

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE DA SENSAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO NOS VERÕES DO RIO
GRANDE DO SUL ENTRE 2006 E 2014**

TAIS BAVARESCO BALDASSO

Porto Alegre, 2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ANÁLISE DA SENSAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO NOS VERÕES DO RIO
GRANDE DO SUL ENTRE 2006 E 2014**

TAIS BAVARESCO BALDASSO

Orientador: Prof. Dr. Francisco Eliseu Aquino

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Mateus da Silva Teixeira

Prof. Dra. Nina Simone Vilaverde Moura

Prof. Dr. Ulisses Franz Bremer

**Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia
como requisito para a obtenção
do título de Mestre em Geografia.**

Porto Alegre, 2016

CIP - Catalogação na Publicação

Baldasso, Tais Bavaresco

Análise da sensação do conforto térmico nos verões do Rio Grande do Sul entre 2006 e 2014 / Tais Bavaresco Baldasso. -- 2016.

124 f.

Orientador: Francisco Eliseu Aquino.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Índice de Temperatura Efetiva. 2. onda de calor. 3. dados horários. 4. sensação térmica. I. Aquino, Francisco Eliseu, orient. II. Título.

À minha família e
ao meu namorado.

AGRADECIMENTOS

À minha família, Hugolino, Ilse, Roni e Jóice, pelo apoio, incentivo, compreensão e estímulos ao longo da minha vida e trajetória acadêmica. Aos meus cunhados Alice e Anderson, pela compreensão da minha ausência nos momentos em família. Ao pequeno Vinícius, afilhado que despertou em mim o verdadeiro sentido do que é a vida, trazendo mais alegria a mim neste difícil trajeto acadêmico.

Ao meu namorado, Siclério Ahlert, por estar sempre ao meu lado, incentivando e apoiando meus ideais. Pela compreensão dos momentos difíceis, pelo carinho, amizade e felicidade que trouxe para minha vida. Agradeço imensamente, inclusive, por ter dedicado seu tempo para apoiar e colaborar com ideias para o desenvolvimento deste trabalho. Competência, qualificação e dedicação são as palavras-chaves que dizem respeito ao profissional e pessoa que é!

À professora do Ensino Médio Amália Briese, por ter sido a primeira a mostrar-me o lado interessante da Geografia e por ter me incentivado a busca pela temática da climatologia.

Ao professor orientador Dr. Francisco Eliseu Aquino, pelos constantes incentivos e pela orientação bem sucedida. Sempre que necessário, mostrou-se acessível e disposto a discutir a metodologia e os resultados, bem como toda a estrutura do trabalho, contribuindo com sugestões e correções; apesar do seu escasso tempo em função das muitas atribuições da rotina de professor, orientador, coordenador, pesquisador, etc., sempre foi um incentivador.

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia, pelo oferecimento de disciplinas que representaram desafios e novos aprendizados geográficos.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela disponibilização da infraestrutura acadêmica e laboratorial.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pelo fornecimento dos dados meteorológicos.

*Toda a nossa ciência,
comparada com a realidade, é
primitiva e infantil – e, no
entanto, é a coisa mais
preciosa que temos.*

Albert Einstein

Resumo: No verão do Rio Grande do Sul (RS) são frequentes os registros de temperatura do ar acima de 30°C por alguns dias consecutivos, o que gera um fenômeno denominado de ondas de calor que associadas à atuação da massa de ar tropical continental, afetam o conforto térmico e o bem-estar das pessoas. Essa constante troca de massas de ar ocasiona extremos de temperatura e interfere no conforto térmico. Os estudos sobre o conforto térmico usando dados horários no RS são raros, e, portanto, são desconhecidas as diferentes condições térmicas para a sensação do conforto. O presente estudo analisou a sensação de conforto térmico e sua variabilidade para nove municípios do RS empregando o Índice de Temperatura Efetiva (ITE) para os verões de 2006/2007 a 2013/2014. Essa sensação varia no RS de acordo com a região geográfica, onde se identificou três padrões de conforto térmico na análise do ITE máximo e mínimo. Os municípios de menor altitude, como Porto Alegre, Santa Maria e Uruguaiana, são os que mais registraram desconforto térmico. A faixa térmica do calor moderado ocorre com maior frequência no ITE das máximas, seguido pela faixa de calor. A sensação de calor extremo é registrada nesses três municípios. No ITE das mínimas a faixa do confortável é predominante, seguida pela de ligeiramente quente. A maior continentalidade de Santa Maria e Uruguaiana faz com que esses dois municípios sejam os mais quentes do RS. Bento Gonçalves, Caçapava do Sul e Erechim, com altitudes de 623 m, 421 m e 777 m, respectivamente, registram sensação térmica de calor moderado nas máximas de ITE, seguido pela sensação de ligeiramente quente. Já as mínimas correspondem à faixa do confortável e de ligeiramente fresco. Torres e Rio Grande, que são litorâneos e ao nível do mar, tiveram registros na faixa do calor moderado no ITE máximo e de confortável no ITE mínimo. São José dos Ausentes, que apresenta a maior altitude, registrou ITE mais baixo, com índice na faixa do ligeiramente quente nas máximas e de frescor no registro das mínimas.

Palavras-chave: Índice de Temperatura Efetiva, onda de calor, dados horários, sensação térmica.

Abstract: In summer of Rio Grande do Sul (RS) are frequent air temperature records above 30°C for a few several days, which generates a phenomenon called heat waves associated with the action of the continental tropical air mass, affecting thermal comfort and the well-being of people. This constant exchange of air masses causes extreme temperature events and interferes in the thermal comfort. Studies about thermal comfort using hourly data of RS are rare, and therefore are unknown the different thermal conditions for the sensation of thermal comfort. This study analyzed the sensation of thermal comfort and variability for nine municipalities in the RS using the Effective Temperature Index (ETI) for the summers of 2006/2007 to 2013/2014. This sensation varies in RS according to the geographical region, where it was identified three patterns of thermal comfort in the analysis of maximum and minimum ETI. The municipalities with the lowest altitude, in Porto Alegre, Santa Maria and Uruguaiana, are the most recorded thermal discomfort. The temperature range of moderate heat occurs most frequently in the maximum ETI, followed by heat range. The sensation of extreme heat have been recorded in these three municipalities. In minimum ETI, the comfortable range is predominant, followed by slightly warm. The continentality effect of Santa Maria and Uruguaiana makes these two cities the hottest places of the RS. Bento Gonçalves, Caçapava do Sul and Erechim, with altitudes of 623 m, 421 m and 777 m, respectively, recorded thermal sensation moderate heat in maximum ETI, followed by sensation slightly warm. Already the minimum correspond to the comfortable and slightly cool range. Torres and Rio Grande, which are coastal places at the sea level, had records in the range of moderate heat maximum ETI and comfortable minimum ETI. São José dos Ausentes, with the highest altitude, recorded lower ETI, with index in the range of slightly warm at maximum freshness in the record minimum.

Keywords: Effective Temperature Index, heat wave, hourly data, thermal sensation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa de localização das estações automáticas do INMET.....	34
Figura 2 -	Conforto Térmico para Bento Gonçalves de 2006 a 2010.....	39
Figura 3 -	Cartas sinóticas entre 04 e 07 de fevereiro de 2010.....	40
Figura 4 -	Conforto Térmico para Bento Gonçalves de 2010 a 2014.....	41
Figura 5 -	Cartas sinóticas entre 06 e 09 de fevereiro de 2014.....	43
Figura 6 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Bento Gonçalves.....	44
Figura 7 -	Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Bento Gonçalves.	45
Figura 8 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Bento Gonçalves.....	46
Figura 9 -	Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Bento Gonçalves..	47
Figura 10 -	Conforto Térmico para Caçapava do Sul de 2006 a 2010.....	50
Figura 11 -	Conforto Térmico para Caçapava do Sul de 2010 a 2014.....	51
Figura 12 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Caçapava do Sul.....	53
Figura 13 -	Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Caçapava do Sul.	54
Figura 14 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Caçapava do Sul.....	55
Figura 15 -	Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Caçapava do Sul..	56
Figura 16 -	Conforto Térmico para Erechim de 2006 a 2010.....	58
Figura 17 -	Conforto Térmico para Erechim de 2010 a 2014.....	59
Figura 18 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Erechim.....	60
Figura 19 -	Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Erechim.....	61
Figura 20 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Erechim.....	62
Figura 21 -	Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Erechim.....	63
Figura 22 -	Conforto Térmico para Porto Alegre de 2006 a 2010.....	65
Figura 23 -	Conforto Térmico para Porto Alegre de 2010 a 2014.....	66
Figura 24 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Porto Alegre.....	68
Figura 25 -	Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Porto Alegre.....	69
Figura 26 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Porto Alegre.....	70
Figura 27 -	Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Porto Alegre.....	71
Figura 28 -	Conforto Térmico para Rio Grande de 2006 a 2010.....	73
Figura 29 -	Conforto Térmico para Rio Grande de 2010 a 2014.....	75
Figura 30 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Rio Grande	77
Figura 31 -	Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Rio Grande.....	78
Figura 32 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Rio Grande.	79
Figura 33 -	Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Rio Grande.....	80
Figura 34 -	Conforto Térmico para Santa Maria de 2006 a 2010.....	81
Figura 35 -	Cartas sinóticas entre 02, 03, 05 e 07 de fevereiro de 2010.....	83
Figura 36 -	Conforto Térmico para Santa Maria de 2010 a 2014.....	84
Figura 37 -	Cartas sinóticas entre 22 e 23 de março de 2014.....	86
Figura 38 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Santa Maria.....	87
Figura 39 -	Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Santa Maria.....	88
Figura 40 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Santa Maria	89
Figura 41 -	Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Santa Maria.....	90

Figura 42 -	Conforto Térmico para São José dos Ausentes de 2006 a 2010....	91
Figura 43 -	Conforto Térmico para São José dos Ausentes de 2010 a 2014....	93
Figura 44 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para São José dos Ausentes.....	95
Figura 45 -	Zonas de conforto térmico do ITE máximo para São José dos Ausentes.....	96
Figura 46 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para São José dos Ausentes.....	97
Figura 47 -	Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para São José dos Ausentes.....	98
Figura 48 -	Conforto Térmico para Torres de 2006 a 2010.....	99
Figura 49 -	Conforto Térmico para Torres de 2010 a 2014.....	101
Figura 50 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Torres.....	102
Figura 51 -	Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Torres.....	103
Figura 52 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Torres.....	104
Figura 53 -	Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Torres.....	105
Figura 54 -	Conforto Térmico para Uruguaiana de 2006 a 2010.....	106
Figura 55 -	Conforto Térmico para Uruguaiana de 2010 a 2014.....	108
Figura 56 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Uruguaiana	109
Figura 57 -	Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Uruguaiana	110
Figura 58 -	Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Uruguaiana.	111
Figura 59 -	Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Uruguaiana.....	112
Figura 60 -	Mapa das médias do ITE máximo para o RS.....	114
Figura 61 -	Mapa das médias do ITE mínimo para o RS.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Localização das estações automáticas.....	34
Tabela 2 -	Classificação ITE.....	35
Tabela 3 -	Classificação ITE modificada.....	36
Tabela 4 -	Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Bento Gonçalves.....	48
Tabela 5 -	Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Caçapava do Sul.....	57
Tabela 6 -	Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Erechim	63
Tabela 7 -	Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Porto Alegre.....	72
Tabela 8 -	Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Rio Grande.....	80
Tabela 9 -	Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Santa Maria.....	90
Tabela 10 -	Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em São José dos Ausentes.....	99
Tabela 11 -	Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Torres...	105
Tabela 12 -	Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Uruguaiana.....	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% -	Por cento
°C -	Graus Célsius
CCM -	Complexo Convectivo de Mesoescala
CPTEC -	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
hPa -	Hectopascal
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET -	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE -	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITE -	Índice de Temperatura Efetiva
mEc -	Massa de ar equatorial continental
mPa -	Massa de ar polar atlântica
mTa -	Massa de ar tropical atlântica
mTc -	Massa de ar tropical continental
RS -	Rio Grande do Sul
S -	Sul
SIG -	Sistema de Informação Geográfica
T -	Temperatura do ar
UR -	Umidade relativa do ar
W -	Oeste

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA	13
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivo Geral.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 ÁREA DE ESTUDO	18
1.4 JUSTIFICATIVA.....	19
2 FATORES INFLUENCIADORES DO CLIMA DO RIO GRANDE DO SUL.....	21
2.1 CONSEQUÊNCIAS DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO PARA O CLIMA... 24	
3 A SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO	28
4 DADOS E METODOLOGIA	33
5 RESULTADOS.....	38
5.1 CONFORTO TÉRMICO EM BENTO GONÇALVES.....	39
5.2 CONFORTO TÉRMICO EM CAÇAPAVA DO SUL	50
5.3 CONFORTO TÉRMICO EM ERECHIM	57
5.4 CONFORTO TÉRMICO EM PORTO ALEGRE.....	64
5.5 CONFORTO TÉRMICO EM RIO GRANDE	72
5.6 CONFORTO TÉRMICO EM SANTA MARIA.....	81
5.7 CONFORTO TÉRMICO EM SÃO JOSÉ DOS AUSENTES	91
5.8 CONFORTO TÉRMICO EM TORRES	99
5.9 CONFORTO TÉRMICO EM URUGUAIANA	106
5.10 DISTRIBUIÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO	113
6 CONCLUSÕES	118
REFERÊNCIAS	121

1 INTRODUÇÃO

A sensação de conforto térmico percebida pelos seres humanos é influenciada por fatores ambientais e fisiológicos. Conforme oscilam os parâmetros atmosféricos como temperatura, umidade, ventos ou exposição à radiação solar, nosso organismo sente diferentes sensações, especialmente de conforto térmico. A realização de atividades físicas, seja por trabalho ou lazer, o tipo de vestimenta e aspectos alimentares e metabólicos, além da adaptação corporal, constitui o conjunto de elementos que proporcionam o estado de conforto térmico.

Essa percepção pode ser estudada usando dados meteorológicos, sendo que as medições horárias, como as das estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) servem para verificar as condições em que as pessoas estão expostas ao longo do dia, além dos extremos da sensação térmica percebida, seja de frio ou calor.

Conforto térmico é uma temática relevante para as diferentes regiões do Rio Grande do Sul (RS), já que o Estado possui características climáticas variadas, especificamente quanto à continentalidade e altitude, formações ecossistêmicas e atuação de diferentes massas de ar. Estes exercem influência nos parâmetros de tempo, causando variação nos padrões de temperatura, vento e umidade, essenciais na configuração das condições de conforto.

1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA

O tempo e sua variabilidade interferem no cotidiano das pessoas, influenciando o modo de viver, agir e bem-estar. Esses aspectos estão relacionados com a sensação corporal percebida frente às diferentes características do ambiente, especialmente da atmosfera, como a temperatura, umidade, radiação solar e intensidade dos ventos (GARCÍA, 1996).

Os fatores meteorológicos atuam diretamente sobre a sensação de conforto sentida por todas as pessoas. Frequentemente, os noticiários mostram que a temperatura de um determinado local é diferente da sensação de conforto que é sentida, especialmente no registro de extremos térmicos, seja de calor durante o auge do verão, devido a presença da massa de ar tropical continental (mTc) ou de

frio no inverno, que no RS especificamente, está associado com o avanço de fortes massas de ar de origem polar Antártica (mPa) (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

As diferentes sensações de conforto térmico decorrem da atuação de um conjunto combinado de fatores que interferem na temperatura real, ocasionando uma sensação mais extrema da mesma. Os principais fatores são a umidade, mais influente na intensificação da sensação do calor no verão e o vento, que aumenta a percepção do frio durante o inverno, em função da dissipação do calor do corpo, especialmente se a pessoa estiver exposta e sem uma vestimenta adequada (GARCÍA, 1996; NEDEL, 2008).

Em sentido oposto, alguns fatores atmosféricos podem aliviar a sensação extrema. É o caso da exposição direta a radiação solar que ameniza o frio no inverno, ou ao vento, que traz alívio em situações de muito calor. Esses processos de alteração da sensação térmica de conforto podem ser aliviados com o uso de roupas próprias a situação e uma alimentação e hidratação adequada ao organismo. Decorrente dessa variabilidade nos parâmetros de conforto, as pessoas alteram seus ritmos de atividades cotidianas e seu próprio bem-estar, inclusive buscando ambientes que proporcionem uma melhor condição (GARCÍA, 1996; NEDEL, 2008).

Além desses aspectos do clima e dos condicionantes ambientais de cada local, é preciso registrar que o crescente e desarticulado processo de urbanização no Brasil, que na maioria das vezes despreza aspectos naturais em prol de fatores imobiliários e urbanísticos, vem contribuindo para alterar o microclima urbano e afetando as pessoas (ROSS, 2000; SANTOS, 2013).

Essas mudanças microclimáticas têm contribuído também para uma diferente sensação de conforto nas áreas urbanas, especialmente pelo bloqueio da circulação de ventos, mudança do regime hídrico do solo e a alteração do albedo da superfície. Prédios e pavimentos asfálticos retêm grande quantidade da energia solar, aumentando a temperatura nesses locais, dando origem a um processo conhecido como ilhas de calor (BARBIRATO, 2010 In: OLIVEIRA, 2010; CHRISTOPHERSON, 2012).

Na atualidade, convivemos ainda com um claro cenário de mudanças climáticas iniciadas após a revolução industrial, que tem como uma das principais características o aquecimento global da atmosfera e aumento ou intensificação de

eventos extremos, como as próprias ondas de calor. Junto com o aumento da temperatura, os regimes sazonais de precipitação estão deslocados, espacialmente e temporalmente, em várias regiões do planeta. Os eventos extremos, além de se tornarem mais frequentes ou mais intensos, tem se tornado uma nova realidade em áreas antes não afetadas por esse tipo de ocorrência, como destacam os últimos relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) (IPCC, 2013).

Essas alterações das condições climáticas alteram também outros aspectos ambientais, com destaque para o balanço hídrico, umidade do ar e regime de ventos, afetando os aspectos relativos à poluição do ar, causando em muitos casos, elevada concentração de contaminantes, como acontece em alguns grandes centros urbanos (e.g.: São Paulo), especialmente no inverno, dando origem a um fenômeno conhecido como inversão térmica (TUCCI, 2004).

Como possível consequência da poluição está o incremento, ou mesmo, o surgimento de novas doenças, principalmente as do aparelho respiratório. Também ocorrem mudanças no padrão geográfico de certas doenças, pois especialmente regiões de altitude, antes imunes, passam a ter condições climáticas que permitam a presença de vetores como diferentes espécies de mosquitos, capazes de transmitir várias doenças virais (IPCC, 2013; RIBEIRO et al., 2016).

Em decorrência de drásticas mudanças ambientais de um local, muitas pessoas acabam adoecendo, principalmente em função da alteração na umidade ou da temperatura, apresentando desde renite, asma, resfriados e desidratação até situações mais graves como gripes, pneumonia e outras (NEDEL, 2008; SETTE et al., 2012; SILVEIRA, 2014).

O RS possui significativas variações meteorológicas sazonais, típicas de um clima subtropical e, apresenta extremos térmicos em consequência da frequente troca das massas de ar. A amplitude de temperatura também varia bruscamente, de forma aperiódica, com variações de mais de 20°C em intervalos de menos de três dias, em função das mudanças nas condições sinóticas.

Essas sensações são intensificadas por variações de umidade e regime hídrico, pois uma maior ou menor precipitação altera o balanço energético do solo e do ambiente. Ainda, com a ocorrência de ventos em função da atuação de diferentes massas de ar, temos a aceleração nas mudanças da percepção do conforto térmico (GRIMM, 2009 In: CAVALCANTI et. al., 2009).

Essas variabilidades se intensificam nas diferentes regiões do RS em função de suas peculiaridades geográficas, frutos basicamente da altitude e da continentalidade. Ao longo de um dia e, principalmente nas estações de outono e primavera, a variação de temperatura pode ser expressiva num mesmo local, mas mais intensas ainda se compararmos alguns municípios do RS, localizados em diferentes situações geográficas. A ação específica de um fator climático pode ocasionar sensações de intenso frio em municípios de altitude, como São José dos Ausentes, e forte calor em outro, como Uruguaiana, de pouca altitude e alto fator de continentalidade (VIEIRA, 1984).

Uma pessoa que estivesse em São José dos Ausentes ao amanhecer e viajasse para estar em meados da tarde em Uruguaiana, possivelmente sentiria sensações extremas de temperatura num intervalo de poucas horas. Esses contrastes são bem registrados quando consultamos e comparamos os dados horários da rede de estações meteorológicas automáticas, disponibilizadas no site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (INMET, 2016).

Diante do exposto, percebe-se que a dinâmica dos fatores do tempo são os que atuam diretamente sobre a sensação de conforto térmico e na dinâmica cotidiana da sociedade. É coerente reconhecer que no RS existem poucos dados que permitam uma avaliação histórica mais refinada, na medida em que dados horários só estão sendo coletados a partir do ano 2000, com a instalação progressiva das estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia, atualmente existentes em quarenta municípios do RS.

São poucos os trabalhos acadêmicos que exploram dados horários ou mesmo diários para avaliar esse tipo de aspecto relacionado com o conforto. A maior parte da bibliografia consultada apresenta estudos usando valores médios mensais das temperaturas, mínimas e máximas, e de umidade, focados em variações sazonais.

Outra gama de pesquisas é voltada para os aspectos fisiológicos do corpo humano, e sob condições experimentais em ambiente controlado ou num contexto arquitetônico, visando a melhora de conforto e de eficiência energética de ambientes construídos, como destacam os trabalhos de Frota e Schiffer (2003) e Djongyang et al. (2010).

Assim, carecem análises sobre o comportamento meteorológico do cotidiano, pois são os extremos, como de calor no verão, ocasionados pelo fenômeno

conhecido por ondas de calor e, o frio intenso do inverno, resultante da atuação de massas de ar polar que afetam a sensação térmica das pessoas.

A intensidade do frio ou do calor é que tem maior ação sobre a sensação de conforto. A persistência do extremo térmico também interfere no bem-estar, pois vários dias seguidos de alta temperatura ou de frio intenso esgotam fisiologicamente as pessoas, tornando-as mais suscetíveis a problemas de saúde, como desidratação e problemas pulmonares (DJONGYANG et al., 2010).

Com o propósito de analisar a variabilidade da sensação de conforto térmico e possíveis tendências em diferentes regiões do RS durante o período de verão que este trabalho está estruturado, explorando os vários contextos que os dados meteorológicos horários permitem. Naturalmente, pela quantidade de estações em operação e pelo montante de dados, são necessárias filtragens e seleção dos dados, e o uso de recursos gráficos e cartográficos para analisar a situação dessa temática em diferentes regiões do RS.

Assim, percebemos que a importância da sensação do conforto térmico está associada com o cotidiano das pessoas e carente de estudos aplicados, especialmente no RS, o que constitui um conjunto de argumentos que retrata a importância da temática e a necessidade do desenvolvimento deste estudo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a sensação de conforto térmico e sua variabilidade para nove municípios do RS empregando o Índice de Temperatura Efetiva para os verões de 2006/2007 a 2013/2014.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a variação interanual da sensação de conforto térmico no verão para nove municípios do RS, situados em diferentes condições climáticas;

- Estudar a frequência horária das faixas de conforto do Índice de Temperatura Efetiva em cada município;
- Mapear a distribuição do Índice de Temperatura Efetiva usando o Sistema de Informação Geográfica (SIG);
- Correlacionar os resultados de desconforto extremo com as condições atmosféricas atuantes no RS durante o verão.

1.3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende nove municípios do RS, selecionados de acordo com a disponibilização de séries completas de dados meteorológicos horários, ou ao menos com poucas falhas nos registros, e abrangendo as diferentes regiões do RS. Os municípios selecionados são: Bento Gonçalves, Caçapava do Sul, Erechim, Porto Alegre, Santa Maria, Rio Grande, São José dos Ausentes, Torres e Uruguaiana. Esses municípios possuem estações automáticas vinculadas ao INMET em operação desde 2006.

A distribuição dos municípios abrange os diferentes compartimentos geológico-geomorfológicos do Estado, com o propósito de destacar a variabilidade regional.

Os municípios de Bento Gonçalves, Erechim, São José dos Ausentes e Uruguaiana estão localizados sobre o Planalto Meridional, constituído por rochas vulcânicas da formação Serra Geral, contudo em diferentes biomas, altitudes e características climáticas. Caçapava do Sul está no centro do Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense, de formação cristalina enquanto que Santa Maria está na Depressão Central gaúcha. Porto Alegre está numa transição entre o Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense e a Depressão Central. Rio Grande e Torres se encontram na Planície Costeira (IBGE, 1986; ROSS, 2000; SUERTEGARAY e FUJIMOTO, 2004).

Essas características geológicas e geomorfológicas dos municípios influenciam o clima especialmente pelos fatores da altitude e continentalidade, não se desprezando os aspectos ecossistêmicos e hidrográficos. Sua localização no contexto do RS também é relevante pelo avanço das massas de ar, especialmente as polares, pois as frentes avançam no sentido sul-sudoeste-oeste para a região

norte-nordeste do RS, portanto afetando primeiramente os municípios de Rio Grande, Uruguaiana e Caçapava do Sul.

1.4 JUSTIFICATIVA

O RS possui significativas variações meteorológicas, decorrente da sua posição geográfica que implica em sazonalidades bem definidas, com verões quentes e invernos frios, ação de várias massas de ar e constantes passagens de frentes frias, além da ocorrência de complexos convectivos de mesoescala (CCM's) (GRIMM, 2009 In: CAVALCANTI et al., 2009). Todas essas dinâmicas atmosféricas afetam o cotidiano das pessoas, incluindo a sensação de conforto térmico.

Esse contexto de circulação atmosférica proporciona diferentes características do tempo, resultantes da ação das massas de ar, apresentando extremos térmicos tanto de inverno quanto de verão e, que são intensificados pela variabilidade de umidade e ocorrência de ventos. Essa variabilidade se intensifica nas diferentes regiões do Estado em função de suas peculiaridades geográficas.

Decorrente dessa sazonalidade do clima, as pessoas alteram o ritmo de suas atividades, influenciando no próprio bem-estar, pois os fatores determinantes do tempo afetam inclusive o metabolismo de cada ser humano. Ainda, as atividades físicas desenvolvidas no trabalho ou por lazer e o tipo de vestimenta, estão correlacionados com essas sensações do tempo.

Essa variada característica climática do RS faz com que os gaúchos procurem as praias no verão, sendo, o litoral norte do Estado, o principal destino turístico da estação. Já no inverno, a região da serra gaúcha atrai as pessoas pelos aspectos do frio, sendo os municípios de Nova Petrópolis, Gramado e Canela, dentre outros, um dos destinos turísticos mais procurados no RS, conhecido inclusive em todo o Brasil. Um atrativo adicional nessa época é a possibilidade de ocorrência de neve, ainda que ela seja rara.

Em todas as estações, as pessoas procuram usufruir dos aspectos característicos de cada estação, seja passando frio ou calor, e isso remete a sensações associadas ao conforto térmico. Ainda assim, a sensação de conforto térmico percebida em ambiente externo é uma temática pouco estudada no RS e a

constatação disso se dá através da pouca bibliografia específica encontrada, conforme já foi mencionado anteriormente.

É, portanto, constatada uma lacuna de estudo na área de climatologia aplicada e, o presente estudo visa propor uma análise sobre a sensação de conforto térmico no RS através de dados meteorológicos horários, proporcionando, através da geração de gráficos e de mapas, um diagnóstico sobre o conforto térmico em nove diferentes municípios gaúchos. É até o momento uma temática pouco abordada no RS, o que justifica a necessidade de estudos mais aprofundados e que visem compreender melhor a ação das condições do tempo no cotidiano das pessoas, notoriamente em termos do conforto térmico percebido ao longo do verão nas diferentes regiões do Estado.

Foram analisadas as situações extremas de calor nesses nove municípios e as tendências térmicas percebidas durante o período, bem como a variabilidade interanual das temperaturas mínimas no verão. Especificamente, foi avaliado também a quantidade de horas em que as pessoas ficam expostas a situações de conforto/desconforto térmico.

A análise da sensação de conforto foi desenvolvida considerando métodos já definidos na bibliografia, viáveis para a condição dos dados disponíveis. Algumas adaptações no método de classificação das faixas de conforto foram necessárias, devido as características do clima no RS e o contexto dos resultados gerados.

2 FATORES INFLUENCIADORES DO CLIMA DO RIO GRANDE DO SUL

O RS está localizado entre as latitudes de 27°03'S e 33°45'S, e as longitudes de 49°42'W e 57°41'W (VIEIRA, 1984). Tal situação determina características sazonais com predominância do clima subtropical, que é controlado por massas de ar tropical e polar (GRIMM, 2009 In: CAVALCANTI et. al., 2009). Assim, a temperatura média no RS varia sazonalmente e regionalmente, atingindo valores negativos no inverno, quando da passagem de frentes frias seguidas por intensas massas de ar polar e acima de 35°C no verão, excepcionalmente ultrapassando 40°C em alguns locais, quando da ocorrência de ondas de calor em função da presença de uma massa de ar continental originada no centro norte argentino (WREGGE et al., 2011).

O contraste de temperatura se dá em decorrência da marcada estacionalidade característica da latitude subtropical, e da atuação dessas diferentes massas de ar típicas, responsáveis, muitas vezes, por alterações bruscas nas condições do tempo. A continentalidade e as diferenças altimétricas no RS, resultante dos distintos domínios geomorfológicos, como o Planalto Meridional, Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense, Depressão Periférica e Planície Costeira intensificam os contrastes climáticos (VIEIRA e RANGEL, 1988; SUERTEGARAY e FUJIMOTO, 2004; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; GRIMM, 2009 In: CAVALCANTI et al., 2009).

As características topográficas desses domínios, como a presença de planaltos com vales encaixados ou depressões e planícies, influenciam no aporte de radiação solar e na circulação regional de ventos, além de outros fatores ambientais específicos de cada região, como a hidrografia e os tipos de vegetação, que também alteram a condição local da atmosfera (RAMBO, 2000; VERDUM et al., 2004 (org.)). Estas particularidades geográficas e ambientais em conjunto determinam as características atmosféricas e a sensação térmica sentida pelas pessoas.

Como exemplo, a temperatura pode mudar ao longo do dia, ocasionado a sensação de frescor pela manhã e, à tarde sente-se calor intenso, voltando a resfriar durante a noite. Essa variação pode ser maior ou menor conforme o aporte de energia solar, que oscila em função do fotoperíodo e da presença ou ausência de nebulosidade, que por sua vez, decorre da umidade, podendo esta ser originada da

atuação de uma massa de ar com essa característica e, da qual, não se pode desprezar a ação dos ventos. Ou seja, uma série de fatores influencia e estabelece a condição do tempo, diretamente responsável pela nossa percepção de conforto (GARCÍA, 1996; AYOADE, 2010).

Outro elemento importante no clima é a pluviosidade, que é relativamente bem distribuída em todo o RS ao longo do ano, ainda que se percebam variações regionais sazonais expressivas (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; WREGGE et al., 2011). Essa homogeneidade deve-se às frentes frias que causam chuvas mais uniformes no inverno e dos processos convectivos que predominam no verão, inclusive com a ocorrência de complexos convectivos de mesoescala. A ocorrência de períodos de estiagens ou de chuvas volumosas intensifica a variabilidade desse parâmetro, o que causa significativos impactos na sociedade, inclusive econômicos. Esses eventos são frequentes no Estado e percebe-se forte correlação destes com o fenômeno *La Niña* e *El Niño*, respectivamente (BERLATO e FONTANA, 2003).

A intensidade e a direção dos ventos resultam basicamente da atuação das diferentes massas de ar, podendo estas se alterar rapidamente, especialmente quando dá passagem de frentes frias. Esse processo pode ser observado na sequência de imagens satelitais disponibilizadas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e observando os dados meteorológicos das estações automáticas disponibilizados pelo INMET.

Diante da conjunção desses aspectos do tempo, sentem-se diferentes percepções em termos de conforto, notoriamente as de natureza higrotérmica: tempo mais frio, mais quente, mais úmido ou mais seco. Essa condição atmosférica percebida pelo organismo, aliada a fatores fisiológicos únicos de cada pessoa, é o que denominamos de sensação do conforto térmico.

Muitas pessoas acabam se sentindo desconfortáveis com a mudança de tempo, e inclusive adoecendo. Com a alteração da temperatura e da umidade as pessoas podem apresentar desde rinite, asma e resfriados até situações mais graves como gripes, pneumonia, desidratação ou outras (NEDEL, 2008; SILVEIRA, 2014).

No RS as mudanças drásticas de tempo são frequentes, especialmente de temperatura, umidade e intensidade do vento. Ao longo do dia, principalmente nas

estações de outono e primavera, a variação de temperatura pode ser expressiva, ocasionando sensações de intenso frio e calor num intervalo de poucas horas. A mesma alteração pode ser percebida no decorrer de alguns dias, conforme se alternam as massas de ar atuantes ou mesmo ao longo do ano. Esses contrastes são bem registrados quando consultamos os dados horários das estações automáticas do INMET, existindo registros com variação de mais de 10°C em intervalo de duas horas (INMET, 2016).

Em síntese, percebe-se que as temperaturas no RS são bem definidas ao longo do ano e a sazonalidade é bem demarcada, ocorrendo as quatro estações com características higrotérmicas bem definidas. O verão, estação sob o qual está focado o presente estudo, é influenciado no RS, principalmente, pela altimetria e continentalidade do Estado, onde a porção oeste costuma ser mais quente em comparação a região litorânea. Além disso, as regiões de maior altitude, como a Serra Gaúcha, geralmente mantêm a menor temperatura se comparadas com as demais regiões (CAVALCANTI et al., 2009).

A porção oeste do RS é a menos úmida do Estado, especialmente no verão, por ser a região mais continental. Contudo, a precipitação é bem distribuída durante todo o ano, no entanto, toda a extensão do Planalto Meridional é onde ocorre a maior quantidade de precipitação durante o verão, sendo a parte sul do RS mais seca nessa época do ano (VIEIRA, 1984; WREGGE et al., 2011).

Essas características específicas do clima do RS são influenciadas pelas massas de ar equatorial continental (mEc), tropical atlântica (mTa), tropical continental (mTc) e polar atlântica (mPa) (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2009).

A mEc se forma na planície amazônica e como característica possui elevada temperatura e umidade que atinge o verão no RS. A mTa se desenvolve no centro de altas pressões do Oceano Atlântico e está associada ao calor e chuvas no litoral do RS. Além disso, é uma massa de ar instável e com temperatura e umidade elevada. A mTc, atuante no verão, se forma na região central da América do Sul, é estável com ar quente e seco, diretamente responsável pelas ondas de calor que atingem o RS praticamente todos os anos. Já a mPa tem origem polar, é instável, fria e úmida, e muitas vezes traz um alívio das altas temperaturas do verão, ainda que sua ação seja mais percebida no inverno (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2009).

2.1 CONSEQUÊNCIAS DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO PARA O CLIMA

Não são apenas os fatores físicos diretos da atmosfera que interferem no clima de uma região. O censo demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indicou que mais de 84% da população do RS vive em áreas urbanas, tendência que vem se mantendo, ainda que num ritmo menor em relação a outras décadas (IBGE, 2016).

No Brasil, a urbanização é relativamente recente e se deu de forma rápida a partir de 1960, ocorrendo de maneira espontânea e com pouco grau de planejamento, implicando numa série de problemas ambientais e também de infraestrutura urbana. O processo planejado da urbanização de uma cidade faz com que se minimizem os problemas com eventos meteorológicos adversos, mantendo áreas verdes preservadas na forma de parques e conservando o entorno da rede de drenagem, diminuindo os impactos de alagamentos (FROTA e SCHIFFER, 2003; IBGE, 2016).

De qualquer forma certos impactos não podem ser evitados em se tratando de metrópoles e megalópoles, como por exemplo, as ilhas de calor, as inversões térmicas e degradação de áreas verdes em consequência do processo imobiliário. Essas mudanças constituem parte inevitável da urbanização e construção das cidades, e conseqüentemente essas mudanças ambientais são, em grande parte, esperadas.

Entretanto, o processo de urbanização tem se intensificado gradativamente com a profunda mudança das características naturais do solo, através da pavimentação de ruas, mudanças na rede de drenagem e a verticalização urbana, com prédios altos que afetam a circulação local de ventos. Esse processo ainda não parou, tendendo a aumentar e, com isso, intensificam-se também os problemas climáticos urbanos e a degradação da qualidade de vida da população (CONTI, 1998; CHRISTOPHERSON, 2012).

Junto com a evolução urbana, o microclima dessas regiões verticalizadas da cidade está mudando. Afinal, o balanço energético e a circulação dos ventos são dificultados, já que maior quantidade de ruas está sendo pavimentada, inúmeras construções continuam sendo erguidas e os edifícios cada vez mais altos e próximos entre si. A falta de áreas verdes interfere na dinâmica atmosférica local, afetando as

peessoas. É comum notarmos diferentes sensações de temperatura nos vários locais dentro de uma mesma cidade dada a variação desses elementos supracitados (CONTI, 1998; BARBIRATO, 2010 In: OLIVEIRA, 2010; CHRISTOPHERSON, 2012).

Nesse sentido, ter um planejamento urbano é de relevada importância, tanto para a população quanto para o meio ambiente, já que as alterações ambientais que ocorrem nas cidades afetam diretamente uma grande parte da população. Um projeto urbano deve levar em consideração, além das próprias questões urbanísticas, o clima daquele local, podendo, assim, construir “[...] ambientes adequados ao conforto, sobretudo no que diz respeito às sensações térmicas” (BARBIRATO, 2010, p.76 In: OLIVEIRA, 2010).

As consequências da urbanização variam conforme a zona climática do globo e, também, com o tipo de urbanização e infraestrutura que foi implementada em cada região do mundo. Assim, cidades como Nova Iorque, nos Estados Unidos, apresentam problemas de clima urbano bem contrastantes com São Paulo, Brasil, Paris, França, ou Tóquio, Japão. Dessa forma, pode-se entender que a origem dos problemas urbanos está relacionada primordialmente com o tipo climático ocorrente em cada local, e com o processo de planejamento e desenvolvimento da urbanização (BARRY e CHORLEY, 2013).

Como consequência para o microclima das grandes cidades, pode-se mencionar as ilhas de calor, sendo este um problema tipicamente urbano, decorrente da conjunção de fatores que alteram o balanço de energia da superfície. Esse processo se constitui em um aquecimento na parte mais central e ocupada das cidades em decorrência da remoção da vegetação e criação de superfícies artificiais, como asfalto, concreto, telhados e outros (GARTLAND, 2010).

Essas superfícies normalmente possuem um albedo baixo, logo, muita energia é absorvida e concentrada, o que eleva a temperatura em vários graus a mais em relação ao entorno, além de limitar a circulação do vento que poderia ser um fator de dispersão do calor. Esse processo ocasiona um desconforto térmico para as pessoas e é um dos fatores que degrada a qualidade de vida no espaço urbano (GARTLAND, 2010).

Também no aspecto térmico, se destaca um processo frequente das grandes cidades e predominante no inverno, conhecido como inversão térmica. Esse processo se caracteriza pela estabilidade atmosférica, onde o ar frio domina as

camadas inferiores da atmosfera e o ar quente no estrato mais elevado. Quando isso ocorre, a concentração de poluentes na atmosfera é maior em função da interrupção das correntes de ar verticais. Cria-se um “tampão” atmosférico, prejudicando a qualidade do ar pela não dispersão dos poluentes e afetando a saúde da população (CONTI, 1998). Nessa situação, além do eventual desconforto térmico, é preciso lidar com a poluição e suas consequências.

São Paulo e a Cidade do México são dois exemplos clássicos desse processo. Ambas estão localizadas em faixas latitudinais similares, sobre planaltos, com ar mais rarefeito e estação seca. Ambas se constituem em megalópoles com grandes polos industriais, elevada impermeabilização do solo, verticalização das construções e apresentam uma série de outros problemas socioambientais (CONTI, 1998).

As cidades normalmente concentram intensa atividade industrial e têm dinâmica de circulação de veículos automotores. Ambos geram poluentes e particulados em suspensão na atmosfera, servindo de núcleos de condensação para geração ou intensificação de tempestades localizadas, com aumento na quantidade de descargas elétricas e no volume de chuvas. A região metropolitana de São Paulo é um exemplo desse processo (FREITAS, 2003; DIAS et al., 2013).

A alteração da composição química da atmosfera nas cidades ocasiona diversos problemas de saúde, especialmente do aparelho respiratório. A elevada concentração de poluentes e de gases nocivos agride pessoas vulneráveis a essas substâncias, especialmente crianças e idosos com problemas asmáticos ou bronquites, além de alergias, desconfortos ou tonturas, em decorrência da inalação de poluentes e gases tóxicos. Esses problemas são intensificados em cidades localizadas sob o domínio de clima que apresentam estação seca, pois a baixa umidade, associada à poluição, potencializa esses problemas.

Outro aspecto da urbanização é a verticalização das edificações que altera as condições micro e mesoclimáticas, ocasionando sombreamentos e bloqueios na circulação do vento. Esse aspecto pode ser amenizado ou intensificado conforme a orientação das ruas em relação à direção predominante dos ventos (CHRISTOPHERSON, 2012). Como exemplo, citamos Porto Alegre, que tem uma brisa lacustre do lago Guaíba interrompida em alguns setores da cidade pela presença de grandes edifícios na sua orla. Dessa forma, bairros mais afastados não

recebem o aporte desse vento e, conseqüentemente, tem a sensação térmica e de conforto alterado (Velho, 2014).

Diante desses aspectos faz-se necessário ressaltar a importância do planejamento urbano, não apenas para uma boa funcionalidade da cidade, mas também para preservar o ambiente, melhorando a qualidade de vida e que inclui os aspectos climáticos. Dentro disso, possibilitar que a sensação térmica seja confortável para a população.

3 A SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO

O corpo do ser humano possui um sistema autorregulador de temperatura, mantendo-o em torno dos 37°C, e para si, um ambiente só é confortável quando nenhum fator externo interfere nele. No entanto, sensações de frio ou calor frequentemente são sentidas pelos humanos. Essas sensações levam em consideração fatores específicos, como a temperatura do ar, a quantidade de insolação, umidade e a velocidade do vento. Além disso, fatores fisiológicos também interferem no bem-estar da população, como o tipo de vestimenta e a atividade realizada num dado momento; ou seja, a sensação térmica varia de pessoa para pessoa (NEDEL, 2008; OLIVEIRA et al., 2010; SOUZA e NERY, 2012).

Para García (p. 199, 1996), conforto térmico é “[...] o conjunto de condições em que os mecanismos de autorregulação são mínimos ou como a zona delimitada por limiares térmicos na qual o maior número de pessoas se manifestam sentir-se bem”. Já Camargo (p. 43, 2009) comenta que é “[...] aquela condição que expressa satisfação com o ambiente térmico”, ou seja, quando há neutralidade térmica. Butera (p. 44, 1998) define conforto térmico como sendo

[...] uma condição da mente na qual expressa satisfação com o ambiente térmico. A insatisfação pode ser causada por um desconforto quente ou frio no corpo como um todo, mas insatisfação termal também pode ser causado por um aquecimento ou resfriamento indesejado em uma parte do corpo em particular (desconforto local)”.

Para avaliar a sensação de conforto térmico humano existem vários índices que levam em consideração parâmetros específicos, meteorológicos ou fisiológicos, para diferentes finalidades, seja apenas para avaliar a sensação térmica de um ambiente externo, ou associado ao indivíduo exercendo alguma atividade física, ou ainda, para ambientes internos, como as edificações.

Um desses índices é conhecido como *Wind Chill*, que foi desenvolvido por Siple e Passel (1945) e estima o resfriamento eólico. É usado para avaliar a sensação de frio, pois a ação do vento faz o corpo perceber um frio mais intenso em relação à temperatura efetiva. Esse índice é calculado através da seguinte fórmula:

$W = (\sqrt{100v + 10,45 - v})(33 - t)$, utilizando-se da velocidade do vento (v) e da temperatura do ar (t). Ele caracteriza o conforto térmico em três faixas: frio, confortável e quente, e seu uso é mais adequado ao inverno (SIPLE e PASSEL, 1945; GARCÍA, 1996; CAMARGO, 2009).

