

Análise do conforto térmico humano no outono-inverno em Santa Maria - RS: uma abordagem em escala local e regional

Analysis of human thermal comfort in the fall-winter in Santa Maria - RS: local to regional level approach

João Paulo Assis Gobo

Mestre em Geografia Física, Universidade de São Paulo

jpgobo@usp.br

Emerson Galvani

Doutor em Agronomia, Universidade de São Paulo

egalvani@usp.br

Artigo recebido para revisão em 08/10/2015 e aceito para publicação em 07/02/2016

Resumo

A presente pesquisa avaliou as condições de conforto térmico humano em ambientes externos na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, com base na dinâmica atmosférica regional para anos-padrão classificados como mais chuvoso, menos chuvoso e habitual, em meses representativos de outono e inverno. Para tal, utilizou-se da base de dados climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sob a qual procedeu-se a construção do banco de dados, no qual foi atribuído o índice de Temperatura Efetiva com Vento (TEv). Verificou-se que os sistemas atmosféricos atuantes exercem expressiva influência sobre as situações de conforto térmico humano em Santa Maria nos meses representativos de outono e inverno, sobrepondo-se aos efeitos dos atributos geográficos tais como a altitude, a continentalidade e a marítmidade.

Palavras-chave: conforto térmico humano, dinâmica atmosférica, anos-padrão.

Abstract

This study evaluated the human thermal comfort in the Rio Grande do Sul state in Santa Maria city, based on regional atmospheric dynamics for years classified as standard rainier, less rainy and customary in representative months of fall and winter. Thus, was used the weather data base of the National Meteorological Institute (INMET) under which It was carried out to construct the database, where it was assigned the Effective Temperature Wind index (TEv). It was found that the active weather systems exert significant influence on human thermal comfort conditions in Santa Maria. This happens on representative months of autumn and winter, overlapping the effects of the geographical attributes such as altitude, continentality and marítmidade Keywords: human thermal comfort; atmospheric dynamics; standard years.

Keywords: human thermal comfort, atmospheric dynamics, standard years.

1. INTRODUÇÃO

Os seres humanos têm tido conhecimento de que o tempo e o clima afetam a saúde e o bem-estar desde os trabalhos de Hipócrates a 2.500 anos, onde este escreveu sobre as diferenças regionais do clima e sua relação com estados de saúde, febre, humor e vários distúrbios psicológicos (MATZARAKIS; MAYER, 1997). Na última década, amplos estudos em Biometeorologia

produziram um grande número de projetos de pesquisa sobre conforto térmico ao ar livre em vários climas do mundo.

De acordo com Monteiro e Alucci (2005) a sensação de conforto térmico está associada com o ritmo de troca de calor entre o corpo humano e o meio ambiente. Neste sentido, o desempenho do corpo humano durante qualquer atividade deve ser otimizado, desde que o ambiente propicie condições de conforto e que sejam evitadas sensações desagradáveis. Estas sensações são funções não só das condições ambientais, mas também da capacidade de aclimatização ao meio ambiente, dos hábitos alimentares, das atividades, da altura, do peso, do tipo de roupa de cada indivíduo, e até mesmo da idade e sexo (GOLDEN et al., 2008).

A ASHRAE (1992) define o Conforto Térmico como “um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente que envolve a pessoa”. Assim, considerações fisiológicas e psicológicas estão envolvidas neste contexto, que depende individualmente.

Desse modo, o estudo das condições de conforto térmico em escala regional e sub-regional vem ser de extrema importância no âmbito do planejamento e execução de projetos de grande escala, bem como o planejamento em saúde pública.

Assim, tendo como base para este estudo a cidade de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul, buscou-se avaliar as condições de conforto térmico na escala sub-regional, a partir da análise da dinâmica atmosférica e sua eventual influência na determinação das faixas de conforto térmico humano no estado para os meses de outono e inverno.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo selecionada para esta pesquisa corresponde a cidade de Santa Maria, localizada no centro geográfico do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), em uma área de transição geomorfológica entre a Depressão Central do Rio Grande do Sul e a escarpa do Planalto Meridional Brasileiro, com uma formação vegetal transicional das paisagens de mata atlântica (Floresta Estacional Decidual) e campos, estando a parte norte de sua área inserida dentro da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (IBGE, 2014).

As características climáticas são segundo a classificação de Köppen, definidas como subtropical úmido com verões quentes, sem estação seca definida. Santa Maria é uma das cidades mais quentes do Rio Grande do Sul, em função do efeito de continentalidade e da baixa altitude registrada. A umidade relativa do ar é elevada durante o ano todo, condicionando um clima úmido com chuvas bem distribuídas durante todos os meses, e a precipitação pluviométrica apresenta distribuição regular durante todo o ano, confirmando que não há uma estação seca definida (SARTORI, 2000).

