



Ciência e Natura

ISSN: 0100-8307

cienciaenaturarevista@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria  
Brasil

Passos A. Alves, Maikon; Vanz, Argeu; Souza Cruz, Gilsânia; de Cássia B.K.Martarello,  
Kellen; Nascimento Monteiro, Anderson; Miszinski, Joelma  
Caracterização da Forte Onda de calor de 2014 em Santa Catarina  
Ciência e Natura, vol. 38, núm. 1, enero-abril, 2016, pp. 309-325  
Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467546196029>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## **Caracterização da Forte Onda de calor de 2014 em Santa Catarina** *Characterization of Strong Heat Wave 2014 in Santa Catarina*

Maikon Passos A. Alves, Argeu Vanz, Gilsânia Souza Cruz, Kellen de Cássia B.K.Martarello,  
Anderson Nascimento Monteiro e Joelma Miszinski.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Itacorubi, , Florianópolis, SC.

*maikonalves@epagri.sc.gov.br; argeuvanz@epagri.sc.gov.br; gil@epagri.sc.gov.br; kellenkruscinski@epagri.sc.gov.br;  
andersonmonteiro@epagri.sc.gov.br; joelma@epagri.sc.gov.br*

### **Resumo**

*Santa Catarina comumente é afetada por algum tipo de fenômeno meteorológico e oceanográfico extremo entre estes: granizo, enchentes, neve, deslizamento, inundações, enxurradas, tornados ondas de calor e ressacas. O presente trabalho caracteriza a forte onda de calor que atingiu Santa Catarina entre janeiro e fevereiro de 2014, sob aspectos meteorológicos e oceanográficos, e seus efeitos ambientais. Foi adotado o valor de 2°C acima da média climatológica para cada uma das regiões do Estado. Os resultados mostram que a onda de calor variou de 17 a 28 dias consecutivos, sendo que a temperatura ficou entre 32,3 e 40,0°C e que influenciou de diferentes formas as variáveis ambientais do estado. Importante estudar este tipo de fenômeno, pois pode auxiliar no melhor entendimento do clima da região Sul, especialmente o do Estado catarinense.*

**Palavras-chave:** Meteorologia. Ondas de calor. Oceanografia.

### **Abstract**

*Santa Catarina is commonly affected by some type of oceanographic and meteorological phenomenon between these extreme: hail, floods, snow, sliding, flooding, floods, tornadoes, heat waves and storms. This study characterizes the strong heat wave that hit Santa Catarina between January and February 2014, under meteorological and oceanographic aspects, and their environmental effects. The value of 2 ° C above the climatological average for each region of the state was adopted. The result shows that the heat wave ranged from 17 to 28 consecutive days, and the temperature was between 32.3 and 40.0 ° C and influenced in different ways environmental state variables. Important to study this kind of phenomenon because it may help to better understand the climate of the southern region, especially the state of Santa Catarina.*

**Keywords:** Weather. Heat waves. Oceanography.

## 1 Introdução

O estado de Santa Catarina está localizado numa região de forte contraste de massas de ar tropicais e polares, e de diferentes tipos de tempo. Os diferentes tipos de tempo são características peculiares que definem as condições climáticas do Estado catarinense (MONTEIRO, 2007; ALVES, 2013).

Santa Catarina, por sua posição subtropical, apresenta características climáticas controladas pela penetração, atuação e choque das massas Polar Marítima (mPm) e Tropical Marítima do Atlântico (mTa), com verões quentes e invernos frescos (NIMER, 1979).

Conforme Monteiro (2001) no verão as massas de ar continentais tornam-se mais aquecidas e passam a predominar na região Sul do Brasil, sendo responsáveis pelo aumento das temperaturas máximas diárias. Em climatologia, a temperatura do ar é considerada um dos elementos mais importante do clima (RADINOVIC; CURIC, 2011).

As ondas de calor são frequentemente descritas por diferentes normas, sem uma definição universal. A onda de calor é comumente considerada como um período prolongado de tempo quente e pode ser acompanhada de umidade elevada, caracterizando um clima quente e úmido incomum, desconfortável (PETER et al., 2003). Segundo Radinovic; Curic (2012) ondas de calor são caracterizadas por períodos de cinco dias ou mais consecutivos de temperatura máxima acima da média climatológica.

Rusticucci e Vargas (2001) definem “ondas” como sequências diárias de anomalias de temperaturas com mesmo sinal. Assim, três parâmetros, neste evento, são considerados: o comprimento ou persistência (número de dias ininterruptos da anomalia, tendo o mesmo sinal), o valor máximo (anomalia positiva) ou mínimo (anomalia negativa) da onda e a “intensidade” (média de anomalias da onda).

Intensas ondas de calor tem afetado o globo terrestre nos últimos anos e vêm sendo atribuídas a bloqueios atmosféricos. Segundo Coumou et al., (2014) os bloqueios estão ocorrendo com mais frequência desde o ano

2000 no Hemisfério Norte, há algumas décadas aconteciam em média apenas dois meses com grandes bloqueios atmosféricos em um período de quatro anos, número que subiu para cinco meses entre 2008 e 2011.

Vários estudos mostraram que a intensa e duradoura onda de calor ocorrida na Rússia, durante o verão de 2010, foi causada por um persistente bloqueio atmosférico (SCHNEIDERREIT et al., 2012).

Dentro de uma descrição sinótica, o bloqueio corresponde a uma anomalia persistente de alta pressão, que tem o deslocamento meridional como característica em relação às trajetórias normais zonais das perturbações atmosféricas nos subtrópicos e latitudes médias (AMBRIZZI et al., 2009).

Os bloqueios são caracterizados por sistemas de alta pressão, também conhecidos por alta de bloqueio, sua influência ocorre na circulação atmosférica, que em médios níveis normalmente possuem um escoamento zonal de oeste para leste, mas em situação de bloqueio, quando a alta se estabelece, o deslocamento passa à meridional; o que ocasiona um desvio na trajetória dos sistemas transitórios de oeste, tais como frentes, ciclones e anticiclones (FUENTES, 1997).

Em condições de bloqueio atmosférico, a característica da circulação atmosférica é a divisão da corrente de jato em dois ramos, na qual ocasiona um rompimento do padrão zonal e impede o deslocamento de oeste dos sistemas sinóticos, tornando-os estacionários ou desviando para nordeste ou sudeste, contornando o anticiclone de bloqueio (AMBRIZZI et al., 2009).

O estado catarinense é caracterizado por possuir pequenas propriedades rurais, 89,5% com menos de 50 hectares. Entretanto, estas são responsáveis por 70% da produção agropecuária catarinense. As principais indústrias dos estados são as alimentícias como a Seara, Perdigão S.A., Sadia, e Aurora, e outras do setor têxtil, cerâmico e metalomecânica, elétrica compõem a economia do estado. Além disso, o estado é o maior produtor de ostras e mexilhões do país. Destaca-se na produção de milho, soja, fumo, mandioca, feijão, arroz, alho, banana, cebola, tomate, trigo, maçã, uva, aveia e cevada, entre outros (ICEPA, 2014).

As ondas de calor não afetam somente a parte continental, no oceano, há indícios dos seus efeitos sobre a temperatura da superfície do mar (TSM), ressurgências, nevoeiros, aumento do número de afogamento e acidentes com águas vivas nas praias.

As águas-vivas possuem baixa mobilidade e vivem à deriva nas correntes marinhas. Ao se aproximarem da costa são levadas pelas ondas e correntes litorâneas para as praias. Estes organismos frequentemente provocam queimaduras aos banhistas.

Segundo Corpo de Bombeiros do Estado de Santa Catarina na temporada 2010/2011, foram registrados casos no Balneário Rincão, Santinho, Ingleses, Jurerê, Campeche, Barra da Lagoa Jaguaruna. No litoral do Paraná, a temporada de 2011/2012 com 70 dias de duração somaram 20.473 casos.

