmica da bacia pode ser compreendida tendo em vista dois fatores geográficos. O primeiro diz respeito à hipsometria da bacia (Figura 6), com menores altitudes na porção sudoeste, na direção de seu exutório. Isso faz com que as maiores temperaturas do ar máximas sejam registradas na porção sul e oeste, ou seja, na região com menor altitude. Ao analisar a relação da temperatura do ar com a altitude, no Centro-Oeste, Barros (2003) destaca que:

(...) através da altitude, faz com que as mais altas chapadas sedimentares e superfícies cristalinas do centro sul da Região possuam temperatura média anual entre 20° a 22°C, podendo chegar a menos de 20°C no Distrito Federal, que apresenta altitudes acima de 1.200 m. (BARROS, 2003, p. 103)

Já o segundo fator geográfico de grande influência na variação das temperaturas do ar, principalmente na temperatura do ar mínima, é a dinâmica das massas de ar, sobretudo a massa fria (mPa). Em função do relevo e da localização geográfica, a entrada da mPa, na região da bacia, ocorre pela porção sudoeste, o que favorece a queda mais acentuada da temperatura do ar mínima absoluta nesta região e, conforme a massa de ar se desloca em direção à porção nordeste, ela perde força, pois se depara com a barreira promovida pela elevação da altitude, mostrado nas Figuras 23 e 24, que representam o perfil topográfico da bacia e o traçado do perfil no mapa hipsométrico, estendendo-se desde o seu exutório, em Paranaíba (menor altitude), até o nordeste da bacia, em Brasília, região de maior altitude.

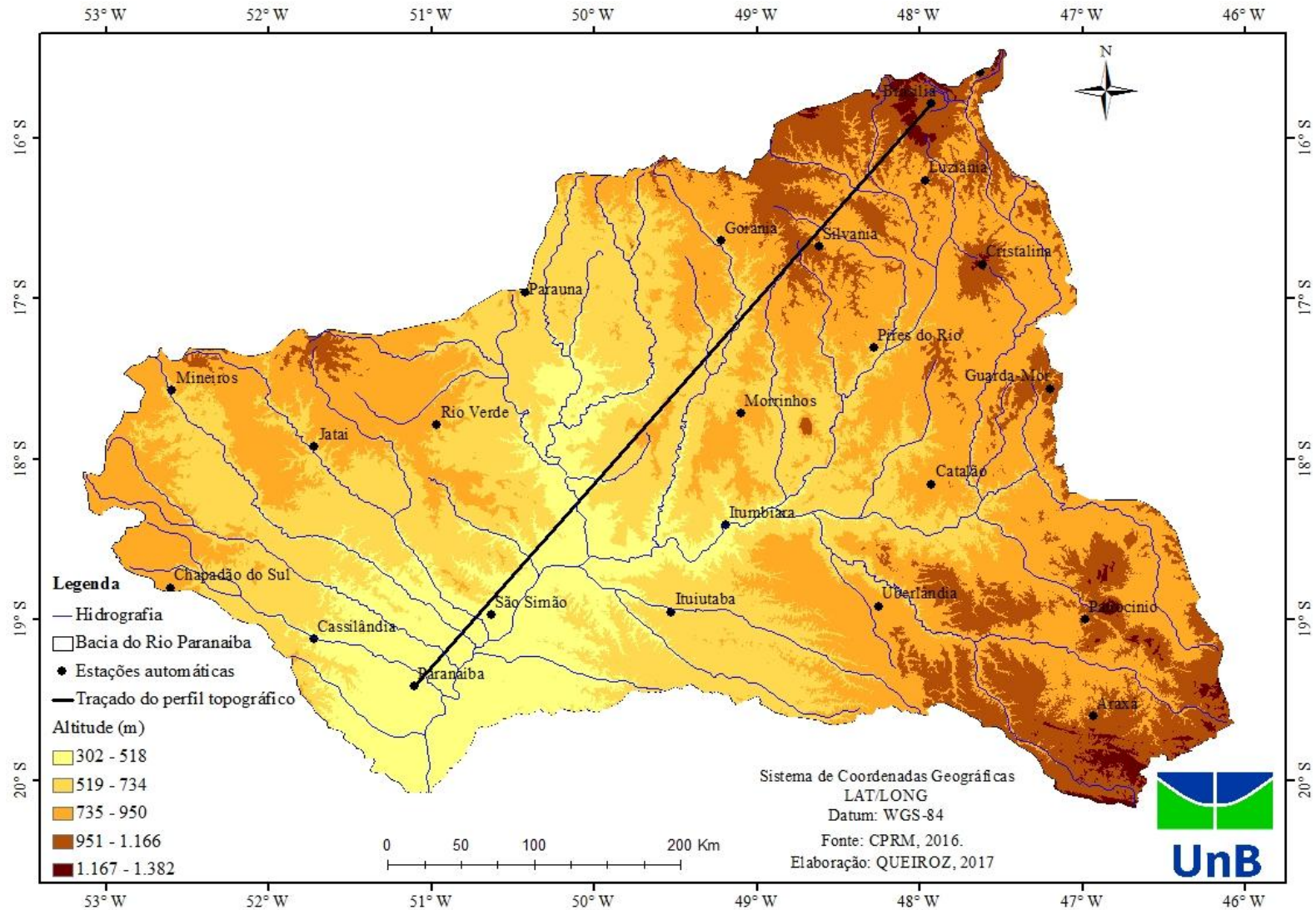


Figura 23: Traçado do perfil topográfico apresentado na Figura 24 e hipsometria da bacia
 Fonte de dados: ANA; IBGE; SRTM-EMBRAPA, 2014
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

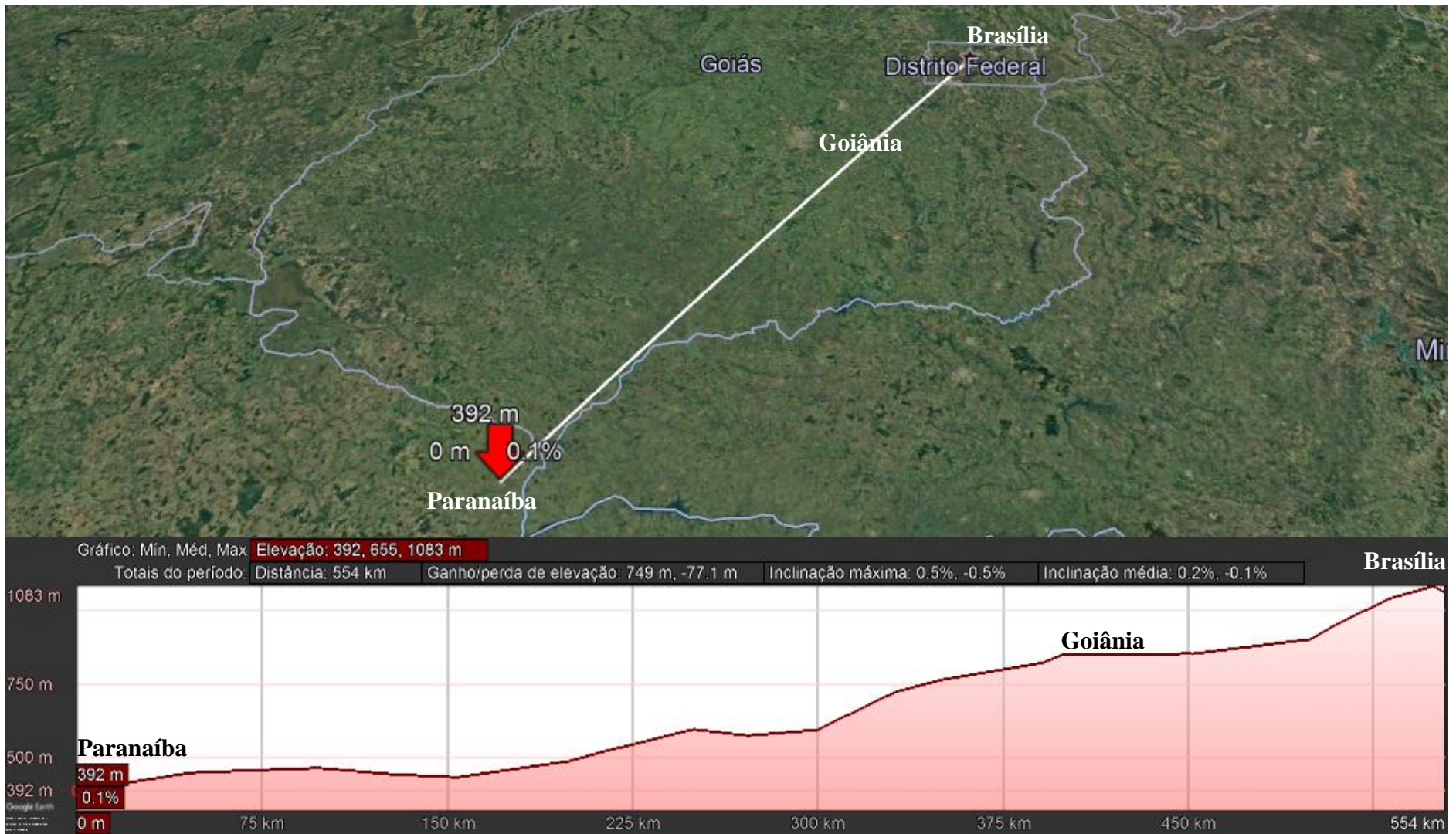


Figura 24: Perfil topográfico na bacia, estendendo desde Paranaíba até Brasília
 Fonte: Google Earth, 2017

5.1.2 Extremos de umidade relativa do ar

Dando continuidade a definição dos anos padrão e à espacialização dos dados dos respectivos anos, como destacado na metodologia, serão analisados, também, os extremos de umidade relativa do ar. Ao observar as Figuras 25, 29 e 33 referentes à classificação e definição dos anos padrão torna-se possível definir os anos extremos, tendo em vista a predominância, percentual, de ocorrências do índice extremos em questão.

Com base nos resultados, primeiramente foram classificados os anos padrão da umidade relativa do ar máxima em: úmido, tendente a úmido, habitual, tendente a seco e seco. Para esta etapa utilizou-se a metodologia apresentada na Tabela 6, conforme pode ser visualizado na Figura 25. Após concluir a classificação de todas as 24 estações iniciou-se o processo de definição dos anos padrão na bacia, sendo que para isso calculou-se a média dos dados estabelecidos na classificação (-1 a 1), tendo como resultado o ano de 2008 como úmido, o de 2009 habitual e 2010 como seco.

Outra forma de definição dos anos padrão foi realizada calculando qual faixa registrou, percentualmente, maior número de ocorrências ao longo do ano em questão. Neste sentido, referente aos anos padrão da umidade relativa do ar máxima, nota-se que em 2008 houve maior percentual de estações classificadas na faixa úmida e de 2009 a 2013 na faixa habitual. Conforme esta mesma metodologia, para definição dos anos padrão de umidade relativa do ar máxima foram elencados o ano de 2008 como úmido, 2010 como seco e 2012 como habitual quando observado umidade relativa do ar máxima na área de estudo.

Ano	Águas Emendadas	Anaxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiânia	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Paraúna	Patos de Minas	Pires do Rio	Rto Verde	São Simão	Silvânia	Uberlândia	Média	Percentual				
																										Seco	Tendente a seco	Habitual	Úmido	
2008	*	0	-1	-1	*	0	1	1	1	-1	1	0	0,5	0	-1	1	*	0	1	0,5	1	*	1	0,300	20	0	25	10	45	
2009	-0,5	0	-1	-1	-1	0	-0,5	1	0	0	0	0	0	0,5	1	*	0	1	0	0,5	0	*	0,5	0,023	14	9	50	14	14	
2010	-0,5	0	1	0,5	-1	-1	-0,5	0	-0,5	0	-1	0	0	-0,5	0	0	-0,5	-1	-1	-1	0	0	*	0	-0,304	26	22	43	4	4
2011	-0,5	0	0	0,5	1	-1	-0,5	0	-0,5	0	0,5	0	0	0,5	-1	0	0	0	0	0	-0,5	-1	1	0	-0,063	13	17	50	13	8
2012	1	0	0	0,5	0	0,5	-0,5	-1	0	0	0,5	0	0	-0,5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-1	0,063	8	8	58	13	13
2013	1	0	0,5	0,5	0	0,5	1	-1	-0,5	0	0,5	0	0	-0,5	-1	0	-1	0	0	-1	-1	0	-0,5	0	-0,104	21	13	42	17	8

Figura 25: Classificação e definição dos anos padrão da umidade relativa do ar máxima

Fonte dos dados: INMET, 2014.

*Período sem dados

Tendo em vista que, conforme descrito na caracterização da área de estudo, o clima na Bacia do Rio Paranaíba possui uma estação quente e úmida, nota-se que tal fato relaciona-se

com a ocorrência de elevados índices de umidade relativa do ar, superior a 95%, em todos os anos padrão, como pode ser visualizado nas Figuras 26, 27 e 28.

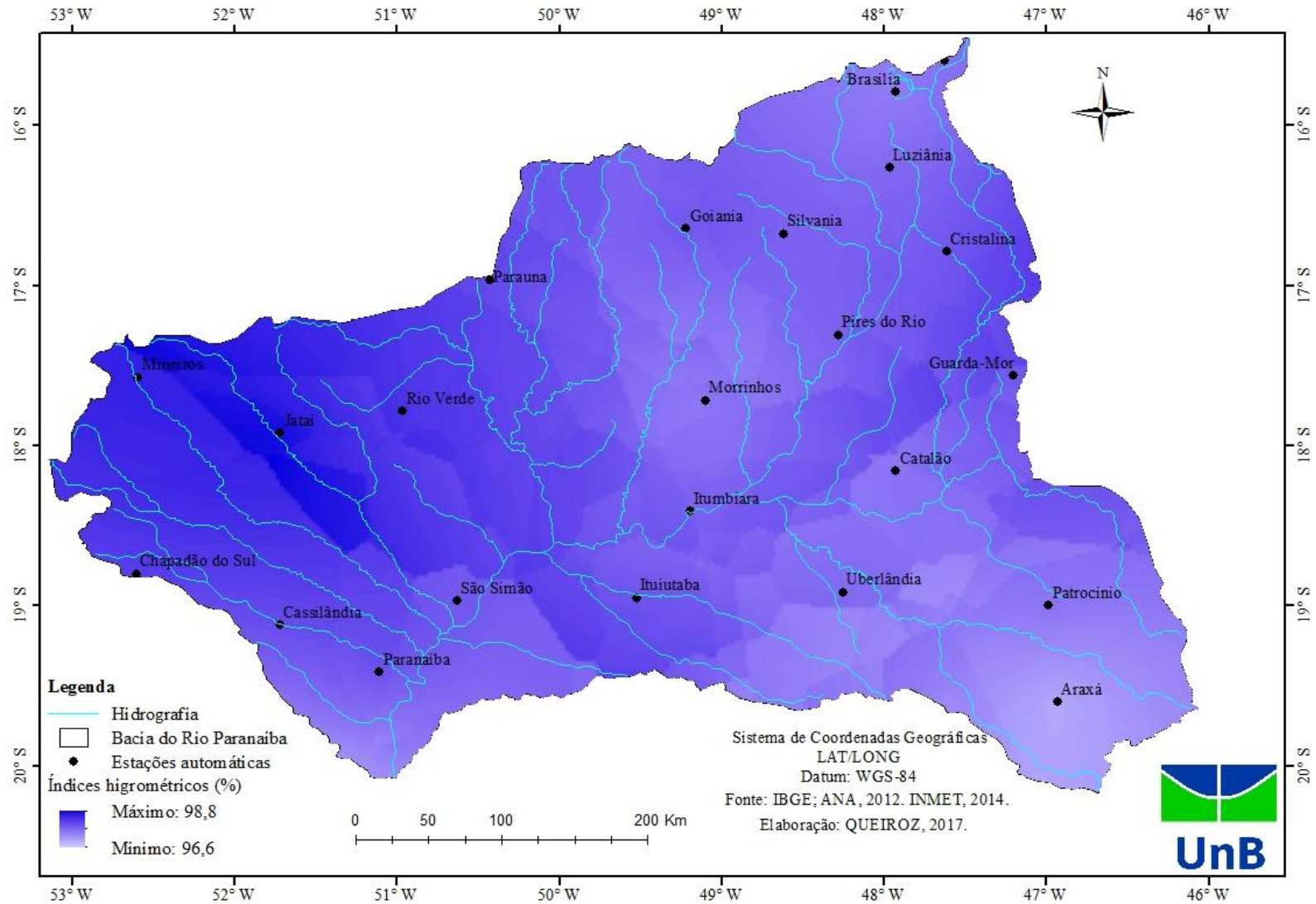


Figura 26: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar máxima no ano padrão úmido (2008) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

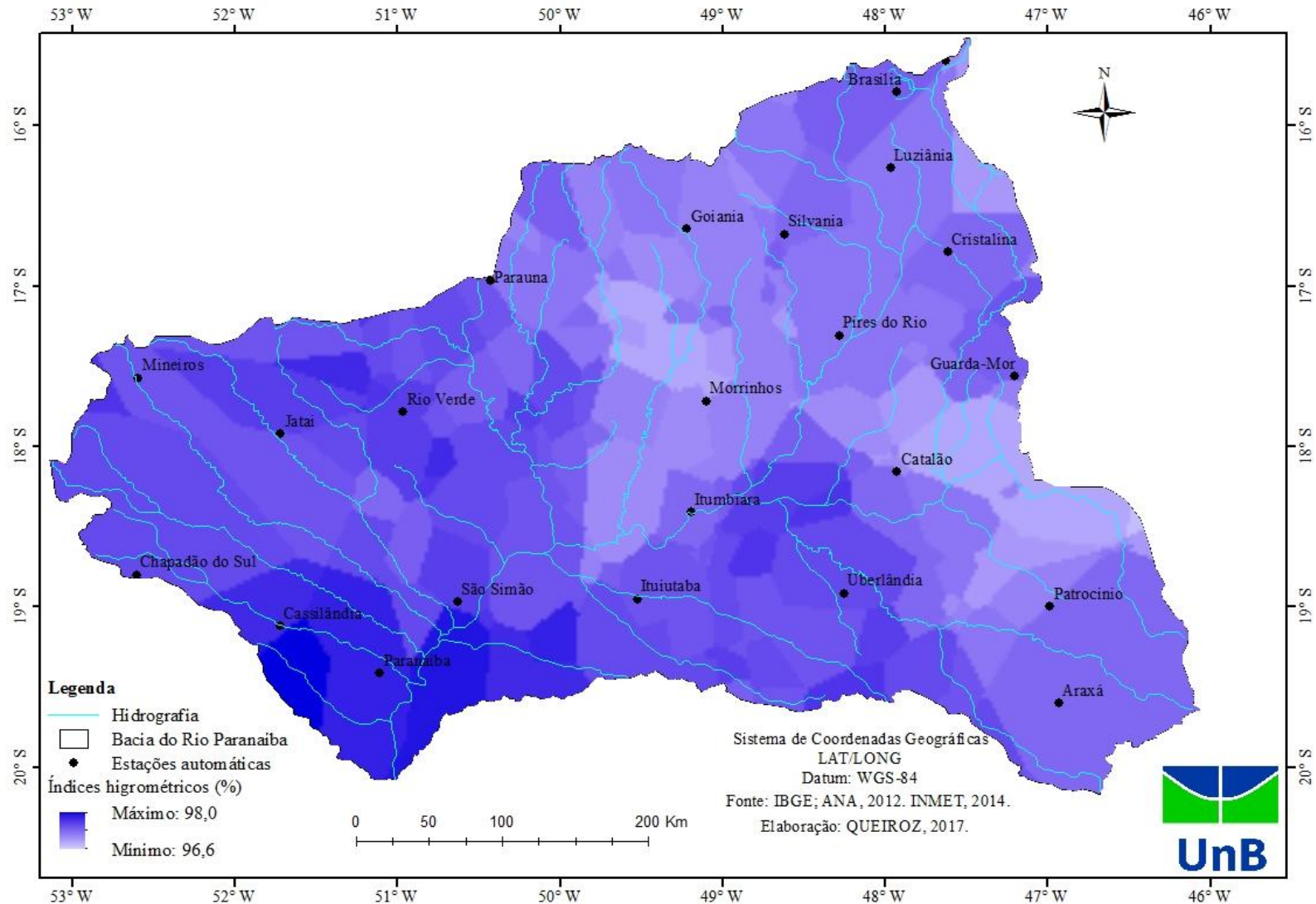


Figura 27: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar máxima no ano padrão seco (2010) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

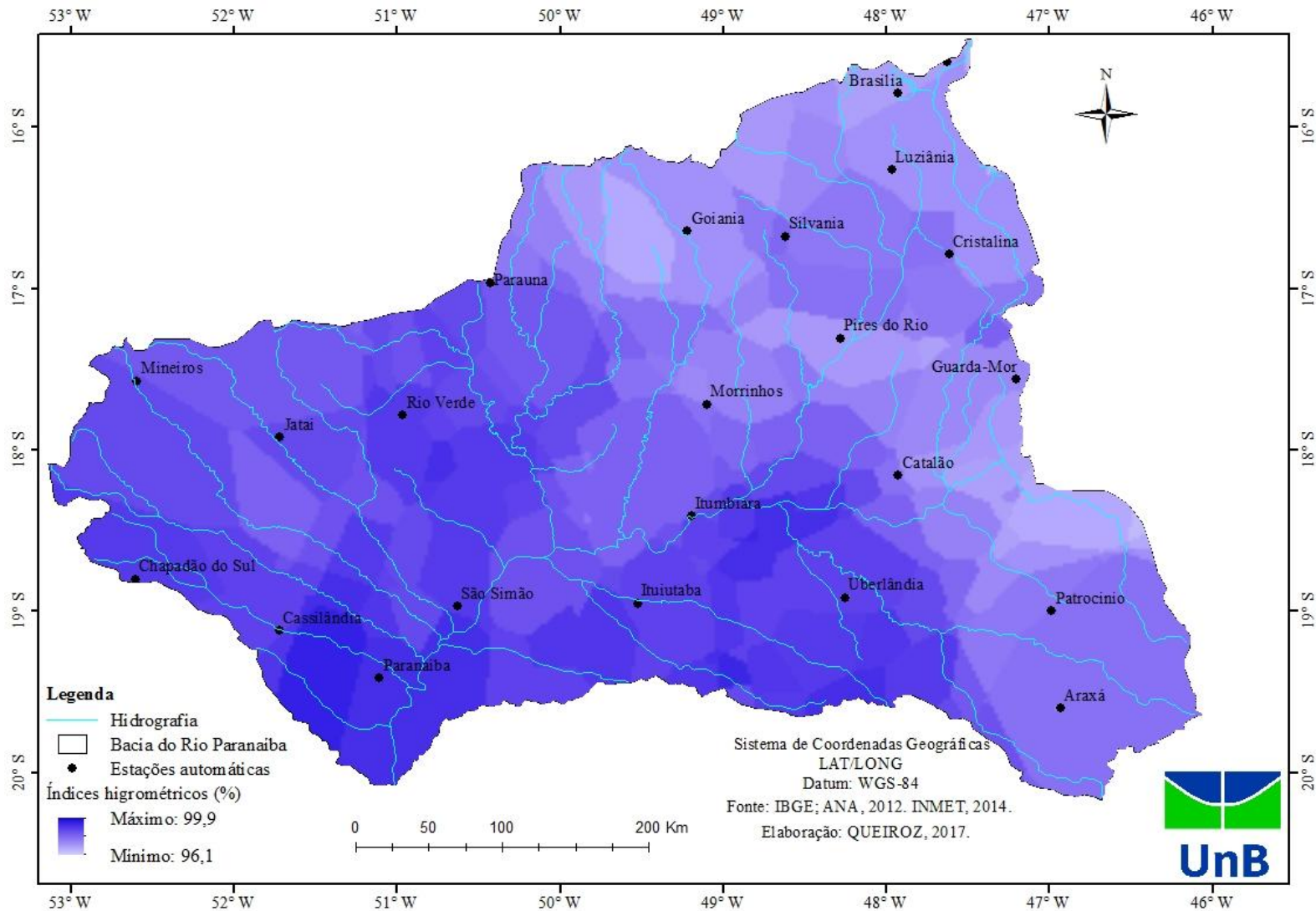


Figura 28: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar máxima no ano padrão habitual (2012) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

Ainda sobre os três mapas de umidade relativa do ar máxima, nota-se que a amplitude registrada no interior da bacia nos respectivos anos (Figuras 26, 27 e 28), foi maior no ano padrão habitual (menor 96,1% e maior 99,9%) e a menor amplitude no ano seco (menor 96,6% e maior 98%). Semelhante ao que ocorreu na amplitude dos dados por ano padrão na bacia, ao analisar a diferença entre os índices de maiores umidade relativa do ar e entre os de menores umidade relativa do ar a oscilação foi insignificante, sendo no que diz respeito às menores umidades relativas do ar a diferença foi de 0,5% (ano úmido e seco 96,6% e ano habitual 96,1%) e no caso das dos dados de umidade relativa do ar mais elevadas a diferença foi de 1,9% (ano habitual 99,9% e ano seco 98%).

No que tange aos anos padrão da umidade relativa do ar mínima (Figura 29), ao calcular a média dos dados verifica-se que o ano de 2008 foi considerado habitual, o de 2009 úmido e o de 2011 seco. Já ao definir os anos padrão pelo maior número de ocorrências no respectivo ano, pode-se afirmar que os anos de 2008, 2010, 2012 e 2013 destacam na faixa habitual, já em 2009 como úmido e, para finalizar, o ano de 2011 houve predomínio percentual como tendente a seco.

Ainda observando a Figura 29, no intuito de definir os anos padrão de umidade relativa do ar mínima e, também, para posterior espacialização em mapas, nota-se a preponderância do ano 2009 como úmido, o ano de 2011 como seco e 2012 como habitual.

Ano	Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiânia	Guarda-Mor	Itaituba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Paraúna	Patos de Minas	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvânia	Uberlândia	Média	Percentual				
																										Seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a úmido	Úmido
2008	*	0	0	0	*	-0,5	0	0	-0,5	-0,5	0	-0,5	-1	0	1	0	0	*	0	0	-0,5	1	*	-0,5	-0,100	5	30	55	0	10
2009	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0,5	0,5	*	0,5	1	1	1	1	1	*	0	0,864	0	0	5	18	77
2010	0	0	-0,5	-0,5	-0,5	0	-0,5	0	-0,5	0	0	0	0	-0,5	-0,5	0	0,5	-0,5	-0,5	0	0	-0,5	*	0	-0,196	0	43	52	4	0
2011	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-0,5	-1	-0,5	-1	0	-0,5	0	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-0,5	-0,5	-1	0	-0,5	-1	-0,5	-0,583	29	58	13	0	0
2012	-0,5	0	-0,5	-0,5	0	-0,5	0	0	0	0,5	0	-0,5	0	0	0	0	-0,5	-0,5	0	0	0	-0,5	0,5	0	-0,125	0	33	58	8	0
2013	1	-0,5	0,5	-0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	-0,5	1	1	0	1	0,5	0,5	-0,5	0	0	-0,5	0	0	0,146	0	21	46	17	17

Figura 29: Classificação e definição dos anos padrão da umidade relativa do ar mínima
 Fonte dos dados: INMET, 2014.

*Período sem dados

Na Figura 30 é possível observar a espacialização da umidade relativa do ar mínima anual na bacia no ano padrão úmido, sendo que, no caso dos maiores valores, destaca-se a porção sudeste com índices de umidade relativa do ar mínima atingindo 19,2%. Já os menores índices ocorreram na parte oeste, entre as cidades de Jataí, Rio Verde e São Simão, com índices de umidade relativa mínima próximo 13,9%.

Já ao analisar a Figura 31 verifica-se que o registro dos maiores índices de umidade relativa do ar mínima no ano padrão seco ocorreram nas porção sudeste da bacia atingindo 11,9% durante o período analisado. Já os menores índices de umidade relativa do ar mínima absoluta foram registradas de forma semelhante no restante da área de estudo com até 9,9%.

Quanto à Figura 32 referente aos dados de umidade relativa do ar mínima no ano padrão habitual nota-se na porção sudeste os maiores índices atingiram 15,5%. Já na porção central os menores índices foram 9,8%.

No que tange a amplitude higrométrica registrada no interior da bacia nos três anos padrão de umidade relativa do ar mínima (Figuras 30, 31 e 32), é possível verificar que a maior amplitude foi registrada no ano habitual (menor 9,8% e maior 15,5%) e a menor amplitude no ano seco (menor 9,9% e maior 11,9%). Analisando os três mapas nota-se, ainda, que os índices de umidade relativa do ar mais elevadas apresentam oscilação que atinge quase o dobro (ano úmido 19,2% e ano seco 11,9%) quando comparado com as oscilações referente aos menores índices (ano úmido 13,9% e ano habitual 9,8%).

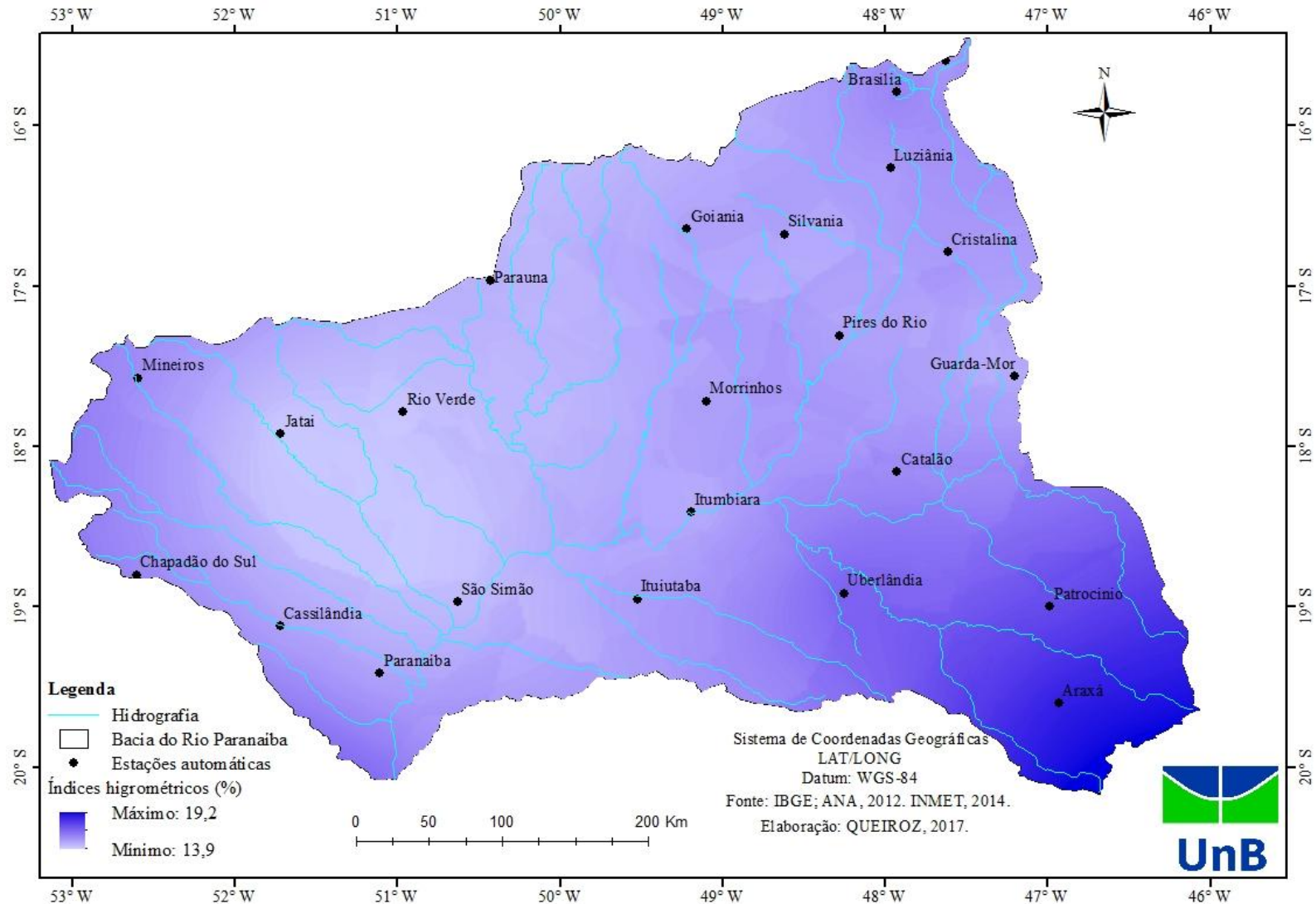


Figura 30: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar mínima no ano padrão úmido (2009) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

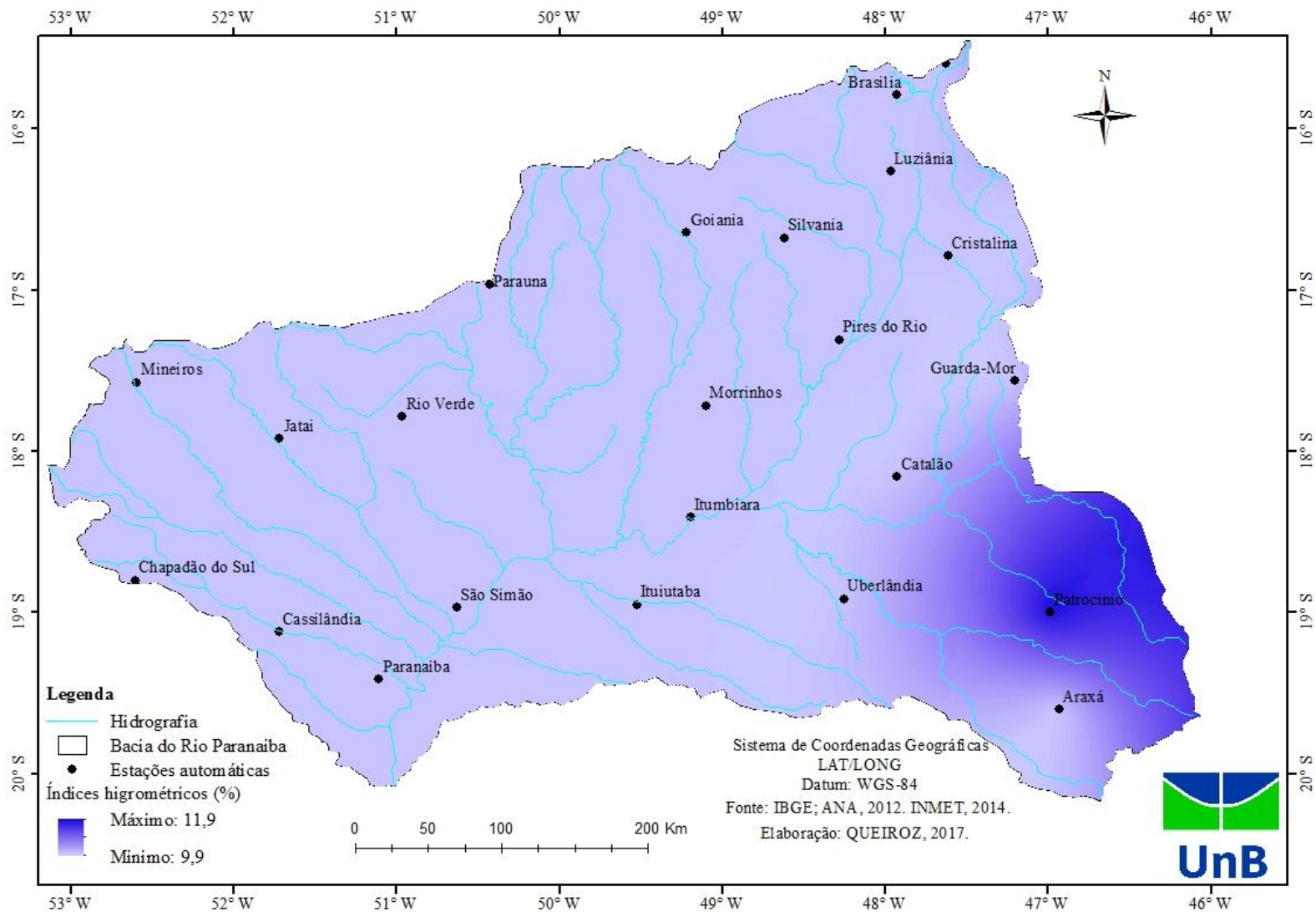


Figura 31: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar mínima no ano padrão seco (2011) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

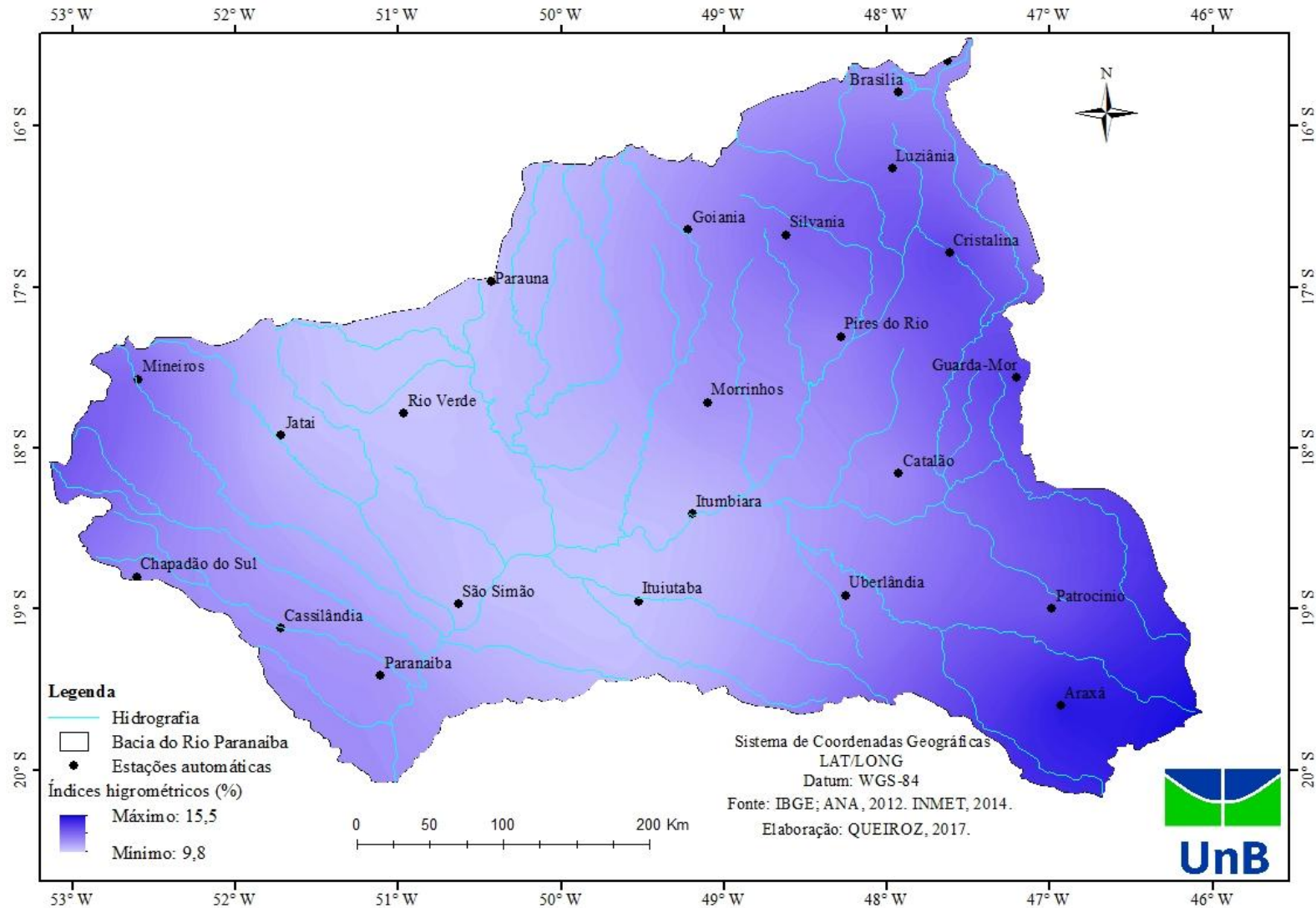


Figura 32: Espacialização dos dados de umidade relativa do ar mínima no ano padrão habitual (2012) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

Quanto à definição dos anos padrão de umidade relativa do ar, serão descritos os resultados referentes a amplitude higrométrica (Figura 33), sendo que no que diz respeito a média, o ano de 2009 foi considerado como baixa amplitude, o de 2011 como habitual e o de 2013 como alta amplitude. Já ao buscar a definição com base no maior número de ocorrências, nota-se um equilíbrio nos dados culminando no registro de todos os anos analisados (2008 a 2013) com maior percentual na faixa habitual. No entanto, o ano de 2009 foi considerado, também, com tendência a baixa amplitude higrométrica, pois houve a mesma quantidade de estações com registro nas respectivas faixas de classificação (tendente a baixa e habitual).