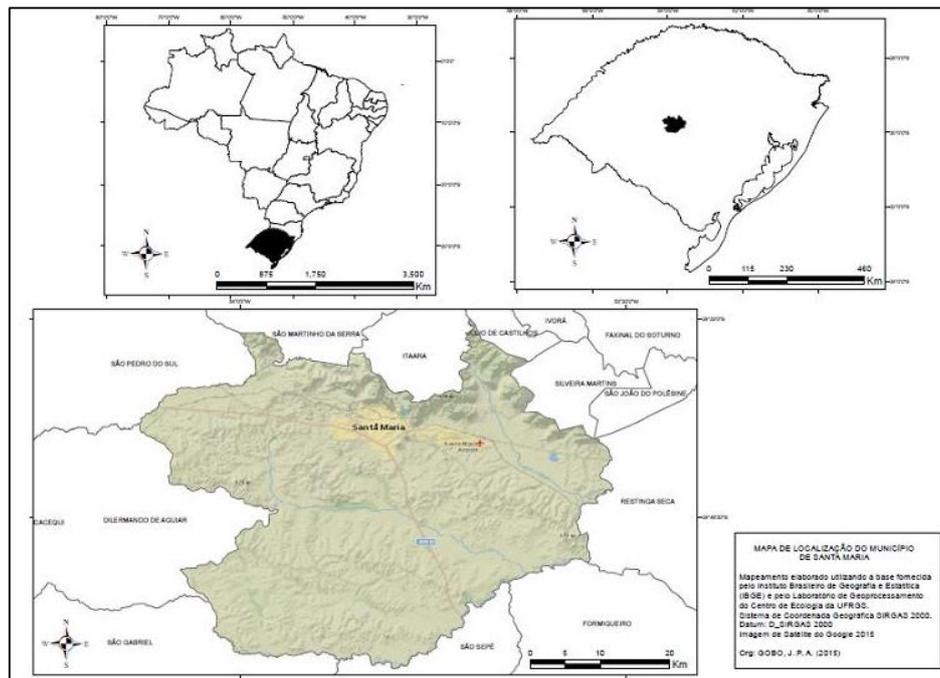


Figura 1: Mapa de localização da cidade de Santa Maria-RS.

Fonte: Gobo e Galvani (2015)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da análise do conforto térmico da pesquisa foram utilizados dados meteorológicos referentes à temperatura do ar, à umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica e precipitação pluviométrica para uma série de temporal de 30 anos, correspondentes aos anos compreendidos entre 1981 e 2010, cedidos pela estação meteorológica de Santa Maria de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os dados obtidos para os meses representativos de outono e inverno (abril e julho, respectivamente), em face da maior intensidade dos ventos em todas as regiões do estado (WOLLMANN, 2011), foram submetidos ao cálculo do Índice de Temperatura Efetiva com Vento (SUPING et. al., 1992) para cada ano da série de 30 anos, porém, apenas com os dados das médias diárias de temperatura do ar e umidade relativa do ar, com uso da seguinte fórmula:

$$TEv = 37 - \frac{(37-T)}{[0,68-0,0014RH+\frac{1}{1,76+1,4v^{0,75}}]} - 0,29T(1 - \frac{RH}{100}) \quad \text{Equação 1:}$$

Onde: T é a temperatura do ar em °C; RH é a umidade relativa em %; v é a velocidade do vento em m/s (medida a 10 metros de altura); TEv é a temperatura efetiva em função do vento em °C.

Após esse procedimento, já com os dados sazonais de TEv disponíveis para cada dia de cada ano da série de 30 anos, fez-se a classificação das faixas de conforto térmico referentes aos dados obtidos a partir dos índices anteriormente calculados.

Devido ao Rio Grande do Sul não possuir uma classificação das zonas de conforto térmico adequadas aos padrões climáticos do Estado, a presente pesquisa utilizou-se da Classificação Térmica desenvolvida por Maia e Gonçalves (2002) para espaços urbanos abertos na cidade de São Paulo (Quadro 1).

Em seguida fez-se um resgate metodológico para a seleção de anos-padrão em relação à dinâmica atmosférica regional, firmando-se principalmente nos trabalhos de Monteiro (1963, 1969 e 1971), Sartori (1979, 1980, 1981, 1993, 2000 e 2003) e Wollmann (2011).

Para tanto, foram trabalhados os dados mensais e anuais da estação meteorológica de Santa Maria, de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do período entre janeiro de 1981 a dezembro de 2010, totalizando 30 anos de dados analisados para se selecionarem os anos tidos como habitual, mais chuvoso e menos chuvoso do ponto de vista da circulação atmosférica regional (MONTEIRO, 1971; SARTORI, 1993).

De posse dos dados pluviométricos mensais do período, foi calculada a média de precipitação para a série de 30 anos de dados, onde foram caracterizados como anos-padrão habitual os anos nos quais os totais pluviométricos registrados encontravam-se no intervalo de 1300 mm a 1800 mm anuais (ano de 2007), os mais chuvosos com índices superiores a 1800mm (ano de 2002) e os anos-padrão menos chuvosos aqueles de totais anuais de precipitação inferiores a 1300mm (ano de 2004) (RUOSO et al., 2006).

Quadro 1 - Classes de conforto térmico adaptadas à pesquisa

Te_v (C°)	Sensação Térmica	Grau de Estresse Fisiológico
<13	Muito Frio	Extremo Estresse ao Frio
13 - 16	Frio	Tiritar
16 - 19	Frio Moderado	Ligeiro Resfriamento do Corpo
19 - 22	Ligeiramente Frio	Vasoconstrição
22 - 25	Confortável	Neutralidade Térmica
25 - 28	Ligeiramente Quente	Ligeiro Suor e Vasodilatação
28 - 31	Quente Moderado	Suando
31 - 34	Quente	Suor em Profusão
>34	Muito Quente	Falha na Termorregulação

Fonte: Maia e Gonçalves (2002).

Org.: Gobo e Galvani (2015).

Selecionou-se abril como o mês representativo do outono e julho como o do inverno e de posse dos dados climáticos, foram construídos os gráficos de Análise Rítmica, com o auxílio do software RITMOANÁLISE (BORSATO; SOUSA, 2004), onde foram definidos os sistemas atmosféricos (massas e ar e sistemas produtores de chuva) envolvidos, identificando-os com o auxílio de cartas sinóticas e imagens de satélite. São eles: Massa Polar Atlântica (MPA); Massa Polar Velha (MPV); Massa Tropical Atlântica (MTA); Massa Tropical Continental (MTC); Frente Polar Atlântica (FPA); Frente Estacionária (FE); Frente Quente (FQ); Ciclogênese (C).