Na temporada de 2013/2014 foram registrados centenas de acidentes nas praias do Campeche, Canasvieiras, Enseada, Forte, Armação, Grande, Itaguaçu, São Francisco do Sul, Penha, Bombinhas, Itajaí, Balneário Camboriú e Itapema. Já no início de 2014, no litoral do Paraná, número de ocorrências superaram os casos registrados na temporada 2011/2012.

O número elevado de casos no Paraná e norte Santa Catarina pode estar relacionado à configuração da costa brasileira. No caso do Paraná, as praias ficam longe da influência das correntes marinhas (ex. a Corrente do Brasil), proporcionando uma área de menor dinâmica marinha e concentrando as águas-vivas nas suas praias.

Segundo os guarda-vidas, que trabalham há mais de 10 anos nas praias, o volume de casos de queimaduras por águas-vivas tem aumentado, porque o número de pessoas que frequentam a praia é maior a cada ano. Estes profissionais associam o aparecimento desses organismos nas praias às correntes marinhas e a lestadada (vento do quadrante leste).

Outras explicações podem estar relacionadas à reprodução e a um fenômeno que ainda não foi explicado: o "enxamenamento". A reprodução desses organismos ocorre no verão que coincide com a maior frequência de pessoas nas praias. O "enxamenamento" é a aglomeração rápida em

grandes quantidades de águas-vivas que pode alcançar milhares de indivíduos.

Suspeita-se ainda que a diminuição da qualidade do ambiente marinho, provocada pela poluição, o aumento da exploração de recursos naturais e da temperatura global, estejam contribuindo para o acréscimo mundial do número de medusas (águas vivas) na última década.

Os movimentos das águas oceânicas superficiais são dirigidos pelo vento e fortemente influenciados por Coriolis e Ekman (PERSSON, 1998).

A presença persistente de vento do quadrante norte pode provocar a ressurgência junto à costa. A ressurgência ocorre devido ao movimento de rotação da Terra que por Coriolis e Ekman deflete a água para a esquerda no Hemisfério Sul. A figura 1 mostra como o fenômeno ocorre. Com vento de N/NE a água superficial mais quente segue em direção ao mar aberto (setas vermelhas). O espaço deixado pela água que fluiu para a esquerda é preenchido por águas mais frias vindas do fundo (setas azuis) caracterizando desse modo o fenômeno.

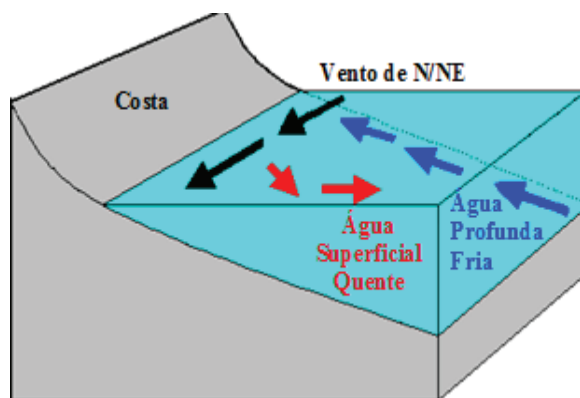


Figura 1 - ressurgência em Santa Catarina

O fenômeno da ressurgência é comemorado pelos pescadores uma vez que as águas profundas mais frias são ricas em nutrientes o que favorece o desenvolvimento de fitoplâncton (microalgas) o qual está na base da cadeia alimentar dos peixes. A presença do fitoplâncton atrai os peixes que vêm para se alimentar possibilitando uma pesca mais rendosa. Na ressurgência a água fica visualmente menos transparente devido

ao desenvolvimento das microalgas o que auxilia o pescador a identificá-la.

Outro fenômeno associado à ressurgências é os nevoeiros sobre o mar, observados no início e final do dia na costa catarinense (Figura 2). Neste caso o ar quente em contato com a água mais fria que aflora na ressurgência condensa-se, provocando o nevoeiro.

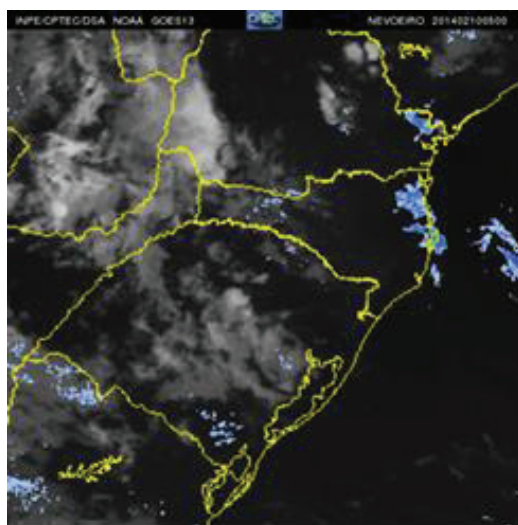


Figura 2 - Nevoeiro na costa catarinense em 10/02/2014 às 05:00 h. Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br/nevoeiro/>

Em relação à TSM as duas principais correntes que modificam esta variável junto à costa são a Corrente das Malvinas com temperaturas frias e a Corrente do Brasil com temperaturas quentes. A temperatura do mar aumenta junto à costa catarinense no verão devido à intensificação da Corrente do Brasil que flui do Norte para o Sul. A Corrente do Brasil é uma corrente rasa, quente e salina que flui junto à quebra da plataforma (EVANS e SIGNORINI, 1985; CAMPOS et al., 1995). As características desta corrente foram estudadas por vários pesquisadores e reunidas por SILVEIRA et al., (2000).

Entretanto, pesquisadores salientam que as anomalias de TSM podem ser causadas pela presença de vórtices oceânicos, que duram poucos meses e carregam águas quentes da Corrente do Brasil para regiões com águas mais frias, acentuando os gradientes térmicos próximos à costa brasileira (GIAROLLA et al., 2000). Quando ocorrem ondas de calor e ausência de ventos fortes, a temperatura das

águas oceânicas junto à costa aumenta. Um das consequências da temperatura da água do mar mais quente é o aumento dos afogamentos nas praias, pois águas mais quentes se tornam mais convidativa ao banho, aumentando o número de pessoas na água e consequentemente a probabilidade de afogamentos.

É de extrema importância definir e prever as ondas de calor em Santa Catarina, já que a economia do Estado é baseada fortemente na agricultura, na pecuária e também no turismo, setores dependentes das condições climáticas. O objetivo deste trabalho é caracterizar a forte onda de calor que afetou Santa Catarina entre janeiro e fevereiro de 2014, sob aspectos meteorológicos e oceanográficos, e seus efeitos ambientais.

## 2 Material e Métodos

O método utilizado para caracterizar a duração de ondas de calor recomendado pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) é o índice HWDI (Heat Wave Duration Index). Esse índice é definido por um período de cinco dias ou mais consecutivos de temperatura do ar acima de 5°C acima da média climatológica (RADINOVIC; CURIC, 2012).

No entanto, esse critério não é válido para todas as regiões do mundo. Para Santa Catarina foi utilizado o mesmo índice HWDI, porém com 2°C acima da média climatológica, devido à localização do estado na América do Sul, domínio de clima subtropical. Além disso, a proporção de água oceânica em relação à área continental é maior no Hemisfério Sul. O oceano regula a temperatura e inibe grandes amplitudes térmicas.

Utilizou-se como base para o estudo da onda de calor o banco de dados da Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina/ Centro de informações e recursos ambientais e de hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri/Ciram). A escolha das regiões foi feita de acordo com a divisão por mesorregiões do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como mostra a Figura 3. A partir daí, escolheu-se uma



estação meteorológica representativa para cada área do estado, como mostra tabela 1.

Para caracterizar o desconforto térmico foi utilizado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), na qual segundo Grimm (1999) é um avaliador do desconforto humano para o verão, baseado em condições de temperatura e umidade. Este índice obtém-se através da fórmula:

$ITU = T - 0.55 (1 - UR) (T - 14)$ . Onde T é a Temperatura máxima e UR é a umidade relativa.

Optou-se por essa divisão de regiões por ser a mesma que o Ciram utiliza em sua rotina de previsões diárias e com isso facilitar as comparações e entendimento das ondas de calor do presente estudo e das futuras.