O Índice de *Hill* mede a intensidade de resfriamento do ar através da perda de calor do corpo humano. A equação deste índice é formada por $H = (a+bv^n)(tc-tw)$ e leva em consideração a intensidade do resfriamento (H), velocidade do vento (v), a temperatura do corpo (tc) e a temperatura do termômetro do bulbo úmido (tw). (GARCÍA, 1996).

O Índice de desconforto de Thom, cuja equação é representada por: $ID = 0,4(T_d+T_w)+4,8$, é calculado através de dados de temperatura do bulbo seco (T_d) e bulbo úmido (T_w). Através dele, é possível medir a sensação do conforto/desconforto térmico baseado na umidade do ar. Quanto mais próximos estiverem os valores dos dois termômetros, maior é a umidade relativa do ar (CAMARGO, 2009).

O Índice de Temperatura Efetiva (ITE), usado nesse trabalho, está associado à temperatura e umidade relativa do ar e refere-se a ambientes externos. Através desses fatores é possível averiguar valores térmicos ideais para que as pessoas se sintam confortáveis. A equação do ITE é representada por: $ITE = T-0,4(T-10)(1-UR/100)$, sendo T a temperatura do ar ($^{\circ}C$) e UR a umidade relativa do ar (%) (SUPING et al., 1992; GARCÍA, 1996; CAMARGO, 2009).

Índice de Temperatura Efetiva em Função do Vento: $ITE_v = 37-(37-T)/[0,68-0,0014UR+1/(1,76+1,4V*0,75)]-29T(1-UR/100)$, onde T é a temperatura do ar, UR é a umidade relativa do ar e V é a velocidade do vento. Esse índice tem a mesma finalidade do ITE, mas inclui a variável do movimento do ar (SUPING et al., 1992).

Índice de Estresse Ambiental: $IEA = 0,63T_a-0,03U_r+0,002S+0,0054T_a*U_r-0,073(0,1+S)^{-1}$, sendo T_a a temperatura do ar, U_r a umidade relativa e S a radiação solar. Esse índice avalia quanto a exposição das pessoas em um nível de estresse térmico (MORAN et al. 2001; BRANDÃO et al., 2013).

Ainda pode-se citar outros índices, como: o Índice de Tensão Fisiológica Relativa, (CAMARGO, 2009); Temperatura Equivalente Fisiológica (HÖPPE, 1999), Temperatura Efetiva adaptado pela Sociedade Americana de Engenheiros de Calefação e Ventilação (GARCÍA, 1996), Diagrama Bioclimático de Olgay (GARCÍA, 1996), dentre outros.

E para calcular a sensação de conforto térmico desses diversos índices, todos levam em consideração alguns parâmetros meteorológicos principais, como a temperatura do ar, a velocidade do vento, a umidade e a radiação solar (GARCÍA, 1996).

A temperatura do ar é a medição da energia cinética média de moléculas individuais na atmosfera, percebida na forma de calor sensível, sendo medida em graus Celsius, Fahrenheit ou Kelvin. A temperatura atmosférica é a consequência direta da radiação solar incidente no solo e o consequente aquecimento do ar por contato. Outra forma de elevar a temperatura de um local é através da circulação das massas de ar. A temperatura influencia diretamente o ambiente e afeta os fatores fisiológicos do corpo humano (GARCÍA, 1996; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; AYOADE, 2010; CHRISTOPHERSON, 2012).

A temperatura é influenciada por alguns fatores físicos geográficos, como a latitude, que interfere na intensidade de insolação que é recebida ao longo do ano num local; a altitude, pois quanto maior a elevação, menor será a temperatura. A maior variabilidade de temperatura entre dia e noite depende também da continentalidade: áreas mais continentais esquentam rapidamente durante o dia e, da mesma forma, ocorrerá o resfriamento noturno.

A nebulosidade resulta da condensação da umidade na atmosfera e interfere no balanço energético, afetando, portanto, na temperatura. Ao longo do dia as nuvens refletem a radiação e, durante a noite estas bloqueiam a saída de energia da superfície terrestre, intensificando o efeito estufa (CHRISTOPHERSON, 2012).

A umidade tem importante efeito na temperatura, tendo a função de regulador térmico. Esse parâmetro interfere na taxa de evapotranspiração do corpo humano, interferindo diretamente na sensação térmica. Alto índice de umidade associado a altas temperaturas aumenta a sensação de calor, pois o corpo não se refresca através da evaporação do suor (GARCÍA, 1996; AYOADE, 2010).

No verão, o vento auxilia na perda de energia corporal, fazendo com que o corpo humano tenha sensação térmica de frescor e, quanto maior a velocidade do vento, maior é a perda de calor. Esse processo é sentido, por exemplo, com intensidade na dinâmica circulatória de áreas litorâneas, pois a brisa marinha, durante os quentes dias do verão, alivia o calor e proporciona maior conforto (GARCÍA, 1996; CHRISTOPHERSON, 2012).

Essa é uma das razões pelas quais as pessoas buscam as regiões de praia no verão, sejam elas oceânicas ou balneários em rios e lagoas.

Além dos fatores ambientais, os fisiológicos também interferem na sensação de conforto térmico sentido pela população. Estes interferem na sensação de temperatura percebida pelo corpo, de acordo com o tipo físico do indivíduo, uso de vestimenta apropriada e a atividade que é exercida num dado momento, ocasionando sensação confortável, de frio ou de calor (GARCÍA, 1996; PALLOTTA et al. 2015).

Segundo García (1996), existem três fatores que controlam a produção de energia do corpo humano e sua troca com o ambiente externo: o metabolismo, a troca de calor e a evaporação da água pela pele. O tipo de vestimenta interfere nos dois últimos processos.

A vestimenta age como um isolante térmico ao corpo humano, diminuindo os efeitos das variações dos parâmetros meteorológicos. O uso de roupas adequadas é essencial para proporcionar uma sensação confortável ao organismo. Roupas leves, como camisetas, bermudas e calçados abertos são ideais para proporcionar a dissipação do calor nos dias de elevada temperatura. O uso de roupas curtas também permite a transpiração do corpo e a evaporação do suor (BUTERA, 1998; FROTA e SCHIFFER, 2007).

Os profissionais que, por necessidade operacional do trabalho ou por segurança da atividade que exercem, são obrigados a usar roupas longas no verão acabam sofrendo mais com o desconforto térmico. Exemplos que se enquadram nessa situação são os bombeiros, eletricitas, alguns profissionais da área da saúde, dentre outros.

Em situação oposta temos o rigor do frio típico do inverno gaúcho. Para enfrentar essa condição é necessário o uso de roupas que protejam adequadamente o corpo. Quanto mais baixas são as temperaturas, mais roupas são necessárias e, em algumas situações, a vestimenta deve ser adequada a enfrentar condições específicas, como o vento.

Não somente a quantidade de roupas é determinante, sendo adequado usar vestimentas que cumpram uma certa funcionalidade. Por exemplo: uma camada de roupa isolante que funcione como “corta-vento” é essencial nessas circunstâncias.

Os profissionais que estão sujeitos a sofrer mais com o frio são os que trabalham em áreas abertas, como a construção civil, limpeza urbana e na manutenção de estruturas hidráulicas, que nem sempre tem as condições adequadas de proteção contra o frio, e ainda, estão expostos a ambientes úmidos.

Além disso, é preciso estar atento ao metabolismo do corpo, pois este pode interferir na sensação de conforto térmico de cada indivíduo, levando em consideração a atividade que está sendo praticada. É necessário um cuidado com a alimentação e hidratação balanceada para cada estação do ano.

No verão, comidas leves e pouco calóricas, como frutas e saladas, são as mais recomendadas. Já no inverno, a alimentação deve ser mais calórica, com maior consumo de carboidratos, haja vista que a perda de energia é maior nessa estação.

Além do aspecto alimentar, a hidratação do corpo é essencial ao processo metabólico e, também deve ser de acordo com a estação. No verão, bebidas frias, como sucos e batidas, são ingeridas de forma resfriada por muitas pessoas, e auxiliam na diminuição da sensação de calor. O consumo de líquidos quentes é mais adequado no inverno, pois ajuda a elevar o calor corporal. Chocolate quente, café e chá quente são exemplos de bebidas consumidas com frequência nessa estação.

4 DADOS E METODOLOGIA

O conjunto de técnicas e métodos propostos para o desenvolvimento deste projeto está baseado em abordagens quantitativas e indutivas, envolvendo análises estatísticas de dados meteorológicos e representação espacial com o emprego dos recursos de geoprocessamento.

A temática abordada requer o uso de dados que representam as condições atmosféricas em curtos intervalos de tempo, o que significa que dados médios diários ou mensais não são adequados para esse tipo de estudo, como já mencionado no capítulo 1. O uso de dados horários para análises de sensação de conforto térmico são os ideais por proporcionarem o entendimento da amplitude térmica ao longo do dia, na medida em que o avanço de diferentes massas de ar pode ocasionar bruscas alterações meteorológicas, como a mudança na temperatura, na umidade e intensidade do vento.

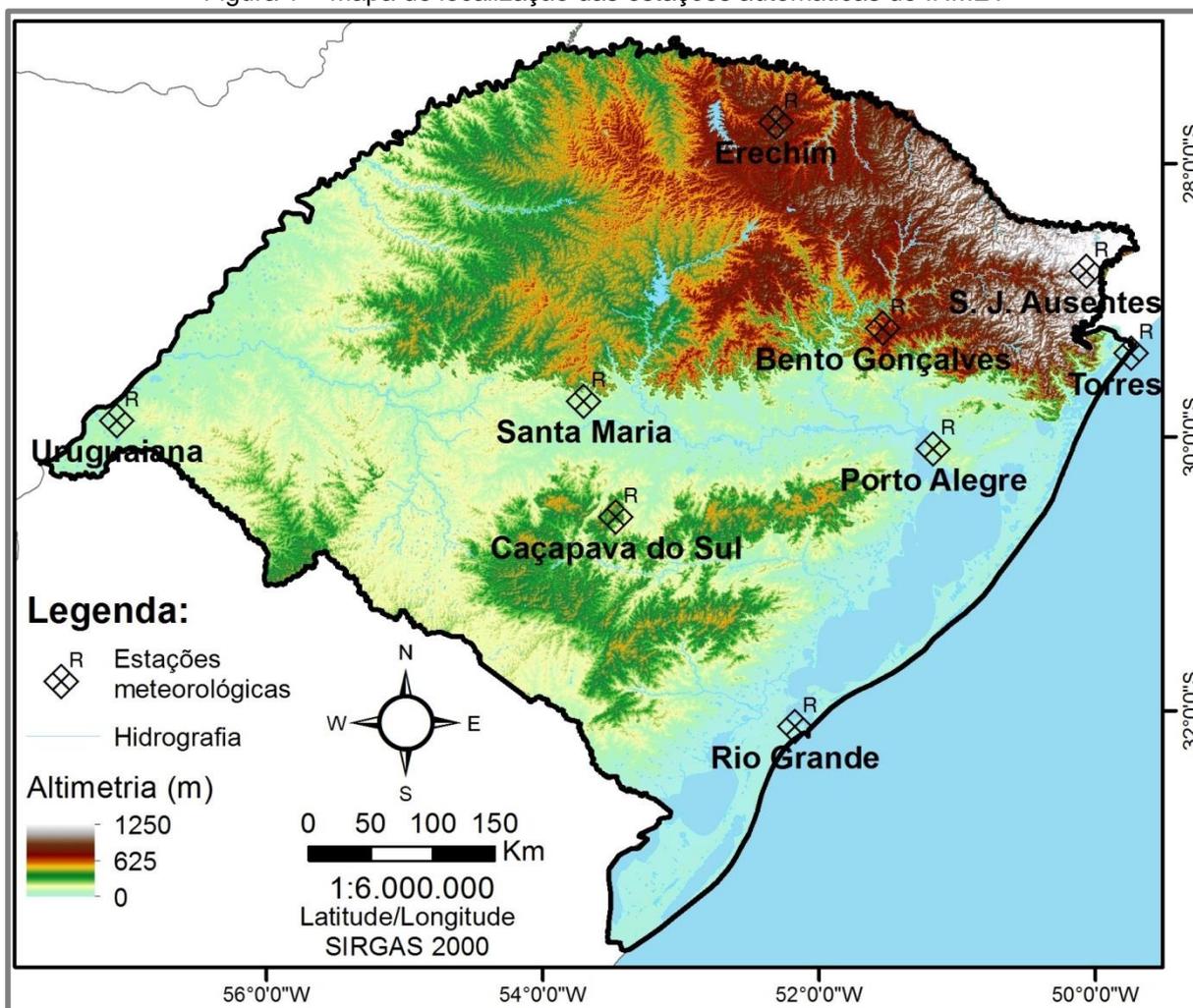
Isso significa a necessidade de análise de um grande banco de dados meteorológicos e a eventual complementação destes, com cartas sinóticas e imagens de satélite para compreender o quadro sinótico atuante sobre o RS.

Utilizando-se de dados horários, das estações automáticas do INMET existentes no RS, podem ser calculados os diversos índices que medem a sensação de conforto térmico, especificamente aqueles aplicados a percepção do calor, já que este estudo aborda o período de verão e suas diferentes características para as diferentes regiões do RS.

Os dados foram analisados primeiramente em termos de disponibilidade das informações para o período e de amplitude geográfica. Estações que entraram em operação após o verão 2006/2007 não foram utilizadas, bem como aquelas que apresentam muitas lacunas de dados, como, por exemplo, falhas de dados durante dez semanas consecutivas, possivelmente por falha operacional das estações.

Diante dessa análise, foram escolhidas nove estações meteorológicas automáticas, de um total de quarenta e duas estações, apresentadas no mapa da figura 1. Ainda assim, as estações de Rio Grande e de Torres têm algumas falhas significativas nos registros, que foram devidamente ponderados e são citados na discussão dos resultados. Nas demais estações não houve falhas, ou as mesmas são circunstanciais, aspecto que não prejudica o contexto das análises.

Figura 1 – Mapa de localização das estações automáticas do INMET



Fonte: IBGE, 2016; INMET, 2016. Elaboração: Tais B. Baldasso.

A tabela 1 apresenta a localização das estações meteorológicas, com destaque para a altitude, que alcança seu maior valor em São José dos Ausentes e a menor em Rio Grande.

Tabela 1 – Localização das estações automáticas

Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Bento Gonçalves	-29.164581°	-51.534202°	623
Caçapava do Sul	-30.545317°	-53.467050°	421
Erechim	-27.657710°	-52.305805°	777
Porto Alegre	-30.053536°	-51.174766°	41
Rio Grande	-32.078780°	-52.167738°	5
Santa Maria	-29.724960°	-53.720469°	103
São José dos Ausentes	-28.748634°	-50.057880°	1229
Torres	-29.350359°	-49.733262°	8
Uruguaiana	-29.839870°	-57.081899°	74

Fonte: INMET, 2016. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Concluída a etapa de checagem da consistência dos dados, foi calculado o Índice de Temperatura Efetiva (ITE), proposto por Missenard (1937; apud GOUVÊA, 2007), conforme segue:

$$\text{ITE} = T - 0,4 (T - 10) (1 - \text{UR}/100),$$

onde ITE é o índice de temperatura efetiva (°C), T é a temperatura do ar (°C) e UR é a umidade relativa do ar (%).

O estudo abrange ambientes abertos em períodos de verão. Sendo assim o ITE é considerado o índice ideal para esta pesquisa, pois ele não leva em consideração áreas fechadas ou o tipo de vestimenta, prevalecendo apenas fatores meteorológicos e de clima subtropical.

Para esse cálculo, recorreu-se ao uso de recurso de análise em planilha eletrônica, usando o programa *Microsoft Excel* e a partir dos resultados, fez-se neste mesmo programa, a geração e sistematização dos respectivos gráficos e a elaboração de tabelas para cada município. A partir dos gráficos gerados, foram elaborados quadros usando o programa gráfico *Corel Draw*.

Esses gráficos e tabelas seguem um agrupamento de informações adaptado a partir do método desenvolvido por Hentschel (1986, apud SUPING et al., 1992). Esse autor, sabendo que a sensação de conforto térmico varia de um ambiente para outro ou do tipo de vestimenta, desenvolveu faixas de classificação de sensação térmica para o ITE levando em consideração apenas ambientes externos, conforme mostra a tabela 2. Portanto, esse método é bastante adequado para o propósito desse estudo, que usa dados meteorológicos aplicado a percepção do calor sentida pela população estando fora de ambientes fechados ou climatizados.

Tabela 2 – Classificação ITE

ITE (°C)	Descrição da sensação humana
>30	Calor extremo
24 – 30	Calor moderado
18 – 24	Agradável - Ligeiramente quente
12 – 18	Agradável – Ligeiramente frio
6 – 12	Frio
0 - 6	Muito frio

Fonte: HENTSCHEL, 1986, apud SUPING et al., 1992.
Adaptado por Tais B. Baldasso.

Analisando os resultados gerados e considerando a amplitude dos mesmos, e dadas as características do método de Hentschel (1986, apud SUPING et al., 1992), especificamente quanto a amplitude das faixas de conforto, foi preciso modificar a classificação proposta por este autor, já que esta possui faixas de conforto de 6 em 6°C.

A adaptação do método foi feita dividindo cada faixa térmica a fim de não ser generalista, considerando que uma temperatura levemente superior a 24°C e pouco inferior a 30°C, proporcionam sensações bem diferentes no RS, contudo pelo método de Hentschel estariam ainda na mesma faixa de conforto.

Para a área do RS, que possui diferentes contrastes de temperatura e umidade, foi elaborado uma classificação de ITE baseada na de Hentschel (1986, apud SUPING et al., 1992), porém, com intervalos mais detalhados, que variam de 3 em 3°C, como mostra a tabela 3.

Tabela 3 - Classificação ITE modificada

ITE (°C)	Sensação térmica humana
>30	Calor extremo
27 – 30	Calor
24 – 27	Calor moderado
21 – 24	Ligeiramente quente
18 – 21	Confortável
15 – 18	Ligeiramente fresco
12 – 15	Frescor
9 – 12	Frio moderado
6 – 9	Frio
3 – 6	Frio extremo

Fonte: Modificado de HENTSCHEL, 1986, apud SUPING et al., 1992. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Assim, a sensação térmica do confortável ocorre na faixa de ITE entre 18°C e 21°C. Índice acima de 30°C é considerado sensação de calor extremo e, entre 3°C e 6°C é de frio extremo.

O ITE foi calculado para cada hora, compreendendo o período de verão, definido a partir de 21 de dezembro até 23 de março do ano subsequente. O período de análises compreende uma série de oito verões, de 2006/2007 até o verão 2013/2014.

Com o ITE calculado para as 24 horas diárias para as nove estações escolhidas, foi selecionada a maior e a menor ITE de cada dia. Os dados de máxima foram representados em gráficos de linha e de pizza, já classificados por faixa de conforto, conforme a adaptação feita a partir de Hentschel (1986, apud SUPING et al., 1992). Os dados de mínima foram representados apenas por gráficos de pizza, também por faixas de conforto. Esses dois dados visam sistematizar as condições extremas em que as pessoas estão expostas durante o verão. Esses dois parâmetros são apresentados ano a ano e também uma média do período.

A análise da sensação de conforto de cada cidade é sintetizada através da análise da ITE horária, organizada na forma de tabela, onde é demonstrada a quantidade de horas em que se esteve em cada faixa de conforto térmico em todos os verões.

Como todas as estações meteorológicas têm sua localização geográfica conhecida, e através do uso dos recursos de SIG, realizou-se o mapeamento dos municípios com maior variação e similaridade da sensação de conforto térmico.

A espacialização dos resultados e a geração dos mapas foram desenvolvidas através do uso dos *softwares* QGIS e ARCGIS a arte gráfica dos mapas foi produzida com o Corel Draw[®]. Com estes recursos, foi possível construir um mapa localizando os municípios com suas respectivas análises finais utilizando cores diferenciadas para cada sensação de conforto térmico, proporcionando uma visão geral desta no âmbito do RS.

Com os resultados sistematizados, foi feita a interpretação e descrição dos mesmos, discutindo os principais aspectos de cada ano. Com base nos mapas, foi feita a discussão dos aspectos geográficos que caracterizam a condição de conforto térmico vivida durante o verão nos diferentes municípios.

5 RESULTADOS

A análise dos gráficos de todos os verões para os nove municípios no período 2006-2014 e a observação dos mapas que representam o contexto climático no RS, permitiu descrever a condição de conforto térmico aproximado sentido pelas pessoas, através do ITE e sua adaptação à realidade do RS. Neles foi representada a variação do conforto térmico durante os verões do período em estudo e o percentual da quantidade de dias total que ocorreu determinado parâmetro de conforto térmico em cada cidade.

O conjunto de análises feitas foi baseado na variação interanual do índice de temperatura efetiva, considerada a maior e menor temperatura alcançada ao longo do dia e avaliada a sua variabilidade ou eventual tendência no período. É preciso destacar que a série não compreende uma normal climatológica, contudo retrata o que vem acontecendo com o padrão de temperatura e umidade nos últimos anos e como esta pode afetar as pessoas, especificamente no seu conforto térmico.

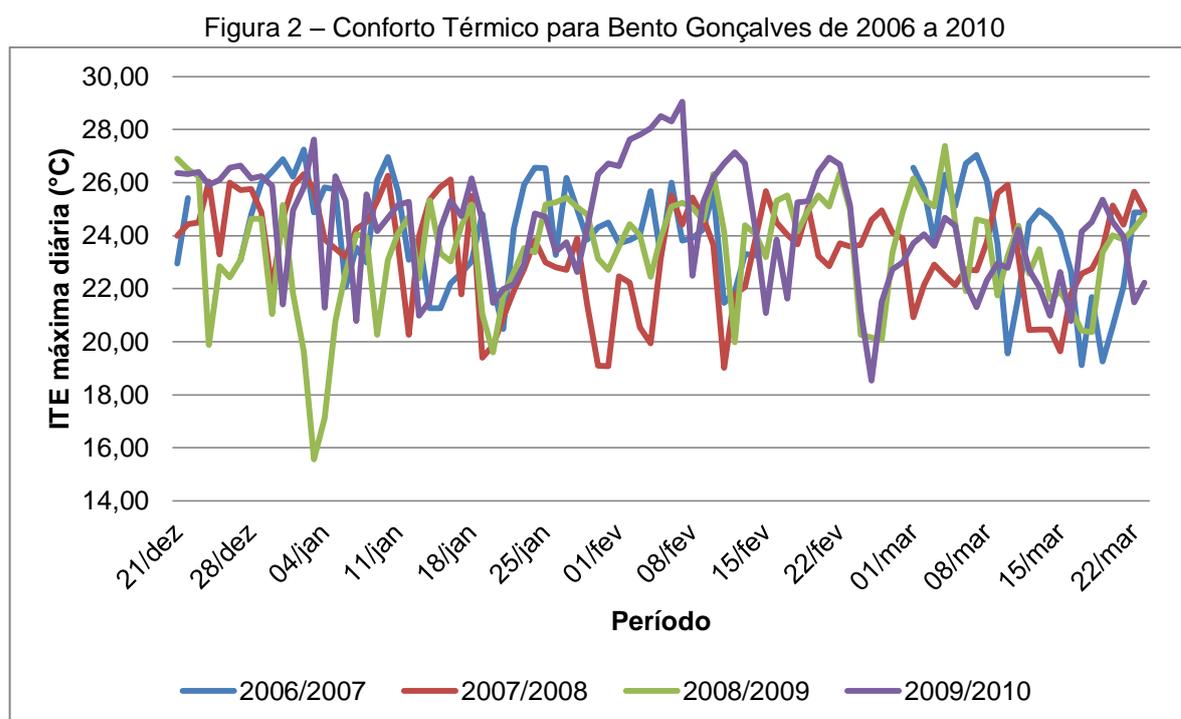
O conjunto de gráficos deste trabalho está organizado em dois tipos de representação para cada município: os dois primeiros gráficos representam o índice de temperatura efetiva máxima diária e são idênticos em termos de representação, diferenciando-se apenas pelo período representado em cada um. O primeiro gráfico representa o período 2006/2007 a 2009/2010 e o segundo de 2010/2011 até 2013/2014. Essa sequência foi elaborada dessa forma a fim de permitir uma melhor leitura e interpretação, dado o grande conjunto de dados, o que geraria dificuldade de leitura com a excessiva sobreposição de linhas.

A terceira figura para cada cidade é um quadro que representa o conjunto de gráficos que mostra a variação interanual ocorrida em termos da quantidade de dias em que o índice de temperatura efetiva máxima alcançou determinada faixa de conforto térmico. Na sequência é apresentado um gráfico com a síntese média das máximas durante os oito verões em análise.

O mesmo tipo de quadro e gráfico de síntese é colocado na sequência, contudo, usando as mínimas diárias da ITE. O tópico de cada município encerra com uma tabela da quantidade de horas em que este município esteve inserido em cada faixa de conforto térmico em cada verão, demonstrando a intensidade com que as pessoas são expostas a determinada faixa de conforto termal.

5.1 CONFORTO TÉRMICO EM BENTO GONÇALVES

Os dados para o município de Bento Gonçalves (altitude de 623 m), mostram que ao longo do período de verão de 2006/2007 a 2009/2010 (figura 2) a sensação térmica esteve predominantemente entre 20°C a 26°C, ou seja, a sensação de conforto variou entre confortável a calor moderado. Contudo, várias das máximas alcançaram a faixa do calor, exceto no verão de 2007/2008.



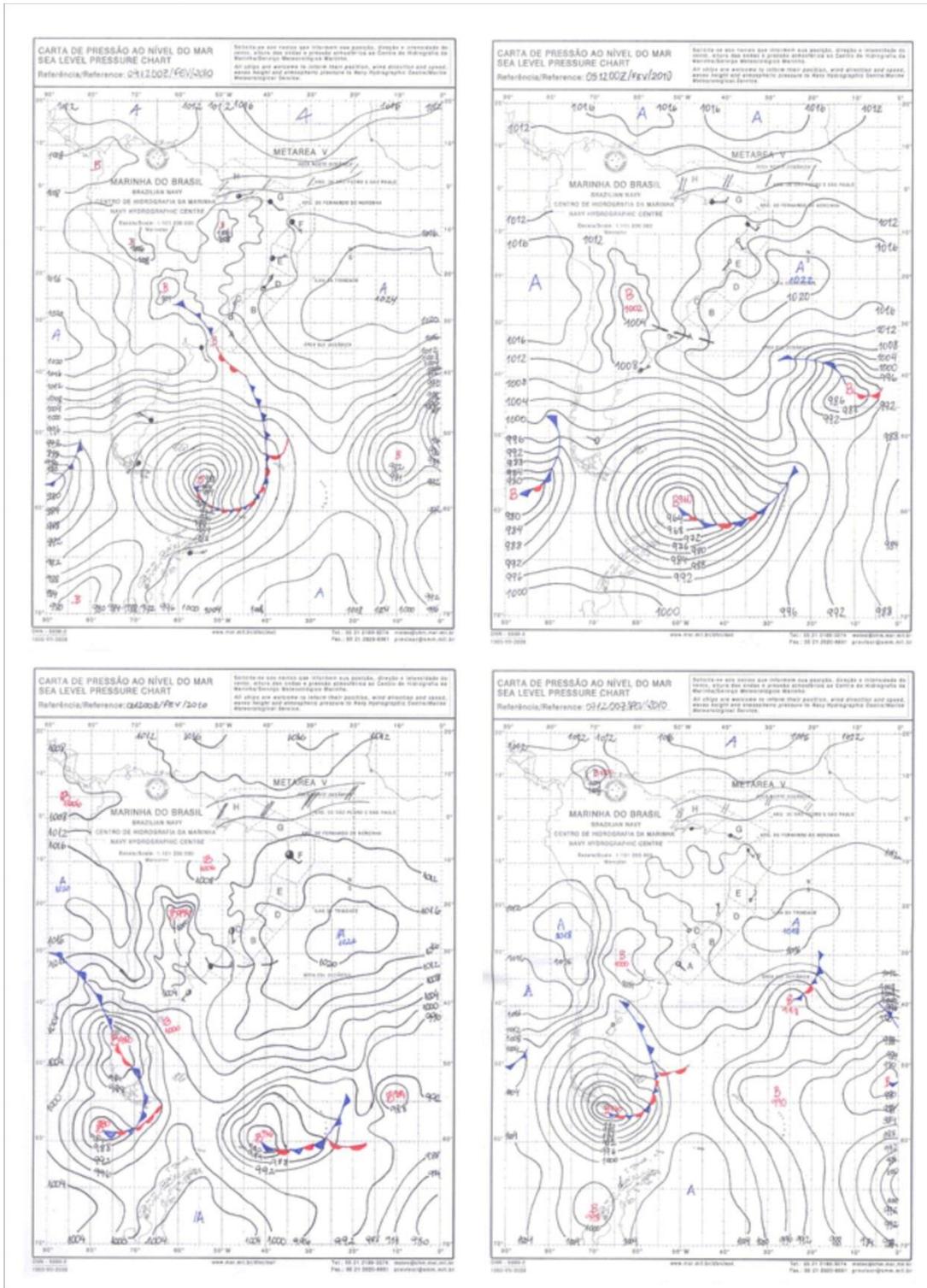
Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Para o verão de 2006/2007 nenhum valor de calor extremo foi registrado e, durante dezessete dias, entre dezembro e fevereiro, não houve coleta de dados por alguma falha operacional da estação, o que inviabiliza qualquer análise e comparativo com esse ano, nessa estação meteorológica. O verão de 2007/2008 não registrou nenhum valor de ITE máximo, seja na faixa do calor ou acima.

No verão de 2008/2009 observaram-se as duas menores sensações térmicas das máximas, que foi classificado como ligeiramente fresco, com índices de 15,57°C e 17,13°C nos dias 03 e 04 de janeiro. Já o verão de 2009/2010 foi marcado por máximas de sensação térmica, com destaque para o calor registrado entre os dias 04 a 07 de fevereiro, com índices de 28,05°C, 28,51°C, 28,30°C e 29,05°C, respectivamente. Essa sequência de altas temperaturas foi fruto da atuação de

massa de ar tropical continental, gerando uma intensa onda de calor, atuante em todo o RS, conforme mostra a figura 3, e como poderá ser visto nos gráficos dos demais municípios.

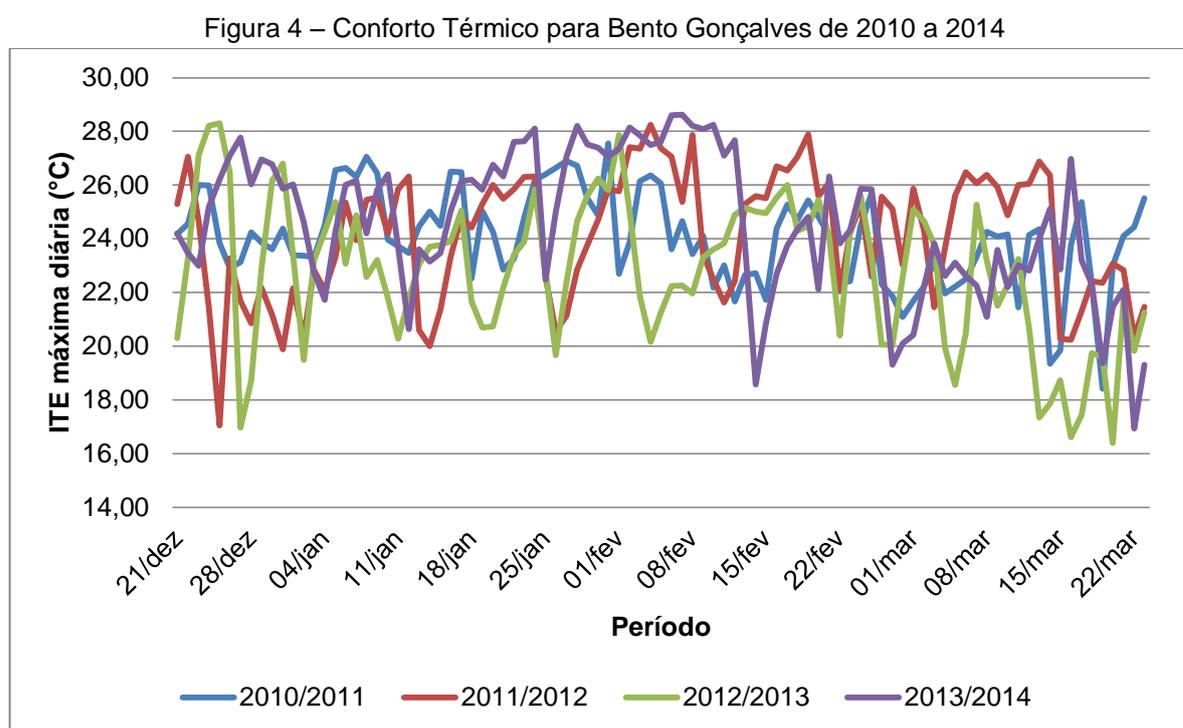
Figura 3 – Cartas sinóticas entre 04 e 07 de fevereiro de 2010



Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2016.

Nas cartas sinóticas da figura 3 é possível visualizar que existe uma alta pressão do Atlântico (1022hPa) sobre o RS em conexão com a baixa pressão da região do Chaco (1000hPa) e há presença de um sistema frontal ao sul da América.

Durante o período de 2010/2011 a 2013/2014, de um modo geral, o índice de conforto térmico teve maior oscilação, variando de 20°C a 28°C. Identifica-se na figura 4, maior diferença do ITE em todos os verões em relação ao período anterior (figura 2). Durante o verão de 2010/2011 não foi registrado nenhuma máxima de sensação térmica quanto ao calor. Os menores valores das máximas ocorreram no fim do verão, nos dias 14, 15 e 19 de março, com ITE de 19,35°C, 19,84°C e 18,40°C.



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Já o verão de 2011/2012 apresentou alguns registros na faixa do confortável, como em 25 de dezembro o ITE alcançou 17,05°C e sensação térmica foi de ligeiramente fresco, e o índice máximo foi registrado em 4 de fevereiro com 28,24°C e sensação térmica de calor.

No verão de 2012/2013, as máximas do ITE foram registradas em 23 a 25 de dezembro, com 27,13°C, 28,20°C e 28,30°C respectivamente, enquadrando na sensação térmica de calor. Essa condição térmica se repetiu em 01 de fevereiro com ITE de 27,86°C. Para este mesmo período foi registrada maior quantidade de

máximas com a sensação de ligeiramente fresco, sendo nos dias: 27 de dezembro com valor de ITE de 16,96°C; e no final do verão, nos dias 13, 14, 16, 17 e 20 de março com índice de 17,35°C, 17,85°C, 16,61°C, 17,45°C e 16,39°C respectivamente.

Já o verão de 2013/2014 foi o que registrou maior quantidade de máximas, com sensação térmica de calor, em comparação aos períodos anteriores. O final de janeiro e início de fevereiro tiveram os mais altos índices, alcançando ITE de 28,12°C em 24 de janeiro, 28,22°C em 28 de janeiro, 28,14°C no dia 02 de fevereiro, e valores de 28,61°C, 28,63°C, 28,20°C, 28,08°C e 28,24°C nos dias 06 a 10 de fevereiro. Esses últimos cinco dias marcam a presença de uma massa de ar quente que configurou uma onda de calor no RS, conforme as cartas sinóticas da figura 5. Já o dia 22 de março foi o único dia a registrar sensação térmica de ligeiramente fresco, com 16,93°C.

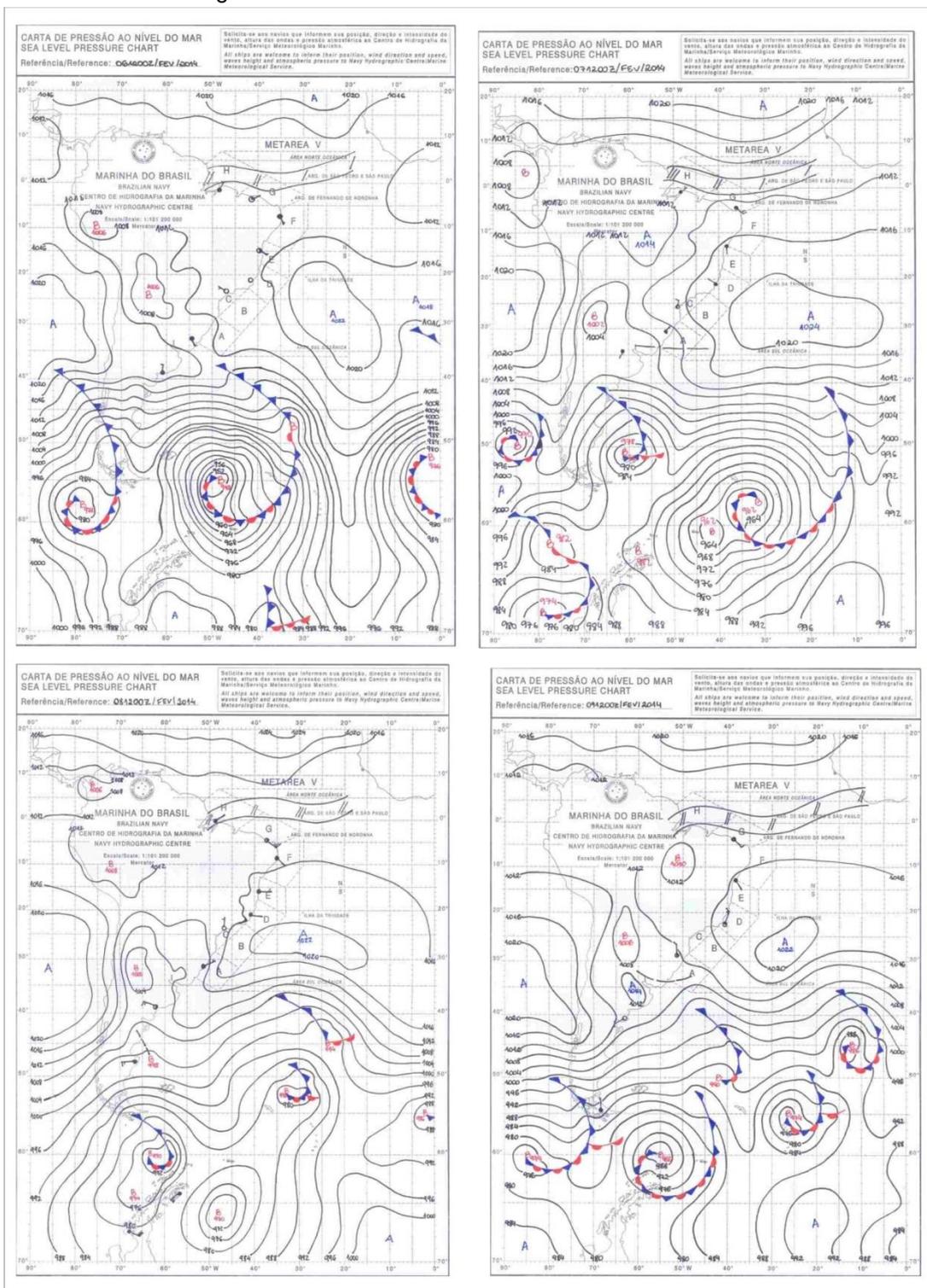
Nas cartas sinóticas é possível visualizar o anticiclone sobre o Atlântico sul com pressão atmosférica de 1022 hPa e a presença de um ciclone no centro sul da América, região do Chaco argentino, (1004 hPa). Essa condição sinótica gera um bloqueio atmosférico, inviabilizando o avanço da frente fria situada ao sul do continente.

Analisando os dois gráficos conjuntamente, percebe-se que os últimos quatro anos da série tiveram mais registros com índice acima de 26°C, indicando uma tendência de máximas mais altas. Nota-se também que essas máximas ocorrem predominantemente de dezembro a final de fevereiro, sendo o mês de março sem registro de índices elevados, condição associada à aproximação do outono.

Os gráficos da figura 6 representam a ocorrência de diferentes sensações térmicas para os oito verões em Bento Gonçalves, usando a ITE máxima diária, no qual se percebe de imediato, algumas condições predominantes típicas de verão no RS e também uma alta variabilidade interanual.

Durante o período, pode-se verificar que as sensações térmicas máximas que mais ocorreram nos verões foram de calor moderado (24° a 27°C) e ligeiramente quente (21° a 24°C). Com exceção do verão de 2007/2008, todos os demais anos apresentaram registros na faixa de calor (27° a 30°C). A faixa de conforto de calor foi alcançada com maior frequência no verão de 2013/2014, tornando-se o verão mais intenso do período, seguido pelos verões de 2011/2012 e 2009/2010.

Figura 5 – Cartas sinóticas entre 06 e 09 de fevereiro de 2014

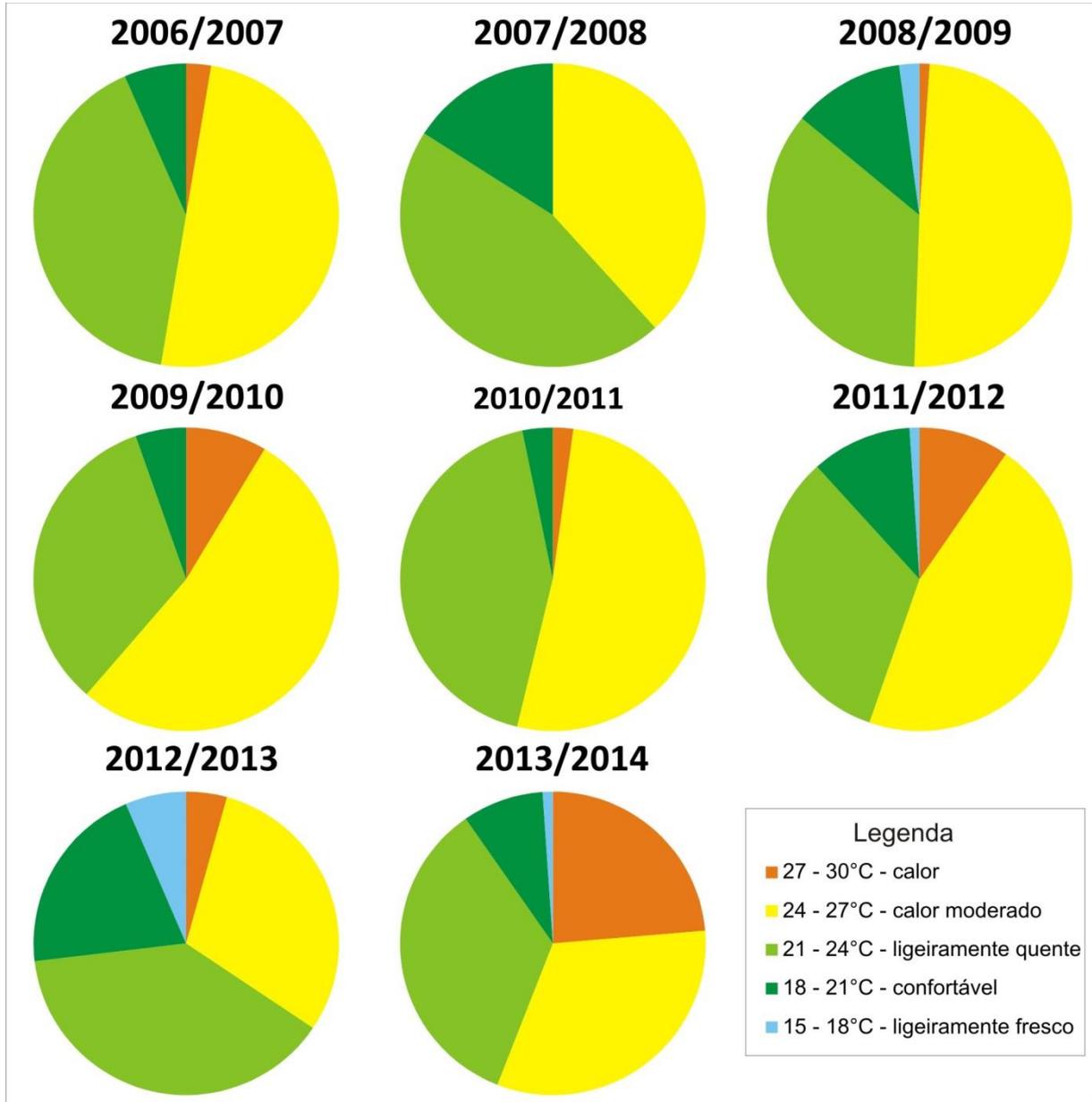


Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2016.