Como análise final, calculou-se o percentual de participação dos sistemas atmosféricos na definição das diferentes classes de conforto atuantes em Santa Maria.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. ANO-PADRÃO MAIS CHUVOSO (2002)

4.1.1. Outono (Abril 2002) Ano-Padrão Mais Chuvoso (2002)

No mês de abril de 2002, mês representativo da estação de outono, houve um aumento da participação da MPA, com 53,3% de atuação, em relação à MPV, com 3,3% de atuação do total dos dias do mês, além de um dia com domínio da MTC. A situação de elevada precipitação, na referida estação, está associada à grande participação de FPAs que estacionavam sobre o Estado (FE), representando 20% dos dias do mês (Tabela 1).

Houve, portanto, uma maior associação da MPA na classificação de quatro diferentes faixas de sensação térmica. A faixa de "Muito Frio" apresenta 26,7% do total dos dias do mês associada à MPA e 3,3% associada à MTC.

A faixa de sensação térmica de "Frio" mostra-se 3,3% dos dias do mês associada à MPA e à FPA, enquanto 10,0% dos dias do mês apresentam a faixa de "Frio" associada à FE.

Do total dos dias do mês de abril de 2002, 3,3% estão classificados na faixa de sensação térmica de "Frio Moderado" e associados à MPA, 3,3% associados à FQ e 3,3% à Ciclogênese, enquanto 10% estão associados à FPA e, novamente, 10% à FE.

Por fim, a faixa de sensação térmica de "Ligeiramente Frio" teve 20% do total dos dias do mês em que ocorreu associados à MPA e 3,3% associados à MPV.

Novamente observando de maneira mais detalhada o gráfico de análise rítmica (Anexo 1) e a frequência de ocorrências das faixas de sensação térmica em relação aos sistemas atmosféricos, na tabela 1, não é possível inferir relação determinante com a dinâmica atmosférica, na classificação dessas faixas no outono de 2002.

4.1.2. Inverno (julho 2002) Ano-Padrão Mais Chuvoso (2002)

No mês representativo do inverno do ano-padrão mais chuvoso, foi notório o aumento da participação de MPAs, mais fortes em função do resfriamento do Hemisfério Sul, enquanto a MPV foi responsável pela atuação em apenas 3,2% dos dias. As FPAs dominaram em cerca de 15% dos dias, enquanto a FE dominou 6,5% dos dias do mês. A Ciclogênese foi responsável por 6,5% dos dias do mês (Tabela 2).

Observa-se, na análise do percentual de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no inverno de 2002, que a MPA é responsável por 64,5% dos dias classificados na faixa de "Muito Frio", 3,2% dos dias classificados na de "Frio" e 3,2% dos dias classificados na faixa de "Frio Moderado".

A MPV, por sua vez, teve sua frequência de ocorrência enfraquecida, correspondendo apenas a 3,2% dos dias classificados na faixa de "Muito Frio". A faixa de sensação térmica de "Muito Frio" também foi classificada para 9,7% dos dias associados à FPA, 3,2% deles associados à FE e 3,2% dos dias associados a Ciclogênese. A sensação térmica de "Frio" foi classificada em 6,5% dos dias associados a FPA, 3,2% dos dias associados a FE e 3,2% com domínio de Ciclogênese.

É possível, neste caso do inverno do ano-padrão mais chuvoso, associar de maneira clara a influência dos sistemas atmosféricos na determinação das faixas de sensação térmica classificadas no Rio Grande do Sul, o que pode ser mais bem analisado observando-se, no anexo 1, o gráfico da análise rítmica para julho de 2002.

Por fim, a faixa de sensação térmica de "Ligeiramente Quente" foi observada em apenas três dias, sendo 3,2% do total dos dias do mês associada à MTA e 6,5% à MPV, sistemas estes característicos de temperaturas elevadas, no Rio Grande do Sul (Anexo 1).

4.2. ANO-PADRÃO MENOS CHUVOSO (2004)

4.2.1. Outono (Abril 2004) Ano- Padrão Menos Chuvoso (2004)

O outono de 2004, representado pelo mês de abril, apresentou uma situação de quase igualdade na participação da MPA e da MPV, com 30,0% e 33,3% dos dias de domínio no mês, respectivamente, além de oito passagens frontais que representaram 26,7% do total de dias, cuja fraca frontogênese provocou apenas o aumento da nebulosidade, com registro de pouca precipitação, além de dois dias de precipitação em função da atuação da MTC (Anexo 2).

Esses aspectos da dinâmica atmosférica da área de estudo, nos meses de outono, já foram observados por Sartori (2003), que verificou o predomínio dos Sistemas Extratropicais com maior frequência da MPA em relação ao verão. Isso se deve ao início da intensificação do Anticiclone Polar Atlântico, originando Massas Polares mais definidas e persistentes, pois os processos de tropicalização tornam-se mais demorados devido à declinação do sol, que leva à gradativa diminuição da entrada de radiação solar e, conseqüentemente, do processo de aquecimento.

O que pode ser observado na análise da dinâmica atmosférica para o outono do ano-padrão menos chuvoso é um maior número de faixas de sensação térmica classificadas em relação a um número menor de sistemas atmosféricos atuantes, diferentemente dos meses de outono anteriormente

analisados, sendo a faixa de "Muito Frio" associada à MPA em 23,3% do total de dias do mês, e à FPA em 6,7% dos dias.