Para espacialização dos dados dos anos padrão, seguiu-se a metodologia em que a definição dos anos padrão de amplitude higrométrica foi calculada a partir do percentual de ocorrência das cinco faixas. Desta forma, foram definidos o ano de 2013 como alta amplitude, 2009 como baixa e 2010 como habitual quando observado amplitude higrométrica na área de estudo.

Ano	Águas Emendadas	Araçá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiânia	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Paraúna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvânia	Uberlândia	Média	Percentual				
																										Baixa	Tendente a baixa	Habitual	Tendente a alta	Alta
2008	*	0	1	0	*	-0,5	0	0	-1	0	-1	-0,5	0	-1	1	0,5	1	*	0,5	1	0,5	0	*	0,5	0,100	20	20	35	10	15
2009	0,5	0,5	0,5	-0,5	0,5	1	1	0	0,5	-1	0,5	1	1	0,5	0	*	0	0	0	0	-0,5	0	*	1	0,295	23	32	32	9	5
2010	-0,5	0,5	-0,5	1	0	0	-0,5	-1	0	0	0,5	-0,5	0	0	0	-1	0	1	-1	0	-1	0	*	0,5	-0,109	9	13	43	17	17
2011	0	-1	-1	0	0	1	-0,5	0,5	0,5	1	0	1	0	-0,5	0	-0,5	-1	0	0,5	-0,5	0	-1	-0,5	0	-0,083	13	13	38	21	17
2012	-0,5	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0	0	1	0	0,5	0,5	0,5	0,5	-0,5	1	1	1	-1	0,250	17	33	38	8	4
2013	1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0,5	-1	-1	-1	0	-0,5	0,5	0	-1	-1	-0,5	0	0	0	-1	-0,333	4	8	42	8	38

Figura 33: Classificação e definição dos anos padrão da amplitude higrométrica

Fonte dos dados: INMET, 2014.

*Período sem dados

Ao observar a Figura 34, verifica-se que as maiores amplitudes higrométricas ocorreram na porção sul, próximo a Ituiutaba, Itumbiara, Jataí e Patrocínio, atingindo uma amplitude próximo a 90%, em um dia. Já os índices mais baixos, quando analisada a maior amplitude, foram registrados na região nordeste da bacia, com amplitude de 62,1%.

Quanto à Figura 35, referente ao dados dos menores valores de amplitudes higrométricas máximas anuais, nota-se uma heterogeneidade na apresentação das faixas de amplitude. No entanto, verifica-se uma redução dos índices de oeste para leste, sendo que na porção oeste os índices atingiram 75,4%. Já na porção leste os menores índices foram 69,5%.

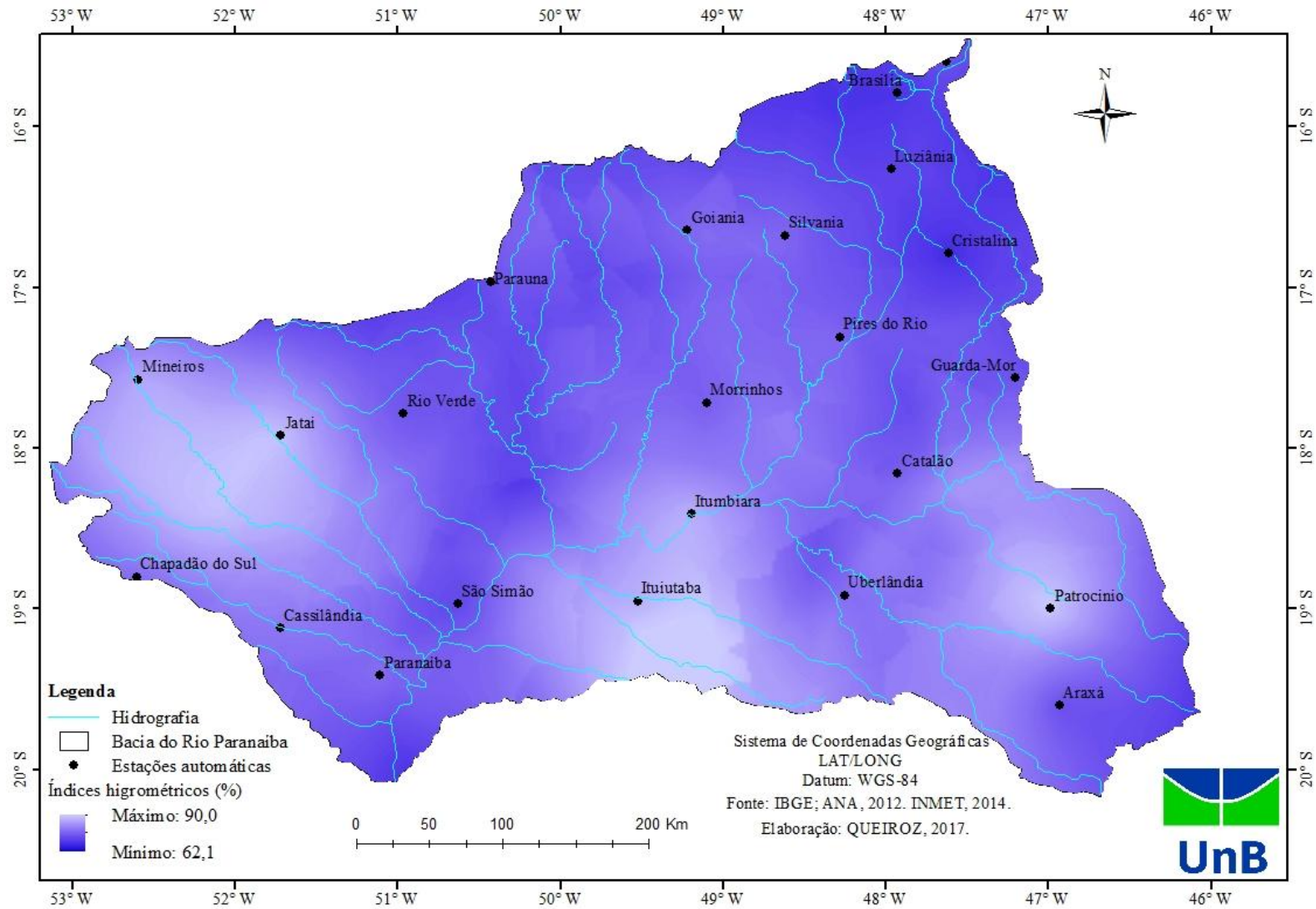


Figura 34: Espacialização dos dados de amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2013) na Bacia do Rio Paranaíba
 Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

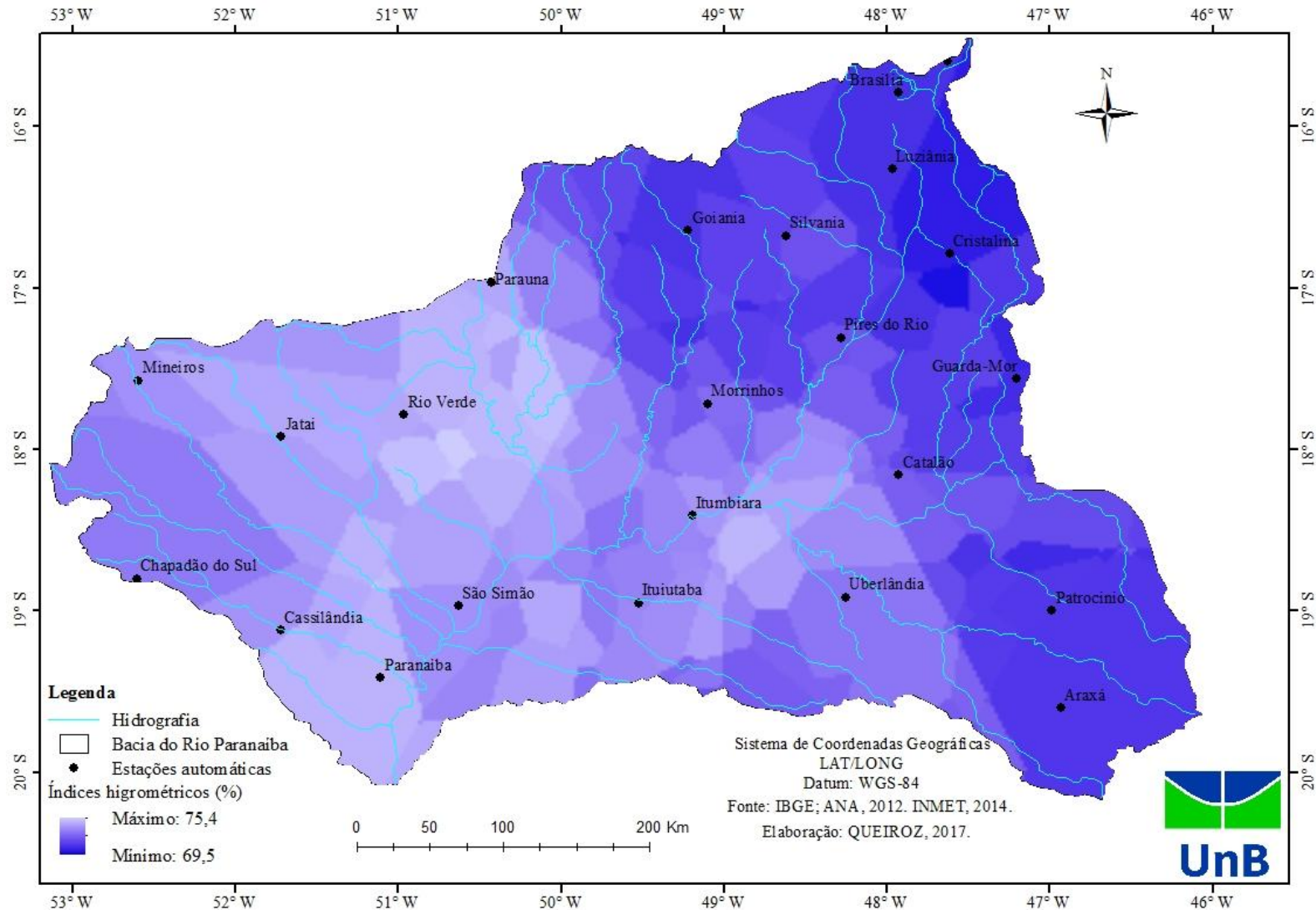


Figura 35: Espacialização dos dados de amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de baixa amplitude (2009) na Bacia do Rio Paranaíba. Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014. Elaboração: QUEIROZ, 2017

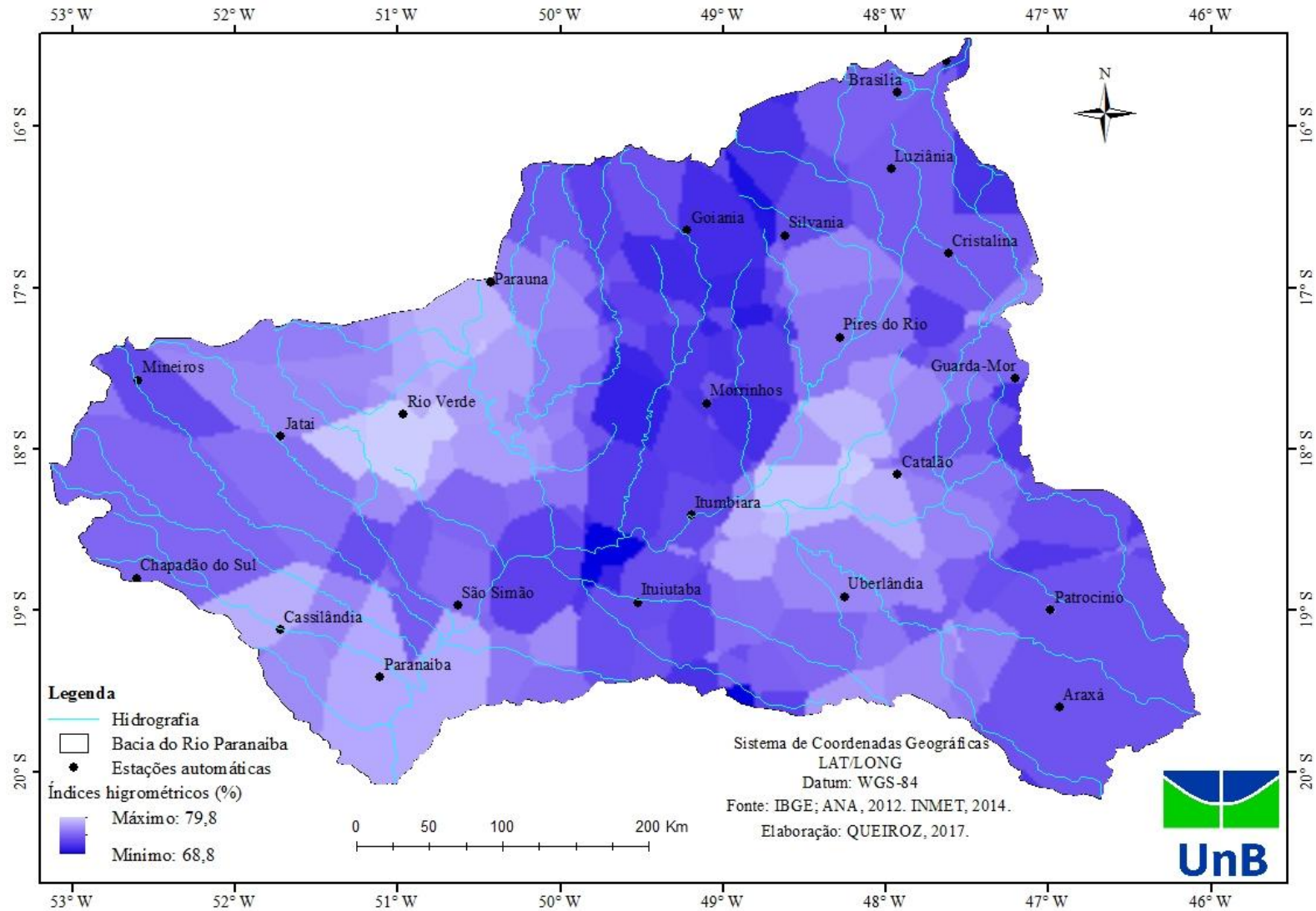


Figura 36: Espacialização dos dados de amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de habitual (2010) na Bacia do Rio Paranaíba
Fonte dos dados: IBGE; ANA, 2012. INMET, 2014.
Elaboração: QUEIROZ, 2017

Assim como foi apresentado na Figura 35 (ano padrão de baixa amplitude higrométrica), a Figura 36 (ano padrão habitual de amplitude higrométrica) demonstra heterogeneidade quando observamos a espacialização dos dados de amplitude no interior da bacia, sendo que a menor amplitude foi 68,8% e as maiores 79,8%.

Analisando os três mapas, referentes aos anos padrão de amplitude higrométrica, nota-se que a amplitude registrada no interior da bacia nos respectivos anos (Figuras 34, 35 e 36), foi maior no ano padrão de alta amplitude (menor 62,1% e maior 90%) e a menor amplitude no ano de baixa amplitude (menor 69,5% e maior 75,4%). Semelhante ao que ocorreu na amplitude dos dados por ano padrão na bacia, ao analisar a diferença entre os índices de maiores amplitudes e entre os de menores amplitudes a oscilação foi significativa, sendo que referente as maiores amplitudes a diferença foi de 14,6% (ano de alta amplitude 90% e ano de baixa amplitude 75,4%) e no caso das amplitudes mais elevadas a diferença foi de 7,4% (ano de baixa amplitude 69,5% e ano de alta amplitude 62,1%).

5.1.3 Os extremos termo-higrométricos e a latitude e altitude

A figura 37, referente à relação entre o ano padrão quente e a latitude, mostra uma tendência de aumento na temperatura do ar conforme aumenta a latitude. Tal fato pode ser explicado pela atuação mais incisiva da altitude (Figura 42) como fator geográfico condicionante extremos térmicos (temperatura do ar alta). Vale destacar, ainda, que, ao observar a Figura 37, é possível afirmar que o aumento da temperatura máxima do ar e da latitude não foi uniforme, sendo que os dados em algumas estações não seguiram a tendência da bacia.

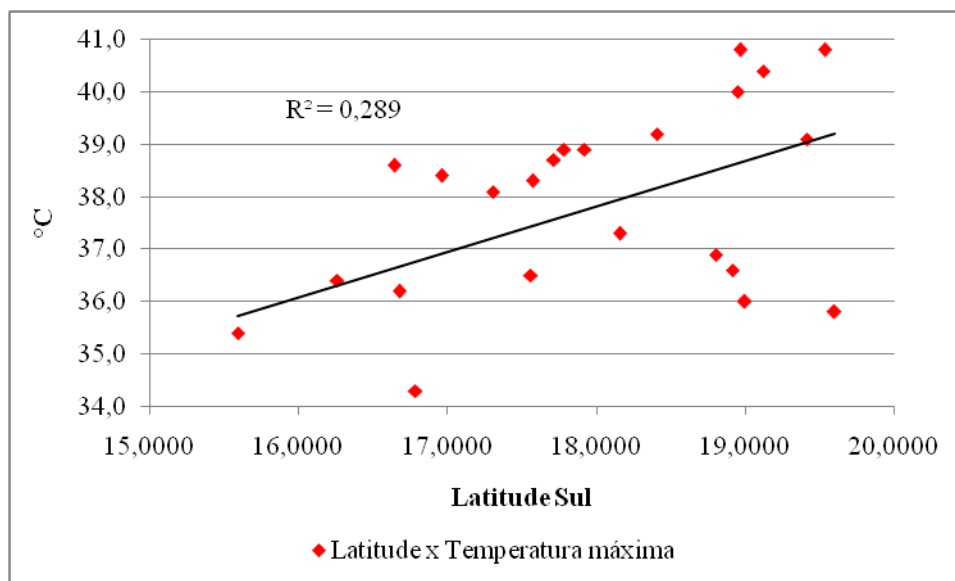


Figura 37: Correlação entre a temperatura do ar máxima no ano padrão quente (2012) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

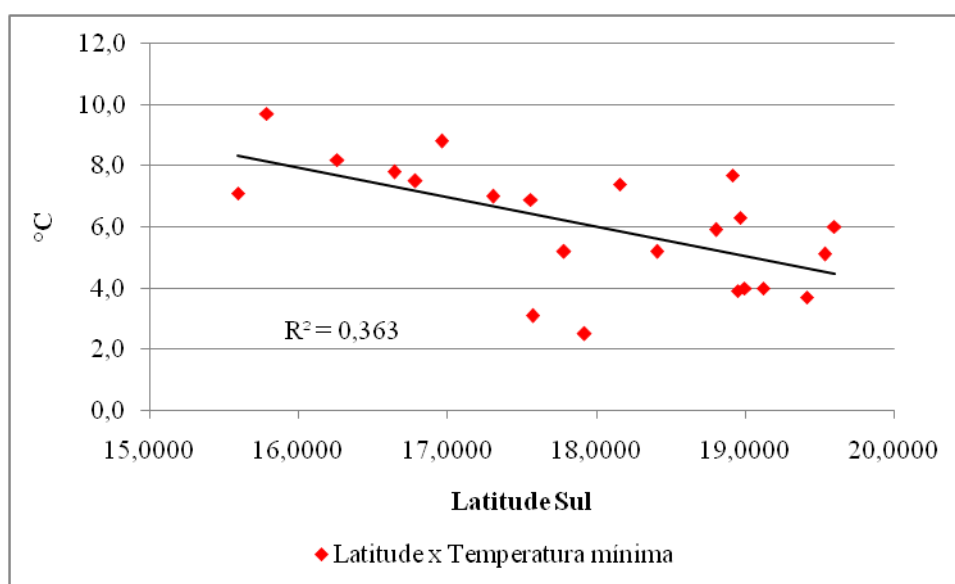


Figura 38: Correlação entre a temperatura do ar mínima no ano padrão frio (2009) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

Na Figura 38, verifica-se que ao observar os dados de temperatura do ar mínima no ano padrão frio e a latitude, houve uma tendência de queda na temperatura do ar conforme aumenta a latitude. No entanto, assim como ocorreu na figura 37, na figura 38 nota-se a presença de estações em que os dados não seguem a tendência.

Outra variável destacada neste trabalho é a amplitude térmica máxima diária, sendo que, ao relacionar este dado com a latitude, verifica-se uma pequena relação entre os dados e

o fator geográfico, sendo que houve uma pequena tendência de elevação da amplitude conforme aumenta a latitude.

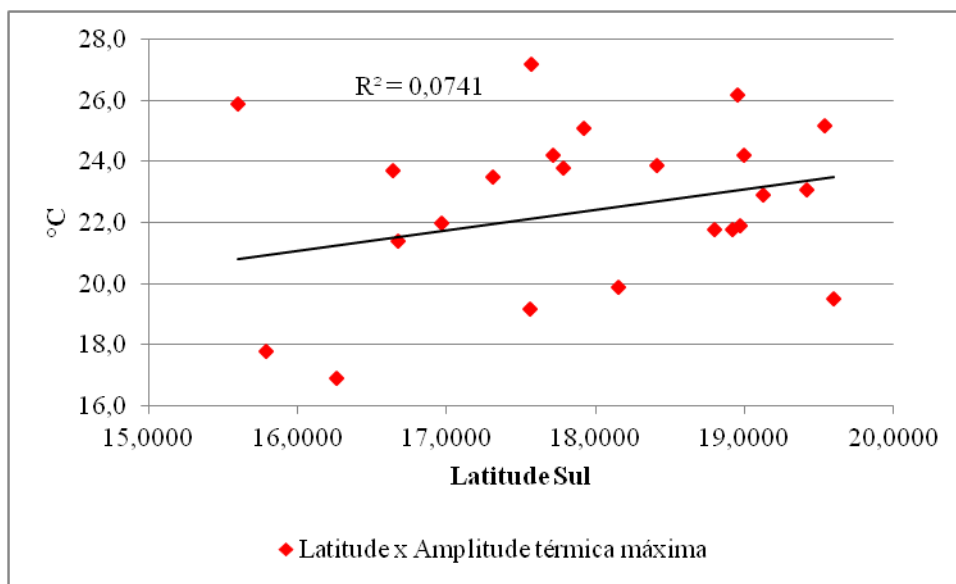


Figura 39: Correlação entre a amplitude térmica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2011) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

Além dos extremos térmicos foram elaborados gráficos de correlação entre a umidade relativa do ar e a latitude.

Ao plotar os dados de umidade relativa do ar mínima, no ano padrão seco (2011), e a latitude (Figura 40), nota-se que, no interior da bacia, tal fator geográfico não exerce forte influência na amplitude dos dados, tendo em vista que em todas as estações a umidade relativa do ar mínima oscilou de 10 a 11%, isto é, uma diferença pequena de índices entre as estações.

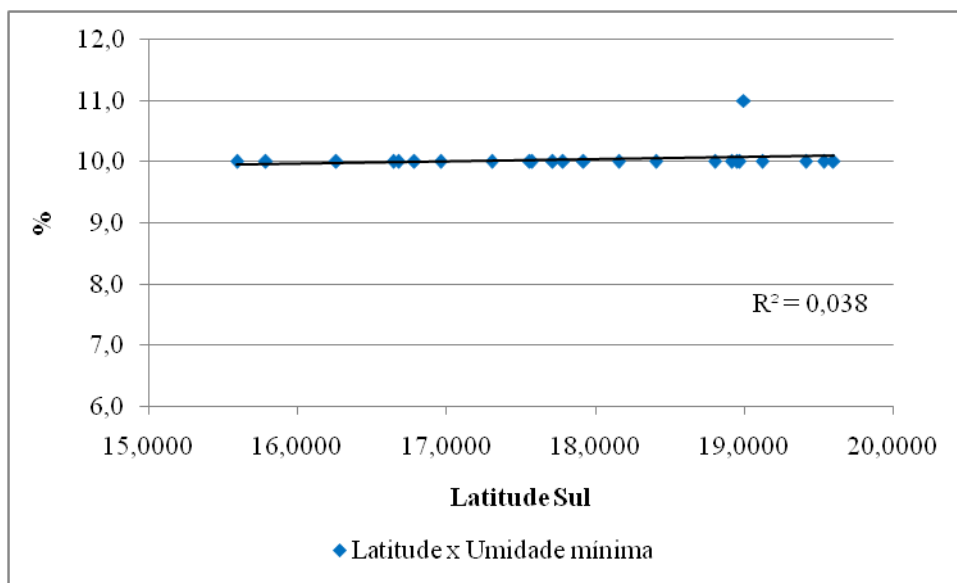


Figura 40: Correlação entre a umidade relativa mínima no ano padrão seco (2011) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

Na Figura 41, ao correlacionar os dados da amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão (2013) com a latitude, é possível afirmar que há uma tendência de elevação da amplitude conforme aumenta a latitude. No entanto, observando-se a mesma figura nota-se uma dispersão dos dados em relação a esta tendência, o que demonstra que não há uma uniformidade na distribuição dos dados de amplitude quando comparado com a latitude.

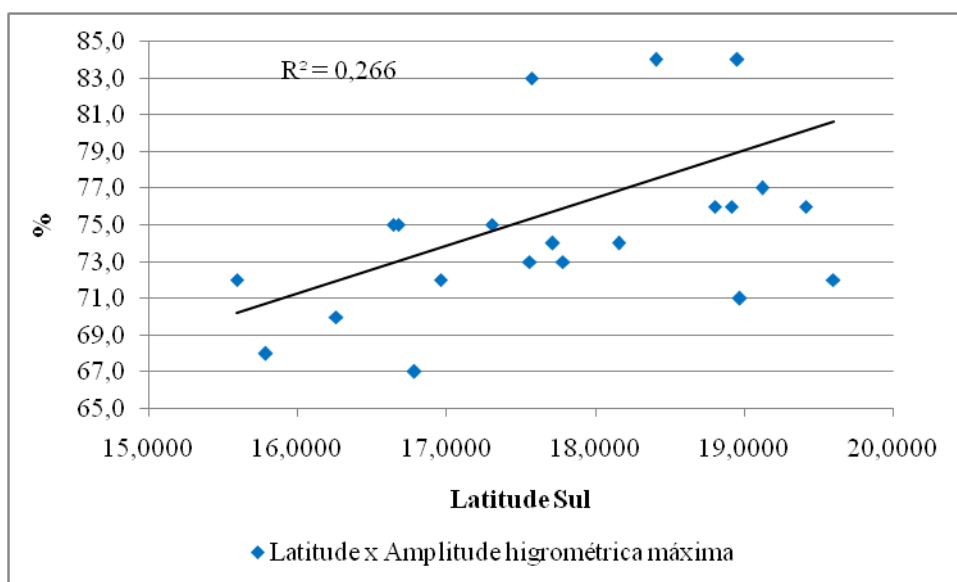


Figura 41: Correlação entre a amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2013) e a latitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

Conforme já descrito neste trabalho, outro fator geográfico que exerce forte influência no comportamento termo-higrométrico na bacia do rio Paranaíba é a altitude.

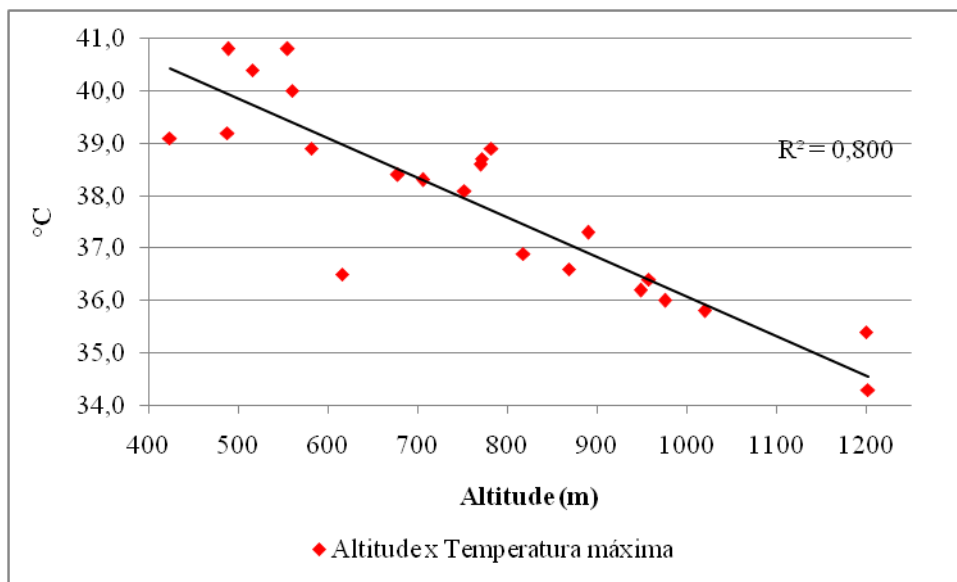


Figura 42: Correlação entre a temperatura do ar máxima no ano padrão quente (2012) e a altitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

Ao relacionar a temperatura do ar máxima no ano padrão quente (2012) com altitude (Figura 42), nota-se uma forte tendência de redução da temperatura do ar conforme aumenta a altitude.

Na Figura 43, referente a relação entre a temperatura do ar mínima no ano padrão frio (2009) e a altitude, foi possível observar uma leve tendência de elevação da temperatura do ar conforme aumenta a altitude no interior da área de estudo. Nota-se, também, uma dispersão dos dados no interior do gráfico, o que demonstra ausência de uniformidade dos dados quando se trata da relação proposta, sendo que tal fato pode ser explicado pela atuação simultânea do fator latitude, já que na área estudo a altitude se eleva de oeste para leste, tendo portanto, áreas com altitudes baixas e altas tanto em latitudes mais baixas como mais altas.

Para exemplificar o que foi explicado pode-se observar o caso das estações de Brasília e Araxá ambas em altitudes superiores a 1000 metros, porém a primeira em latitude mais que a segunda. Outro caso que pode ser verificado são as estações de Ituiutaba e Goiânia, sendo que as duas se encontram em altitudes entre 519 e 734 metros, no entanto, a primeira em latitude mais elevada que a segunda.

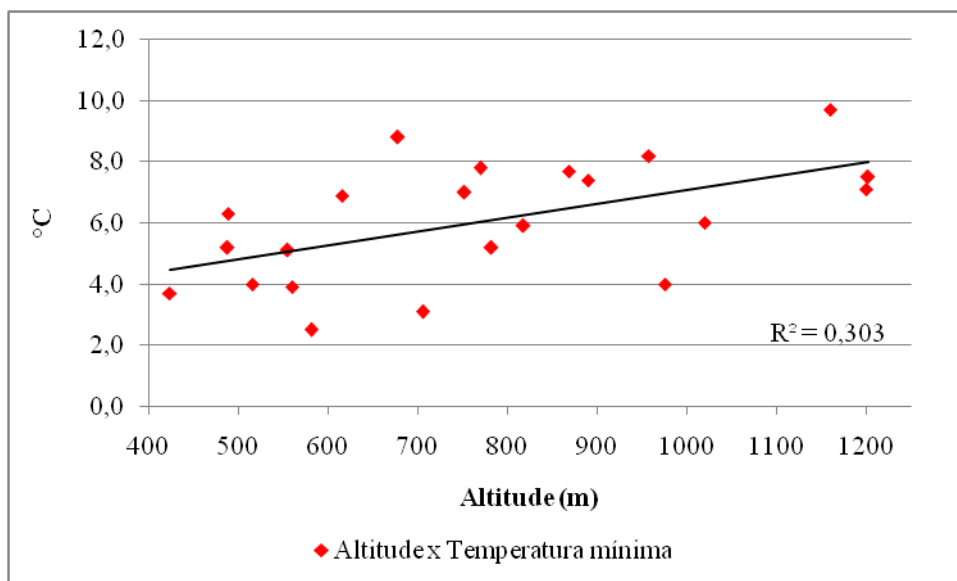


Figura 43: Correlação entre a temperatura do ar mínima no ano padrão frio (2009) e a altitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

Quando se observa a relação entre a amplitude térmica máxima diária e a altitude, verifica-se a tendência de redução da amplitude conforme se eleva a altitude. Nesta mesma figura (Figura 44), é possível visualizar a dispersão dos dados, não havendo, assim, uniformidade dos dados de temperatura do ar quando correlacionado com a altitude.