Porém para a região norte não foi possível concluir o estudo, devido à interrupção de

dados das estações que compreendem a região.



Figura 3 - Distribuição espacial das estações meteorológicas convencionais. Elaborado por: Maikon Alves e Rafael Brito Silveira

Tabela 1 – Localização das estações meteorológicas convencionais

| Município/<br>Estações      | Latitude     | Longitude   | Altitude<br>(m) | Série de<br>dados |
|-----------------------------|--------------|-------------|-----------------|-------------------|
| Campos<br>Novos             | 27°23'20''S  | 51°13'03''W | 950             | 1948-2014         |
| Chapecó                     | 27°05'27''S  | 52°38'03''W | 679             | 1973-2014         |
| Florianópolis<br>/ São José | 27°36'11''S  | 48°37'15''W | 2               | 1968-2014         |
| Itajaí                      | 26°57'05''S  | 48°45'45''W | 5               | 1980-2014         |
| Ituporanga                  | 27°25'08''S  | 49°38'47''W | 475             | 1985-2014         |
| Lages                       | 27°48'31''S  | 50°19'48''W | 937             | 1955-2014         |
| Urussanga                   | 28° 31'56''S | 49°18'54''W | 48              | 1955-2014         |

A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) foi obtida do National Center Environmental Prediction / Marine Modeling and Analysis Branch (NCEP/MMAB), no endereço eletrônico <http://polar.ncep.noaa.gov/sst/ophi/>. A partir desses dados, a Epagri/Ciram elabora uma figura que mostra com mais detalhes a TSM na região Sul/Sudeste do Brasil. A figura é elaborada a partir de informações de satélite e dados obtidos de navios e boias oceanográficas, interpolados em uma grade de 1/12 grau. As informações são atualizadas diariamente, às 12 UTC (horário de Greenwich), que corresponde às 9:00 h (hora local, desconsiderando horário de verão), ou seja, 2h de diferença.

Os dados e locais onde ocorreram acidentes com águas-vivas foram obtidos através de matérias vinculadas à imprensa escrita e falada.

### 3 Resultados

A pesquisa mostrou que a onda de calor registrada no verão de 2014 foi histórica para a maioria das regiões catarinenses, como mostra a Tabela 2. Até o momento não havia registro, nos meses de janeiro e fevereiro, de um período prolongado de temperaturas tão altas como esse (17 a 28 dias consecutivos), desde o início das primeiras medições em 1948, levando em consideração as estações meteorológicas convencionais mais antigas de

Santa Catarina, Campos Novos, Lages e Urussanga.

O número máximo de dias de calor ocorreu na região do Vale do Itajaí, representada pelas estações de Ituporanga e Itajaí, com 28 e 25 dias respectivamente, e também em Florianópolis com 25 dias, se estendendo do dia 17 de janeiro a 13 de fevereiro. Já as regiões Oeste, Meio Oeste, Planalto Sul e Litoral Sul apresentaram um número menor de dias de calor, 17 a 19 dias consecutivos, porque sofreram maior variação

de temperatura na passagem de uma frente fria por SC, entre os dias 25 e 26/01, mesmo tendo apresentado temperaturas altas durante a semana anterior, como ocorreu em todo o estado.

Em anos anteriores a 2014, a estação meteorológica de Campos Novos foi à única que registrou uma onda de calor de 22 dias no ano de 1955 e 21 dias no ano de 1984.

Tabela 2 - Dias consecutivos de temperatura acima de 2°C em relação à Climatologia

|                            | Climatologia da Temperatura (°C) |           | Onda de calor |      | Temperatura máx. na onda de calor de 2014 |        |
|----------------------------|----------------------------------|-----------|---------------|------|---|--------|
|                            | Janeiro                          | Fevereiro | Dias          | Ano  | Temperatura (°C)                          | Data   |
| Estações                   |                                  |           |               |      |   |        |
| Chapecó                    | 28,2                             | 27,8      | 19            | 2014 | 35,5                                      | 07/fev |
| Campos Novos               | 26                               | 25,5      | 18            | 2014 | 32,3                                      | 12/fev |
|                            |                                  |           | 18            | 1955 |   |        |
|                            |                                  |           | 21            | 1984 |   |        |
| Lages                      | 25,9                             | 25,7      | 18            | 2014 | 34,2                                      | 07/fev |
| Urussanga                  | 30                               | 29,9      | 17            | 2014 | 40  | 06/fev |
| Florianópolis/<br>São José | 28,7                             | 29        | 25            | 2014 | 37,4*                                     | 29/jan |
| Itajaí                     | 29,1                             | 29,5      | 25            | 2014 | 35,8                                      | 08/fev |
| Ituporanga                 | 28,5                             | 28,4      | 28            | 2014 | 37,0*                                     | 29/Jan |
|                            |                                  |           |               |      |   | 02/fev |

Fonte: Estações Epagri/Ciram e INMET

\* Recorde de janeiro

Além dos dias consecutivos de calor ocorreram recordes de temperatura máxima nos meses de janeiro e fevereiro, como mostra a Tabela 3. Dentre os recordes, 3 deles foram absolutos no mês de fevereiro, o que significa

dizer que não há registro de uma temperatura tão elevada nos municípios de Indaial, Ponte Serrada e Rio do Campo, desde o início da série de dados.

Tabela 3 – Recordes registrados em janeiro e fevereiro de 2014.

| Estações            | Recordes de temperaturas (°C) |           |
|---------------------|-------------------------------|-----------|
|                     | Janeiro                       | Fevereiro |
| Blumenau            | 40,4                          | 40,9      |
| Florianópolis       | 37,4                          |           |
| Indaial             | 39,4                          | 42,2*     |
| Ituporanga          | 37,0                          |           |
| São Miguel do Oeste |                               | 36,4      |
| Videira             |                               | 35,2      |
| Ponte Serrada       |                               | 33,6*     |
| Rio do Campo        |                               | 36,8*     |

\* Recordes absolutos (maior temperatura de toda a série de dados registrada na estação)

Nas Figuras 4 e 5 observa-se que a onda de calor refletiu muito pouco na temperatura mínima dos meses de janeiro e fevereiro, ficando próxima a média climatológica em SC, devido à maioria dos dias terem sido marcados por poucas nuvens o que favorece a

perda de calor recebido durante o dia para atmosfera. Já, a temperatura máxima atingiu 2°C a 4°C acima da média em boa parte do Estado, como mostra a Figuras 6 e 7.

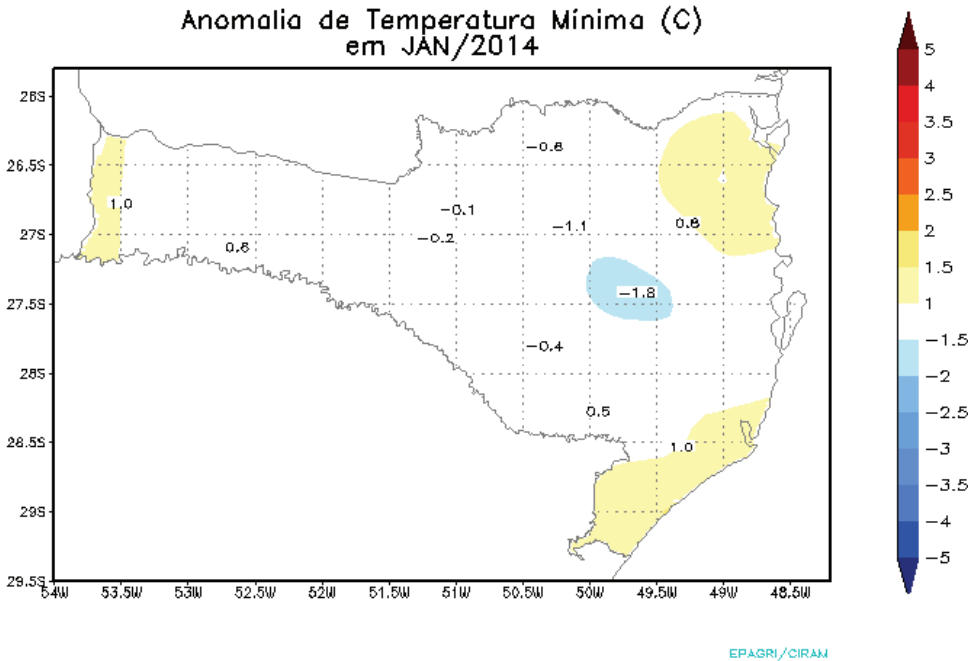


Figura 4 – Desvio de temperatura mínima em relação à média climatológica, janeiro de 2014



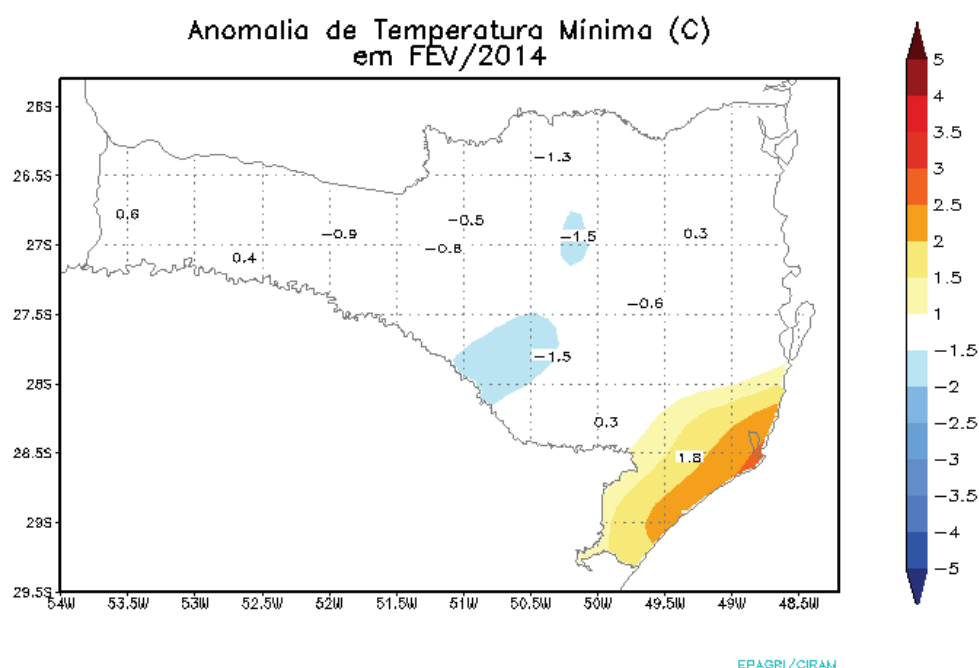


Figura 5 – Desvio de temperatura mínima em relação à média climatológica, fevereiro de 2014

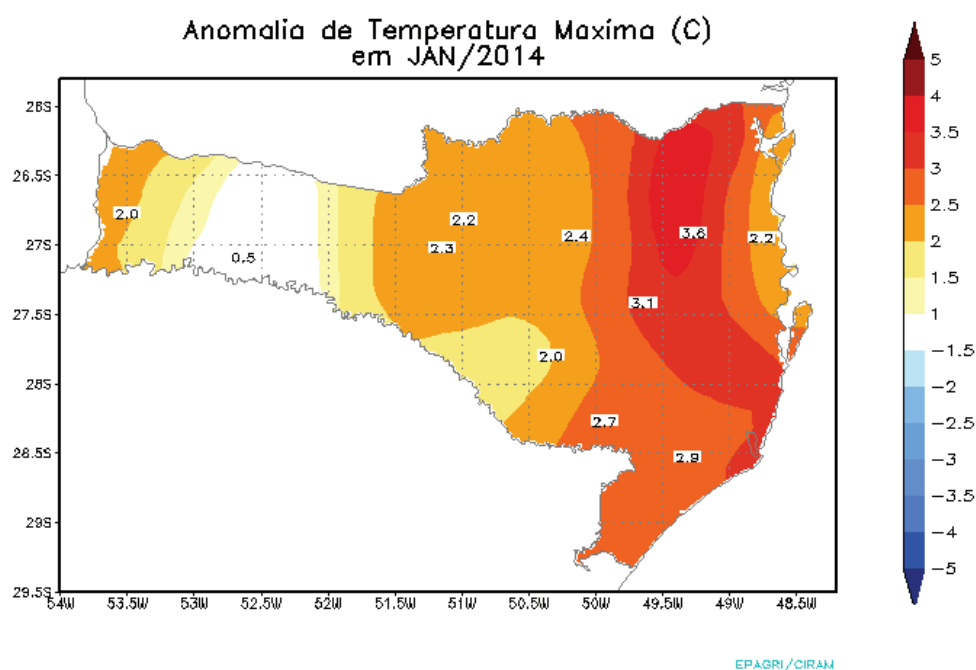


Figura 6 – Desvio de temperatura máxima em relação à média climatológica, janeiro de 2014

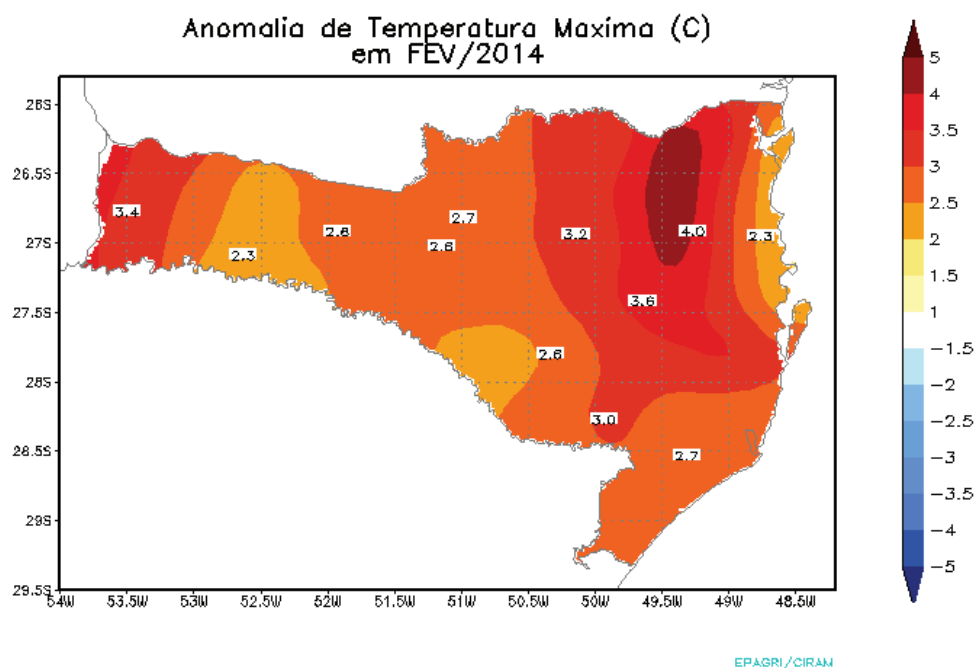


Figura 7 – Desvio de temperatura máxima em relação à média climatológica, fevereiro de 2014

A onda de calor foi causada por um bloqueio na atmosfera, conforme podemos ver na Figura 8, onde o esquema de cores indica a força/intensidade do fluxo bloqueado, conforme determinado a partir dos 500 Hectopascals (hPa) geopotencial, gradiente de altura medida a partir do cume equatorial bloqueio (GHGN denotado na definição do índice de bloqueio). A presença de um ponto de corte de baixa intensidade do equador na nervura de bloqueios pode atuar para aumentar a força do bloqueio. Fenômeno que mantém uma determinada condição por um período prolongado. A posição e a configuração desse bloqueio pode ser observada na Figuras 8, no oceano Pacífico Sul, ressaltado no quadro vermelho. Essa configuração muda o padrão de escoamento do vento e as frentes frias que chegam à Argentina, Uruguai e no máximo ao sul do Rio Grande do Sul, e desviam para o oceano Atlântico Sul. Em consequência disso o Sul, o Sudeste e parte do Centro Oeste do Brasil ficam sob a influência de uma massa de ar quente e mais seco, com pouca chuva e temperaturas altas.