A faixa de "Frio" foi classificada em dois dias do mês, sendo um associado a uma situação atmosférica de domínio da MPV, e outro, ao domínio da FPA que, por sua vez, também teve um episódio associado à faixa de sensação térmica de "Frio Moderado", dois episódios associados à faixa de "Ligeiramente Frio" e dois associados à de "Confortável".

A faixa de sensação térmica de "Frio Moderado" também teve 3,3% dos dias do mês associados à MTC e 10,0% à MPV, enquanto a faixa de "Ligeiramente Frio" teve 13,3% dos dias associados à MPV e 6,7% à MPA. Já a faixa de sensação térmica de "Confortável" apresentou 6,7% dos dias do mês sob domínio da MPV e 3,3% associados à MTC (Tabela 3).

4.2.2. Inverno (Julho 2004) Ano-Padrão Menos Chuvoso (2004)

No inverno de 2004, novamente é percebido o aumento da participação da Massa Polar Atlântica (MPA), representando 54,8% do total dos dias do mês, embora se note um aumento no número de passagens frontais em comparação com o mesmo período em 2002. No entanto, tais passagens frontais foram rápidas, e o contraste higrométrico entre as massas polares não foi suficiente para provocar grandes volumes de precipitação, inclusive quando houve participação de FE e C.

Houve, todavia, quatro faixas de sensação térmica classificadas no inverno de 2004, sendo a ocorrência da faixa de "Ligeiramente Frio" associada à MPA em apenas um dia do mês, enquanto a faixa de "Muito Frio" apresentou 45,2% do total de dias do mês sob domínio da MPA, 12,9% dos dias associados à MPV, 16,1% à FPA, 6,5% à FE e 3,2% à Ciclogênese. A faixa de "Frio" e a de "Frio Moderado" tiveram, respectivamente, 6,5% do total dos dias do mês sob domínio da MPA e 6,5% da FPA.

O que se observa novamente, na situação de inverno, é uma maior relação entre a dinâmica atmosférica regional e a classificação das faixas de sensação térmica para o mês representativo de inverno do ano-padrão menos chuvoso no Rio Grande do Sul (Tabela 4).

4.3. ANO-PADRÃO HABITUAL (2007)

4.3.1. *Outono (Abril 2007) Ano-Padrão Habitual (2007)*

O outono do ano-padrão habitual mostrou uma participação de 33,3% da MPA, 23,3% da MPV e 3,3% da MTC, além de FPAs mais intensas e com 23,3% de participação do total dos dias do mês, porém provocando precipitação, dentro da normalidade climática sazonal, com a presença de FE e C, que representaram 6,7% e 10% de participação no mês, respectivamente (Anexo 3).

Do ponto de vista do conforto térmico, o outono de 2007 apresentou cinco faixas de sensação térmica classificadas, dentre as quais a faixa de "Confortável" apresentou apenas 6,7% do total dos dias do mês sob domínio da FPA.

A faixa de "Ligeiramente Frio" apresentou 6,7% dos dias sob domínio da MPA, 16,7% sob domínio da MPV e 6,7% sob influência da FPA, enquanto a faixa de sensação térmica de "Frio Moderado" teve 3,3% de dias associados a MPV, FPA, MTC, FE e C, totalizando 16,7% do total dos dias do mês classificados nessa faixa.

A faixa de "Frio" teve 13,3% do total dos dias do mês associados à MPA, 6,7% sob domínio da FPA e 3,3% à FE e à Ciclogênese, somando-se um total de 26,7% de dias classificados nessa faixa de sensação térmica no mês, enquanto a faixa de sensação térmica de "Muito Frio" apresentou 13,3% dos dias sob domínio da MPA e 3,3% da MPV (Tabela 5).

4.3.2. *Inverno (Julho 2007) Ano-Padrão Habitual (2007)*

Por fim, o Inverno de 2007, assim como os demais, apresentou o predomínio da MPA, com 71% do total dos dias do mês, sendo muito semelhante ao inverno de 2002 no que diz respeito à sucessão de sistemas atmosféricos, porém diferente nos totais pluviométricos apresentados, com as FPAs e FEs dominando em praticamente 15% dos dias e 12,9% destes sob domínio de Ciclogênese.

Nota-se, novamente, a forte relação entre os sistemas atmosféricos atuantes e a determinação das faixas de sensação térmica, sendo 64,5% dos dias com domínio da MPA classificados na faixa de sensação térmica de "Muito Frio", 3,2% na faixa de "Frio" e "Frio Moderado".

A FPA teve 9,7% dos dias classificados na faixa de "Muito Frio" e 3,2% na faixa de "Ligeiramente Frio", enquanto a FE e a C foram responsáveis por 3,2% e 12,9% dos dias classificados na faixa de sensação térmica de "Muito Frio", respectivamente (Tabela 6).

Tabela 1 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no outono do ano-padrão mais chuvoso (2002)

Faixas de Conforto	Sistemas Atmosféricos														Percentual de ocorrência das classes (%)
	M PA	Percentual (%)	M PV	Percentual (%)	M TC	Percentual (%)	FPA	Percentual (%)	FQ	Percentual (%)	FE	Percentual (%)	C	Percentual (%)	
Muito frio	8	26,7	0	0	1	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	30,0
Frio	1	3,3	0	0	0	0	1	3,3	0	0	3	10,0	0	0	16,7
Frio Moderado	1	3,3	0	0	0	0	3	10,0	1	3,2	3	10,0	1	3,3	30,0
Ligeiramente frio	6	20,0	1	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,3
Confortável	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ligeiramente Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente Moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muito Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Percentual de Sistemas Atmosféricos no Mês (%)	53,3	0	3,3	0	3,3	0	13,3	0	3,3	0	20,0	0	3,3	0	

Org.: GOBO, J. P. A. (2014).