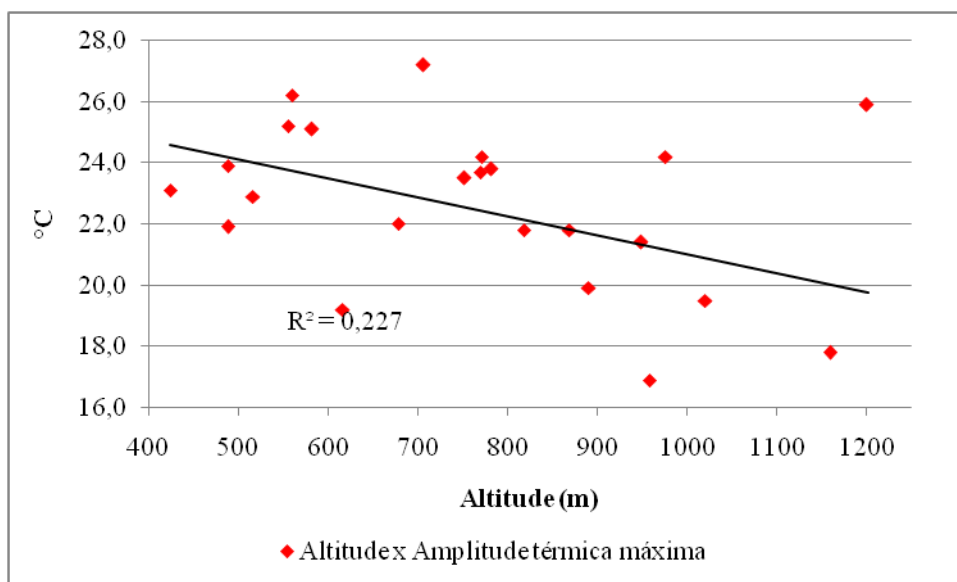


Figura 44: Correlação entre a amplitude térmica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2011) e a altitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

Além da temperatura do ar, conforme já descrito, neste trabalho analisou-se também a relação dos dados de umidade relativa do ar e a altitude. Neste sentido, assim como ocorreu

na relação com a latitude (Figura 40), a Figura 45 apresenta uma baixa correlação entre o fator geográfico e a umidade relativa do ar mínima no ano padrão seco (2011), oscilando de 10 a 11%, ou seja, uma baixa variação.

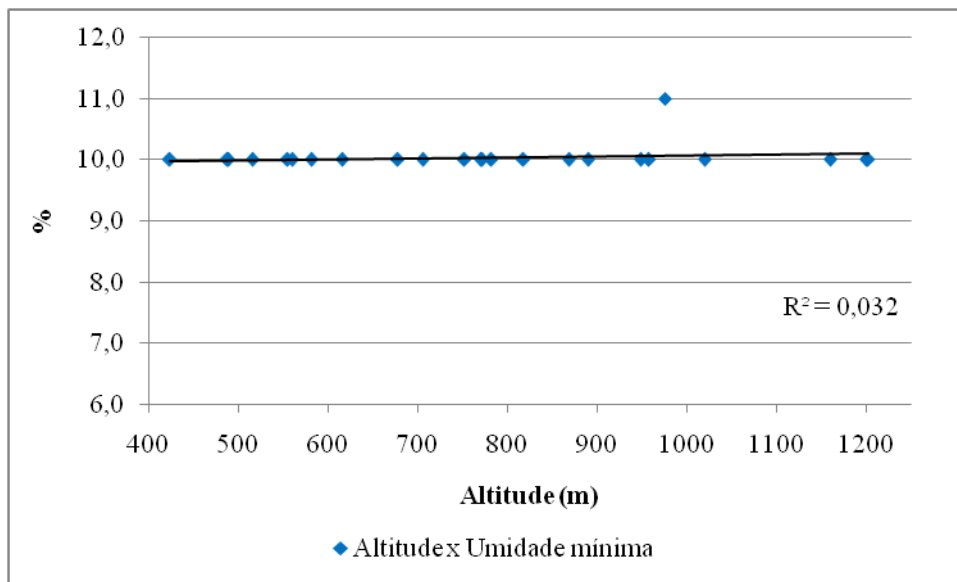


Figura 45: Correlação entre a umidade relativa mínima no ano padrão seco (2011) e a altitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

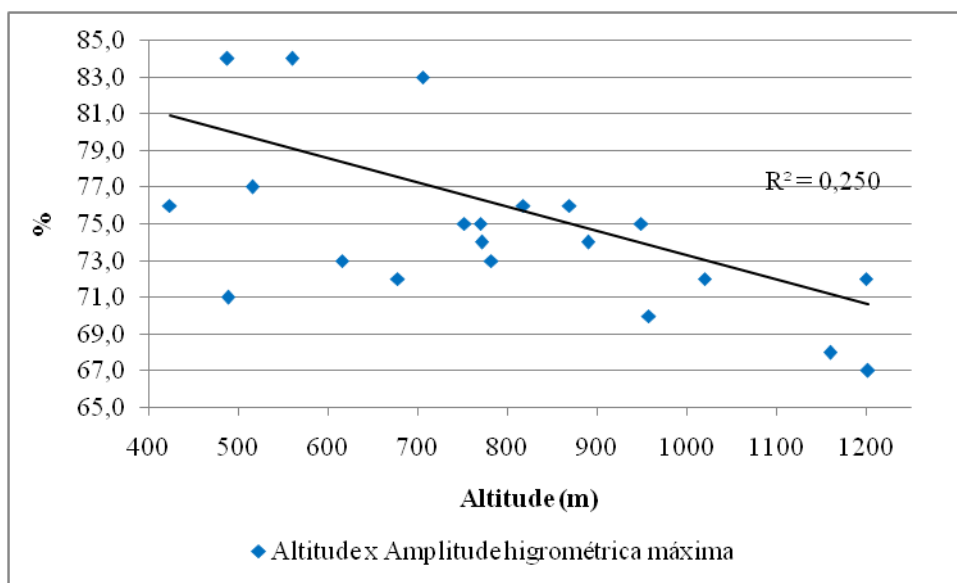


Figura 46: Correlação entre a amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão de alta amplitude (2013) e a altitude na Bacia do Rio Paranaíba

Fonte dos dados: INMET (2014)

Elaboração: QUEIROZ, 2017

Para finalizar as análises das figuras que correlacionam os dois fatores geográficos com os extremos termo-higrométricos, a Figura 46 apresenta a relação entre a altitude e a

amplitude higrométrica máxima diária no ano padrão (2013), sendo que neste caso, há uma tendência de redução da amplitude higrométrica conforme eleva-se a altitude. No entanto, é possível observar que há uma dispersão dos dados, o que demonstra que esta tendência não é uniforme.

Ao associar os dois fatores geográficos com os extremos aqui analisados, nota-se que:

- a temperatura do ar máxima possui forte relação com os dois fatores. No entanto, a altitude demonstrou exercer maior influência no interior da bacia, fato que pode ser explicado pela hipsometria da bacia (Figura 6) que reduz a altitude de leste para sudoeste, seguindo a calha do rio Paranaíba e de alguns dos seus principais afluentes.
- a temperatura do ar mínima segue a ideia de que as menores temperaturas do ar ocorrem na latitudes mais altas, no entanto, ao observar a altitude, neste caso, os extremos de temperatura do ar mínima aumentaram conforme elevou-se a altitude contradizendo os conceitos relatados neste trabalho. Tal fato está relacionado a circunstância de que a parte sudoeste da bacia possui altitudes mais baixas facilitando a inserção de sistemas atmosféricos que provocam a queda da temperatura do ar (massas polares) e, em algumas estações localizadas em altitudes mais elevadas, o efeito da latitude vai influenciar para que a temperatura do ar mínima seja mais alta do a parte sul.
- a amplitude térmica e higrométrica máxima diária apresentou elevação conforme altitude reduzia e a latitude aumentava, no entanto, tais dados demonstraram-se dispersos, não sendo uma tendência geral para a área de estudo em questão.
- a umidade relativa do ar mínima, tanto no que se refere a latitude como a altitude, apresentou dados oscilando entre 10 e 11% em toda área de estudo, o que demonstra que tal extremo higrométrico está relacionado ao sistema atmosférico atuante sobre a região no período seco.

5.2 GÊNESE DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS

Após definir os anos padrão, iniciou-se a etapa de definir quais foram as datas e períodos em que ocorreram os extremos termo-higrométrico no referido ano.

Para análise e compreensão da gênese destes extremos foram considerados apenas os extremos que geraram maiores impactos para o conforto humano e animal, bem como para a produção agrícola, sendo eles a temperatura do ar máxima, temperatura do ar mínima, maior

amplitude térmica máxima, umidade relativa do ar mínima e maior amplitude higrométrica máxima.

Vale destacar, ainda, que nesta etapa estes períodos foram analisados de forma mais aprofundada, por meio da metodologia de análise rítmica.

5.2.1 Extremos de temperatura do ar

Ao observar os dados da Figura 47, nota-se que foram registrados dois períodos com temperatura do ar máxima elevadas no ano de 2012 (ano padrão de temperatura do ar máxima extrema), sendo o primeiro em meados de setembro e o segundo no final de outubro. No caso do segundo período, a Figura 48 corrobora com as informações referente ao registro de extremos de temperatura do ar, já que a mesma apresenta uma reportagem sobre temperaturas elevadas em Ituiutaba e o incomodo que o fenômeno provocou na população local.

Ano padrão	Mês	Municípios																										
		Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiânia	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvânia	Uberlândia			
2012	Jan																											
	Fev																											
	Mar																											
	Abr																											
	Mai																											
	Jun																											
	Jul																											
	Ago																											
	Set						15					12 e 13	14		15		15	13	13	13								
	Out	30	31	31	31	30	31	30	29	30	31	31		30		31			31		31	30	29	31				
	Nov																											
	Dez																											

Figura 47: Datas em que ocorreram os eventos extremos de temperatura do ar máxima no ano padrão (2012)

Fonte dos dados: INMET, 2014.



Figura 48: Reportagem sobre o registro de temperaturas elevadas em Ituiutaba em 28/10/2012
 Fonte dos dados: Globo, 2017.

Ano padrão	Mês	Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiânia	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvânia	Uberlândia	
		2009	Jan																6*							
	Fev																									
	Mar																									
	Abr																									
	Mai																									
	Jun		2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	28	4		4	3	3	4	3	3	**	3	
	Jul	20																								
	Ago																									
	Set																									
	Out																									
	Nov																									
	Dez																									

Figura 49: Datas em que ocorreram os eventos extremos de temperatura do ar mínima no ano padrão (2009)

Fonte dos dados: INMET, 2014.

* Na estação de Morrinhos, verifica-se a ausência de dados em todo o outono/inverno do ano de 2009, período em que são registradas as temperaturas do ar mínimas anuais.

** Na estação de Silvânia, verifica-se a ausência de dados em todo o ano de 2009.

No que diz respeito ao extremos de temperatura do ar mínima (Figura 49), verifica-se que na maior parte das estações analisadas, o início de junho representou o período mais frio no ano de 2009 (ano padrão de temperatura do ar mínima extrema).

Ano padrão	Mês	Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiânia	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvania	Uberlândia
	2011	Jan																							
Fev																									
Mar																									
Abr																									
Mai																									
Jun																									
Jul																									
Ago			5		5	5	5		5		5	5	5		5				6	5		5	5		5
Set		6		10		6			21		10				10			7			6		3	10	
Out																									
Nov																									
Dez																									

Figura 50: Datas em que ocorreram os eventos com as amplitudes térmicas máximas no ano padrão de maior amplitude térmica máxima anual (2011)

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Já, na Figura 50 é possível observar as datas em que ocorreram as amplitudes térmicas máximas no ano de 2011 (ano padrão de maior amplitude térmica máxima anual), com destaque para o início dos meses de agosto e setembro do respectivo ano.

Analisando a Figura 50, verifica-se que os eventos extremos de amplitude térmica máxima corresponde ao período seco na região com baixos índices pluviométricos, fato que contribui para a oscilação da diferença entre a temperatura do ar máxima e mínima ao longo de um dia.

Ano padrão	Mês	Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiânia	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvania	Uberlândia	
	2012	Jan																								
Fev																										
Mar																										
Abr																										
Mai																										
Jun																										
Jul																										
Ago																										
Set								10 - 18					9 - 19	8 - 18		1 - 18		1 - 19	7 - 15	10 - 15	10 - 19					
Out		25 - 31	25 - 31	25 - 31	25 - 31	25 - 31	25 - 31		25 - 31	25 - 31	25 - 31	25 - 31	25 - 31	25 - 31		22 - 31		25 - 31			25 - 31		26 - 31	25 - 31	25 - 31	25 - 31
Nov																										
Dez																										

Figura 51: Episódios em que ocorreram os extremos de temperatura do ar máxima no ano padrão (2012)

Fonte dos dados: INMET, 2014.

No que tange aos episódios em que ocorreram os extremos de temperatura do ar máxima no ano padrão (2012) (Figura 51), nota-se que na maior parte das estações o episódio

extremo de temperatura do ar máxima ocorreu no final de outubro, além deste episódio cabe aqui salientar que, com menor representatividade, foi registrado um episódio em meados de setembro.

Ano padrão	Mês	Águas Emendadas																							
		Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiania	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvânia	Uberlândia	
2009	Jan														5 - 10*										
	Fev																								
	Mar																								
	Abr																								
	Mai																								
	Jun		2 - 4	3 - 4	2 - 4	2 - 5	2 - 4	2 - 4	3 - 4	3 - 4	3 - 4	2 - 4	2 - 4	2 - 5	28	2 - 7		2 - 5	2 - 4	2 - 4	3 - 4	2 - 4	2 - 4	**	2 - 4
	Jul	19 - 24																							
	Ago																								
	Set																								
	Out																								
	Nov																								
	Dez																								

Figura 52: Episódios em que ocorreram os extremos de temperatura mínima no ano padrão (2009)

Fonte dos dados: INMET, 2014.

* Na estação de Morrinhos, verifica-se a ausência de dados em todo o outono/inverno do ano de 2009, período em que são registradas as temperaturas do ar mínimas anuais.

** Na estação de Silvânia, verifica-se a ausência de dados em todo o ano de 2009.

Ao observar a Figura 52, verifica-se que a maior parte das estações apresentaram de 2 a 5 dias com temperaturas do ar mínimas extremas no início de junho.

Ano padrão	Mês	Águas Emendadas																						
		Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiania	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvânia	Uberlândia
2011	Jan																							
	Fev																							
	Mar																							
	Abr																							
	Mai																							
	Jun																							
	Jul																							
	Ago		3 - 5		5 - 6	5	5		5 - 6		5 - 6	5 - 6	5 - 10		5 - 6		5 - 9	5 - 6		5	5			5
	Set	5 - 12		5 - 12		2 - 8		16 - 25		4 - 12				4 - 13		5 - 10			4 - 11			1 - 8	4 - 12	
	Out																							
	Nov																							
	Dez																							

Figura 53: Episódios em que ocorreram os extremos de amplitude térmica máxima no ano padrão (2011)

Fonte dos dados: INMET, 2014.

A Figura 53 apresenta os episódios de extremos de amplitude térmica máxima no ano padrão (2011), com destaque para dois períodos, o primeiro no início de agosto e o segundo na primeira quinzena de setembro.

5.2.2 Extremos de umidade relativa

Seguindo a mesma ideia que foi descrita sobre os eventos extremos de temperatura do ar, tendo como base os anos padrão definidos por meio de uma adaptação da metodologia descrita por Sant'Anna Neto (1995), foram definidas as datas em que ocorreram os eventos extremos de umidade relativa do ar no referido ano.

Tendo em vista que conforme já descrito neste trabalho, o clima na Bacia do Rio Paranaíba possui uma estação quente e úmida, na qual os índices de umidade relativa do ar superam 90% em todos os anos optou-se por não elencar as datas em que ocorreram os eventos extremos de umidade relativa máxima no ano padrão. Além disso, vale lembrar que conforme pode se observado na Figura 25, em 5 dos 6 anos classificados, foram definidos como ano padrão habitual, fato que corrobora para tal opção.

Ano padrão	Mês	Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiânia	Guarda-Mor	Itututaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parana	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvânia	Uberlândia
2011	Jan																								
	Fev																								
	Mar																								
	Abr																								
	Mai																								
	Jun																								
	Jul																								
	Ago				15	15				15		15	14	14		15			15			15			
	Set	6 e 22	6 e 7	4 e 8	2, 6, 7 e 8	6, 7 e 8	2 e 7	5	5, 6 e 7	6	4, 5, 6, 7 e 8	6, 7 e 8	6, 7 e 8	5, 6, 7 e 22	6 e 7	5, 6 e 7	6, 7 e 8	5, 6 e 7	6, 7 e 21	5, 7 e 8	6 e 7	5, 6 e 8	5 e 7	4, 6 e 7	
	Out																								
	Nov																								
	Dez																								

Figura 54: Datas em que ocorreram os eventos extremos de umidade relativa mínima no ano padrão (2011)

Fonte dos dados: INMET, 2014.

No que se refere aos eventos extremos de umidade relativa do ar mínima, no ano de 2011 (ano padrão), dois períodos merecem destaque, sendo o primeiro em meados de agosto e o segundo no início de setembro do respectivo ano. A Figura 55 relata o destaque no noticiário do Distrito Federal sobre o registro de extremos de umidade relativa se igualando a recordes anteriores.



Figura 55: Reportagem sobre o registro de umidade relativa baixa no Distrito Federal em 15/08/2011

Fonte dos dados: Globo, 2017.

Ano padrão	Mês	Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goânia	Guarda-Mor	Itaituba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvania	Uberlândia
		2013	Jan													5									
	Fev																								
	Mar																								
	Abr																								
	Mai			21										4				10					9		
	Jun	30																							
	Jul	16				29			22		29	29			28 e 30						8				
	Ago		28				28			28									28				28	28	
	Set			25	4		17		17									17							
	Out																24					10	10		
	Nov																								
	Dez																								

Figura 56: Datas em que ocorreram os eventos com as amplitudes higrométricas máximas no ano padrão de maior amplitude higrométrica máxima anual (2013)

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Para finalizar a descrição sobre os eventos extremos, a Figura 56 apresenta as datas em que ocorreram os eventos com as amplitudes higrométricas máximas no ano padrão de maior amplitude higrométrica máxima anual (2013), sendo que as amplitudes máximas ocorreram no período de maio a outubro, compreendendo, assim, os meses com registro de umidade relativa do ar mínima e temperatura do ar máxima e mínima anual, ou seja, período característico na região por baixos volumes pluviométricos e tempo seco.

Referente aos períodos em que ocorreram os extremos higrométrico, pode-se observar que na Figura 57, a maior parte das estações, os episódios em que ocorreram os extremos de umidade relativa mínima no ano padrão (2011) se concentraram em dois períodos, sendo o primeiro em meados de agosto e o segundo na primeira quinzena de setembro.

Ano padrão	Mês	Estações																								
		Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiania	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvania	Uberlândia	
2011	Jan																									
	Fev																									
	Mar																									
	Abr																									
	Mai																									
	Jun																									
	Jul																									
	Ago				12 - 18	12 - 19				6 - 20		12 - 19	11 - 19	12 - 18		12 - 18			12 - 20				12 - 19			
	Set	5 - 12 e 21 - 24	4 - 7	5 - 12	3 - 8	2 - 8	2 - 12	2 - 8	4 - 12	2 - 13	4 - 12	2 - 10	2 - 10	2 - 10	4 - 13 e 20 - 24	2 - 9	2 - 10	2 - 9	2 - 10		3 - 12 e 21 - 23	2 - 13	2 - 10	1 - 9	4 - 13	4 - 10
	Out																									
	Nov																									
	Dez																									

Figura 57: Episódios em que ocorreram os extremos de umidade relativa mínima no ano padrão (2011)

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Na Figura 58 nota-se que a distribuição das datas quando observa-se os episódios extremos de amplitude higrométrica máxima foi a mais heterogênea entre todas as cinco variáveis analisadas. No entanto, a maior parte dos episódios estão inseridos no período de maio a outubro, ou seja, durante o período seco na área de estudo.

Ano padrão	Mês	Estações																							
		Águas Emendadas	Araxá	Brasília	Campina Verde	Cassilândia	Catalão	Chapadão do Sul	Cristalina	Goiania	Guarda-Mor	Ituiutaba	Itumbiara	Jataí	Luziânia	Mineiros	Morrinhos	Paranaíba	Parauna	Patrocínio	Pires do Rio	Rio Verde	São Simão	Silvania	Uberlândia
2013	Jan														5										
	Fev																								
	Mar																								
	Abr																								
	Mai			21 - 24										4 - 5				7 - 10					7 - 12		
	Jun	27/06 - 02/07																							
	Jul	13 - 22				25/07 - 09/08				21 - 22	26 - 31	26/07 - 07/08			25/07 - 09/08						6 - 8				
	Ago		28					28			28									28				28	28
	Set			25	3 - 4		17 - 19		17										17						
	Out																24 - 26					10	9 - 10		
	Nov																								
	Dez																								

Figura 58: Episódios em que ocorreram os extremos de amplitude higrométrica máxima no ano padrão (2013)

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Ainda sobre as cinco variáveis analisadas, nota-se que todas possuem seus episódios extremos concentrados no período de maio a outubro, período com menores índices pluviométricos na área de estudo, fato que influencia diretamente nos índices de umidade relativa do ar. Além desse fato, vale lembrar que, neste período é inverno na bacia e, conseqüentemente, esta área recebe os raios solares de uma forma mais tangencial, ou seja, apresenta fotoperíodo menor e redução na intensidade da radiação solar.

5.2.3 O ano de 2009 - ano padrão frio

Para finalizar os resultados do presente trabalho foram construídos gráficos de análise rítmica, os quais serão descritos a seguir. Nesta primeira parte serão analisadas as figuras que representam o período no qual estão inseridas as temperaturas do ar mínimas anuais no ano padrão frio.

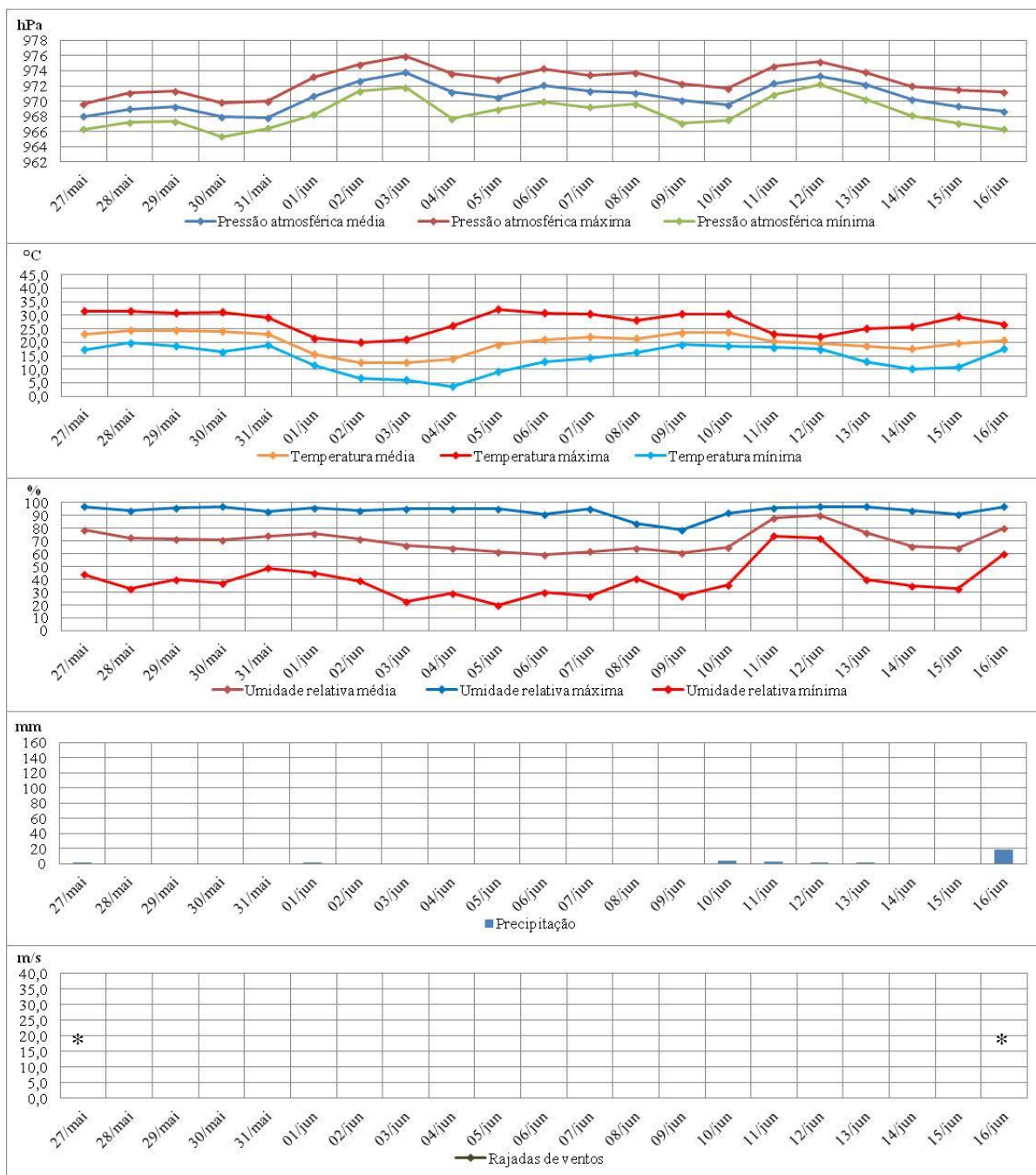
Nas Figuras 59 a 64 estão representados alguns dados meteorológicos no período 27 de maio a 16 junho nas estações meteorológicas de Paranaíba e Mineiros (oeste da bacia do rio Paranaíba), Ituiutaba e Goiânia (região central) e Araxá e Brasília (parte leste). Vale destacar que a estação de Paranaíba não registrou dados de ventos (rajadas e direção predominante) no período desta análise. Em todas as estações nota-se dois períodos com registro de temperaturas do ar baixas.

No primeiro período, compreendido entre os dias 2 e 4 de junho, nota-se que, para compreensão dos registros de temperatura do ar mínima, é necessário entender os dias que antecederam tal evento. Neste sentido é possível observar que nas estações de Paranaíba, Mineiros, Ituiutaba e Goiânia houve pequena redução na pressão atmosférica no 30 de maio, fato que propiciou o deslocamento de um sistema frontal em direção à região. Já nos dias 31 de maio e 1 de junho, nestas mesmas estações, verifica-se a elevação da pressão atmosférica após o avanço do sistema frontal, sistema atmosférico este que provocou a redução da temperatura do ar e aumento da umidade relativa mínima. Nos casos de Paranaíba, Ituiutaba e Goiânia, a presença do sistema frontal resultou, também, no registro de precipitação. Nos dias 2 a 4 junho, após a passagem do sistema frontal, nota-se a atuação da massa Polar Atlântica, sendo que nestes dias a pressão atmosférica permanece elevada, registra-se as menores temperaturas do ar e a umidade relativa mínima sofre uma redução nos seus índices. No que refere aos ventos em Mineiros, Ituiutaba e Goiânia com a atuação do sistema frontal e massa Polar Atlântica, predomina-se do quadrante sul.

Nos casos de Araxá e Brasília (Figuras 63 e 64), nota-se algumas diferenças quando comparado as outras quatro estações. Primeiramente, nestas duas estações houve a redução da pressão atmosférica no dia 1 de junho e elevação nos dias posteriores, fato que corroborou para a aproximação e atuação do sistema frontal, que provocou a precipitação nas duas estações nos dias 31 de maio e 1 de junho. Ainda sobre o dia 1 de junho, a partir desta data inicia uma redução da temperatura do ar culminando nos três dias de temperaturas do ar mínimas baixas em Araxá e dois em Brasília (3 e 4 de junho). Nos dias em que foram registradas as menores temperaturas do ar o sistema frontal já havia enfraquecido e passou a atuar nas duas estações a massa Polar Atlântica. Além disso, neste período frio a direção dos ventos predominante nas estações foi do quadrante sul.

O segundo período com temperaturas do ar baixas ocorreu nos dias 14 e 15 de junho (Figuras 59 a 64), no entanto, é importante entender os fenômenos meteorológicos que antecederam tais datas. Nas estações de Paranaíba, Mineiros e Ituiutaba, nos dias 9 e 10 de junho houve uma redução nos valores de pressão atmosférica, fato que atraiu os ventos com umidade para região, por meio da atuação da massa Equatorial continental (mEc) e culminou no registro de precipitação em Paranaíba. Nos dias 11 a 13 de junho o tempo permaneceu instável, com a aproximação e inserção de um sistema frontal, aumento da pressão atmosférica, redução da temperatura do ar máxima, aumento da umidade relativa mínima e registro de precipitação nas três estações. Nos dias 14 e 15 de junho passa a atuar na região a massa Polar Atlântica, provocando a queda da temperatura do ar mínima e da umidade relativa mínima. Devido a atuação de sistemas atmosféricos oriundos do sul e do norte neste período os ventos, em Mineiros e Ituiutaba, oscilaram nestes dois quadrantes.

As estações de Goiânia, Araxá e Brasília apresentaram uma dinâmica diferente quanto aos dias 14 e 15 de junho. Nestas três estações, houve uma pequena redução da pressão atmosférica no dia 13 de junho, o que favoreceu a aproximação e atuação do sistema frontal que gerou baixos índices pluviométricos. Após a atuação do sistema frontal, nos dias 14 e 15 passa a atuar, nas três estações, a massa Polar Atlântica (mPa), que provoca uma pequena redução na temperatura do ar mínima. No período observado das três estações, verifica-se que a direção dos ventos predominante nas três estações foi do quadrante sul.



	Direção predominante dos ventos	
27-mai	MTAc	*
28-mai	MTAc	*
29-mai	MTAc	*
30-mai	MTAc	*
31-mai	MTAc/SF	*
1-jun	MTAc/SF	*
2-jun	MPA	*
3-jun	MPA	*
4-jun	MPA/MTAc	*
5-jun	MPA/MTAc	*
6-jun	MPA/MTAc	*
7-jun	MPA/MTAc	*
8-jun	MTAc	*
9-jun	MTAc	*
10-jun	MTAc/MEC	*
11-jun	MTAc	*
12-jun	MTAc/SF	*
13-jun	MPA/SF	*
14-jun	MPA	*
15-jun	MPA	*
16-jun	MTAc/MEC	*

Figura 59: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Paranaíba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

*Período sem dados

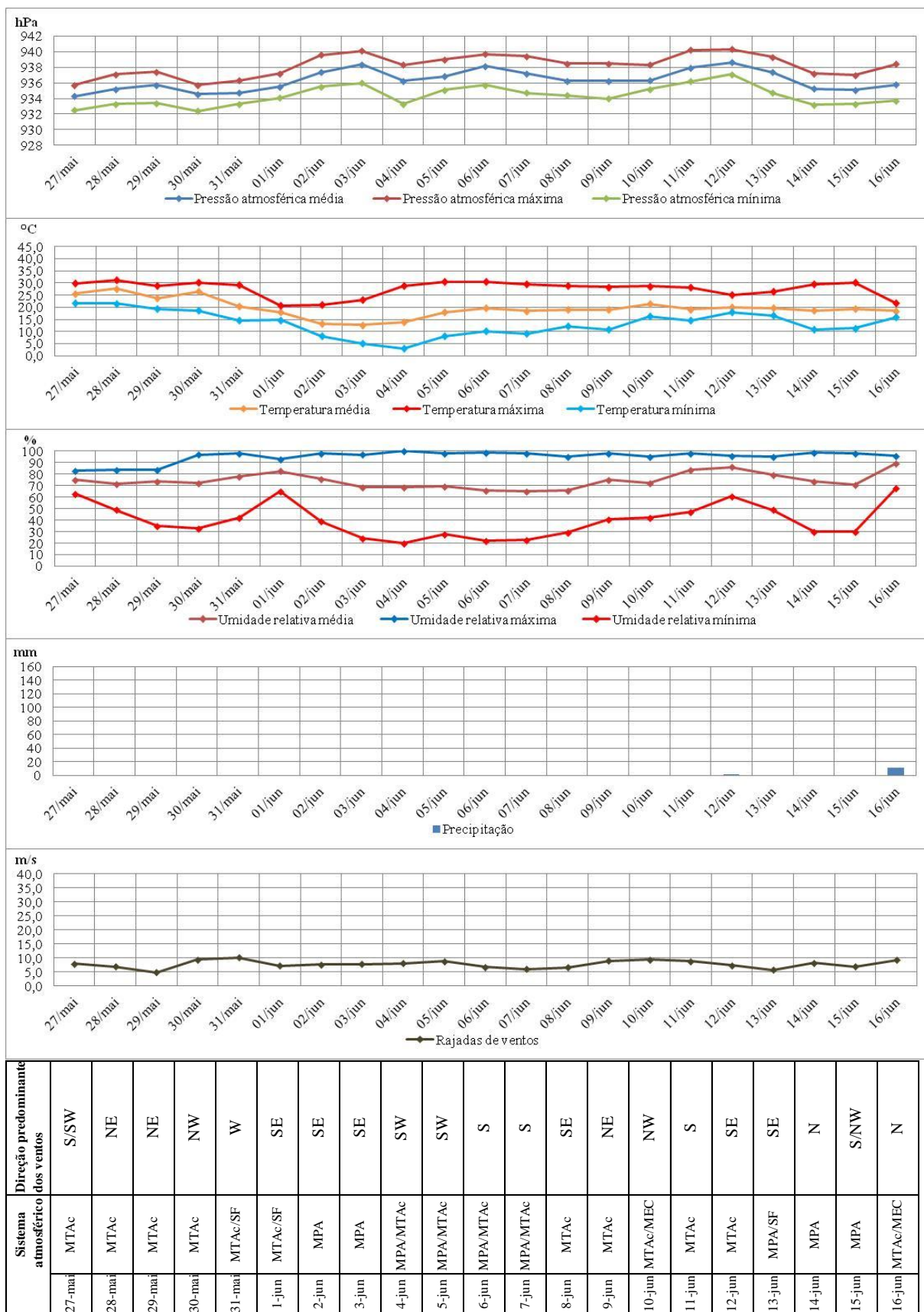


Figura 60: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Mineiros

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

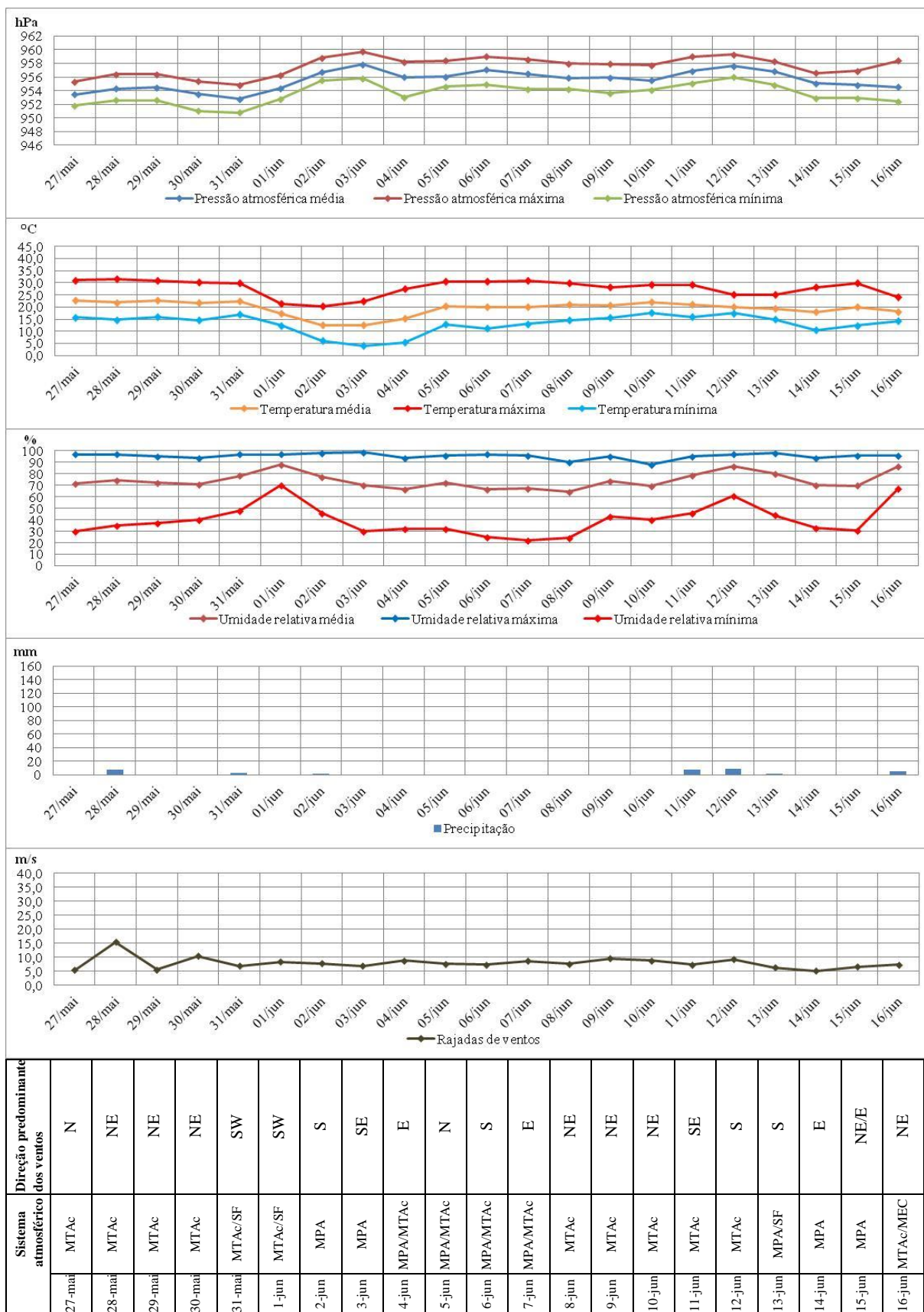


Figura 61: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Ituiutaba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