Os verões de 2007/2008 e 2012/2013 foram mais amenos, com a maior quantidade de dias em que a máxima ficou na faixa do confortável. O verão de 2012/2013 foi o que apresentou maior quantidade de dias com condição térmica de

ligeiramente fresco. Esta faixa de conforto também foi registrada em alguns dias dos verões de 2008/2009, 2011/2012 e 2013/2014.

Figura 6 – Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Bento Gonçalves



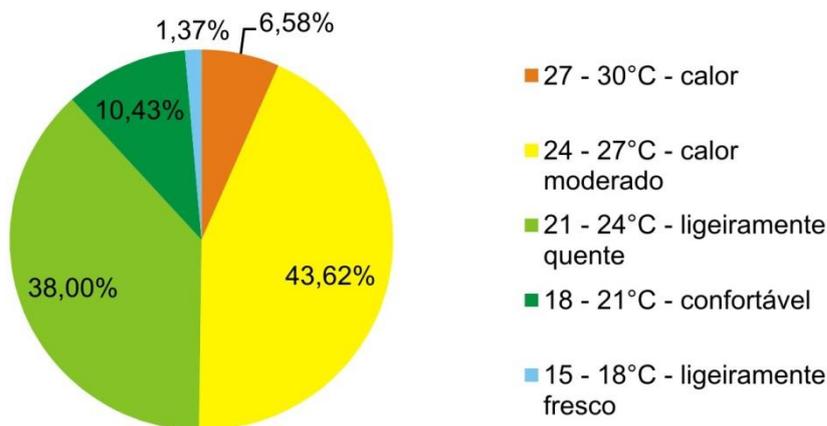
Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

As descrições acima indicam uma grande variabilidade das condições de conforto no verão de Bento Gonçalves, sendo que esses contrastes ocorrem de forma aleatória, sem indicar uma tendência. Observando a linha temporal das máximas, nota-se que o verão de 2006/2007 apresentou a sensação de calor, algo que não se repetiu no verão seguinte. Dois anos depois (2008/2009), ocorreram períodos de calor e de ligeiramente fresco.

Os verões de 2009/2010 e 2010/2011 foram mais parecidos com o de 2006/2007, contudo 2009/2010 teve mais dias com máximas na faixa de calor. Os três últimos verões da série (de 2011/2012 a 2013/2014) sempre houve máximas com valor baixo na faixa do ligeiramente fresco e também ocorreram valores na faixa do calor, especialmente 2011/2012 e 2013/2014. Repara-se que não há um padrão interanual, mas sim uma alta variabilidade, tanto da quantidade de horas em cada faixa de conforto, bem como os valores que são registrados, como também indicam os gráficos das figuras 2 e 4.

A figura 7 mostra a quantidade, em porcentagem, do total de dias que tivemos em cada parâmetro de sensação térmica de temperatura efetiva máxima para Bento Gonçalves considerando a totalidade do período (oito verões). Para este município, o índice de conforto térmico foi calculado para setecentos e vinte e nove dias, devido à falta de registros ocorridos no verão de 2006/2007. Destes, 43,62% dos dias a máxima correspondeu à sensação de calor moderado, ou seja, trezentos e dezoito dias; seguido por duzentos e setenta e sete dias (38,00%) pela sensação ligeiramente quente.

Figura 7 – Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Bento Gonçalves

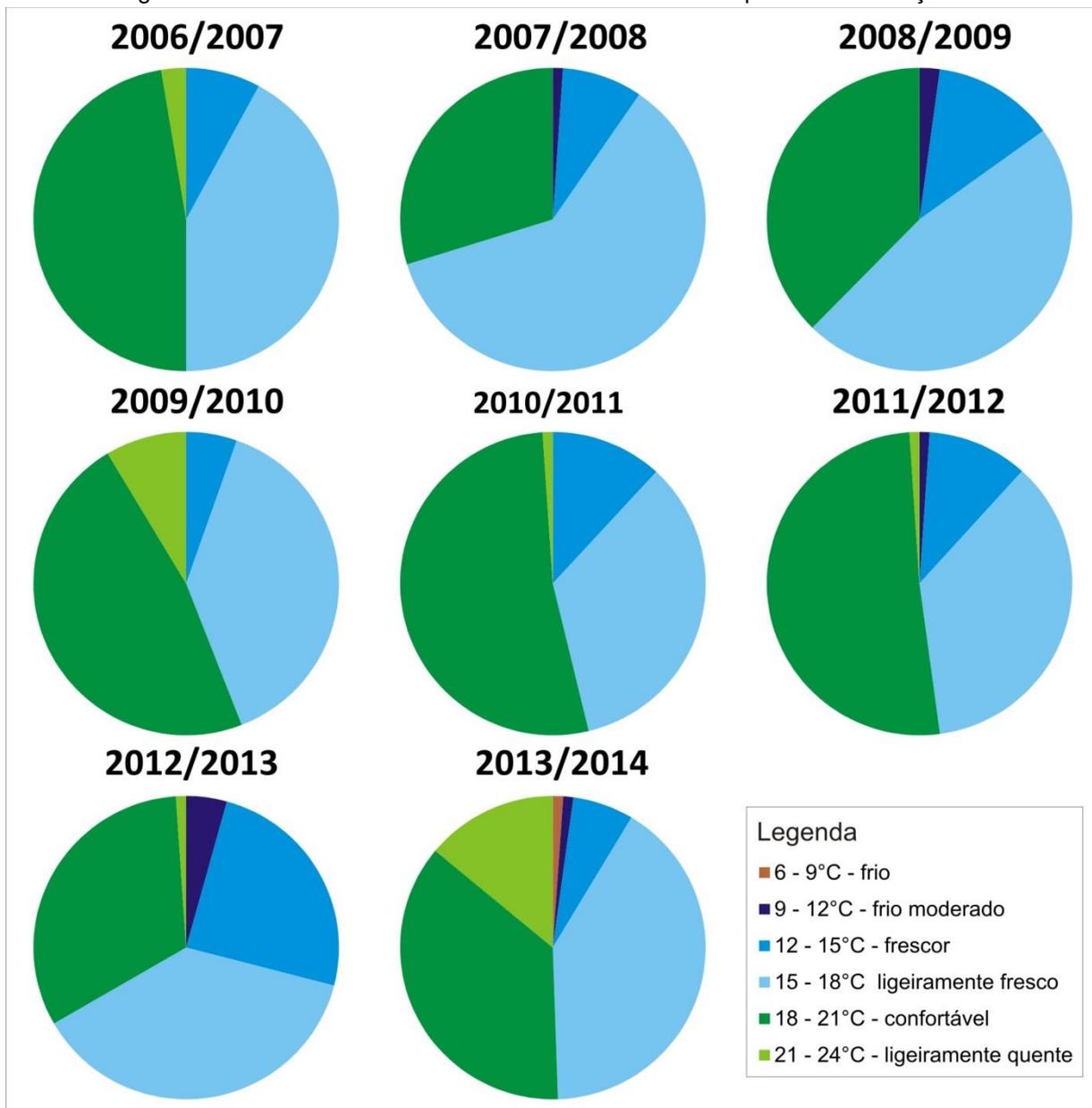


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Ainda tivemos 6,58% dos dias com sensação de calor e 10,43% dos dias de verão em Bento Gonçalves, as máximas foram enquadradas como confortáveis. A faixa de menor ocorrência foi a de sensação ligeiramente fresco, com 1,37%, o que equivale a apenas dez dias de ITE entre 15°C a 18°C durante os oito verões em estudo.

A figura 8 mostra as zonas de sensação térmica com os índices de temperatura efetiva mínimas para os verões de Bento Gonçalves.

Figura 8 – Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Bento Gonçalves



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

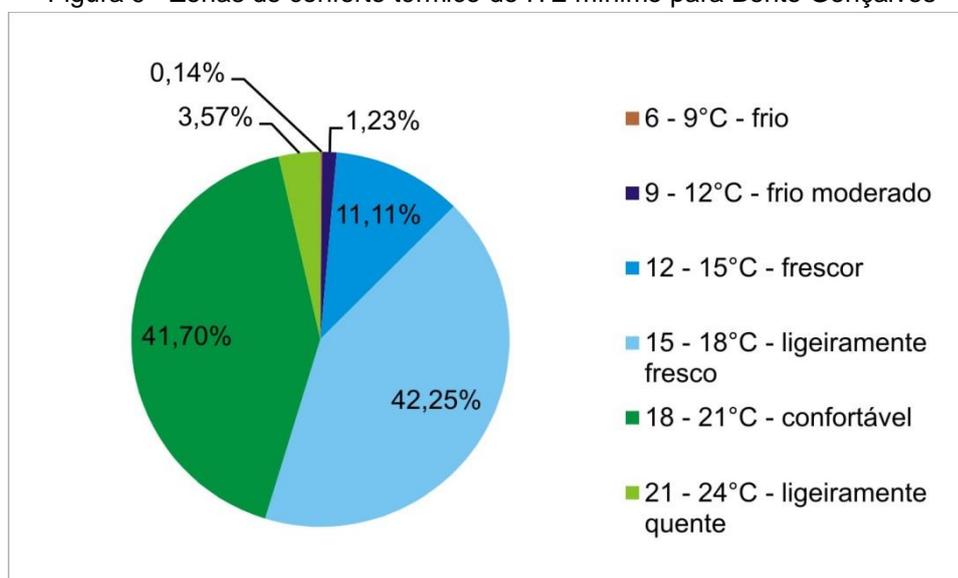
A menor temperatura do dia é atingida normalmente ao amanhecer e é um bom indicativo da condição de conforto observado durante a noite e madrugada, momento de descanso da maior parte da população. Entretanto, a umidade tende a estar mais elevada nesse período, e muitas vezes atingindo o ponto de orvalho. O cálculo do ITE é fortemente determinado pela temperatura, de modo que os menores índices também são alcançados nesse período do dia.

A predominância das mínimas foi de sensação térmica de ligeiramente fresco e confortável em todos os anos. O verão 2006/2007 registrou alguns dias em que a mínima ficou na faixa do ligeiramente quente. Essa condição se repetiu a partir de 2009/2010 até o último verão em análise, sendo este o de maior frequência de dias enquadrados na faixa térmica ligeiramente quente, com treze dias. Isso significa que essas treze noites desse verão possivelmente não proporcionaram uma condição adequada para o sono.

O verão de 2013/2014 foi de contrastes, pois além de registrar a maior quantidade de noites ligeiramente quentes, foi o único ano em que apareceu a faixa de conforto correspondente ao frio, com temperatura abaixo de 9°C. A sensação de frio moderado foi registrada nos verões 2007/2008, 2008/2009, 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014. Assim como nas máximas, as mínimas também apresentam alta variabilidade interanual, sem um padrão de variação definido. Contudo tendem a acompanhar a condição térmica predominante, ou seja, um verão com máximas mais altas tem também mínimas mais elevadas. Exceção a essa regra está o verão 2013/2014.

A figura 9 mostra a síntese das mínimas do índice de temperatura efetiva em Bento Gonçalves para o período em estudo, visualizando-se que as faixas de conforto mais frequentes foram ligeiramente fresco e confortável com 42,25% e 41,70% dos registros respectivamente.

Figura 9 - Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Bento Gonçalves



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

No entanto, em pleno verão a sensação térmica de frescor, frio moderado e frio também foram sentidas, em respectivamente 11,11%, 1,23% e 0,14% dos dias. A sensação de ligeiramente quente foi registrada em 3,57% dos dias.

Em termos de dados horários, foram analisadas o enquadramento nas faixas de conforto térmico de 2232 horas de dados meteorológicos para cada verão, que é o somatório das 24 horas dos noventa e três dias analisados, compreendidos entre 21 de dezembro a 23 de março do ano subsequente. Os anos de 2008 e 2012, por serem bissextos, apresentam um total de 2256 horas. Dentro desta totalidade, foi analisada a quantidade de horas em que as pessoas estavam submetidas a uma condição de conforto/desconforto térmico. Esse tipo de tabela foi gerado para cada município usando o mesmo método, permitindo, portanto, uma comparação entre os municípios, exceto nos anos em que houve falhas nas coletas dos dados nas estações meteorológicas automáticas.

A tabela 4 apresenta a quantidade de horas em que o índice de temperatura efetiva esteve em cada faixa térmica por verão no município de Bento Gonçalves. Destaca-se que o verão de 2006/2007 tem o registro de 1979 horas, e por falha operacional da estação existe uma lacuna de 253 horas. Portanto esse ano, em específico, não serve para fins comparativos e sua estatística é parcial (amostra).

Tabela 4 – Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Bento Gonçalves

ITE/Ano	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
>30°C	0	0	0	0	0	0	0	0
27 - 30°C	3	0	2	35	3	13	21	81
24 - 27°C	291	164	180	318	223	303	169	340
21 - 24°C	680	620	615	769	768	623	499	664
18 - 21°C	712	951	919	807	905	885	798	760
15 - 18°C	264	469	418	272	279	375	572	320
12 - 15°C	29	51	90	29	54	56	164	51
9 - 12°C	0	1	6	0	0	1	9	11
6 - 9°C	0	0	0	0	0	0	0	5

Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Em Bento Gonçalves não houve registro de calor extremo nos verões analisados. A faixa com sensação de calor ocorreu com maior frequência nos verões de 2009/2010 e 2013/2014, com 35 e 81 horas respectivamente. Em 2007/2008 não houve registro desta faixa térmica, sendo, portanto, um ano ameno.

A faixa de calor moderado ocorreu com frequência em todos os verões. O verão 2007/2008 foi ameno, registrando 164 horas nessa faixa térmica. Em 2013/2014 foram registradas 340 horas de calor moderado, sendo que os verões 2009/2010 e 2011/2012 também ultrapassaram 300 horas nesta faixa de conforto.

A faixa térmica ligeiramente quente ocorreu em mais de 600 horas por verão, exceto em 2012/2013, quando foram registradas 499 horas. Os verões de 2009/2010 e 2010/2011 registraram 769 e 768 horas nessa faixa de conforto, os máximos registrados nesse intervalo.

A maior quantidade de horas por verão de Bento Gonçalves enquadra-se no intervalo compreendido entre 18°C a 21°C, o que corresponde à sensação térmica confortável. Nos verões 2007/2008, 2008/2009 e 2010/2011, os bento-gonçalvenses tiveram mais de 900 horas dentro dessa faixa térmica. Dos anos com dados completos o verão 2013/2014 foi o que apresentou menor quantidade de horas na faixa do confortável, com 760 horas.

No verão de 2009/2010 foram registradas 272 horas de sensação térmica ligeiramente fresco e, no verão 2012/2013 ocorreram 572 horas nesta faixa, o que representa uma variabilidade superior a 100%. A sensação de frescor foi mais percebida no verão 2012/2013, com 164 horas, e menos frequente em 2009/2010, com apenas 29 horas de ocorrência.

A faixa de frio e frio extremo é ocasional, tendo ocorrido 1 hora de frio em 2007/2008 e 1 hora em 2011/2012. O verão 2012/2013 registrou 9 horas de frio e, em 2013/2014 ocorreram 11 horas de frio. O frio extremo foi registrado apenas durante 5 horas no verão 2013/2014. Esse contexto ocorreu em função da passagem de uma frente fria e o avanço da massa de ar polar.

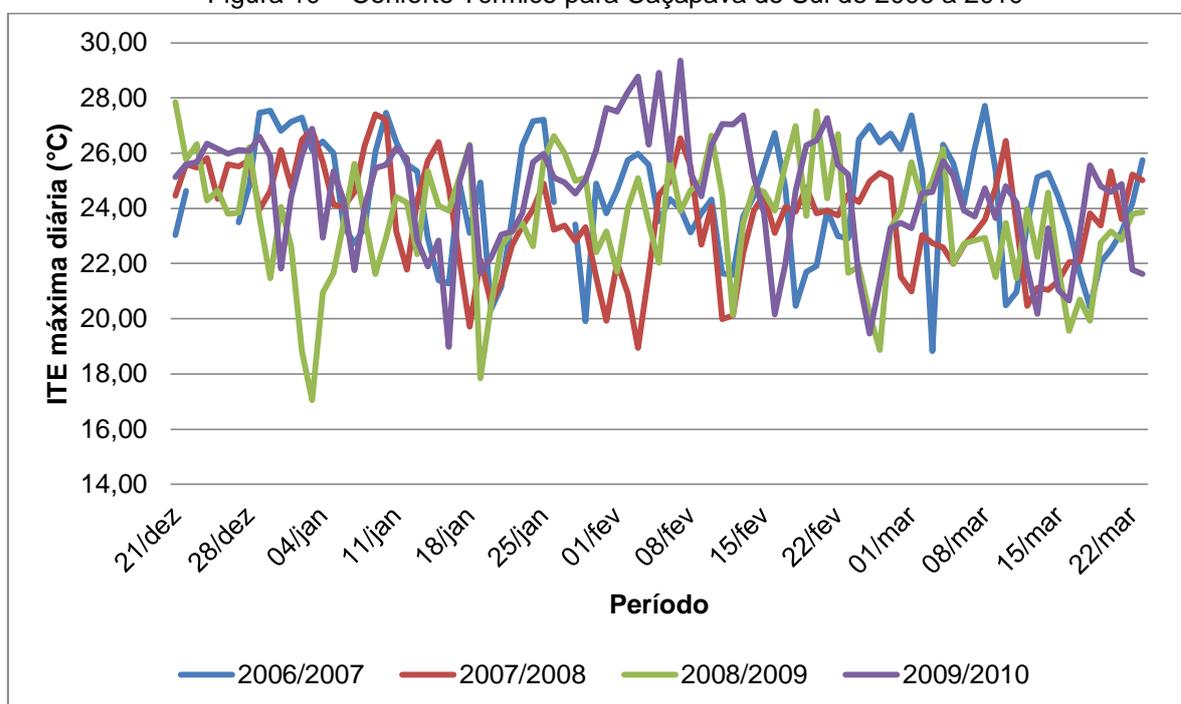
Observando a sequência temporal percebe-se que os verões 2009/2010 e 2013/2014 apresentaram mais horas de calor e de calor moderado. O verão 2013/2014 foi também o mais oscilou entre valores mínimos e máximos em Bento Gonçalves, pois além de apresentar 81 horas de calor e 340 de calor moderado, o que representam recordes para estas faixas, registrou 11 horas de frio moderado e 5 horas de frio, o que também são recordes para estas faixas. Portanto, 2013/2014 foi o verão com os maiores amplitudes de frio e calor.

Ainda que os dados sejam limitados a oito verões, percebe-se uma leve tendência de aumento das máximas e mínimas térmicas, principalmente na faixa de conforto correspondente ao calor.

5.2 CONFORTO TÉRMICO EM CAÇAPAVA DO SUL

Para Caçapava do Sul (altitude de 421 m), os verões de 2006/2007 a 2009/2010 foram estáveis, variando da sensação térmica de confortável a calor moderado, conforme mostra a figura 10. Nos verões de 2006/2007 e 2007/2008 não teve picos de ITE máximas acima de 28°C e nem abaixo de 18°C. Ainda cabe destacar que o verão de 2006/2007 apresentou falha de registro meteorológico em quatro dias entre dezembro e janeiro.

Figura 10 – Conforto Térmico para Caçapava do Sul de 2006 a 2010

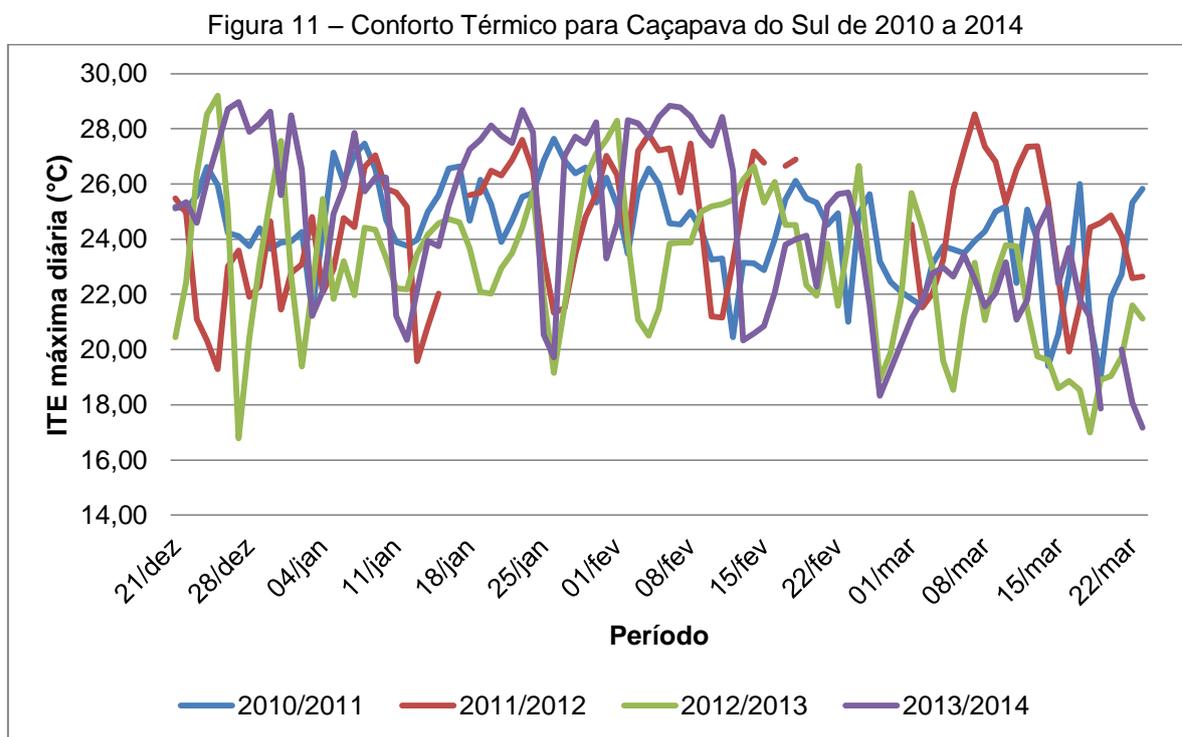


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Para o verão de 2008/2009, o menor valor das máximas do ITE foi de 17,05°C e 17,85°C, ocorrido em 03 e 19 de janeiro de 2009 respectivamente, equivalendo à sensação térmica de ligeiramente fresco. Já no verão de 2009/2010 a sensação térmica de calor ocorreu durante dez dias, com destaque para os dias 02 e 03 de fevereiro, com ITE de 28,22°C e 28,77°C, e nos dias 05 e 07 de fevereiro com

valores de 28,92°C e 29,35°C respectivamente, causada pela forte onda de calor no RS.

A figura 11 compreende os verões de 2010/2011 a 2013/2014, onde o ITE variou da sensação térmica de confortável a calor. O verão de 2010/2011 foi o que menos oscilou em comparação aos outros três períodos. No verão de 2011/2012, especialmente no dia 06 de março, o valor do ITE foi de 28,53°C com a sensação térmica de calor, único registro, dos quatorze dias de ocorrência nessa faixa térmica, acima de 28°C. Ainda neste período, ocorreram falhas na série de dados durante dois dias no mês de janeiro e onze dias em fevereiro. Essa falha de dados foi pontual e breve, não afetando a análise de todo o período, já que nos demais dias a série está completa.



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

No verão de 2012/2013 a amplitude do índice foi maior. Dos seis registros na faixa do calor, destacam-se os dias 24 e 25 de dezembro e 01 de fevereiro com ITE de 28,53°C, 29,20°C e 28,30°C, respectivamente. Além disso, um dos resultados mostrou dois dias de sensação térmica ligeiramente fresca: no dia 27 de dezembro, com um ITE de 16,79°C e outro em 18 de março, com 16,99°C, sendo esta faixa a mais amena nesse verão.

Para o verão 2013/2014 a situação não é muito diferente do período 2012/2013. Ao longo desse verão, a máxima diária foi de calor durante vinte e nove dias não consecutivos, com destaque para quatro momentos: o primeiro ocorreu no final de dezembro e início de janeiro, com ITE oscilando entre 28,17°C a 28,98°C, e os outros três no final de janeiro até meados de fevereiro, com oscilações de valores entre 28,20°C a 28,82°C. Somente nos dias 19 e 23 de março que a sensação térmica foi ligeiramente fresco, com índices de 17,87°C e 17,17°C. O dia 20 de março não foi analisado por conter falha no registro dos dados meteorológicos.

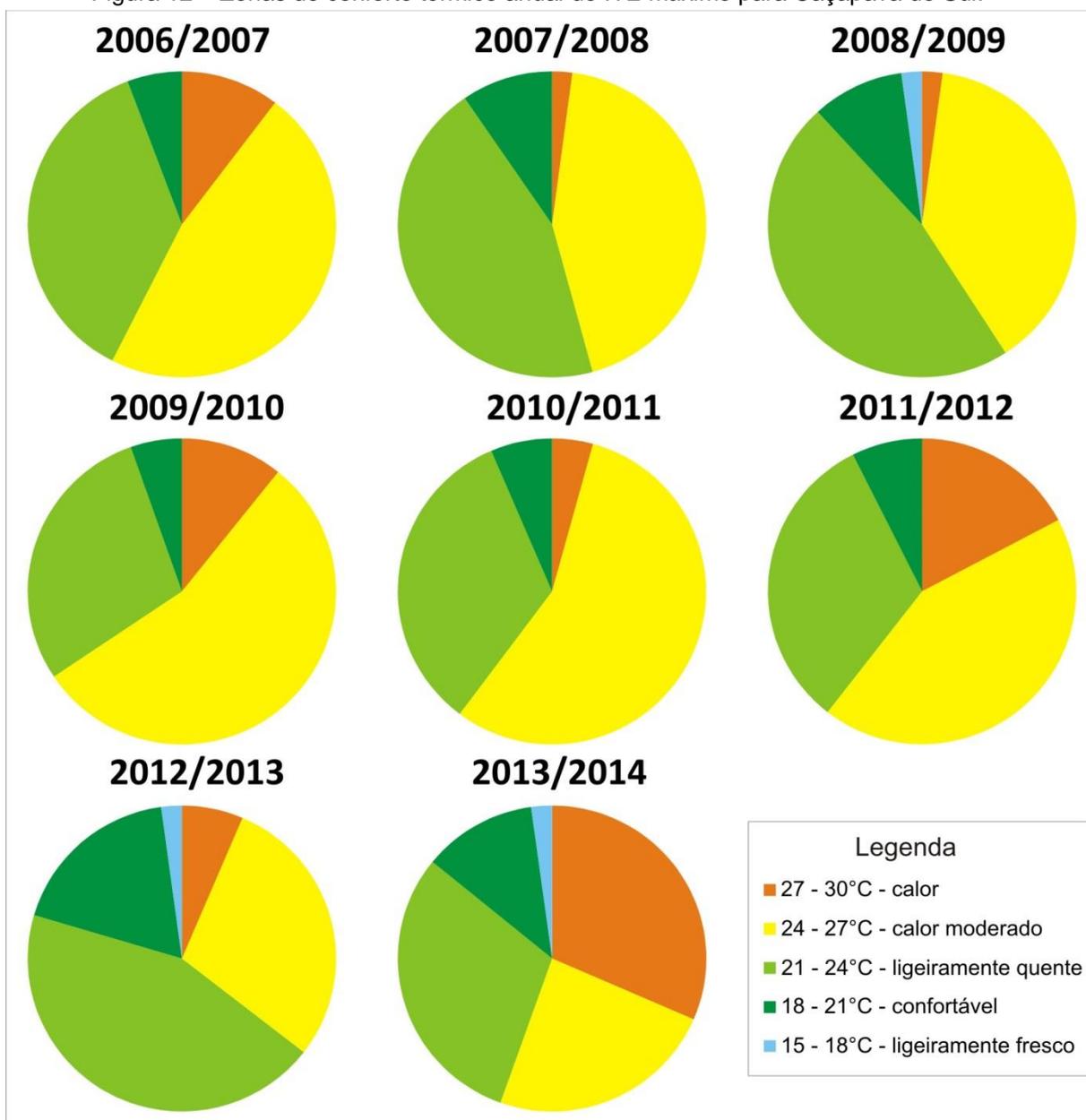
Sintetizando as informações das figuras 10 e 11 percebe-se que, durante todo o período, o município de Caçapava do Sul não apresentou máximas de calor extremo. O ITE acima de 28°C foi registrado nos verões de 2009/2010, 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014. A maior parte dos registros de máxima nesse município oscilou entre 22°C e 27°C, contudo ocorrem frequentes registros abaixo de 20°C.

Durante todo o período de estudo, Caçapava do Sul mostrou sensação térmica das máximas oscilando entre calor a confortável, como mostra a figura 12.

Caçapava do Sul teve predominância de índices de 21°C a 27°C, equivalendo a sensações de ligeiramente quente a calor moderado. No entanto, nos verões de 2008/2009, 2012/2013 e 2013/2014 a sensação térmica de ligeiramente fresco também foi sentida. Em todos os anos ocorreram máximas de calor, com destaque para os verões 2013/2014 seguido de 2011/2012. Os verões 2007/2008 e 2008/2009 tiveram menos registros do ITE na faixa do calor.

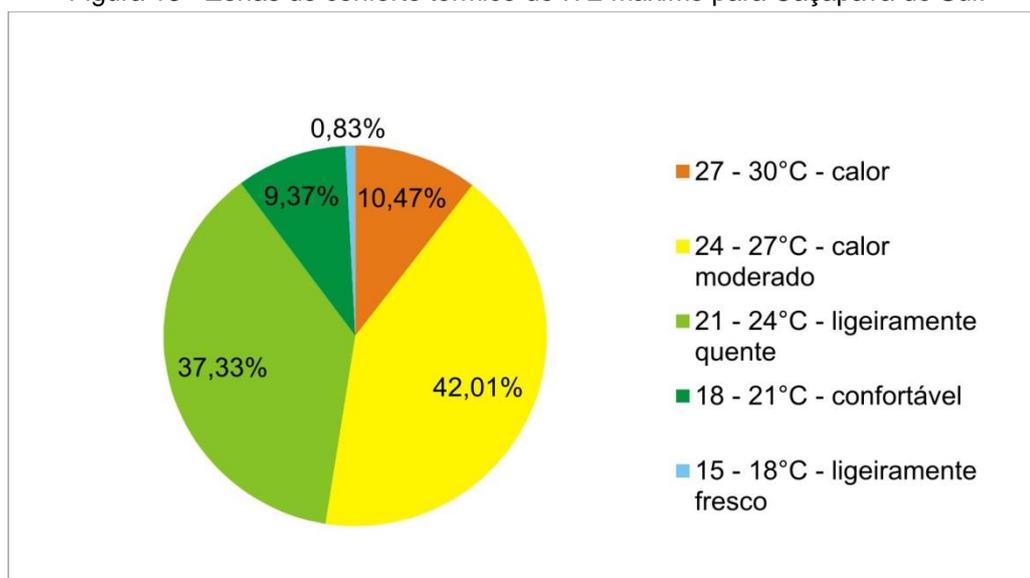
Na síntese das máximas dos oito verões, nota-se que em Caçapava do Sul predominam as sensações térmicas de calor moderado e ligeiramente quente, como mostra a figura 13. Apenas 0,83% das máximas diárias se enquadram na faixa ligeiramente fresco e 9,37% são confortáveis. Há 37,33% das máximas na faixa ligeiramente quente e 42,01% dos dias alcançam a condição de calor moderado, sendo esta a mais frequente. Ainda há 10,47% dos registros equivalendo a uma condição de calor, com ITE acima de 27°C.

Figura 12 – Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Caçapava do Sul.



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Figura 13 - Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Caçapava do Sul.

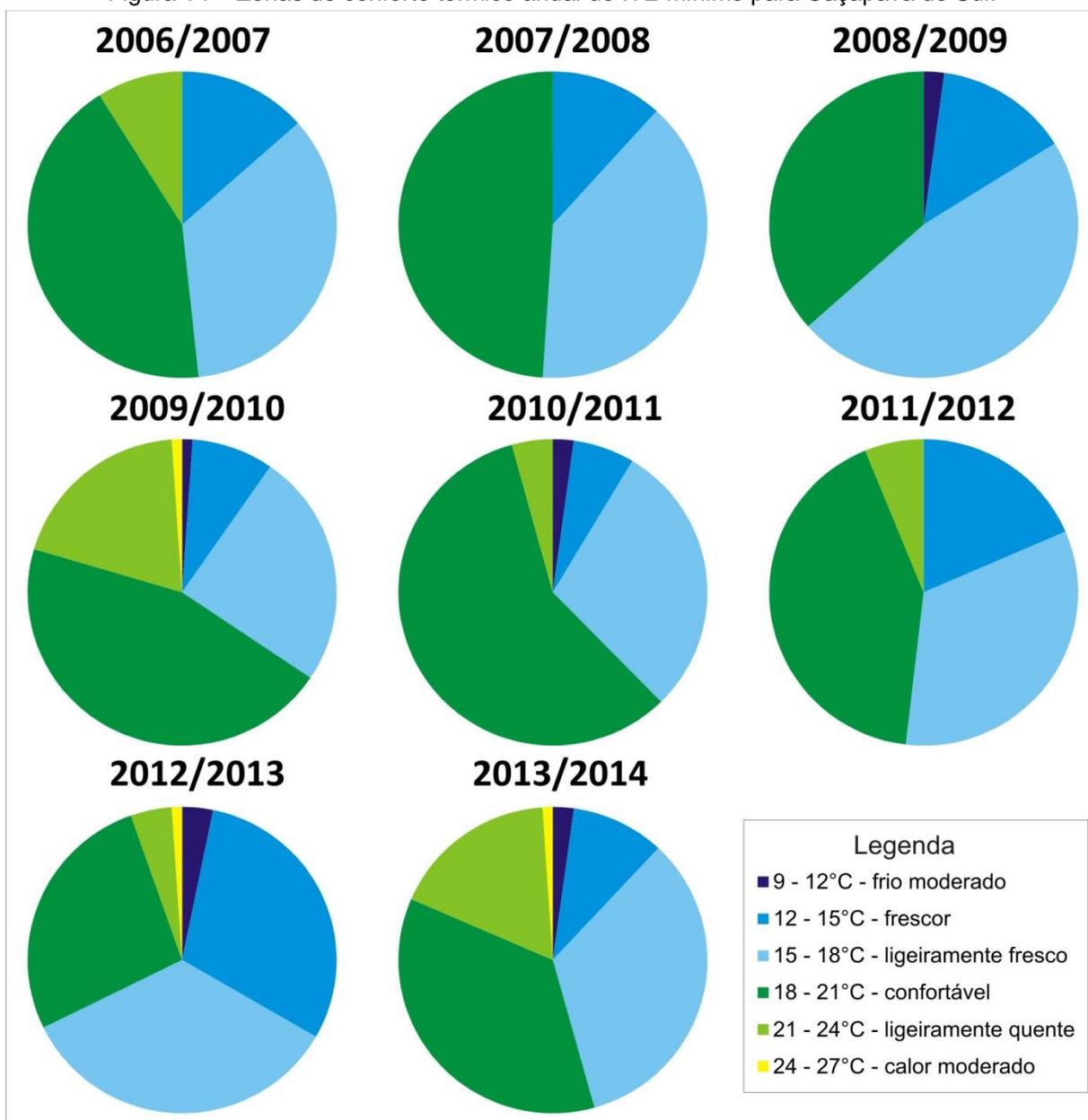


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Os ITE mínimos de Caçapava do Sul estão representados na figura 14, e oscilaram entre os 15°C a 21°C, com sensações térmicas variando de ligeiramente fresco a confortável. O verão de 2012/2013 mostrou maior equilíbrio entre as sensações térmicas supracitadas e a de frescor, com índices de 12°C a 15°C. Foi um verão equilibrado nessas três faixas de conforto.

Dos oito verões em estudo, cinco apresentaram mínimas com sensação térmica de frio moderado, o que é equivalente ao índice de 9°C a 12°C. Dentro destes cinco períodos, em 2009/2010, 2012/2013 e 2013/2014 apresentaram ITE entre 24°C a 27°C, se enquadrando na sensação térmica de calor moderado, sendo, portanto, verões com elevados índices, pois ao mesmo tempo em que teve temperaturas mínimas, teve-se registros de calor moderado na análise de temperaturas mínimas. Essa condição permite afirmar que não houve alívio na alta temperatura durante a noite, sendo noites pouco confortáveis para o sono.

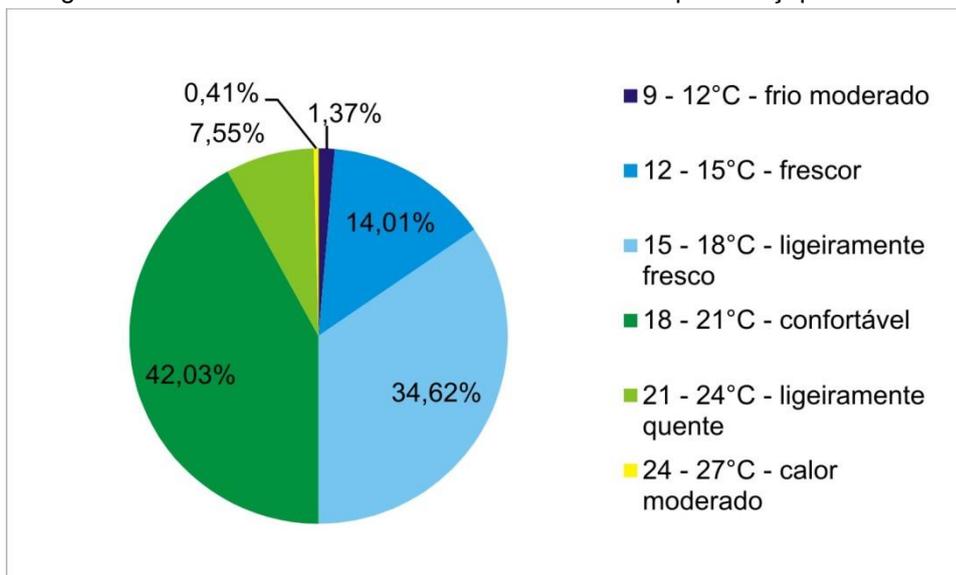
Figura 14 – Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Caçapava do Sul.



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Os valores de ITE das mínimas (figura 15) mostram que em 42,03% do tempo a sensação foi confortável e durante 34,62% do período ficou em ligeiramente fresco. Portanto, em mais de 75% dos dias as mínimas alcançadas, normalmente ao amanhecer, permitiram uma boa condição para o descanso noturno.

Figura 15 - Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Caçapava do Sul



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Índices de ITE mínimo também foram sentidos, pois durante 1,37% das mínimas a sensação térmica foi de frio moderado, ao passo que 0,41% dos registros indicaram calor moderado. Ainda tem 14,01% das mínimas de frio e 7,55% de ligeiramente quente. Essas duas faixas de conforto já exigem uma proteção ao frio ou um meio que refresque a condição de calor.

Considerando os dados horários, percebe-se que a faixa de conforto mais frequente em Caçapava do Sul durante o verão é a confortável, exceto no verão 2011/2012, quando predominou o ligeiramente quente. Nesse ano houve 573 horas de confortável e 662 de ligeiramente quente, sendo que esta faixa é a segunda mais frequente nos demais verões, como mostra a tabela 5, baseada nos dados disponíveis para setecentos e vinte e oito dias.

O verão de 2013/2014 apresentou a maior quantidade de horas com sensação de calor, com 150 horas, seguido pelo verão 2011/2012, que registrou 47 horas. Os verões de 2007/2008, 2008/2009 e 2010/2011 foram os mais amenos, não ultrapassando 6 horas de calor nesses verões. A sensação de calor extremo não foi registrada.

Em todos os verões, Caçapava do Sul conviveu com, pelo menos, 48 horas de frescor, e raramente o índice de temperatura efetiva fica abaixo de 12°C. Essa situação ocorreu no verão de 2008/2009 com 10 horas de frio moderado e, 2009/2010 e 2010/2011 houveram 5 horas enquadradas nesta faixa de conforto em cada verão. Essa característica de conforto também ocorreu durante 17 horas em

2012/2013 e 12 horas em 2013/2014. Em nenhum verão foi registrado condição de frio extremo.

Tabela 5 – Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Caçapava do Sul

ITE/Ano	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
>30°C	0	0	0	0	0	0	0	0
27 - 30°C	19	4	4	37	6	47	33	150
24 - 27°C	348	222	199	424	323	378	195	372
21 - 24°C	708	672	675	781	767	662	538	612
18 - 21°C	713	917	828	684	820	573	735	661
15 - 18°C	333	398	420	247	261	335	494	347
12 - 15°C	54	43	94	52	48	81	220	65
9 - 12°C	0	0	10	5	5	0	17	12
6 - 9°C	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

5.3 CONFORTO TÉRMICO EM ERECHIM

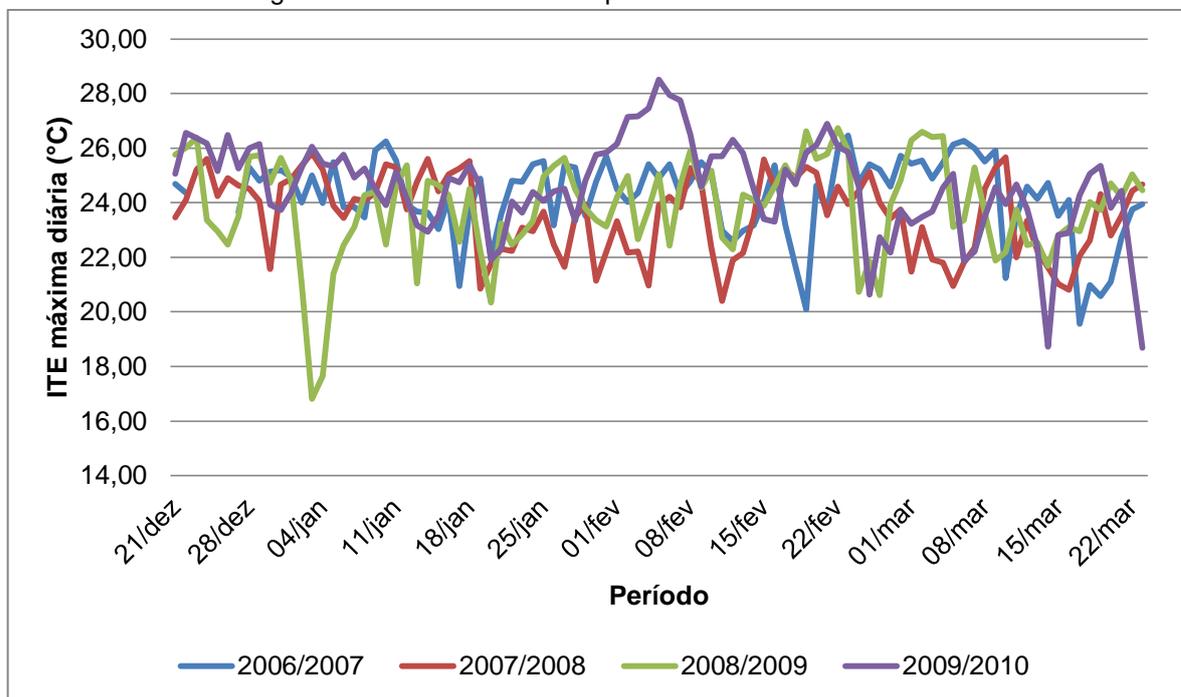
A sensação térmica das máximas dos verões de 2006/2007 a 2009/2010 para Erechim (altitude de 777 m), que está apresentada na figura 16, oscilou entre 20°C a 26°C. No entanto também são destaques alguns ITE máximos e mínimos, abaixo de 20°C ou acima de 27°C, como em 03 e 04 de janeiro de 2009 com sensação térmica ligeiramente fresco, já que o ITE registrou 16,82°C e 17,65°C. Também, em 05 de fevereiro de 2010 com índice de 28,50°C e sensação térmica de calor. Três dias de dezembro não foram analisados, pois apresentaram falhas de dados meteorológicos.