Tabela 2 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no inverno do ano-padrão mais chuvoso (2002).

Faixas de Conforto	Sistemas Atmosféricos										Percentual de ocorrência das classes (%)
	MPA	Percentual (%)	MPV	Percentual (%)	FPA	Percentual (%)	FE	Percentual (%)	C	Percentual (%)	
Muito frio	20	64,5	1	3,2	3	9,7	1	3,2	1	3,2	83,9
Frio	1	3,2	0	0	2	6,5	1	3,2	1	3,2	16,1
Frio Moderado	1	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2
Ligeiramente frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Confortável	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ligeiramente Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente Moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muito Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Percentual de Sistemas Atmosféricos no Mês (%)	71,0	0,0	3,2	0,0	16,1	0,0	6,5	0,0	6,5	0,0	

Org.: GOBO, J. P. A. (2014).

Tabela 3 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no outono do ano-padrão menos chuvoso (2004).

Faixas de Conforto	Sistemas Atmosféricos								Percentual de ocorrência das classes (%)
	MPA	Percentual (%)	MPV	Percentual (%)	MTC	Percentual (%)	FPA	Percentual (%)	
Muito frio	7	23,3	0	0	0	0	2	6,7	29,0
Frio	0	0	1	3,3	0	0	1	3,3	6,5
Frio Moderado	0	0	3	10,0	1	3,3	1	3,3	16,1
Ligeiramente frio	2	6,7	4	13,3	0	0	2	6,7	25,8
Confortável	0	0	2	6,7	1	3,3	2	6,7	16,1
Ligeiramente Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente Moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muito Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Percentual de Sistemas Atmosféricos no Mês (%)	30,0	0,0	33,3	0,0	6,7		26,7	0,0	

Org.: GOBO, J. P. A. (2014).

Tabela 4 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no inverno do ano-padrão menos chuvoso (2004).

Faixas de Conforto	Sistemas Atmosféricos										Percentual de ocorrência das classes (%)
	MPA	Percentual (%)	MPV	Percentual (%)	FPA	Percentual (%)	FE	Percentual (%)	C	Percentual (%)	
Muito frio	14	45,2	4	12,9	5	16,1	2	6,5	1	3,2	83,9
Frio	2	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5
Frio Moderado	0	0	0	0	2	6,5	0	0	0	0	6,5
Ligeiramente frio	1	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2
Confortável	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ligeiramente Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente Moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muito Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Percentual de Sistemas Atmosféricos no Mês (%)	54,8	0	12,9	0	22,6	0	6,5	0	3,2	0	

Org.: GOBO, J. P. A. (2014).

Tabela 5 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no outono do ano-padrão habitual (2007).

ABRIL DE 2007/OUTONO		Sistemas Atmosféricos											Percentual de ocorrência das classes (%)
Faixas de Conforto	MPA	Percentual (%)	MPV	Percentual (%)	FPA	Percentual (%)	MTC	Percentual (%)	FE	Percentual (%)	C	Percentual (%)	
Muito frio	4	13,3	1	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	16,7
Frio	4	13,3	0	0	2	6,7	0	0	1	3,3	1	3,3	26,7
Frio Moderado	0	0	1	3,3	1	3,3	1	3,3	1	3,3	1	3,3	16,7
Ligeiramente frio	2	6,7	5	16,7	2	6,7	0	0	0	0	1	3,3	33,3
Confortável	0	0	0	0	2	6,7	0	0	0	0	0	0	6,7
Ligeiramente Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente Moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muito Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Percentual de Sistemas Atmosféricos no Mês (%)	33,3	0	23,3	0	23,3	0	3,3	0	6,7	0	10,0	0	

Org.: GOBO, J. P. A. (2014).

Tabela 6 – Porcentagem de ocorrências das faixas de sensação térmica associadas aos sistemas atmosféricos atuantes no inverno do ano-padrão habitual (2007).

JULHO DE 2007/INVERNO		Sistemas Atmosféricos									Percentual de ocorrência das classes (%)
Faixas de Conforto	MPA	Percentual (%)	FPA	Percentual (%)	FE	Percentual (%)	C	Percentual (%)	Percentual (%)		
Muito frio	20	64,5	3	9,7	1	3,2	4	12,9	90,3		
Frio	1	3,2	0	0	0	0	0	0	3,2		
Frio Moderado	1	3,2	0	0	0	0	0	0	3,2		
Ligeiramente frio	0	0	1	3,2	0	0	0	0	3,2		
Confortável	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ligeiramente Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Quente Moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Muito Quente	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Percentual de Sistemas Atmosféricos no Mês (%)	71,0	0	12,9	0	3,2	0	12,9	0			

Org.: GOBO, J. P. A. (2013).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na realização da análise da dinâmica atmosférica regional e sua influência na determinação das situações de conforto térmico para Santa Maria, observou-se que os sistemas atmosféricos atuantes sobre a área de estudo são os principais definidores da situação de conforto térmico nos meses de inverno. No outono ainda há uma significativa influência dos atributos geográficos tais como a maritimidade, a continentalidade e a altitude, na definição das zonas de conforto.