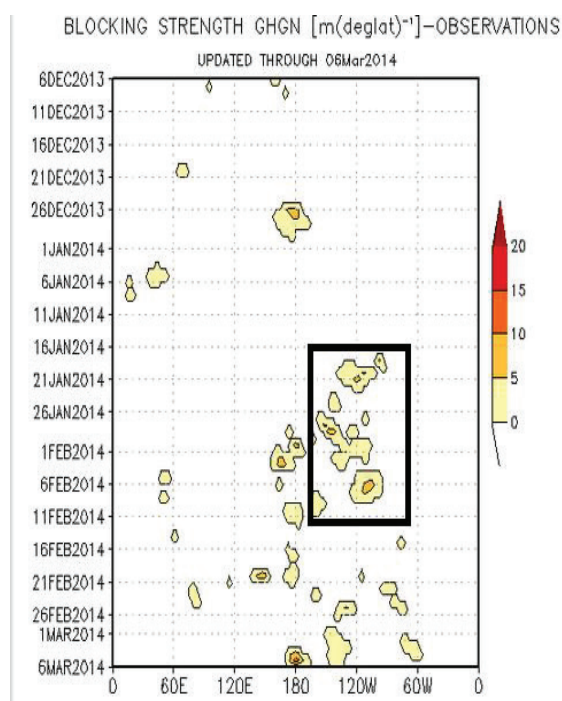


Figura 8: Intensidade do bloqueio observado. Fonte: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/block.shtml>

Com relação à precipitação, o mês mais seco foi o fevereiro (em tons de amarelo e laranja) com mostra as Figuras 9 e 10, devido ao predomínio de uma massa de ar mais seco. As poucas pancadas de chuva que ocorreram foram isoladas e associadas à convecção

(aquecimento diurno). Por outro lado se observa que o Planalto Sul e Litoral Sul tiveram chuva acima da média (em tons de azul), o que ocorreu entre os dias 13 e 14 de fevereiro, com passagem de frente fria a SC.

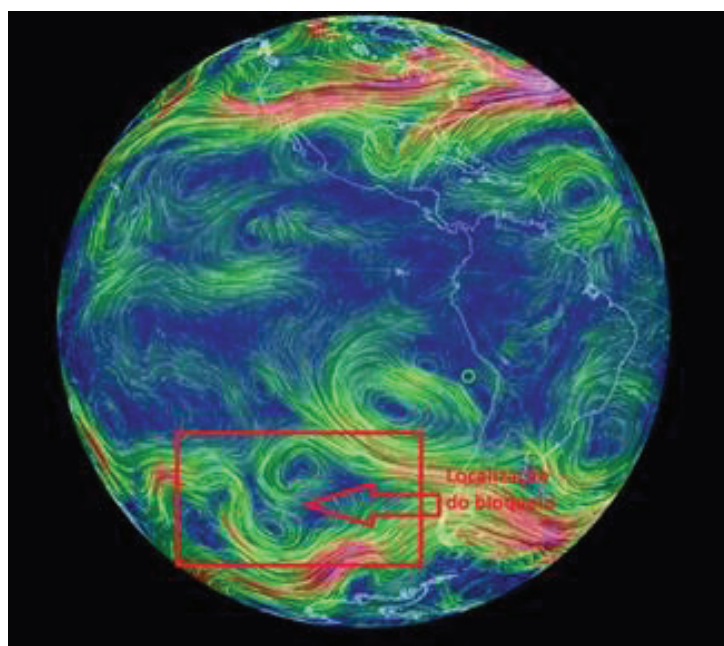


Figura 9 - Vento no nível de 500hPa no dia 30/01/2014 do modelo de previsão numérica GFS/NCEP.  
Fonte: earth.nullschool.net

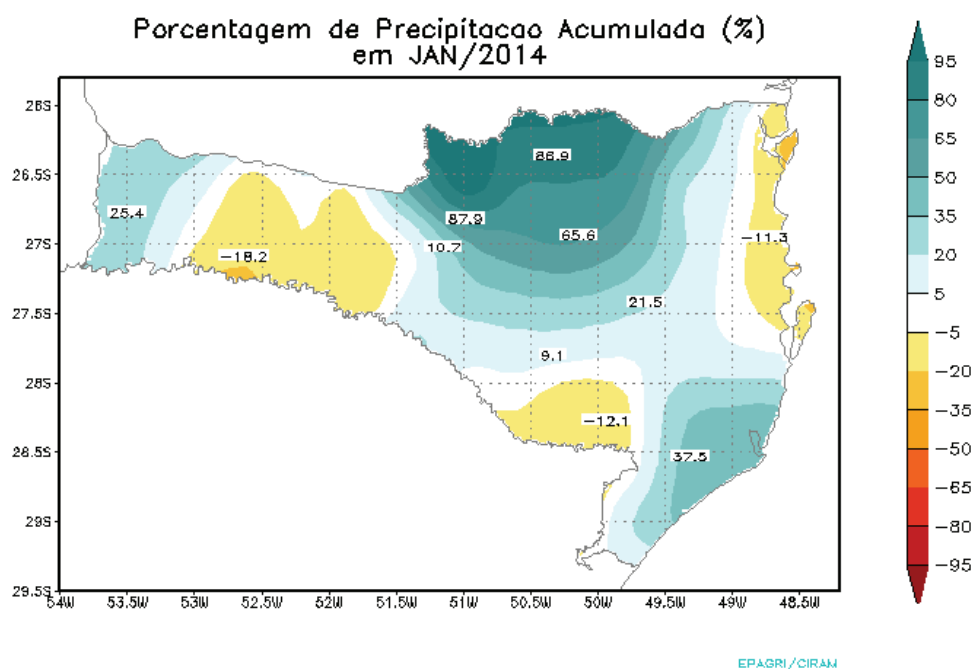


Figura 10 – Porcentagem de precipitação acumulada (%) em janeiro de 2014

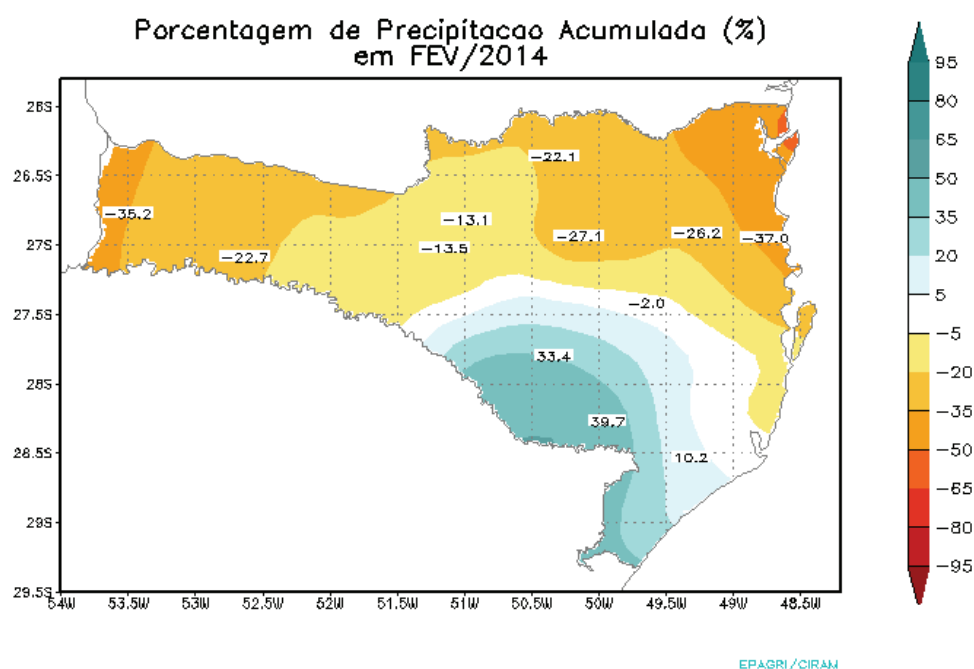


Figura 11 – Porcentagem de precipitação acumulada (%) em fevereiro de 2014

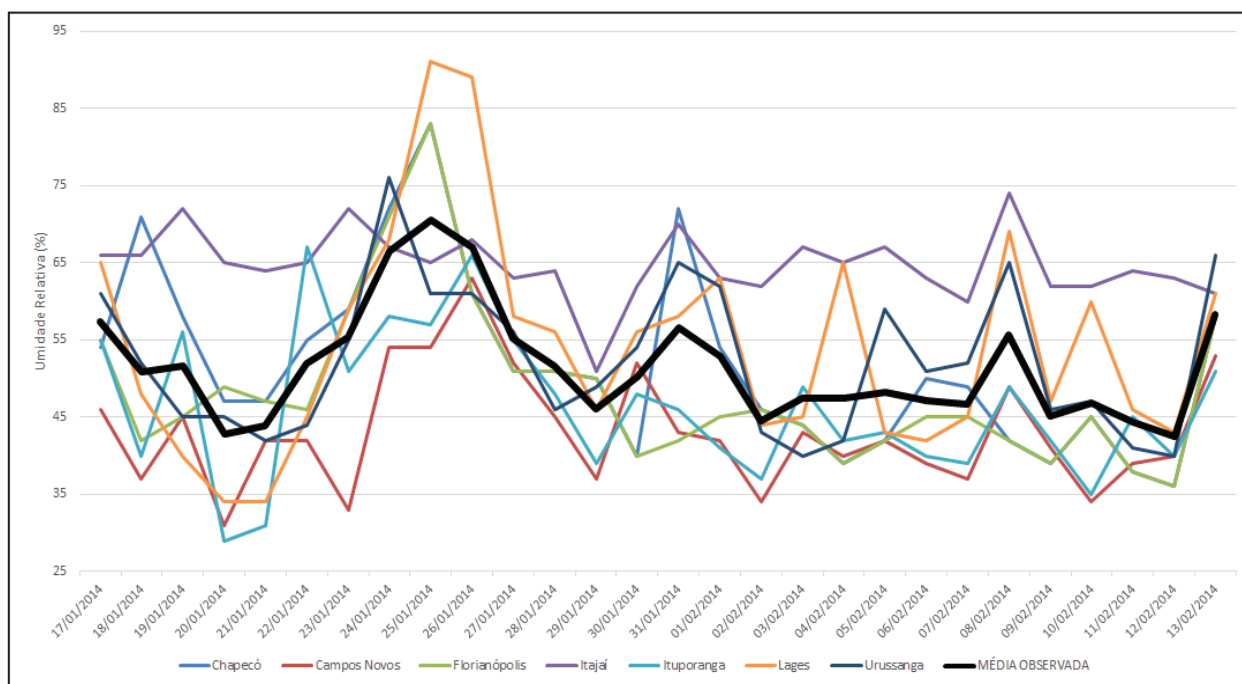


Figura 12 – Gráfico 1 – Umidade relativa mínima e média observada do período de 17/01 a 13/02/2014

Durante a onda de calor, de forma geral a umidade relativa do ar ficou baixa, 72%, como mostra o Figura 12. A média da umidade relativa mínima (linha preta) observada no período foi de 43% a 71%. O menor valor foi registrado em Ituporanga, 29% no dia 20/01. Em um ambiente quente, um indivíduo experimenta determinado grau de

desconforto térmico.

O Índice de Sensação de Calor (Desconforto Térmico) é usado no verão e representa uma temperatura que considera também a umidade presente, além da temperatura do ar, como mostra a Ffigura 13. Este índice foi muito citado na mídia em geral e é fácil de entender porque, a temperatura de

32°C com a umidade relativa do ar de 60%, o índice de calor é de 42°C. A mesma temperatura com a umidade relativa do ar de 70%, o índice sobe para 45°C.

Aplicado o índice de ITU, utilizando os recordes de temperaturas máximas e as umidades relativas obtidas nas leituras das 15h, tivemos valores acima de 30 (ITU), o que significa que para sete estações houve significativo grande desconforto causado pelo calor excessivo, conforme Tabela 4 e Figura 14. O destaque foi para São Miguel do Oeste que obteve ITU de 90, o que de acordo com a Figura 14 está classificando-o como máximo desconforto. E o índice de calor foi de 57°C, ou seja, a pessoa na verdade estaria sentindo essa alta temperatura à sombra.

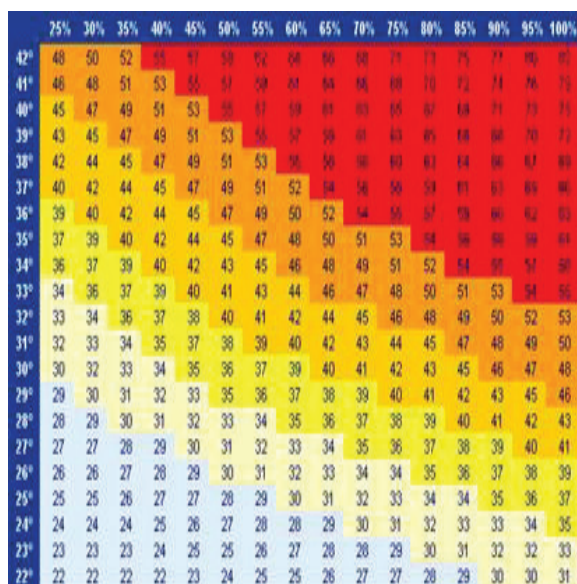


Figura 13 – Índice de calor

Fonte: [www.climatempo.com.br](http://www.climatempo.com.br)

Outro importante fator alertado a população catarinense pela Epagri/Ciram e Defesa Civil durante a onda de calor foi o Índice Ultravioleta (IUV). A radiação ultravioleta é uma parte da radiação solar que provoca desde o bronzeamento da pele até queimaduras e câncer de pele. O Índice Ultravioleta (IUV) mede a intensidade desta radiação e pode variar de 1 a 16, com ostra a figura 14. Durante a onda de calor, a maior parte dos dias tiveram poucas nuvens, o que deixou o IUV extremo.

| Temperatura |      | Humidade Relativa (%) |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
|-------------|------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| OF          | OC   | 10                    | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80  | 90  | 100 |
| 70          | 21,1 | 64                    | 64 | 65 | 66 | 66 | 67 | 68 | 68  | 69  | 70  |
| 75          | 23,9 | 66                    | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73  | 74  | 75  |
| 80          | 26,7 | 69                    | 70 | 71 | 72 | 73 | 75 | 76 | 77  | 78  | 80  |
| 85          | 29,4 | 71                    | 73 | 74 | 76 | 77 | 79 | 80 | 82  | 83  | 85  |
| 90          | 32,2 | 74                    | 75 | 77 | 79 | 81 | 82 | 84 | 86  | 88  | 90  |
| 95          | 35,0 | 76                    | 78 | 80 | 82 | 84 | 86 | 88 | 90  | 92  | 95  |
| 100         | 37,8 | 79                    | 81 | 83 | 86 | 88 | 90 | 93 | 95  | 97  | 100 |
| 105         | 40,6 | 82                    | 84 | 87 | 89 | 92 | 95 | 97 | 100 | 102 | 105 |

| Legenda   |                          |
|---|--------------------------|
| <span style="background-color: #e0f0ff; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | Sensação de frio         |
| <span style="background-color: #e0ffe0; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | Nenhum desconforto       |
| <span style="background-color: #fff0e0; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | Pequeno desconforto      |
| <span style="background-color: #ffe0e0; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | Desconforto considerável |
| <span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | Grande desconforto       |
| <span style="background-color: #ff0000; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | Máximo desconforto       |

Figura 14 – Índice de temperatura-umidade (ITU) – desconforto humano - Fonte: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap3/ca-p3-4.html>

| IUV | Categorias | Precauções   |
|-----|------------|--|
| 16  | Extremo    | <b>Extra proteção!</b><br>Evitar sol ao meio-dia, permanecer na sombra, usar boné, camisa e protetor |
| 15  |            |  |
| 14  |            |  |
| 13  |            |  |
| 12  |            |  |
| 11  | Muito alto | Em horários próximos ao meio-dia, procurar locais sombreados, usar camisa, boné e protetor solar.    |
| 10  |            |  |
| 9   |            |  |
| 8   | Alto       |  |
| 7   |            |  |
| 6   | Moderado   |  |
| 5   |            |  |
| 4   | Baixo      | Você pode ficar no sol o tempo que quiser.   |
| 3   |            |  |
| 2   |            |  |
| 1   |            |  |

Precauções recomendadas pela Organização Mundial da Saúde

Figura 15 - valores de IUV com a categoria de risco associado e precauções necessárias



Tabela 4 – Índices de calor (IC) e temperatura- umidade (ITU) nos recordes de temperatura

| Estações            | Temperatura (°C) | UR (%) | IC (°C) | ITU   | Data       |
|---------------------|------------------|--------|---------|-------|------------|
| São Miguel do Oeste | 36,4             | 81     | 57      | 90-95 | 08/02/2014 |
| Urussanga           | 40               | 42     | 51      | 89    | 06/02/2014 |
| Indaial             | 42,2             | 33     | 50      | *     | 08/02/2014 |
|                     | 39,4             | 36     | 47      | 87-89 | 29/01/2014 |
| Blumenau            | 40,9             | 38     | 51      | 89    | 08/02/2014 |
|                     | 40,4             | 33     | 47      | 87    | 29/01/2014 |
| Florianópolis       | 37,4             | 51     | 43      | 88    | 29/01/2014 |
| Ituporanga          | 37               | 37     | 44      | 83-86 | 29/01/2014 |
| Chapecó             | 35,5             | 54     | 47      | 84    | 07/02/2014 |

UR- umidade relativa

\* A temperatura extrapolou a da Figura 13, supõe-se classificação de grande desconforto

No período que a onda de calor esteve atuando a TSM apresentou valores altos junto à costa. A sequência de dados de TSM compilada pela Epagri/Ciram mostra que a temporada de 2009/2010 foi a que apresentou os valores mais altos. Entretanto, a temporada atual (2013/2014), mostra valores muito similares. Cabe salientar que as temperaturas acima de 27° C chegaram próximas à desembocadura da Lagoa dos Patos (fig. 15). Temperaturas da superfície do mar próximas de 27° C alimentam furações (FERREIRA, 2006). Na costa do Paraná e São Paulo os valores ultrapassaram os 29°C.

A temperatura da água do mar elevada pode estar relacionada ao alto número de casos de afogamentos que ocorrem nas praias do Estado (MOCELLIN, 2009 e VANZ e FERNANDES, 2012). Vanz e Fernandes (2012) analisaram as mortes por afogamentos das praias de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e verificaram que a temporada de 2009/2010 apresentou a temperatura da superfície do mar mais quente e, também, o maior número de mortes por afogamentos.

O grande número de casos de queimaduras por águas-vivas indicam que há uma relação positiva do aparecimento de águas vivas com o aumento da temperatura superficial do mar que ocorre no verão. Entretanto, há necessidade de estudos mais aprofundados para comprovar a magnitude e influência de outras variáveis físicas, química e biológicas nesse fenômeno.

A tabela 5 mostra o número de registros para a direção e velocidade do vento por quadrantes na região litorânea do estado de Santa Catarina. Durante a onda de calor predominou a direção do quadrante norte, seguido do sul, leste e oeste para as velocidades concentradas na faixa menor que 10 km/h. Velocidades entre 10 e 20 km/h, foram registradas para todos os quadrantes, entretanto com quantidades maiores para o quadrante sul, seguido do norte. Velocidades acima de 20 km/h ocorreram para o quadrante sul, leste e oeste com numero de registros pouco representativos. Esta predominância de vento do quadrante norte deve-se a ação do anticiclone do atlântico sul que atua mais significativamente no verão.



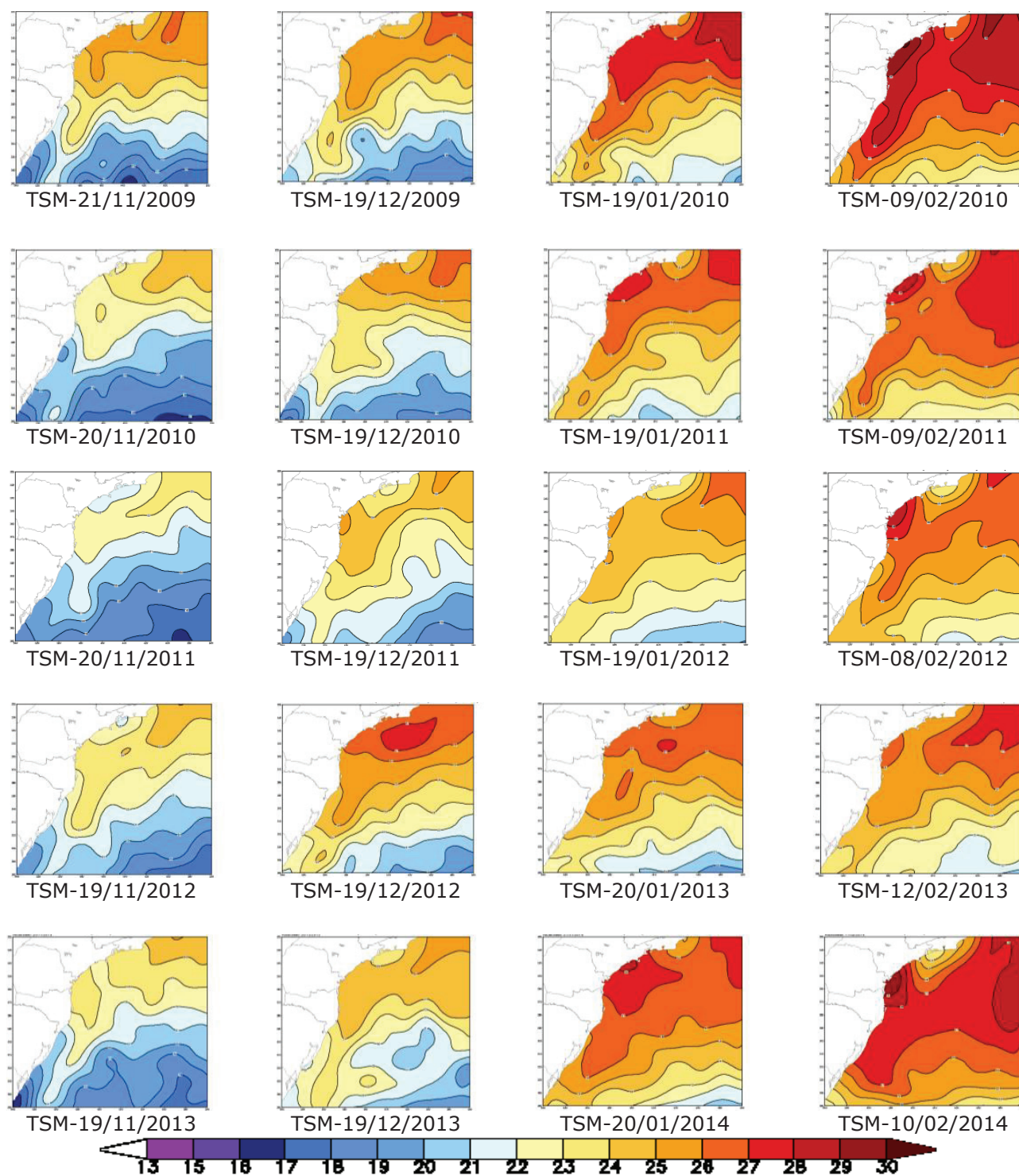


Figura 16 – Temperatura da Superfície do Mar (TSM - °C) para os verões de 2009 a 2014

Tabela 5 – Numero de registros para a Direção e velocidade do vento nas estações de Criciúma, Florianópolis, Jaraguá do Sul e Joinville no período de 25/01 a 20/02/2014

| Vel.(Km/h) | Norte | Sul | Leste | Oeste |
|------------|-------|-----|-------|-------|
| 0-10       | 1030  | 691 | 367   | 199   |
| 10-20      | 74    | 135 | 67    | 7     |
| 20-30      | 0     | 6   | 5     | 2     |

Essa predominância de ventos de norte sugere que durante a onda de calor houve ressurgências na costa catarinense deixando a águas das praias frias e causando muitas reclamações dos banhistas que frequentavam as praias no verão na temporada 2013/2014. Segundo relato na imprensa escrita e falada os turistas informavam que apesar do calor na praia a água do mar estava fria para a estação. Outro fenômeno associado à ressurgências é os nevoeiros sobre o mar observados no início e final do dia na costa catarinense.

#### 4 Conclusões

A onda de calor que atingiu Santa Catarina entre janeiro e fevereiro de 2014 foi histórica para varias regiões do estado. Na região do Vale do Itajaí representada pelas estações de Ituporanga e Itajaí, tivemos respectivamente 28 e 25 dias consecutivos de temperaturas acima da média climatológica; na região da Grande Florianópolis foram 25 dias com temperaturas altas, já nas regiões Oeste, Meio oeste, Planalto sul e Litoral sul foram de 17 a 19 dias consecutivos.

Foram recordes absolutos - maior temperatura de toda a série de dados registrada na estação - as temperaturas máximas de Indaial (42,2°C), Rio do Campo (36,8°C) e Ponte Serrada com 33,6°C, todas registradas no mês de fevereiro.

O sistema meteorológico responsável pela onda de calor foi o Bloqueio atmosférico, que manteve o Sul do Brasil sobre a influência de uma massa de ar quente e seco. A umidade relativa do ar se manteve durante o período com valores médio abaixo de 72% em todas as regiões, o valor mínimo foi registrado em Ituporanga, 29% no dia 20 de janeiro. Durante o evento, a maior parte dos dias foi de IUV extremo, ou seja, dias com poucas nuvens e

extremo, ou seja, dias com poucas nuvens e céu claro.

Nas condições oceânicas, registrou-se TSM com valores altos junto a costa, valores próximos aos 27°C entre o litoral do Rio Grande do Sul e o de Santa Catarina. Houve vários registros da presença de águas vivas ao longo litoral, com maiores registros nas praias do Paraná e do Litoral norte e da Grande Florianópolis. O aumento da TSM com o aparecimento das águas vivas no verão sugere uma relação positiva.

Outro aspecto oceanográfico registrado durante a onda de calor foi o fenômeno da ressurgência, responsável pelas águas mais frias nas praias no verão. Tivemos uma predominância dos ventos do quadrante norte/nordeste ao longo do litoral, o que pode explicar a ressurgência junto a costa.

Estes fatos mostram que as ondas de calor influenciam de diferentes formas as variáveis meteorológicas e oceanográficas da região costeira. Há necessidade de outros estudos para avaliar a magnitude e influência sobre os recursos pesqueiros, por exemplo.

#### Referências

- ALVES, M. P. A. Análise Comparativa dos Fatores Ambientais nos Eventos de Inundações na Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí: Novembro de 2008 e Setembro de 2011. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2013. 182 p.
- AMBRIZZI, T.; MARQUES, R.; NASCIMENTO, E. Bloqueios Atmosféricos. In: Iracema F.A.Cavalcanti... [et al.] organizadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p279 - 296.
- CAMPOS, E. J. D.; GONÇALVES, J. E.; KEDA, Y. 1995. Water Mass Structure and Geostrophic Circulation in the South Brazil Bight – Summer of 1991. *Journal of Geophysical Research*, 100(C9): 18537-18550.
- COUMOU, D.; PETOUKHOV, V.; RAHMSTORF, S.; PETRI, S.; SCHELLNHUBER, H. J. Quasi-resonant circulation regimes and hemispheric synchronization of extreme weather

in boreal summer. Published online before print August 11, 2014, doi: 10.1073/pnas.1412797111 PNAS August 26, 2014 vol. 111 no. 34 12331-12336.

EVANS, D. L.; SIGNORINI, S. R. 1985. Vertical Structure of the Brazil Current. *Nature*, 315(6014): 48-50.

FERREIRA, D. B. S. 2006. Estudo de Caso da Frequência de Furacões no Atlântico Tropical. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis - SC. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006.

FUENTES, M. V. Climatologia de Bloqueios Próximos à América do Sul e Seus Efeitos. 1997. 116p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), INPE, São José dos Campos, São Paulo.

GIAROLLA, E.; PEREIRA, C. S.; ESPÍRITO SANTO, C. M.; MOSCATI, M. C. L.; SILVA, I. R.. Distribuição Espacial do Campo de Temperatura da Superfície do Mar do Oceano Atlântico Sudoeste. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2000.

GRIMM, A. Índice de Desconforto Humano. Disponível em <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap3/cap3-4.html>. Acesso em 21 de outubro de 2014.

MESOMMO, D.; DINIZ, G. B. Tendência na temperatura mínima média numa região climática do Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 14., 2005, Campinas. Anais do...Campinas: SBMET, 2005. CD-Rom.

MOCELLIN, O. 2009. Afogamento no Estado de Santa Catarina: Diagnóstico das Mortes Ocorridas entre os Anos de 1998 e 2008. Monografia Especialização em Gestão Estratégica de Serviços de Bombeiro Militar. UNISUL, SC, 58 p.

MONTEIRO, M. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. Geosul. Revista do Departamento de Geociências da UFSC, Florianópolis, v. 16, nº 31, p 69-78. 2001.

MONTEIRO, M. A. Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. 2007. 224 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p.

PETER .D.; JAN. K.; Katarzyna. P.; Predrag. P.; Tanja. L. 2003. Variability of extreme temperature events in south-central Europe during the 20<sup>th</sup> century and its relationship with large-scale circulation. *International Journal of Climatology* 23: 987–1010.

PETERSON, R.; STRAMMA, L. 1991. Uppe-level circulation in the South Atlantic Ocean Program Oceanographic, 26(1):1-73.

Produção Agrícola de Santa Catarina: Disponível em <<http://cepa.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em 15 de Jun 2014.

RADINOVIC. D.; CURIÉ.M. 2011. Criteria for heat and cold wave duration indexes. *Theoretical and Applied Climatology* 107(3–4): 505–510, DOI: 10.1007/s00704-011-0495-8.

RUSTICUCCI, M. M.; VARGAS, W. M. Interannual variability of temperature spells over Argentina. *Atmosfera*, v.14, p. 75-86, 2001.

SCHNEIDERREIT, A.; SCHUBERT, S.; VARGIN, P.; LUNKEIT, F.; ZHU, X.; PETERS, D. H. W.; FRAEDRICH, K. 2012: Large-Scale Flow and the Long-Lasting Blocking High over Russia: Summer 2010. *Mon. Wea. Rev.*, 140, 2967–2981.doi: <http://dx.doi.org/10.1175/MWR-D-11-00249.1>

SILVEIRA, I. C. A.; SCHMIDT, A. C. K.; CAMPOS, E. J. D.; GODOI, S. S.; IKEDA, Y. A Corrente do Brasil ao Largo do Sudeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Oceanografia*, São Paulo, v. 48, n.2, p. 171-183, 2000.

VANZ, A.; FERNANDES, L. G. 2012. Afogamentos Fatais nas Praias dos Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia (CBO'2012), Rio de Janeiro – RJ. Pp. 0005-0010.

PERSSON, A. How Do We Understand the Coriolis Force? *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 79, n. 7. pp. 1373-1385. 1998.