Para o verão de 2007/2008 os dados meteorológicos não indicaram sensação térmica extrema, ou seja, nada superior a 27°C ou inferior a 20°C sendo, portanto um ano com condição estável. Já para o verão de 2008/2009 dois dias se enquadraram no parâmetro de sensação térmica de ligeiramente fresco, sendo no dia 03 de janeiro, com 16,82°C e 04 de janeiro com índice a 17,65°C. Exceto esses dois dias, o restante do verão também foi estável, com poucas oscilações.

Para o verão de 2009/2010 a sensação térmica de calor foi percebida durante seis dias. Em 02 a 07 de fevereiro, com ITE de 27,14°C, 27,16°C, 27,46°C, 28,50°C, 27,95°C e 27,74°C, respectivamente, caracterizado pela sequência de dias com valores acima do padrão médio, uma condição típica de onda de calor. Em

contraposição, nos dias 25 de fevereiro, 14 e 23 de março a sensação térmica foi confortável, onde os índices foram de 20,64°C, 18,72°C e 18,69°C. Esse verão foi o que apresentou maior amplitude nos valores de ITE.

Figura 16 – Conforto Térmico para Erechim de 2006 a 2010



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

A sensação térmica dos verões de 2010/2011 a 2013/2014 estão representados na figura 17, onde os índices oscilaram predominantemente entre 20°C a 27°C. Em 08 de janeiro de 2011 o índice térmico foi de 27,05°C, ou seja, sensação térmica de calor, sendo o dia mais quente da temporada. Para o verão subsequente, nenhum valor de máximas de ITE foi registrado.

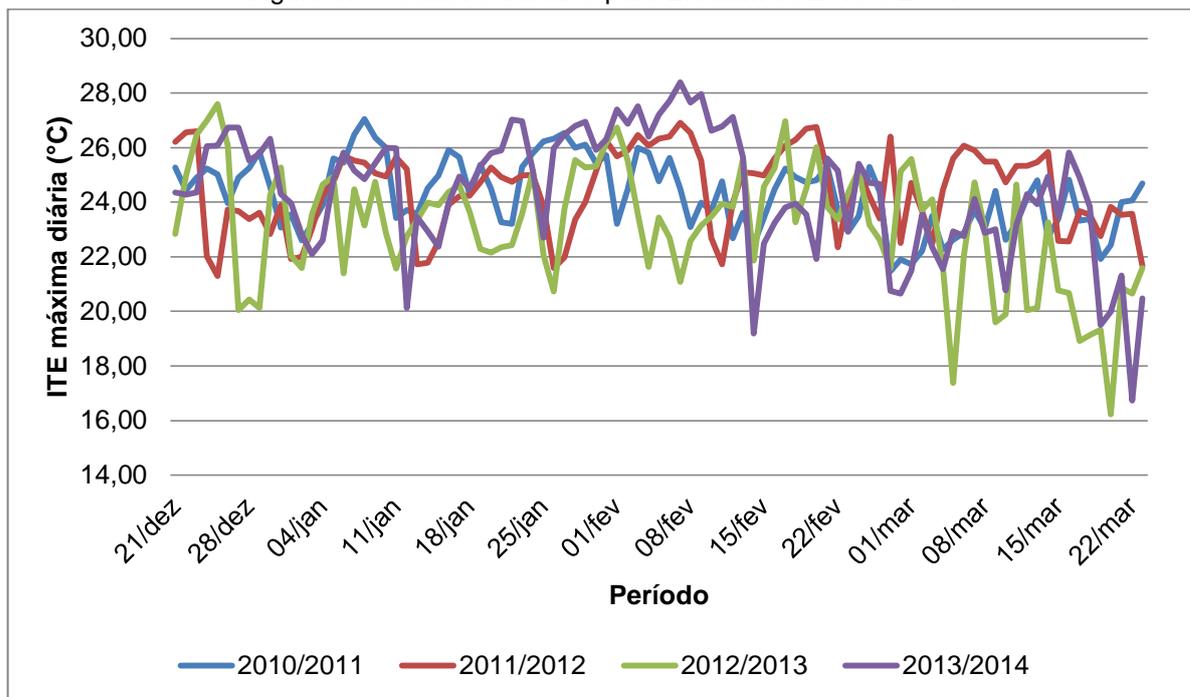
No verão de 2012/2013 apenas um dia foi de sensação térmica de calor, em 25 de dezembro, com índice de 27,60°C. Já a sensação térmica confortável ocorreu durante quinze dias, com destaque para os dias 17 de março, com ITE de 18,91°C e 21 de março, com valor de 20,86°C.

Ainda, os únicos dias com sensação térmica ligeiramente fresco ocorreu em 05 e 20 de março, já que se obtiveram índices de 17,38°C e 16,22°C respectivamente.

Para o verão 2013/2014, durante nove dias, a sensação térmica foi de calor. Isso ocorreu no dia 22 de janeiro, com índice de 27,03°C, no dia 01 de fevereiro,

com 27,39°C, em 03 de fevereiro com valor de 27,52°C, entre os dias 05 a 09 de fevereiro, com ITE de 27,21°C, 27,71°C, 28,39°C, 27,64°C, 27,95°C, e em 12 de fevereiro, com índice de 27,13°C. Neste mesmo verão, oito dias foram confortáveis, com destaque para os dias de 14 de fevereiro com ITE de 19,19°C e em 19 de março com 19,51°C. Ainda, o dia 22 de março foi o único a registrar sensação térmica foi ligeiramente fresco, já que o índice obtido foi de 16,73°C.

Figura 17 – Conforto Térmico para Erechim de 2010 a 2014



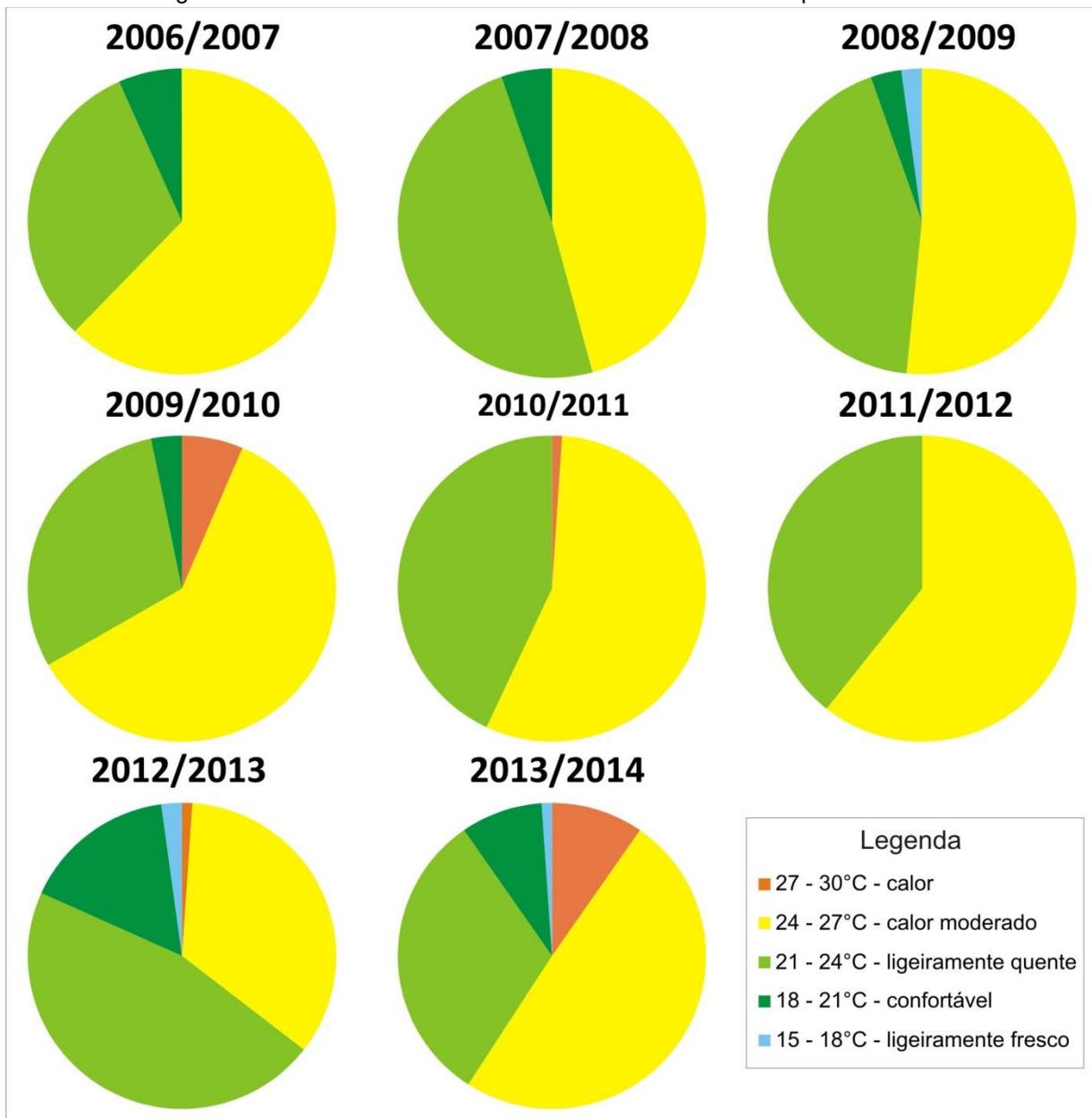
Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Na figura 18 é possível observar que a temperatura efetiva máxima oscilou predominantemente entre 21°C e 27°C, com sensações térmicas ligeiramente quente a calor moderado. Durante dois verões houve registros de sensação térmica máxima sempre acima de 21°C, portanto sem nenhum dia com a máxima na faixa do confortável. Em 2011/2012 a sensação térmica das máximas mais frequente foi de calor moderado seguido por ligeiramente quente. Em 2010/2011 também predominou o calor moderado, seguido do ligeiramente quente e, ainda alguns registros na faixa do calor.

O menor valor de ITE das temperaturas máximas em Erechim ocorreram em três verões: 2008/2009, 2012/2013 e 2013/2014, com a sensação térmica ligeiramente fresco. Em contrapartida, nos verões de 2009/2010, 2010/2011,

2012/2013 e, com maior destaque, em 2013/2014 os índices de ITE oscilaram entre 27°C a 30°C, com sensação térmica de calor.

Figura 18 – Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Erechim

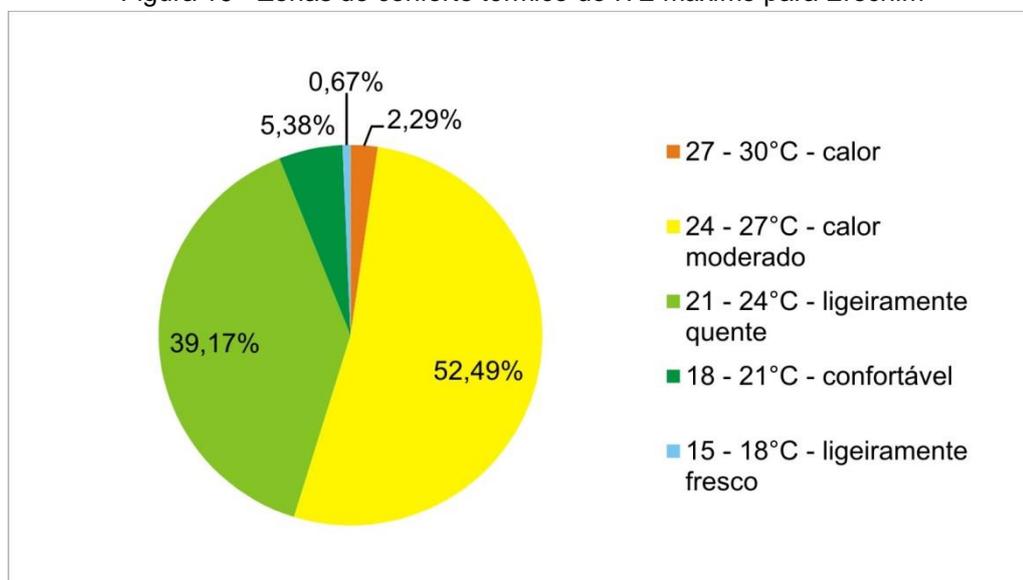


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Para Erechim foram analisados dados meteorológicos de setecentos e quarenta e três dias, sendo que houve falha de registros para três dias. Destes, 52,49%, a máxima do dia correspondeu à sensação térmica de calor moderado, ou seja, em trezentos e noventa dias o ITE máximo esteve entre 24°C e 27°C. Outros duzentos e noventa e um dias (39,17%) tiveram sensação térmica ligeiramente

quente na máxima diária e durante quarenta dias (5,38%) a sensação foi confortável. Sensações térmicas extremas como de calor ocorreram em dezessete dias (2,29%); e a sensação ligeiramente fresco foi sentido em cinco dias, equivalente a 0,67% dos registros, como mostra a figura 19.

Figura 19 - Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Erechim



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

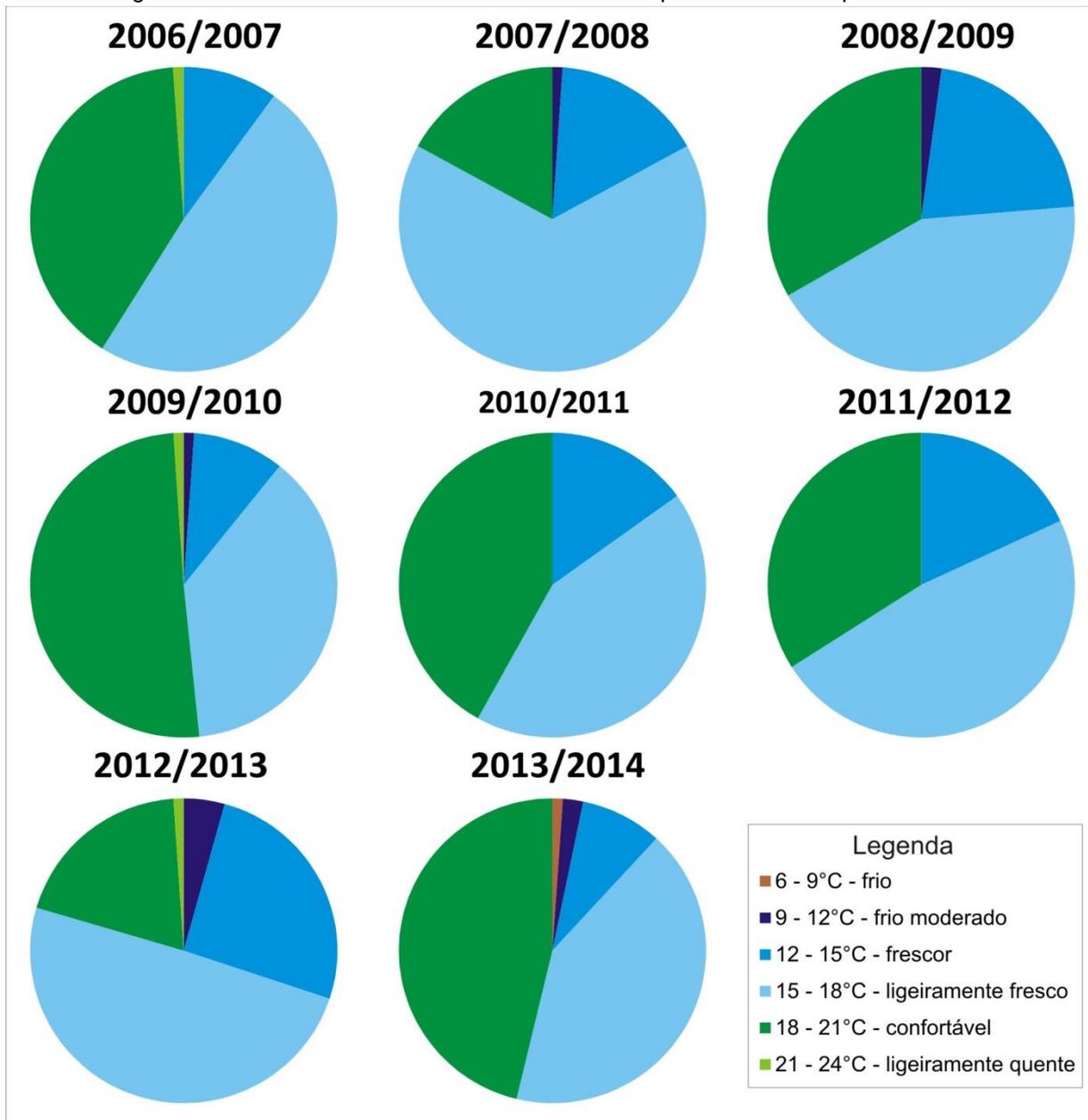
Em resumo, percebe-se que a condição de conforto das máximas em Erechim foi similar durante os verões de 2006/2007 a 2009/2010 e com apenas um caso de índice mínimo (ligeiramente fresco) e outro de índice máximo (calor) mais significante. Já durante os verões de 2010/2011 a 2013/2014 os índices foram mais distintos, principalmente nos verões de 2012/2013 e 2013/2014. De um modo geral, as sensações térmicas para esse município variaram entre confortável, ligeiramente quente e calor moderado, com amplitude térmica atingindo sensações de calor e ligeiramente fresco.

Em relação às ITE mínimas para Erechim os valores oscilaram predominantemente entre 15°C a 21°C, com sensação térmica variando entre o ligeiramente fresco a confortável, conforme mostra a figura 20. Os momentos de maior calor correspondem ao ITE de 21°C a 24°C, equivalente à sensação térmica ligeiramente quente, registrado nos verões de 2006/2007, 2009/2010 e 2012/2013.

A sensação de frescor é percebida em todos os verões, alcançando maior frequência no verão 2012/2013 e a menor ocorrência em 2006/2007, 2009/2010 e 2013/2014. O frio moderado ocorre com baixa frequência não havendo registros

dessa sensação nos verões 2006/2007, 2010/2011 e 2011/2012. Em 2012/2013 houve a maior quantidade de mínimas correspondentes a essa faixa de conforto. No verão de 2013/2014 o destaque é para a sensação de frio, com ITE de 6,79°C no dia 23 de março.

Figura 20 – Zonas de conforto térmico anual da temperatura mínima para Erechim

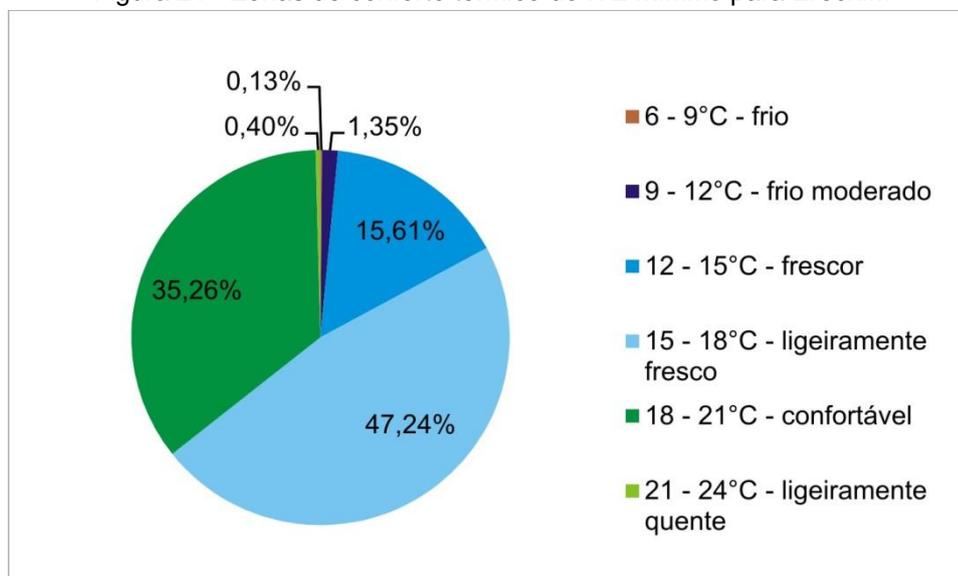


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

No período de análise, 47,24% das mínimas estiveram na sensação térmica de ligeiramente fresco, e outros 35,26% do período se enquadraram na sensação de confortável, como mostra a figura 21. A faixa do confortável representa 5,38% das

mínimas e 0,40% dos dias, a sensação térmica mínima foi ligeiramente quente. Outros 0,13% dos registros causaram sensação de frio.

Figura 21 - Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Erechim



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Durante os verões em análise, os dados horários do município de Erechim apresentaram predominantemente sensação térmica confortável, com maior quantidade de horas com valor de ITE entre 18°C e 21°C, seguido pela sensação ligeiramente quente, 21°C a 24°C, conforme mostra a tabela 6.

Tabela 6 – Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Erechim

ITE/Ano	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
>30°C	0	0	0	0	0	0	0	0
27 - 30°C	0	0	0	23	1	1	1	15
24 - 27°C	268	166	195	313	231	327	168	350
21 - 24°C	692	590	606	697	626	630	505	594
18 - 21°C	839	813	865	798	964	819	785	861
15 - 18°C	342	595	434	352	337	409	573	324
12 - 15°C	45	90	114	46	73	71	195	70
9 - 12°C	0	2	10	1	0	0	5	9
6 - 9°C	0	0	0	0	0	0	0	9

Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Os verões 2012/2013 e 2009/2010, com 785 e 798 horas respectivamente, foram os únicos abaixo de 800 horas de ITE na faixa do confortável por verão, cujo máximo foi alcançado em 2010/2011 com 964 horas.

O verão de 2009/2010 foi o que atingiu maior quantidade de horas na sensação térmica de calor, totalizando 23 horas, seguido por 2013/2014 com 15 horas. Neste mesmo verão, durante 9 horas, pode-se sentir uma sensação de frio, sendo este o único verão com registro desta condição.

No verão de 2007/2008 houve registro da sensação de frio moderado durante apenas 2 horas. Essa faixa de conforto também foi sentida no verão de 2008/2009, com registro de 10 horas, o que é o maior número nesta faixa de conforto. Ainda, no verão 2012/2013 e 2013/2014 houve 5 e 9 horas de sensação de frio moderado.

O verão de 2010/2011 registrou 964 horas de conforto, sendo este o maior valor registrado durante todo o período de análise. Este registro foi seguido por outras 626 horas de sensação ligeiramente quente. Os verões de 2010/2011, 2011/2012 e 2012/2013 registraram cada um, 1 hora de sensação térmica de calor.

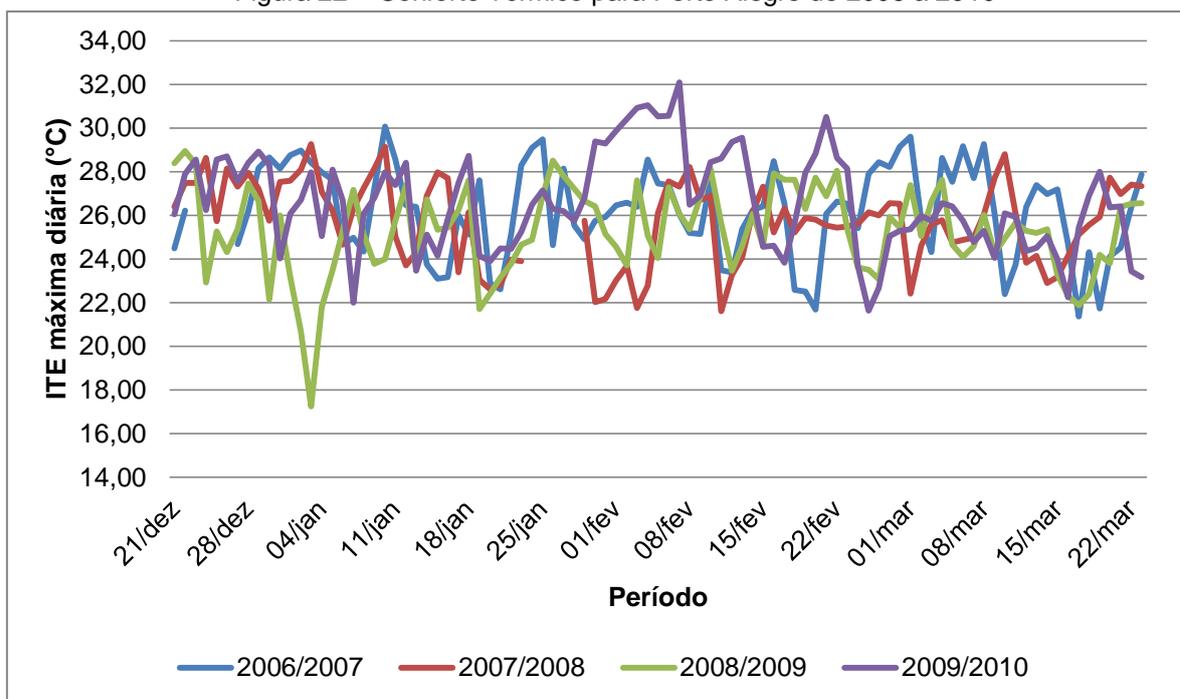
A sensação térmica de ligeiramente fresco também é frequente, com um mínimo de 324 horas registradas em 2013/2014 e máximo de 595 horas em 2007/2008.

5.4 CONFORTO TÉRMICO EM PORTO ALEGRE

Os índices de sensação térmica para o município de Porto Alegre (altitude de 41 m) durante os verões de 2006/2007 a 2009/2010 oscilaram entre 22°C a 29°C, como mostra a figura 22. No dia 10 de janeiro do verão de 2006/2007 a sensação térmica foi de calor extremo, já que o ITE foi de 30,07°C, sendo o dia mais quente desse verão. A sensação térmica de calor ocorreu, com maior destaque, nos dias 24 e 25 de janeiro, com índices de 29,10°C e 29,47°C, em 28 de fevereiro, com ITE de 29,15°C, em 01 de março, com 29,60°C, e nos dias 06 e 08 de março, com valores atingindo 29,16°C e 29,27°C respectivamente. Durante três dias de dezembro de 2006 não houve registros de dados meteorológicos.

No verão seguinte, 2007/2008, as sensações térmicas mais altas ocorreram nos dias 03 de janeiro com índice de 29,25°C, no dia 10 de janeiro, com 29,13°C e em 09 de março com ITE de 28,79°C e sensação térmica de calor. Esta faixa também ocorreu em outros vinte e três dias. Ainda nesse período houve falha de dados meteorológicos dos dias 24 a 28 de janeiro.

Figura 22 – Conforto Térmico para Porto Alegre de 2006 a 2010



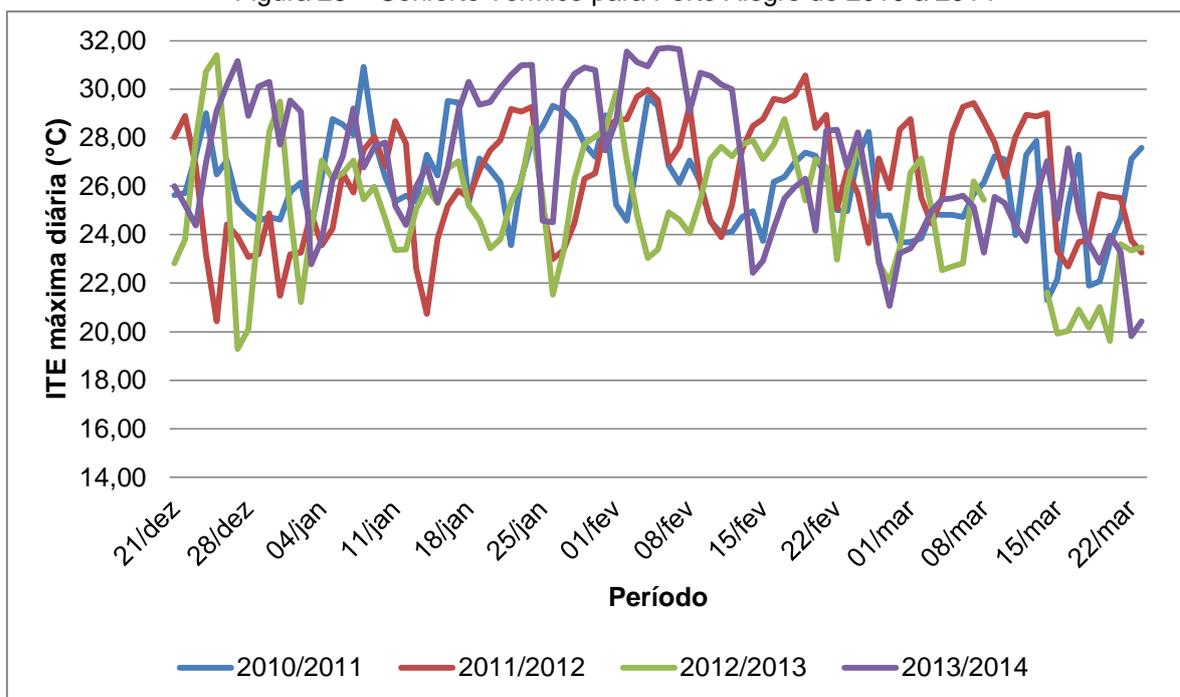
Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

No verão 2008/2009 os valores do ITE máximo diário registraram sensações térmicas de conforto e ligeiramente fresco, em especial no dia 02 de janeiro em que o índice foi de 20,68°C, se enquadrando, assim, na sensação térmica confortável; e, a sensação de ligeiramente fresco ocorreu no dia 03 de janeiro, com índice de 17,24°C.

O verão 2009/2010 foi marcado por diversos momentos mais quentes, com destaque para os dias 30 e 31 de janeiro, com ITE de 29,39°C e 29,28°C, dias 01, 12 e 13 de fevereiro com valor de 29,88°C, 29,36°C e 29,55°C, respectivamente, na faixa térmica de calor. A sensação de calor extremo foi registrada em sete dias, com maior evidência nos dias 04 e 07 de fevereiro com índices de 31,04°C e 32,09°C.

Os verões dos períodos de 2010/2011 a 2013/2014 são marcados por oscilações significativas nos índices de conforto térmico, variando basicamente entre 21°C a 29°C, como pode ser visualizado na figura 23. No verão de 2010/2011 vários foram os dias com sensação térmica de calor, como por exemplo, em 16 e 17 de janeiro, com ITE de 29,52°C e 29,43°C, nos dias 26 e 27 de janeiro, com valores de 29,30°C, 29,12°C, e em 04 e 05 de fevereiro com índices de 29,66°C e 29,31°C; ainda, no dia 08 de janeiro o índice atingiu 30,90°C, o que é equivalente à sensação de calor extremo.

Figura 23 – Conforto Térmico para Porto Alegre de 2010 a 2014



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Para o verão de 2011/2012, a sensação térmica de confortável foi registrada em 25 de dezembro, com índice de 20,43°C e 14 de janeiro, com 20,74°C, sendo os dois dias com menor valor de ITE das máximas. No entanto, a maior parcela de elevado ITE (trinta e nove registros) foi de dias quentes, como por exemplo, de 22 a 24 de janeiro com ITE de 29,18°C, 29,08°C, 29,26°C; 03 a 05 de fevereiro, com ITE de 29,68°C, 29,97°C, 29,56°C; dia 08 de fevereiro com valor de 29,61°C; dos dias 16 a 18 de fevereiro com índice de 29,30°C, 29,50°C, 29,75°C; e nos dias 05, 06 e 13 de março, com seus respectivos índices de 29,26°C, 29,42°C e 29,01°C. Nesses dias a sensação térmica é enquadrada na faixa de calor. Ademais, no dia 19 de fevereiro foi registrado sensação de calor extremo com índice de 30,56°C.

No verão de 2012/2013 a sensação térmica confortável ocorreu em 27 e 28 de dezembro, com índices de 19,28°C e 20,11°C; entre os dias 15 a 18 e 20 de março, com respectivos índices de 19,93°C, 20,03°C, 20,91°C, 20,16°C e 19,62°C.

A sensação térmica de calor ocorreu, com maior destaque, nos dias 31 de dezembro, com ITE de 29,48°C, e em 01 de fevereiro, com índice de 29,87°C. Nos dias 24 e 25 de dezembro foi registrada a sensação térmica de calor extremo com índices de 30,72°C e 31,39°C. Além disso, nos dias 09 a 13 de março não foi

possível calcular o índice de conforto térmico já que os dados meteorológicos apresentaram falhas.

Na figura 23 ainda é possível verificar que o verão de 2013/2014 foi relativamente mais quente aos demais anos, considerando os índices superiores a 29°C. A sensação térmica de confortável pode ser percebida no final do período em estudo, compreendido entre os dias 22 e 23 de março, com índices de 19,81°C e 20,43°C. A sensação térmica de calor pode ser notada ao longo de vinte e dois dias: com oscilação entre 27,03°C registrado em 14 de março a 29,99°C em 12 de fevereiro.

No entanto, ao longo de outros vinte e um dias a sensação térmica em Porto Alegre foi de calor extremo com índices de 30,18°C e 31,15°C nos dias 26 e 27 de dezembro; valores de 30,09°C e 30,30°C nos dias 29 e 30 de dezembro. No dia 18 de janeiro o ITE foi de 30,31°C; nos dias 21 a 24 de janeiro os valores foram de 30,05°C, 30,59°C, 30,98°C e 31,00°C; ainda, nos dias 28 a 30 de janeiro os ITE foram 30,62°C, 30,90°C e 30,78°C.

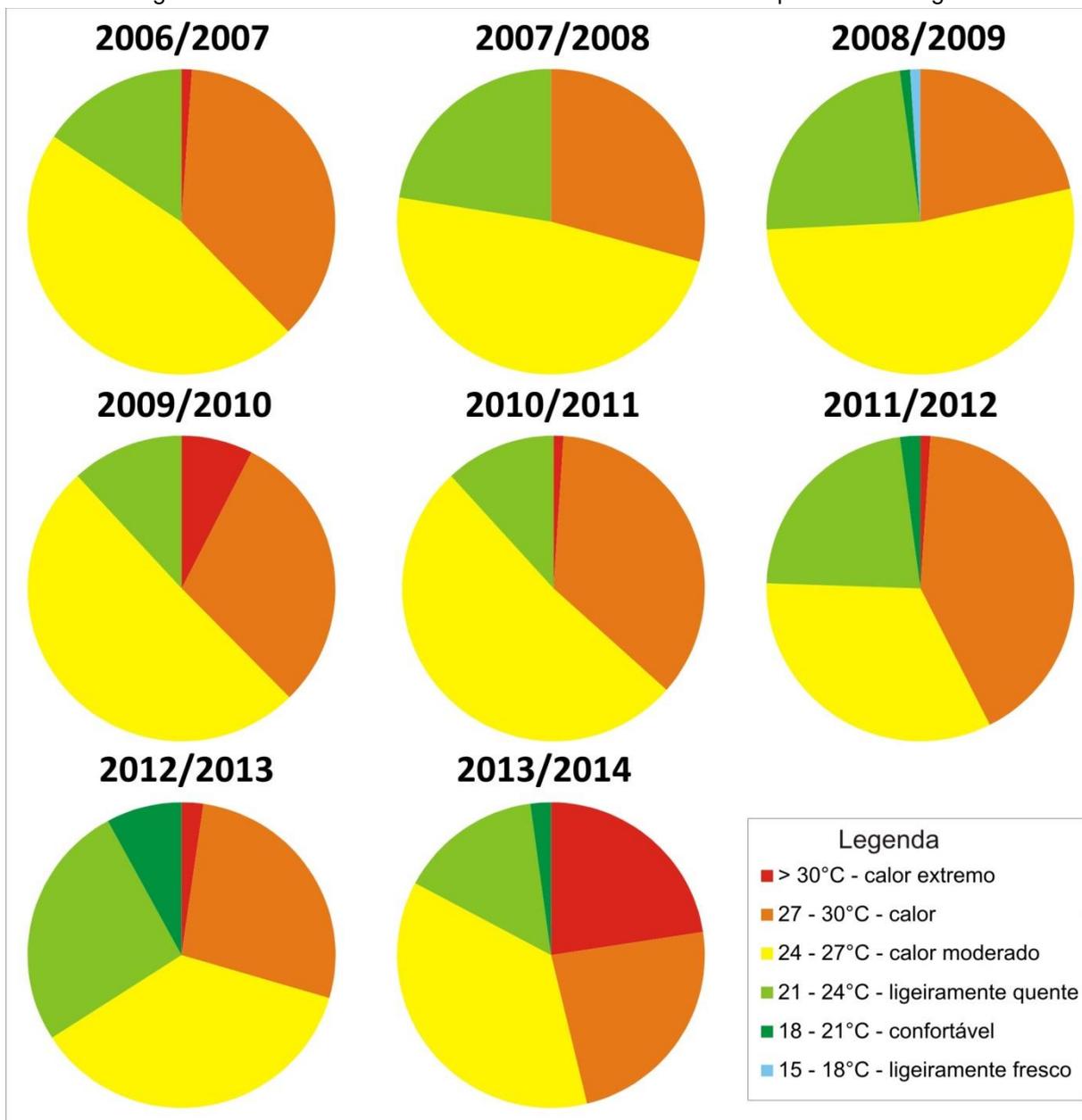
No mês de fevereiro, ainda na faixa de sensação de calor extremo, os valores de ITE foram de 31,54°C, 31,12°C, 30,94°C, 31,65°C, 31,71°C e 31,64°C nos dias 02 a 07; já nos dias 09 a 11 os valores foram 30,67°C, 30,54°C e 30,18°C. Nenhum verão da série estudada apresentou tantos registros na faixa de calor extremo como o verão 2013/2014.

Em Porto Alegre, as sensações térmicas predominantes são de ligeiramente quente, calor moderado e calor, com índices variando entre 21°C a 30°C. A menor sensação térmica entre as máximas, que foi ligeiramente fresco, ocorreu apenas no verão de 2008/2009 (figura 24). As máximas, na faixa do confortável, foram registradas em quatro verões: 2008/2009, 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014, sendo que o verão de 2012/2013 foi o que apresentou a maior quantidade de máximas nessa faixa. Em outros verões, com ênfase para 2009/2010 e 2013/2014, a sensação térmica frequentemente foi de calor extremo, com índices de temperatura efetiva superiores a 30°C.

Máximas com ITE de calor extremo só não ocorreram em dois verões: 2007/2008 e 2008/2009. O ITE das máximas alcançou mais de 20% dos dias na faixa de calor extremo no verão de 2013/2014. Isso significa que, em média, a cada cinco dias as pessoas conviveram com um dia em que a sensação de conforto era

extrema, podendo ocasionar problemas de saúde, pois a conjunção da temperatura e umidade causava um total desconforto quanto ao aspecto do bem-estar físico no quesito térmico.

Figura 24 – Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Porto Alegre

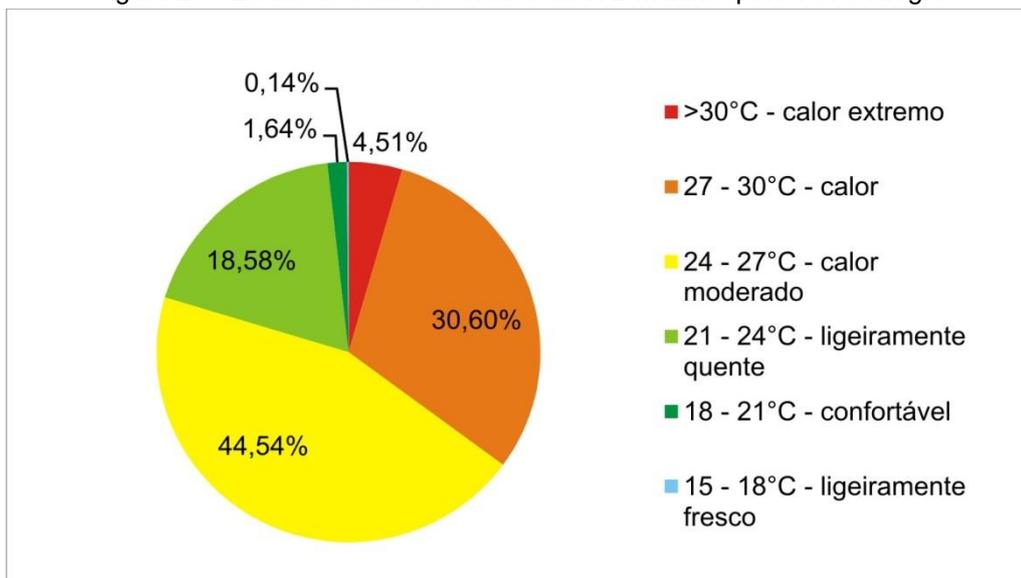


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

No contexto dos dados horários, para o município de Porto Alegre foram analisados setecentos e trinta e três dias, os quais estão representados na figura 25 através da porcentagem total de sensação térmica ocorrida. Destes, trezentos e vinte e seis dias foram de sensação térmica de calor moderado, sendo a faixa de

conforto mais frequente, o que corresponde a 44,54%. A sensação de calor é a segunda mais frequente (30,60%) e ocorreu em outros duzentos e vinte e quatro dias e, a sensação de calor extremo foi sentida em outros trinta e três dias, ou seja, em 4,51% dos dias. A sensação térmica confortável ocorreu em doze dias, correspondendo a 1,6% dos registros e, em um dia a sensação da máxima foi de ligeiramente fresco, o que representa apenas 0,14%.

Figura 25 - Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Porto Alegre

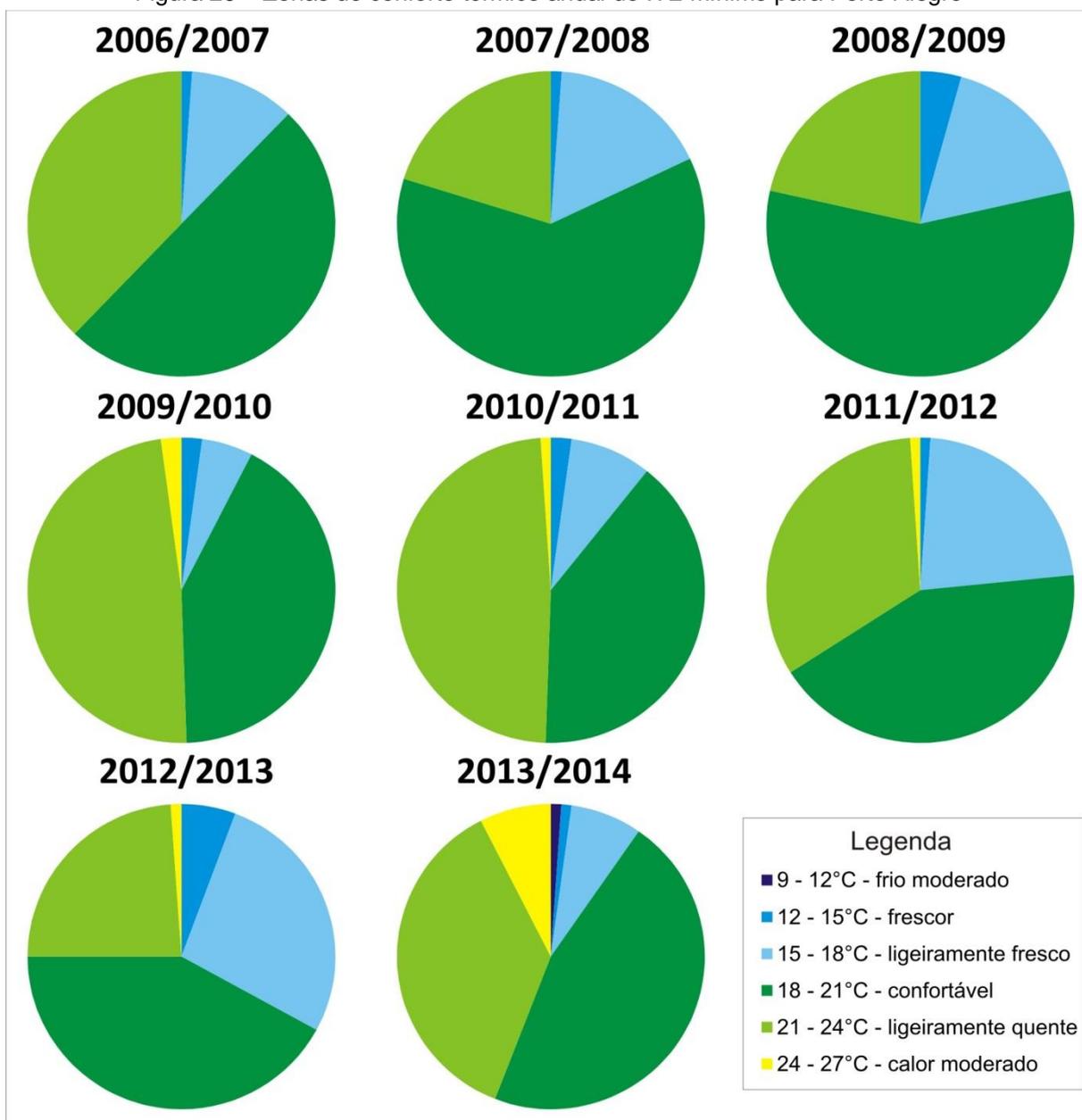


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Os valores com índice de temperatura efetiva mínimas em Porto Alegre variaram entre 18°C a 24°C, com sensações térmicas de confortável a ligeiramente quente, como mostra a figura 26. A sensação térmica mínima de frio moderado foi perceptível apenas no verão de 2013/2014. No entanto, sensação de calor moderado, para ITE mínima, com índices entre 24°C a 27°C também foram sentidos nos verões de 2009/2010 a 2013/2014, sendo este o mais intenso.