O outono foi definido pela participação mais ativa da Massa Polar Atlântica bem como da Frente Polar Atlântica e de sua derivação (Frente Estacionária), aumentando a nebulosidade e a umidade que, no inverno, tornaram-se mais intensas, com o predomínio da Massa Polar Atlântica reduzindo a temperatura. Esse processo dinâmico do outono e do inverno influenciou a classificação de faixas de sensação térmica tendendo mais para o frio. Fica clara a grande influência dos padrões típicos de circulação do ar na determinação das condições de conforto térmico para as estações de outono inverno, principalmente a segunda, onde a circulação atmosférica regional, oriunda de uma dinâmica atmosférica intensamente controlada pelas incursões de massas polares, é intensamente determinante na condição de desconforto térmico por frio para o município.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo de mestrado.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. B. Cobertura vegetal e qualidade ambiental na paisagem urbana de Santa Maria (RS). **Dissertação** (Mestrado em Geografia). Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2012.

ASHRAE (American Society of Heating and Air Conditioning Engineers) **Handbook Fundamentals**. Atlanta: ASHRAE. Cap. 8: Physiological principles for comfort and health, p.8.1-8.32, 1992.

BORSATO, V. A.; BORSATO F. H.; SOUSA E. E., Análise Rítmica e a Variabilidade Têmporo – Espacial. **Anais...** In: VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Teoria e Metodologia em Climatologia. Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de pós Graduação Geográfica, Aracajú SE. Outubro 2004. Eixo 3 tema 3 - CD-ROM.

CHANGNON, S. A.; PIELKE JUNIOR, R. A.; CHANGNON, D.; SYLVES, R. T.; FANGER, P.O. **Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering**. New York: McGraw Hill, 1972.

CRITCHFIELD, HOWARD J. **General Climatology**. New York: Prentice Hall, 1960.

FANGER, P.O. **Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering**. New York: McGraw Hill, 1972.

MAIA, J.A.; GONÇALVES, F.L.T. Uma análise do conforto térmico e suas relações meteorotrópicas na cidade de São Paulo – parte 1. **Anais... XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, p. 305-314, Foz de Iguaçu, 2002.

GOLDEN, J. S., D. HARTZ, A. BRAZEL, G. LUBER, P; PHELAN, A.; biometeorology study of climate and heatrelated morbidity in Phoenix from 2001 to 2006. **International Journal of Biometeorology**, v.52, n.6, p.471–480. 2008.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Heat stress in Greece, **International Journal of Biometeorology**. v.41, p.34-39, 1997.

MONTEIRO, C. A. F. **O clima da região Sul**. In: CATALDO, D. M. (Org.). Geografia do Brasil, Grande Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1963. p. 117-169.

MONTEIRO, C. A. F. **A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil (Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempos no Brasil)**. Série Teses e Monografias, nº1. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1969.

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em climatologia – problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Revista IGUSP**. São Paulo. [s./v.], [s./n.], p. 1-21, 1971.

MONTEIRO, L.; ALUCCI, M. Procedimentos para quantificação de variáveis para análise termofisiológica em espaços abertos. In: VIII ENCAC, 2005, Maceió. **Anais... Antac**, 2005. RUOSO, D.; SARTORI, M. G. B.; WOLLMANN, C. A.; COSTA, E. R. Respostas locais à circulação regional em Santa Maria e Santa Cruz do Sul: Uma análise de normais climatológicas de temperatura e precipitação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 7. Rondonópolis: UFMT, 2006. 20-25 ago. **Anais... 1CD-ROM**.

SARTORI, M. G. B., As variações pluviométricas e o regime das chuvas na região central do Rio Grande do Sul. Rio Claro, **Boletim de Geografia Teórica**, v. 23, p. 72-80, 1993.

SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v.1, n. 20, p. 27-49, jan./jul. 2003.

SARTORI, M. G. B. A circulação atmosférica regional e as famílias de tipos de tempo identificadas na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, nº. 3, p. 101-110, 1981.

SARTORI, M. G. B. Balanço sazonal da participação dos sistemas atmosféricos em 1973, na região de Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, n.2, p. 41-53, 1980.