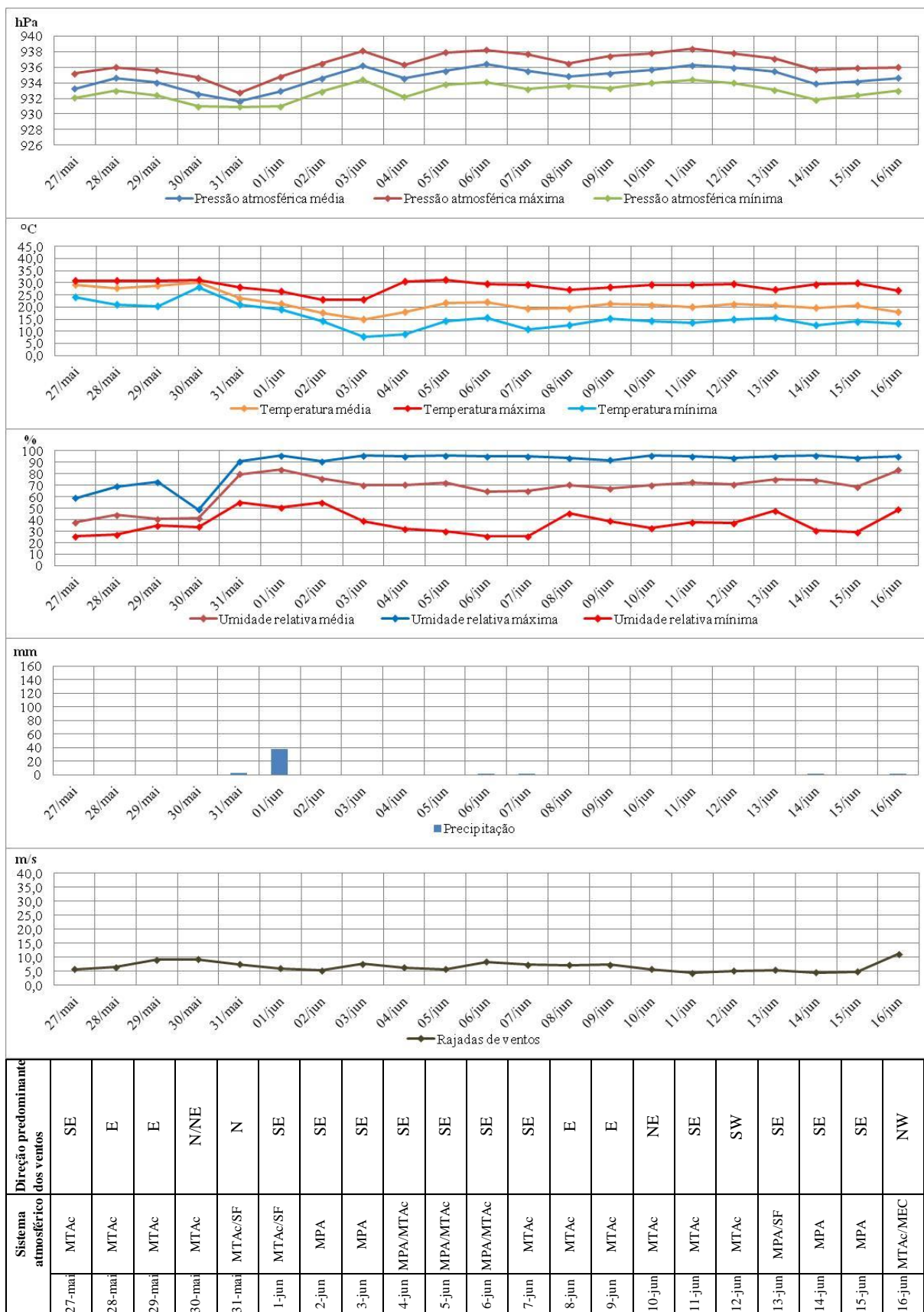


Figura 62: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Goiânia

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

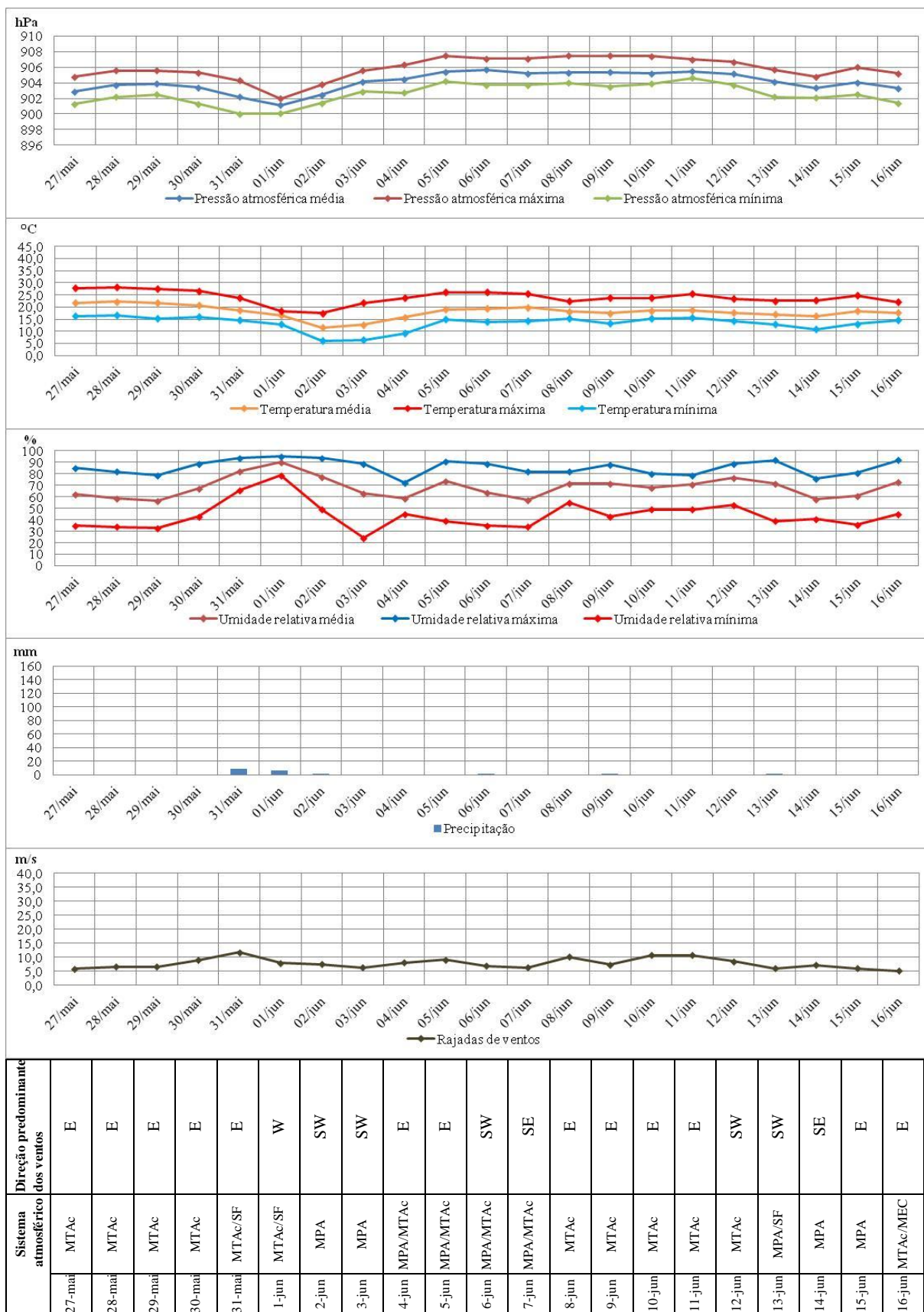


Figura 63: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Araxá

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

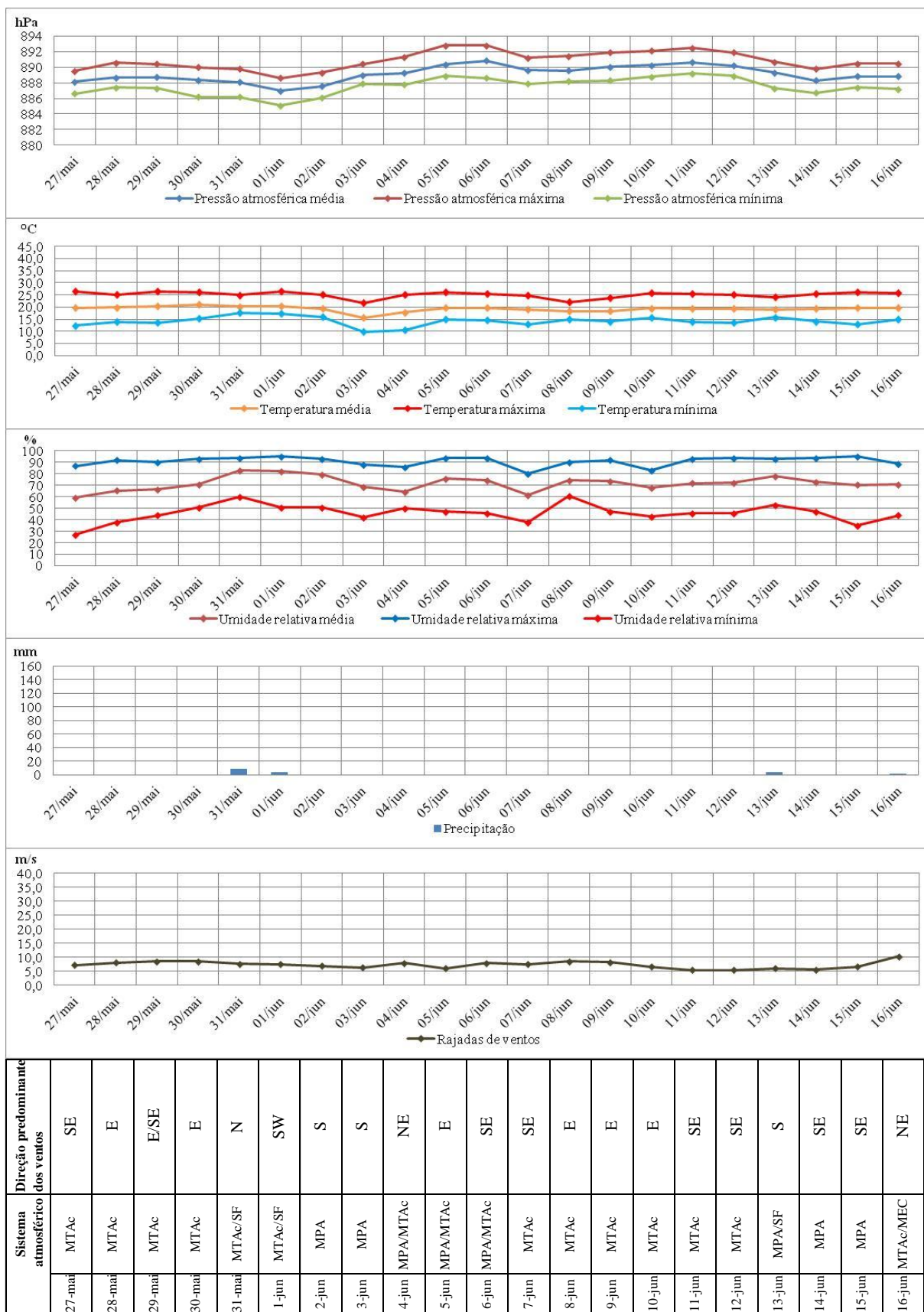


Figura 64: Análise rítmica do período de 27 de maio a 16 de junho no ano padrão frio (2009) em Brasília

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

A análise das figuras demonstra que o primeiro período com temperaturas do ar mínimas baixas apresentou uma queda mais acentuada da temperatura do ar, tal fato pode ser confirmado ao observar os dias que antecederam estes períodos. Ao observar as seis estações nota-se que nos dias 2 a 4 junho a estação de Goiânia, que está localizada na parte norte da bacia, apresentou um comportamento das temperaturas do ar mínimas semelhante às estações da parte sudeste (Paranaíba, Mineiros e Ituiutaba) devido a intensidade com que o sistema atmosférico de origem polar atuou na região. Já nos dias 14 e 15 de junho, como o sistema atmosférico de origem polar atuou com menor intensidade, a estação de Goiânia, Brasília e Araxá registraram pequena queda na temperatura do ar quando comparada aos dias que antecederam estas datas.

Nos dois períodos, foi possível observar que as estações de Araxá e Brasília registraram comportamento diferente. Tal fato pode estar relacionado ao relevo, tendo em vista que as duas estações estão localizadas nas porções de maior altitude da bacia, o que pode inibir a atuação de sistemas polares, pois nestes casos o relevo forma uma barreira. Além disso, no caso de Brasília, como a estação localiza-se na porção norte da bacia, ou seja, em latitudes mais baixas, a tendência é que devido ao deslocamento necessário pelos sistemas polares até chegar a esta localidade os extremos de temperaturas mínimas são mais altos.

5.2.4 O ano de 2011 - ano padrão com amplitude térmica máxima e umidade relativa mínima

As Figuras 65 a 70 apresentam os dados meteorológicos referente ao período de 29 de julho a 1 de outubro de 2011, representando os extremos de amplitude térmica máxima diária e a umidade relativa mínima no respectivo ano padrão. Vale destacar que em Paranaíba não foram registrados dados de pressão atmosférica no período de 3 agosto a 26 de setembro.

No que tange aos dois extremos destacam-se três períodos no intervalo citado. O primeiro período compreende o intervalo de 5 a 20 de agosto, sendo que nas estações de Paranaíba, Mineiros, Ituiutaba e Goiânia houve uma pequena e constante redução na pressão atmosférica, no entanto, no início e final deste período a pressão sofreu mudanças de maior intensidade. No início do período a pressão atmosférica estava mais elevada e no final do período houve a queda da pressão. O pico de pressão está relacionado a atuação da massa Polar Atlântica (mPa), já a redução da pressão atmosférica, no final do período, está relacionada à aproximação de um sistema frontal, portanto, neste caso, os sistemas frontais,

associados a massa Polar Atlântica, proporcionaram a ocorrência de instabilidade na região. No intervalo de maior estabilidade meteorológica, nota-se a elevação da temperatura do ar e redução da umidade relativa e atuação de sistemas atmosféricos oriundos de regiões tropicais (massa Tropical continental, massa Tropical Atlântica continentalizada e massa Equatorial continental).

Nas estações de Araxá e Brasília (Figuras 69 e 70), a dinâmica meteorológica foi diferente, sendo que a pressão atmosférica apresentou um pico no dia 6 de agosto, em seguida ocorreu uma queda até dia 10, estabilizando-se até o dia 15, quando iniciou um novo processo de elevação e, posterior, queda. Todo esse processo de elevação e queda da pressão atmosférica esteve associado à oscilação dos sistemas atmosféricos atuantes na região, sendo que, no início e final do período analisado, houve predominância de sistemas polares (sistema frontal e massa Polar Atlântica) e no intervalo entre a atuação dos sistemas polares ocorreu a atuação de sistemas tropicais. Ainda sobre a atuação dos sistemas atmosféricos, nota-se que entre o dias 5 e 20 de agosto houve atuação da massa Tropical Atlântica continentalizada em mais de 95% dos dias, da massa Tropical continental em 25%, da massa Equatorial continental em 19% e da massa Polar Atlântica em 6%. A temperatura do ar, assim como a pressão atmosférica, sofreu uma pequena redução nos dias 5 e 16, permanecendo com temperatura do ar mais alta e tendendo a estabilidade no intervalo entre estes dias. A umidade relativa do ar máxima e mínima oscilou durante este período, já a umidade relativa mínima apresentou dados mais uniformes com o registro de índices baixos. A direção predominante dos ventos neste período nas estações de Brasília e Araxá foram do quadrante leste.

Ainda sobre este primeiro período analisado nota-se a ocorrência de extremos de amplitude térmica nos dias 5 e 6, sendo que, neste caso, o fenômeno está relacionado atuação da massa Polar Atlântica (mPa) provocando baixas temperaturas do ar no período da manhã. No decorrer do dia a temperatura do ar se eleva, devido entre outras fatores, a atuação da massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac) produtora de tempo seco e quente.

O segundo período com registro de baixos índices de umidade relativa do ar está inserido entre os dias 2 e 12 de setembro. Neste período nota-se uma tendência de redução da pressão atmosférica até o dia 9 de setembro nas seis estações. O início do período em destaque é caracterizado pela atuação de uma massa Polar Atlântica (mPa), que posteriormente enfraqueceu e foi substituída por sistemas tropicais produtores de estabilidade com destaque para a massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac). Com a queda de pressão atmosférica no dia 9 de setembro possibilitou a aproximação e atuação do sistema

frontal. Durante o período em que atuaram a massa Polar Atlântica (mPa) já enfraquecida e os sistemas tropicais produtores de estabilidade de 4 a 8 de setembro houve o registro de baixos índices de umidade relativa do ar mínima. O período final de atuação da massa Polar Atlântica (mPa) no período da manhã associado com sistemas tropicais produtores de estabilidade, sobretudo a massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac), produziram amplitudes térmicas diárias elevadas nos dias 6 a 8 de setembro.

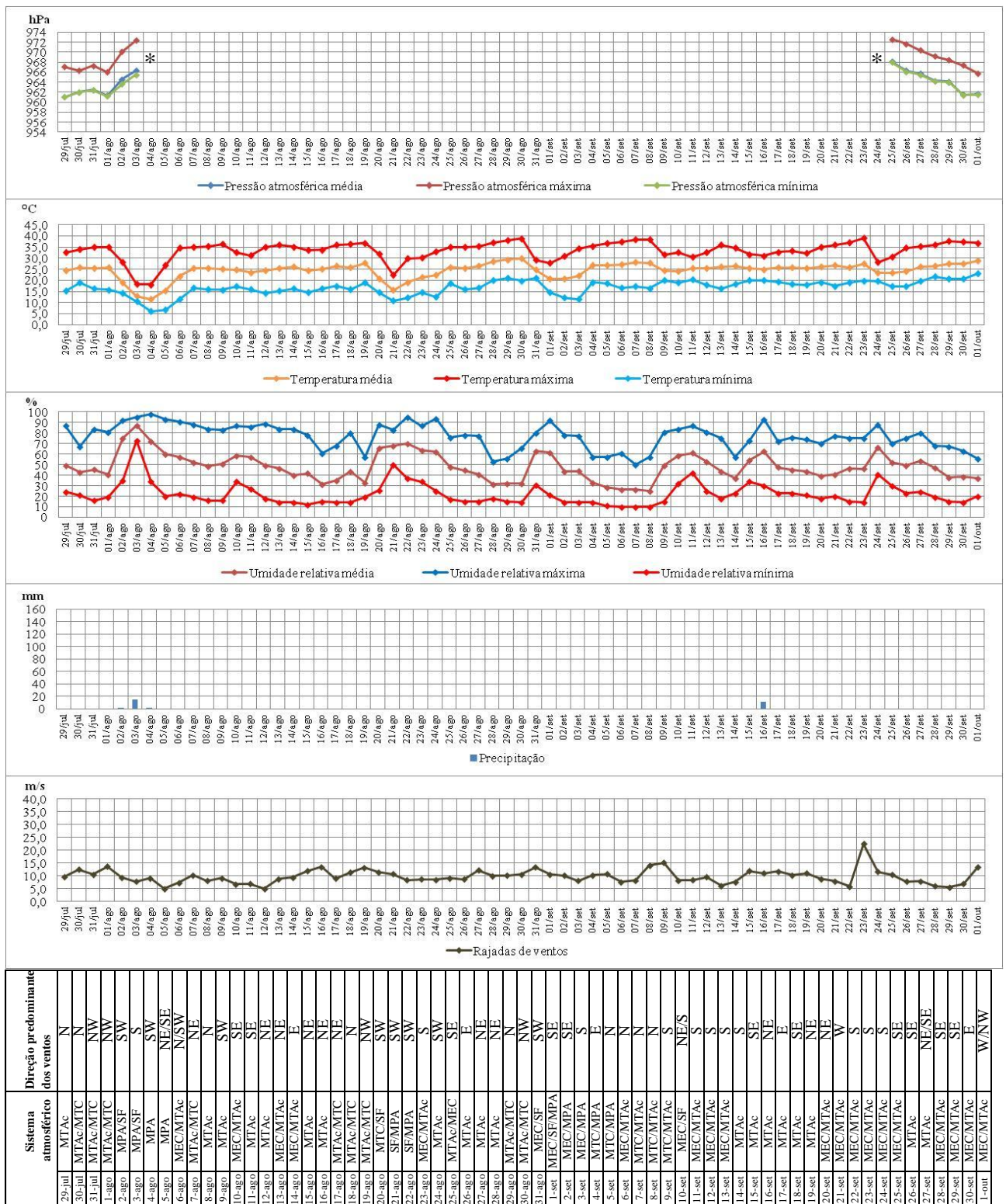


Figura 65: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Paranaíba
 Fonte dos dados: INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017
 *Período sem dados

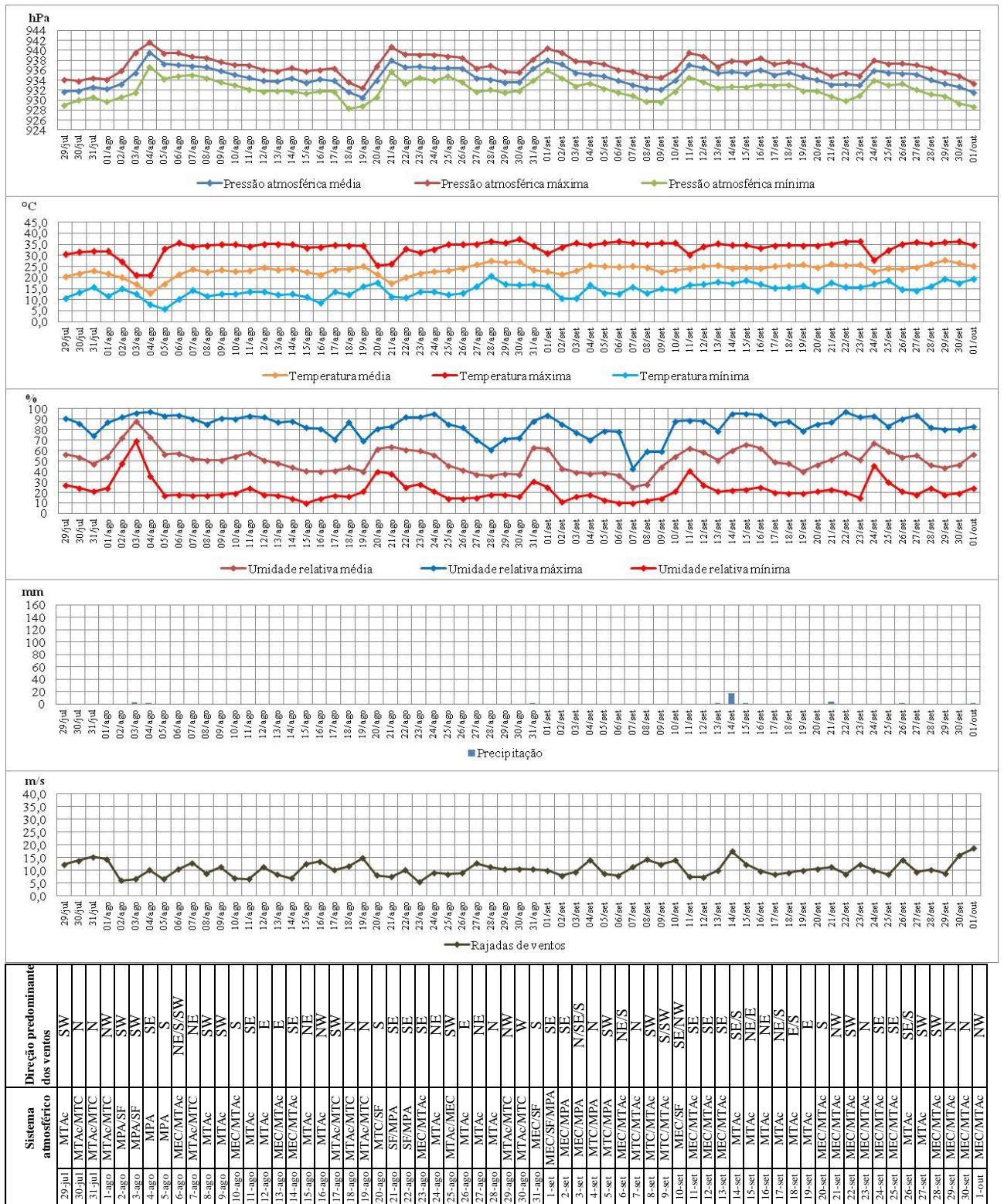


Figura 66: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Mineiros

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

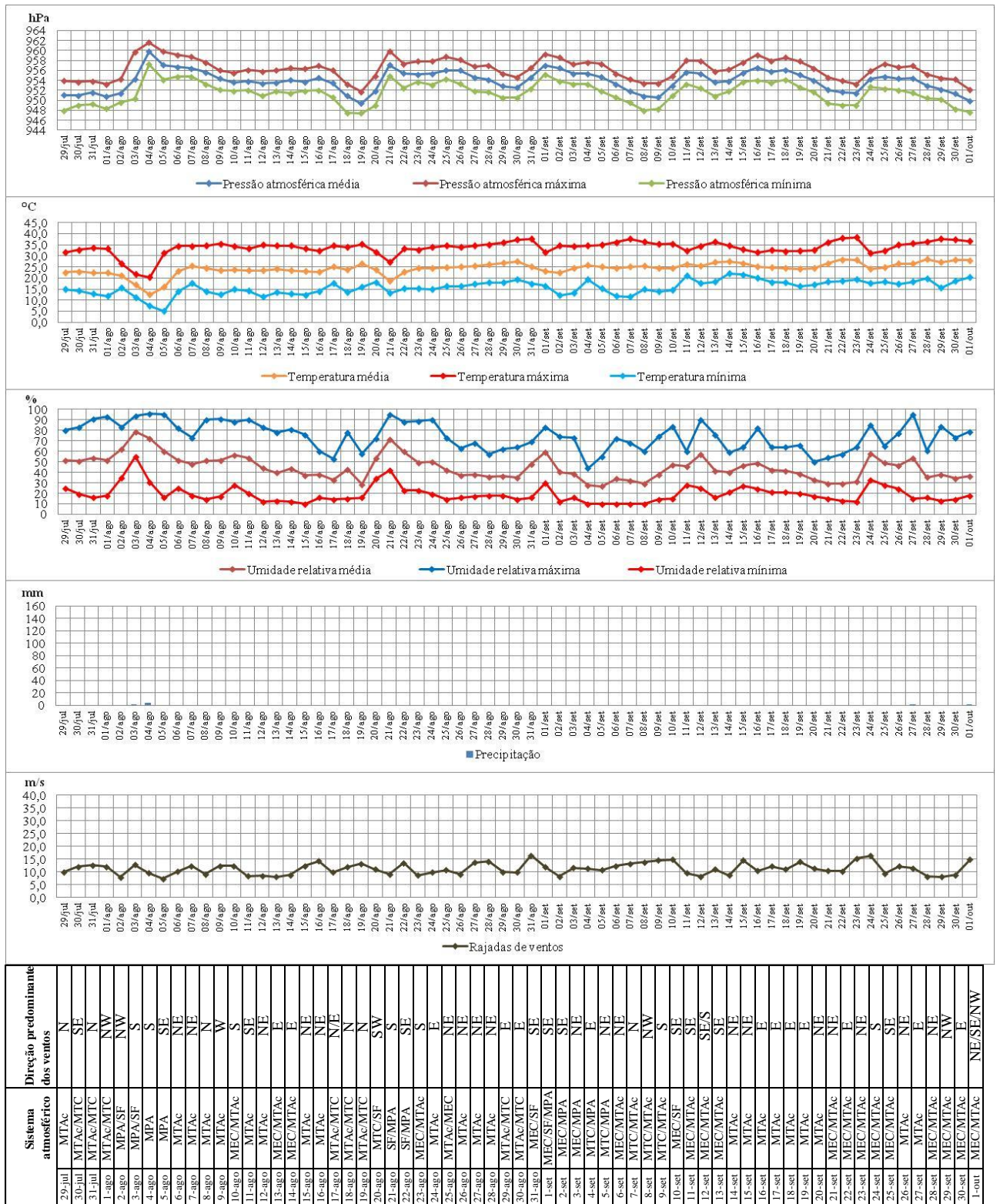
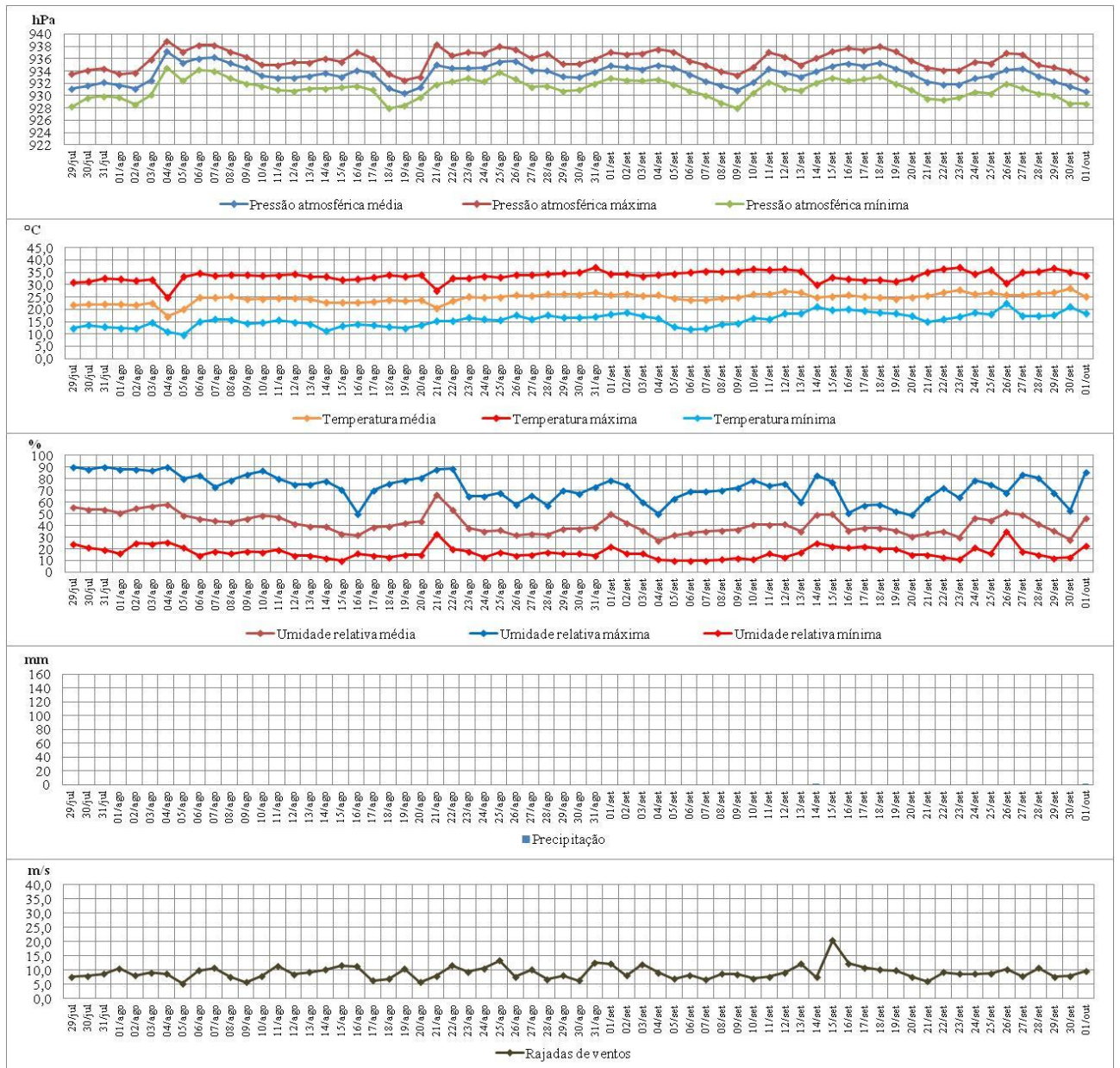


Figura 67: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Ituiutaba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017



Sistema atmosférico		Direção predominante dos ventos
29-Jul	MTAc	NW
30-Jul	MTAc/MTC	NW
31-Jul	MTAc/MTC	N
01-Ago	MTAc/MTC	NW
02-Ago	MHC	W
03-Ago	MHC	W
04-Ago	MPA	SE
05-Ago	MPA	SE
06-Ago	MTAc	E
07-Ago	MTAc	E
08-Ago	MTAc	E
09-Ago	MTAc	SW
10-Ago	MHC/MTC	S
11-Ago	MTAc	SE
12-Ago	MTAc	SE
13-Ago	MHC/MTC	SE
14-Ago	MHC/MTC	E
15-Ago	MTAc	E
16-Ago	MTAc	E
17-Ago	MTAc/MTC	E
18-Ago	MTAc/MTC	SE/NW
19-Ago	MTAc/MTC	NW
20-Ago	MTC/SF	SW
21-Ago	SF/MPA	SE
22-Ago	SF/MPA	SE
23-Ago	MHC/MTC	E
24-Ago	MTAc/MHC	E
25-Ago	MTAc	SE
26-Ago	MTAc	E
27-Ago	MTAc	E
28-Ago	MTAc	NE/SE/SW
29-Ago	MTAc/MTC	SE
30-Ago	MTAc/MTC	SE
31-Ago	MHC	W
1-set	MHC/SF/MPA	SE
2-set	MHC/MPA	SE
3-set	MHC/MPA	SE
4-set	MHC/MPA	E
5-set	MTC/MPA	E
6-set	MHC/MTAc	E
7-set	MTC/MTAc	SW
8-set	MTC/MTAc	NW
9-set	MTC/MTAc	WNW
10-set	MHC/MTAc	SE
11-set	MHC/MTAc	SE
12-set	MHC/MTAc	SE
13-set	MHC/MTAc	SE
14-set	MTAc	E
15-set	MTAc	E
16-set	MTAc	E
17-set	MTAc	E
18-set	MTAc	E
19-set	MTAc	E
20-set	MTAc	SE
21-set	MHC/MTAc	SE
22-set	MHC/MTAc	NW
23-set	MHC/MTAc	NW
24-set	MHC/MTAc	S
25-set	MHC/MTAc	SE
26-set	MTAc	E
27-set	MTAc	E
28-set	MHC/MTAc	SE
29-set	MHC/MTAc	SE
30-set	MHC/MTAc	SE
1-out	MHC/MTAc	W

Figura 68: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Goiânia

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

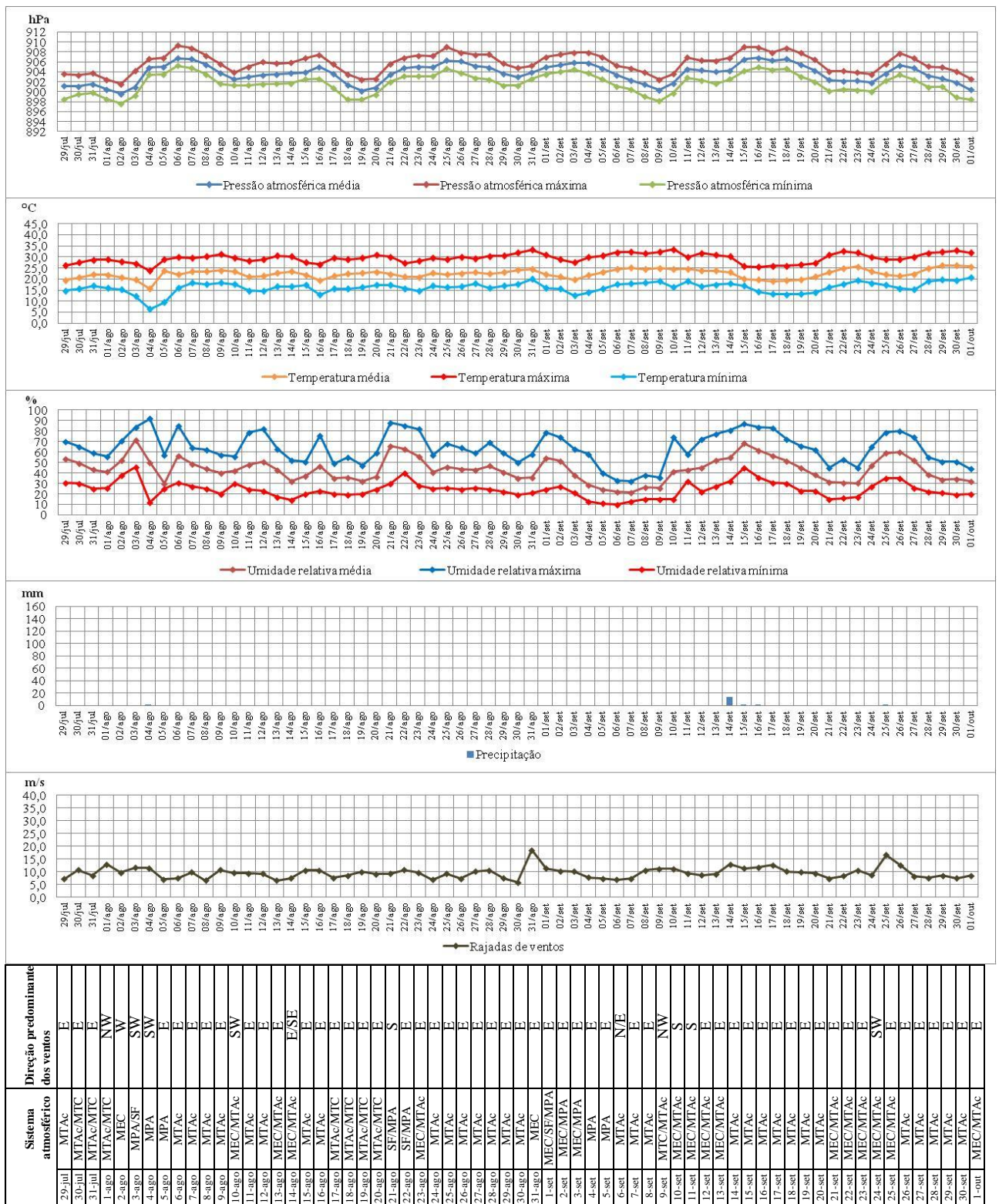


Figura 69: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Araxá

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

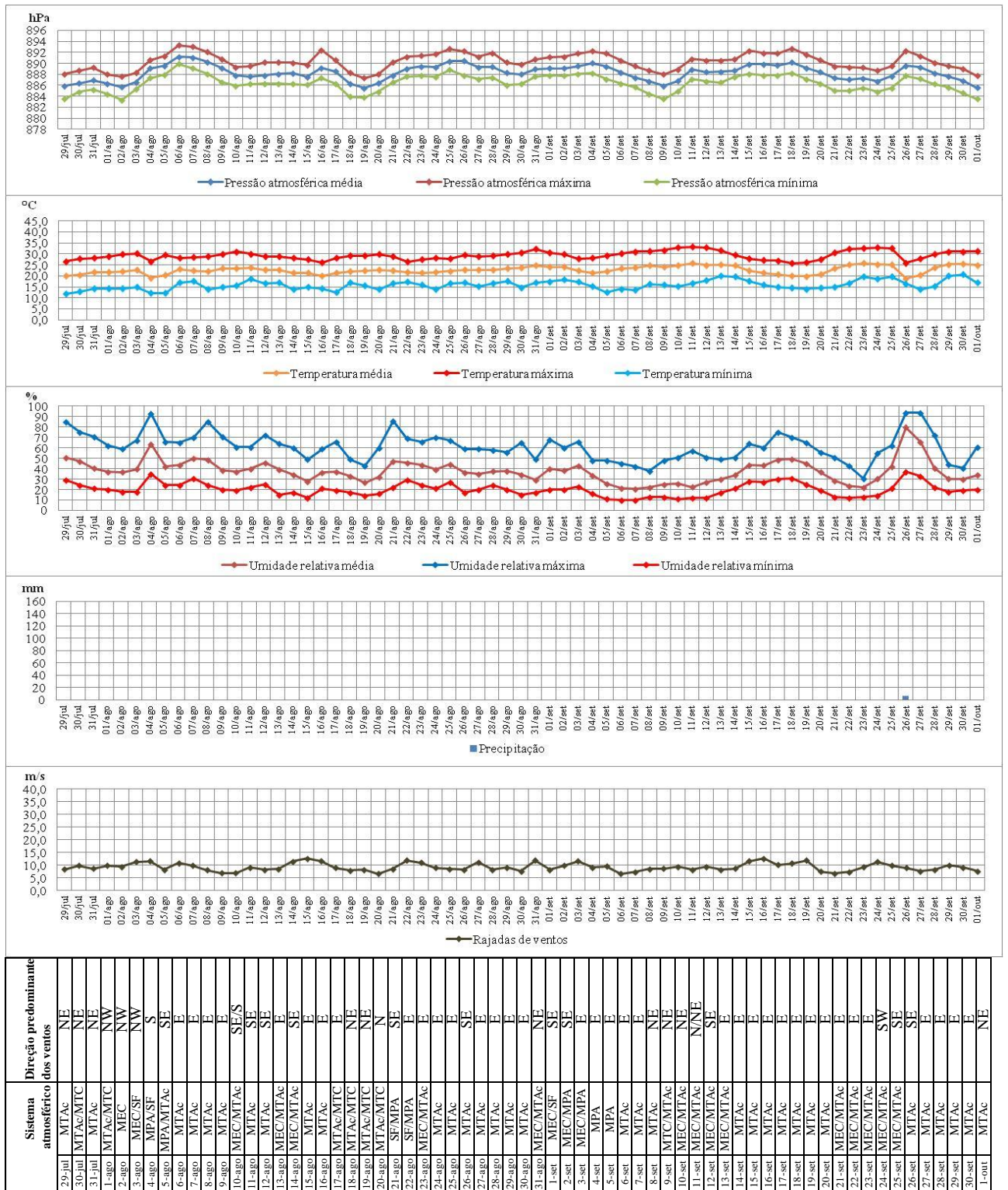


Figura 70: Análise rítmica do período de 29 de julho a 1 de outubro no ano padrão seco e com amplitude térmica máxima (2011) em Brasília

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

O terceiro período com baixos índices de umidade relativa do ar ocorreu no período de 20 a 24 de setembro. Ao observar as Figuras 65 a 70, verifica-se um período de dois a três dias próximo ao dia 23 de setembro com pressão atmosférica mais baixa. Quando analisados os sistemas atmosféricos atuantes nestes dias, nota-se a presença da massa Equatorial Continental (mEc) e massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac), ou seja, sistemas tropicais. A temperatura do ar e a umidade relativa do ar apresentaram uma certa sincronia neste período com redução da umidade relativa do ar mínima e elevação da temperatura do ar máxima. A direção dos ventos predominante no período oscilou bastante deslocando do quadrante norte para o sul.

Ao observar os três períodos analisados nota-se a ocorrência de forma concomitante dos extremos de umidade relativa do ar mínima e amplitude térmica máxima diária nos dois primeiros períodos. Tais fatos estão relacionados aos sistemas atmosféricos atuantes, sendo que no início dos períodos registrou-se a atuação da massa Polar Atlântica (mPa) já enfraquecida, mas mantendo a temperatura do ar mínima mais baixa. No decorrer do dia ganha força os sistemas tropicais produtores de estabilidade, sobretudo a massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac), que proporciona a ocorrência de temperaturas do ar mais elevadas, gerando, assim, amplitudes térmicas diárias elevadas. Este último sistema atmosférico exerce forte influência nos três períodos com registro de umidade relativa do ar mínima baixa, pois, conforme já descrito neste trabalho, a temperatura do ar é um importante componente na definição da umidade relativa do ar e os sistemas tropicais produtores de estabilidade atuantes nestes proporcionaram a elevação da temperatura do ar.

5.2.5 O ano de 2012 - ano padrão quente

Os extremos de temperatura do ar máxima, no ano de 2012 (ano padrão quente), ocorreram em dois períodos distintos, sendo o primeiro em meados de setembro (Figuras 71 a 76) e o segundo no final de outubro (Figuras 77 a 82).

A elevação da temperatura do ar possui relação intrínseca com a pressão atmosférica, sendo que esse processo é descrito da seguinte forma:

(...) O aquecimento do ar leva ao aumento da energia cinética das moléculas, o que produz um maior número de choques entre elas. Com isso, as moléculas passam a se distanciar umas das outras, ocasionando uma expansão do ar e, conseqüentemente, uma diminuição na pressão exercida por ele. Nas cartas sinópticas, essas áreas de baixas pressões são indicadas pela letra B.

Quando o ar se resfria, as moléculas têm seus movimentos cinéticos reduzidos, diminuindo as possibilidades de choques entre elas. Em consequência, a densidade do ar eleva-se, caracterizando uma área de alta pressão, representada pela letra A nas cartas sinópticas. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 74)

Nesse sentido, nos dois períodos de extremos de temperatura do ar máxima analisados no presente trabalho, é possível observar uma forte inter-relação entre a elevação da temperatura do ar e a redução da pressão atmosférica.

Tanto no primeiro período analisado, de 13 a 15 de setembro, como no segundo, de 29 a 31 de outubro, ao observar as figuras, nota-se a ocorrência de extremos de temperatura do ar nestas datas, no entanto, a diferença em relação aos dias que antecederam tais extremos é pequena. No primeiro período verificou-se que as mínimas registraram uma elevação de maior intensidade. No que tange a pressão atmosférica é possível verificar que estas datas estão inseridas em um intervalo em que houve uma redução da mesma, fato que ratifica o que foi descrito sobre a relação da temperatura do ar com a pressão atmosférica. Os sistemas atmosféricos que atuaram neste período são originários de regiões tropicais, sendo eles a massa Tropical continental (mTc), massa Equatorial continental (mEc) e a massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac), propiciando a ocorrência de dias quentes. A associação das condições atmosféricas descritas culminou na elevação dos índices de umidade relativa do ar e na ocorrência de precipitação no período posterior ao intervalo analisado como extremo de temperatura do ar máxima, tendo em vista, que o período quente e com pressão atmosférica baixa propiciou a inserção de sistemas atmosféricos produtores de umidade na região. No que diz respeito a direção dos ventos, em Paranaíba e Mineiros houve a prevalência de origem do quadrante sul nos dois períodos, em Ituiutaba e Brasília do quadrante leste, em Goiânia do quadrante norte e em Araxá do quadrante leste no primeiro período e norte no segundo.

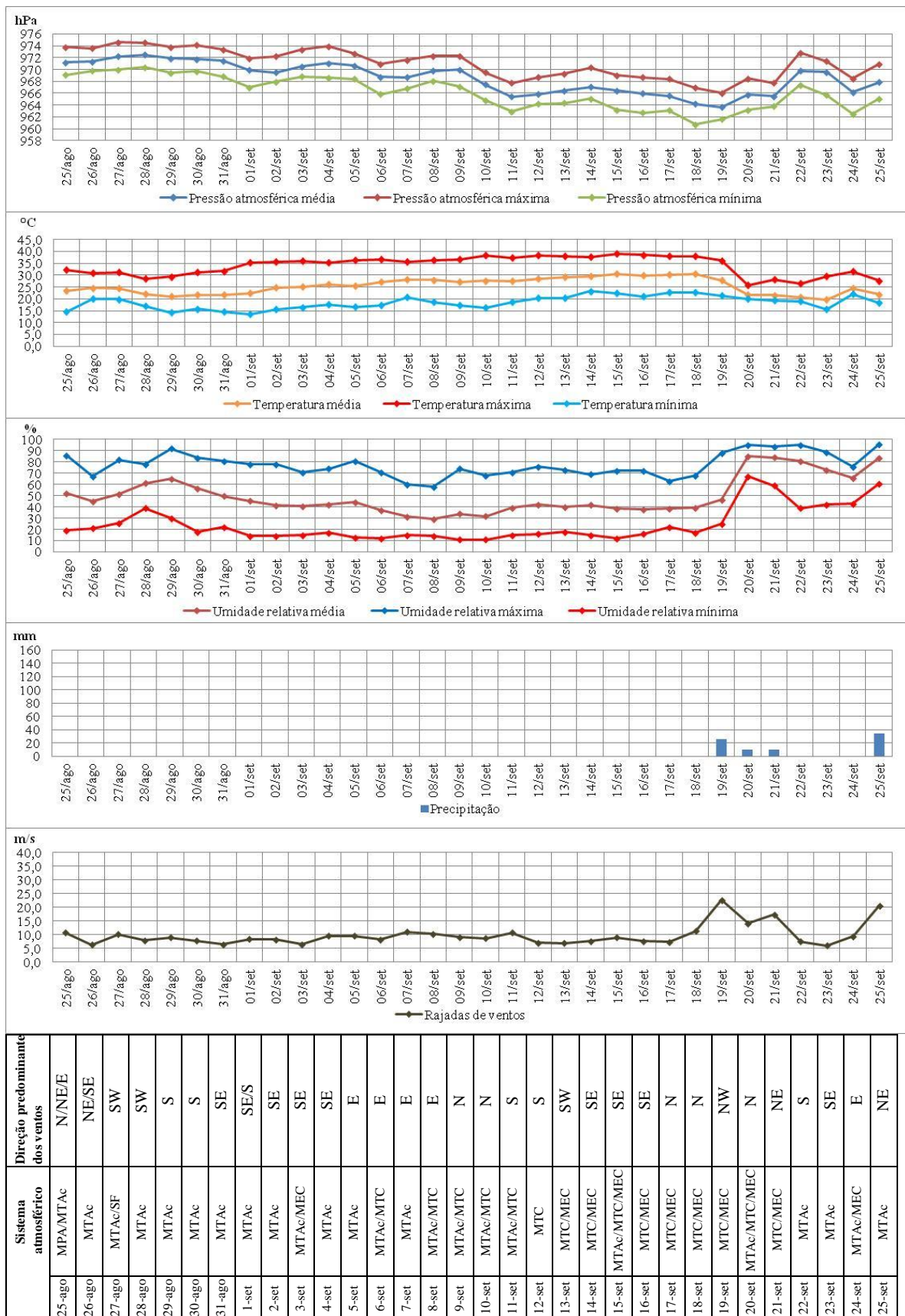


Figura 71: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Paranaíba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

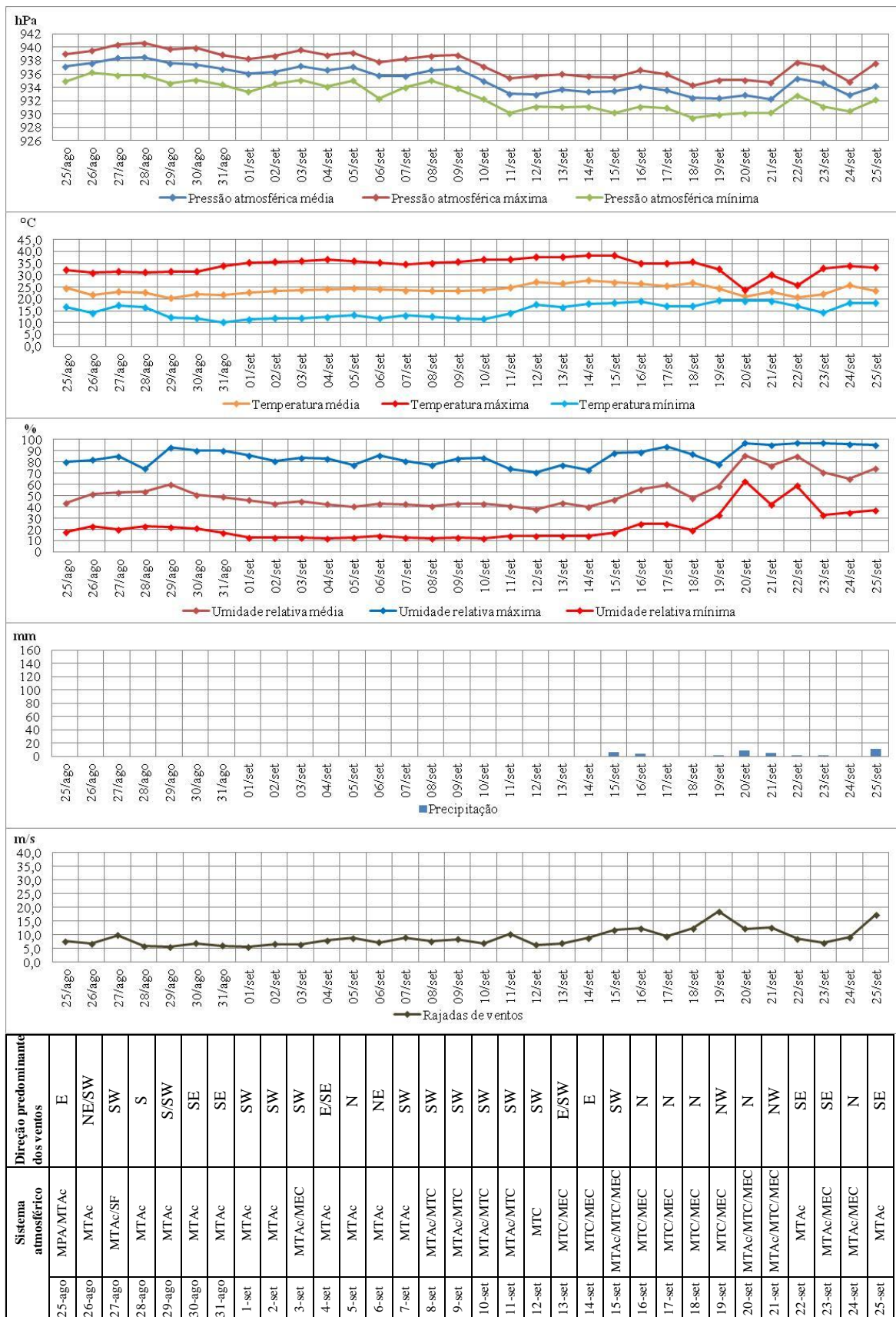


Figura 72: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Mineiros

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

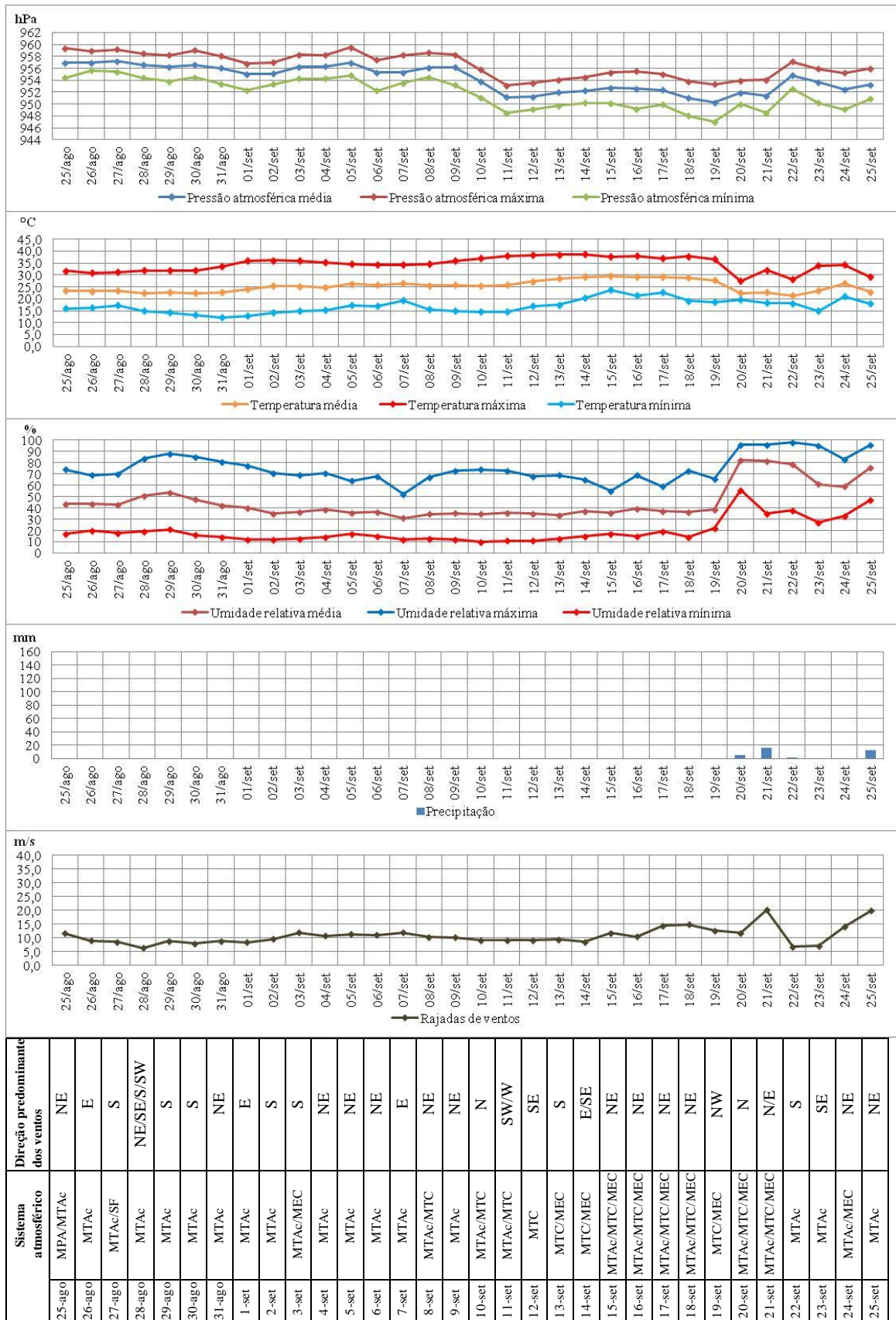


Figura 73: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Ituiutaba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

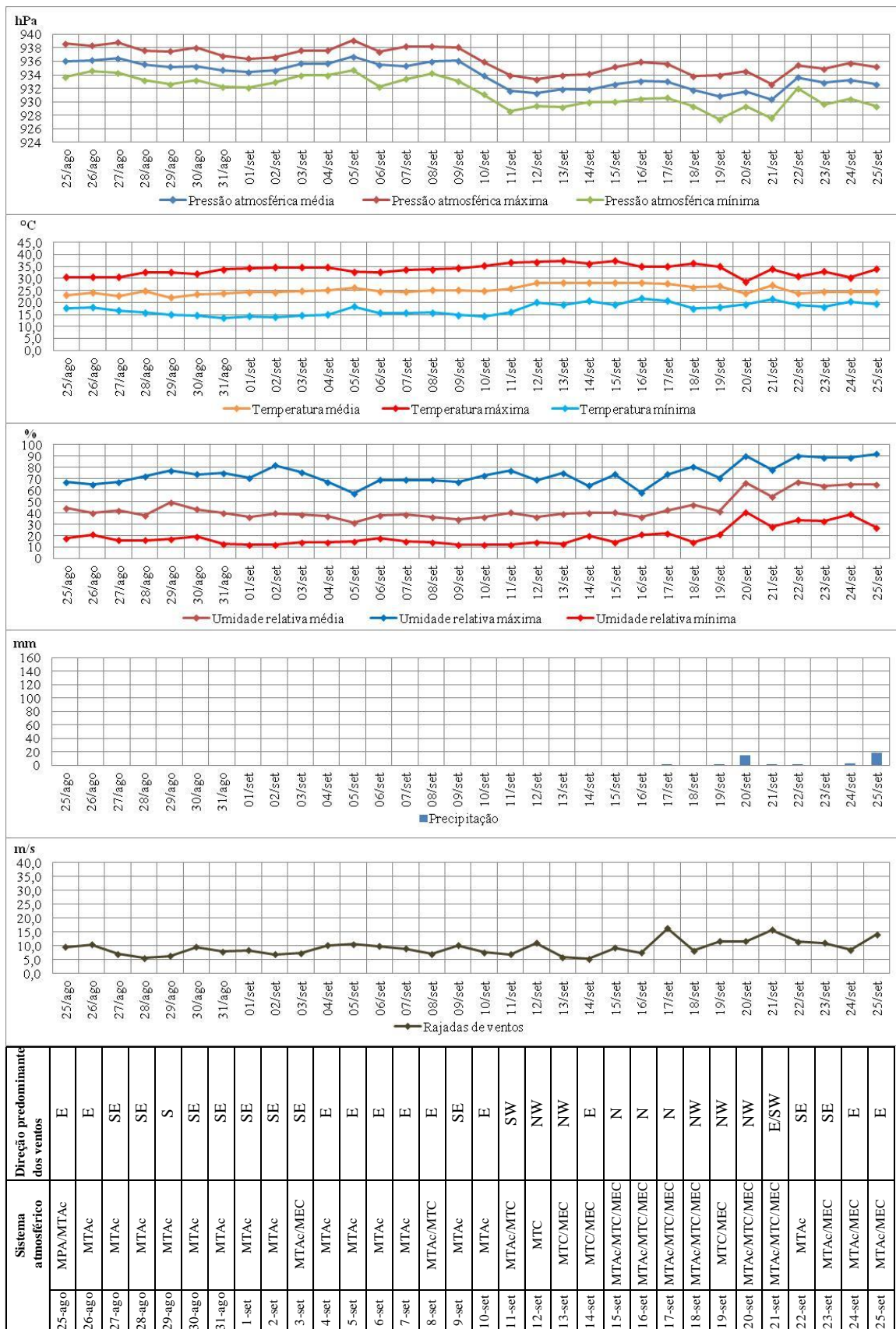


Figura 74: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Goiânia

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

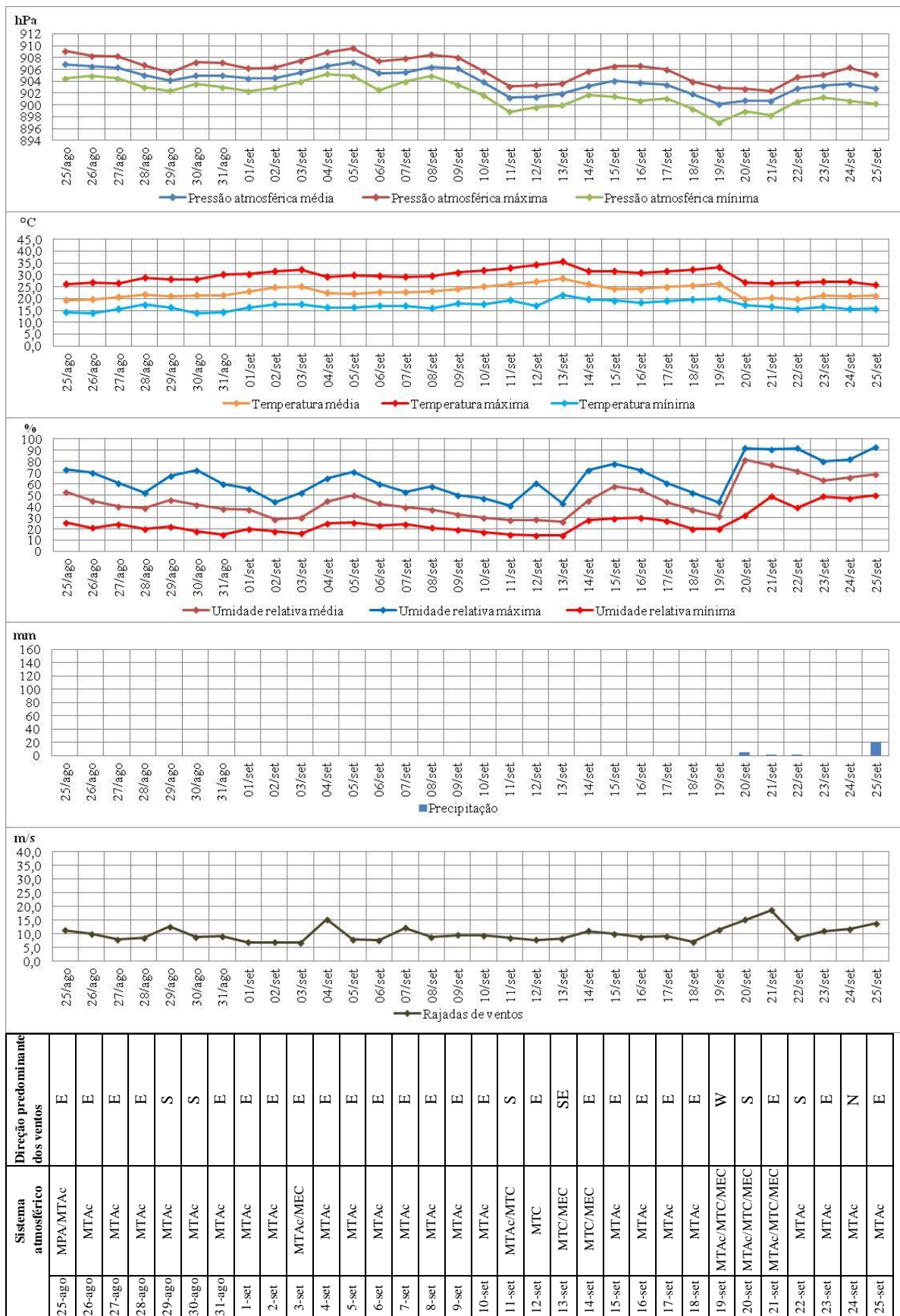


Figura 75: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Araxá

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

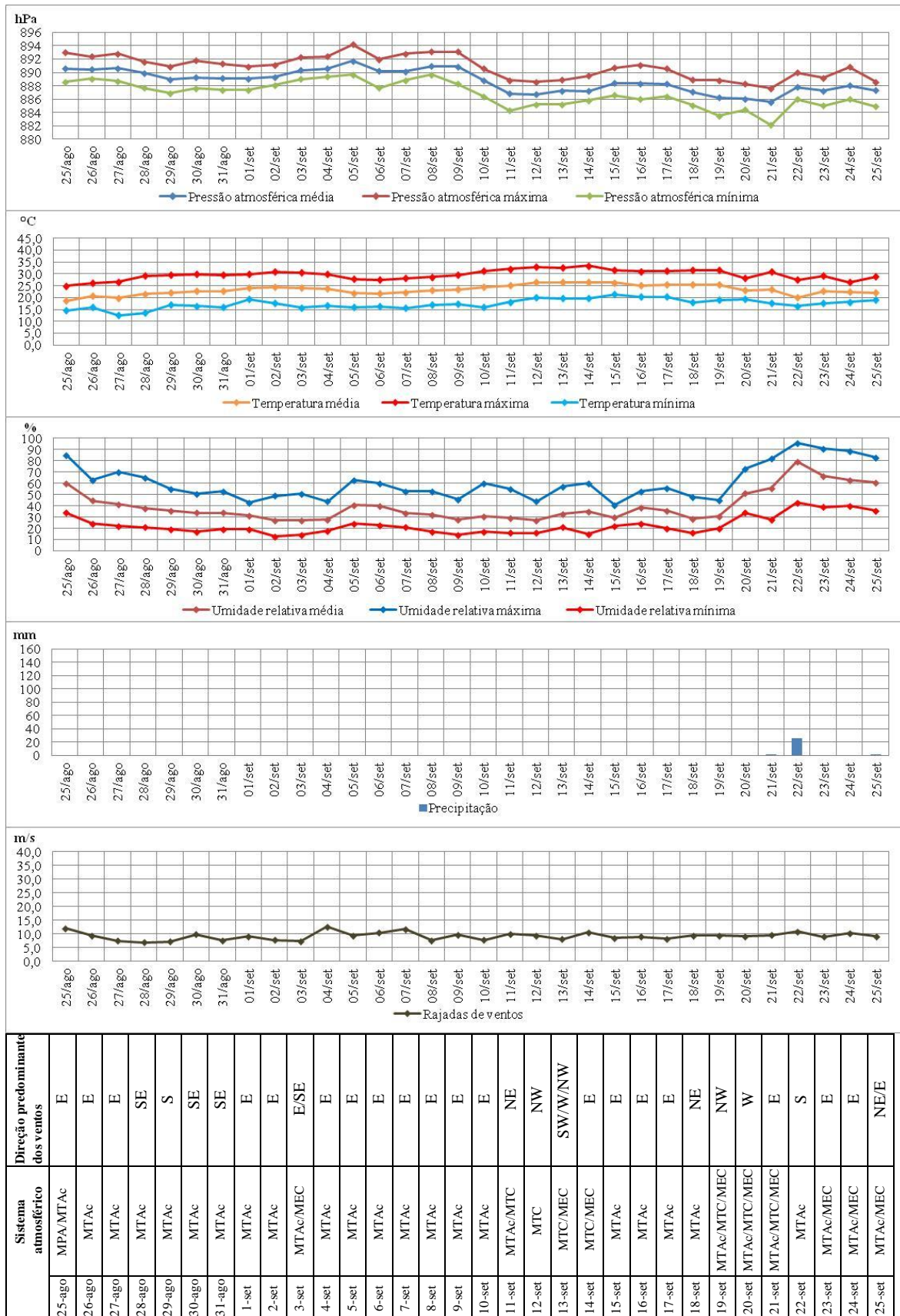


Figura 76: Análise rítmica do período de 25 de agosto a 25 de setembro no ano padrão quente (2012) em Brasília

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

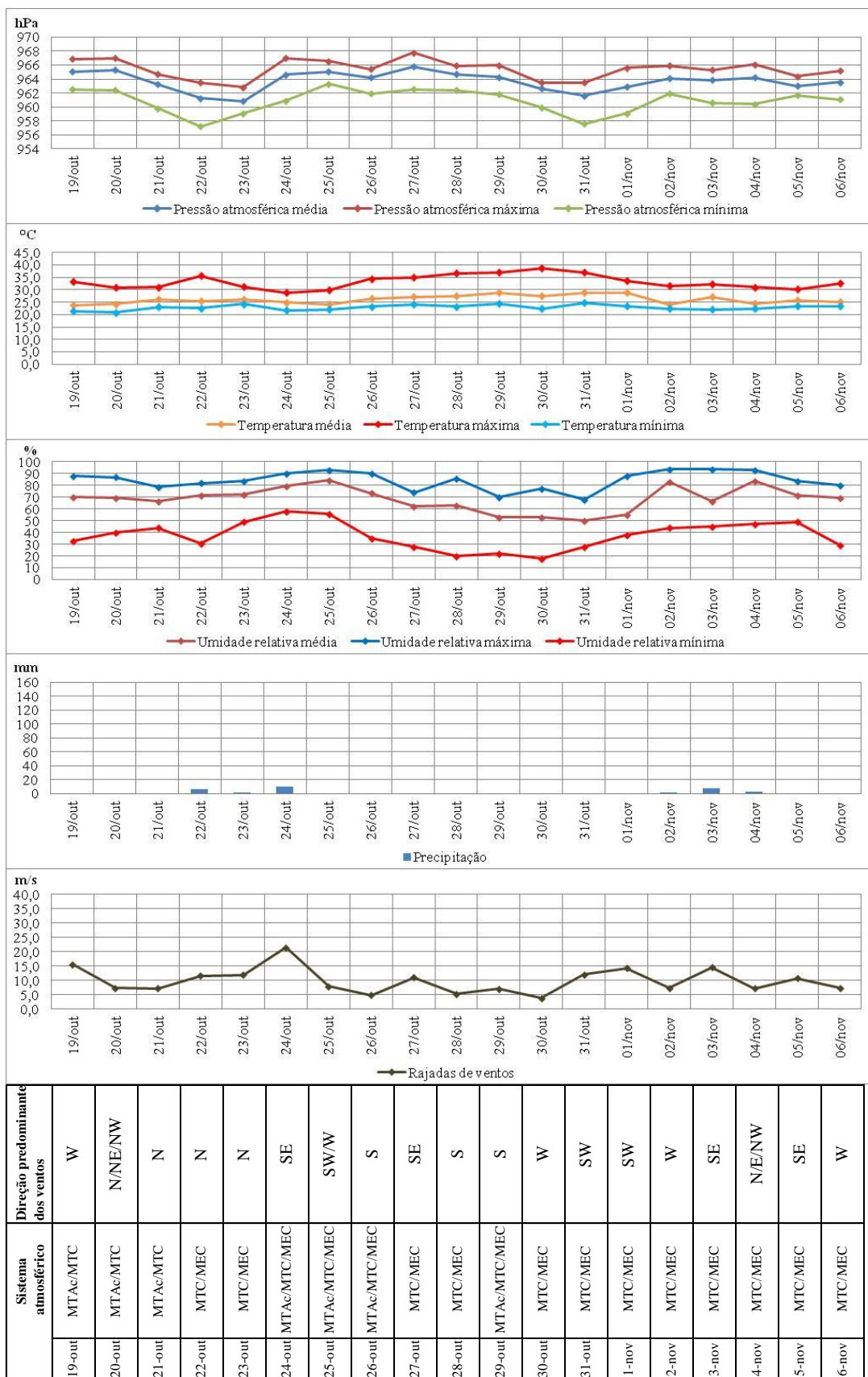


Figura 77: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Paranaíba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

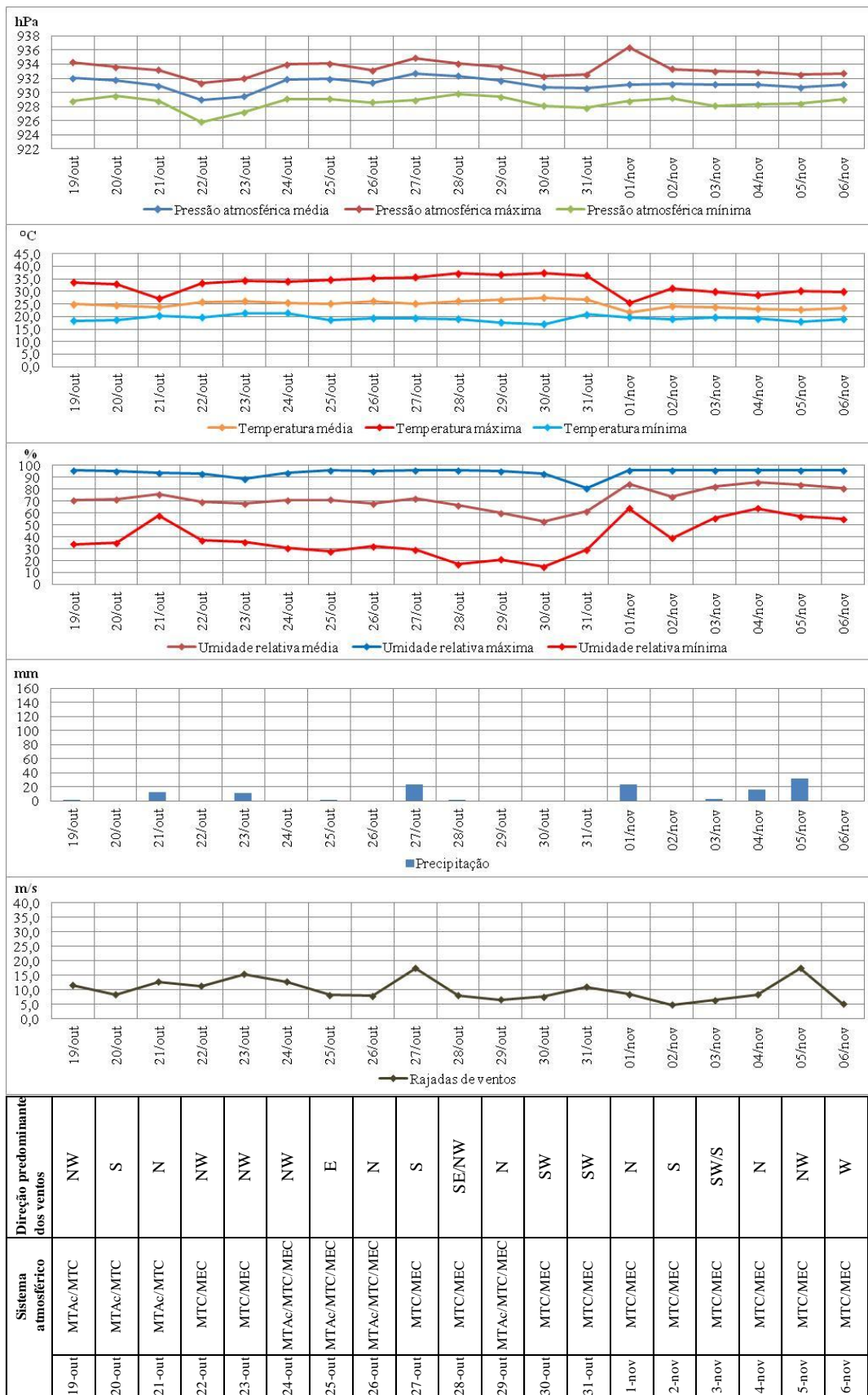


Figura 78: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Minas

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

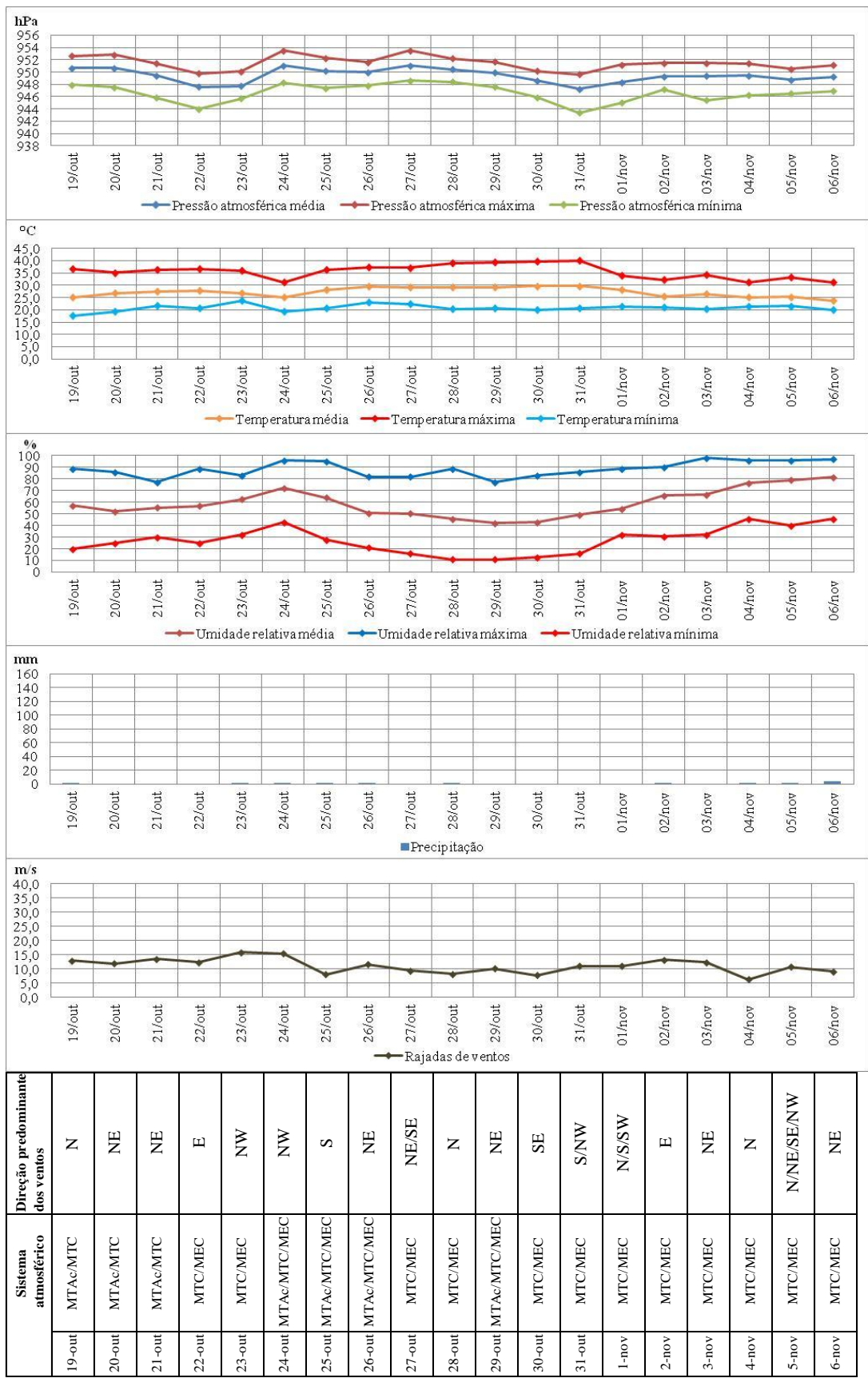


Figura 79: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Ituiutaba
 Fonte dos dados: INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

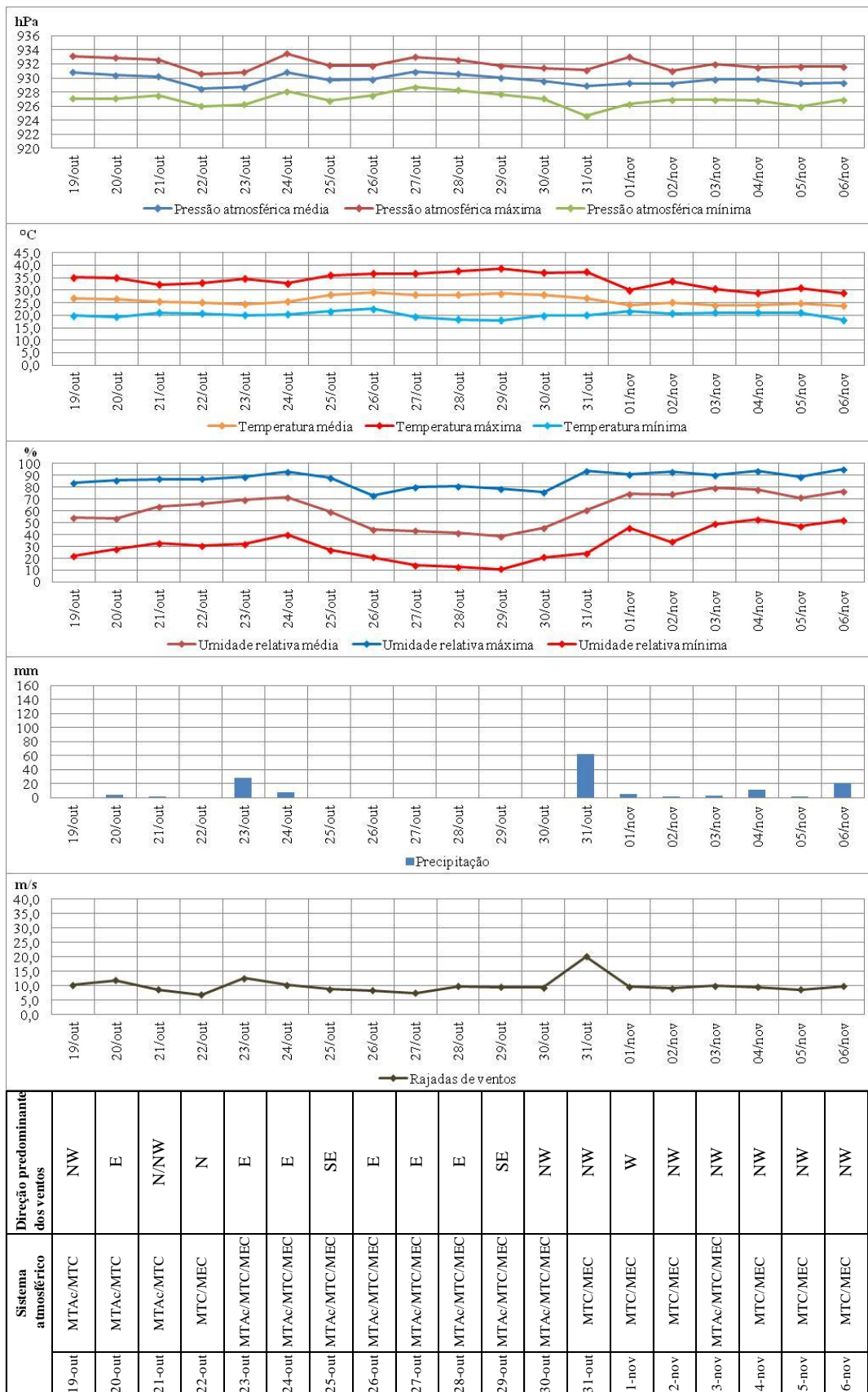


Figura 80: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Goiânia

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

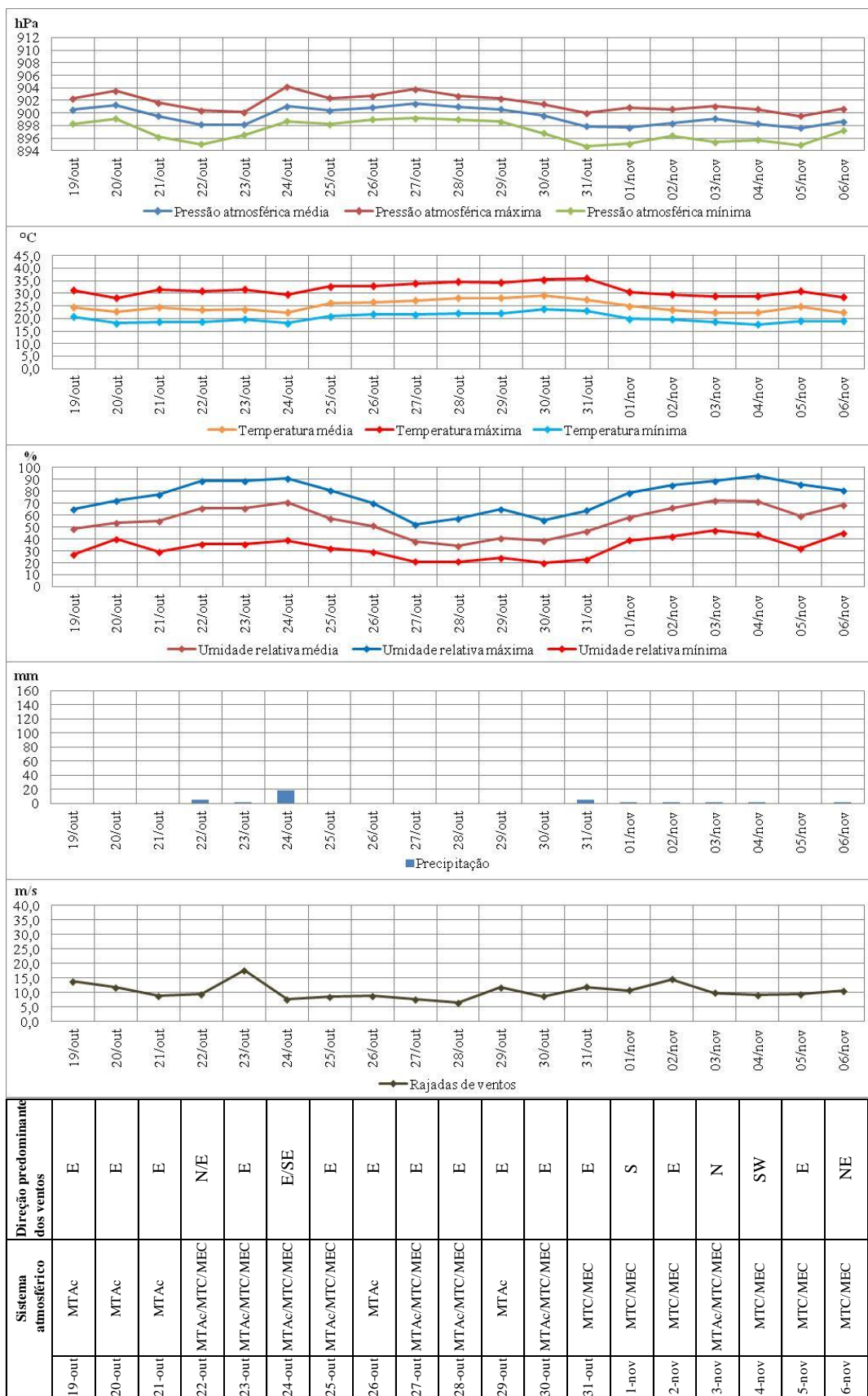
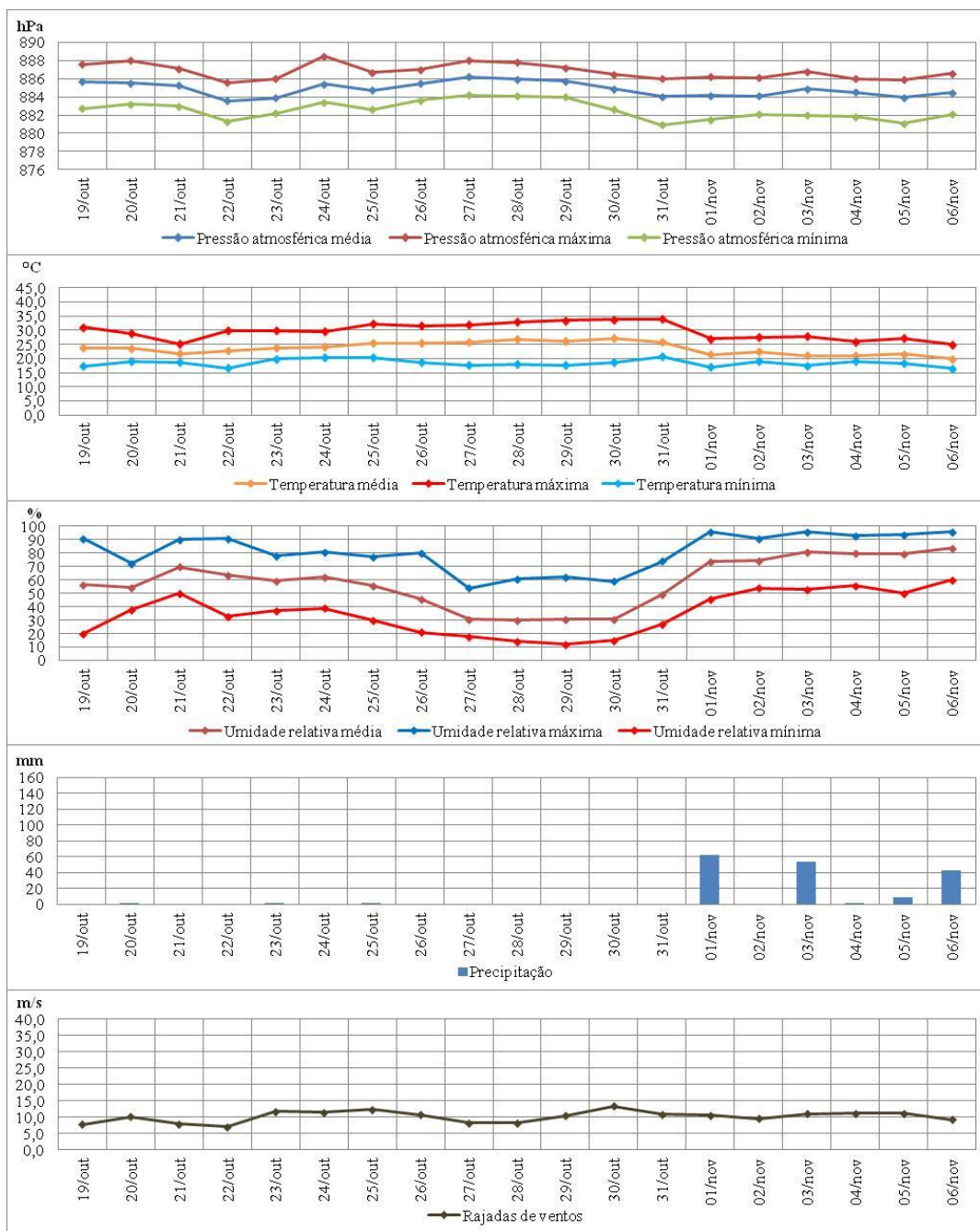


Figura 81: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Araxá

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017



	Sistema atmosférico	Direção predominante dos ventos
19-out	MTAc	N
20-out	MTAc/MTC	NE/E
21-out	MTAc/MTC	E
22-out	MTAc/MTC/MEC	SE
23-out	MTAc/MTC/MEC	N/SE
24-out	MTAc/MTC/MEC	SE
25-out	MTAc/MTC/MEC	SE
26-out	MTAc/MTC/MEC	E
27-out	MTAc/MTC/MEC	E
28-out	MTAc/MTC/MEC	E
29-out	MTAc/MTC/MEC	NE
30-out	MTAc/MTC/MEC	N/NW
31-out	MTC/MEC	NW
1-nov	MTC/MEC	S
2-nov	MTC/MEC	N/NE/SW
3-nov	MTAc/MTC/MEC	NW
4-nov	MTC/MEC	NW
5-nov	MTC/MEC	NW
6-nov	MTC/MEC	NE

Figura 82: Análise rítmica do período de 19 de outubro a 6 de novembro no ano padrão quente (2012) em Brasília

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

5.2.6 O ano de 2013 - ano padrão com amplitude higrométrica máxima

Para encerrar as descrições dos extremos utilizando a análise rítmica, nesta etapa serão abarcadas as informações referente ao ano padrão com amplitude higrométrica máxima. Neste sentido, serão analisados os período em que ocorreram os extremos em cada uma das seis estações aqui apresentadas conforme a Figura 56. Sendo assim, diferente das análises anteriores e devido a heterogeneidade nos períodos em que foram registrados os extremos de amplitude higrométrica, optou-se por destacar os extremos de cada estação.

Além dessa ausência de uniformidade, observou-se o registro de extremos de amplitude higrométrica máxima durante um extenso período, de maio a outubro, ao longo do ano de 2013 (ano padrão). Por esse motivo optou-se por dividir o período em três partes e elaborar a análise rítmica de cada parte.

Nos dois primeiros meses em que ocorreram os extremos destacam-se dois eventos, sendo o primeiro registrado em Paranaíba e o segundo em Brasília.

No período de 7 a 10 de maio na estação de Paranaíba foi possível observar o registro de amplitude higrométrica diária elevada oscilando de 66 a 76%. Nesse período, ao analisar a Figura 83, nota-se que houve elevação da pressão atmosférica e redução da temperatura do ar, sendo que as duas variáveis interromperam esse processo no período imediatamente posterior ao aqui destacado, ou seja, a pressão sofreu uma redução gradual e a temperatura do ar, uma elevação. Esta variação da temperatura do ar e da pressão atmosférica está relacionada aos sistemas atuantes no período, sendo que nos dias 7 e 8 havia predominância da massa Polar Atlântica (mPa), que em seguida perdeu força dando lugar para a massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac). No período em ocorreu este extremo meteorológico verifica-se que houve a predominância de ventos do quadrante sul.

Entre os dias 21 e 24 de maio na estação de Brasília (Figura 88) foi registrado um período com extremos de amplitude higrométrica diário atingindo 68% no dia 21. Neste intervalo houve redução da pressão atmosférica, elevação da amplitude térmica diária com aumento da temperatura do ar máxima e redução da mínima. Associado a esta dinâmica térmica e barométrica, nestes dias, observou-se a atuação de sistemas atmosféricos tropicais, produtores de tipos de tempo quente, sobretudo a massa Tropical continental (mTc) e a massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac). Os ventos neste período tiveram origem do quadrante norte.

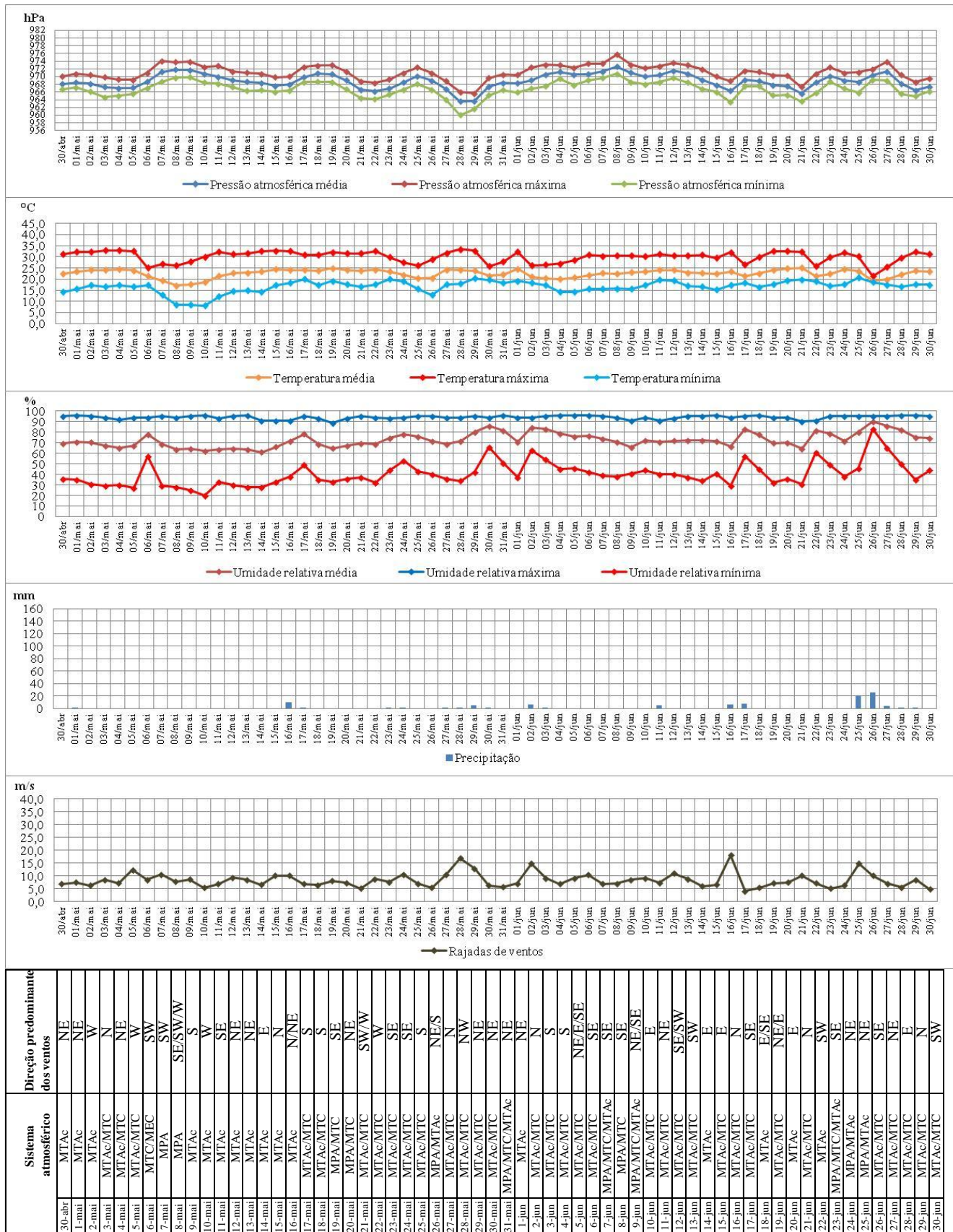


Figura 83: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Paranaíba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

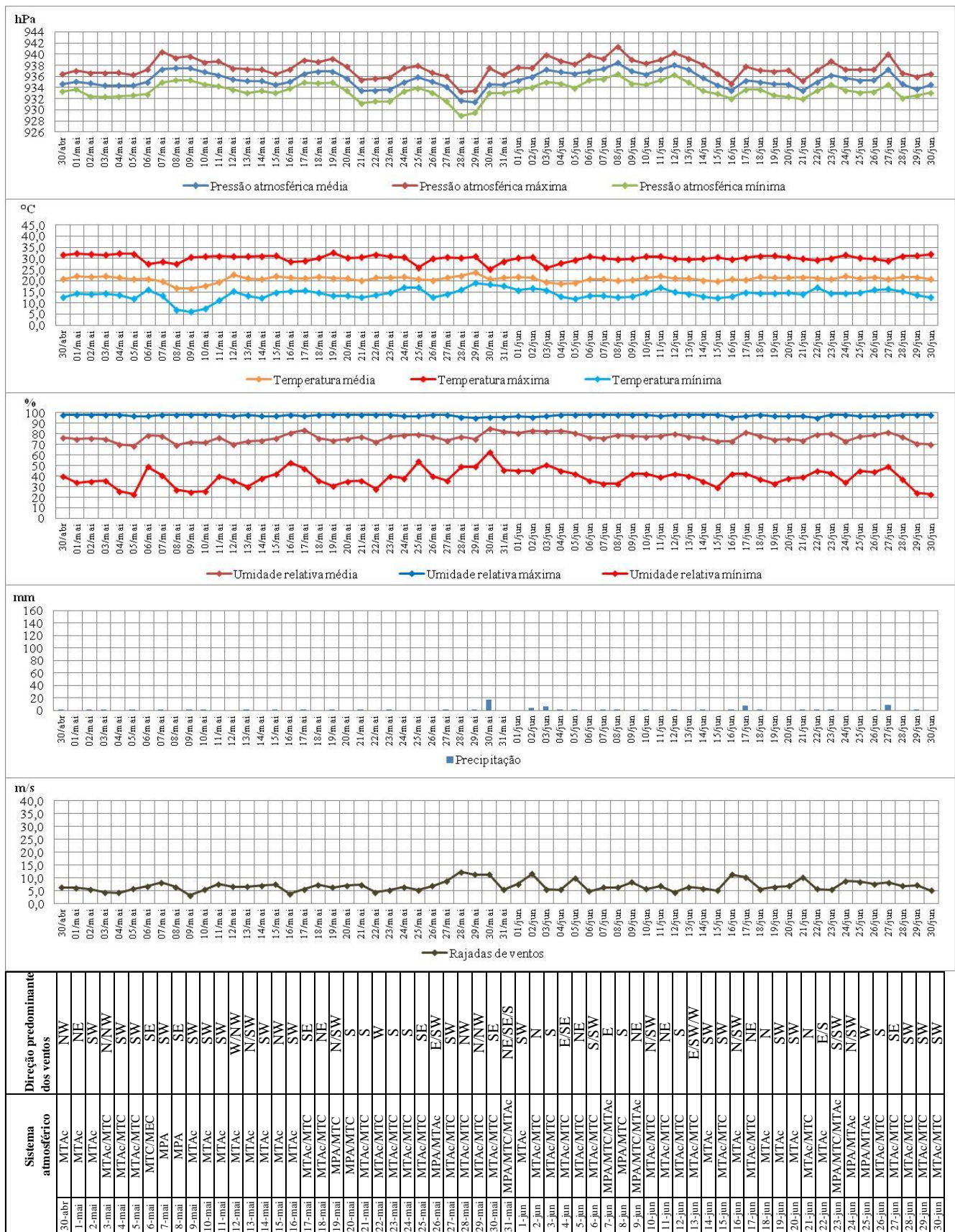


Figura 84: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Mineiros

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

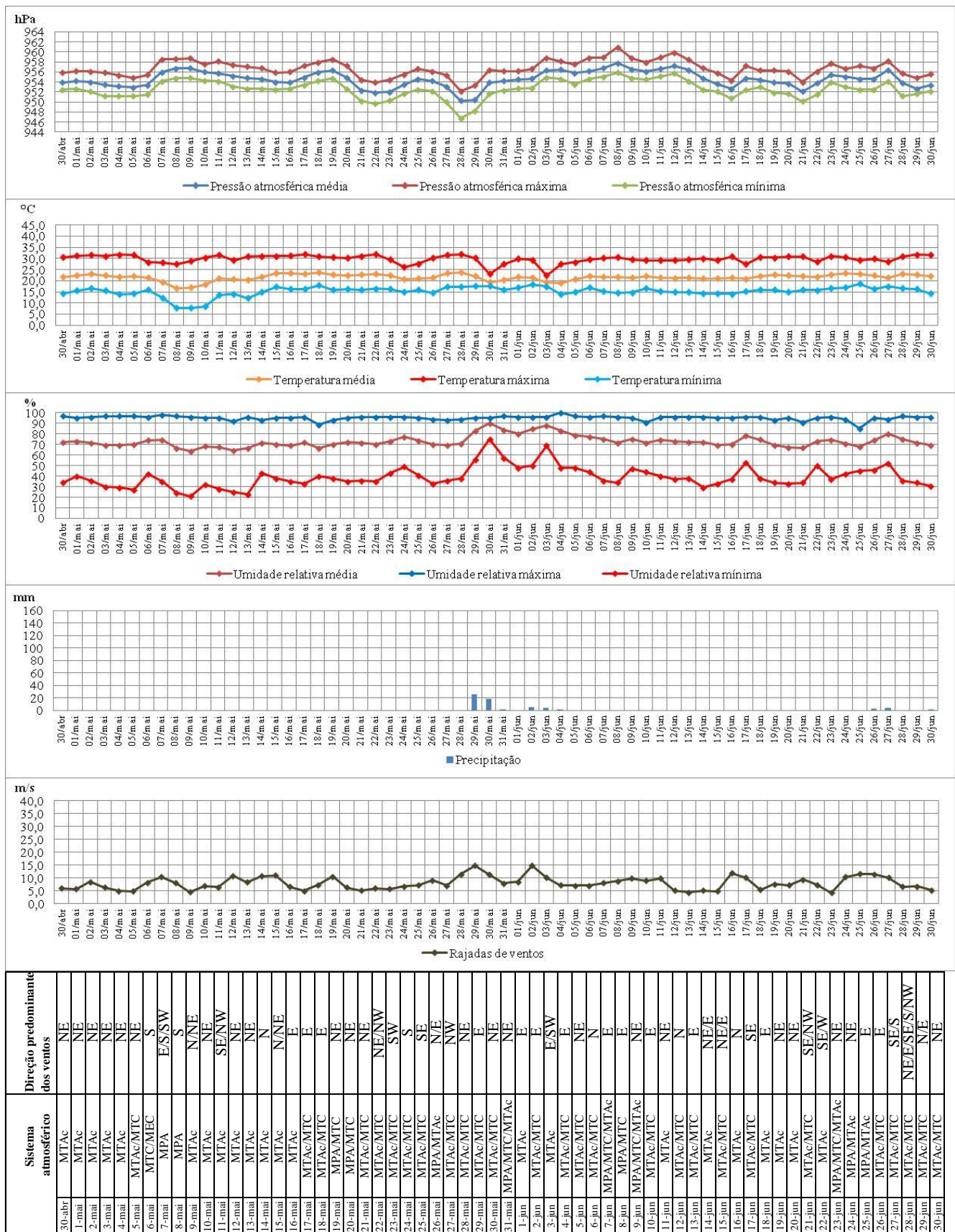


Figura 85: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Ituiutaba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

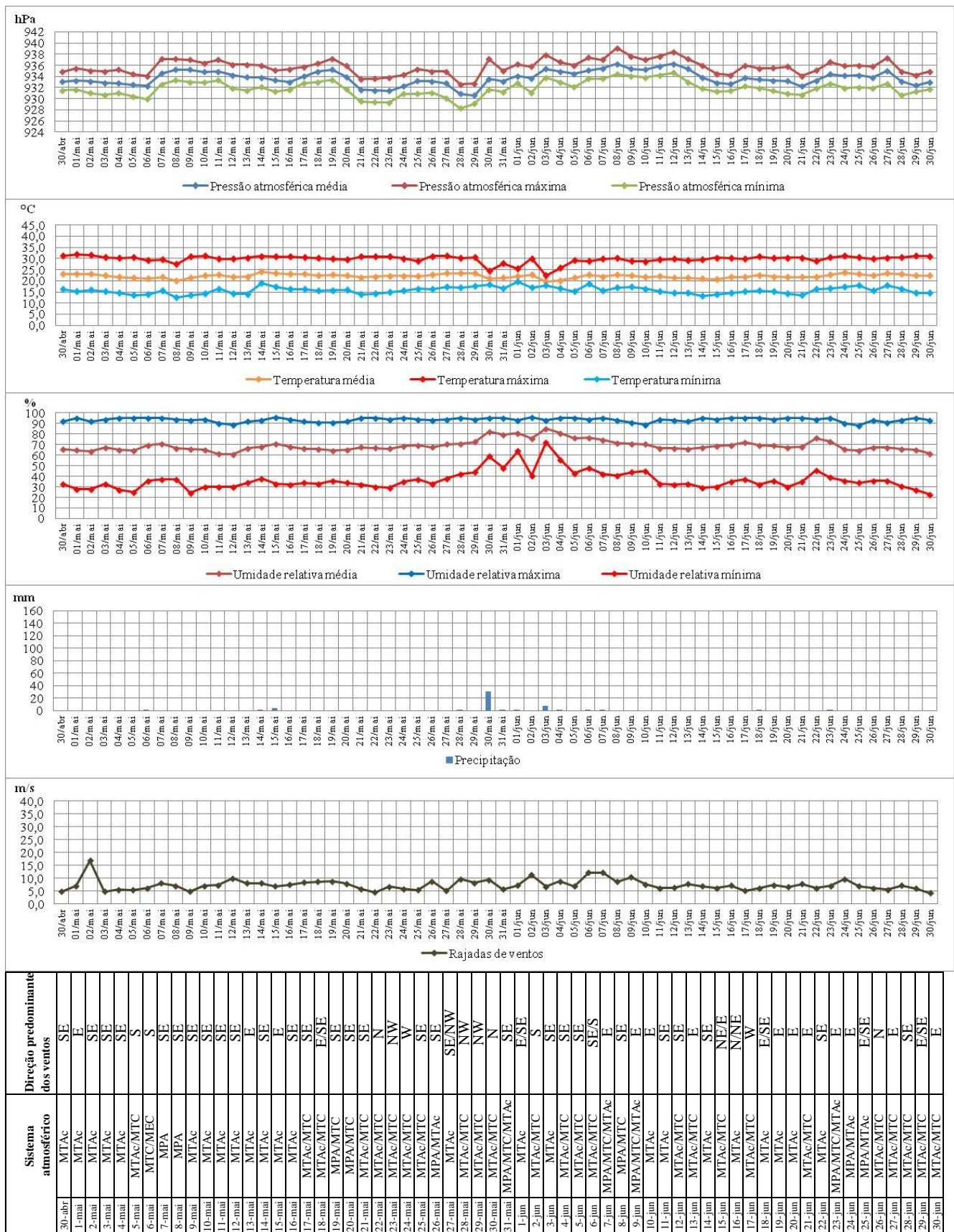


Figura 86: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Goiânia

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

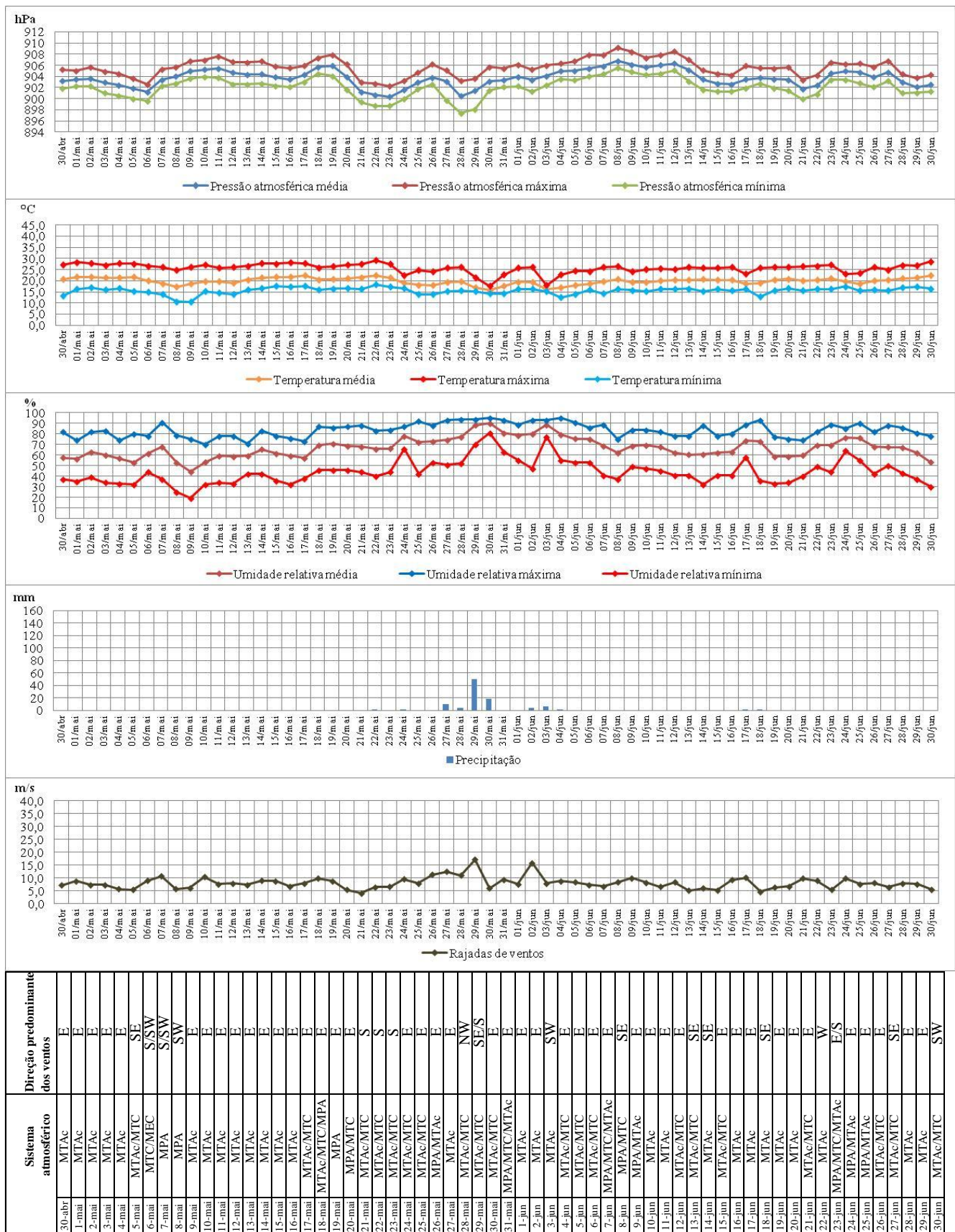


Figura 87: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Araxá

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

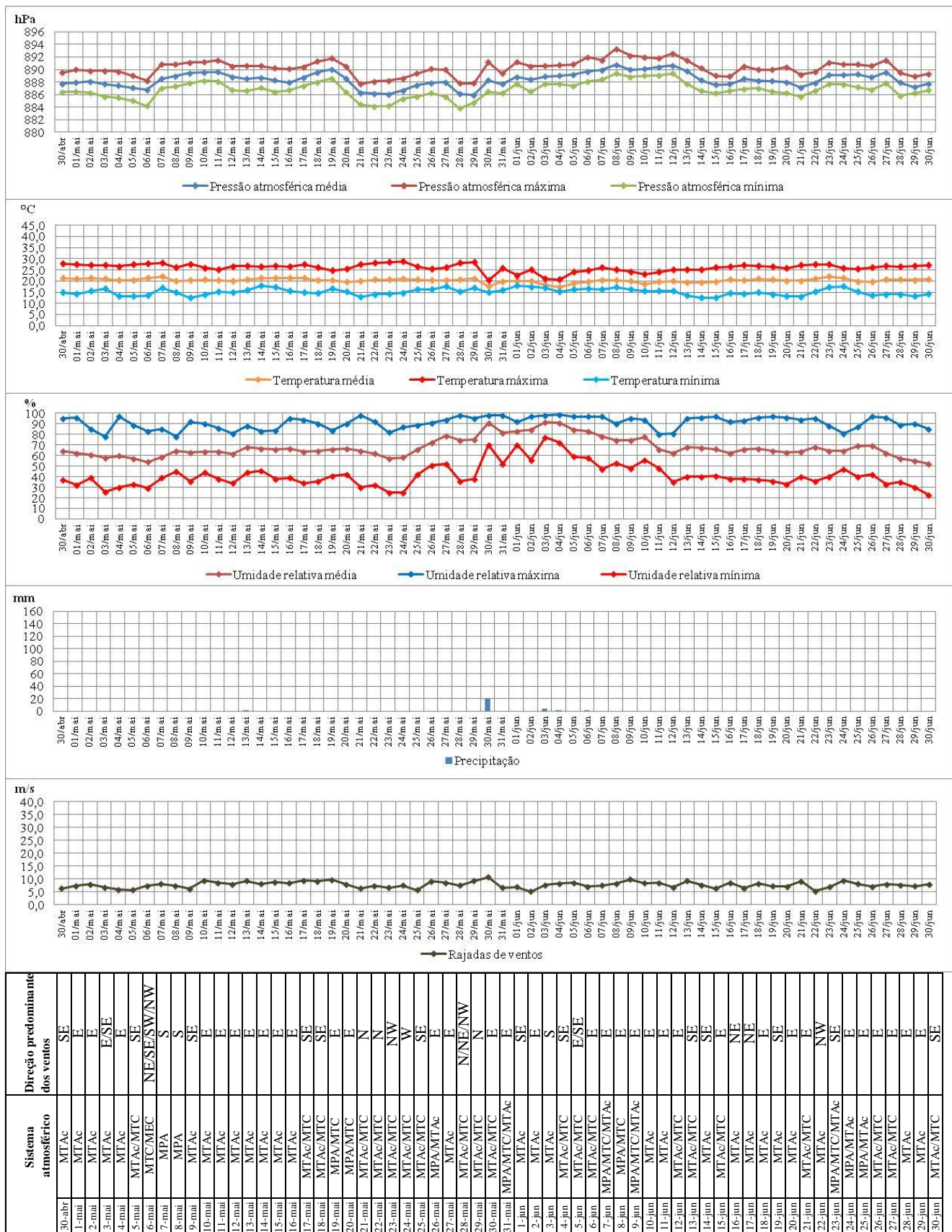


Figura 88: Análise rítmica do período de 30 de abril a 30 de junho no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Brasília

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

No período de 1 de julho e 31 de agosto registrou-se extremos de amplitude higrométrica em quatro das seis estações analisadas.

Nos dias 21 e 22 de julho, ao observar a Figura 92 referente a estação de Goiânia é possível notar que houve uma elevação da amplitude higrométrica diária atingindo uma diferença de 75% no dia 22. Nestes dois dias ocorreu, também, a elevação da amplitude térmica, isto é, aumento da temperatura do ar máxima e redução da mínima. No que tange a pressão atmosférica, seguindo uma tendência anterior à estas datas, a mesma manteve-se baixa. Vale destacar que, no período posterior, houve elevação da pressão, redução da temperatura do ar e elevação da umidade relativa do ar mínima. Toda a dinâmica descrita possui forte relação com as variações nos sistemas atmosféricos atuantes, sendo que no primeiro momento registrou-se a atuação de sistemas tropicais (massa Tropical continental (mTc) e massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac)) produtores de tipos de tempo quente. Já no dia 22 houve o avanço de um sistema frontal, que culminou, nos dias posteriores, na atuação de massas polares. Durante os dois dias aqui analisados os ventos foram predominantes do quadrante norte.

No dia 29 de julho a estação de Ituiutaba (Figura 91) apresentou elevada amplitude higrométrica, registrando uma diferença de 84%. Tal fato ocorreu também em alguns dias que antecederam e sucederam o dia 29. Referente ao comportamento dos demais elementos, observou-se que houve uma tendência de redução da pressão atmosférica, tanto no dia 29 como nos dias próximos. Sobre a temperatura do ar, houve a manutenção de aumento da amplitude térmica, no entanto, após o dia 29 ocorreu a elevação da temperatura do ar mínima. Os sistemas atuantes no dia 29 de julho, assim como nos dias anteriores, foram a massa Polar Atlântica (mPa) e a Tropical Atlântica continentalizada (mTac), porém nos dias que sucederam tal data a mPa perdeu força dando lugar a massa Tropical continental (mTc). No dia 29 os ventos foram predominantes do quadrante sul.

No intervalo entre os dias 27 de julho a 8 de agosto a estação de Mineiros (Figura 90) registrou altos índices de amplitude higrométrica diária, atingindo 83% de diferença nos dias 28 e 30 de julho. Neste período nota-se uma tendência de redução da pressão atmosférica e elevação da amplitude térmica. No início do período observado houve a atuação da massa Polar Atlântica (mPa) associada a Tropical Atlântica continentalizada (mTc). Contudo, o anticiclone polar perdeu força e, no final deste intervalo, apenas o sistema tropical estava atuando. A direção dos ventos foi predominante do quadrante sul, variando para leste no início do período e para oeste no final. Tais condições de amplitude higrométrica extrema

diária terminou com uma queda da pressão e, posteriormente, o avanço do sistema frontal e, posteriormente, a massa polar, nos dias 8 e 9 de agosto.

No dia 28 de agosto a estação de Araxá (Figura 93) registrou um pico no índice de amplitude higrométrica diária atingindo a diferença de 72%. Ao observar o comportamento das outras variáveis nesta data, nota-se que houve a elevação da pressão atmosférica e redução da temperatura do ar. Tais condições estão vinculadas à atuação, no dia anterior e no dia 28, de um sistema frontal e, posteriormente, da massa Polar Atlântica (mPa). No entanto, no dia 28 a massa Polar perdeu força, fato que propiciou a ocorrência do extremo de amplitude higrométrica em apenas um dia, de forma isolada, pois, no início do dia o sistema polar ainda atuava mantendo a temperatura do ar mínima baixa. Na parte da tarde, o sistema tropical passa a atuar elevando a temperatura do ar máxima. Como já relatado a temperatura do ar é importante variável na definição da umidade relativa do ar, fato explicitado neste caso da estação de Araxá. Ainda sobre o dia 28 de agosto, os ventos nesta data foram predominantes do quadrante sul.

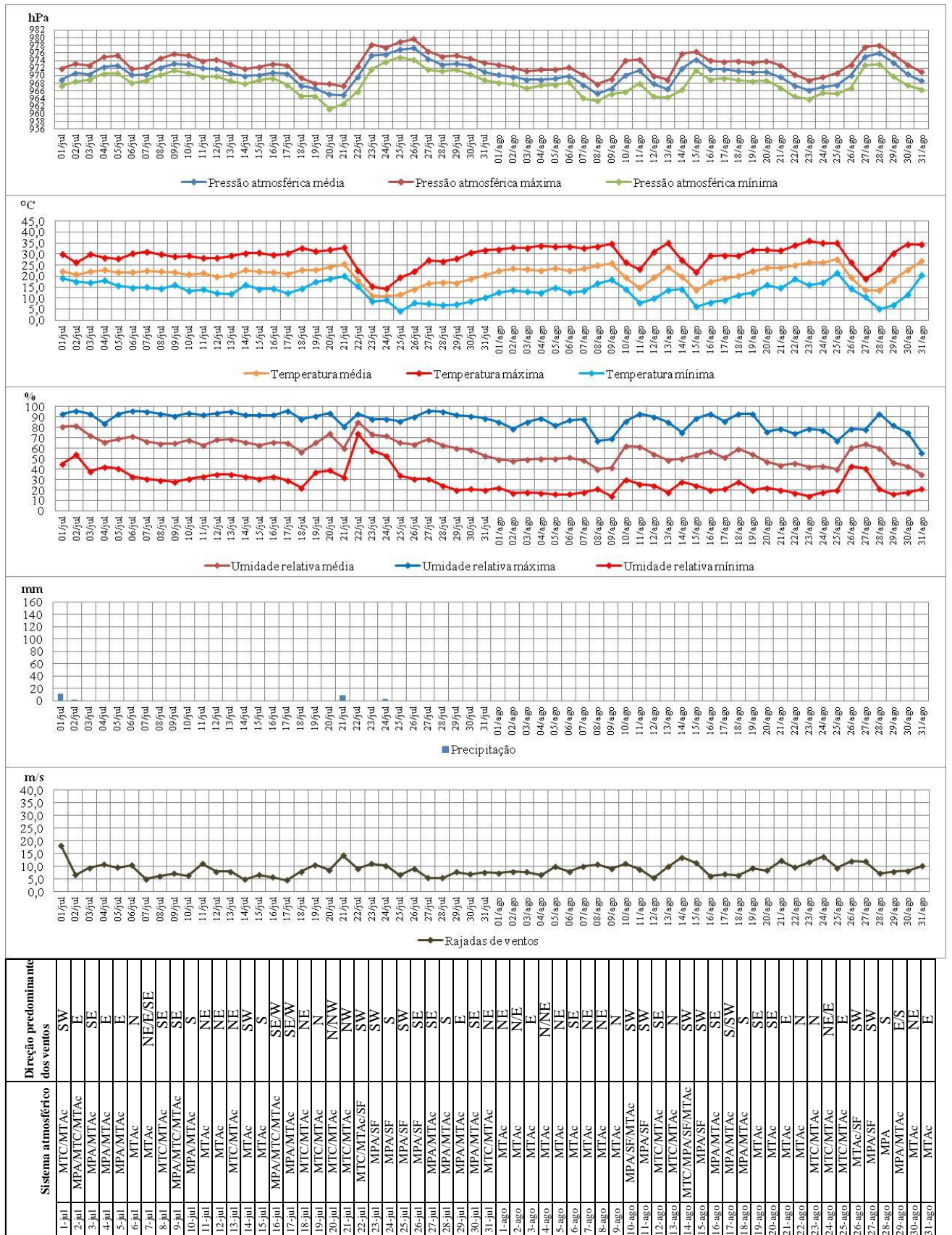


Figura 89: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Paranaíba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

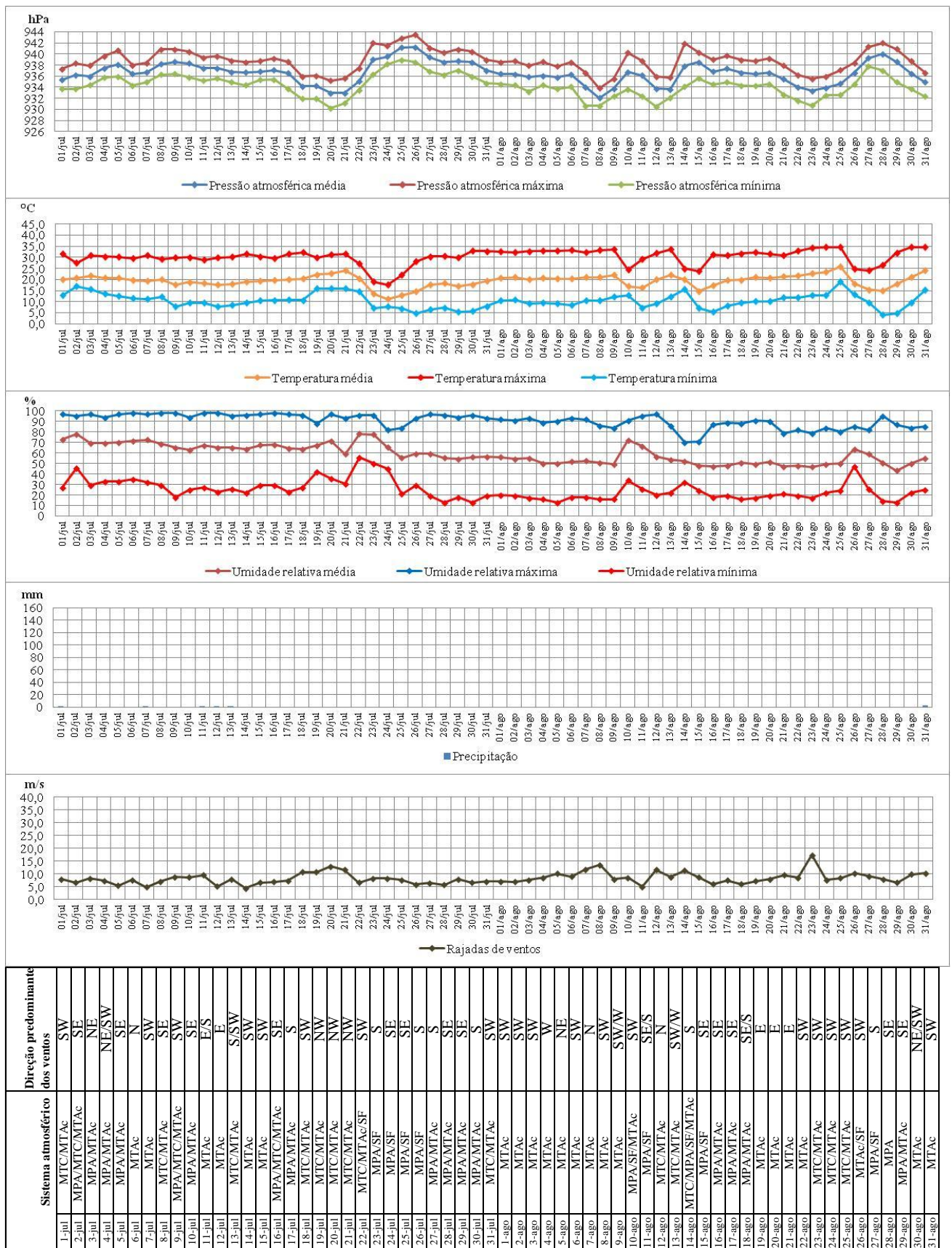


Figura 90: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Minas

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

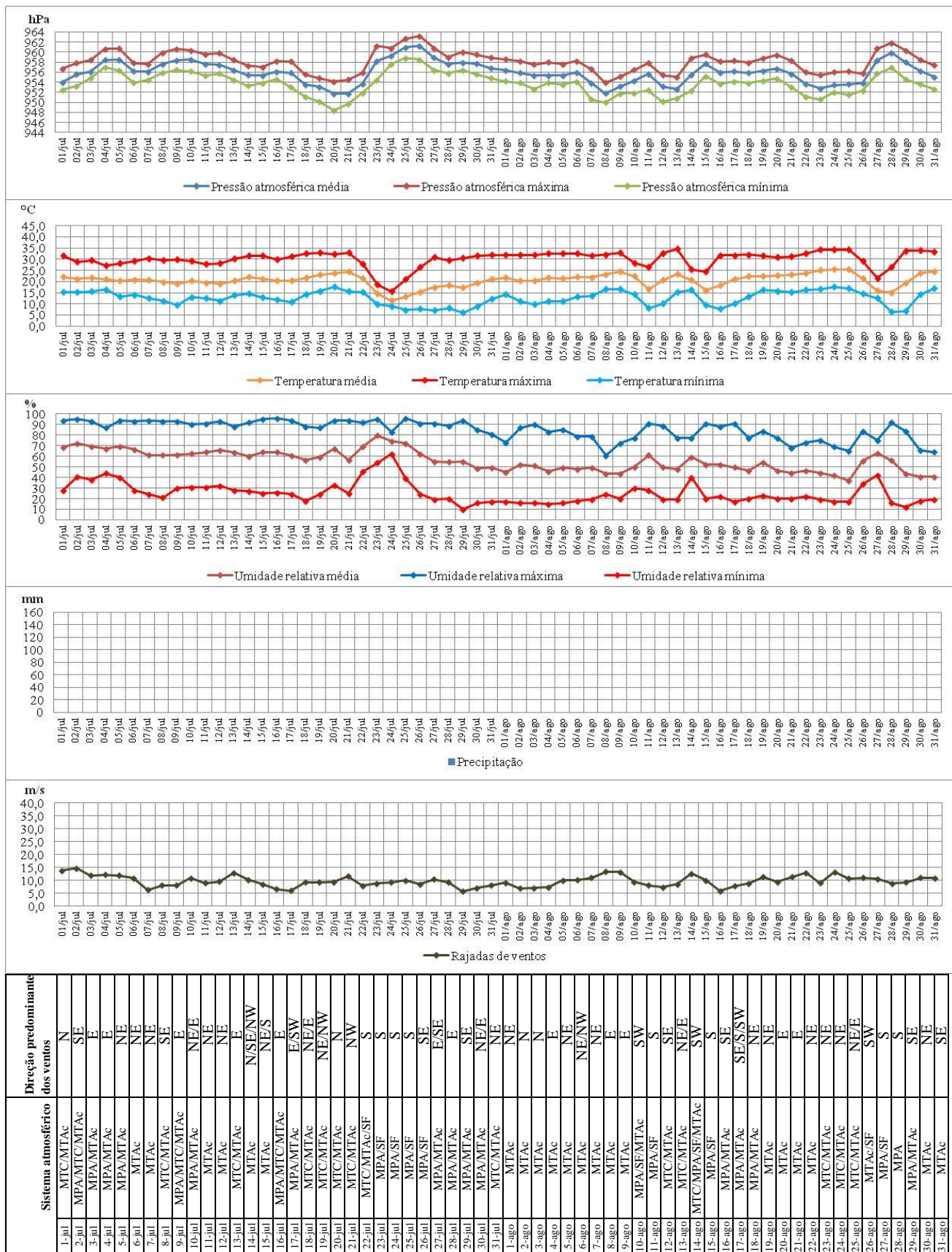


Figura 91: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Ituiutaba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

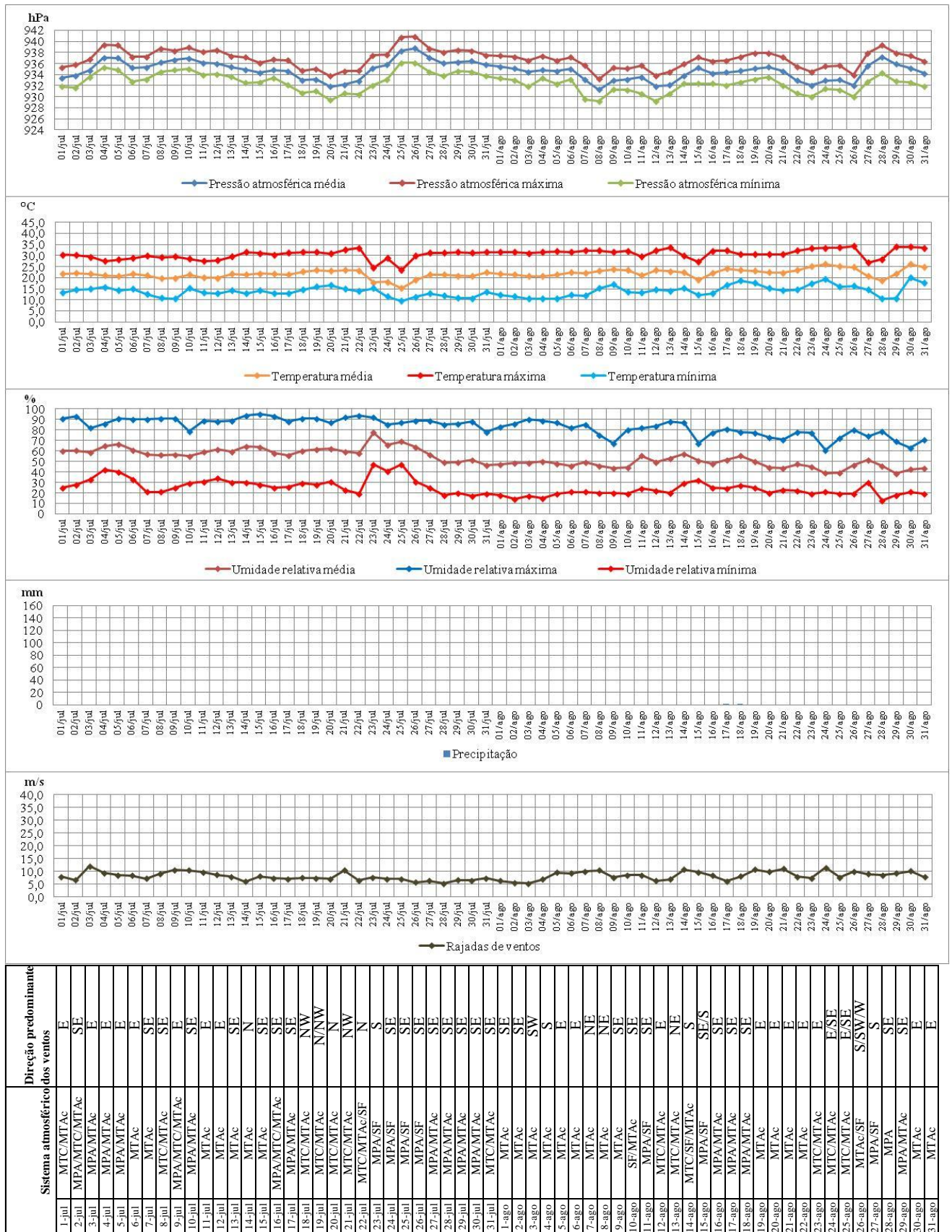


Figura 92: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Goiânia

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

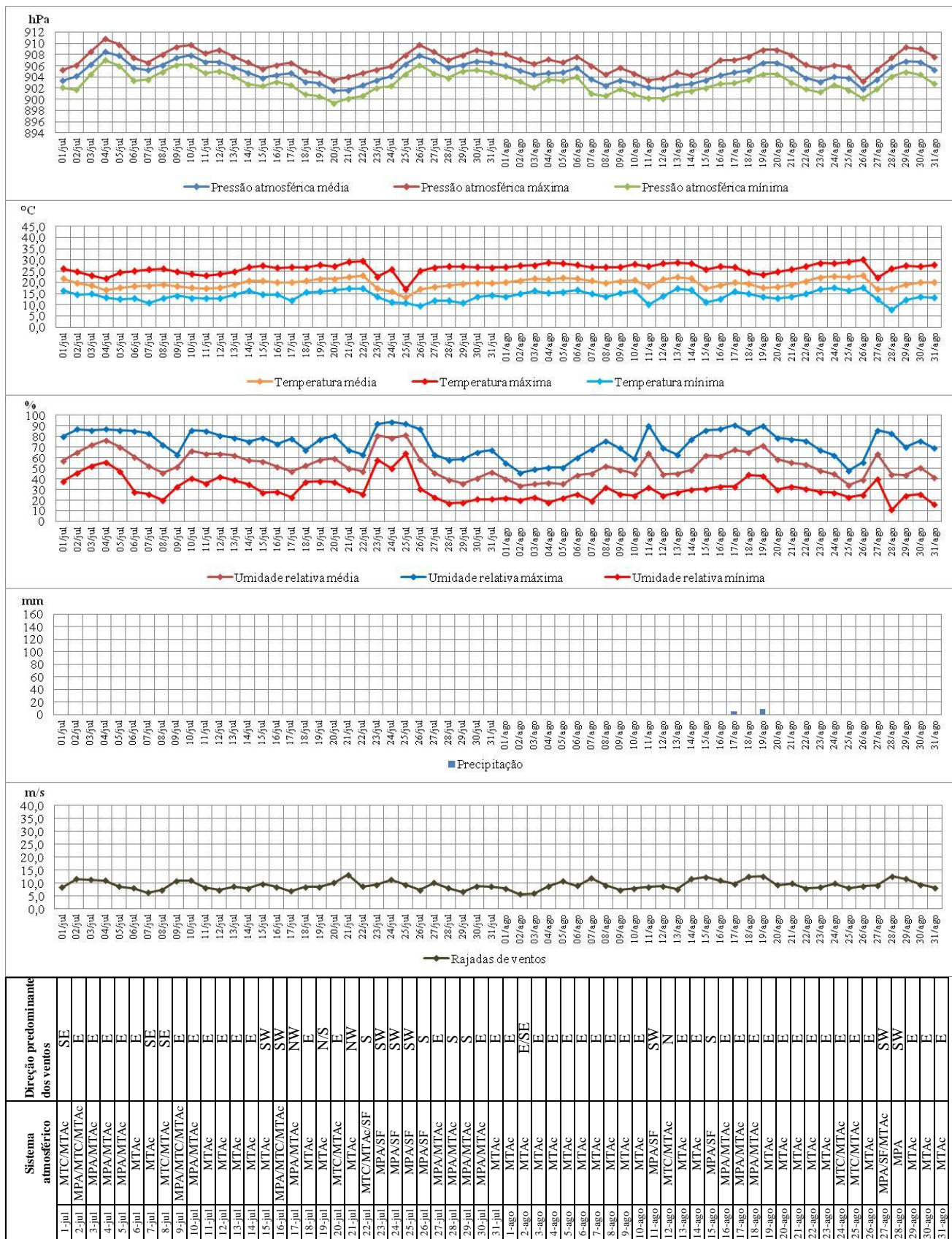


Figura 93: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Araxá

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

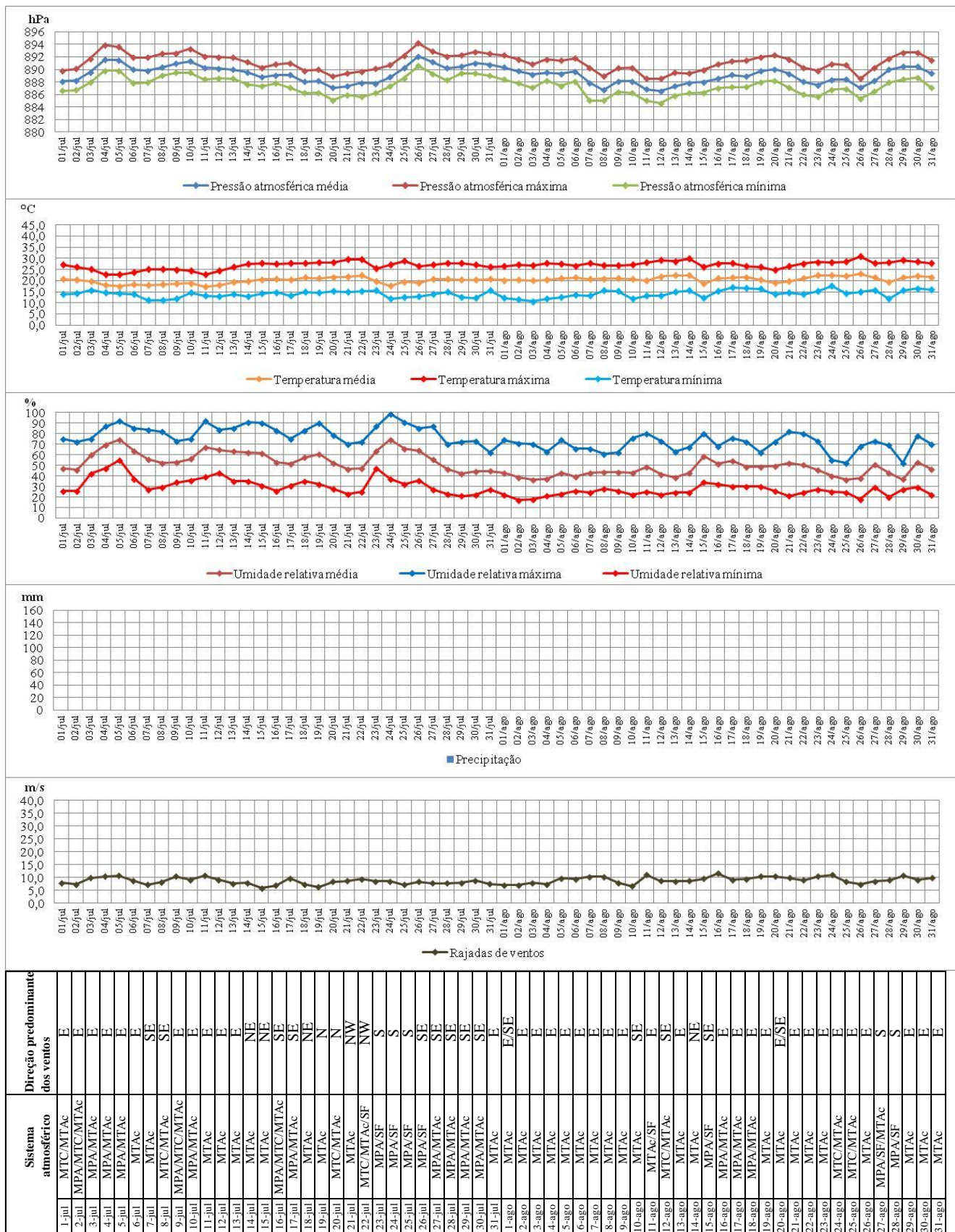


Figura 94: Análise rítmica do período de 1 de julho a 31 de agosto no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Brasília

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

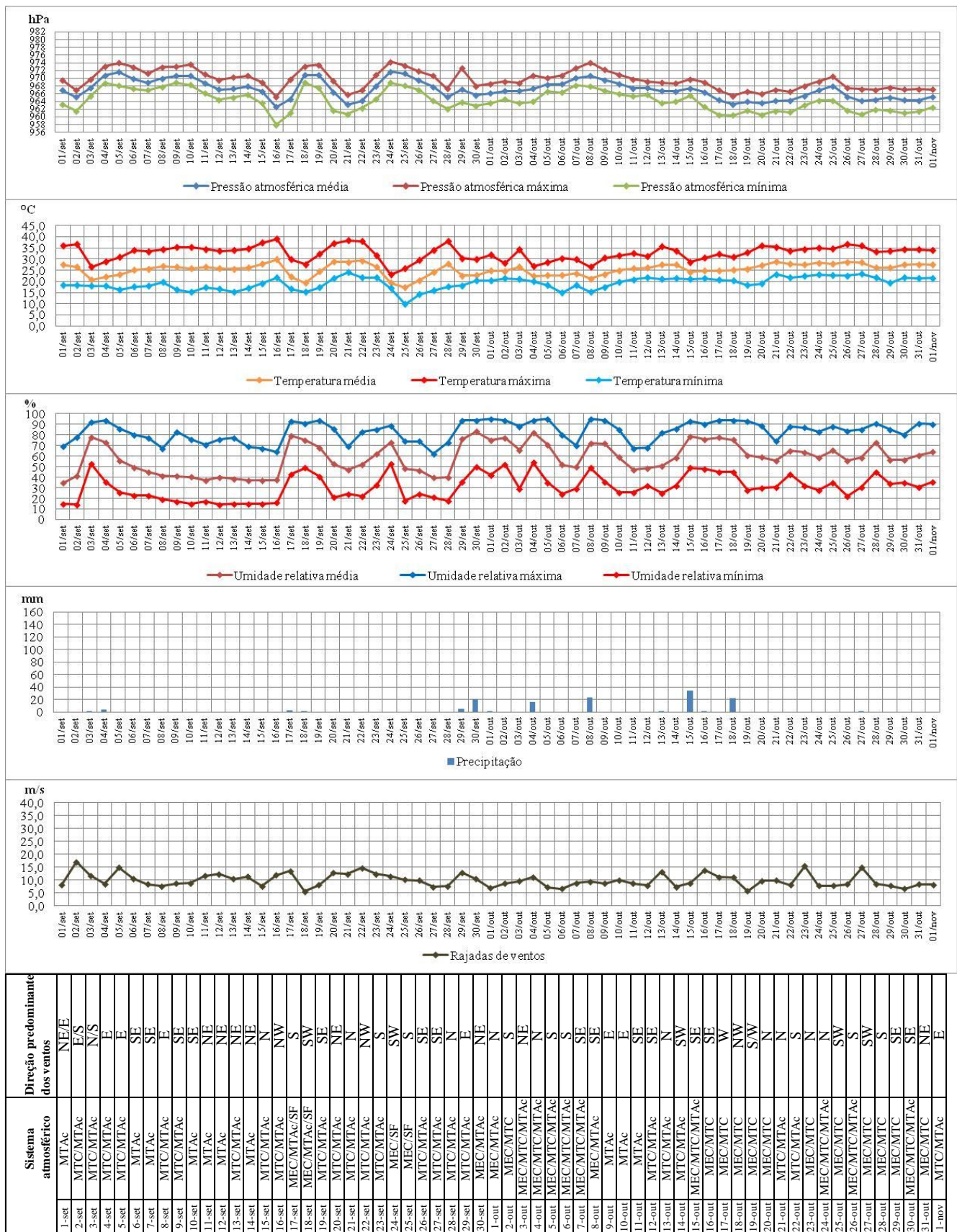


Figura 95: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Paranaíba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

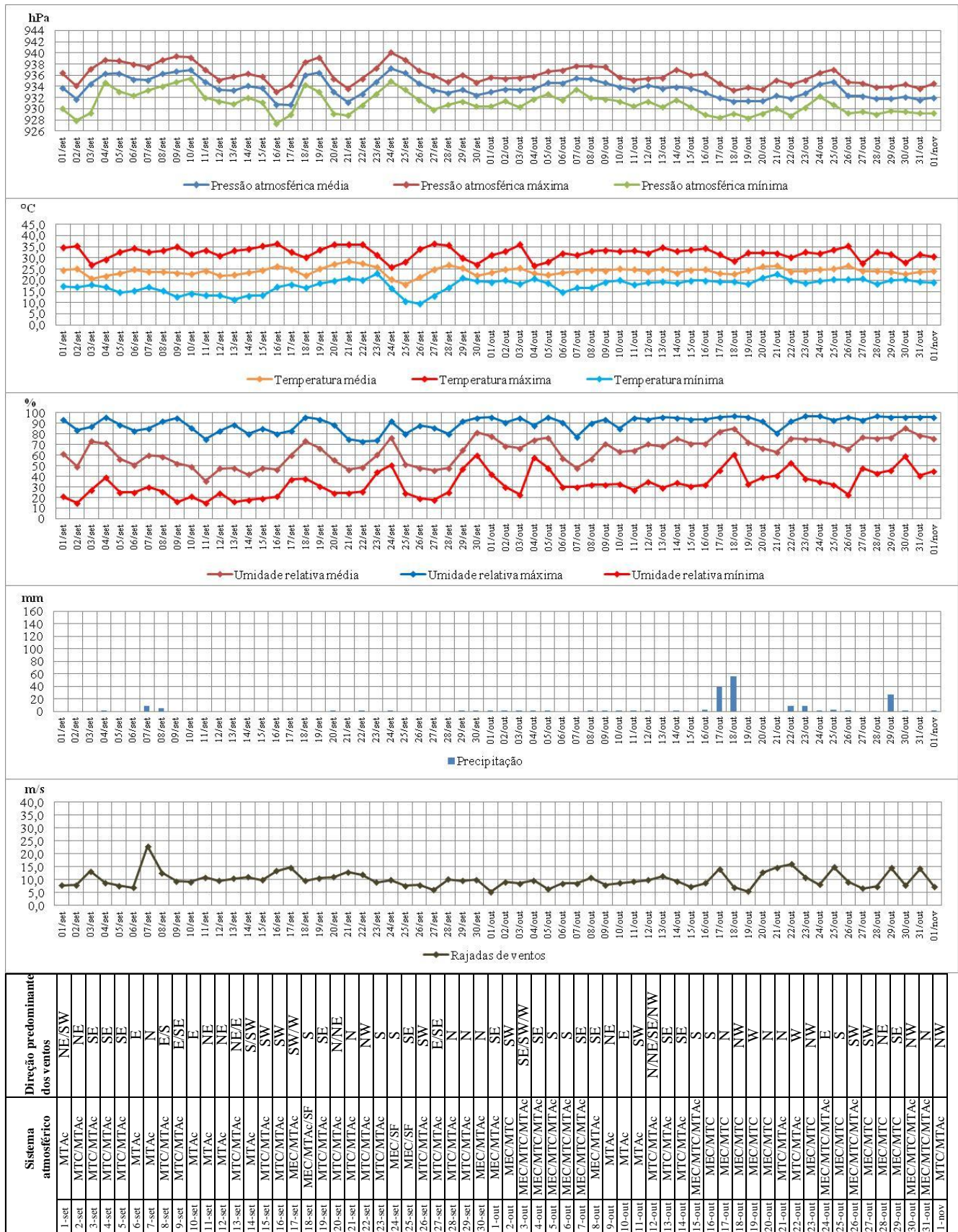


Figura 96: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Mineiros

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

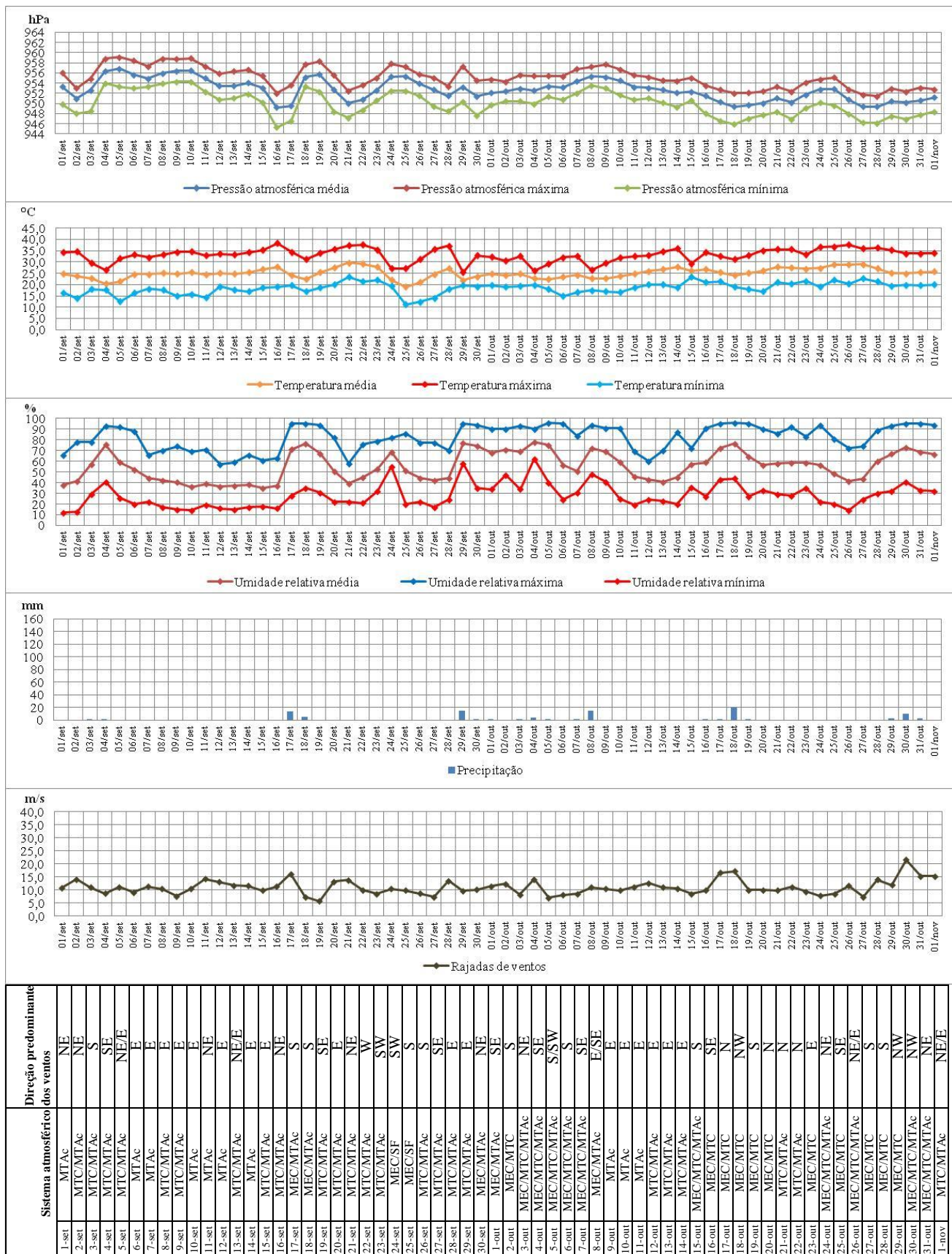


Figura 97: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Ituiutaba

Fonte dos dados: INMET, 2014.

Elaboração: QUEIROZ, 2017

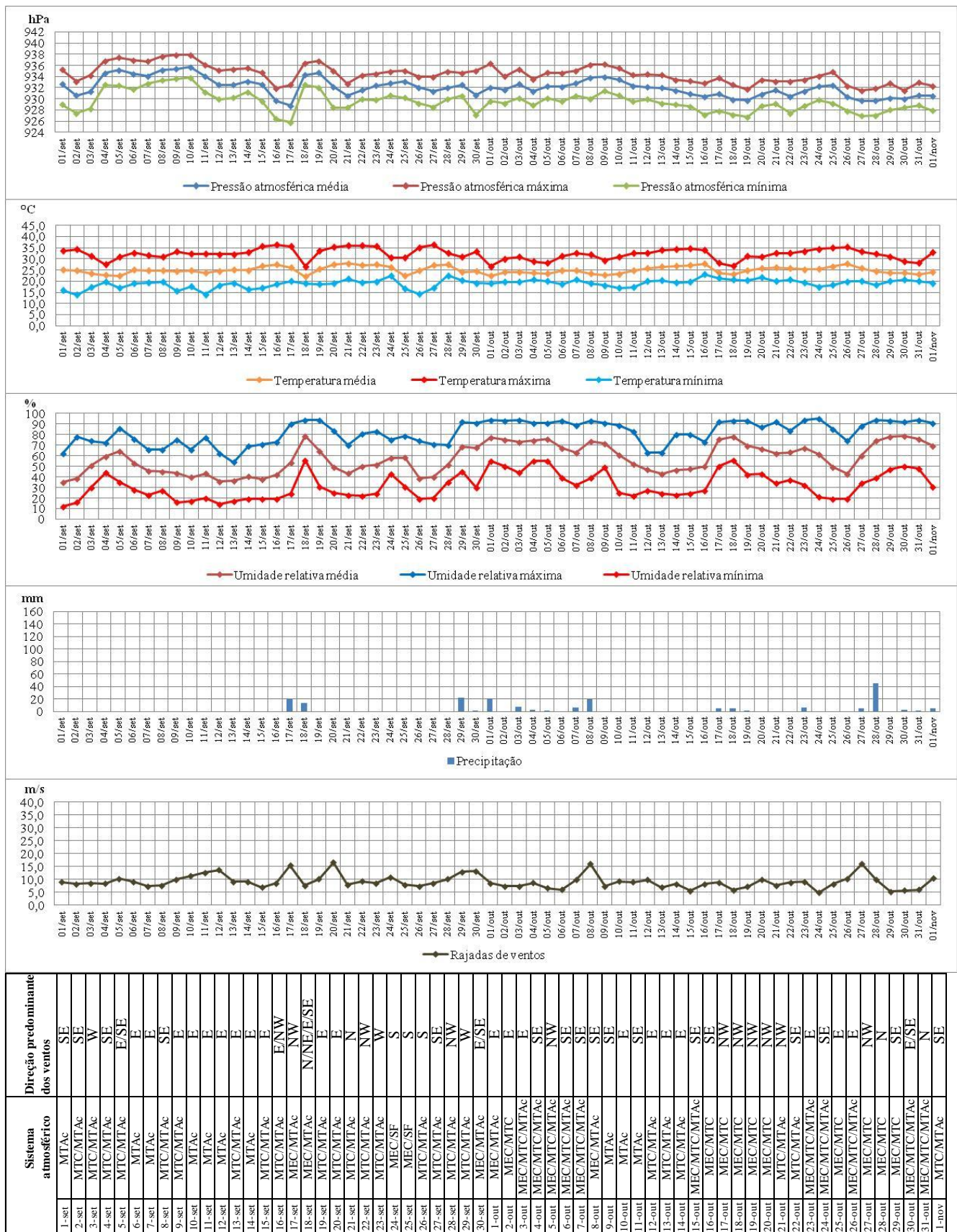


Figura 98: Análise rítmica do período de 1 de setembro a 1 de novembro no ano padrão com amplitude higrométrica máxima (2013) em Goiânia
 Fonte dos dados: INMET, 2014.
 Elaboração: QUEIROZ, 2017

Nos dois últimos meses (setembro e outubro) do período em que foram registrados os extremos de amplitude higrométrica, no ano padrão de 2013, apenas na estação de Brasília, entre as seis aqui destacadas, ocorreu o pico deste índice.

No dia 25 de setembro, a estação de Brasília (Figura 98) registrou 68% de amplitude higrométrica no decorrer do dia. Nesta data é possível observar que a pressão atmosférica manteve uma leve tendência de baixa, fato que corroborou para inserção no dia 24 e continuidade no dia 25 de um sistema frontal associado à massa Equatorial continental (mEc). As atuação destes sistemas produtores de umidade contribuíram para a elevação da umidade relativa máxima e, conseqüentemente, da amplitude higrométrica. No dia 25 foi registrado, ainda, um pequeno aumento da amplitude térmica, devido à redução da temperatura do ar mínima com a atuação do sistema frontal. Vale destacar, também, que atuação dos sistemas aqui relatados produziu precipitação no dia 24. Os ventos no dia 25 foram predominantes do quadrante sul, em decorrência, sobretudo, da influência do sistema frontal originário dessa região.

Ao observar todas as análises referentes aos extremos de amplitude higrométrica diária nota-se que os eventos de maior intensidade ocorreram no final de julho e início de agosto. Na área da Bacia do Rio Paranaíba, este período é caracterizado, do ponto de vista meteorológico, por predominância de tipos de tempo seco e com possibilidade de avanço de sistemas polares que provocam a redução da temperatura do ar, sobretudo no período noturno e início da manhã. Tal associação propicia a ocorrência de amplitude higrométrica elevada, devido a variação da temperatura do ar ao longo do dia e a forte atuação de sistemas produtores de tipos de tempo seco, principalmente a massa Polar Atlântica continentalizada (mTAc) associada a Tropical continental (mTc).

Outro fator importante ao observar as análises é a relação do relevo com os extremos de amplitude higrométrica, tendo em vista que as estações localizadas em altitudes mais baixas e que, neste caso, estão voltadas para o sul apresentaram extremos superiores a 75%, devido papel facilitador que o relevo exerce para o avanço dos sistemas polares destacados no parágrafo anterior. Além disso, o relevo exerce influência, também, sobre algumas áreas centrais da bacia que apresentam as calhas dos rios como corredores para inserção de sistemas oriundos do sul, sendo, neste caso, representado pela estação de Goiânia que registrou amplitude superior a 75%.

Para concluir o presente capítulo, nota-se que no período analisado, os extremos termo-higrométricos ocorreram na segunda metade do outono, inverno e primeira metade da

primavera, ou seja, da segunda metade de maio a outubro. Este período é caracterizado por uma transição da estação chuvosa para a seca no primeiro momento, predomínio de tempo seco no segundo momento (inverno) e transição de seco para chuvoso no último momento. No que se refere aos sistemas atmosféricos produtores de extremos termo-higrométricos, vale destacar o sistema frontal e a massa Polar Atlântica como produtores de temperaturas baixas, a massa Tropical Atlântica continentalizada e, em alguns casos, a massa Tropical continental como sistemas produtores de ar seco (baixa umidade) e as massas Tropicais Atlântica continentalizada e continental e, em alguns casos, a Equatorial continental como produtores de calor (temperatura elevadas).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar o que foi descrito sobre os extremos termo-higrométricos na Bacia do Rio Paranaíba, pode-se afirmar que os métodos atenderam de forma satisfatória os objetivos do presente trabalho.

A adaptação da metodologia dos anos padrão para o estudo de dados termo-higrométricos e a utilização destes dados para definição das datas e episódios extremos foi de grande importância neste processo de compreensão dos extremos tanto no que tange estrutura espacial como da gênese dos extremos, objetivos deste trabalho.

A metodologia utilizada para espacializar os extremos nos respectivos anos padrão propiciou a visualização da estrutura espacial dos mesmos na área de estudo. Por meio desta técnica foi possível observar, também, o papel exercido pela altitude e latitude na intensidade dos extremos, tendo em vista que a porção sudoeste com baixa altitude e alta latitude apresentou extremos mais intensos e a porção nordeste e sudeste de maior altitude demonstrou índices melhores. O único índice que apresentou maior homogeneidade foi a umidade relativa mínima, tendo registrado valores próximo a 10%, fato que coloca a região em estado crítico quando ocorre tal condição meteorológica.

De posse das datas e episódios extremos nos respectivos anos padrão foi possível aplicar a metodologia de análise rítmica para compreender a gênese de tais extremos. Neste sentido pode-se afirmar os sistemas atmosféricos associados à latitude e altitude tem importante papel na definição destes extremos.

Ainda sobre a análise rítmica, a compreensão do ritmo e da gênese dos sistemas atmosféricos associados aos dados meteorológicos são essenciais para entender o comportamento dos diversos tipos de tempo, isto é, origem e dinâmica espacial das condições meteorológicas em determinado momento. Por exemplo: conhecer os sistemas atmosféricos atuantes e a dinâmica dos mesmos na produção de tempo quente e seco. Através do aprimoramento de tal metodologia torna-se possível adotar medidas mitigadoras para redução dos impactos provocados por tais extremos climáticos.

Referente ao extremo de temperatura do ar mínima nota-se a atuação de sistemas polares, sendo que com maior intensidade na parte sul da bacia, perdendo força conforme se desloca para o norte. Vale destacar que na parte oeste estes sistemas conseguem alcançar porções mais ao norte quando comparado com a parte leste, tal fato pode ser explicado

observando o relevo, pois na parte oeste é mais plano facilitando, assim, o deslocamento destes sistemas.

Já sobre o extremo de temperatura do ar máxima, ocorre com a atuação de sistemas tropicais, sendo que o fator altitude exerce forte influência nesta variável, produzindo os índices mais elevados nas porções de baixa altitude.

A umidade relativa do ar mínima apresentou dados uniforme, diferente das outras variáveis, sendo que tais extremos no respectivo ano padrão foi registrado no final do período seco na região (agosto e setembro), ou seja, durante o período seco com início em abril/maio a região perde umidade por meio da evapotranspiração culminando no período extremo no final da estação seca. Os períodos com extremos de umidade relativa do ar mínima foram caracterizados, ainda, pela forte atuação da massa Tropical Atlântica continentalizada (mTac), que, na sua origem, conhecida como mTa, é classificada como massa de ar úmida, mas que devido as suas características ao adentrar ao continente produz precipitação apenas na região litorânea. Após perder grande parte da umidade no litoral, o ar seco se deslocar em direção à região central do Brasil, sofrendo a influência continental ao longo do seu percurso e atuando, assim, na área de estudo como importante sistema responsável pela redução da umidade relativa do ar.

As amplitudes termo-higrométricas podem ser explicadas, na maior parte das vezes, pela alternância dos sistemas atmosféricos atuantes associado a diferença da quantidade de radiação recebida ao longo do dia e a perda da mesma a noite. Desta forma, no período da manhã sobre a influência de sistema polar e baixa incidência de radiação, a temperatura do ar é mais baixa e, conseqüentemente, a umidade relativa é mais alta. No decorrer do dia, com o aumento da quantidade de radiação que incide sobre a superfície, ocorre a elevação da temperatura do ar e a redução da umidade relativa do ar. Além do que foi relatado, os baixos índices de nebulosidade, também, contribuem para aumentar a quantidade de radiação que atinge a superfície e facilita a perda da mesma durante a noite. Diante deste fatos, o comportamento meteorológico nestes dias culminam na ocorrência de extremos de amplitude termo-higrométrica.

Vale ressaltar que com relação à associação entre clima e produção agrícola, os resultados apresentados são de grande utilidade, pois apesar dos avanços técnico-científicos, o clima ainda constitui-se em um aspecto limitante para as atividades agrícolas, afetando os estágios de produção, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheitas, armazenamento, transporte e comercialização. Tendo em vista que a região em

estudo possui uma grande vocação agropecuária, uma investigação dessa natureza pode ser utilizada como suporte para auxiliar na elaboração de um diagnóstico de condições ambientais, justificando ou não, as necessidades da intervenção do Estado nesse setor da economia, por meio de políticas públicas destinadas a amenizar os efeitos negativos decorrentes do comportamento climático observado.

Além da produção agrícola, vale salientar que este trabalho visa nortear ações que tenham como objetivo a melhoria na qualidade de vida da população nesta região, sobretudo, buscando minimizar os efeitos provocados pelos extremos climáticos no cotidiano das pessoas. Neste sentido, vale ressaltar que a ocorrência de extremos termo-higrométricos possui influência direta no conforto humano, bem como nos problemas relacionados a saúde da população, sobretudo com menor renda. Dentre os agravantes para geração do desconforto, cabe aqui destacar a prática de atividades que necessitam de muito esforço físico, a inacessibilidade de parcela da população a equipamentos possam propiciar melhor conforto, a execução de alguns projetos de infraestrutura sem a observância do clima local, agravando, assim, o problema. A associação dos agravantes supracitados aos extremos termo-higrométricos, corrobora para a elevação dos casos de problemas de saúde, principalmente de doenças relacionadas ao sistema respiratório.

A partir do que foi descrito neste trabalho, recomenda-se a criação, divulgação e disponibilização de projetos de infraestrutura, acessíveis financeiramente, que visam a redução dos impactos gerados pelos extremos termo-higrométricos. Outra sugestão para mitigação dos problemas provocado por tais fenômenos, diz respeito a melhoria da comunicação e da orientação da população sobre as medidas que deverão ser tomadas de forma preventiva para redução do desconforto e, conseqüentemente, do registro de pessoas enfermas em virtude de tais extremos. Em casos extremos, recomenda-se, inclusive a restrição da prática de atividades que exige muito esforço físico em horários em que ocorrem os picos termo-higrométricos.

Diante das informações apresentadas neste trabalho, cabe a sociedade observar as informações climáticas locais e compreender o clima como fator condicionante na definição do modo de vida da população local, sendo assim, essencial incluir esta variável nos planos e projetos com o intuito de melhorar a qualidade de vida da população.

7 REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.
- Agência Nacional de Águas (ANA). **Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba**. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <http://cbhparanaiba.org.br/prh-paranaiba/plano>. Acesso em: 10 set. 2013.
- ANA. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: www.ana.gov.br. Acesso em: 03 out. 2012.
- ANDRADE, S. F. **Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de Florianópolis**. 1996. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- ARMOND, N. B.; SANT'ANNA NETO, J. L. Entre eventos e episódios: ritmo climático e excepcionalidade para uma abordagem geográfica do clima no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 20, ago. 2017. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/49792>>. Acesso em: 30 ago. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v20i0.49792>.
- ASSUNÇÃO, W. L. **Climatologia da cafeicultura irrigada no município de Araguari (MG)**. 2002. 282 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2002.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332 p.
- BARRETO, K. T.; OLIVEIRA, K. A.; KUNDLATSCH, C. A.; SILVA, D. W.; PEREIRA, A. A.; PINTO, M. L. C. Análise preliminar da sucessão de tipos de tempo e suas relações com os sistemas atmosféricos atuantes em Santos-SP do período de 16 a 30 de abril de 1971 e 2014. In: Encontro Nacional da Anpege, 11., 2015, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: UNESP, 2015. P. 7630 – 7641.
- BARROS, J. R. **A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo**. 220 f. 2003. Dissertação (Mestrado em Geografia) – IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Mercator**, Fortaleza, v. 8, n. 16, p. 255-261, 2009.
- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 512 p.
- BORSATO, V. A.; SOUZA FILHO, E. E. Ação antrópica, alterações nos geossistemas, variabilidade climática: contribuição ao problema. **Formação**, Presidente Prudente, v. 2, n. 11, p. 193-215, 2004.

BORSATO, V. A. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares.** Curitiba: CRV, 2016. 184 p.

_____; BORSATO, F. H. A elaboração dos gráficos da análise rítmica por meio do software livre Gnuplot. In: Simpósio Brasileiros de Climatologia Geográfica, 11., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2014. P. 2369 – 2380.

BOIN, M. N. **Chuvas e Erosões no Oeste Paulista: Uma Análise Climatológica Aplicada.** 264 f. 2000. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro 2000.

BRASIL. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Conjunto de Normas Legais: Recursos Hídricos.** 7 ed. Brasília: MMA, 2011. 640 p.

_____. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **FOLHA SE. 22 GOIÂNIA: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra.** Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, 1983.

CARVALHO, R. S.; PINTO, J. E. S. S. A compreensão da análise rítmica do clima em Pão de Açúcar – Alagoas: modelo quantitativo e qualitativo. In: Simpósio Brasileiros de Climatologia Geográfica, 11., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2014. P. 1925 – 1933.

CBH PARANAÍBA. **Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba: PRH PARANAÍBA.** 2013.

Disponível em:

http://www.paranaiba.cbh.gov.br/PRH/PRH_ParanaibaRelatorioSintese_20132406.pdf.

Acesso em: 30 jun. 2013.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC/INPE).

Disponível em: www.cptec.inpe.br. Acesso em: 09 abr. 2017.

COSTA, A. C. L. da; SILVA JUNIOR, J. de A.; CUNHA, A. C. da; D., GALBRAITH; FEITOSA, J. R. P.; MATTOS, A. Distribuição geoespacial e horária da temperatura do ar na cidade de Belém, estado do Pará, Brasil. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 4, n. 1, p. 150-168, jan./jun. 2013.

DINIZ, J. A. F. Classificação de uma variável e sua aplicação na Geografia. **Boletim de Geografia Teorética.** Rio Claro, n. 1, p. 25-39, 1971.

ELY, D. F. **Teoria e método da climatologia geográfica brasileira: uma abordagem sobre seus discursos e práticas** Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2006.

FONSECA, M. N.; LEIETE, H. R. Sistemas atmosféricos e índice de conforto térmico no Morro da Igreja (SC) no período janeiro-março de 2014. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 16., 2015, Teresina. **Anais...** Teresina: UFPI, 2015. P. 169 – 175.

FONTÃO, P. A. B.; ZAVATTINI, J. A. Tipos de tempo e ritmo pluvial na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP): análise comparativa dos anos 2003 e 2014. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 17., 2017, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2017. P. 2193 – 2204.

FONZAR, B. C. A circulação atmosférica na América do Sul: os grandes sistemas planetários e subsistemas regionais que atingem o continente: localização e trajetórias. **Caderno de Geociências**. Rio de Janeiro, n.11, 1994. p. 11-33.

FRANCA, R. R. **Anticiclones e umidade relativa do ar: um estudo sobre o clima de Belo Horizonte**. 109 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **REA – Revista de estudos ambientais**. Blumenau, v.10, n. 1, p. 49-64, 2008.

GARDIMAN JUNIOR, B. S. ; MAGALHÃES, I. A. L. ; FREITAS, C. A. A. ; CECÍLIO, R. A. . Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na bacia do rio Itapemirim (ES). **Ambiência (UNICENTRO)**, v. 8, p. 61-71, 2012.

GOMES, W. P.; AMORIM, M. C. C. T. A gênese das chuvas no município de Ubatuba-SP. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 16., 2015, Teresina. **Anais...** Teresina: UFPI, 2015. P. 737 – 744.

GOOGLE. Google Earth. Version Pro. 2017. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 27 out. 2017.

GLOBO. Disponível em: <https://g1.globo.com>. Acesso em: 29 out. 2017.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso: 17 set. 2012.

Manual técnico de geomorfologia. 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: www.inmet.gov.br. Acesso em: 10 out. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Nota Técnica Nº. 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET**: Rede de Estações Meteorológicas Automáticas do INMET. Brasília: INMET, 2011.

KRUK, F.; FREITAS, A. R. Análise rítmica aplicada ao entedimento de eventos hidrológicos extremos na Bacia Hidrográfica do Rio das Antas, Irati – PR. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 17., 2017, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2017. P. 1908 – 1918.

MARIANO, Z. F. **A importância da variável climática na produtividade da soja no Sudoeste de Goiás**. 167 f. 2005. Tese (Doutorado em Geografia) – IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

MARTINS, A. P. **Uso de dados do sensor Modis/Agua e do algoritmo Sebal para estimativa da evapotranspiração real na bacia do Rio Paranaíba**. 2015. 151 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

MENDES, P. C. **Gênese e estrutura espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG**. 2001. 258 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

_____; QUEIROZ, A. T. Caracterização climática do município de Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. (Org.). **Geografia do Brasil Central: enfoques teóricos e particularidades regionais**. Uberlândia: Assis Editora, 2011. P. 333-354.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MENDONÇA, F. A.; CASTELHANO, F. J. O clima e a poluição do ar por pts em Curitiba – PR. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, p. 133-144, oct. 2016. ISSN 2236-2878. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/120677>>. Acesso em: 06 nov. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.120677>.

MIOZZO, V. L.; ROSEGHINI, W. F. F. Análise rítmica da cidade de Maringá/PR no período de 28 de janeiro a 26 de fevereiro de 2014. In: Simpósio Brasileiros de Climatologia Geográfica, 11., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2014. P. 1270 – 1281.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

MONTEIRO, A.; CARVALHO, V. Clima e planejamento regional. In: AMORIM, M. C. C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Org.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras Expressões, 2013. P. 93-116.

_____. Riscos climáticos: hazards, áleas, episódios extremos. In: AMORIM, M. C. C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Org.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras Expressões, 2013. P. 143-172.

MONTEIRO, C. A. de F. **A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil (Contribuição Metodológica à Análise Rítmica dos Tipos de Tempo no Brasil)**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1969. 68 p. (Série Teses e Monografias n° 1).

_____. **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991. 233 p.

_____. Notas para o Estudo do Clima do Centro-oeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, n.1, 1951. p. 3 – 46.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 422 p.

OLIVEIRA, D. E.; FERREIRA, C. C. M. Gênese e ritmo da pluviosidade na Bacia do Rio Preto MG/RJ: proposta metodológica para a representação cartográfica. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 21, ago. 2017. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/48239>>. Acesso em: 07 nov. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v21i0.48239>.

RIBEIRO, A. G. A climatologia dinâmica na perspectiva da análise rítmica. **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia, v. 12, n.24, p. 47 – 62, 2000.

_____. As Escalas do Clima. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro, n.23, 1993. p. 288 – 294.

ROCHA, E. M. C.; SOUZA, L. B. Gênese e dinâmica climática no extremo norte do estado do Tocantins: um estudo com base na estação metereológica de Marabá (PA). In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 16., 2015, Teresina. **Anais...** Teresina: UFPI, 2015. P. 603 – 608.

SANCHEZ, M. C. A problemática de intervalos de classes na elaboração de cartogramas. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, vol. 4, p. 53 – 65, 1972.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo: Contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. 1995. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

_____. As Matrizes da Construção da Climatologia Geográfica Brasileira. In: MONTEIRO, C. A. de F.(org). **A Construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015. P. 7 - 60.

_____. Clima e Organização do Espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 15, n.1, p. 119-131, 1998.

SCHNEIDER, H.; SILVA, C. A. O uso do modelo box plot na identificação de anos-padrão secos, chuvosos e habituais na microrregião de Dourados, Mato Grosso do Sul. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo Vol. 27, p. 131-146, 2014.

SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. A . Agrometeorologia dos Cultivos: Informações para uma Agricultura Sustentável. In: José Eduardo B. A. Monteiro. (Org.). **Agrometeorologia dos Cultivos: O Fator Meteorológico na Produção Agrícola**. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009, v. 1, p. 3-12.

SILVA, L. F. G.; SOUZA, L. B. Seleção de anos-padrão para análise rítmica em estudos de conforto térmico: uma proposta de “confortogramas” a partir de índices. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 20, ago. 2017. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/50657>>. Acesso em: 06 nov. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v20i0.50657>.

SOUZA, L. B. Ritmo climático e tipos de tempo no estado do Tocantins, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 12., 2016, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2016. P. 2266 – 2277.

SILVESTRE, M. R., SANT’ANNA NETO, J. L., FLORES, E. F. Critérios Estatísticos Para definir anos padrão: uma contribuição à Climatologia Geográfica. **Revista Formação**, n.20, v. 2, p. 23-53, 2013.

SORRE, M. Objeto e método da climatologia. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 18, p. 89-94, 2006.

SOUZA, J. L. L. L. ; GOMES, T. S. ; DIAS, R. S. ; OLIVEIRA, G. M. de A. ; SANTOS, R. L. . Avaliação de métodos de interpolação aplicados à espacialização das chuvas no território identidade Portal do Sertão / Bahia. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba - PR. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos - SP: MCT/INPE, 2011. p. 4295-4302.

STEINKE, E. T. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficina de textos, 2012.

_____. **Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. Tese (Doutorado), publicação ECO. TD, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004. 196 p.

_____. Ensino da Dinâmica das Massas de Ar. Rio de Janeiro: Minicurso Teoria e Prática da Climatologia no Ensino Básico. 2017. 15 Slides. Color. Acompanha texto.

TAVARES, A. C. Critérios de escolha de anos padrões para análise rítmica em climatologia. **Geografia**, Rio Claro, v. 1, n.1, p. 79-87, 1976.

TEIXEIRA, D. C. F. Características da temperatura do ar em episódios de inverno em Rancharia/SP. In: Encontro Nacional da Anpege, 11., 2015, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: UNESP, 2015. P. 7783 – 7794.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital 2. Recife, 2006.

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, M. N. **Climatologia geográfica: teoria e prática de pesquisa**. Campinas: Alínea, 2013.

ZAVATTINI, J. A. Dinâmica Atmosférica e Análise Rítmica: a contribuição do brasileiro Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro à França de Pédelaborde e à Itália de Pinna. In: MONTEIRO, C. A. de F.(org). **A Construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015. P. 167 - 192.

_____. O paradigma da análise rítmica e a climatologia geográfica brasileira. **Geografia**, Rio Claro, v. 25, n. 3, p. 25-43, 2000.