As mínimas de ITE acima de 21°C, portanto na faixa do ligeiramente quente, ou calor moderado, se acima de 24°C, permite afirmar que as madrugadas não foram propícias ao sono sem o uso de meios como o ventilador ou ar condicionado, gerando uma climatização artificial dos ambientes frente à intensidade do calor percebido. Cabe destacar ainda que todos os verões apresentaram algumas mínimas de ITE na faixa de frescor, especialmente no verão 2008/2009 e 2012/2013. O frio moderado foi registrado apenas no verão 2013/2014, estando associado com a presença de uma massa de ar polar.

Figura 26 – Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Porto Alegre



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

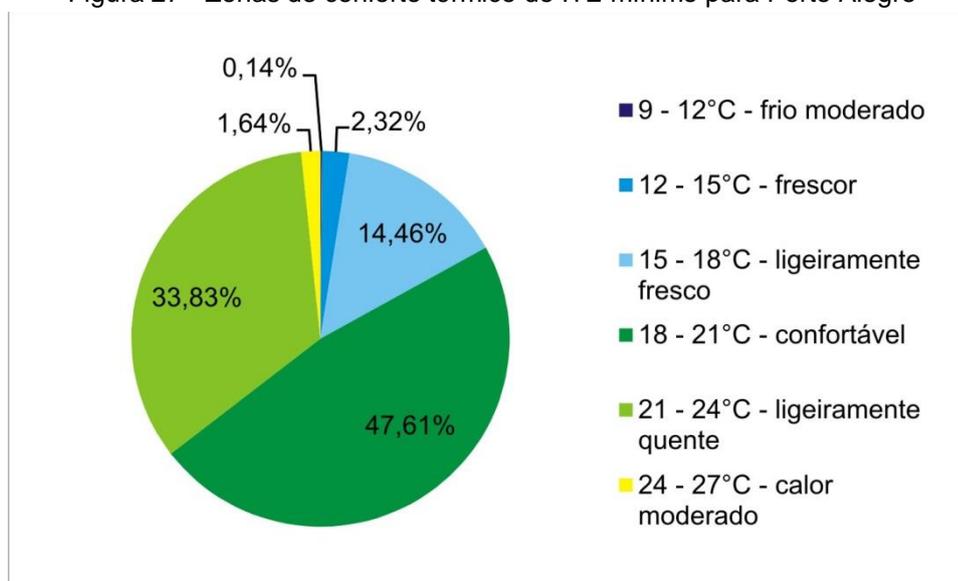
A faixa do confortável é a mais frequente ao se analisar os valores de ITE mínimo, com destaque para os verões de 2006/2007 a 2008/2009, quando o confortável correspondeu a 50% ou mais das ocorrências. No verão 2009/2010 e 2010/2011 a faixa de conforto mais frequente foi a de ligeiramente quente.

Na síntese dos dados de oito verões, as mínimas do ITE variaram entre confortável, com 47,61%, e ligeiramente quente, com 33,83%, como mostra a figura 27. Nos ITEs mínimos apenas 0,14% do tempo teve registros de sensação de frio moderado, ao passo que durante 1,64% a sensação térmica foi de calor moderado.

Ainda, 2,32% dos dias as mínimas do ITE estavam na faixa do frescor e 14,46% se enquadraram em ligeiramente fresco.

Portanto, o verão de Porto Alegre oscilou em seis faixas térmicas, mostrando a amplitude das condições do tempo nesse município.

Figura 27 - Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Porto Alegre



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Fazendo a quantificação horária do contexto de conforto térmico, Porto Alegre apresentou nas mínimas de ITE, predominância da sensação térmica ligeiramente quente, enquadrada entre 21°C e 24°C, como mostra a tabela 7. Foi no verão de 2010/2011 que essa faixa de conforto foi sentida por mais tempo, durante 1029 horas. Em todos os verões essa sensação foi sentida pelos porto-alegrenses por pelo menos de 794 horas, registradas no verão 2012/2013.

Na análise das máximas de conforto, o verão de 2006/2007 teve registro de apenas 1 hora com sensação de calor extremo e 169 horas na faixa de calor. Já nos ITEs mínimos, ocorreram duas horas com sensação de frescor e não houve registros de frio ou frio moderado.

Os verões de 2007/2008 e 2008/2009 não tiveram valores de ITE máximos e mínimos. O verão de 2009/2010 registrou desconforto, com 27 horas de registros na faixa de calor extremo, seguido por 193 horas de calor. Os menores valores de ITE foram registrados durante 9 horas na faixa térmica do frescor.

Tabela 7 – Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Porto Alegre

ITE/Ano	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
>30°C	1	0	0	27	1	4	12	75
27 - 30°C	169	80	73	193	123	222	92	294
24 - 27°C	570	503	461	645	635	509	398	560
21 - 24°C	927	912	948	960	1029	900	794	835
18 - 21°C	468	587	618	351	389	515	587	414
15 - 18°C	48	69	122	45	49	103	225	41
12 - 15°C	2	4	9	9	4	2	14	12
9 - 12°C	0	0	0	0	0	0	0	1
6 - 9°C	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Nos verões de 2010/2011 a 2013/2014 houve uma tendência de aumento na quantidade de horas na faixa do calor extremo. No verão de 2010/2011 houve uma hora de calor extremo ocorrida no dia 08 de janeiro. Nos três verões seguintes as horas de calor extremo aumentaram para 4, 12 e 75 horas, respectivamente.

Em sentido de valores opostos, houve também um aumento das horas de frescor, especialmente em 2012/2013, com 14 horas, e 2013/2014 com 12 horas, sendo nesses dois verões o registro da maior quantidade de horas nessa faixa de conforto. Houve ainda uma hora de sensação de frio moderado no verão de 2013/2014.

Se somarmos a quantidade de horas com ITE abaixo de 18°C, incluindo, portanto, quatro faixas térmicas (ligeiramente fresco, frescor, frio moderado e frio), observamos que quatro verões tiveram grande similaridade. Em 2006/2007 50 horas apresentaram ITE abaixo desses 18°C.

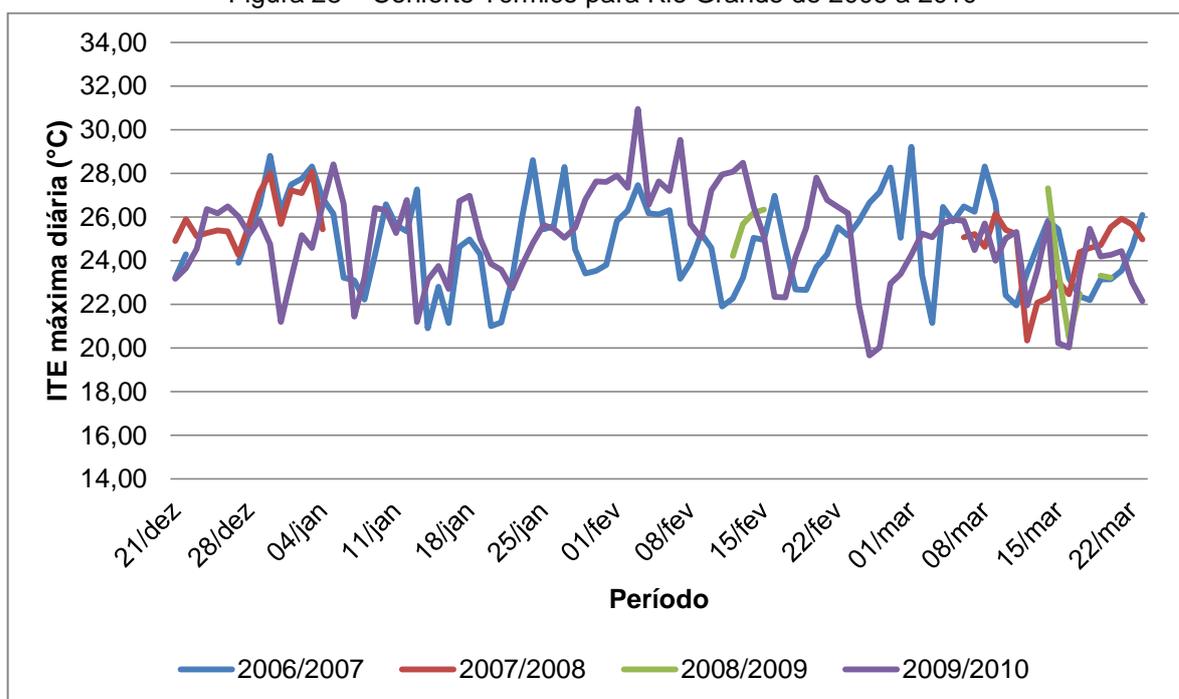
Essa situação se repetiu em 2009/2010 com 54 horas, 2010/2011 com 53 horas e 2013/2014 também com 54 horas. O verão de 2012/2013 foi ameno, com 239 horas abaixo de 18°C, o que significa a uma quantidade de horas mais de quatro vezes maior em relação aos quatro verões supracitados. Ainda, o verão 2007/2008 teve 73 horas, 2008/2009 com 131 horas e 2011/2012 com 105 horas.

5.5 CONFORTO TÉRMICO EM RIO GRANDE

A sensação térmica dos verões de 2006/2007 a 2009/2010 para Rio Grande (altitude de 5 m) está representada na figura 28. De um modo geral as sensações

térmicas variaram entre ligeiramente quente e calor moderado, com índices de 22°C a 27°C. O verão de 2006 apresenta poucos dias com falhas em dezembro. No entanto, o verão de 2007/2008 e 2008/2009 são absolutamente inconclusivos, na medida em que os dados registrados foram poucos e descontínuos, não permitindo qualquer abordagem ou comparação. Apesar das falhas, o município de Rio Grande foi escolhido pela sua localização geográfica e por ter os demais anos com dados completos em comparação de Chuí, que foi instalada posteriormente a 2006.

Figura 28 – Conforto Térmico para Rio Grande de 2006 a 2010



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Para o período de 2006/2007 ocorreram doze momentos de sensação térmica de calor, com destaque para o dia 30 de dezembro, com índice térmico de 28,80°C, nos dias 03, 24 e 27 de janeiro, com índices de 28,31°C, 28,60°C e 28,30°C, além do dia 27 de fevereiro, com 28,27°C e 01 e 08 de março, com 29,20°C e 28,30°C respectivamente. Entre os dias 23 a 26 de dezembro não houve análise de dados pois eles apresentaram falhas de registros na estação.

Para o verão de 2007/2008 poucos dados foram analisados, já que o período compreendido entre 05 de janeiro a 04 de março apresentaram falhas. Mesmo assim, a sensação térmica de calor foi registrada durante cinco dias, com destaque para 03 de janeiro com ITE de 28,06°C. Além desse elevado índice, a sensação de

confortável foi a mais amena registrada nesse período, com 20,35°C em 11 de março.

Esse problema se repetiu no período seguinte, pois os dados meteorológicos desse verão apresentaram oitenta e dois dias de falhas, por esse motivo este verão praticamente não foi analisado. Já no verão de 2009/2010 foi obtido um índice de 30,93°C, equivalente à sensação térmica de calor extremo, no dia 03 de fevereiro. Sensação térmica de calor foi sentida durante treze dias, com destaque para 05 de janeiro com valor de 28,40°C, 07 de fevereiro, com 29,53°C, e 12 e 13 de fevereiro, com índices de 28,05°C e 28,49°C. Além disso, nos dias 25 e 26 de fevereiro a sensação foi de conforto, já que os ITE resultaram em 19,65°C e 20,02°C. Os dias 15 e 16 de março também estiveram nesta faixa, com ITE de 20,22°C e 20,03°C.

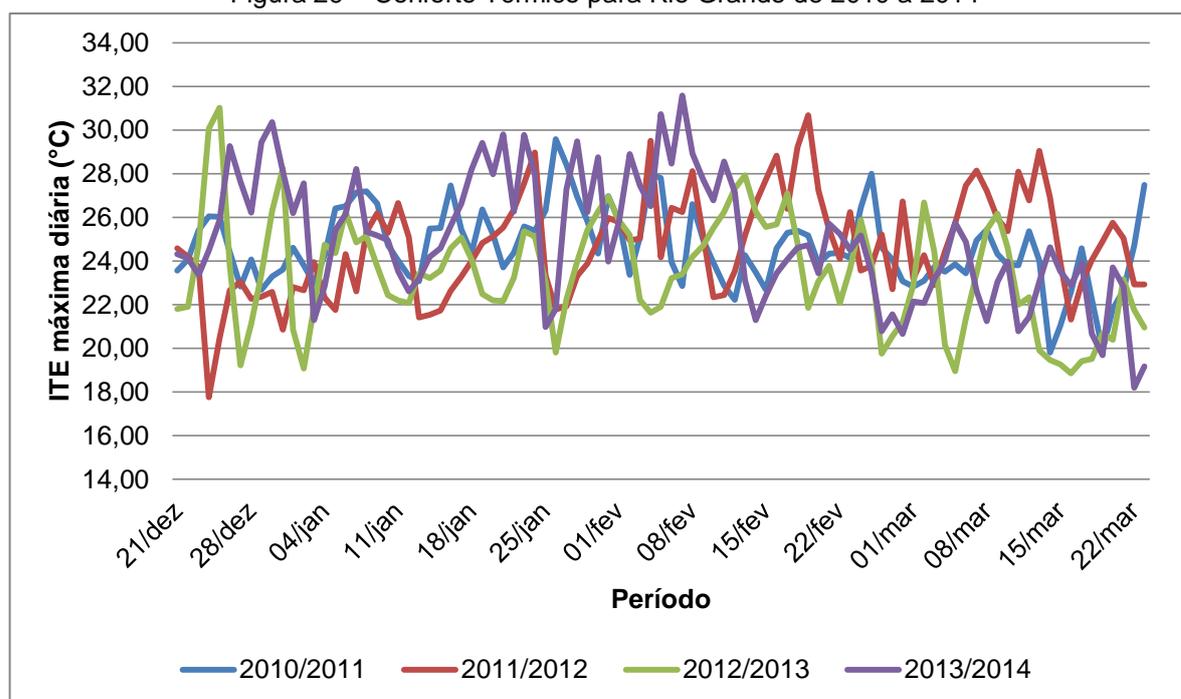
A sensação térmica dos verões de Rio Grande compreendidos entre 2010/2011 a 2013/2014 estão representados na figura 29. Nele, pode-se verificar que os índices de conforto térmico oscilaram significativamente dentro do mesmo período, variando de 20°C a 28°C. Essa amplitude é maior em comparação aos dois verões efetivamente representados na figura 28.

Durante os meses de janeiro e início de fevereiro é possível verificar o aumento frequente do índice de temperatura efetiva, principalmente no verão de 2013/2014. Ainda, com exceção ao verão de 2011/2012, os demais apresentaram significativas quedas no valor do ITE e mais próximo a faixa do confortável a partir de março, ou seja, final do verão.

O verão de 2010/2011 não apresentou anomalias significativas, exceto nos dias 26 e 27 de janeiro em que a sensação térmica foi de calor, com índices a 29,57°C e 28,41°C. Além desses, destaca-se que os dias 14 e 19 de março apresentaram sensação térmica confortável, cujo índice foi representado por 19,80°C e 19,91°C, sendo os menores valores desse verão.

Para o verão de 2011/2012 a condição de sensação térmica de ligeiramente fresco ocorreu apenas no dia 24 de dezembro, com índice de 17,76°C. Outros oito dias a sensação térmica foi de calor, com índices de 28,97°C ocorrido em 24 de janeiro, 29,50°C em 04 de fevereiro, 28,12°C no dia 08 de fevereiro, 28,82°C no dia 16 de fevereiro, 29,22°C em 18 de fevereiro, 28,14°C no dia 06 de março, 28,08°C em 10 de março e 29,05°C no dia 12 de março. No dia 19 de fevereiro a sensação térmica foi de calor extremo, com índice a 30,68°C.

Figura 29 – Conforto Térmico para Rio Grande de 2010 a 2014



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Os valores de ITE no verão de 2012/2013 resultaram em sensações térmicas mais agradáveis, com sensação confortável, que ocorreu em 27 de dezembro, com índice de 19,22°C, em 02 e 26 de janeiro, com índices de 19,09°C e 19,80°C, 26 de fevereiro, índice a 19,77°C, em 05 de março com valor de 18,96°C, 13 a 18 de março, com índices de 19,91°C, 19,46°C, 19,27°C, 18,86°C, 19,41°C e 19,51°C. No entanto, sensação térmica de calor também é destaque no dia 31 de dezembro, com índice de 28,23°C, e o de calor extremo que ocorreram em 24 e 25 de dezembro, com índices de 30,06°C e 31,02°C.

O verão de 2013/2014 mostrou índices mais baixos no mês de março se comparado a janeiro e fevereiro, que tiveram como destaque valores elevados de ITE. Entretanto também, em três dias, 19, 22 e 23 de março, ocorreram sensações térmicas de conforto, com índices de 19,68°C, 18,19°C e 19,17°C.

Durante quatorze dias, a sensação térmica foi de calor, com índices de 29,26°C, 29,43°C e 28,10°C nos dias 26, 29 e 31 de dezembro, 28,20°C no dia 07 de janeiro, 28,18°C e 29,40°C nos dias 18 e 19 de janeiro, 29,81°C em 21 de janeiro, 29,78°C em 23 de janeiro, 29,48°C no dia 28 de janeiro e 28,74°C ocorrido em 30 de janeiro. Ainda, nos dias 02, 06, 08 e 11 de fevereiro, com índices de 28,89°C, 28,45°C, 28,92°C e 28,55°C.

A sensação de calor extremo também ocorreu, em Rio Grande, nos dias: 30 de dezembro, com índice a 30,36°C e 05 e 07 de fevereiro, com valores de 30,72°C e 31,57°C. A quantidade de registros na faixa de calor e de calor extremo faz desse verão o mais quente para Rio Grande em se considerando as máximas.

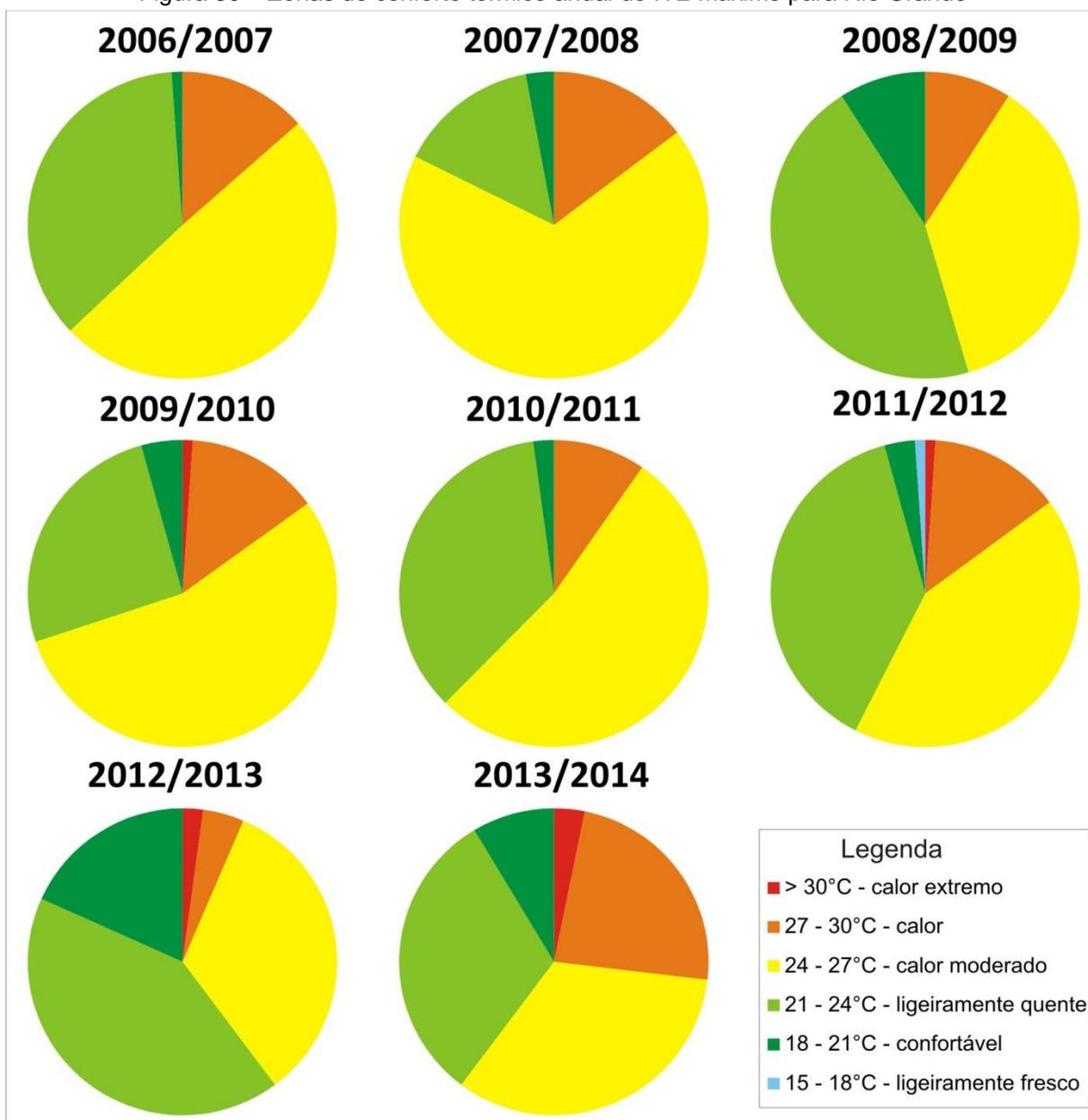
Os gráficos anuais da figura 30 mostram que em Rio Grande a sensação térmica predominante foi de ligeiramente quente e de calor moderado, com índices de ITE oscilando entre 21°C a 27°C. O verão de 2011/2012 foi o único a registrar índices entre 15°C a 18°C, o que equivale à sensação térmica de ligeiramente fresco, no dia 24 de dezembro com valor de 17,76 °C.

A sensação de calor moderado, com índices de 24°C a 27°C, teve significativa predominância em todos os verões, com destaque para o de 2007/2008. Além disso, os períodos de 2006/2007, 2009/2010 e 2010/2011 tiveram mais da metade dos registros nessa faixa.

A faixa de calor também ocorre todos os anos, com destaque para os anos 2007/2008 e 2013/2014. Os verões de 2009/2010, 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014 tiveram ITE ultrapassando os 30°C, ou seja, sensação de calor extremo, sendo que essa faixa não ocorreu nos três primeiros anos da série.

A faixa do confortável foi registrada em todos os anos, entretanto com uma frequência baixa nos verões 2006/2007, 2007/2008, 2010/2011 e 2011/2012. Os verões de 2008/2009 e 2013/2014 apresentaram maior registro de máximas nessa faixa de conforto. O recorde de máximas na faixa de confortável ocorreu no verão de 2012/2013, que foi ameno, com menos registros de calor moderado.

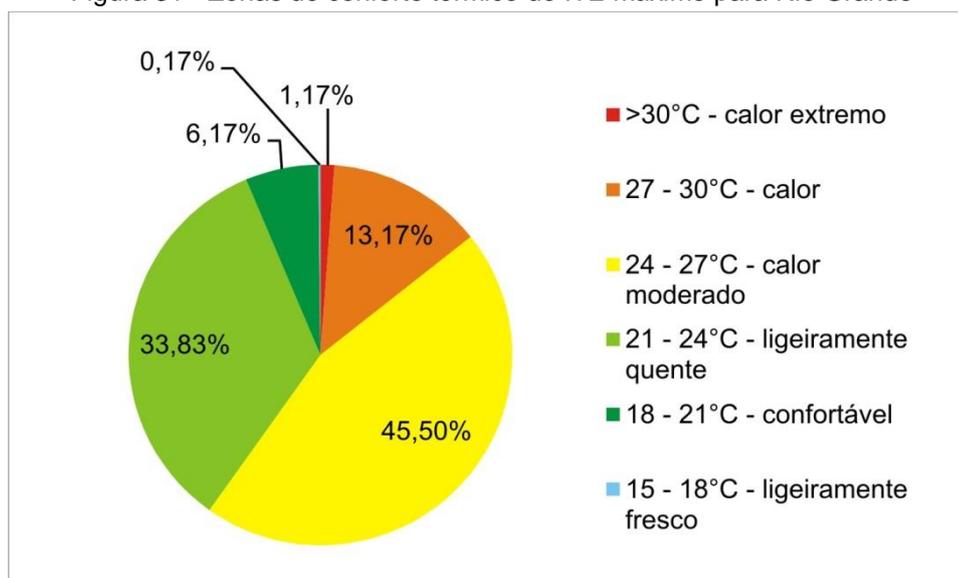
Figura 30 – Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Rio Grande



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Para Rio Grande foram analisados seiscentos dias de verão sendo que destes duzentos e setenta e três dias, o equivalente a 45,50% do tempo, teve sensação térmica de calor moderado, como mostra a figura 31. Outros duzentos e três dias, ou seja, 33,83% tiveram a sensação ligeiramente quente. Entre os ITEs máximos e mínimos, destaca-se sete dias (1,17%) que apresentaram sensação de calor extremo e um dia com sensação térmica de ligeiramente fresco. A sensação confortável ocorreu em trinta e sete dias, o que equivale a 6,17% de dias analisados.

Figura 31 - Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Rio Grande



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

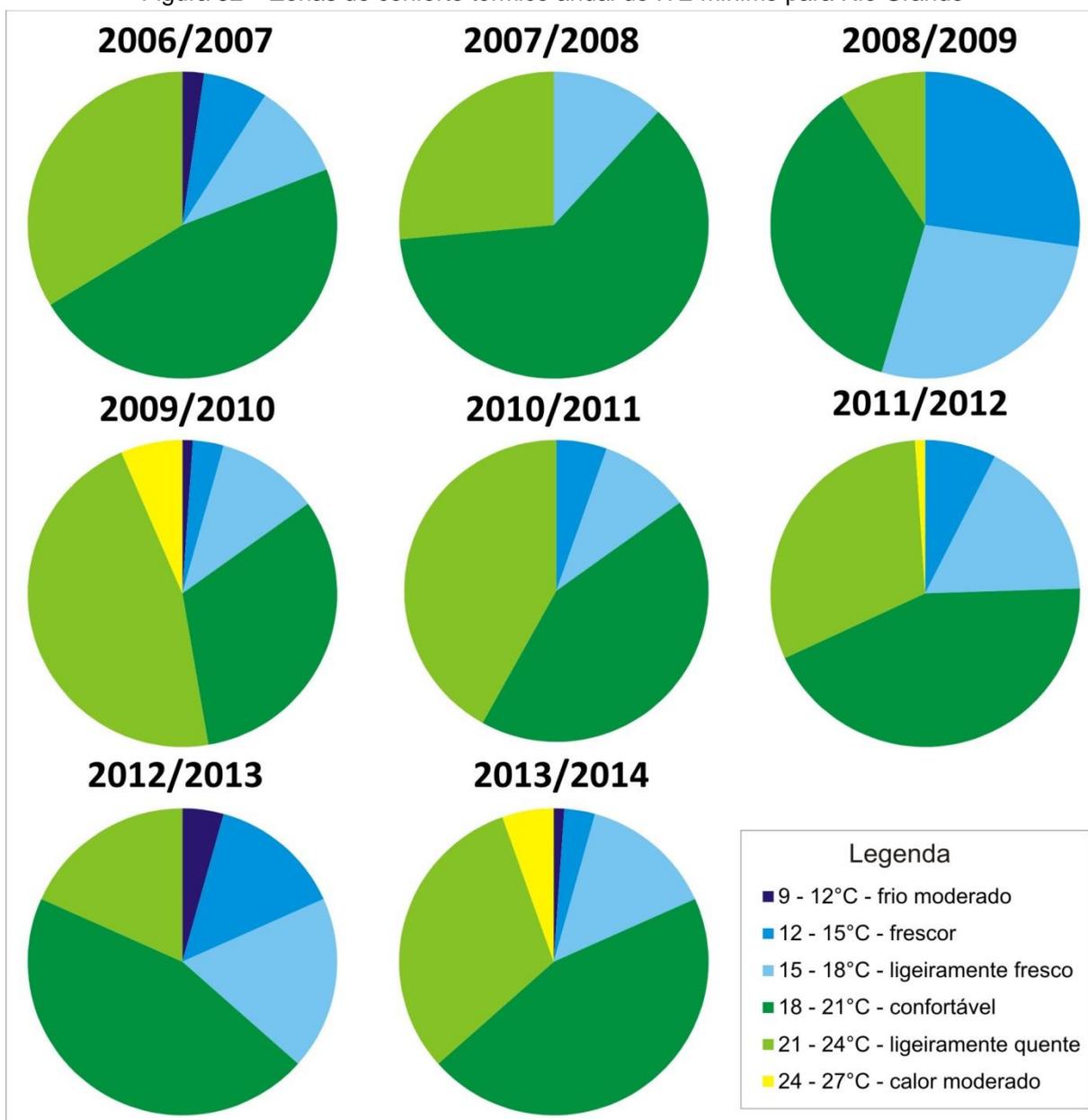
Apesar das falhas de dados nos verões de 2007/2008 e 2008/2009 é possível comparar entre as figuras 28 e 29 que os índices de sensação térmica de valores mínimos foram menos intensos com o passar dos anos, e os valores máximos de sensações térmicas foram mais frequentes nos últimos períodos.

Os índices de ITE mínimos para Rio Grande foram marcados por sensações térmicas oscilando entre confortável e ligeiramente quente, como mostra a figura 32. Os eventos de ITE mínimo foram de sensação térmica de frio moderado nos verões de 2006/2007, 2009/2010, 2012/2013, sendo este o mais expressivo, e em 2013/2014. Além disso, sensação de calor moderado foi sentido nos verões de 2009/2010, 2011/2012 e 2013/2014.

Nos verões 2006/2007, 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014 a maior quantidade de registros de mínima ficou na faixa do confortável. O verão de 2009/2010 teve predomínio na faixa do ligeiramente quente e, no verão seguinte (2010/2011) houve equilíbrio entre essas duas faixas térmicas.

O verão 2012/2013 foi o que registrou maior quantidade de mínimas na faixa do frescor, seguido pelo verão 2011/2012 e 2006/2007.

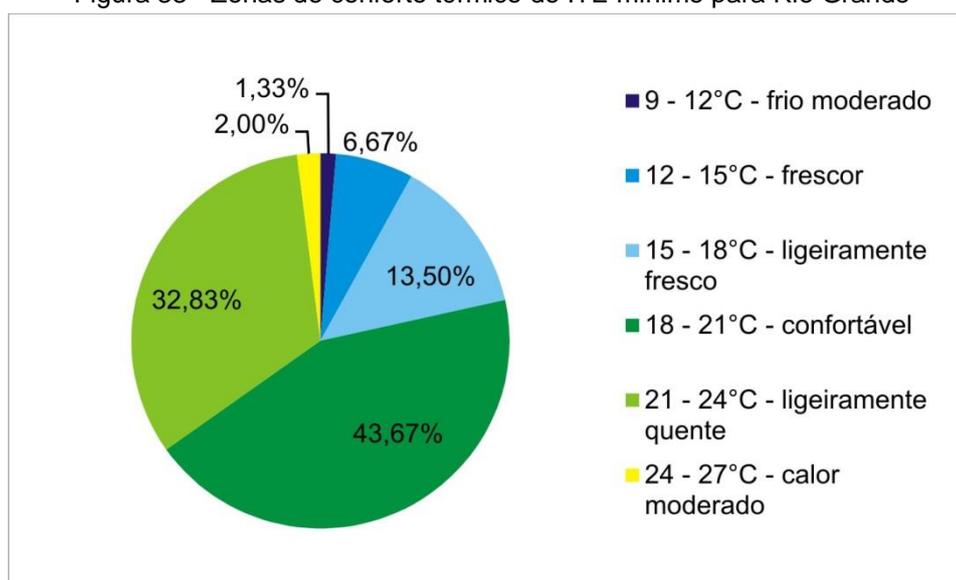
Figura 32 – Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Rio Grande



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Na figura 33 é possível verificar que a sensação térmica de ITE mínima oscilou entre confortável e ligeiramente quente, representado por 43,67% e 32,83%, respectivamente. A sensação de frio moderado foi registrada em apenas 1,33% dos dias, ao passo que em outros 2% tiveram a sensação térmica de calor moderado. Ainda ocorreram 6,67% de registros na faixa de frescor e 13,50% de ligeiramente fresco.

Figura 33 - Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Rio Grande



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

O verão de Rio Grande mostrou ter predominância de sensação térmica de ligeiramente quente, conforme mostra a tabela 8. O verão de 2006/2007 registrou cinco horas de sensação de frio moderado. Nesta faixa também foi registrado uma hora no verão de 2009/2010, 16 horas em 2012/2013 e 3 horas em 2013/2014. Não ocorreram em Rio Grande valores de ITE mínimo abaixo de 9°C.

Tabela 8 – Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Rio Grande

ITE/Ano	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
>30°C	0	0	0	6	0	2	5	14
27 - 30°C	59	10	2	74	27	73	25	151
24 - 27°C	459	190	38	651	396	459	296	474
21 - 24°C	986	430	90	1025	1272	968	874	953
18 - 21°C	560	167	95	360	427	580	720	490
15 - 18°C	89	27	19	93	79	155	204	124
12 - 15°C	26	0	20	19	30	19	92	23
9 - 12°C	5	0	0	1	0	0	16	3
6 - 9°C	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Os verões de 2007/2008 e 2008/2009 apresentam baixas quantidades de horas de registro em cada faixa de conforto, pois apresentaram falhas operacionais de dados meteorológicos, portanto não foram analisados.

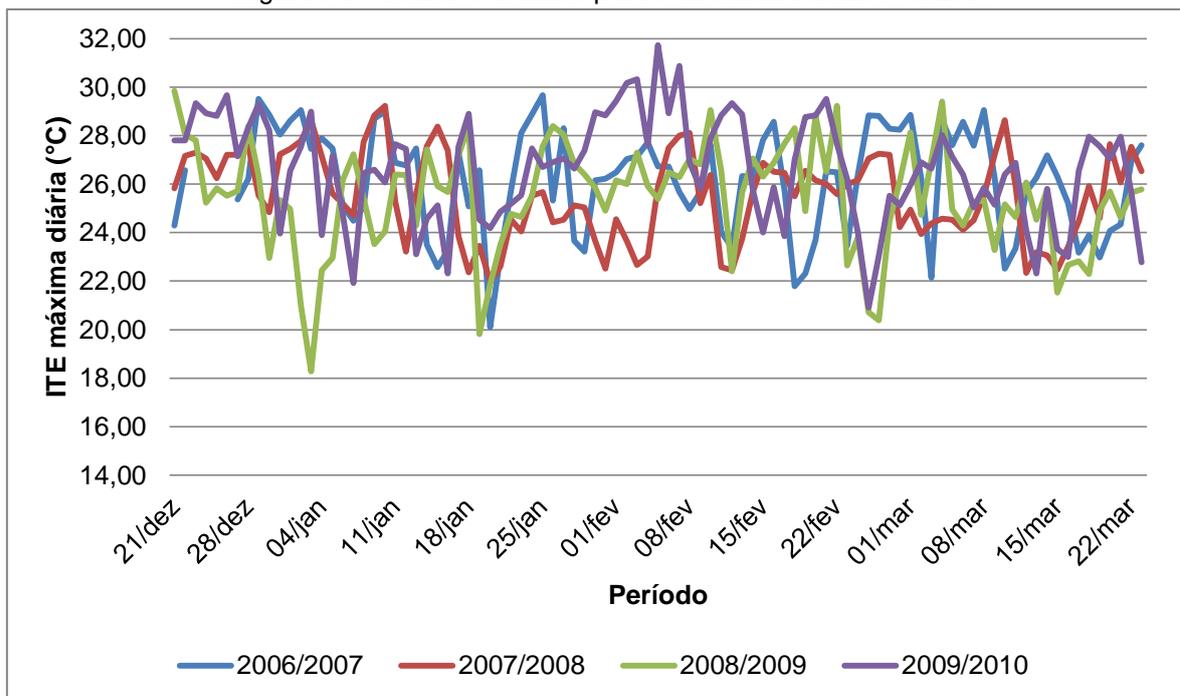
A sensação de calor extremo foi registrada durante 6 horas no verão de 2009/2010, 2 horas em 2011/2013, 5 horas no verão de 2012/2013 e 14 horas em 2013/2014. Além disso, este último verão registrou 151 horas na faixa de sensação de calor, o que constitui um recorde em comparação às 74 horas de 2009/2010 e das 73 horas de 2011/2012.

Na faixa de confortável ocorre uma grande variação, como 720 horas em 2012/2013, 580 em 2011/2012, 490 em 2013/2014 e 360 horas em 2009/2010. A mesma oscilação ocorre na faixa do ligeiramente quente, que apresentou 1272 horas em 2010/2011, 1025 horas em 2009/2010 e 874 horas em 2012/2013.

5.6 CONFORTO TÉRMICO EM SANTA MARIA

Durante o período de 2006/2007 a 2009/2010 em Santa Maria (altitude de 103 m) a sensação térmica do verão oscilou com maior frequência em ligeiramente quente a calor, com índices entre 22°C a 30°C, como mostra a figura 34.

Figura 34 – Conforto Térmico para Santa Maria de 2006 a 2010



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

O verão de 2006/2007 teve sensação térmica confortável no dia 20 de janeiro com ITE de 20,11°C. A sensação térmica de calor ocorreu nos dias 29 de dezembro

com ITE de 29,52°C, 02 e 25 de janeiro, com índices de 29,05°C e 29,67°C e em 08 de março, com valor de 29,05°C. Durante o período de 23 a 26 de dezembro foi inviável fazer análise de sensação térmica, já que os dados apresentaram falhas.

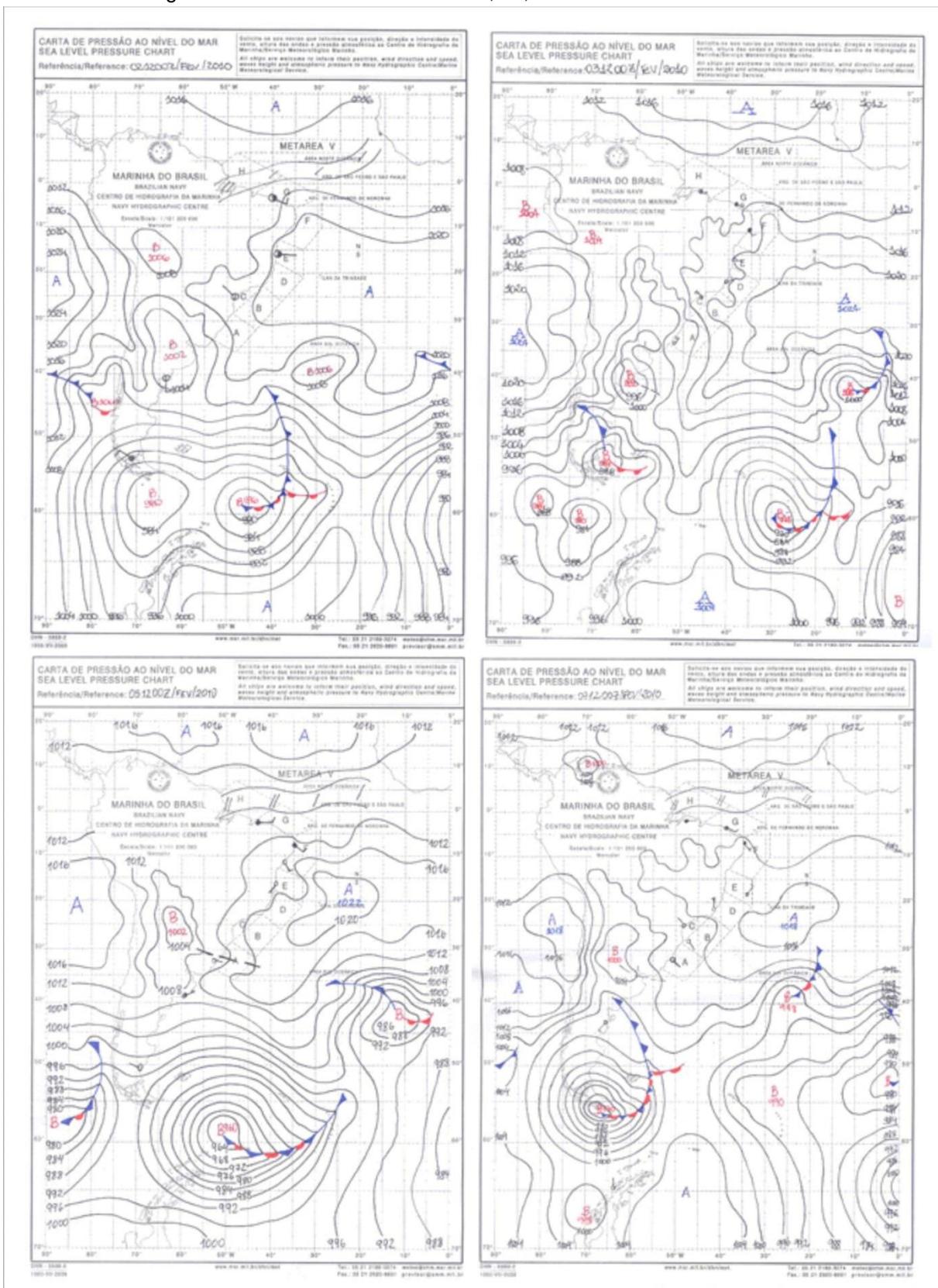
O verão de 2007/2008 foi mais estável, com sensação térmica variando entre calor, calor moderado e ligeiramente quente. No entanto, apenas um dia apresentou índice mínimo e noutro sensação de máxima: em 20 de janeiro com sensação confortável e índice de 21,98°C e, no dia 10 de janeiro, com valor de 29,22°C e sensação térmica de calor.

Índices amenos de sensação térmica também ocorreram no verão 2008/2009, como de confortável nos dias: 02 e 03 de janeiro com índices de 20,99°C e 18,28°C, e em 19 e 20 de janeiro com valores de 19,82°C e 21,86°C, nos dias 25 e 26 de fevereiro, com 20,72°C e 20,39°C, e, por fim, no dia 15 de março com ITE a 21,52°C. Além destes, sensação térmica de calor ocorreram em 21 de dezembro com valor de 29,83°C, 10 e 22 de fevereiro, com ITE de 29,05°C e 29,22°C, e em 04 de março com índice de 29,40°C.

O verão 2009/2010 teve sensação térmica confortável no dia 25 de fevereiro, com índice de 20,91°C e no dia 07 de janeiro a sensação foi ligeiramente quente, com valor de 21,92°C. Sensação térmica de calor ocorreu nos dias 23, 26 e 29 de dezembro, com índices de 29,34°C, 29,66°C e 29,29°C, em 01, 12 e 21 de fevereiro, com ITE de 29,42°C, 29,35°C e 29,50°C. E por fim, a sensação térmica de calor extremo ocorreu nos dias 02 e 03 de fevereiro, com ITE de 30,17°C, 30,31°C, e em 05 e 07 de fevereiro com índices de 31,72°C e 30,86°C. O período de 02 a 07 de fevereiro é consequência da presença de uma massa de ar seca e quente, dando origem a uma onda de calor, como mostra a figura 35.

As cartas sinóticas desta figura mostram condições similares ao apresentado nas figuras 3 e 5, com a presença do anticiclone no Atlântico sul e o ciclone na região do Chaco argentino.

Figura 35 – Cartas sinóticas entre 02, 03, 05 e 07 de fevereiro de 2010

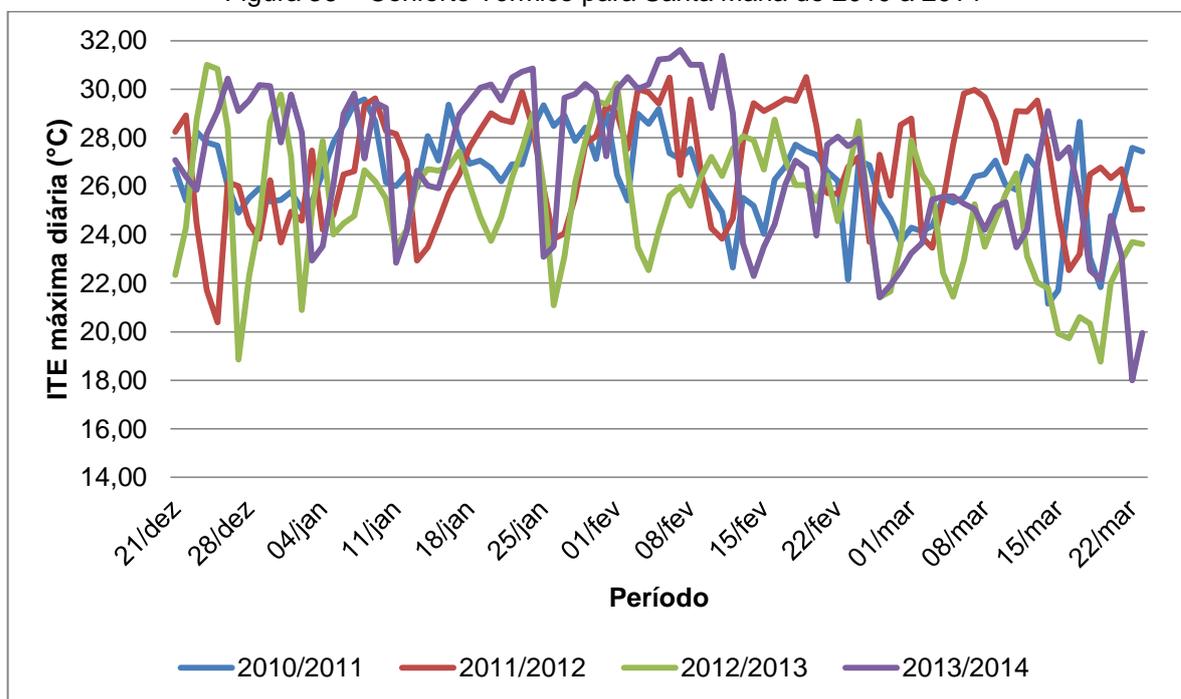


Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2016.

A sensação térmica para Santa Maria durante os verões de 2010/2011 a 2013/2014 estão representadas na figura 36, onde se pode ver que as oscilações foram estáveis de um período para outro, com índices variando entre 22°C a 30°C, situação similar ao representado na figura 34, que corresponde ao período 2006/2007 a 2009/2010.

Apesar do verão de 2010/2011 oscilar entre os 26°C, com sensação de calor moderado, tem-se seis picos de sensação térmica de calor que ocorreram em: 07 e 08 de janeiro com índices de 29,39°C, 29,58°C, em 16 de janeiro, com 29,35°C, nos dias 25 e 31 de janeiro com ITE de 29,33°C e 29,18°C respectivamente, e no dia 05 de fevereiro com valor de 29,19°C. Nos dias 14, 15 e 19 de março a sensação foi ligeiramente quente, com valores de 21,14°C, 21,70°C e 21,83°C.

Figura 36 – Conforto Térmico para Santa Maria de 2010 a 2014



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

O verão de 2011/2012 teve um dia de sensação térmica confortável, ocorrido em 25 de dezembro com índice de 20,39°C. No dia 24 de dezembro o índice foi de 21,71°C e a sensação térmica se enquadrou em ligeiramente quente.

A sensação térmica de calor pode ser sentida nos dias 08 e 09 de janeiro, com ITE de 29,33°C e 29,62°C, em 23 e 31 de janeiro, com valores de 29,89°C, 29,33°C, nos dias 03 a 05 de fevereiro, com 30,00°C, 29,86°C e 29,41°C, em 08 de

fevereiro com 29,58°C, nos dias 14 a 18 de fevereiro, com ITE de 29,42°C, 29,09°C, 29,32°C, 29,61°C e 29,50°C, em 05 a 07 de março, com 29,82°C, 29,97°C, 29,67°C, e nos dias 10 a 12 de março com índices de 29,10°C, 29,07°C e 29,52°C respectivamente. Além disso, outros dois dias tiveram sensação térmica de calor extremo, com índices a 30,48°C e 30,50°C ocorridos nos dias 06 e 19 de fevereiro.

Para o verão de 2012/2013 os índices de sensações confortáveis ocorreram nos dias 27 de dezembro com índice de 18,85°C, em 02 de janeiro com 20,88°C, e entre 15 a 19 de março, com índices de 19,94°C, 19,72°C, 20,61°C, 20,34°C e 18,76°C. Sensação ligeiramente quente ocorreu nos dias 26 de janeiro, com ITE de 21,10°C, em 26 e 27 de fevereiro com 21,43°C, 21,66°C, e em 05, 14 e 20 de março com valores de 21,45°C, 21,78°C e 22,00°C.

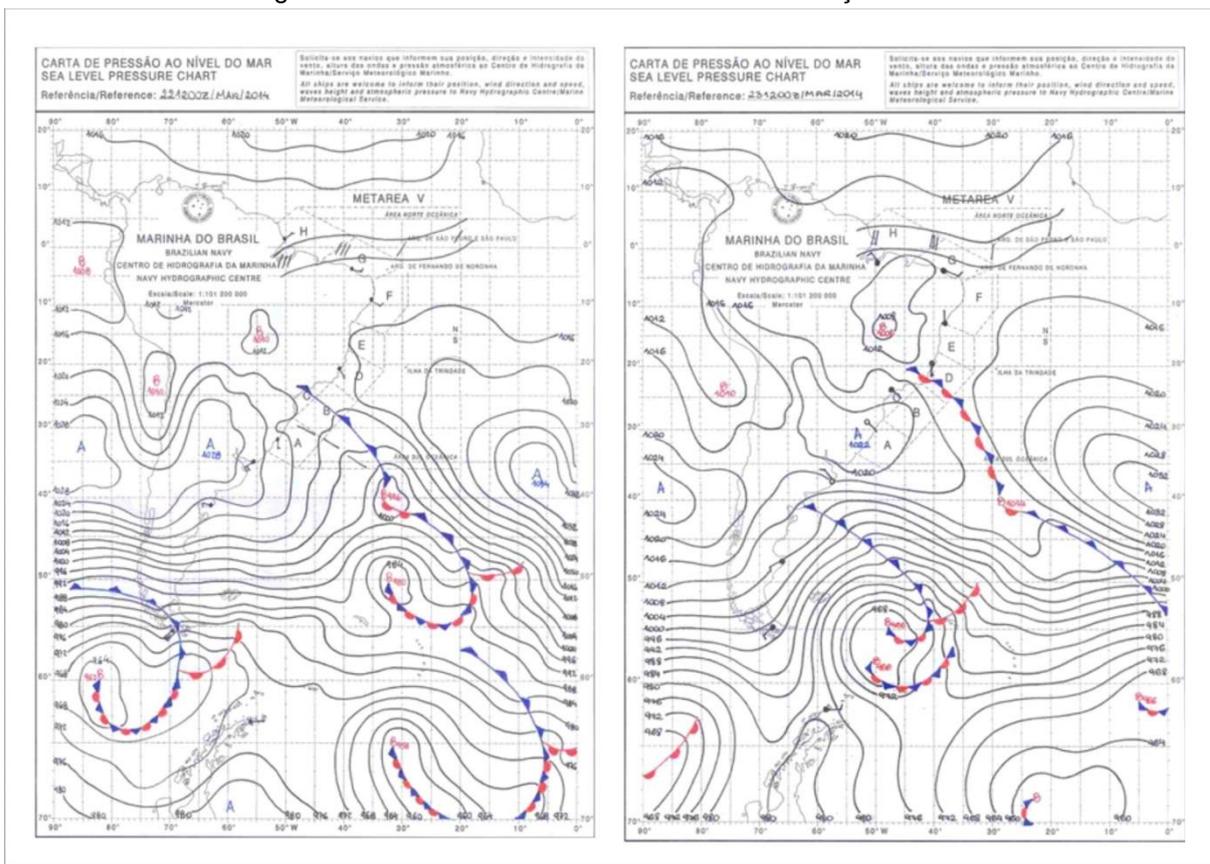
A sensação térmica de calor foi perceptível nos dias 31 de dezembro com índice de 29,78°C, e 30 e 31 de janeiro, com 29,52°C e 29,38°C. Sensação de calor extremo também foi sentida, com índices de 31,00°C, 30,83°C e 30,24°C nos dias 24 e 25 de dezembro e 01 de fevereiro respectivamente.

Durante o verão de 2013/2014, Santa Maria pode sentir um ambiente ligeiramente fresco apenas no final da estação, em 22 de março com ITE de 18,00°C. Sensação confortável foi sentida apenas em 23 de março com índice de 19,95°C. A presença de uma massa de ar fria fez com que esses dias destoassem do restante da estação, como mostram as cartas sinóticas da figura 37, aspecto também percebido em todos os demais municípios em estudo. Esse verão foi marcadamente mais quente.

Os ITE de calor foram sentidos durante trinta e dois dias, com destaque para os dias 01, 07, 28 e 30 de janeiro com índices de 29,77°C, 29,81°C, 29,79°C e 29,84°C, e 01 de fevereiro, com 30,00°C.

Nas cartas sinóticas da figura 37 é possível ver o avanço da frente fria sobre o RS no dia 22 de março, tornando-se estacionária no dia 23 de março, já sobre o estado de Santa Catarina. A mPa que sucede essa frente, cobre o RS com pressão de 1022 hPa.

Figura 37 – Cartas sinóticas entre 22 e 23 de março de 2014

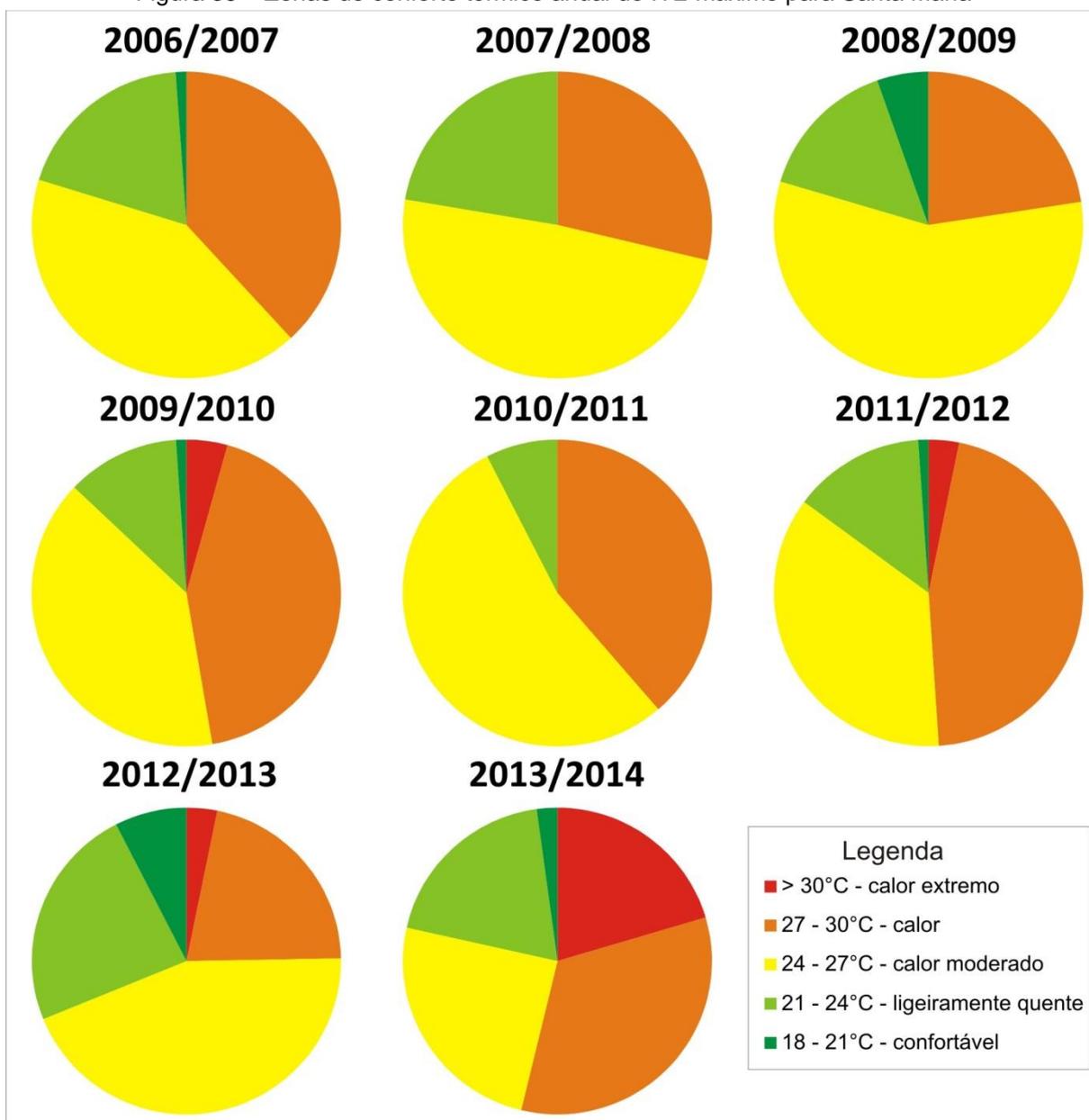


Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2016.

A população de Santa Maria enfrentou sensação térmica de calor extremo em outros dezoito dias: em 26, 29 e 30 de dezembro, com valores de 30,43°C, 30,17°C, 30,12°C; 19 e 20 de janeiro com 30,05°C e 30,20°C; entre os dias 22 a 24 de janeiro, com 30,47°C, 30,72°C, 30,85°C; em 29 de janeiro com 30,20°C; entre 02 a 09 de fevereiro, com ITE de 30,50°C, 30,02°C, 30,20°C, 31,23°C, 31,26°C, 31,62°C, 31,01°C e 31,01°C; e em 11 de fevereiro com 31,38°C.

Santa Maria foi marcada predominantemente por sensação térmica de calor moderado e calor ao longo de todo o tempo de estudo, como mostra a figura 38. Dentre as temperaturas efetivas máximas a menor sensação térmica foi a de confortável, com índices de 18°C a 21°C, exceto nos verões 2007/2008 e 2010/2011, em que a sensação mais amena do período foi na faixa de ligeiramente quente, o que permite afirmar que todos os dias a população sentiu desconforto por calor em algum momento. Já a sensação de calor extremo foi perceptível a partir do verão de 2009/2010, com maior destaque no verão de 2013/2014.

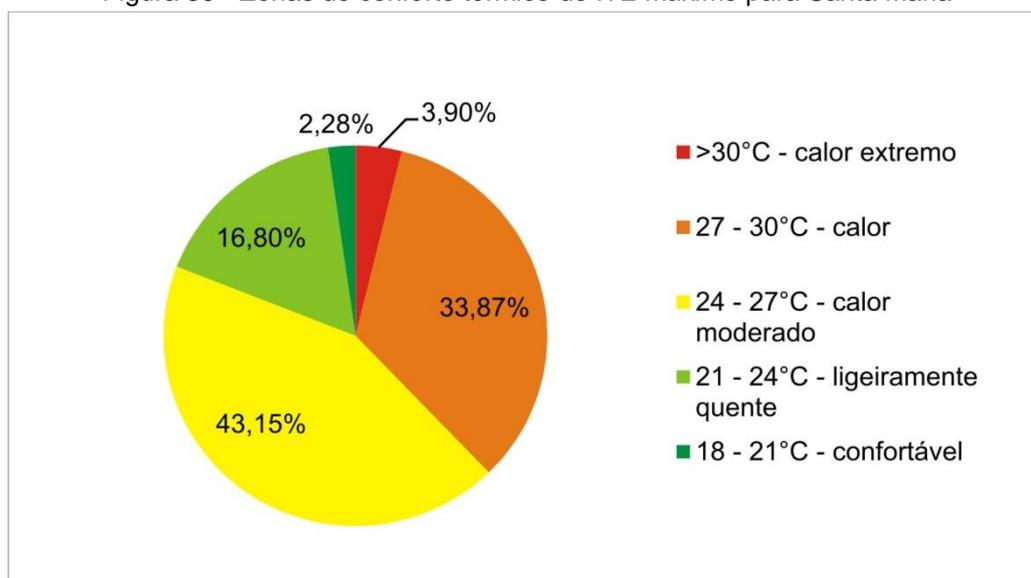
Figura 38 – Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Santa Maria



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Santa Maria, localizada na porção central do RS, tem tido valores de índice de conforto térmico elevado, como mostra a figura 39. Ao todo, foram analisados setecentos e quarenta e dois dias de verão, sendo que a sensação térmica das máximas que ocorreu com maior frequência, durante trezentos e vinte e um dias, foi de calor moderado, equivalente a 43,15% do período. Essa elevada sensação foi seguida por calor durante outros duzentos e cinquenta e dois dias, ou 33,87%. Nesse município também foram registradas sensações térmicas de calor extremo em 3,90% do tempo, ou seja, vinte e nove dias e o oposto, sensação confortável, em dezessete dias, o equivalente a 2,28% do tempo de estudo.

Figura 39 - Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Santa Maria

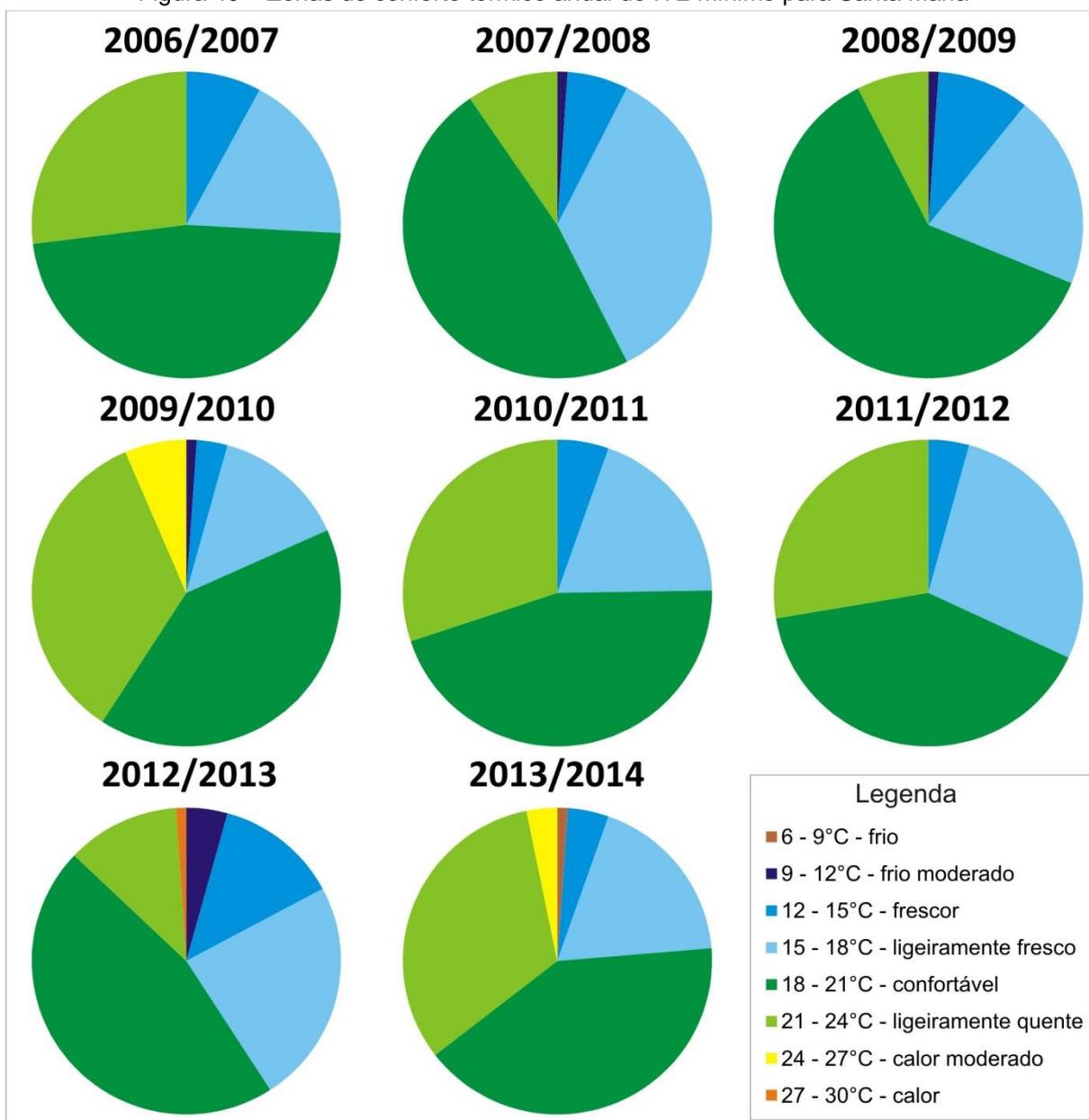


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

As temperaturas efetivas mínimas de Santa Maria mostram uma sensação térmica predominantemente de conforto, com significativas variações entre ligeiramente fresco e ligeiramente quente, como mostra a figura 40. Dentre as sensações térmicas mínimas, a de frio foi registrada apenas no verão de 2013/2014, com índice entre 6°C a 9°C. Já o índice máximo de ITE foi sentido apenas no verão de 2012/2013, com índice de 27°C a 30°C e sensação térmica de calor.

A figura 41, o qual mostra a sensação térmica na totalidade das horas de registros, mostra que entre a temperatura efetiva mínima a sensações que predominaram foram as de confortável e ligeiramente quente, representadas por 46,23% e 22,51% do tempo respectivamente. O ligeiramente fresco é similar ao ligeiramente quente, tendo ocorrido em 22,10% dos dias. As sensações térmicas extremas, tanto de calor quanto de frio, foram sentidas em apenas 0,13% do tempo de análise, ao passo que a sensação de frio moderado foi percebida em 0,94% do período e, durante outros 1,21% das horas foram sentidas sensações de calor moderado.

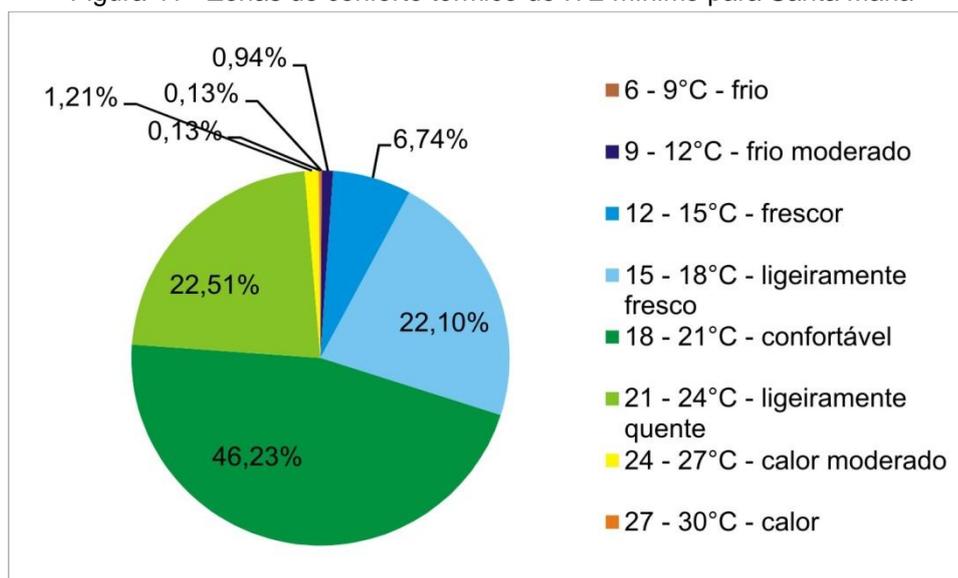
Figura 40 – Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Santa Maria



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Os índices de sensação térmica para Santa Maria têm aumentado durante os últimos três verões em estudo, nos meses de dezembro, janeiro e início de fevereiro, com valores oscilando em torno dos 30°C. Num cenário geral, a sensação térmica correspondeu a ligeiramente quente, calor moderado e calor. Já no que tange as temperaturas mínimas, que ocorrem durante a noite e início da manhã, a sensação térmica correspondeu a confortável e ligeiramente quente.

Figura 41 - Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Santa Maria



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Considerando os dados horários dos oito verões em estudo, em Santa Maria predominou sensação térmica ligeiramente quente, conforme mostra a tabela 9. A sensação de calor extremo foi registrada nos verões de 2009/2010, 2011/2012, 2012/2013 e, em maior quantidade em 2013/2014, sendo que neste verão foram marcadas também 5 horas na faixa térmica de frio, com índice entre 6°C e 9°C.

Tabela 9 – Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Santa Maria

ITE/Ano	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
>30°C	0	0	0	17	0	6	18	65
27 - 30°C	178	101	89	265	169	282	130	319
24 - 27°C	471	476	494	630	609	563	414	507
21 - 24°C	826	781	749	808	868	736	687	688
18 - 21°C	549	657	654	390	438	481	617	468
15 - 18°C	139	217	200	96	117	176	270	161
12 - 15°C	17	23	38	22	30	11	85	13
9 - 12°C	0	1	6	2	0	0	11	6
6 - 9°C	0	0	0	0	0	0	0	5

Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

A faixa do ligeiramente quente registrou 687 horas em 2012/2013, que foi um dos verões mais ameno do período, quando teve recorde de horas no confortável com 617 horas. Em 2013/2014, 688 horas estiveram no ligeiramente quente,

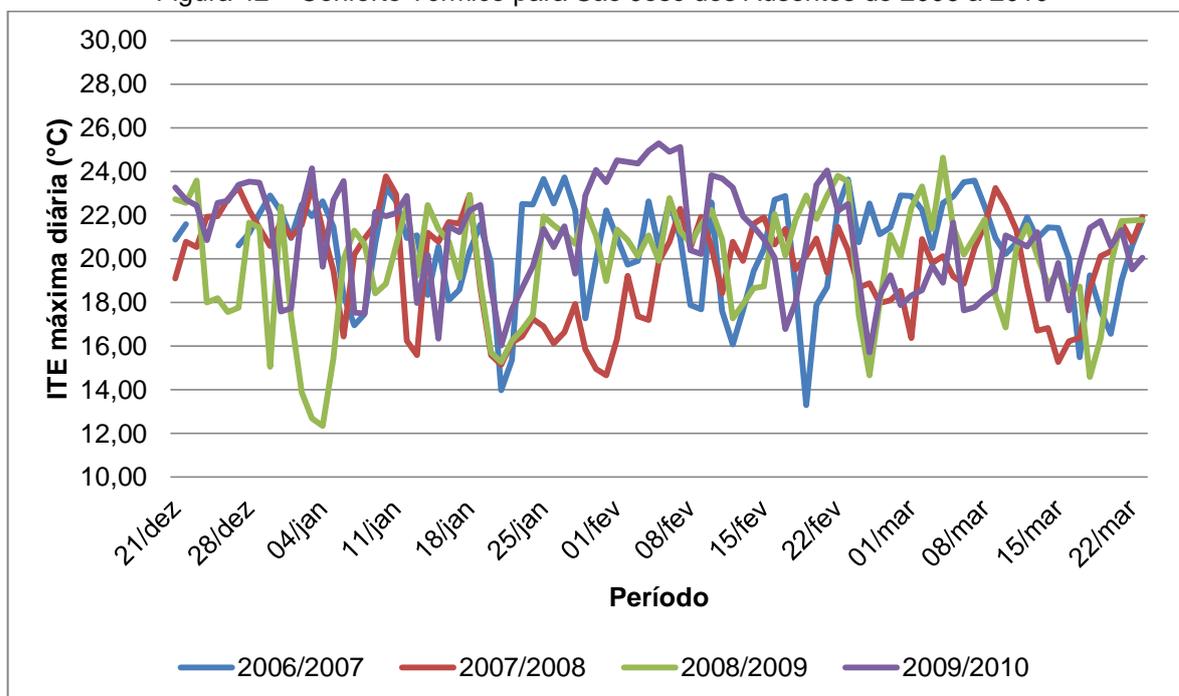
entretanto, houve 507 horas na faixa de calor moderado, 319 na faixa de calor e 65 de calor extremo, sendo esse o verão mais quente do período.

Se somarmos as horas correspondentes às faixas de calor moderado e calor extremo, percebemos que os verões mais quentes foram os de 2009/2010 e 2013/2014.

5.7 CONFORTO TÉRMICO EM SÃO JOSÉ DOS AUSENTES

Na figura 42 é possível visualizar o comportamento da sensação térmica das máximas para São José dos Ausentes (altitude de 1229 m) durante o verão de 2006/2007 a 2009/2010. Esses índices de conforto não ultrapassaram os 26°C e se mantiveram mais baixos em relação aos outros municípios já apresentados, e a altitude é um dos fatores diretamente responsáveis por isso.

Figura 42 – Conforto Térmico para São José dos Ausentes de 2006 a 2010



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

No verão de 2006/2007 os índices oscilaram, na sua maioria, em torno de 18°C e 22°C, não ultrapassando de 23,73°C, registro que ocorreu em 27 de janeiro e com sensação térmica ligeiramente quente, sendo esta a faixa de conforto das máximas que mais ocorreu nesse verão com quarenta e dois dias, seguido pela

sensação térmica confortável durante trinta e três dias. Os dias 23, 25 e 26 de dezembro apresentaram falha de dados.

A sensação de frescor foi sentida durante dois dias, em 21 de janeiro, com ITE de 13,97°C e em 19 de fevereiro com 13,29°C. Ainda, a sensação de ligeiramente fresco ocorreu durante treze dias, com destaque para os dias 22 de janeiro, com índice de 15,37°C e 17 de março com 15,49°C.

Para o verão de 2007/2008 o maior índice obtido foi de 23,77°C, ocorrido no dia 10 de janeiro e com sensação térmica ligeiramente quente, sendo esta a segunda faixa de maior ocorrência para esse verão. A sensação térmica confortável foi a que mais ocorreu, durante trinta e nove dias.

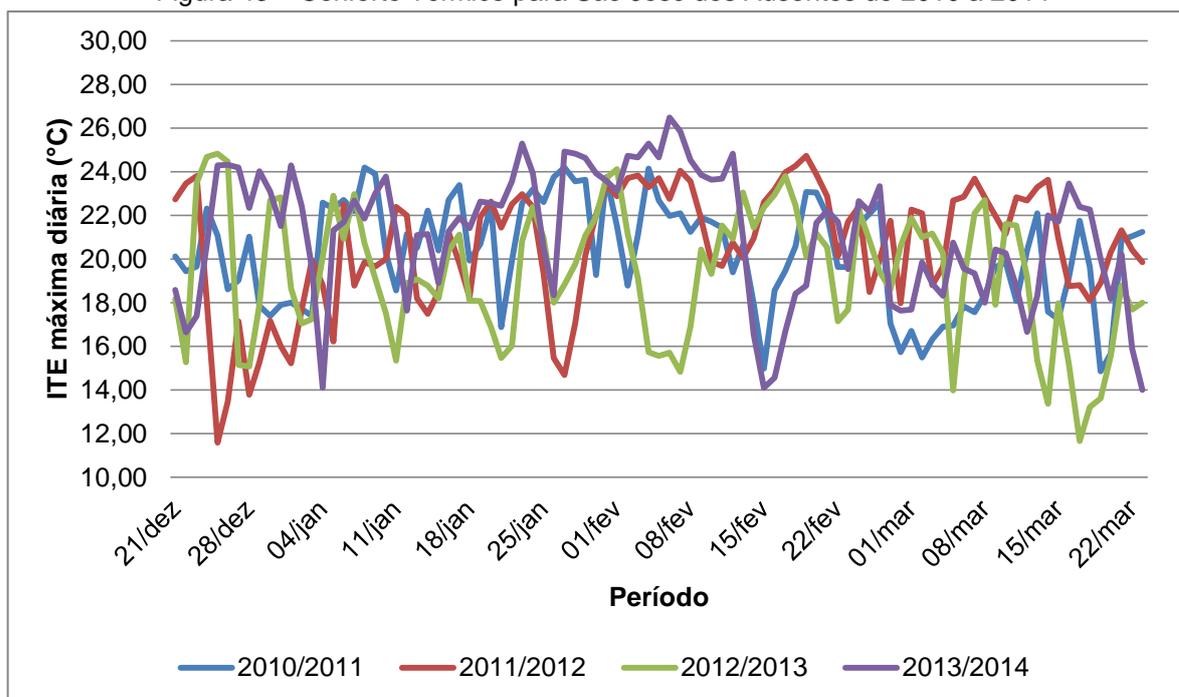
A sensação térmica de ligeiramente fresco ocorreu durante vinte e quatro dias, em especial nos dias 20, 21 e 29 de janeiro, com ITE de 15,59°C, 15,15°C e 15,86°C, e em 14 de março com 15,27°C. Já nos dias 30 e 31 de janeiro a sensação térmica foi de frescor, com índices de 14,96°C e 14,66°C.

No verão de 2008/2009 ocorreu um evento de sensação térmica extrema para a condição de São José dos Ausentes, no dia 04 de março com índice de 24,64°C e sensação de calor moderado. Sensação ligeiramente fresco ocorreu em dezesseis dias, com destaque em 30 de dezembro com ITE de 15,05°C, em 05, 20 e 21 de janeiro, com índices de 15,45°C, 15,71 e 15,27°C. Além desses, sensação térmica de frescor ocorreu entre 02 a 04 de janeiro com ITE de 13,88°C, 12,68°C e 12,34°C, em 25 de fevereiro com 14,66°C e 18 de março com índices de 14,58°C.

Para o verão de 2009/2010 foi registrado sensação térmica ligeiramente fresca durante quatorze dias, no entanto o destaque é do dia 25 de fevereiro, com índice de 15,71°C. Durante outros dez dias a sensação foi de calor moderado, com índices de 24,15°C no dia 03 de janeiro, 24,06°C em 30 de janeiro, ITE de 24,52°C, 24,44°C, 24,36°C, 24,95°C, 25,28°C, 24,89°C e 25,10°C ocorridos nos dias 01 a 07 de fevereiro e 24,04°C em 21 de fevereiro. Em comparação aos três verões anteriores, este teve a sensação térmica mais alta por mais dias e as altas temperaturas de 01 a 07 de fevereiro ocorreram em todo o RS.

Os verões de 2010/2011 a 2013/2014 em São José dos Ausentes estão representados na figura 43. Ao longo destes períodos, os índices variaram entre 14°C a 25°C, ou seja, sensação térmica perpassando entre ligeiramente fresco, confortável, ligeiramente quente e calor moderado.

Figura 43 – Conforto Térmico para São José dos Ausentes de 2010 a 2014



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

No verão de 2010/2011 a sensação térmica de frescor pode ser sentida nos dias 15 de fevereiro e 19 de março, com índices de 14,98°C e 14,86°C. Os destaques da sensação térmica ligeiramente fresco ocorreram nos dias 28 de fevereiro, 02 e 20 de março, com índices de 15,74°C, 15,50°C e 15,66°C. Ainda, nos dias 08 e 27 de janeiro e 04 de fevereiro, com índices de 24,20°C, 24,19°C e 24,15°C, a sensação térmica foi de calor moderado, sendo estas as maiores temperaturas deste verão.

No verão 2011/2012 ocorreu apenas um dia a sensação térmica de frio moderado, em 25 de dezembro com índice de 11,59°C. Durante outros três dias, em 26 e 28 de dezembro e 27 de janeiro a sensação foi de frescor, com índices de 13,46°C, 13,78°C e 14,68°C.

Sensação térmica ligeiramente fresco ocorreu durante onze dias, com destaque para os dias 29 de dezembro e 01 e 26 de janeiro, com índices de 15,27°C, 15,22°C e 15,47°C. Somente nos dias 07, 18 e 19 de fevereiro a sensação térmica foi de calor moderado, no entanto os índices foram baixos em comparação com os outros municípios, tais como: 24,04°C, 24,27°C e 24,71°C.

Para o verão 2012/2013 também houve apenas um dia em que a sensação térmica das máximas foi de frio moderado, com índice de 11,65°C no dia 17 de

março. A sensação térmica de frescor ocorreu nos dias 07 de fevereiro com índice de 14,82°C, em 05 de março com valor de 13,98°C, em 14, 18 e 19 de março com ITE de 13,37°C, 13,23°C e 13,62°C.

Sensação térmica ligeiramente fresco ocorreu durante vinte e cinco dias, com destaque para os dias 22, 27 e 28 de dezembro com ITE de 15,26°C, 15,16°C e 15,08°C, em 11 e 21 de janeiro com índices de 15,33°C e 15,48°C, em 04 a 06 de fevereiro com valores de 15,72°C, 15,56°C e 15,71°C, e em 13, 16 e 20 de março com 15,35°C, 15,18°C e 15,56°C.

Ainda, durante quatro dias teve ocorrência de sensação térmica de calor moderado, sendo nos dias 24 a 26 de dezembro e 01 de fevereiro, com índices de 24,67°C, 24,81°C, 24,46°C e 24,10°C, respectivamente.

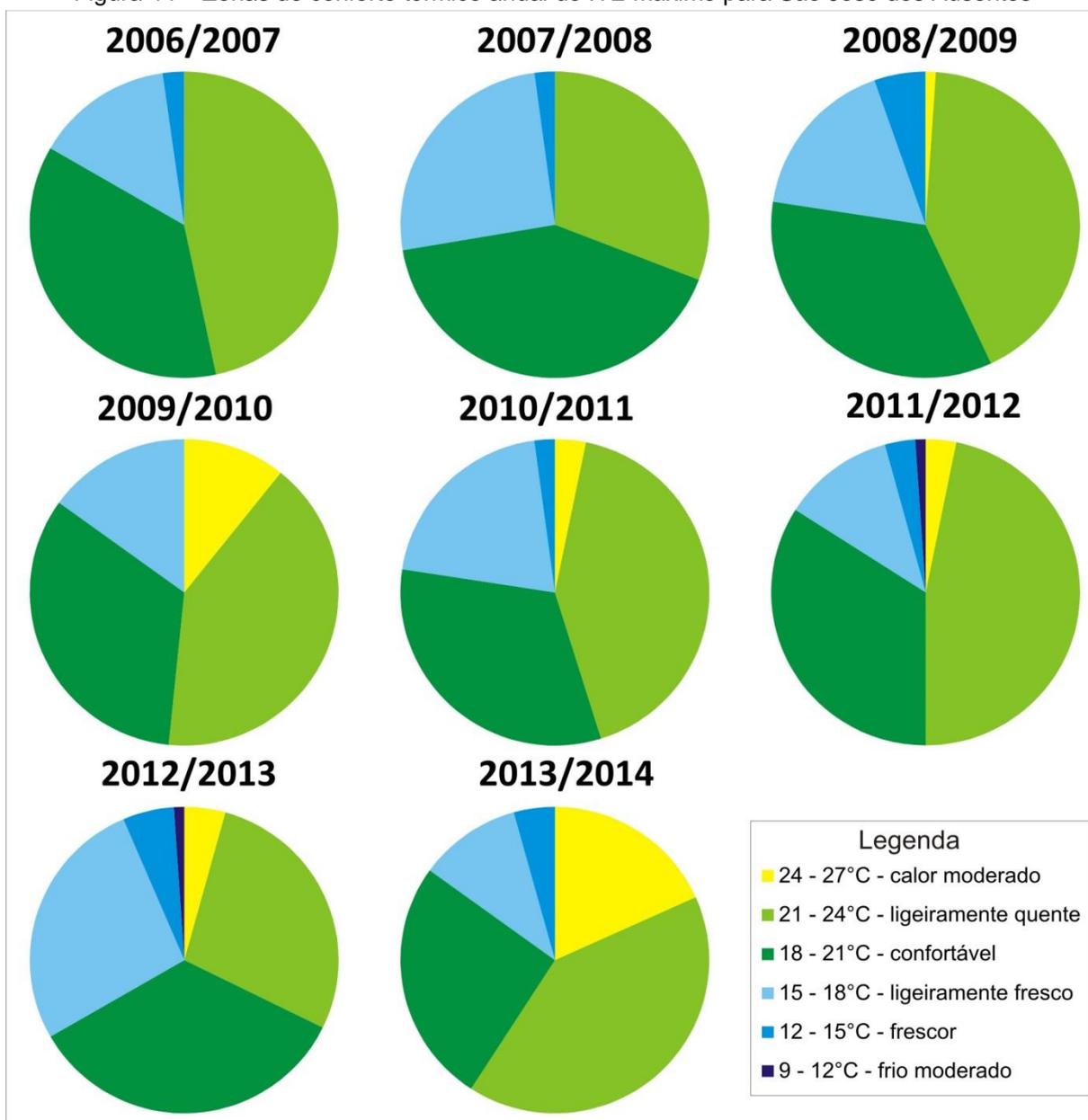
No verão 2013/2014 foram registrados índices de 14,09°C, 14,09°C, 14,56°C e 14,01°C, no qual se enquadra na faixa de sensação térmica de frescor, nos dias 04 de janeiro, 15 e 16 de fevereiro e 23 de março.

Sensação térmica na faixa do ligeiramente fresco ocorreu durante dez dias, no entanto destaca-se o dia 22 de março, com índice de 15,89°C. Já a sensação térmica confortável durou vinte e quatro dias, e na faixa de calor moderado a sensação térmica teve duração de dezessete dias. Nesse verão, a sensação que teve maior quantidade de dias foi a de ligeiramente quente, com trinta e oito registros.

Os índices de temperatura efetiva das máximas para São José dos Ausentes no período estudado foram marcados por sensações térmicas de ligeiramente quente e confortável, conforme mostram os gráficos da figura 44. Sensação térmica de ligeiramente fresco também foi sentida com expressividade em todos os períodos. No entanto, a máxima de ITE foram de calor moderado, que ocorreu a partir do verão de 2008/2009, e o menor valor do índice, frio moderado, ocorreu em 2011/2012 e 2012/2013.

A faixa de conforto ligeiramente quente é a mais frequente das máximas, exceto nos verões 2007/2008 e 2012/2013, que foram os mais amenos neste município. As máximas com sensação de frescor só não foram registradas no verão 2009/2010, que foi a estação com a segunda maior ocorrência de horas na faixa do calor moderado, superado pelo verão 2010/2014 que foi discrepante em termos das altas temperaturas efetivas.