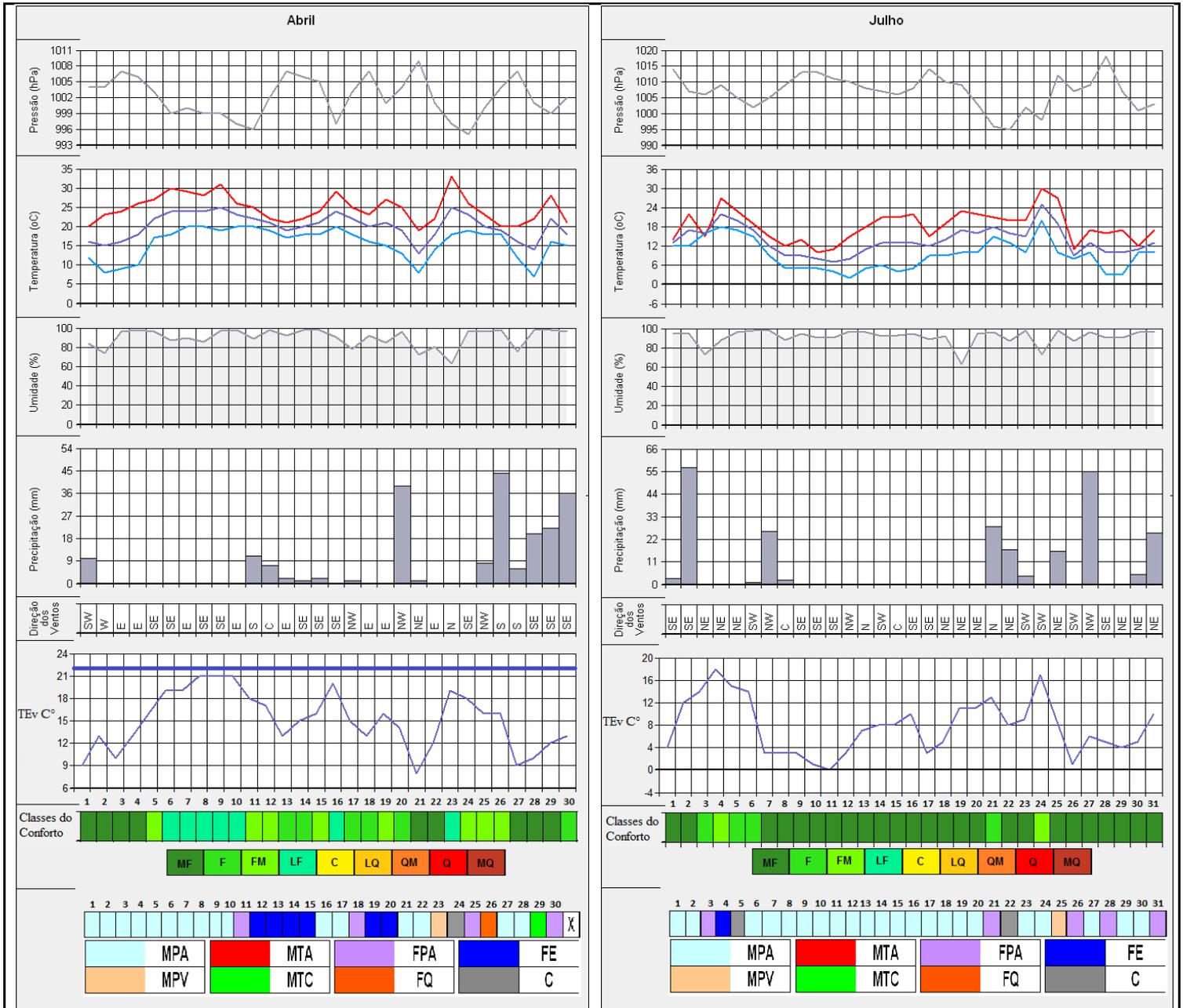
SARTORI, M.G.B. Clima e Percepção. USP/FFLCH (**Tese de Doutorado**). São Paulo, 2000.

SARTORI, M. G. B. O Clima de Santa Maria: do regional ao urbano. 1979. 163f. **Dissertação de Mestrado em Geografia** – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

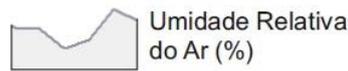
SUPING, Z.; GUANGLIN, M.; YANWEN, W.; JI, L. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners. **International Journal of Biometeorology**, v.36, p.63-68, 1992.

WOLLMANN, C. A. Zoneamento agroclimático para a produção de roseiras (*Rosaceae* spp.) no Rio Grande do Sul. USP/FFLCH. **Tese de Doutorado**. São Paulo, 2011.

Anexo 1 Gráficos de Análise Rítmica para o ano-padrão mais chuvoso (2002).