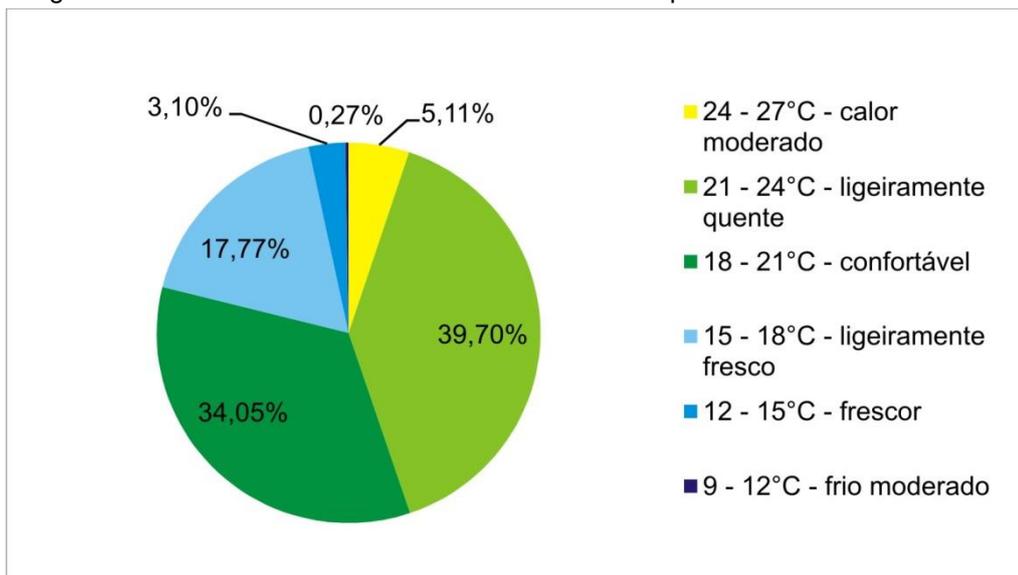
Figura 44 – Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para São José dos Ausentes



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Para o município de São José dos Ausentes foram feitas análises de setecentos e quarenta e três dias, sendo que destes, em dois dias ocorreram sensações térmicas de frio moderado (0,27%), conforme mostra a figura 45. A sensação de calor moderado representa 5,11%, o equivalente a trinta e oito dias. Entre os registros com mais frequência, está à sensação ligeiramente quente, com duzentos e noventa e cinco dias (39,70%), e que é seguido com 34,05% dos dias de sensação térmica confortável, ou seja, duzentos e cinquenta e três dias. Ainda, 3,10% das máximas não ultrapassaram o limite do frescor.

Figura 45 - Zonas de conforto térmico do ITE máximo para São José dos Ausentes



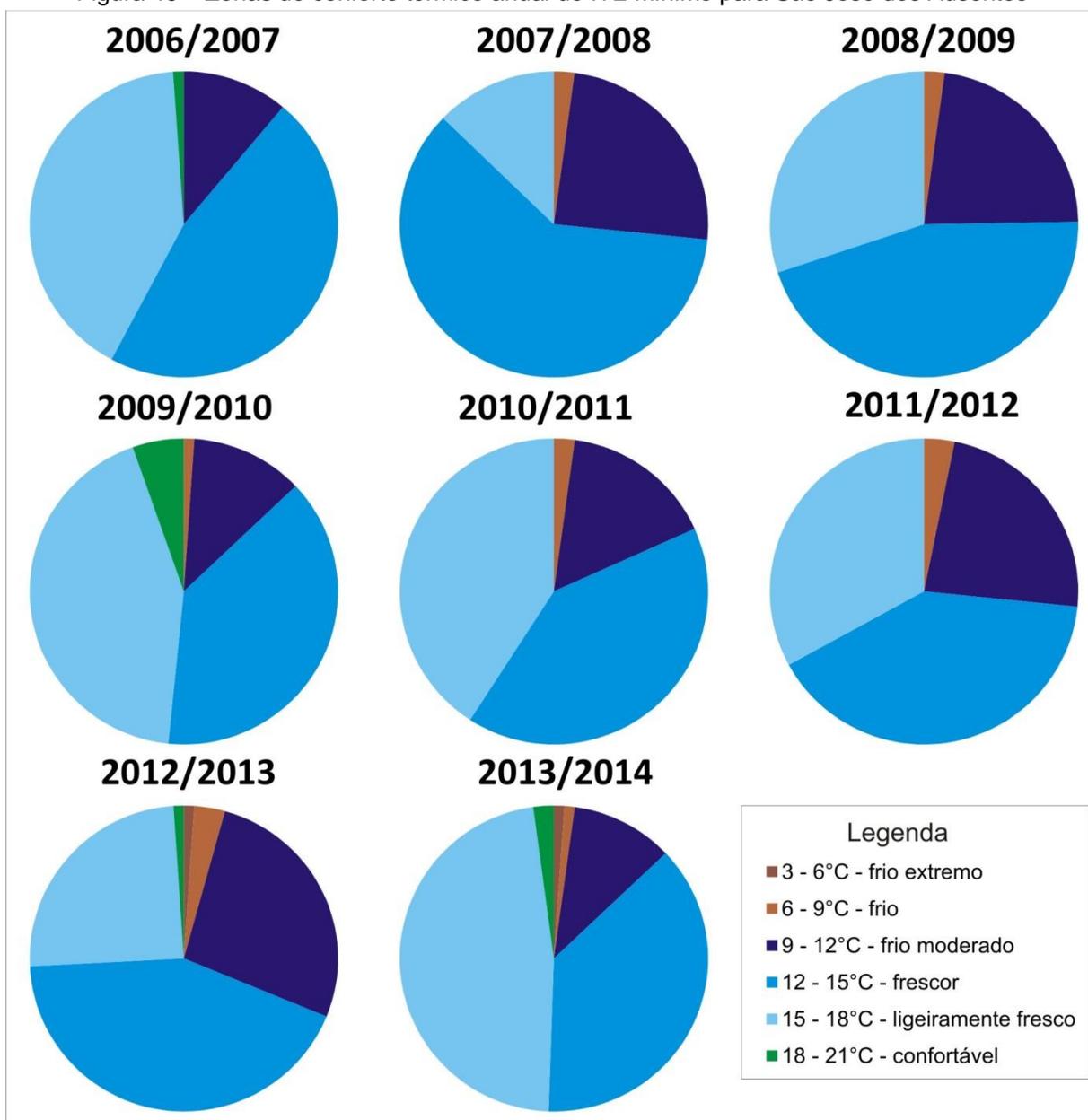
Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Sistematizando os resultados obtidos para São José dos Ausentes, percebe-se que esse município, por estar em uma altitude acima de 1000 m, apresentou índices de sensação térmica equivalente ao frio moderado, com valores inferiores a 12°C para as máximas diárias. A sensação térmica mais elevada foi de calor moderado, com índice máximo de 26,48°C em 06 de fevereiro de 2014. Este município apresentou com maior frequência sensação térmica ligeiramente quente e confortável.

As temperaturas efetivas mínimas (figura 46) mostraram que a sensação térmica variou predominantemente entre frescor e ligeiramente fresco, com índices oscilando entre 12°C a 18°C. Dentre os índices mínimos, sensação de frio extremo, com índice entre 3°C a 6°C, foi sentida nos verões de 2012/2013 e 2013/2014; a sensação térmica de frio foi percebida em todos os verões a partir de 2007/2008. Em contrapartida, a sensação mais elevada das temperaturas efetivas mínimas foi a de confortável, com índices variando entre 18°C a 21°C, e este ocorreu nos verões de 2006/2007, 2009/2010, 2012/2013 e 2013/2014.

Essa estatística é notadamente diferenciada em relação às outras estações até aqui apresentadas. São José dos Ausentes mostra-se uma ótima alternativa para as pessoas que não se sentem confortáveis com o verão nas demais regiões do RS.

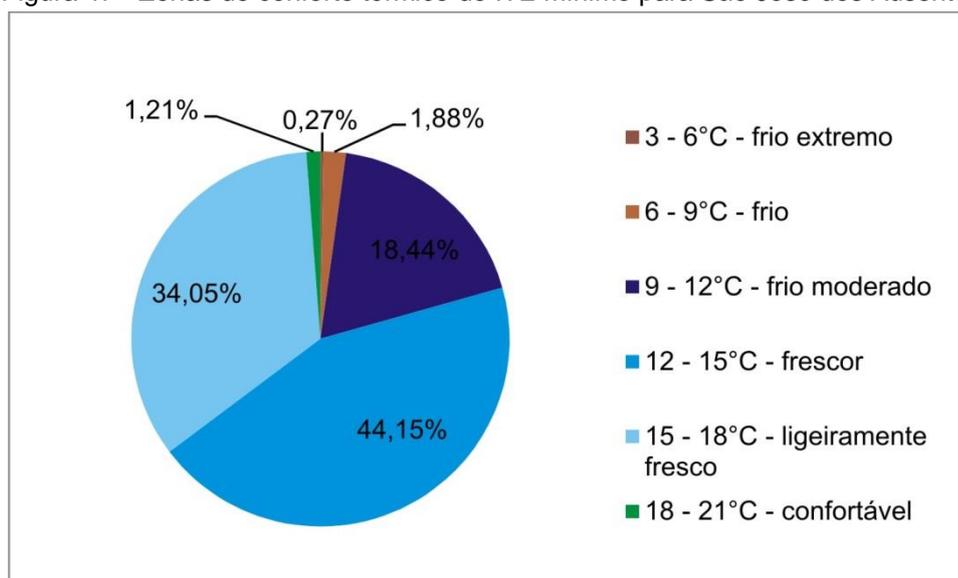
Figura 46 – Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para São José dos Ausentes



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Durante a totalidade de registros de temperatura efetiva mínima para São José dos Ausentes, 44,15% do tempo foi de sensação de frescor e outros 34,05% ligeiramente fresco (figura 47). A sensação de conforto ocorreu apenas em 1,21% do tempo, sensação de frio durante 1,88% e a de frio extremo em outros 0,27% do tempo total de registros.

Figura 47 - Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para São José dos Ausentes



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Em síntese, os verões de São José dos Ausentes foram mais amenos se comparado aos outros municípios em estudo, já que está localizado numa faixa de maior altitude, principal fator climático determinante dessa condição, conforme mostra a tabela 10, que apresenta os dados horários.

Em nenhum momento os índices ultrapassaram 27°C, e os registros de ligeiramente quente são poucos. A sensação térmica de calor moderado começou a aparecer no verão de 2008/2009, sendo mais perceptível durante os períodos de 2009/2010, durante 33 horas, e 2013/2014, durante 50 horas.

A sensação térmica de ligeiramente fresco foi a que predominou, ocorrendo acima 700 horas em todos os verões, sendo os dois últimos com menos ocorrência. As faixas de frescor e confortável oscilaram bastante na quantidade de horas de um ano para outro, ora uma ora outra, ocupando a segunda posição na frequência dos registros. Já a sensação de frio extremo foi sentida nos verões de 2012/2013 e 2013/2014, durante 1 e 7 horas respectivamente.

Tabela 10 – Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em São José dos Ausentes

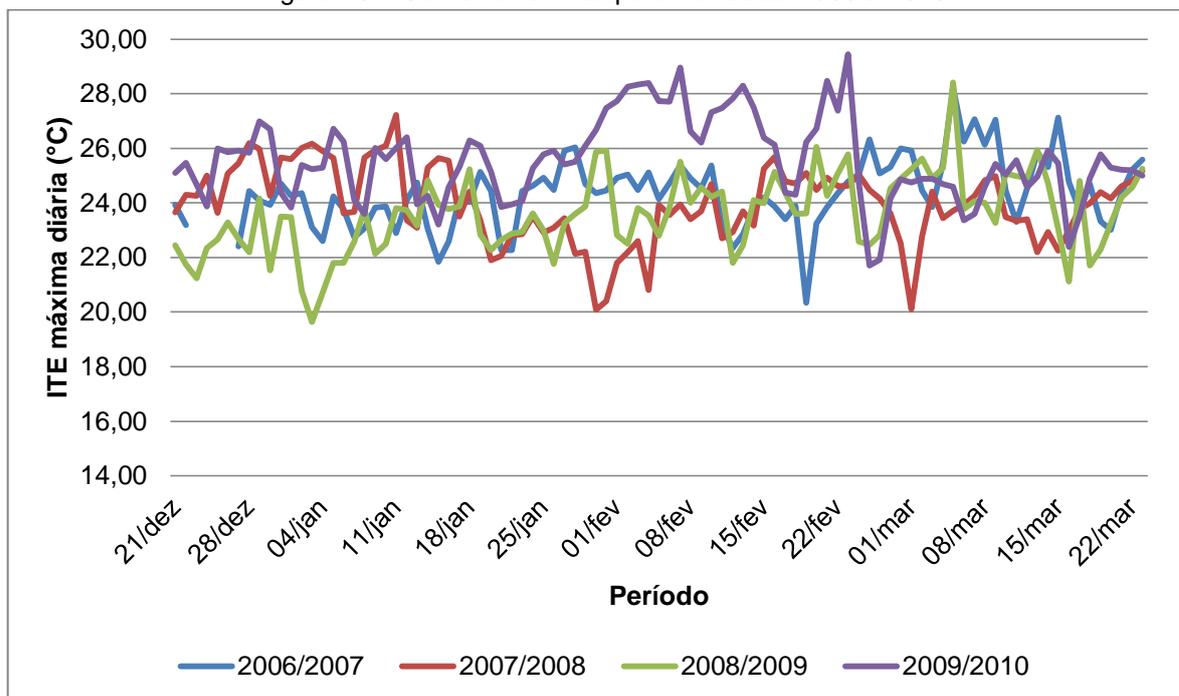
ITE/Ano	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
>30°C	0	0	0	0	0	0	0	0
27 - 30°C	0	0	0	0	0	0	0	0
24 - 27°C	0	0	4	33	5	6	12	50
21 - 24°C	190	89	135	215	153	229	131	301
18 - 21°C	576	412	464	667	498	454	386	587
15 - 18°C	902	885	879	884	996	878	777	797
12 - 15°C	449	696	568	377	461	501	670	424
9 - 12°C	69	167	158	53	110	181	243	59
6 - 9°C	0	7	8	1	6	7	12	7
3 - 6°C	0	0	0	0	0	0	1	7

Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

5.8 CONFORTO TÉRMICO EM TORRES

Os valores do índice de temperatura efetiva e respectiva sensação térmica para Torres (altitude de 8 m) durante os verões de 2006/2007 a 2009/2010 oscilaram entre 22°C a 27°C, como mostra a figura 48, com sensação térmica variando entre ligeiramente quente a calor moderado.

Figura 48 – Conforto Térmico para Torres de 2006 a 2010



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

O verão de 2006/2007 apresentou dois dias com valores de ITE baixos: 19 de fevereiro, com índice de 20,33°C e sensação térmica confortável, e no dia 15 de janeiro, com valor de 21,83°C e sensação ligeiramente quente.

Quanto aos índices máximos, Torres registrou, nos dias 05, 07, 09 e 15 de março, sensação térmica de calor, com valores de 28,22°C, 27,08°C, 27,06°C e 27,12°C. Os dados meteorológicos dos dias 23, 25 e 26 de dezembro de 2006 apresentaram falhas de registro.

O verão 2007/2008 foi marcado por apenas um dia de sensação térmica de calor, em 11 de janeiro com valor de 27,22°C. Nos dias 20 de janeiro e 01 de fevereiro os índices foram de 21,90°C e 21,79°C, sendo os dois mais baixos em relação aos quarenta e seis casos com sensação térmica ligeiramente quente. A sensação térmica confortável ocorreu apenas em 30 e 31 de janeiro, com valores de 20,09°C, 20,40°C, e em 04 e 29 de fevereiro, com índices de 20,80°C e 20,10°C.

No verão subsequente, 2008/2009, também ocorreu apenas um evento de índice máximo, no dia 05 de março, com valor de 28,40°C e sensação térmica de calor. A sensação térmica de ligeiramente quente ocorreu ao longo de cinquenta e cinco dias, com destaque para 22, 23 e 30 de dezembro, com ITE de 21,73°C, 21,23°C, 21,53°C, em 05, 06 e 26 de janeiro com 21,80°C, 21,81°C, 21,76°C, em 12 de fevereiro com índice de 21,80°C, e em 16 e 18 de março com 21,12°C e 21,70°C. A sensação de confortável ocorreu apenas nos dias 02, 03 e 04 de janeiro, com valores de 20,76°C, 19,64°C e 20,72°C.

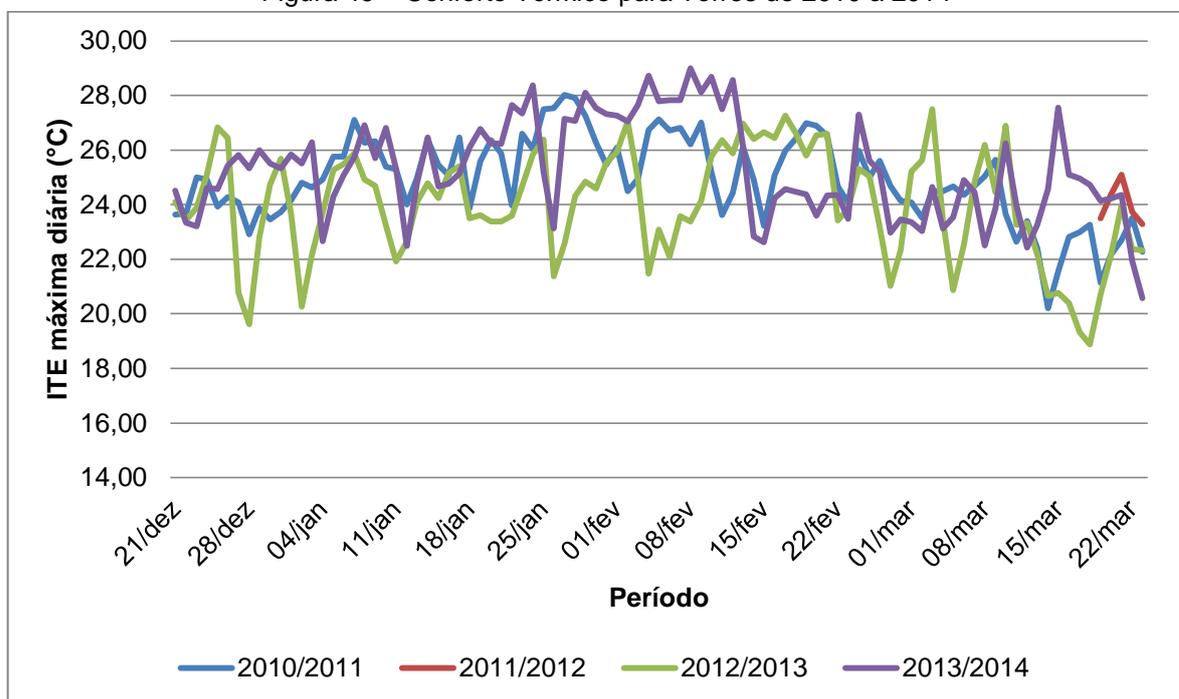
Para o verão 2009/2010 a sensação térmica mais amena foi a de ligeiramente quente. Dos treze registros, apenas dois dias se destacam 25 e 26 de fevereiro com índices a 21,70°C e 21,93°C. Nos dias 31 de janeiro, 01 a 07, 10 a 14, 21 a 23 de fevereiro a sensação térmica foi de calor, com valores oscilando entre os 27,33°C a 29,45°C.

O período de verão compreendido entre 2010/2011 a 2013/2014 teve índices de sensação térmica oscilando entre 22°C a 27°C, conforme a figura 49, sendo que os dados meteorológicos do verão de 2011/2012 não foram analisados em sua totalidade por conterem muitas falhas.

O verão de 2010/2011 foi marcado por um dia de sensação térmica confortável, com índice de 20,21°C no dia 14 de março. A sensação ligeiramente quente ocorreu durante vinte e cinco dias, sendo destacado 15 e 19 de março com

valores de 21,54°C e 21,14°C. A sensação térmica de calor ocorreu nos dias 07, 25 a 29 de janeiro, com ITE de 27,11°C, 27,50°C, 27,54°C, 28,03°C, 27,91°C, 27,25°C, e em 05 e 09 de fevereiro com valores de 27,13°C e 27,01°C.

Figura 49 – Conforto Térmico para Torres de 2010 a 2014



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Para os noventa e quatro dias do verão de 2011/2012, oitenta e oito dias apresentaram falhas de dados meteorológicos, e os outros seis dias apresentaram valores de sensação térmica na faixa dos 24°C.

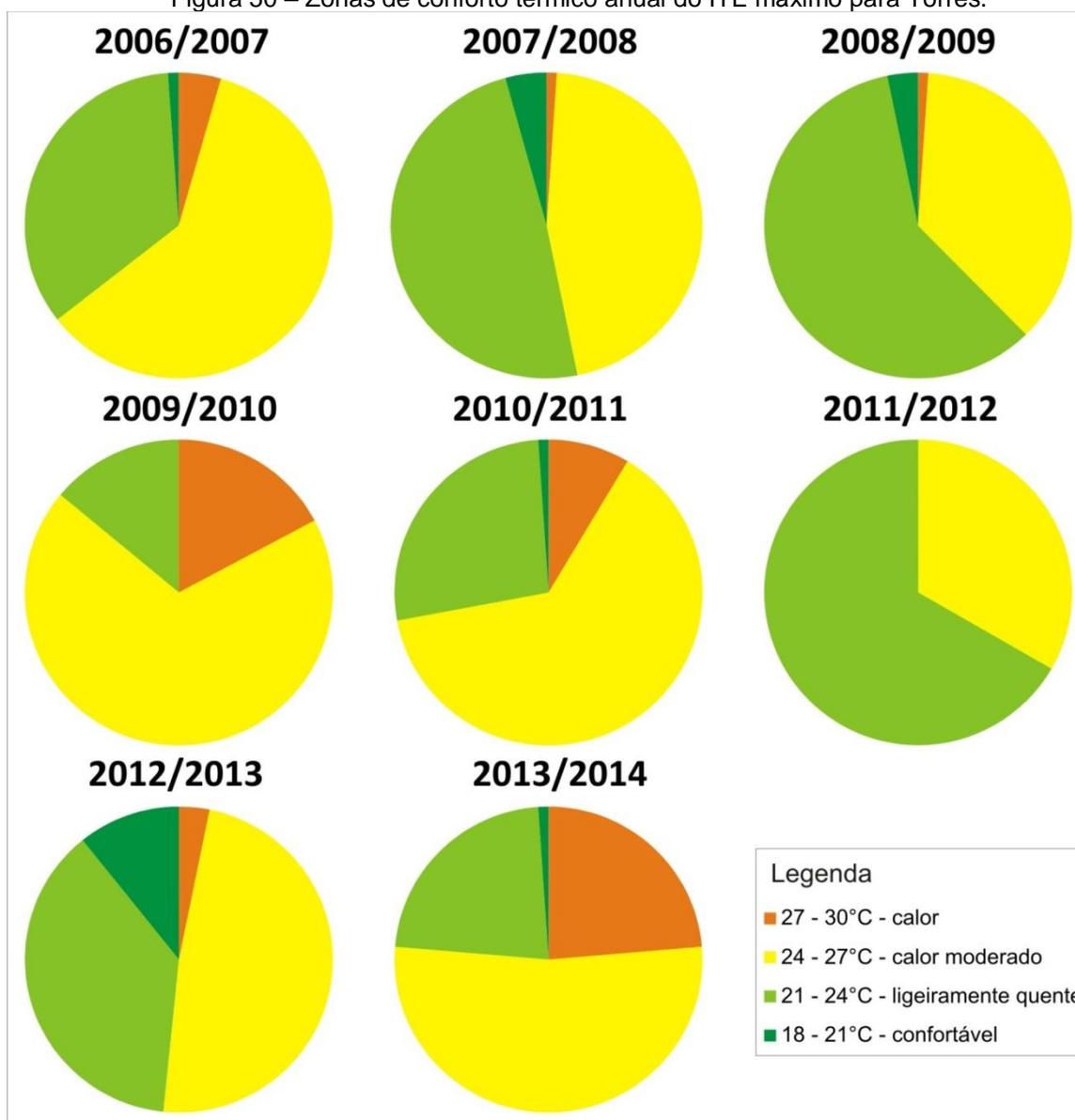
O verão de 2012/2013 foi marcado por valores de ITE mínimos na faixa térmica do confortável, ocorrido nos dias 27 e 28 de dezembro com índices de 20,76°C, 19,62°C, em 02 de janeiro com 20,26°C, em 05, 14 a 19 de março com valores de 20,86°C, 20,65°C, 20,76°C, 20,40°C, 19,32°C, 18,87°C e 20,71°C. Já os dias 11 e 26 de janeiro, com ITE de 21,92°C, 21,37°C, e 04 e 27 de fevereiro com 21,48°C e 21,01°C foram os destaques da faixa térmica do ligeiramente quente. A sensação de calor ocorreu nos dias 02 e 17 de fevereiro e 03 de março com índices de 27,05°C, 27,27°C e 27,50°C, respectivamente.

No verão 2013/2014 teve sensação térmica confortável apenas no dia 23 de março, com ITE de 20,58°C. Dos vinte e um dias na faixa da sensação térmica do ligeiramente quente, destaca-se o dia 22 de março, que teve índice de 21,95°C.

A sensação térmica de calor ocorreu nos dias 22 a 24, 27 a 31 de janeiro, com ITE de 27,65°C, 27,34°C, 28,38°C, 27,15°C, 27,07°C, 28,11°C, 27,54°C, 27,33°C, em 01 a 12 e 24 de fevereiro com valores de 27,26°C, 27,04°C, 27,65°C, 28,73°C, 27,80°C, 27,82°C, 27,82°C, 29,00°C, 28,13°C, 28,69°C, 27,50°C, 28,57°C, 27,30°C, e em 15 de março com índice de 27,56°C. No entanto, para esse verão a faixa de conforto que predominou, com quarenta e nove dias, foi a de calor moderado.

Durante todo o período de estudo o ITE oscilou entre índices de 21°C a 27°C, ou seja, sensação térmica entre calor moderado a ligeiramente quente, como mostra a figura 50.

Figura 50 – Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Torres.



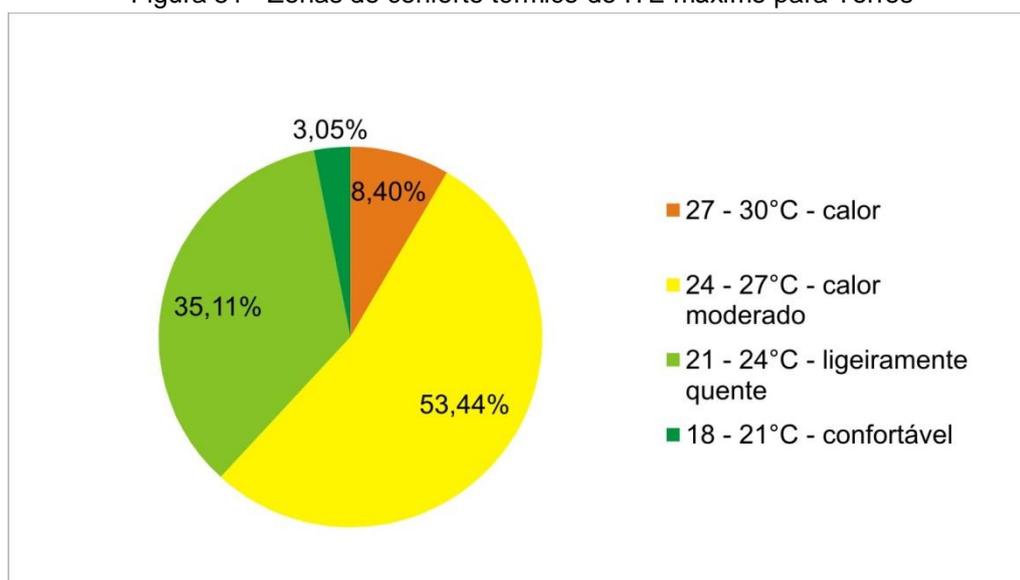
Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

A menor sensação térmica sentida foi de confortável, com índice entre 18°C a 21°C, e a máxima sensação térmica foi de calor, com valor de ITE entre 27°C a 30°C.

Nos verões 2006/2007, 2009/2010, 2010/2011, 2012/2013 e 2013/2014 a condição do calor moderado foi mais frequente. Em 2007/2008 e 2008/2009 predominou a condição do ligeiramente quente. A faixa do calor foi registrada em todos os anos analisados, com destaque para 2013/2014 e 2009/2010. Cabe reiterar que os registros de 2011/2012 são baseados em apenas seis dias.

Para Torres foram analisadas as máximas de ITE para seiscentos e cinquenta e cinco dias (figura 51), sendo destes trezentos e cinquenta dias, equivalente a 53,44% do total, de sensação térmica de calor morado e duzentos e trinta dias, 35,11%, foi de sensação ligeiramente quente. A faixa do confortável ocorreu em vinte dias, o equivalente a 3,05% do período total de estudo. O calor é registrado em 8,40% dos registros.

Figura 51 - Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Torres



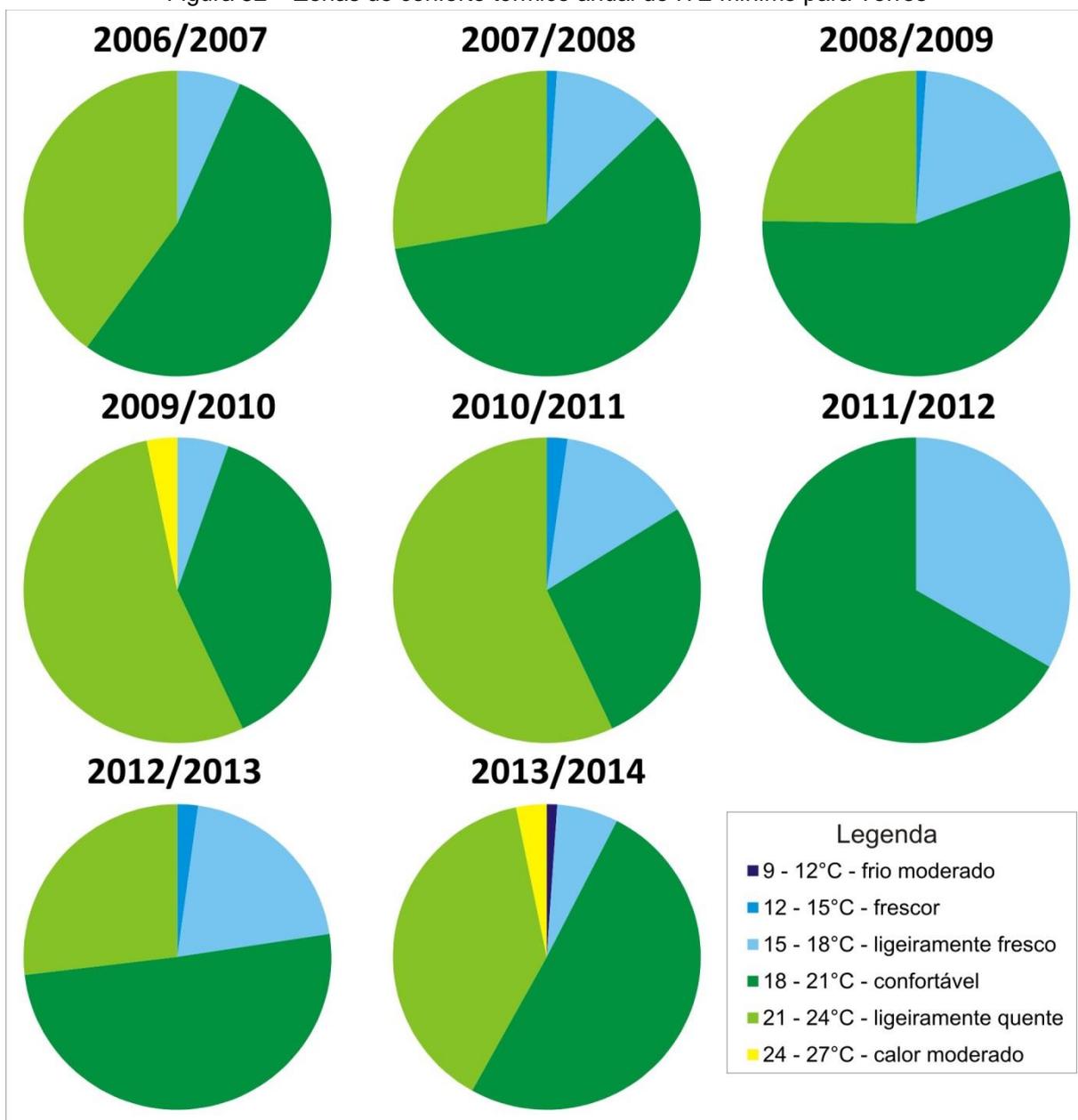
Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Em síntese, os dados foram analisados durante os sete verões para o município de Torres, e este apresentou sensação térmica oscilando entre ligeiramente quente e calor moderado. Sensações térmicas inferiores ao confortável não foram registradas.

Os gráficos da figura 52 mostram que a ITE mínima de Torres representa sensação térmica predominantemente de confortável e ligeiramente quente, com

mínimos de sensação térmica, como de frio moderado no verão de 2013/2014, e valores máximos, como de calor moderado, apenas nos verões de 2009/2010 e 2013/2014. A condição do ligeiramente fresco também ocorre em todos os anos, com destaque para 2008/2009, 2010/2011 e 2012/2013.

Figura 52 – Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Torres

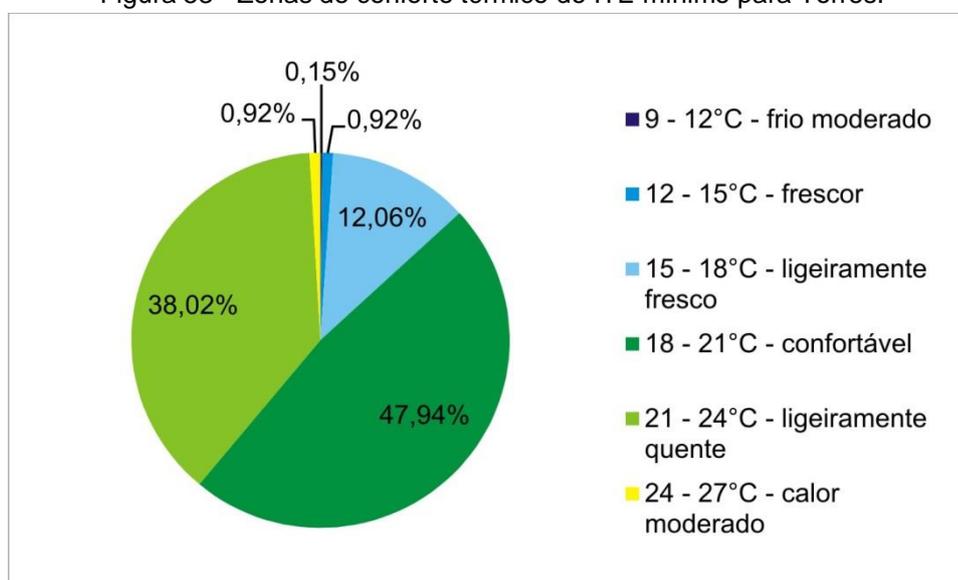


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Do registro total das temperaturas efetivas mínimas (figura 53), pode-se concluir que a predominância nos momentos mais frios do verão foi de sensações térmicas oscilando entre confortável e ligeiramente quente, com 47,94% e 38,02%,

respectivamente. A sensação de frio moderado ocorreu em apenas 0,15% do tempo, e de frescor em outros 0,92%. Já a sensação de calor moderado, que é a faixa mais quente percebida em Torres no período, também ocorreu em apenas 0,92% dos dias totais. O ligeiramente fresco ocorre em 12,6% dos dias.

Figura 53 - Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Torres.



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Em Torres, cada verão apresentou mais de 1000 horas na sensação térmica ligeiramente quente, sendo a faixa de conforto mais frequente, conforme mostra a tabela 11, (exceto em 2011/2012 quando houve registros em seis dias).

Tabela 11 – Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Torres

ITE/Ano	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
>30°C	0	0	0	0	0	0	0	0
27 - 30°C	6	1	2	90	12	0	7	93
24 - 27°C	407	321	181	844	625	10	405	605
21 - 24°C	1345	1283	1292	1060	1247	87	1087	1169
18 - 21°C	406	585	667	221	271	54	620	322
15 - 18°C	23	46	87	15	70	2	105	32
12 - 15°C	0	5	2	0	5	0	5	10
9 - 12°C	0	0	0	0	0	0	0	1
6 - 9°C	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

A sensação térmica de calor ocorreu em todos os verões, sendo mais expressivos em 2009/2010 e 2013/2014, com 90 e 93 horas respectivamente, e, em

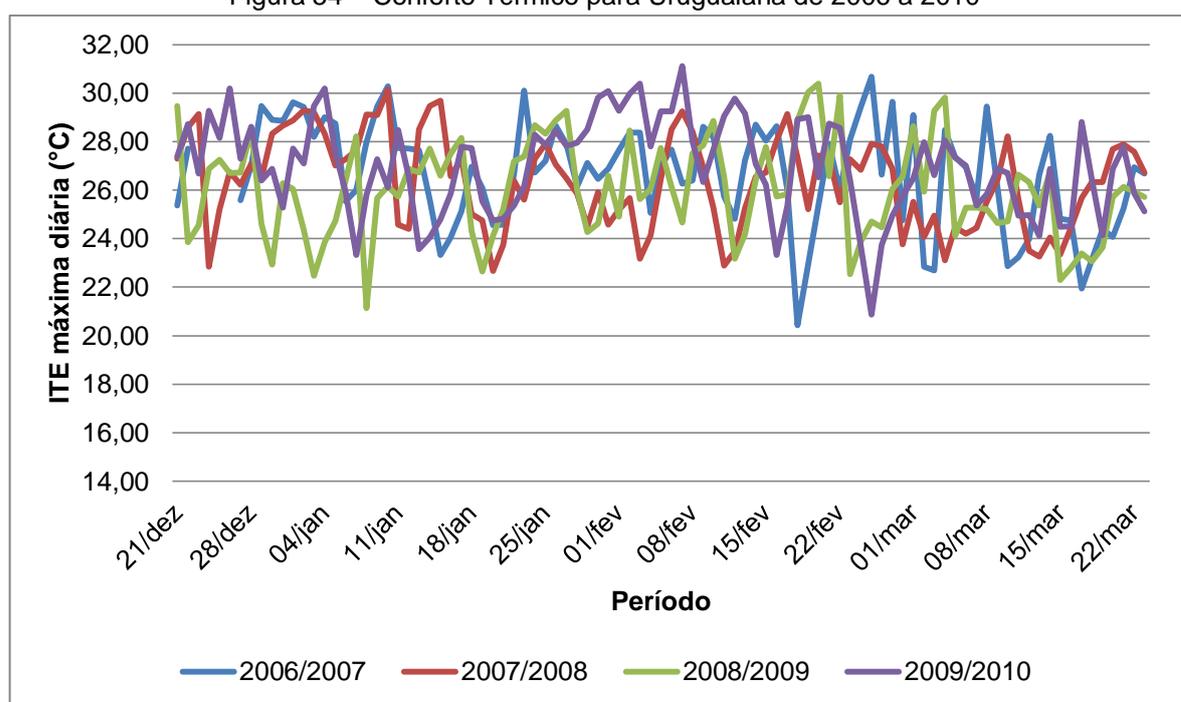
contraposição, 1 hora em 2007/2008. Além disso, no verão de 2013/2014 ocorreu sensação oposta em que foi registrado 1 hora de frio moderado.

As faixas térmicas de calor moderado e confortável oscilaram muito interanualmente, trocando a segunda posição na quantidade de registros. O verão de 2006/2007 foi o único em que a quantidade de horas foi similar entre essas duas faixas, com 407 e 406 horas respectivamente. Nos verões de 2009/2010, 2010/2011 e 2013/2014 a predominância foi de calor moderado, sendo que nos demais verões a sensação foi confortável.

5.9 CONFORTO TÉRMICO EM URUGUAIANA

Uruguaiana (altitude de 54 m) apresentou índices de sensação térmica oscilando entre 22°C a 30°C, com sensações térmicas entre ligeiramente quente e de calor, durante os verões de 2006/2007 a 2009/2010, conforme mostra a figura 54.

Figura 54 – Conforto Térmico para Uruguaiana de 2006 a 2010



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

O verão de 2006/2007 apresentou poucos valores de máximas e mínimas. Apenas o dia 18 de fevereiro, com índice de 20,43°C teve sensação térmica confortável. Dez dias registraram sensação ligeiramente quente, destacando 17 de

março com índice 21,95°C. Além desses, a faixa de calor extremo ocorreu apenas nos dias 10 e 23 de janeiro e 25 de fevereiro, com ITE de 30,28°C, 30,10°C e 30,66°C, respectivamente.

Já as faixas de sensação térmica de calor moderado e calor foram registradas durante trinta e sete e trinta e nove dias, respectivamente. Os dias 23, 25 e 26 de dezembro não houve análise, pois os dados apresentavam falhas.

No verão de 2007/2008 ocorreu apenas um valor de calor extremo, com 30,14°C no dia 10 de janeiro, e a faixa térmica mais amena nesse verão é a de ligeiramente quente. Sensações térmicas de calor moderado e calor são as que predominam neste período.

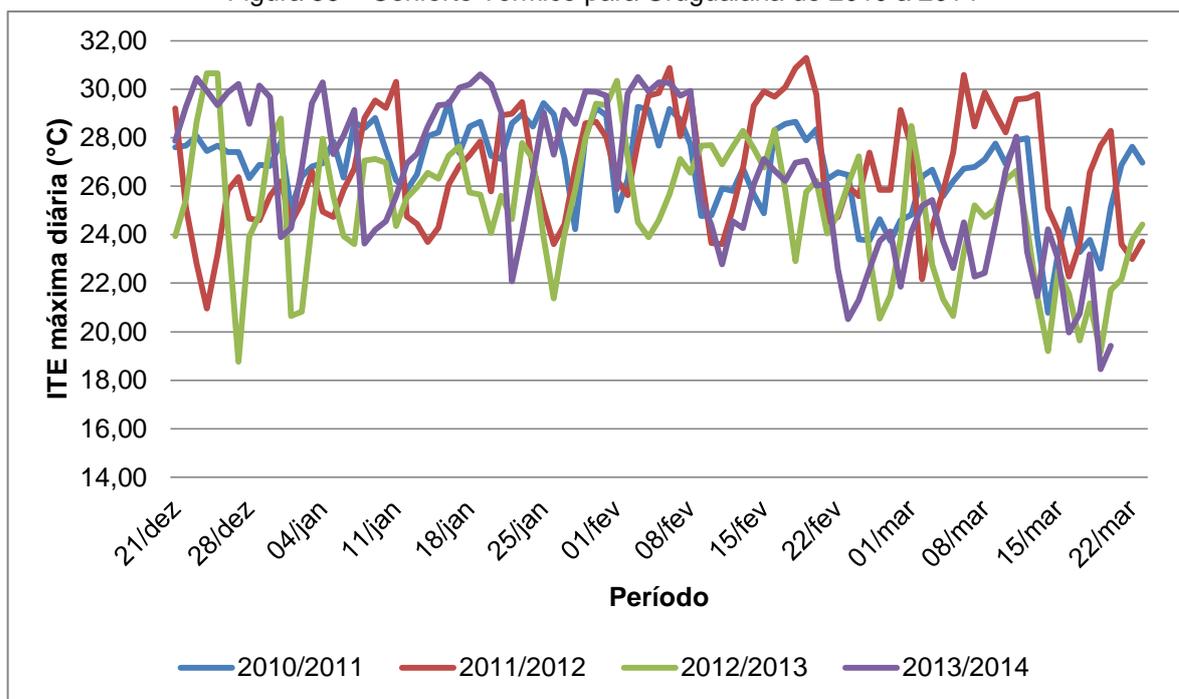
No verão seguinte, 2008/2009 também ocorreram poucos índices máximos, sendo dois registros de calor extremo, nos dias 19 e 20 de fevereiro com ITE de 30,04°C e 30,38°C. Ainda, apenas quatorze registros na faixa do ligeiramente quente, com destaque para o dia 08 de janeiro com valor de 21,14°C. A faixa do calor moderado foi registrada durante cinquenta e três dias, sendo este o mais extenso de todos os verões para este município.

Para o verão de 2009/2010 houve um evento de sensação térmica confortável, com valor de 20,88°C no dia 25 de fevereiro. Em contrapartida, a sensação térmica de calor extremo foi registrada nos dias 26 de dezembro com ITE de 30,19°C, em 04 e 31 de janeiro com 30,19°C e 30,08°C, e em 03 e 07 de fevereiro com índices de 30,38°C e 31,12°C.

A sensação térmica para Uruguaiana durante os verões de 2010/2011 a 2013/2014 está representada na figura 55, onde os índices oscilaram no mesmo intervalo do período anterior, entre 22°C e 30°C. Nos dois últimos períodos é possível verificar que houve uma queda dos valores de sensação térmica a partir do final do mês de fevereiro.

No verão de 2010/2011 ocorreu apenas um evento de sensação térmica confortável, que foi no dia 14 de março com índice de 20,77°C, sendo que o restante do verão se comportou dentro dos intervalos normais, com destaque para o de calor, com a maior quantidade de registros, quarenta e seis dias.

Figura 55 – Conforto Térmico para Uruguaiana de 2010 a 2014



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

No verão subsequente, 2011/2012, foram registrados em dois momentos a sensação térmica confortável, em 24 de dezembro e 23 de março, com índices de 20,97°C e 20,43°C. Em outros seis dias, 11 de janeiro, com ITE de 30,30°C, em 06, 17 a 19 de fevereiro, com valores de 30,87°C, 30,09°C, 30,86°C, 31,28°C, e em 05 de março com 30,58°C ocorreram sensações de calor extremo.

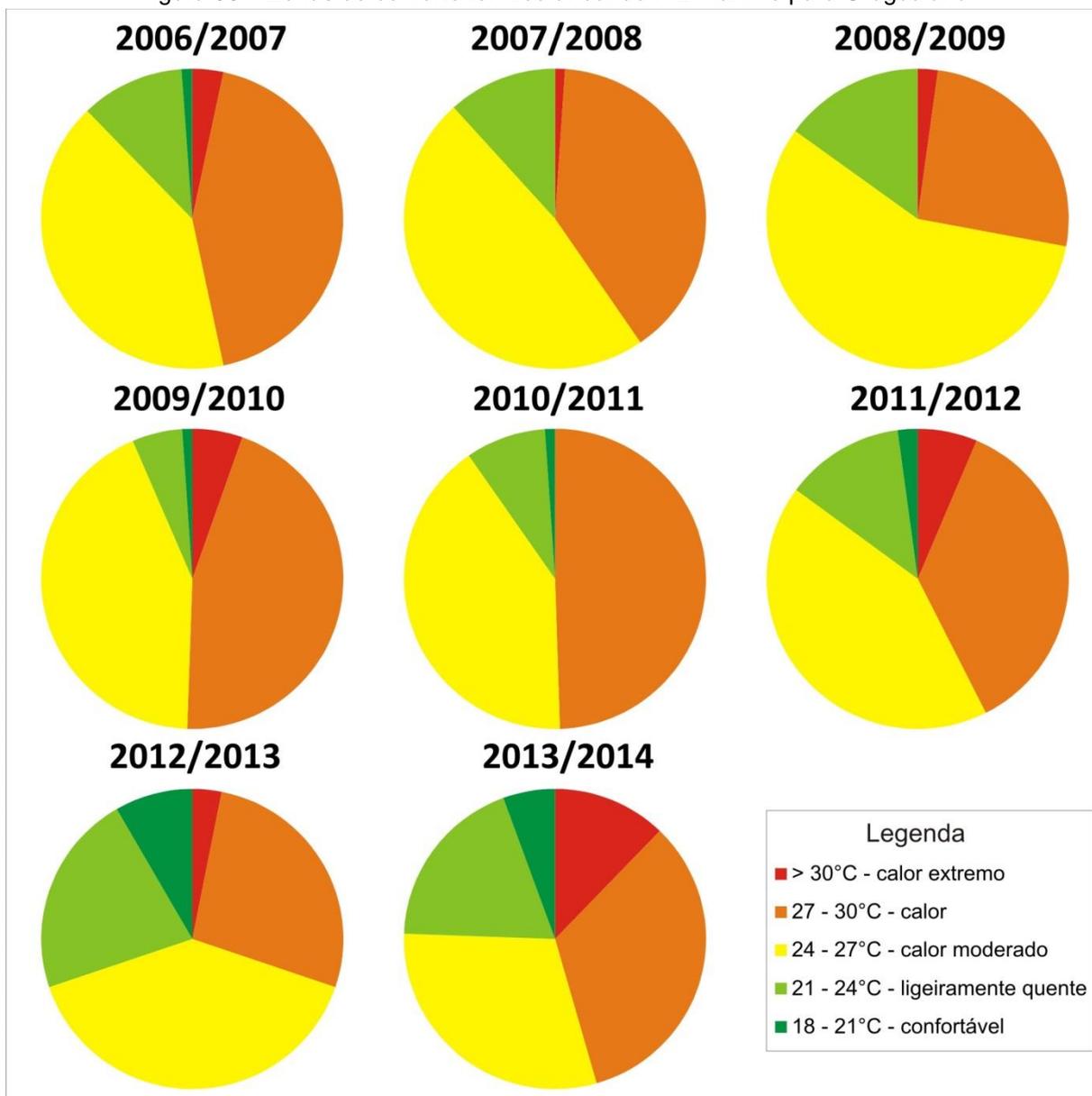
Para o verão de 2012/2013 vários foram os momentos com de valores térmicos amenos, como em 27 de dezembro com índice de 18,77°C, em 01 e 02 de janeiro com 20,66°C e 20,83°C, em 26 de fevereiro com ITE de 20,54°C, em 05, 14, 17 e 19 de março, com 20,65°C, 19,20°C 19,65°C e 19,15°C. Além deste, sensação de calor extremo ocorreu em 24 e 25 de dezembro, com índices a 30,64°C e 30,65°C e no dia 01 de fevereiro, com ITE de 30,34°C.

O último período deste estudo, o verão de 2013/2014, apresentou índices térmicos amenos e de máximas com maior frequência, como nos dias 26 de fevereiro com ITE de 20,52°C, entre 19 e 20, 22 e 23 de março, com índices de 19,97°C, 20,74°C, 18,46°C e 19,42°C e sensação térmica confortável. Já nos dias 26 e 30 de dezembro com valores de 30,46°C e 30,20°C, em 01, 07 e 20 a 23 de janeiro com ITE de 30,14°C, 30,27°C, 30,06°C, 30,20°C, 30,60°C, 30,22°C, e em 06,

08 e 09 de fevereiro com 30,51°C, 30,28°C e 30,25°C respectivamente, a sensação térmica correspondente foi a de calor extremo.

Em Uruguaiana as sensações térmicas predominantes durante os verões de análise foram de calor e calor moderado, com índices oscilando entre 24°C a 30°C, como mostra a figura 56.

Figura 56 – Zonas de conforto térmico anual do ITE máximo para Uruguaiana



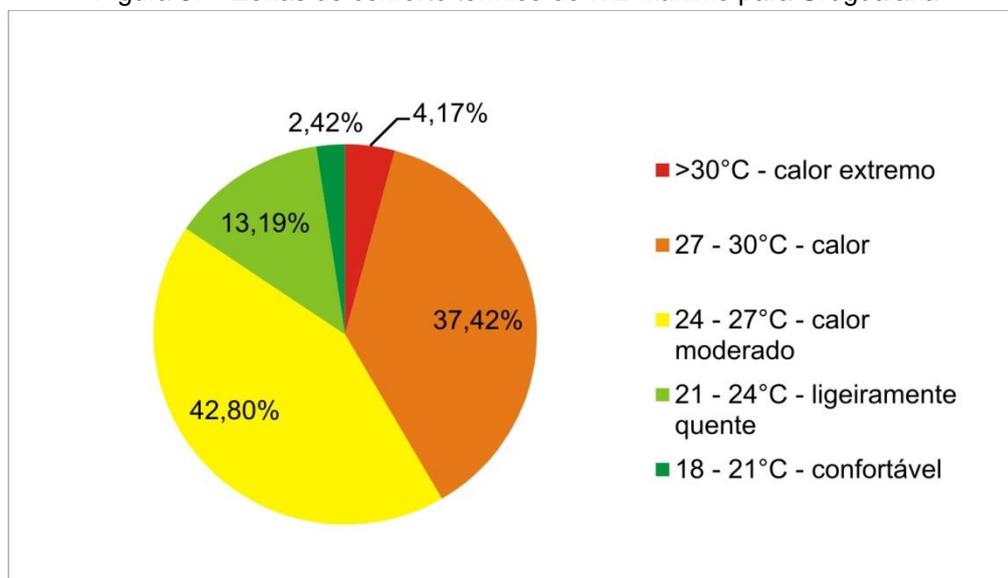
Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Sensação térmica de calor extremo, com ITE acima de 30°C, foi registrada em todos os verões, exceto em 2010/2011. A maior frequência de calor extremo ocorreu em 2011/2012 e 2013/2014 com seis e onze registros. A sensação térmica

confortável, com valor de 18°C a 21°C, foi a faixa com menos ocorrências de ITE máximo. A faixa do confortável ocorreu com maior frequência em 2012/2013 e 2013/2014, não ocorrendo nos verões 2007/2008 e 2008/2009.

Para o município de Uruguaiana foram analisados setecentos e quarenta e três dias de verão, deste total, trezentos e dezoito dias, ou 42,80% corresponderam à sensação térmica de calor moderado, outros duzentos e setenta e oito dias, 37,42%, foram de sensação térmica de calor e apenas trinta e um dias, ou 4,17% das máximas, de calor extremo. Além dessas faixas de sensação térmica, apenas dezoito dias, equivalente a 2,42%, foi de sensação térmica confortável, conforme mostra a figura 57.

Figura 57 - Zonas de conforto térmico do ITE máximo para Uruguaiana

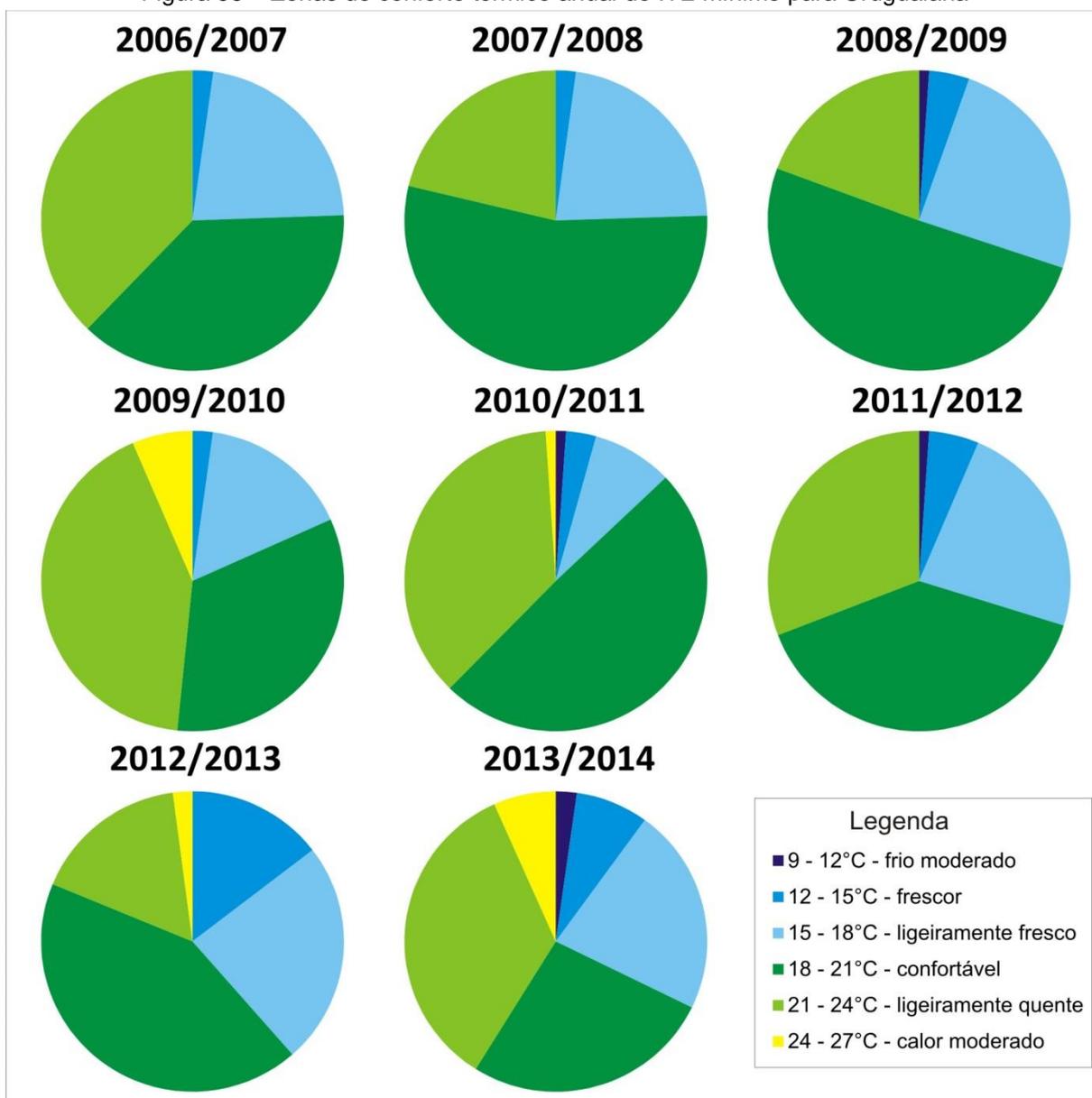


Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

No que tange as ITE mínimas (figura 58), Uruguaiana apresenta sensação térmica predominante entre confortável e ligeiramente quente, com valores oscilando entre os 18°C a 24°C. A partir do verão de 2008/2009, com exceção aos de 2009/2010 e 2012/2013, foram registrados índices de 9°C a 12°C, cuja sensação térmica é de frio moderado.

As faixas de frescor e ligeiramente quente ocupam boa parcela das mínimas, especialmente nos verões 2012/2013 e 2013/2014. As menores ocorrências destas, foram nos verões 2009/2010 e 2010/2011.

Figura 58 – Zonas de conforto térmico anual do ITE mínimo para Uruguaiiana



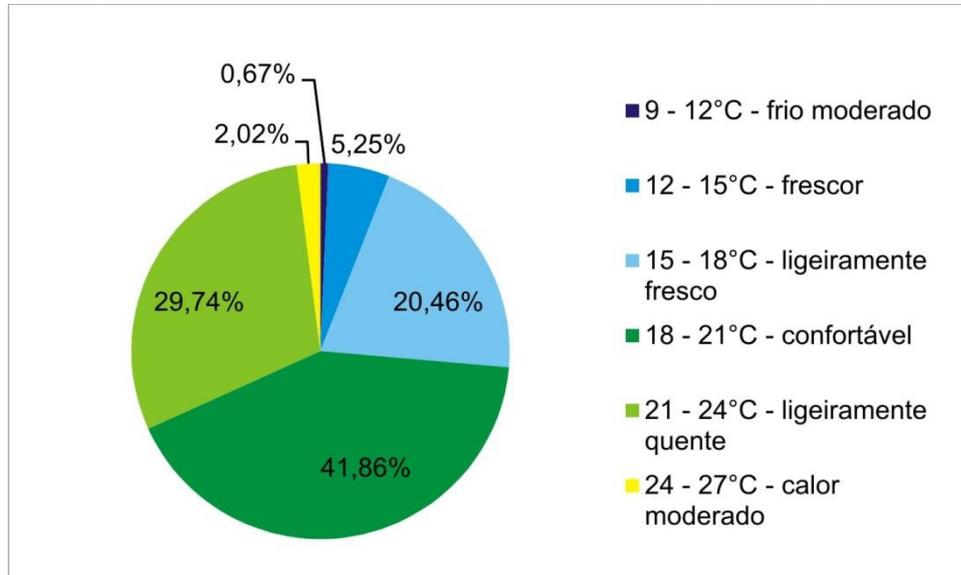
Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

A sensação térmica de calor moderado, com valores entre 24°C a 27°C, ocorreu durante os verões de 2009/2010 a 2013/2014, exceto em 2011/2012. Considerando que as mínimas ocorrem ao amanhecer, principalmente no verão, é seguro afirmar que as madrugadas foram desconfortáveis para o sono no quesito de conforto térmico.

Na figura 59 é possível visualizar a quantidade, em porcentagem, das horas de sensação térmica das temperaturas efetivas mínimas ocorridas em Uruguaiiana. Da totalidade de horas, 41,86% dos registros a sensação térmica foi confortável, ao passo que durante 29,74% do período a sensação foi ligeiramente quente. A

sensação térmica de frio moderado ocorreu em apenas 0,67% dos dias e, a sensação mais quente baseado na ITE mínima, que foi de calor moderado, ocorreu em 2,02% dos registros.

Figura 59 - Zonas de conforto térmico do ITE mínimo para Uruguaiiana.



Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

Resumindo o contexto de Uruguaiiana, percebe-se que a sensação térmica no verão foi mais estável nos períodos de 2006/2007, 2007/2008 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011, apresentando poucos valores de máximas e mínimas. A partir do verão de 2011/2012 os índices de conforto oscilaram com maior frequência, apresentando, inclusive, mais dias com valores de conforto térmico nas máximas, seja de sensação confortável, ligeiramente quente ou calor extremo, e também a ocorrência de índices mínimos, em uma condição de frio.

Na análise dos dados horários, nota-se que Uruguaiiana registrou mais de 650 horas de sensação térmica ligeiramente quente em cada verão, sendo a faixa mais frequente, como mostra a tabela 12, exceto o verão 2009/2010, que por 7 horas a mais de diferença, teve como faixa predominante a sensação de calor moderado. A sensação térmica de frio moderado ocorreu nos verões de 2008/2009, 2010/2011, 2011/2012 e 2013/2014, sendo neste o mais expressivo, com 12 horas.

Tabela 12 – Quantidade de horas por faixa de sensação térmica em Uruguaiiana

ITE/Ano	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
>30°C	5	1	3	13	0	16	11	26
27 - 30°C	251	206	149	295	251	279	136	334
24 - 27°C	588	584	568	746	651	562	436	545
21 - 24°C	830	857	838	738	832	791	759	658
18 - 21°C	387	493	519	355	396	428	558	454
15 - 18°C	109	108	136	74	70	156	266	174
12 - 15°C	13	6	14	9	24	22	66	29
9 - 12°C	0	0	4	0	7	1	0	12
6 - 9°C	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: INMET, 2014. Elaborado por Tais B. Baldasso.

5.10 DISTRIBUIÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO

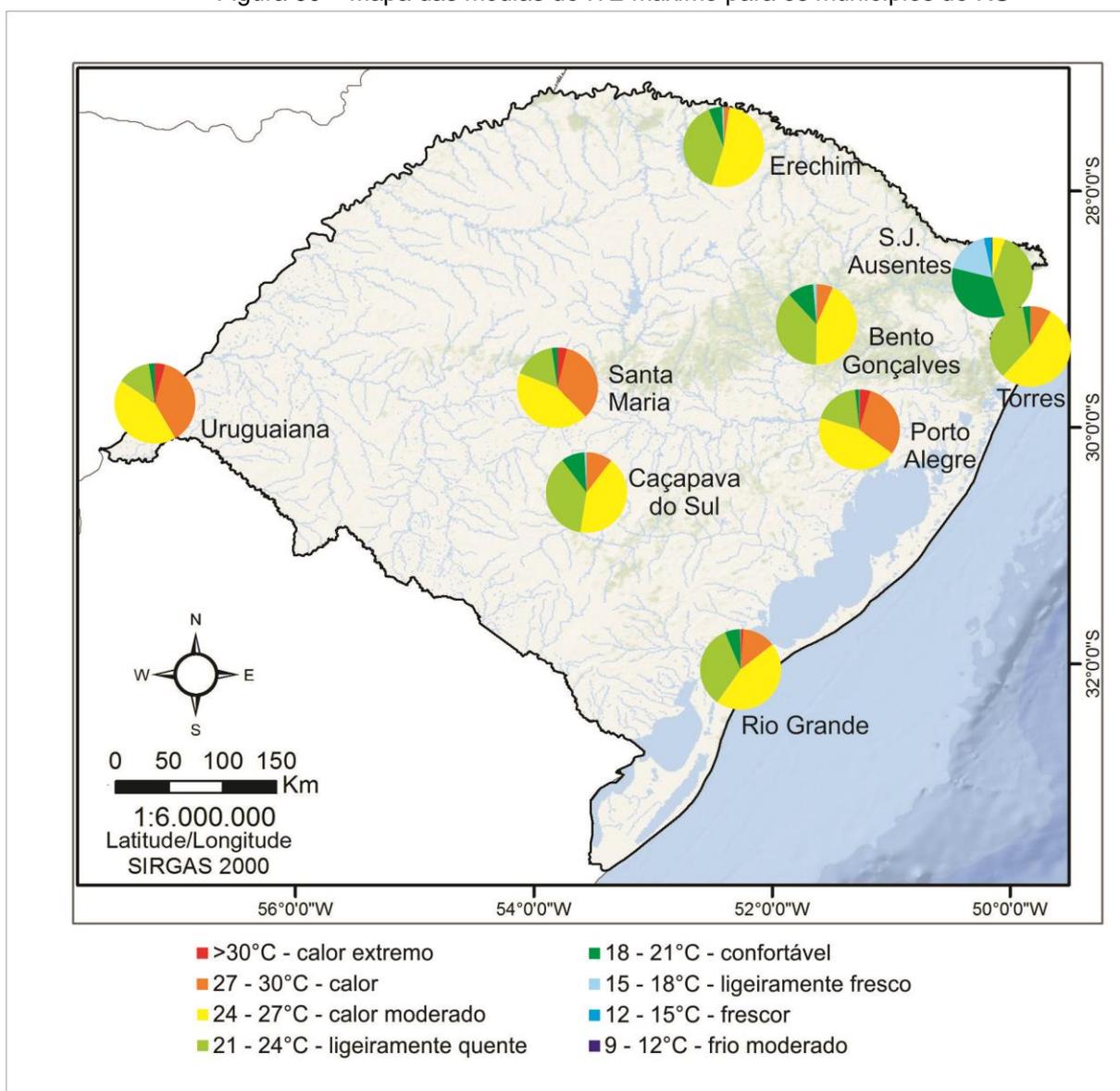
O clima do RS é influenciado por diversos fatores, conforme já descrito no capítulo 2. Os mapas das figuras 56 e 57 mostram a variabilidade do conforto térmico para os nove municípios do RS, usando a condição média do ITE aplicado para temperaturas máximas e mínimas.

O mapa da figura 60 apresenta as características dos municípios em termos de valores de ITE para as máximas diárias. A espacialização das informações permite analisar a variabilidade das condições de conforto no verão considerando fatores como latitude, altitude e continentalidade.

As estações localizadas na porção central do RS, no sentido de oeste a leste, Uruguaiiana, Santa Maria e Porto Alegre, tiveram maior frequência com ITE das máximas na sensação térmica de calor extremo. A estação de Rio Grande, no litoral sul do estado, também apresentou registros nesta faixa de conforto, aspecto que não foi registrada na estação de Torres, que da mesma forma se encontra em área litorânea, mas avizinhada por outra condição geomorfológica, dada a proximidade com a escarpa da formação serra geral.

Com exceção de São José dos Ausentes, os demais municípios apresentaram registros na faixa do calor, especialmente Uruguaiiana, Santa Maria e Porto Alegre. Erechim e Bento Gonçalves são os municípios que têm menor frequência de ocorrências nessa faixa térmica.

Figura 60 – Mapa das médias do ITE máximo para os municípios do RS



Fonte: INMET, 2016; IBGE, 2016. Elaborado por Tais B. Baldasso.

O calor moderado é predominante nas cidades de Torres e Erechim, pois mais da metade dos dias as máximas ficam nessa faixa de conforto. Com exceção de São José dos Ausentes, onde os ITE máximos correspondem a 5,11% dos dias, essa faixa de conforto é a mais frequente em todas as demais cidades.

A faixa de conforto ligeiramente quente predomina em São José dos Ausentes, e é a segunda faixa mais frequente nos municípios de Bento Gonçalves, Caçapava do Sul, Erechim, Rio Grande e Torres. Em Porto Alegre, Santa Maria e Uruguaiana, é a terceira faixa com mais ocorrências, pois nesses municípios predominam o calor moderado e calor.

A condição confortável predomina em São José dos Ausentes, seguido por Bento Gonçalves, Caçapava do Sul e Rio Grande. As demais cidades apresentam um pequeno percentual de seus registros na faixa de sensação confortável.

A faixa térmica de ligeiramente fresco é expressiva em São José dos Ausentes e ocorre de forma circunstancial em Bento Gonçalves, Caçapava do Sul, Erechim, Porto Alegre e Rio Grande. A faixa de frescor e frio moderado são registrados apenas em São José dos Ausentes, sendo que a altitude é o fator diretamente responsável por estas ocorrências.

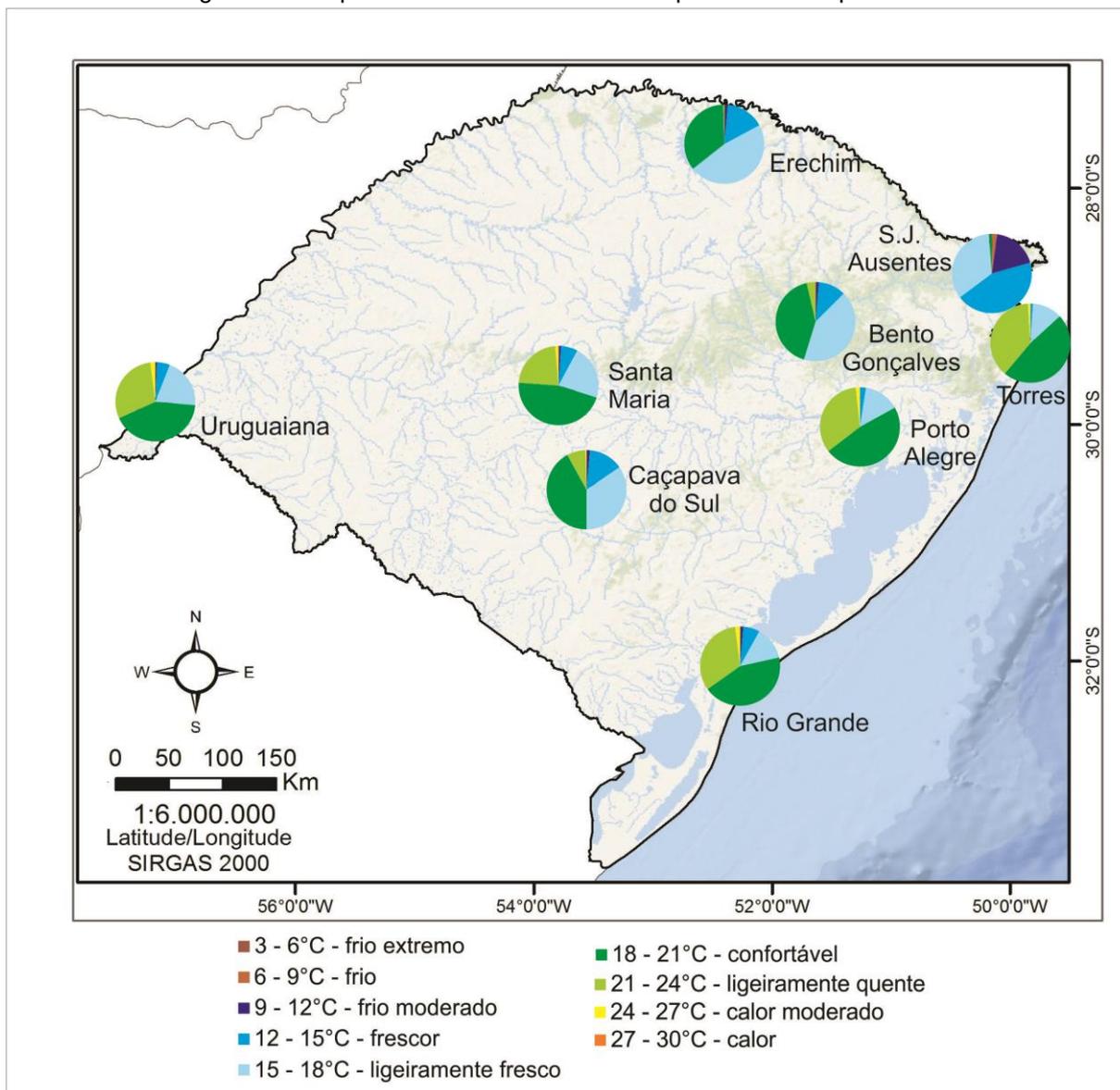
O mapa da figura 61 mostra os valores dos índices de temperatura efetiva mínimas para o RS. A faixa de conforto predominante no RS, à exceção de São José dos Ausentes, é a de confortável, com destaque para os municípios de Torres, que representou 47,94% nesta condição térmica, seguido por Porto Alegre (47,61%), Santa Maria (46,23%), Rio Grande (43,67%), Caçapava do Sul (42,03%) e Uruguaiana (41,86%).

Dos municípios com a maior quantidade de índices na faixa do confortável, apresenta, com exceção de Caçapava do Sul, a faixa do ligeiramente quente como a segunda faixa de conforto térmico que mais ocorreu durante o período de análise. Todos esses municípios apresentam altitude inferior a 103 m. Caçapava do Sul, por ter altitude de 421 m, teve sensação de ligeiramente fresco como a predominante em segundo lugar.

Bento Gonçalves e Erechim possuem altitude acima de 600 m, o que justifica a predominância da sensação térmica de ligeiramente fresco (42,25% e 47,24% respectivamente), seguido pela de confortável (41,70% e 35,26% respectivamente).

Municípios como Bento Gonçalves, Erechim, Santa Maria e São José dos Ausentes apresentaram índices de sensação térmica de frio, com valores de 0,14%, 0,13%, 0,13% e 1,88% respectivamente, algo que não ocorre nas demais cidades. A sensação de frio moderado foi sentida em todos os municípios com índices inferiores a 1,37% dos registros ocorrido em Caçapava do Sul. Exceção é em São José dos Ausentes que apresentou 18,44% nesta faixa.

Figura 61 - Mapa das médias do ITE mínimo para os municípios do RS



Fonte: INMET, 2016; IBGE, 2016. Elaborado por Tais B. Baldasso.

São José dos Ausentes possui altitude de 1229 m. A sensação térmica que predomina neste município é a de frescor, com média de 44,15%, seguido por 34,05% da sensação ligeiramente fresco. São José dos Ausentes é a cidade mais fria do RS, sendo que os ITE mínimos apresentaram valores na faixa de frio (1,88%) e frio extremo (0,27%) para o período de verão. A sensação mais amena pode ser sentida nos dias em que a faixa térmica esteve no confortável (1,21%), sendo esta a de maior sensação térmica. As mínimas em São José dos Ausentes nunca alcançaram a faixa de ligeiramente quente.

A sensação térmica ligeiramente quente foi a segunda faixa de conforto mais sentida nos municípios de Torres (38,02%), Porto Alegre (33,83%), Rio Grande

(32,83%), Uruguaiana (29,74%) e Santa Maria (22,51%). Isso significa que, mesmo no fim da madrugada, continua causando desconforto pelo calor.

A sensação térmica de calor moderado para os ITE mínimos pode ser sentida em seis municípios, Rio Grande, Torres, Porto Alegre, Santa Maria, Caçapava do Sul e Uruguaiana. A condição morfológica e a localização geográfica desses municípios influenciam para que os valores de ITE mínimo pudessem ser elevados.

A sensação de calor foi sentida apenas em Santa Maria, em 0,13%, e é um município que está localizado na depressão central do RS, distante do oceano e cercado por morros e escarpas, especialmente na parte norte da cidade, o que dificulta a ação do vento, como agente de dispersão do calor. Nessa cidade também não ocorre nenhum grande corpo hídrico, aspecto que poderia aliviar a situação.

Uruguaiana, ainda que apresente maior continentalidade, está localizada as margens do rio Uruguai, e tal condição pode ser um fator que alivia as temperaturas durante a noite e madrugada.

6 CONCLUSÕES

Os estudos sobre o conforto térmico utilizando séries de dados horários de estações automáticas são praticamente inexistentes no RS. A partir de 2006 com a expansão da rede automatizada no RS tornou-se viável o estudo das condições de conforto térmico, em alta resolução temporal, do cotidiano das pessoas nas diferentes regiões geográficas do Estado.

Observou-se que o RS possui significativa variabilidade na percepção do conforto térmico durante o verão, resultante da sua localização geográfica, diferentes altitudes e características de continentalidade.

Na espacialidade dos resultados de conforto térmico foi identificado que o fator altitude é um dos principais responsáveis pela diferenciação das condições percebidas no verão, com faixas de conforto amenas, especialmente para São José dos Ausentes.

Outro fator importante é a continentalidade, haja vista que os municípios com altitudes semelhantes entre si, como Santa Maria (altitude de 103 m) e Uruguaiana (altitude de 74 m), se comparadas aos municípios litorâneos de Torres e Rio Grande, que estão ao nível do mar, apresentam condições de conforto nas faixas de calor e calor extremo durante o verão, enquanto que em Torres e Rio Grande estão nas faixas de calor moderado e ligeiramente quente.

Ao analisar os valores mínimos e máximos diários do ITE de cada verão, se nota uma grande variabilidade interanual (entre as faixas térmicas de confortável para ligeiramente fresco nas mínimas e de ligeiramente quente e calor moderado para as máximas), aspecto que também é destacado quando se avalia a quantidade de horas em que cada município esteve em cada faixa térmica.

As máximas do ITE, com valores associados às faixas de calor e calor extremo são associados à condição de circulação atmosférica do verão, especialmente a massa tropical continental, que atua quase todos os anos durante quatro a oito dias, gerando valores de máximas e mínimas elevadas, bem acima das médias. Essa ocorrência dá origem a um fenômeno denominado de onda de calor.

Percebe-se, ainda, que as ondas de calor ocorridas no RS, faixa de conforto acima de 24°C para as mínimas, e superior a 27°C para as máximas, foram registradas em todas as estações meteorológicas analisadas, ocorrendo, em cada município valores de ITE mais elevados tanto nas mínimas como nas máximas.

Identificaram-se nos nove municípios investigados três padrões de conforto térmico para os verões de 2006/2007 a 2013/2014, determinados pela altitude, continentalidade e circulação atmosférica predominante (Torres e Rio Grande). A região central do RS é a que apresentou ITE mais elevado, com maior sensação de desconforto pelo calor.

Os municípios de Porto Alegre, Santa Maria e Uruguaiana apresentam maiores índices de temperatura efetiva, correspondendo às faixas de conforto de ligeiramente quente, calor moderado e calor, com ocorrências frequentes de calor extremo, que corresponde a valores de ITE acima de 30°C. As máximas do ITE permanecem, em média, abaixo de 3% na faixa do confortável nas três cidades.

Já a sensação térmica que predomina nos municípios de Bento Gonçalves, Caçapava do Sul, Erechim, Rio Grande e Torres correspondem as faixas de calor moderado e ligeiramente quente. Os municípios litorâneos apresentam, na sequência de conforto térmico, maior quantidade de sensação de calor, se comparado a Bento Gonçalves e Erechim. Caçapava do Sul registrou um equilíbrio térmico, com diferença de apenas 1,1%, entre as faixas de confortável e de calor.

O município de São José dos Ausentes é a exceção térmica no padrão dos nove municípios. Localizado sobre o planalto meridional com altitude de 1229 m, apresenta índices inferiores em relação aos demais, com predominância de sensação térmica ligeiramente quente e confortável. Durante o verão, a máxima sensação térmica sentida é a de calor moderado, representada em apenas 5,11% do período. Além disso, São José dos Ausentes foi o município que registrou maior quantidade de índices na faixa do ligeiramente fresco e de frescor, e foi o único a registrar ITE na faixa térmica de frio moderado.

A ITE dos dados horários mostra quatro diferentes padrões de sensações térmicas, identificadas pela quantidade de horas em cada faixa de conforto.

Porto Alegre, Santa Maria e Uruguaiana tem maior quantidade de horas (acima de 650 horas) na faixa do ligeiramente quente, seguido pela de calor moderado e, em alguns verões, na de confortável. A faixa do calor é frequente em

todos os anos e o calor extremo é circunstancial, com expressiva quantidade de horas nesta faixa nos verões de 2009/2010 e 2013/2014.

Rio Grande e Torres também registraram ITE predominante na faixa de ligeiramente quente (acima de 960 horas), seguidos pela faixa de confortável e calor moderado. A faixa do calor ocorre as duas cidades, entretanto o calor extremo foi registrado apenas em Rio Grande de forma circunstancial.

Bento Gonçalves, Caçapava do Sul e Erechim registram com maior frequência sensação térmica na faixa do confortável (acima de 570 horas), seguido pela de ligeiramente quente. A terceira faixa de frequência é a de ligeiramente fresco. O calor moderado é circunstancial nesses municípios, exceto nos verões 2009/2010 e 2013/2014.

São José dos Ausentes registra sensação térmica de maior frequência na faixa do ligeiramente fresco (acima de 770 horas), seguido pelo de confortável e de frescor que se alternam na segunda faixa mais recorrente. O calor moderado ocorre eventualmente, com destaque para os verões de 2009/2010 e 2013/2014.

REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 14. ed. Rio De Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 350 p.
- BARBIRATO, Gianna Melo. A importância da abordagem climática no planejamento urbano. In: OLIVEIRA, José C. F. de. **Atmosfera e sociedade: A ação da atmosfera sobre os seres vivos e a qualidade de vida humana**. Maceió: EDUFAL, 2010. p. 75 - 90.
- BARRY, Roger G; CHORLEY, Richard J. **Atmosfera, tempo e clima**. Tradução de Ronaldo Cataldo Costa. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 512 p.
- BERLATO, Moacir A.; FONTANA, Denise C. **El Niño e La Niña: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul**. Aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. 110 p.
- BRANDÃO, Leandro Vargas; SILVA, Luiz Felipe; ASSIREU, Arcilan Trevenzoli. Uso do Índice de Estresse Ambiental (IEA) para mapear regiões críticas quanto a exposição ao calor no estado de São Paulo: Estudo de caso relacionado aos cortadores de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia – MG, V. 9, N. 16, p. 67-73, 2013.
- BUTERA, Federico M. Chapter 3 – Principles of thermal comfort. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 2, p. 39-66, 1998.
- CAMARGO, José R. **Resfriamento evaporativo - climatização ecológica**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2009. 170 p.
- CAVALCANTI, Iracema F. A; FERREIRA, Nelson J; SILVA, Maria G. A. J da; DIAS, Maria A. F. S. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 464 p.
- CHRISTOPHERSON, R.W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. Tradução de Francisco Eliseu Aquino et al. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 728 p.
- CONTI, José Bueno. **Clima e meio ambiente**. 6. ed. São Paulo: Atual, 1998. 88 p.
- DIAS, Maria A. F. S.; DIAS, Juliana; CARVALHO, Leila M. V.; FREITAS, Edmilson D.; DIAS, Pedro L. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. **Climatic Change**, v. 116, p. 705-722, 2013.
- DJONGYANG, Noël; TCHINDA, René; NJOMO, Donatien. Thermal confort: A review paper. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, p. 2626-2640, 2010.
- FREITAS, Edmilson D. **Circulações locais em São Paulo e sua influência sobre a dispersão de poluentes**. 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Ciências Atmosféricas). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em:

<www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14133/tde-16032006-160700/pt-br.php>. Acessado em outubro de 2016.

FROTA, Anésia B; SCHIFFER, Sueli R. **Manual de Conforto Térmico**. 8.ed. São Paulo: Studio Nobel, 2007. 243 p.

GARCÍA, Felipe F. **Manual de climatología aplicada: Clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial Sintesis, 1996. 287 p.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248 p.

GOUVÊA, Mariana L. **Cenários de impacto das propriedades da superfície sobre o conforto térmico humano na cidade de São Paulo**. 2007. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Atmosféricas). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14133/tde-21022008-082426/pt-br.php>>. Acessado em dezembro de 2014.

GRIMM, Alice M. Clima da região sul do Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema F. A; FERREIRA, Nelson J.; SILVA, Maria G. A. J.; DIAS, Maria A. F. S. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 259 - 275.

HÖPPE, Peter. The physiological equivalente temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**. v. 43, p. 71-75, 1999.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estados@**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>>. Acessado em setembro de 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento de Recursos Naturais volume 33. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1986. 796 p.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos**. CD-ROOM: 025/2014.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações e dados: estações automáticas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acessado em setembro de 2016.

IPCC, 2013a: Climate Change 2013: **The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

MARINHA DO BRASIL, Centro de Hidrografia da Marinha. **Cartas sinóticas**. Serviço Meteorológico Marinho. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>. Acessado em novembro de 2016.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 208 p.

MORAN, D. S.; PANDOLF, K. B.; SHAPIRO, Y.; HELED, Y., SHANI, Y.; MATHEW, W. T.; GONZALEZ, R. R. An environmental stress index (ESI) as a substitute for the wet bulb globe temperature (WBGT). **Journal of Thermal Biology**. v.26, p. 427-431, 2001.

NEDEL, Anderson S. **Condições meteorológicas favoráveis à ocorrência de doenças respiratórias em crianças da cidade de São Paulo**. 2008. 193 p. Tese, Doutorado em Meteorologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

OLIVEIRA, Graciela J. F.; QUEIROZ, Marluce T. A.; PAGIOLA, Rodrigo G.; FERREIRA, Wellington L. Conforto térmico no ambiente de trabalho: avaliação das variáveis subjetivas da percepção do calor. **VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. 2010.

PALLOTTA, Mariana; HERDIES, Dirceu L.; GONÇALVES, Luis G. G. Estudo das condições de tempo e conforto térmico no desempenho esportivo aplicado à maratona da cidade do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 30, n. 2, p. 223-240, 2015.

RAMBO, Balduino. **A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio e monografia natural**. 3.ed. São Leopoldo: UNISINOS, 2000. 473 p.

RIBEIRO, Helena; PESQUERO, Célia R.; COELHO, Micheline S. Z. S. Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 36, p. 67–82, 2016.

ROSS, Jurandyr L. S. Os fundamentos da geografia da natureza: As estruturas e as formas do relevo brasileiro. In: ROSS, Jurandyr L. S. **Geografia do Brasil**. 3. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p. 44 – 65.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2013. 176 p.

SETTE, Denise M.; RIBEIRO, Helena; SILVA, Edelci N. da. O índice de temperatura fisiológica equivalente (PET) aplicado a Londrina – PR. e sua relação com as doenças respiratórias. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 5, p. 813-825, 2012.

SILVEIRA, Renata D. **Risco climático, vulnerabilidade socioespacial e eventos climáticos extremos relacionados ao calor e ao frio no estado do Rio Grande do Sul – Brasil**. 2014. 377 p. Tese, Doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

SIPLE, Paul A.; PASSEL, Charles F. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, v. 89, n. 1, p. 177-199, 1945. Disponível em < <http://www.jstor.org/stable/985324>>. Acessado em setembro de 2016.

SOUZA, Débora M.; NERY, Jonas T. O conforto térmico na perspectiva da climatologia geográfica. *Geografia*, Londrina, v. 21, n. 2, p. 65-83, maio/agosto de 2012.

SUERTEGARAY, Dirce M. A.; FUJIMOTO, Nina S. V. M. Morfogênese do relevo do Estado do Rio Grande do Sul. In: VERDUM, Roberto; BASSO, Luis A.; SUERTEGARAY, Dirce M. A. **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. p. 11 – 26.

SUPING, Zhang; GUANGLIN, Meng; YANWEN, Wang; JI, Li. 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.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 943 p.

VELHO, Luis Felipe. **Análise da temperatura de superfície e da ocupação urbana no município de Porto Alegre**. 2014. 116f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

VERDUM, Roberto; BASSO, Luis A.; SUERTEGARAY, Dirce M. A. **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 319 p.

VIEIRA, Euripedes F. **Rio Grande do Sul: Geografia física e vegetação**. Porto Alegre. Ed. Sagra, 1984. 184 p.

VIEIRA, Euripedes F.; RANGEL, Susana R. S. **Planície costeira do Rio Grande do Sul: Geografia física, vegetação e dinâmica sócio-demográfica**. Porto Alegre. Ed. Sagra, 1988. 256 p.

WREGGE, Marcos S; STENMETZ, Silvio; REISSER JÚNIOR, Carlos; ALMEIDA, Ivan R. de. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 336p. 2011.