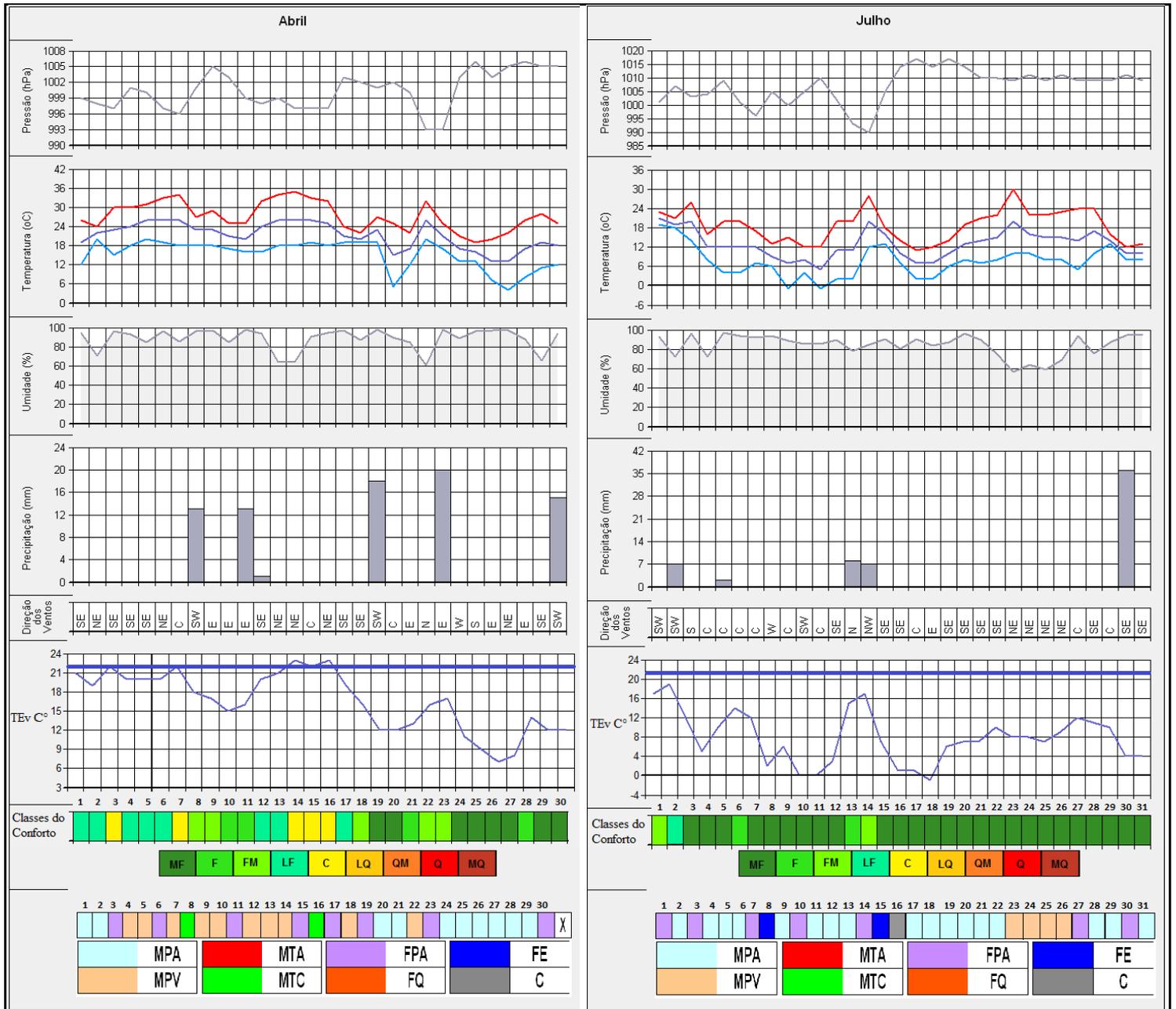


LEGENDA:

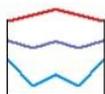


Anexo 2

Gráficos de Análise Rítmica para o ano-padrão menos chuvoso (2004).



LEGENDA:



Temperatura Máxima
 Temperatura Média
 Temperatura Mínima



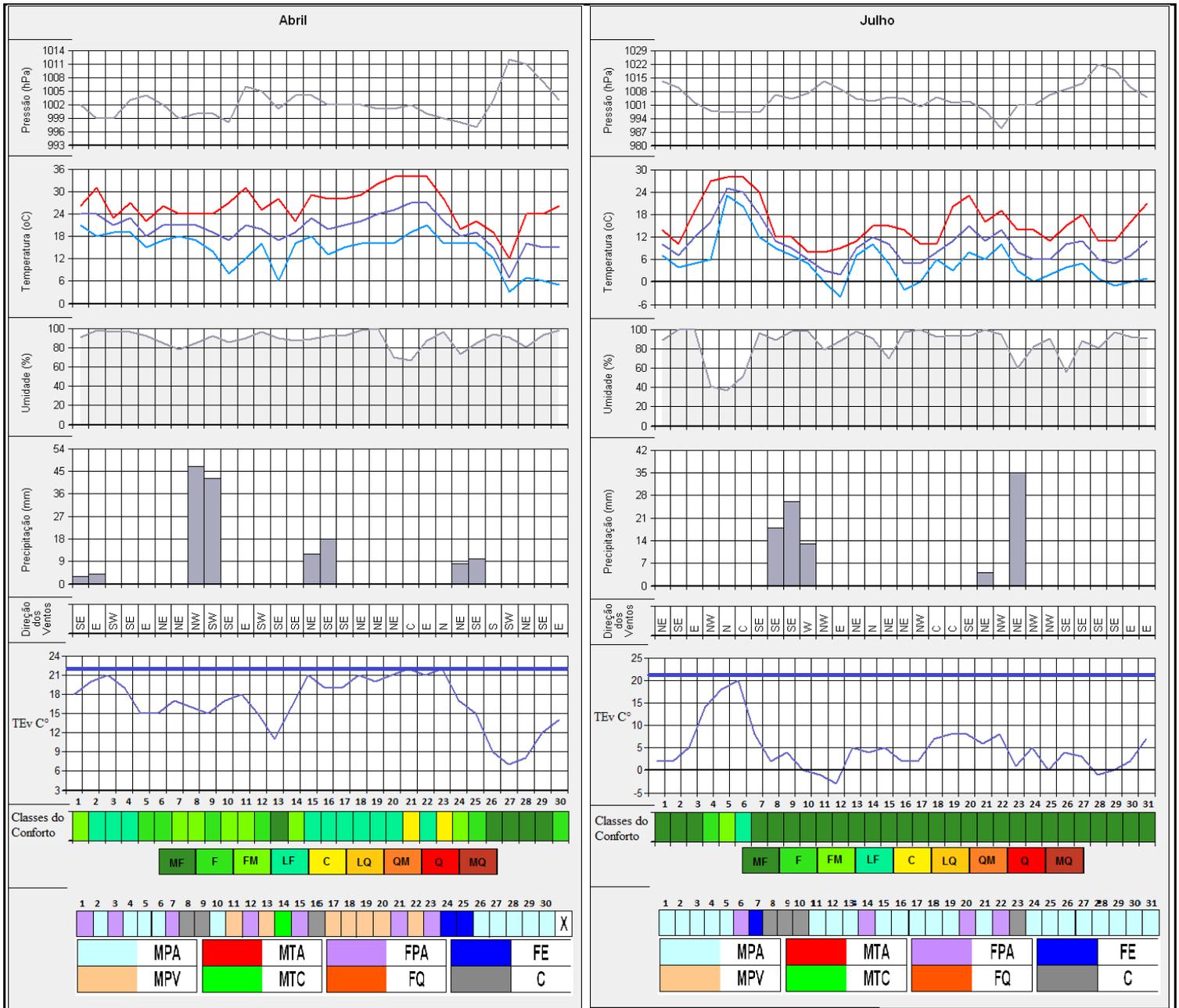
Umidade Relativa do Ar (%)



Precipitação (mm)

Anexo 3

Gráficos de Análise Rítmica para o ano-padrão habitual (2007)



LEGENDA:

