



Ciram

Boletim Ambiental

Síntese Trimestral - Primavera 2015





Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice-Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

**Secretário de Estado da
Agricultura e da Pesca**
Moacir Sopelsa

Presidente da Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Ivan Luiz Zilli Bacic
Desenvolvimento Institucional

Jorge Luiz Malburg
Administração e Finanças

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Extensão Rural



ISSN 0100-8986

Março/2016

DOCUMENTOS Nº 257

Boletim Ambiental

Síntese Trimestral – Primavera 2015

Edson Silva
Organizador



Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Florianópolis

2016

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
Fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010
Site: www.epagri.sc.gov.br
E-mail: gmc@epagri.sc.gov.br

Editado pela Gerência de Marketing e Comunicação (GMC).

Editoração: Lucia Morais Kinceler

Organização: Edson Silva

Guilherme Xavier de Miranda Junior

Revisão técnica: Angelo Mendes Massignam

Hamilton Justino Vieira

Revisão textual e padronização: João Batista Leonel Ghizoni

Arte-final: Victor Berretta

Foto da capa: Rafael Censi Borges

Arte da capa: Guilherme Xavier Miranda Jr.

Emanuela Salum Pinto

Carlos Eduardo Lima

Gráficos e figuras: Wilian da Silva Ricce

Juliana Mio de Souza

Primeira edição: março de 2016 (*on-line*)

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica:

SILVA, E. (Org.) *Boletim Ambiental. Síntese Trimestral: Primavera 2015*. Florianópolis: Epagri, 2016, 60p. (Epagri. Documentos, 257).

Meteorologia; Hidrologia; Agrometeorologia.

ISSN: 0100-8986

AUTORES

Adilson de Freitas Zamparetti

Graduação em Ciências Econômicas (1991), Graduação em Engenharia Civil (1997) e mestrado em Engenharia Ambiental (2008), todos pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Angelo Mendes Massignam

Graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1984), mestrado em Agronomia em Física do Ambiente Agrícola pela Universidade de São Paulo (1987) e doutorado em Fitotecnia pela Universidade de Queensland (2003).

Argeu Vanz

Graduação em Ciências pela Fundação Educacional de Brusque (1990), graduação em Oceanologia (1997), mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica, ambos pela Universidade Federal do Rio Grande (2000) e graduação em Ciências Biológica pela Universidade do Vale do Itajaí (2007).

Edson Silva

Graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal do Paraná (1980), especialização em Horticultura no Japão, mestrado em Agroecossistemas (1997) e doutorado em Engenharia de Produção (2004), ambos pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Erikson Magno Gomes de Oliveira

Graduação em Meteorologia (2011) e mestrado em Meteorologia na área de modelagem numérica de tempo (2014), ambos pela Universidade Federal de Santa Maria (2014).

Everton Vieira

Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande (2000) e mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina na área de utilização e conservação de recursos naturais (2004).

Éverton Blainski

Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (2004), mestrado (2007) e doutorado (2010) em Solos e Nutrição de Plantas, com ênfase em física do solo, pela Universidade Estadual de Maringá.

Guilherme Xavier de Miranda Junior

Graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade do Estado de Santa Catarina (1990) e Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul no Instituto de Pesquisas Hidráulicas (1993).

Juliana Mio de Souza

Graduação em Engenharia Cartográfica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2003) e mestrado em Engenharia Civil, área de concentração em

Cadastro Técnico Multifinalitário pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006).

Maria Laura Guimarães Rodrigues

Graduação em Meteorologia pela Universidade Federal de Pelotas (1985) e Comunicação Social/Jornalismo (UCPel -1984), mestrado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (2003) e doutorado em Ciências Atmosféricas pela Universidade de São Paulo (2015).

Valci Francisco Vieira

Licenciatura em Geografia (1989), bacharelado em Geografia (1990) e mestrado em Engenharia Civil nas áreas de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial (2006), todos pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Wilian da Silva Ricce

Graduação em Agronomia (2005), mestrado em Agronomia (2006) e doutorado em Agronomia (2012), todos pela Universidade Estadual de Londrina.

SUMÁRIO

Lista de figuras	6
Lista de tabelas	7
Apresentação	8
Introdução.....	12
1. Temperatura	17
2. Precipitação.....	17
3. Sistemas atmosféricos	18
4. Níveis de rios.....	23
5. Condições oceânicas	32
6. Balanço hídrico.....	36
7. Graus-dia.....	37
8. Impacto do excesso de chuvas na agricultura.....	39
9. Sanidade agrícola.....	42
10. Destaque meteorológico.....	47
11. Referências	51
12. Artigo técnico: Determinação da altitude ortométrica do radar meteorológico localizado no município de Lontas, SC	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Anomalias da temperatura média do ar (ºC) no trimestre de outubro a dezembro de 2015 em Santa Catarina

Figura 2 – Temperatura média do ar (ºC) no trimestre de outubro a dezembro de 2015 em Santa Catarina

Figura 3 – Anomalias de precipitação acumulada no trimestre de outubro a dezembro de 2015 em Santa Catarina

Figura 4 – Precipitação acumulada no trimestre de outubro a dezembro de 2015 em Santa Catarina

Figura 5 – Mapa de distribuição das estações hidrológicas em Santa Catarina

Figura 6 – Classificação das condições hídricas extremas

Figura 7 – Percentual das condições hidrológicas de estiagem, normal e enchente para as estações hidrológicas das bacias hidrográficas de Santa Catarina

Figura 8 – Anomalia mensal da temperatura da superfície do mar em outubro (a), novembro (b) e dezembro (c) de 2015

Figura 9 – Comparação do comportamento da maré em Florianópolis para o trimestre

Figura 10 – Excesso/deficiência hídrica (mm) para o período da primavera de 2015 nas estações de São Miguel do Oeste, Joaçaba, Canoinhas, Lages, Florianópolis e Urussanga, SC

Figura 11 – Graus-dia acumulados durante a primavera de 2015 em Santa Catarina

Figura 12 – Pressão ao nível médio do mar (hPa) para as 12h (hora de Brasília) nos dias: a) 8/10, b) 9/10, c) 10/10, d) 11/10, e) 12/10 e f) 15/10. As regiões de pressões mais baixas (convergência de ventos) são indicadas pelas cores roxo e azul, e as regiões de pressões mais altas são indicadas pelas cores amarelo e vermelho. Análises GFS/NCEP. Fonte: Windity.

Figura 13 – Precipitação acumulada (mm) em 24 horas nos dias 7 a 16/10/2015 na estação meteorológica de Itajaí

Figura 14 – Condição do Porto de Itajaí no dia 17/10/2015 durante o período de fechamento ocasionado pelas fortes chuvas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis dos rios monitorados (máximo, mínimo e médio) das estações ANA no trimestre outubro-dezembro de 2015

Tabela 2 – Extremos máximos e mínimos de maré (cm) para outubro, novembro e dezembro em Florianópolis, SC

Tabela 3 – Características das ondas para cada mês do trimestre

Tabela 4 – Culturas e doenças que foram analisadas neste boletim para o período que abrange a primavera de 2015

Tabela 5 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento do míldio na cultura da alface durante a primavera de 2015

Tabela 6 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da sigatoka-negra na cultura da banana durante a primavera de 2015

Tabela 7 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da mancha da gala na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Tabela 8 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da podridão-amarga na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Tabela 9 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da podridão-branca na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Tabela 10 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da sarna (ascósporos) na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Tabela 11 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da sarna (conídios) na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Tabela 12 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem-asiática na cultura da soja durante a primavera de 2015

Tabela 13 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da requeima do tomateiro na cultura da tomate durante a primavera de 2015

APRESENTAÇÃO

Edson Silva

A primavera de 2015 foi caracterizada por uma série de eventos climáticos adversos para a sociedade catarinense e seu setor produtivo. Nesse contexto, a agricultura e as atividades portuárias, entre outras, foram particularmente atingidas. A ocorrência de enchentes em diversas partes do estado de SC, o fechamento dos portos de Itajaí e Navegantes, importantes entrepostos comerciais, os danos à produção de cebola e outros produtos agrícolas foram apenas alguns eventos extremos que assolaram o estado catarinense.

As informações sobre o ambiente foram importantes para a gestão na mitigação dos danos causados pelos eventos, seja para evitar danos materiais e humanos, seja para recuperar-se do dano causado pelo evento na atividade econômica. O uso de todas as ferramentas disponíveis para prever e monitorar o ambiente no tocante a recursos hídricos, previsão de tempo e alertas sobre eventuais danos à produção agropecuária é fundamental nos tempos atuais.

O Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia (Ciram) atende as necessidades de gerar informações e análises ambientais bem como propostas de gerenciamento ambiental para a sociedade catarinense. Prova disso é que o número de acessos à *homepage* (<http://ciram.epagri.sc.gov.br>) teve um total de 5,3 milhões no período de setembro a dezembro de 2015.

O estudo de dados e sua transformação em informações cada vez mais são de importância vital para a atividade humana e seus sistemas produtivos. Assim, isso permitiu à Epagri/Ciram atender as cadeias produtivas e interagir com elas bem como com a rede de distribuição, a logística e os demais segmentos da sociedade catarinense. Foram fornecidos importantes instrumentos para os pesquisadores, as autoridades e outros tomadores de decisão nas análises e estratégias de curto, médio e longo prazos.

Esta publicação, no seu segundo número, faz uma análise da primavera de 2015, estação que foi muito atípica no estado de Santa Catarina. A edição é dívida em 12 partes: temperatura, precipitação e sistemas atmosféricos, que foi escrito pela doutora Maria Laura; sobre níveis de rios, o mestre Guilherme Xavier de Miranda Junior analisou o período que é um fator importante para os gestores de recursos hídricos. Já o oceanólogo Argeu Vanz escreveu sobre as condições oceânicas. O

balanço hídrico do Estado é analisado pelo doutor Wilian da Silva Ricce. Os graus-dia, o impacto do excesso de chuvas na agricultura e a sanidade agrícola são avaliadas pelo doutor Éverton Blainski. Por fim, a equipe composta pelos mestres Juliana Mio de Souza, Éverton Vieira, Valci Francisco Vieira e Adilson de Freitas Zamparetti e pelo doutor Edson Silva, analisa a coleta de dados e a determinação da altitude ortométrica do radar meteorológico localizado no município de Lontras, em Santa Catarina.

Edson Silva
Engenheiro-agrônomo, Dr.
Organizador

PRESENTATION

The spring 2015 was characterized by a series of adverse weather events for Santa Catarina society and its productive sector. In this context, agriculture, port activities and others were particularly affected. The occurrence of floods in various parts of the state, the closing of the harbour of Itajai and Navegantes, important trading ports, the damage of the production of onions and other agricultural products are only a few extreme events that hit Santa Catarina state.

Information and environmental data were important for management in mitigation of the damage caused by the events from human and property prevention or even in the reconstruction of the damage caused by the event in the economy.

The use of all available tools to predict and monitor the environment from the point of view of water resources, weather forecast and warning damage to agricultural production is fundamental in modern times.

The Environmental Resource Center Information and Hydrometeorology - CIRAM meets the needs of generating information and environmental analysis and environmental management proposals for the Santa Catarina society. The number of accesses to the home page (<http://ciram.epagri.sc.gov.br>) had a total of 5.3 million in the period from September to December which shows how important and needed environmental information is for the state.

Environmental data processing and information are increasingly vital to human activity and agricultural production systems. EPAGRI / CIRAM has met and interacted with productive chains, distribution network, logistics and other society segments of Santa Catarina state to provide the best tools for analysis of short, medium and long term strategies for researchers, authorities and other decision makers.

This issue, in its second number, analyzes the spring of 2015 a very atypical season. The issue is divided into 12 parts: Dr. Maria Laura wrote Temperature, Precipitation and Atmospheric Systems.

Guilherme Xavier de Miranda Junior, M.Sc., studied the season concerned with river level which is an important factor for water resources managers. Argeu Vanz, oceanologist, wrote about ocean conditions. Water balance is analyzed by Wilian da Silva Ricce, Dr. The impact of excessive rain in agriculture and rural sanity, and degree days are evaluated by Everton Blainski, Dr. The last part is a work paper

prepared by Juliana Mio de Souza, M.Sc., Everton Vieira, M.Sc., Valci Francisco Vieira, M.Sc., Adilson de Freitas Zamparetti, M.Sc. and Edson Silva, Dr. that analyze data collection and determination of orthometric altitude weather radar located at the Lontras municipality in Santa Catarina state.

EDSON SILVA, Dr.
Agronomist,
Organizer

Introdução

Maria Laura Guimarães Rodrigues

A influência do fenômeno El Niño foi significativa em Santa Catarina durante a primavera de 2015, pois a precipitação ficou bem acima da média climatológica em grande parte do Estado. Além disso, verificou-se uma ocorrência frequente de temporais, inclusive com atuação dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) no oeste catarinense.

No mês de outubro, dois eventos de chuva prolongada resultaram em elevados totais diárias de precipitação, sendo marcante a ocorrência de temporais em diversas regiões do Estado. Em novembro e dezembro, a chuva no Oeste e no Meio-Oeste, apesar de frequente e acompanhada de temporais, concentrou-se entre o final da tarde e a noite, favorecendo os períodos de sol. No norte de Santa Catarina, os períodos de chuva foram prolongados nesses dois meses, com tempo fechado na maior parte dos dias, em associação a sistemas de baixa pressão que se desenvolveram no litoral sudeste do Brasil e à permanência de anticiclones próximos da costa sul do Brasil em período prolongado.

Nessa primavera de 2015, ocorreu uma grande variação na altura do nível dos rios em Santa Catarina. Nas bacias do rio Itajaí, foi observado um período de elevação, entre outubro e novembro, que resultou em enchente nas áreas de Taió e Rio do Sul. Entretanto, no sul do Estado, onde as chuvas ficaram mais próximas da média climatológica, chegou a ser observada uma situação de estiagem no rio Tubarão.

A chuva persistente e em excesso foi favorável para o desenvolvimento de doenças em algumas culturas na primavera, como banana, maçã e tomate. E a produção agrícola catarinense foi diretamente afetada. No Vale do Itajaí, as safras de cebola, feijão e arroz estão entre as que apresentaram maiores perdas.

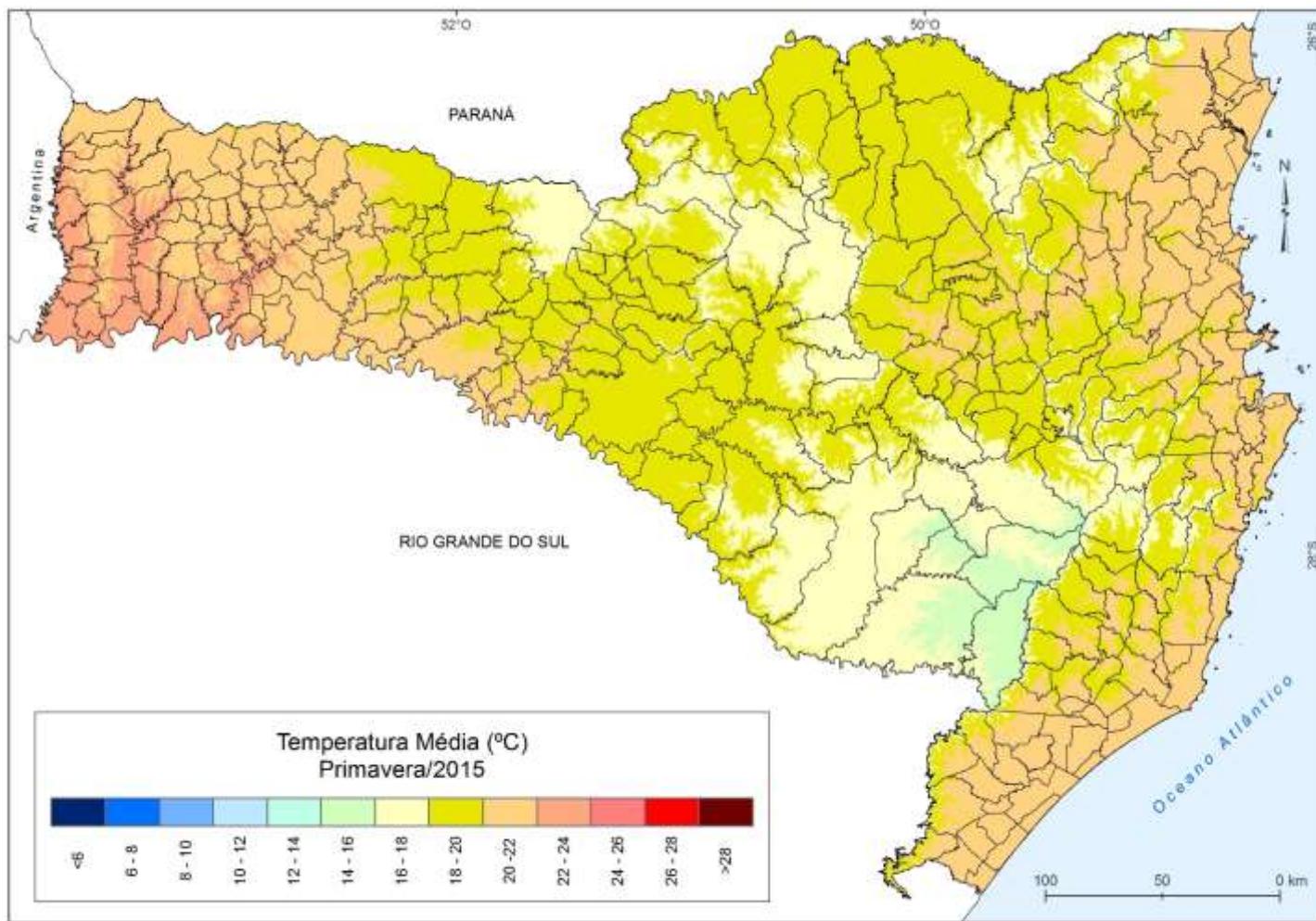


Figura 1 – Temperatura média do ar (°C) no trimestre de outubro a dezembro de 2015 em Santa Catarina

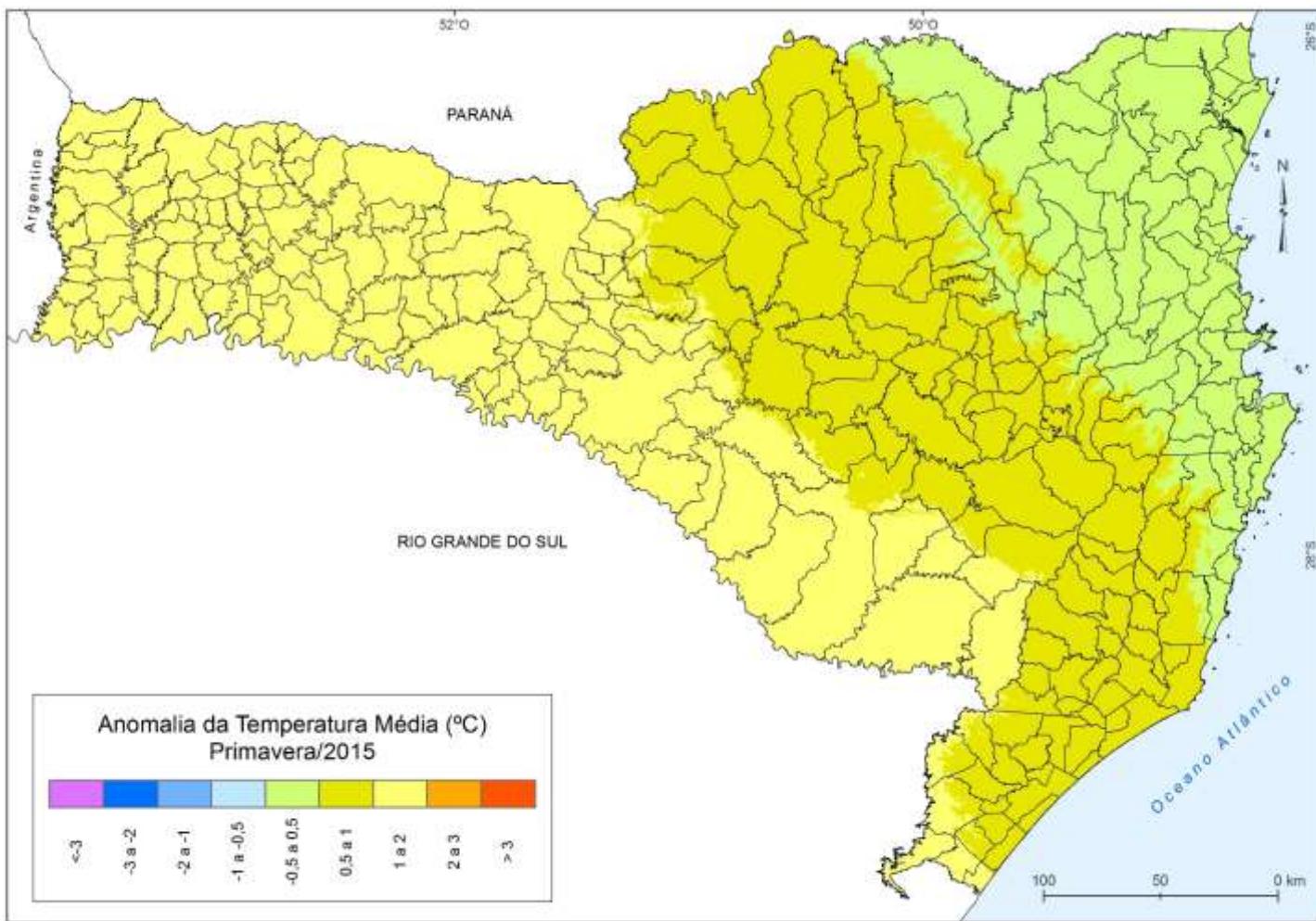


Figura 2 – Anomalias da temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) no trimestre de outubro a dezembro de 2015 em Santa Catarina

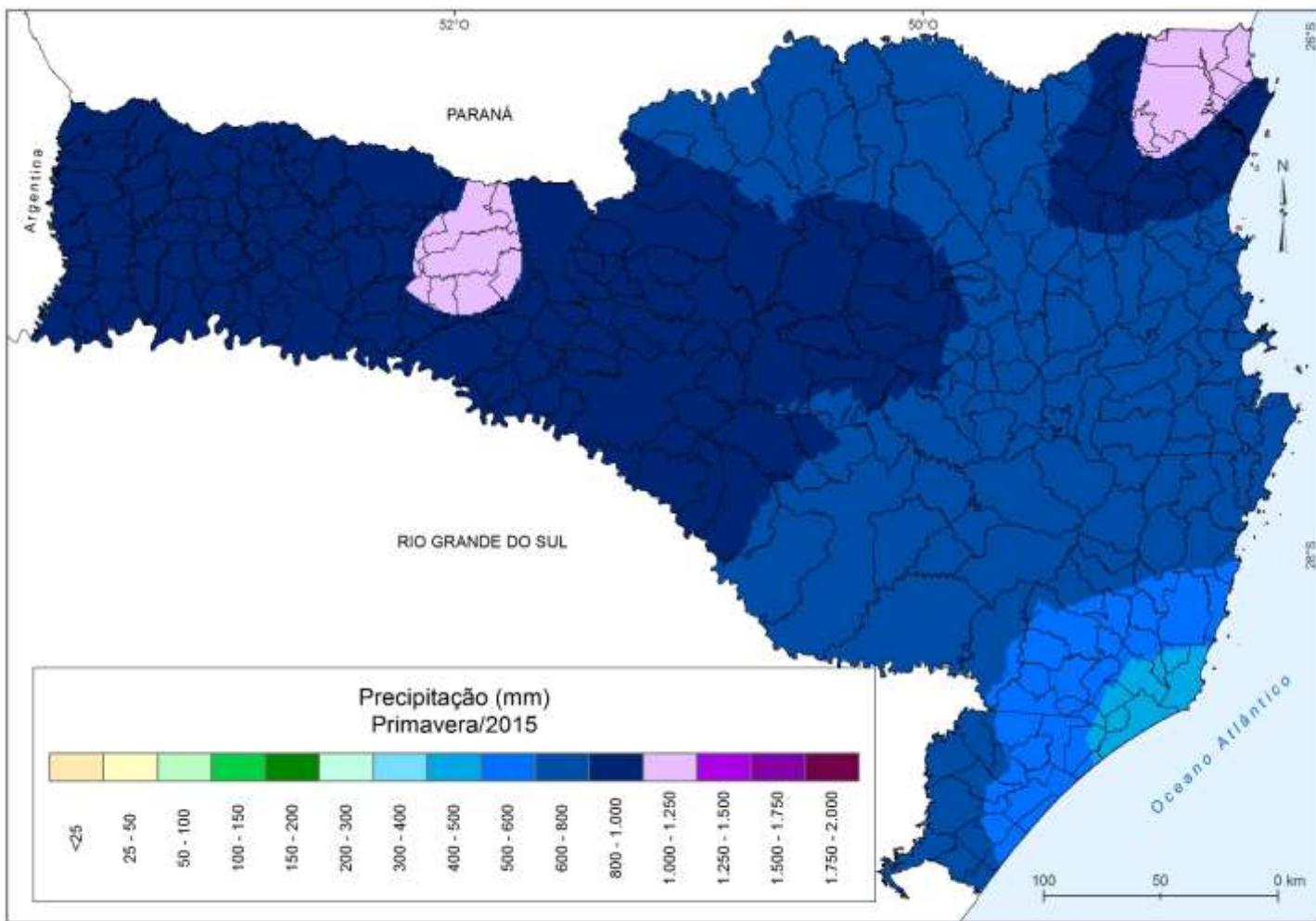


Figura 3 – Precipitação acumulada no trimestre de outubro a dezembro de 2015 em Santa Catarina

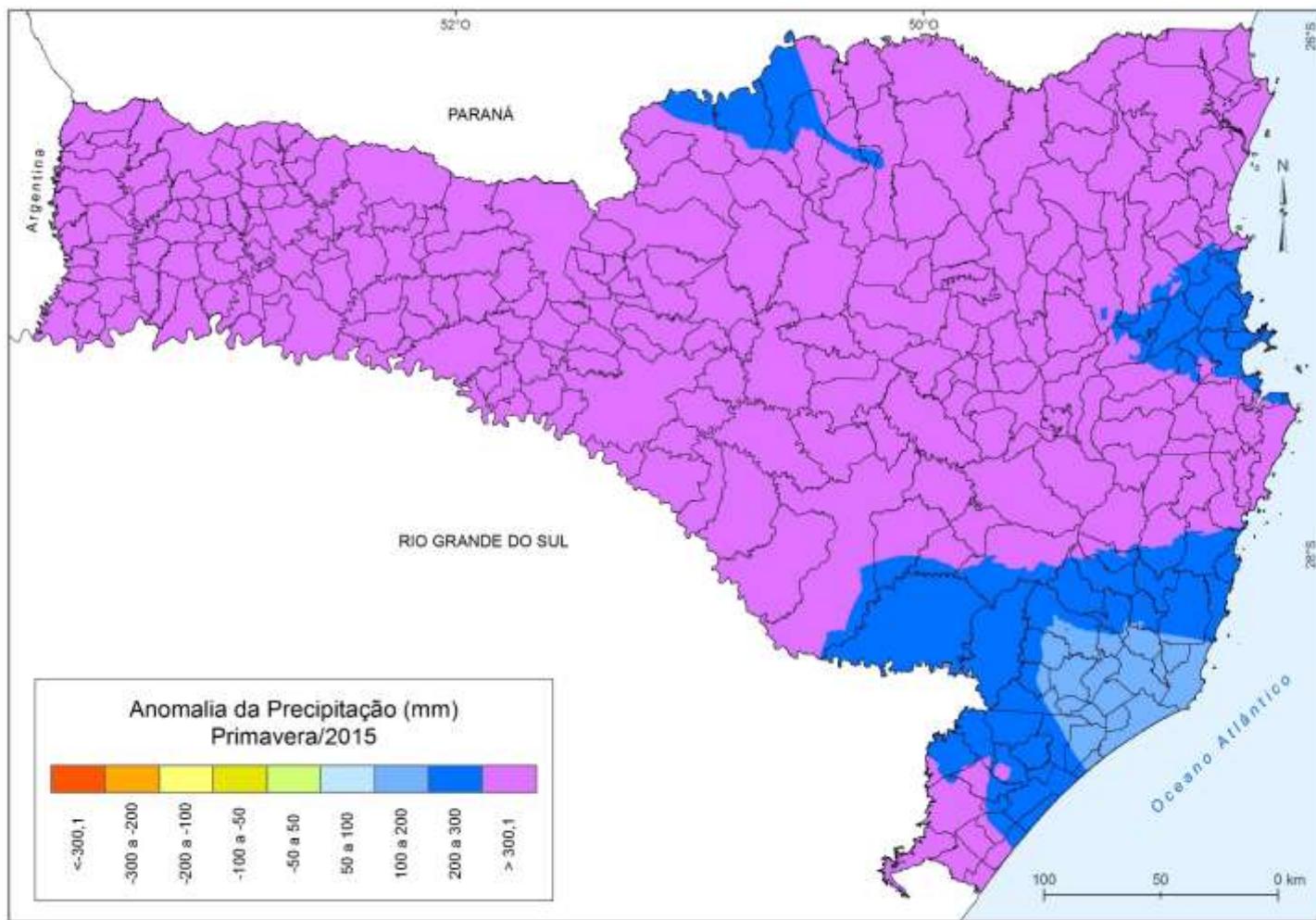


Figura 4 – Anomalias de precipitação acumulada no trimestre de outubro a dezembro de 2015 em Santa Catarina

1. Temperatura

Maria Laura Guimarães Rodrigues

Na primavera de 2015 as temperaturas ficaram acima da média climatológica em grande parte do estado de SC (Figura 1). As maiores anomalias, entre 1°C e 2°C, ocorreram no Oeste e no Sul do Estado, em áreas próximas à divisa com o Rio Grande do Sul. No norte de SC, nas regiões do Litoral Norte, Vale do Itajaí e parte do Planalto Norte e da Grande Florianópolis, as temperaturas ficaram próximas da média climatológica. A temperatura média do trimestre outubro-novembro-dezembro ficou entre 20°C e 22°C no Oeste e no Litoral (Figura 2). Os valores mais elevados, de 22°C a 24°C, foram registrados no Extremo Oeste e no Litoral Norte (região de Joinville). Nas áreas mais frias do Planalto e do Meio-Oeste, o registro foi de 14°C a 18°C.

2. Precipitação

A primavera de 2015 foi marcada pelo registro de precipitação bem acima da média climatológica em SC, com anomalias positivas de mais de 300mm em grande parte das regiões (Figura 3), e totais acima de 600mm (Figura 4). Os valores mais elevados ocorreram no Oeste, Meio-Oeste e especialmente no Litoral Norte (região de Joinville), onde o total de chuvas superou os 1000mm. Em outubro, o total mensal foi de 200 a 400mm em todas as regiões, o que representou uma precipitação de 100 a 300mm acima da média climatológica em praticamente todo o Estado, exceto no Oeste, onde a climatologia do mês já é elevada nessa época do ano. Tanto em novembro como em dezembro, os totais mensais mais elevados, entre 200 e 400mm, foram registrados no Oeste e no norte do Estado, com anomalias de 200 a 300mm. Já os menores totais mensais, entre 100 e 200mm, ocorreram no Sul catarinense. Em dezembro, o total mensal chegou a 500mm na região de Joinville e no Extremo Oeste de SC.

3. Sistemas atmosféricos

Maria Laura Guimarães Rodrigues

Os períodos de chuva prolongados com elevados totais diárias verificados desde a segunda quinzena de setembro em SC (Rodrigues et al., 2015) mantiveram-se no mês de outubro. Além da passagem de frentes frias, verificou-se a atuação frequente e intensa do jato subtropical no Sul do Brasil. No Oeste catarinense, os elevados totais de precipitação estiveram associados ao jato de baixos níveis (JBN), fluxo de vento em baixos níveis que transporta umidade do norte do País para essa região, com a atuação de ciclones que se formam no Paraguai. Essas condições atmosféricas, características de anos de El Niño (Grimm et al., 1998), foram propícias para a ocorrência de fortes temporais e registro de granizo, especialmente até o dia 22/10. Após essa data e até o término da primavera, diminuiu a frequência tanto de temporais como de elevados totais diários de precipitação, e os eventos extremos passaram a ocorrer de forma mais localizada em SC.

Nos últimos dias de outubro e primeiros dias de novembro, o jato subtropical ainda contribuiu para manter a ocorrência de chuva em grande parte de SC. A chuva frequente observada nas regiões do Planalto ao Litoral de SC entre 26/10 e 5/11 resultou em totais de 100 a 150mm no Litoral Sul, Planalto Sul, Grande Florianópolis, Vale do Itajaí e Litoral Norte. No total, entre 15/9 e 10/11 (58 dias), foram mais de 40 dias com registro de chuva nessas regiões do Estado, ficando em torno de 50 dias em municípios do Planalto Sul, Litoral Sul, Vale do Itajaí e Litoral Norte.

Em meados de novembro, em torno do dia 10 ao dia 20, o jato subtropical posicionou-se mais ao sul do Uruguai, favorecendo poucos dias de chuva no interior de SC, e mal distribuída espacialmente, mesmo durante a passagem de frentes frias. Esses dias mais secos resultaram em umidade relativa do ar inferior a 60% no período da tarde.

Nos últimos dias de novembro e até a primeira quinzena de dezembro, o jato subtropical voltou a定位 no Sul do Brasil, contribuindo para a intensificação da precipitação em SC, principalmente no Oeste e no Norte do Estado. Durante a passagem de frentes frias, a precipitação ocorreu em todas as regiões, com maior número de temporais em relação ao verificado em novembro.

Frentes frias

Os maiores totais diárias de precipitação, em outubro de 2015, estiveram associados a dois eventos com passagem de frente frias, que ocorreram em um período de chuva persistente: entre os dias 8 e 11 e entre 20 e 22. No primeiro evento (8 a 11/10), uma frente semiestacionária permaneceu em SC. No Oeste, Meio-Oeste, Planalto Sul e Litoral Sul, a precipitação registrada ficou acima de 100mm em 48 horas (7 a 9/10). E entre 10 e 11/10, as chuvas mais intensas ocorreram no Planalto Norte (80 a 120mm), em municípios como Rio Negrinho, São Bento do Sul e Três Barras. Na grande Florianópolis e no Litoral Norte, os totais diárias de 20 a 30mm resultaram em precipitação de 100 a 120mm em 4 dias, em localidades como Corupá, Joinville e Rancho Queimado.

No segundo episódio (20 a 22/10), foram registrados os maiores totais diárias de chuva da primavera de 2015. Uma frente fria atingiu SC entre a noite do dia 20 e madrugada do dia 21/10. Totais de chuva em torno de 50mm em apenas 12 horas ocorreram no Oeste e no Meio-Oeste. A frente fria deslocou-se no litoral, mantendo a chuva em todas as regiões. Entre a tarde de 21/10 e o dia 22/10, o total de precipitação foi acima de 100mm em 24 horas nas áreas da Grande Florianópolis Serrana, Meio-Oeste, Planalto Sul e Vale do Itajaí. Em 48 horas (20 a 22/10), os totais foram de 80 a 150mm em grande parte do Estado. Em algumas localidades do Meio-Oeste, Planalto Sul, Grande Florianópolis, Vale do Itajaí e Litoral Norte, esses totais superaram os 150mm. Os valores mais elevados ocorreram em Rio do Campo (194,6mm) e Ituporanga (182,8mm). No Planalto Norte e no Oeste, os totais de chuva foram de 50 a 100mm em 48 horas. E o Litoral Sul foi a região menos atingida pelas chuvas, com totais inferiores a 80mm. No dia 23/10, a frente fria afastou-se para o litoral do Paraná e de São Paulo, mas ainda ocasionou pancadas de chuva forte no Planalto Norte catarinense.

Outras duas frentes frias atingiram o Estado em outubro, ocasionando chuva em todas as regiões: entre os dias 2 e 3 e entre os dias 15 e 16. A atuação do jato subtropical, com forte intensidade, favoreceu a precipitação no dia 6 e entre 13 e 14. Na madrugada do dia 14, a precipitação no Vale do Itajaí ainda foi intensificada pela presença de uma baixa pressão no litoral de São Paulo, sistema que influencia as condições de tempo no norte de SC. Todos esses eventos, até o dia 22/10, foram

caracterizados por alta incidência de descargas elétricas (raios) e temporais, com intensas rajadas de vento e queda de granizo em várias localidades.

As frentes frias que chegaram ao Estado posteriormente, no final de outubro e durante o mês de novembro (em 31/10, 11/11, 13/11, 19/11, 23/11, 28/11), em geral deslocaram-se pelo litoral, ocasionando pancadas de chuva localizada nas regiões catarinenses, entre 1 e 2 dias, concentradas principalmente entre a tarde e noite. Nesse período, o sistema do dia 19/11 resultou em chuva mais significativa, acompanhada de um sistema de baixa pressão em deslocamento pelo Sul do Brasil, ocasionando fortes temporais no Oeste e no Norte de SC. Houve registro de microexplosão nos municípios de Chapecó e Jaraguá do Sul, e de tornado em Treze Tílias, fenômenos meteorológicos também registrados no inverno de 2015 (Oliveira, 2015).

Em dezembro (até o dia 20), as frentes frias que se deslocaram no litoral de SC (em 4/12, 9/12, 13/12 e 18/12) ocasionaram pancadas de chuva em todas as regiões, com maior intensidade no Oeste e no Norte. Nos últimos três eventos, foram registrados temporais nessas regiões do Estado, com descarga elétrica e rajadas de vento de 70 a 100km/h. Os totais diárias de chuva mais elevados do mês, de 100 a 150mm, foram registrados nos dias 9 e 14 em municípios do Oeste.

Circulação marítima e complexos convectivos de mesoescala (CCMs)

A partir do final de outubro, a chuva em SC concentrou-se principalmente no Oeste e no Norte do Estado. Ela foi alimentada por dois canais de umidade distintos provenientes do norte do país, um direcionado para o interior do Estado (JBN), outro para o Litoral Norte.

A circulação de vento leste/nordeste, gerada a partir de anticiclones próximos da costa sul do Brasil, favorece o transporte de umidade do mar (circulação marítima) para a Grande Florianópolis e o Litoral Norte em meses de final da primavera e do verão (Rodrigues et al., 2011). Essa condição foi bastante observada na primavera de 2015, influenciando especialmente o Litoral Norte, com a permanência prolongada de anticiclones na costa e a intensificação de sistemas de baixa pressão (ciclones) no litoral sudeste do Brasil, região ciclogênica estudada por Reboita et al. (2009).

Dois anticlones próximos da costa sul do Brasil, um entre 25 e 30/10, e outro entre 2 e 04/11, favoreceram a persistência da precipitação no Litoral Norte e no Vale do Itajaí entre o final de outubro e o início de novembro. De 2 a 4/11, uma baixa pressão no litoral de São Paulo também contribuiu para totais mais elevados de precipitação em Florianópolis e no Litoral Norte (20 a 40mm/diários). Em Joinville, o registro foi de 91,4mm/12 horas no dia 4, e 220mm (estação de Pirabeiraba) a 360mm (estação de Vila Nova) no período de 26/10 a 5/11.

O fluxo de umidade direcionado à costa de SC contribuiu para chuva mais significativa na Grande Florianópolis e no Litoral Norte em outros períodos em novembro: 8 a 9/11, 17 a 18/11 e entre 24 e 28/11, com totais máximos de 50mm em 24 horas. Em Joinville e Garuva, ocorreu chuva em todos os dias de novembro, totalizando 568mm e 416,4mm respectivamente.

No Oeste, Meio-Oeste e Planalto Norte, alguns episódios de chuva estiveram associados à presença de sistemas de baixa pressão no Paraguai, sem passagem frontal. Os principais episódios, entre o final de outubro e novembro, ocorreram nos dias 25 e 26/10, 17/11 e 24/11, com mais de 50mm/dia. Em dezembro, nos dias 2 e 11, esses sistemas de baixa pressão no Paraguai estenderam-se para o Paraná, e a chuva em SC atingiu principalmente as áreas do Oeste e Norte do Estado, com totais diários de 30 a 50mm em média.

Dois casos de CCM foram observados em SC nessa primavera, nos dias 10 e 27 de novembro. Esses sistemas, que se formaram entre o norte da Argentina e o Paraguai, deslocando-se em direção a SC, ocasionaram totais elevados de chuva no Oeste e no Meio-Oeste catarinense, com descarga atmosférica e ventos de 70 a 90km/h, associados a temporais nessas regiões.

Massas de ar frio e seco

Em geral, as massas de ar frio (anticlones migratórios) na retaguarda das frentes frias deslocaram-se da Argentina para o oceano, na costa entre o Uruguai e o Rio Grande do Sul, atuando mais na parte litorânea de SC do que no interior, como ocorreu nos meses de inverno (Rodrigues et al., 2015). Os sistemas de alta pressão provocaram temperaturas mais baixas, especialmente no litoral e no sul catarinense.

Em outubro, as massas de ar frio chegaram ao Estado entre os dias 4 e 5, 12 e 13, 17 e 18, 24 e 25, acompanhando as quatro frentes frias mencionadas anteriormente. A primeira massa de ar frio foi a que provocou a menor temperatura mínima, de 0°C, em Urupema, no Planalto Sul. Em geral, os anticlones tiveram passagem rápida no Sul do Brasil. Somente o observado no final do mês permaneceu próximo da costa de SC em um período prolongado, entre 24 e 29, mantendo baixas as temperaturas no litoral.

Outras cinco massas de ar frio foram observadas no Estado no mês de novembro, provocando diminuição da temperatura mínima nos períodos de 5 a 7, 11 a 12, 14 a 16, 20 a 21, e 30. O dia 21 foi o de menor registro de temperatura mínima do mês, entre 5°C e 10°C no Planalto Sul, quando a massa de ar frio trouxe um ar mais seco para SC. Esse anticiclone, assim como o primeiro do mês, permaneceu na costa catarinense por um período prolongado, intensificando-se entre os dias 24 e 26.

Em dezembro, os anticlones que acompanharam a passagem das frentes frias atingiram SC nos dias 1, 5, 10 e 16. A massa de ar frio que avançou para o litoral do Estado entre os dias 5 e 6 ocasionou fortes ventos do sul e manteve um período seco em SC até o dia 8. Esse foi o evento com o menor registro de temperatura mínima: 7°C no Planalto Sul.

4. Níveis de rios

Guilherme Xavier de Miranda Junior

Atualmente, a Agência Nacional de Águas (ANA) possui 42 estações hidrológicas telemétricas automáticas operando em SC. Elas estão distribuídas em 10 bacias hidrográficas, registrando em intervalos de tempo de 15 minutos o nível da água dos rios e a precipitação. Para esse trabalho foram utilizadas somente as 34 estações que estavam funcionando durante o período de análise do 4º trimestre de 2015, que estão organizadas espacialmente por bacia hidrográfica no território catarinense (Figura 5 e Tabela 1). Essas estações são operadas pela Epagri na vertente do Atlântico, e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) na vertente do interior na bacia do rio Uruguai

Para acompanhar a variação do regime dos rios em SC, obtiveram-se junto ao banco de dados da Epagri/Ciram os dados horários de níveis dos rios monitorados pelas estações telemétricas da ANA, já qualificados. Na Tabela 1 estão organizados por bacia hidrográfica os dados médios dos níveis de seus principais rios, identificando os municípios em que as estações hidrológicas estão localizadas, apresentando os valores médios, máximos e mínimos dos níveis dos rios monitorados referentes ao trimestre outubro-novembro-dezembro de 2015 para todas as dez bacias hidrográficas do Estado.

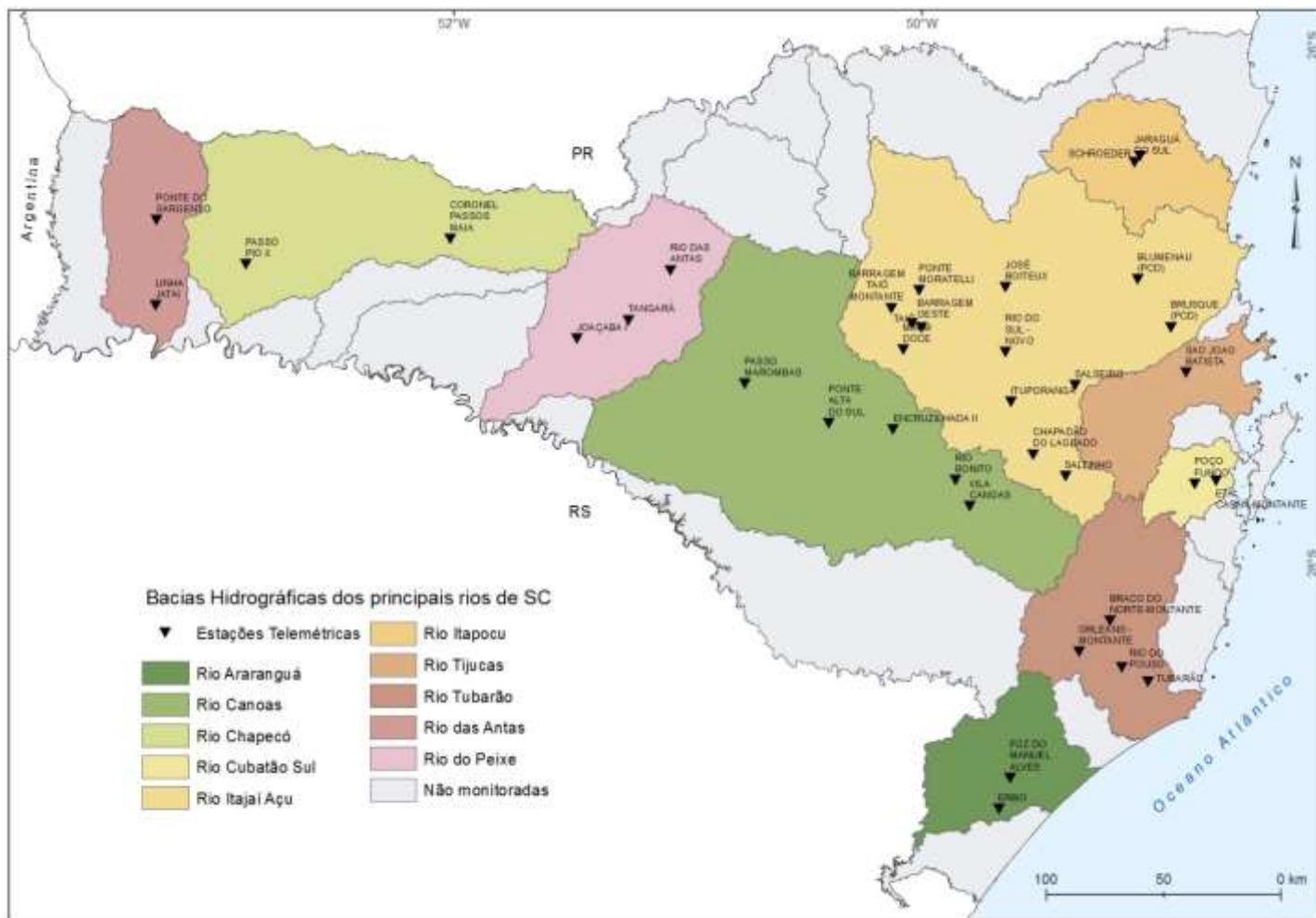


Figura 5 – Mapa de distribuição das estações hidrológicas distribuídas no estado de Santa Catarina

Tabela 1 – Níveis dos rios monitorados (máximo, mínimo e médio) das estações ANA no trimestre outubro-dezembro de 2015

Bacia Hidrográfica	Estação	Município	Níveis dos rios (cm)		
			Média	Máximo	Mínimo
Bacia Hidrográfica do Rio Canoas	VILA CANOAS – Rio Rufino	Rio Rufino	375,68	873	158
	RIO BONITO – Bocaina do Sul	Lages	521,47	1045	165
	ENCRUZILHADA II – Otacílio Costa	Otacílio Costa	493,81	922	182
	PONTE ALTA DO SUL	Ponte Alta	404,66	788	171
	PASSO MAROMBAS - Curitibanos	Curitibanos	334,43	694	220
Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe	RIO DAS ANTAS	Rio das Antas	127,60	317	-65
	TANGARÁ	Tangará	144,82	346	93
	JOAÇABA I	Joaçaba	264,57	673	147
Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó	CORONEL PASSOS MAIA	Passos Maia	135,33	900	59
	PASSO PIO X – Pinhalzinho	Pinhalzinho	202,90	455	139
Bacia Hidrográfica do Rio Antas	PONTE DO SARGENTO – Romelândia	Romelândia	101,81	412	58
Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu	JARAGUÁ DO SUL	Jaraguá do Sul	141,00	473	95
	SCHROEDER	Schroeder	142,99	468	82
Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí	PONTE MORATELLI – Salete	Salete	90,24	346	66
	BARRAGEM TAIÓ – MONTANTE	Taió	179,99	461	123
	BARRAGEM OESTE – Taió	Taió	493,40	1140	129
	MIRIM DOCE	Mirim Doce	153,47	440	98
	TAIÓ	Taió	426,45	1046	0
	SALTINHO – Alfredo Wagner	Alfredo Wagner	69,09	422	23
	CHAPADÃO DO LAGEADO	Chapadão do Lajeado	47,64	344	13
	RIO DO SUL – NOVO	Rio do Sul	436,78	1060	187
	JOSÉ BOITEUX	José Boiteux	217,58	1018	73
Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas	BLUMENAU	Blumenau	302,26	998	105
	SALSEIRO – Vidal Ramos	Vidal Ramos	179,84	481	127
Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Sul	BRUSQUE	Brusque	211,31	747	137
	SÃO JOÃO BATISTA	São João Batista	136,14	614	39
Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão	POÇO FUNDO – Sto. Amaro da Imp.	Santo Amaro da Imperatriz	221,33	488	189
	ETA CASAN – MONTANTE – Palhoça	Palhoça	152,80	441	118
Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá	ORLEANS – MONTANTE	Orleans	42,86	380	-16
	BRAÇO DO NORTE – MONTANTE	Braço do Norte	102,48	135	78
	RIO DO POUSO – Tubarão	Tubarão	129,29	466	50
Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá	TUBARÃO	Tubarão	169,71	433	85
	FOZ DO MANUEL ALVES – Meleiro	Meleiro	68,96	214	19
	ERMO	Ermo	193,38	416	115

Fonte: Estações telemétricas da ANA operadas pela Epagri/Ciram.

Durante esse período de análise, os níveis da lâmina d'água dos rios variaram significativamente, tendo no rio Itajaí do Oeste alcançado 1140cm na estação barragem Oeste, em Taió, e valores mínimos de -65cm no rio do Peixe, no

município de Rio das Antas. Essa variação do regime hídrico dos rios monitorados em SC foi devida à variação espacial e temporal da precipitação (Figuras 3 e 4). A má distribuição das chuvas no Estado ao longo do trimestre outubro-novembro-dezembro, ocasionou uma variação temporal e espacial nos níveis dos rios.

Uma das maneiras de representar a influência da distribuição espacial e temporal da precipitação no regime hídrico nas bacias hidrográficas de SC é através da análise da frequência de ocorrência dos níveis dos rios para classes fixas da condição hídrica para cada estação hidrológica monitorada. Nesse sentido, desenvolveu-se uma análise de frequência baseada nas condições extremas do regime hídrico, dividindo os dados em três classes, analisando: dados normais, dados em estiagem e dados em enchentes. Para melhor representar as condições extremas, foram criadas em três subclasses: atenção, alerta e emergência, representadas graficamente na Figura 6.

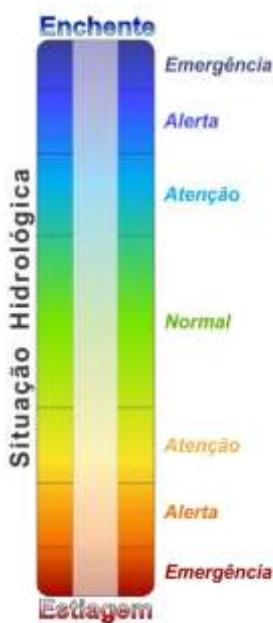


Figura 6 – Classificação das condições hídricas extremas

Para cada estação hidrológica monitorada, foram organizados os parâmetros de classificação das subclasses em: atenção, alerta e emergência na situação extrema de enchente. Essas informações foram obtidas de três maneiras: a primeira, junto às defesas civis municipais e estadual; a segunda, através de estudos hidrológicos existentes nos municípios; e a terceira através da análise do levantamento da seção transversal do rio e da vistoria no local monitorado, relacionando o nível do rio monitorado aos critérios de permanência desse nível.

A Portaria nº 36, de 29 de julho de 2008, da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), estabeleceu, no artigo 2º, que, para a análise de disponibilidade hídrica para captações ou derivação de cursos d'água de domínio do estado de Santa Catarina, será adotada, como vazão de referência, a vazão de permanência durante 98% do tempo (Q98).

Considerando a legislação estadual vigente de gestão de recursos hídricos, que utiliza a curva de permanência como referência para o estabelecimento de critérios de estiagem do ponto de vista hidrológico, foram obtidas para cada estação hidrológica as curvas de permanência e verificadas suas referências na curva-chave em relação aos níveis dos rios. Nesse caso, foram consideradas as subclasse de estiagem atenção, alerta e emergência como os valores da curva de permanência de 90%, 95% e 98% do tempo para cada estação hidrológica.

Dadas as considerações relatadas anteriormente, realizou-se a análise dos dados horários de níveis dos rios do período do quarto trimestre de 2015. O resultado dessa análise é apresentado na Figura 7, que representa o percentual no tempo das situações hidrológicas de estiagem, normalidade e enchente para as estações hidrológicas das bacias hidrográficas de SC.

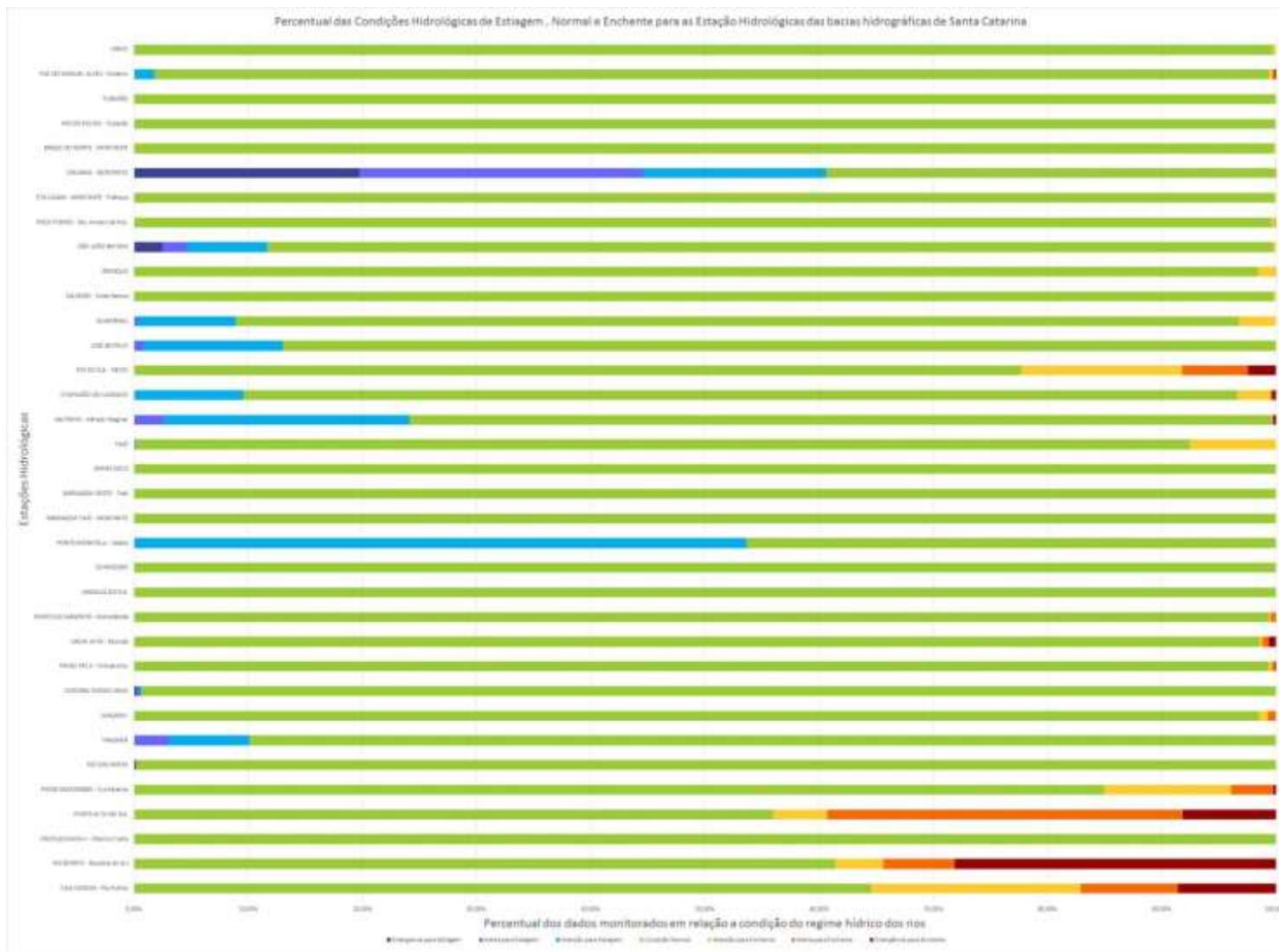


Figura 7 – Percentual das condições hidrológicas de estiagem, normal e enchente para as estações hidrológicas das bacias hidrográficas de Santa Catarina

Bacia do rio Araranguá

Os rios monitorados na bacia hidrográfica do rio Araranguá não apresentaram variações significativas nos regimes hídricos. Observa-se na Figura 7 que os níveis dos rios permaneceram o maior percentual do tempo dentro da classe de normalidade. As variações mais elevadas foram observadas na estação Ermo, e os níveis oscilaram entre 416 e 115cm, porém dentro da faixa de normalidade para o regime hídrico.

Bacia do rio Tubarão

Na bacia hidrográfica do rio Tubarão, os rios monitorados não apresentaram variações significativas nos regimes hídricos. Observa-se na Figura 7 que os níveis dos rios ficaram o maior percentual do tempo dentro da classe de normalidade. A exceção nesse caso ocorreu na estação de Orleans, onde 26,05% do tempo do monitoramento desse trimestre analisado, ficou na condição de estiagem. Nesta estação, o nível do rio Tubarão variou na situação de estiagem, entre as subclasse de atenção e alerta. Esse regime hídrico foi devido ao baixo índice pluviométrico registrado nessa região da bacia, principalmente em outubro de 2015.

Bacia do rio Cubatão do Sul

Foi constatado, conforme a Figura 7, que a Bacia Hidrográfica do rio Cubatão do Sul apresentou valores dentro da normalidade dos níveis monitorados desse rio. As maiores variações foram observadas na estação ETA – Casan – Montante em Palhoça, e os níveis oscilaram entre 441 e 118cm, porém dentro da faixa de normalidade para o regime hídrico.

Bacia do rio Tijucas

Na bacia hidrográfica do rio Tijucas, observou-se que o trimestre analisado apresentou um período de enchente muito pequeno, em torno de 1,53% do tempo, decorrente de uma precipitação intensa e com variação espacial significativa (Figuras 3 e 4).

Bacia do rio Itajaí

Para a bacia hidrográfica do rio Itajaí, no trimestre analisado, observou-se grande variação dos níveis dos rios e dos períodos de baixa e de alta precipitação

nesta bacia hidrográfica. Essa grande variação no regime hídrico dos rios da bacia hidrográfica do rio Itajaí é apresentada na Figura 7. Constatou-se que os níveis dos rios desta bacia, durante o trimestre, encontram-se na situação de estiagem, variando em 61,58% do tempo monitorado, principalmente na região do município de Chapadão do Lajeado. Nesse mesmo trimestre analisado, verificaram-se enchentes nos meses de outubro e novembro, principalmente nas bacias dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí-Açu. Na cidade de Taió, 45,74% do tempo do monitoramento desse trimestre analisado estiveram na condição de enchente. Situação semelhante ocorreu no município de Rio do Sul, onde em 44,38% do tempo de monitoramento as condições hídricas eram de enchente. Entretanto, devido ao volume significativo das precipitações que ocorreram em outubro de 2015, a estação barragem oeste em Taió apresentou uma cota máxima de 1140cm do rio Itajaí do Oeste, provocando enchente em toda a região do Alto Vale.

Bacia do rio Itapocu

Na bacia hidrográfica do rio Itapocu se observou grande variação dos níveis dos rios associada a grande variação de precipitação (Figuras 3 e 4). O regime hídrico dos rios manteve-se dentro da normalidade, não havendo registro de eventos hidrológicos extremos (estiagem ou enchente) para esta bacia nesse trimestre.

Bacia do rio das Antas

Na bacia hidrográfica do rio das Antas se observou grande variação dos níveis dos rios, conforme a Tabela 1. No entanto, o regime hídrico dos rios manteve-se dentro da normalidade, conforme a Figura 7.

Bacia do rio Chapecó

Na bacia hidrográfica do rio Chapecó se observou nesse trimestre grande variação nos níveis dos rios, principalmente devida à precipitação que ocorreu em dezembro de 2015 (Figuras 3 e 4).

Bacia do rio do Peixe

Para a bacia hidrográfica do rio do Peixe, registraram-se, no quarto trimestre de 2015, fenômenos extremos pontuais de enchentes e estiagem. Na estação de

Joaçaba, o nível do rio do Peixe atingiu a marca de 673cm em outubro, causando enchente no município. Na condição hidrológica oposta, em dezembro, foram registrados baixos níveis do rio do Peixe, apresentando período de estiagem no município de Rio das Antas (Figura 7). Constatou-se que o nível do rio do Peixe, na estação Rio das Antas, apresentou nesse trimestre um período de estiagem em 39,87% do tempo monitorado.

Bacia do rio Canoas

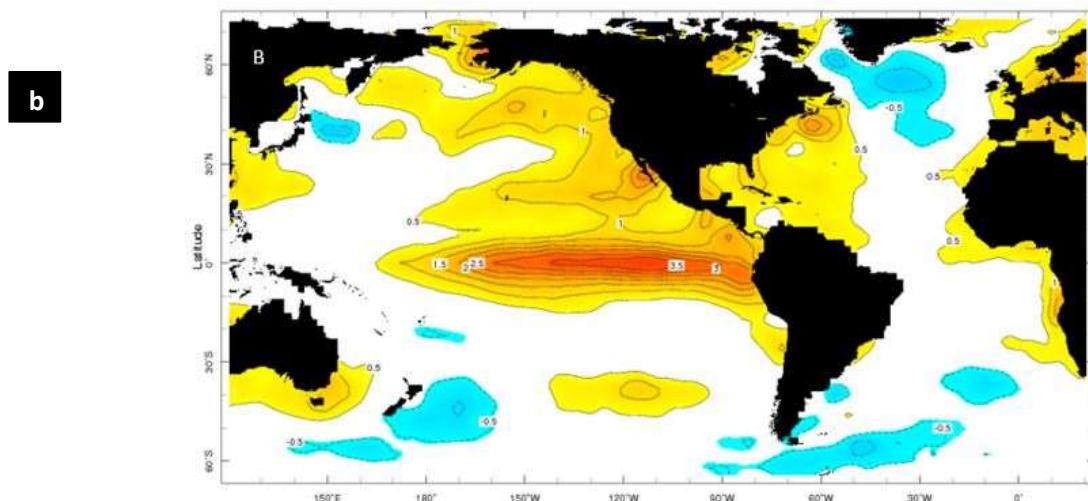
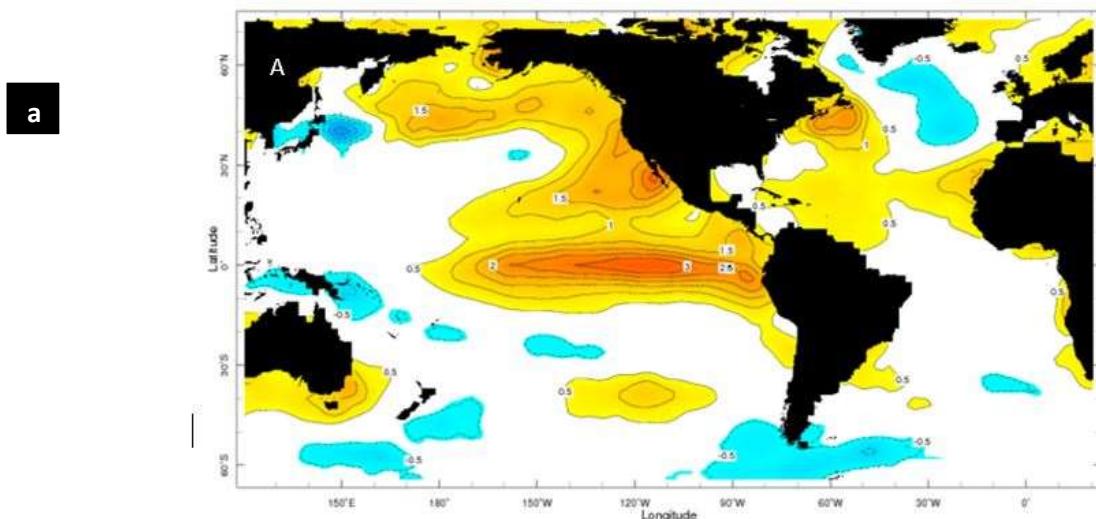
Para a bacia hidrográfica do rio Canoas, observou-se grande variação dos níveis dos rios, com períodos de alta precipitação (Figuras 3 e 4). Constatou-se que na maioria das estações de monitoramento hidrológico desta bacia, o nível do rio Canoas ficou em condição de atenção, alerta e emergência em 42,65% a 50,51% do tempo nessas condições hidrológicas extremas. Somente o rio Marombas, afluente do rio Canoas, na estação Passo Marombas, em Curitibanos, apresentou nesse trimestre período de menor variação, em torno de 27,45% do tempo monitorado com excesso hídrico (Figura 7).

5. Condições oceânicas

Argeu Vanz

Anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM)

A temperatura da superfície do mar (TSM) no Oceano Pacífico equatorial, região de monitoramento do El Niño, apresentou anomalia positiva, variando de 0,5 a 3,5°C, (Figura 8), e valores acima de 3,5°C no Pacífico equatorial na região do El Niño 3 e 4. Observa-se que houve uma intensificação na anomalia de temperatura de outubro para novembro e dezembro. O fenômeno é caracterizado como El Niño de moderado a forte e, segundo cientistas da National Aeronautics and Space Administration (Nasa), pode igualar-se ao de 1997-1998. Estudos apontam que o El Niño provoca aumento da chuva e eventos extremos no Sul do Brasil nos anos em que ele ocorre (LAU & ZHOU, 2000; GRIMM & TEDESCHI, 2004).



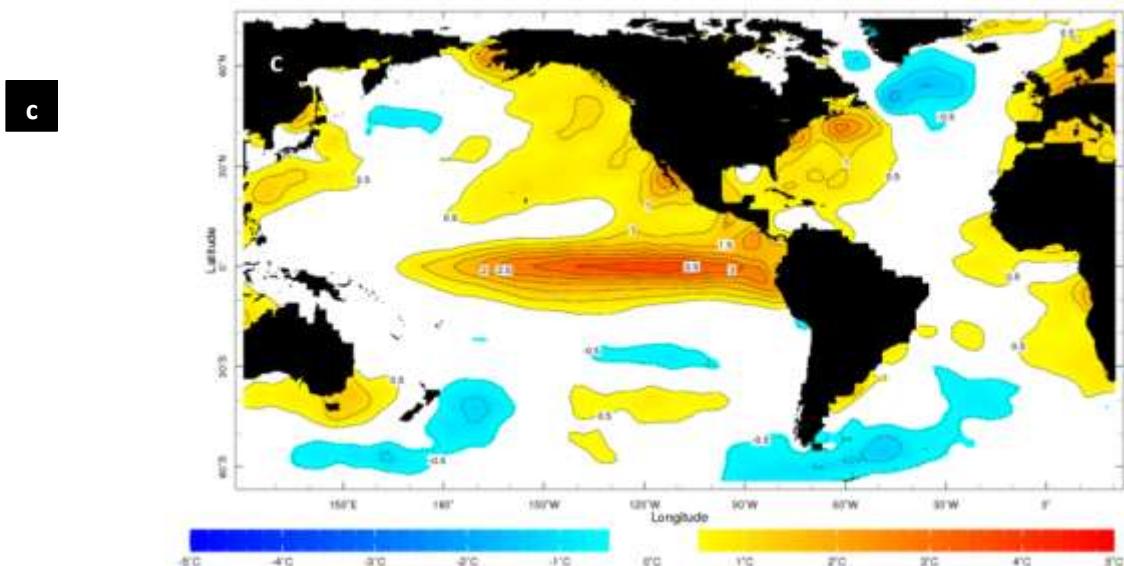


Figura 8 – Anomalia mensal de temperatura da superfície do mar em outubro (a), novembro (b) e dezembro (c) de 2015

Fonte: <http://iridl.ideo.columbia.edu/maproom/Global/Ocean_Temp/ERSST_Anomaly.html>. Acesso em: 7 dez. 2015.

Maré

O comportamento da maré em Florianópolis nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2015 é mostrado na Figura 9. Para Florianópolis, os picos de maré foram observados no mês de outubro, e os menores foram registrados em novembro e dezembro.

A maré no mês de outubro apresentou variações diferenciadas em relação aos meses de novembro e dezembro, especialmente entre os dias 3 e 8 e 16 e 21. Nesse mês, foram registradas frequência maior de preamarés em comparação aos outros meses e diferenças acentuadas entre as preamarés em relação aos meses de novembro e dezembro próximo aos dias 4 e 17.

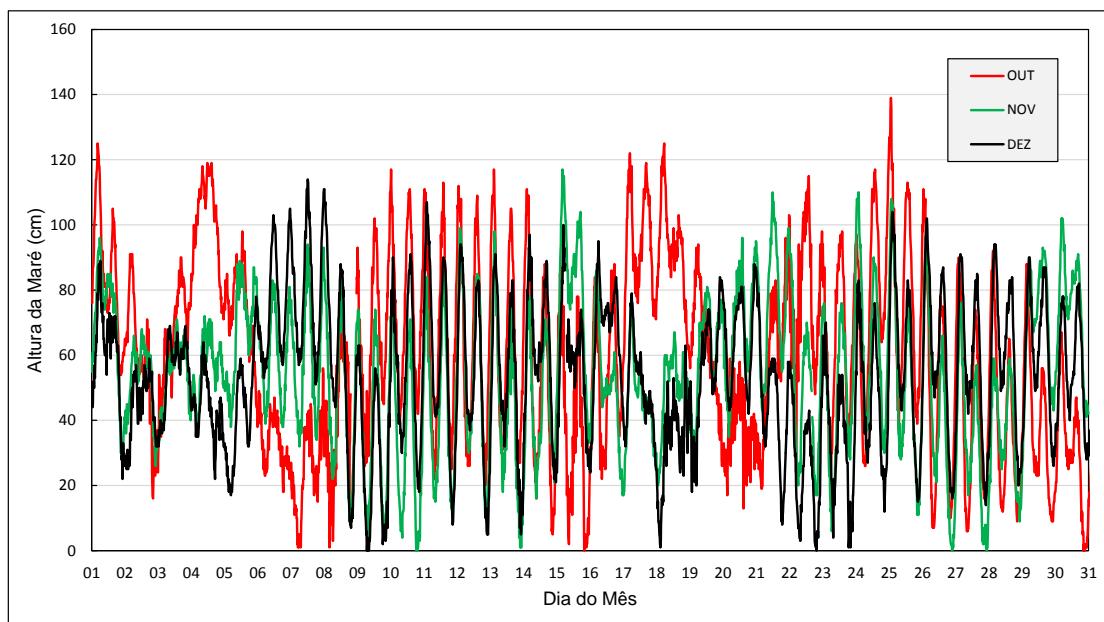


Figura 9 – Comparação do comportamento da maré em Florianópolis no trimestre outubro-dezembro/2015

Os resultados pontuais mais expressivos de maré, dia e hora em que ocorreram, são apresentados na Tabela 2. O valor máximo foi 136cm, registrado no mês de outubro, e o mínimo foi -10cm, obtido em dezembro. A maior amplitude de maré foi de 137cm, anotada no mês de outubro. Em relação aos valores médios de maré, novembro e dezembro apresentaram os menores, e o mês de outubro, o maior.

Tabela 2 – Extremos máximos e mínimos de maré (cm) para outubro, novembro e dezembro em Florianópolis, SC

	Máximos		
	Outubro	Novembro	Dezembro
Máximo	136	117	114
Dia	4/10/2015	24/11/2015	7/12/2015
Hora	15h	0h	12h
	Mínimos		
	Outubro	Novembro	Dezembro
Máximo	-1	-7	-10
Dia	30/10/2015	27/11/2015	23/12/2015
Hora	20h	8h	20h15
Amplitude	137	124	124
Média	60	54	54

Ondas

As maiores ondulações registradas pela boia da Marinha no litoral de Rio Grande, RS, são apresentadas na Tabela 3. Os principais fenômenos atmosféricos que geraram essas ondulações foram frentes frias e ciclones extratropicais que passaram pelo litoral.

As maiores ondulações no trimestre apresentaram a mesma direção de ondas SW, períodos entre 9 e 15s e altura significativa de ondas variando de 4,0 a 5,4m. Períodos longos indicam que as ondas foram geradas longe da boia, caso de outubro e dezembro. Por outro lado, períodos curtos indicam geração próxima à boia, a exemplo de novembro.

Tabela 3 – Características das ondas para cada mês do trimestre

Mês	Dia	Hora	Alt. sig. (m)	Período (s)	Direção
Outubro	17	03h49	5,4	15	SW (210°)
Novembro	14	19h45	4	9	SW (246°)
Dezembro	7	09h38	4,05	13	SW (213°)

Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/dados/pnboia/boia_rs.htm>. Acesso em: 7 dez. 2015.

6. Balanço hídrico

Wilian da Silva Ricce

De uma forma geral, o trimestre de outubro a dezembro de 2015 foi caracterizado por excedentes hídricos nas principais regiões produtoras do Estado (Figura 10). Entretanto, em São Miguel do Oeste, Joaçaba e Canoinhas foi observado pequeno *deficit* hídrico no segundo decêndio de setembro e excesso nos demais decêndios. Já em Lages, Florianópolis e Urussanga o excesso hídrico foi de setembro ao começo de novembro, com pequeno *deficit* hídrico a partir do segundo decêndio de novembro.

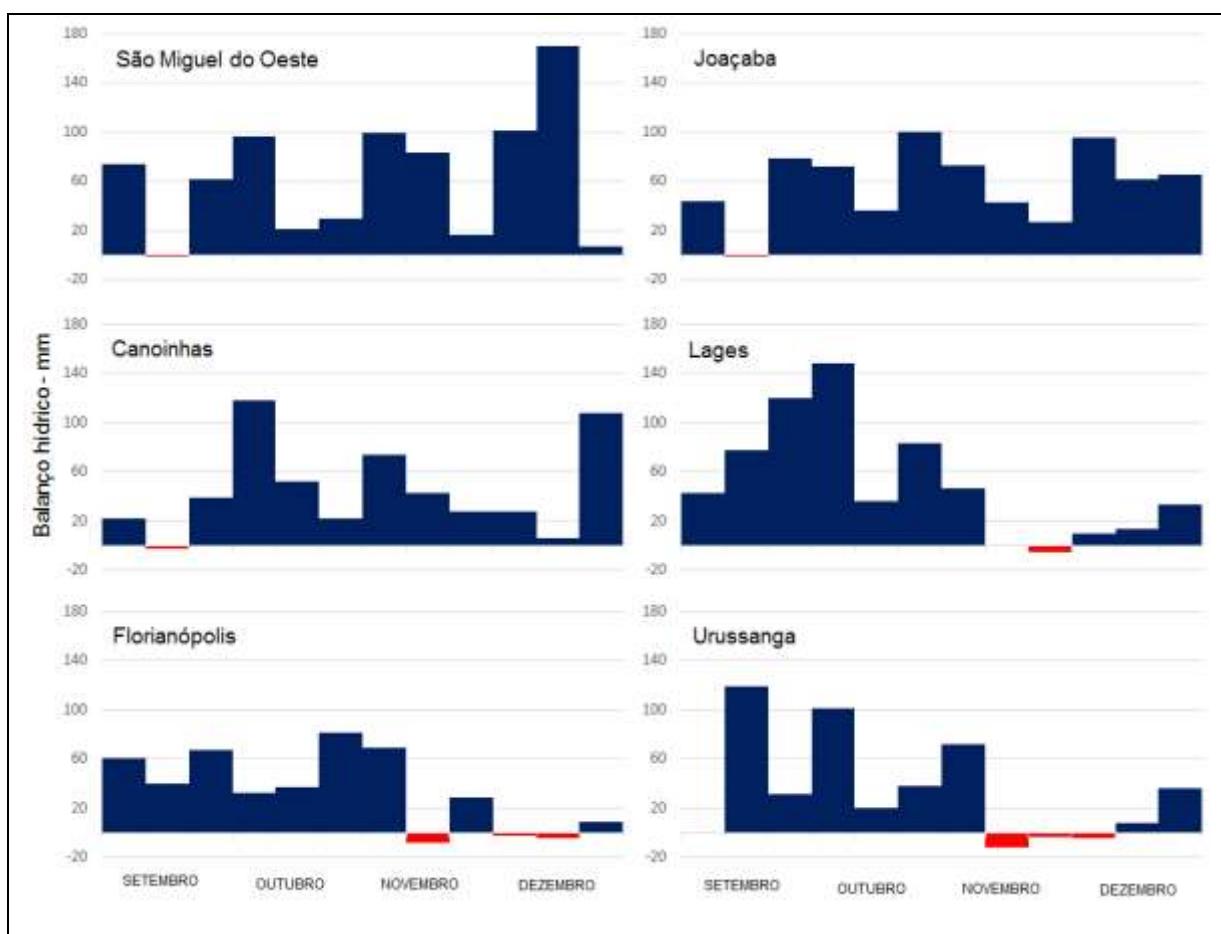


Figura 10 – Excesso/deficiência hídrica (mm) para o período da primavera de 2015 para as estações meteorológicas de São Miguel do Oeste, Joaçaba, Canoinhas, Lages, Florianópolis e Urussanga, no estado de Santa Catarina

7. Graus-dia

Éverton Blainski

As plantas necessitam, para completar seu ciclo de desenvolvimento, de um determinado número de unidades térmicas, também denominadas de graus-dia (GD). De acordo com o clima da região, o total de graus-dia acumulado pode provocar uma maturação precoce ou até mesmo prolongar o ciclo da cultura. O conceito de GD associa a taxa de desenvolvimento de uma espécie vegetal à temperatura do ambiente. Esse conceito pressupõe a existência de temperaturas basais (inferior e superior) aquém ou além das quais as plantas não se desenvolvem.

O acumulado de GD para o estado de Santa Catarina é apresentado na Figura 11. Considerou-se como T_b o valor de 10°C, valor assumido para as principais espécies cultivadas no Estado.

Apesar de não se ter a variável GD descrita na climatologia do Estado, espera-se que os valores acumulados estejam ligeiramente acima da normalidade, haja vista que essa variável é dependente da temperatura do ar, que, conforme a Figura 1, apresentou anomalia positiva para a maioria das regiões do Estado no período analisado.

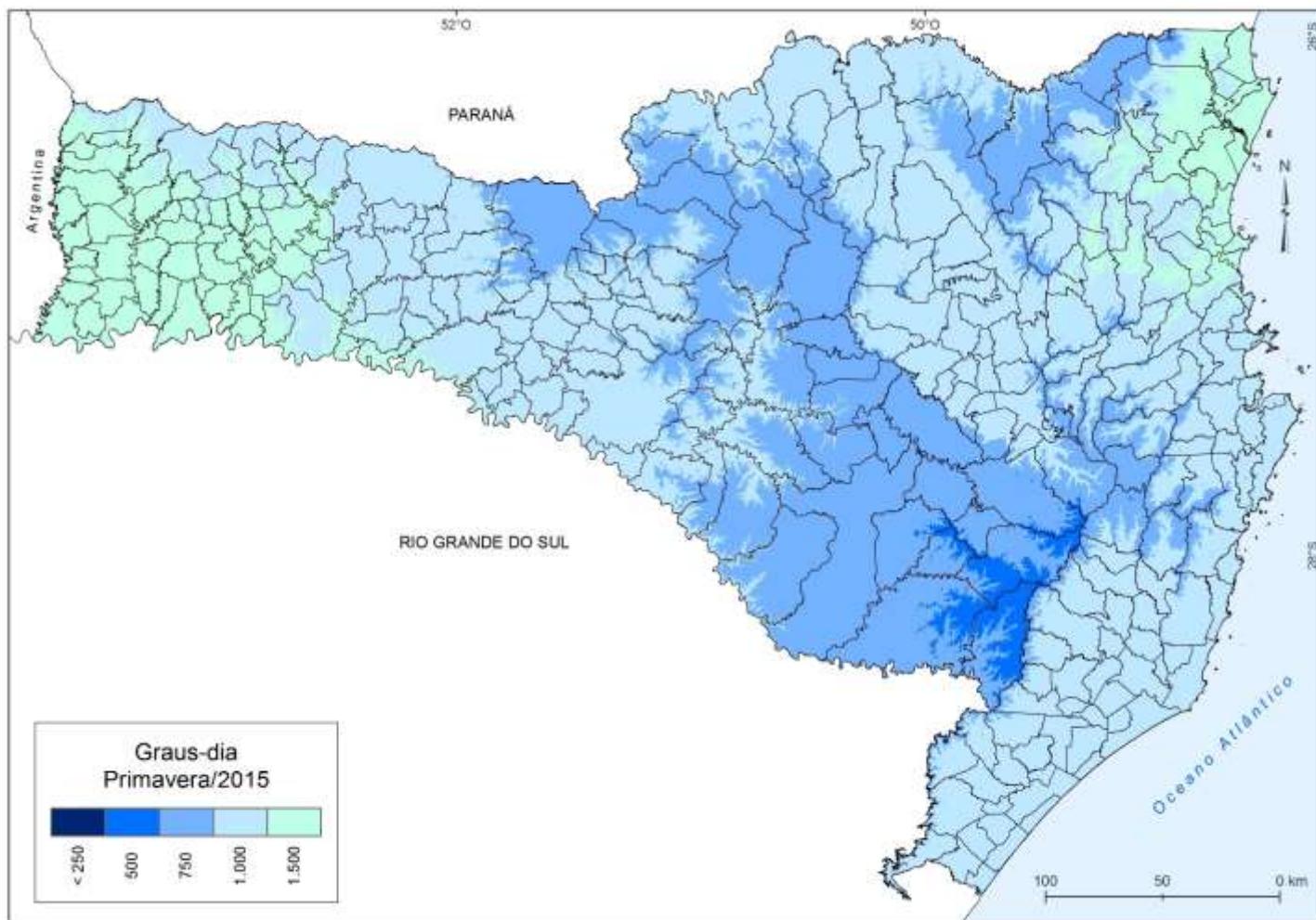


Figura 11 – Graus-dia acumulados durante a primavera de 2015 no estado de Santa Catarina

8. Impacto do excesso de chuvas na agricultura

Éverton Blainski

A produção agrícola de Santa Catarina foi diretamente afetada pelo excesso de chuvas na primavera. Grande parte das safras de feijão, cebola e arroz foi prejudicada na região do Vale do Itajaí. Além disso, prejuízos foram identificados em lavouras de trigo, milho e fumo nas principais regiões produtoras do Estado. O excesso de chuva ocasionou atraso no plantio de algumas culturas e prejudicou o desenvolvimento de outras. Além disso, dificultou a colheita da safra de cebola e de trigo, trazendo perda da produtividade e da qualidade dos produtos. Culturas de pequeno porte, como hortaliças, tiveram perdas de até 100%. Para outras culturas, que serão colhidas no verão, os prejuízos ainda não foram contabilizados. A seguir, será apresentado um detalhamento das principais culturas do Estado afetadas pelo excesso de chuva no período.

Cebola

A cebola foi uma das culturas mais afetadas pelas chuvas ocorridas na primavera. Além de comprometer a produtividade da cultura, o excesso de água no solo trouxe prejuízos à qualidade do produto.

Os prejuízos causados pelo excesso de chuva e umidade foram identificados desde a fase de implantação da cultura, com perdas de mudas e atraso no plantio. Em seguida, entre os meses de junho e julho, o excesso de chuva prejudicou o desenvolvimento das plantas, favoreceu a ocorrência de doenças e dificultou as operações de controle em função da alta umidade do solo.

Na primavera, as condições climáticas desfavoráveis continuaram e, como consequência, as perdas de produtividade não puderam ser evitadas. Na fase final da cultura, o excesso de chuva, principalmente na região do Alto Vale do Itajaí, prejudicou fortemente a colheita da safra. Assim, em alguns casos a retirada da produção das lavouras teve que ser antecipada, ocasionando custos adicionais para secagem e armazenamento do produto. Em outras áreas os prejuízos se deram pela paralisação da colheita e pela perda da qualidade do produto, agravada pelo apodrecimento dos bulbos e pela contaminação com partículas de solo, o que inviabilizou a comercialização de parte da produção.

Arroz

A cultura do arroz também sofreu grandes prejuízos em função do excesso de chuva registrado nas principais regiões produtoras do Estado. Os prejuízos causados por esse fenômeno se manifestaram de diferentes formas:

→ Inundação das áreas cultivadas: a proximidade entre as áreas rizícolas e o leito dos rios favoreceu a ocorrência de inundações das lavouras. Apesar de o arroz ser uma cultura tolerante a inundações, dependendo do estádio de desenvolvimento, do tempo de inundação e da altura do nível da água, a cultura pode ter danos irreversíveis. Na primavera as culturas estavam na fase inicial de desenvolvimento e passaram por longos períodos de inundação. Assim, algumas áreas tiveram que ser replantadas, aumentando os custos para os produtores

→ Ocorrência de brusone (*Pyricularia grisea*): a brusone é uma das principais doenças que afetam a rizicultura, e seus danos podem comprometer até 100% da produção. A doença se desenvolveu rapidamente devido à combinação de longos período de molhamento foliar, chuvas frequentes e elevada umidade sobre as folhas. Além disso, as condições climáticas desfavoráveis prejudicaram o controle químico do fungo, trazendo maiores perdas de produtividade.

→ Baixa radiação solar: a alta incidência de chuvas e a ocorrência de grande número de dias nublados ocasionou uma redução da radiação fotossinteticamente ativa e, consequentemente, afetou negativamente o rendimento das culturas, principalmente por terem ocorrido na fase reprodutiva da cultura.

→ Dificuldade para realizar os tratos culturais: o excesso de chuva no período dificultou a realização dos tratos culturais, principalmente aqueles relacionados ao controle de pragas e doenças. Além disso, algumas operações tiveram que ser repetidas em função das chuvas, acarretando aumento do custo de produção da cultura.

Trigo

O trigo foi a cultura mais afetada pelas chuvas em Santa Catarina. A expectativa é de que 50% da safra estadual tenha sido comprometida. Nesse caso, o excesso de chuvas atingiu a cultura na fase final de maturação, dificultando a colheita dos grãos. A colheita no estádio ideal é de extrema importância, tanto para

garantir a produtividade da lavoura quanto para assegurar a qualidade final dos grãos.

Em 2015, o excesso de chuvas na primavera ocasionou acamamento das plantas e germinação dos grãos nas espigas, principalmente nas lavouras cultivadas na região Oeste do Estado. O atraso na colheita do trigo também trouxe reflexos negativos para a cultura da soja, uma vez que o plantio da leguminosa é realizado imediatamente após a colheita da cultura de inverno, que foi atrasada devido às chuvas.

Feijão

A cultura do feijão também foi bastante prejudicada pelo excesso de chuvas, em especial nas lavouras situadas no Alto Vale do Itajaí. Em algumas regiões houve atraso no plantio. Além disso, o solo encharcado tem dificultado ações de manejo de pragas e doenças na cultura, além de favorecer a ocorrência de determinadas doenças.

Em outras áreas a germinação das sementes foi prejudicada pelo excesso de umidade do solo. Muitas dessas áreas foram replantadas, o que atrasa ainda mais o ciclo da cultura e dificulta o plantio da segunda safra de feijão, além de aumentar os custos de produção do grão.

Em algumas localidades, as chuvas ocorreram acompanhadas de ventos fortes e granizo. Esses fenômenos danificaram a parte aérea das plantas, o que fatalmente acarretará perda de produtividade nas lavouras atingidas.

Fumo

A cultura do fumo também sofreu forte impacto decorrente do excesso de chuvas, principalmente nas regiões do Alto Vale e do Sul do Estado. Em função da época do ano, não foi possível realizar o replantio das áreas mais afetadas. Assim, as perdas de produtividade e qualidade do produto foram inevitáveis.

9. Sanidade agrícola

Éverton Blainski

Neste tópico será abordada a ocorrência de condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento de doenças para as principais culturas em desenvolvimento durante a primavera. Os parâmetros definidos para classificar a favorabilidade à ocorrência de doenças foram definidos com base em modelos descritos na literatura e adaptados às condições de Santa Catarina conforme orientação de profissionais especializados para cada cultura. Com base na favorabilidade, foram definidas quatro classes relacionadas ao risco de ocorrência das doenças: sem risco, risco leve, risco moderado, risco severo.

Na Tabela 4 são mostradas as culturas e doenças abordadas neste boletim.

Tabela 4 – Culturas e doenças analisadas neste boletim para o período que abrange a primavera de 2015

Cultura	Doenças analisadas
Alface	Míldio
Banana	Sigatoka-negra
	Mancha da gala
Maçã	Podridão-amarga
	Sarna ascósporos
	Sarna conídios
Soja	Ferrugem-asiática
Tomate	Requeima do tomateiro

Alface

Durante a primavera, as condições meteorológicas foram altamente favoráveis ao desenvolvimento do míldio na cultura da alface (Tabela 5). A combinação de elevada umidade relativa do ar e longos períodos de molhamento foliar (causados por orvalho, névoa e chuvas fina) pode ter favorecido o desenvolvimento do *Oomiceto Bremia lactucae*.

Tabela 5 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento do míldio na cultura da alface durante a primavera de 2015

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Rancho Queimado	32	0	3	57
Joinville	37	7	12	36
Jaraguá do Sul	31	8	10	43
Major Gercino	2	2	12	76
Benedito Novo	10	3	8	71
São José	40	10	21	21
Urussanga	18	6	25	43
Itajaí	63	10	14	5
Alfredo Wagner	6	3	9	74
Santo Amaro da Imperatriz	31	5	14	42
Tijucas	34	3	13	42

Banana

A favorabilidade à ocorrência de sigatoka-negra demandou atenção por parte dos produtores de banana no estado de Santa Catarina durante a primavera de 2015. A combinação de elevada umidade relativa do ar com temperaturas elevadas e grandes períodos com molhamento foliar foi favorável ao desenvolvimento do fungo. Na Tabela 6 é mostrado o número de dias em que as condições meteorológicas favoreceram o desenvolvimento do fungo, de acordo com a classificação adotada, nas principais regiões produtoras.

Tabela 6 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da sigatoka-negra na cultura da banana durante a primavera de 2015

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco Leve	Risco Moderado	Risco Severo
Jaraguá do Sul	23	30	29	10
Jaguaruna	21	21	24	26
Luiz Alves	10	16	24	9
Indaial	13	28	22	29
Urussanga	22	21	27	21
Jacinto Machado	36	26	24	6
Garuva	31	26	27	8
Joinville	15	26	23	28
Tijucas	19	26	21	26
Ilhota	16	19	8	23
Massaranduba	12	28	23	27

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco Leve	Risco Moderado	Risco Severo
Schroeder	17	29	24	22
Corupá	18	28	18	28

Maçã

A maçã é uma das principais culturas de Santa Catarina. O Estado se destaca nacionalmente como o principal produtor da fruta. Assim como em outros cultivos, as doenças podem causar perdas importantes para o produtor, ocasionando diminuição da produtividade, morte de plantas e perda da qualidade do produto.

Nas Tabelas 7 a 11 são mostradas as principais doenças que atingem as lavouras do Estado e ainda um resumo da ocorrência de condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos.

Mancha da gala

Tabela 7 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da mancha da gala na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Painel	28	41	0	23
Monte Castelo	77	15	0	0
Urupema	22	38	0	32
São Joaquim	19	51	0	19
Santa Cecília	15	46	0	31
Fraiburgo	19	42	0	31
Lebon Régis	28	40	0	31
Caçador	80	12	0	0

Podridão-amarga

Tabela 8 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da podridão-amarga na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Painel	59	21	4	8
Monte Castelo	26	2	10	54
Urupema	57	25	6	4
São Joaquim	52	27	8	5
Santa Cecília	39	37	3	13
Fraiburgo	38	14	12	28

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Lebon Régis	41	34	8	9
Caçador	34	13	12	33

Podridão-branca

Tabela 9 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da podridão-branca na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Painel	66	0	15	11
Monte Castelo	45	6	39	2
Urupema	63	1	21	7
São Joaquim	68	1	2	9
Santa Cecília	69	0	4	19
Fraiburgo	62	1	16	13
Lebon Régis	62	0	21	9
Caçador	47	10	34	1

Sarna (ascósporos)

Tabela 10 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da sarna (ascósporos) na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Painel	71	5	3	13
Monte Castelo	83	5	4	0
Urupema	67	5	3	17
São Joaquim	73	0	1	10
Santa Cecília	70	1	1	20
Fraiburgo	68	2	8	14
Lebon Régis	68	9	2	13
Caçador	83	6	1	2

Sarna (conídios)

Tabela 11 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da sarna (conídios) na cultura da macieira durante a primavera de 2015

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Painel	69	4	4	15
Monte Castelo	83	4	4	1
Urupema	62	7	5	18
São Joaquim	73	0	0	11

Santa Cecília	68	1	2	21
Fraiburgo	65	4	7	16
Leblon Régis	68	7	4	13
Caçador	82	4	4	2

Soja

A ferrugem-asiática tem trazido grandes prejuízos aos produtores de soja de diversas regiões do Brasil. Além de causar perdas de produtividade, a doença acarreta aumento no custo de produção. Em Santa Catarina, a doença foi identificada em 2010 e, devido a sua severidade, demanda acompanhamento por parte dos produtores e técnicos envolvidos. Na Tabela 12 é apresentado o número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento do fungo. A favorabilidade foi dividida em quatro classes, baseadas na temperatura, na umidade relativa do ar e no molhamento foliar.

Tabela 12 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem-asiática na cultura da soja durante a primavera de 2015

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Chapecó	45	11	6	8
Campos Novos	24	21	10	15
Curitibanos	33	17	9	11
Xanxerê	29	18	13	10
Dionísio Cerqueira	30	14	15	11
Porto União	11	17	18	24
Papanduva	19	17	12	15
Major Vieira	13	13	13	26
Canoinhas	19	17	20	14
Itaiópolis	13	12	19	21
Zortéa	19	15	14	22
Mafra	12	21	11	20
Maravilha	14	18	21	17

Tomate

A requeima do tomateiro é uma doença que atinge folhas e frutos da cultura. O agente causador é favorecido por temperaturas noturnas amenas, umidade relativa do ar elevada e longos períodos de molhamento foliar (causado por chuva fina, orvalho ou neblina). Na Tabela 13 é mostrado o número de dias com condições

meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da doença. A favorabilidade foi dividida em quatro classes, baseadas nas variáveis meteorológicas temperatura, umidade relativa do ar e molhamento foliar.

Tabela 13 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da requeima do tomateiro na cultura da tomate durante a primavera de 2015

Município / Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Indaial	26	6	15	20
Joaçaba	47	3	6	10
Canoinhas	45	4	4	11
Alfredo Wagner	37	6	11	13
Santo Amaro da Imperatriz	27	5	16	18
Presidente Getúlio	20	9	14	19
Bom Retiro	32	10	10	15
Lebon Regis	43	4	7	12
Caçador	41	6	5	12

10. Destaque meteorológico

Erikson M. G. de Oliveira

Chuvas levaram ao fechamento do Porto de Itajaí

Os meses de setembro e outubro foram caracterizados por poucos dias sem chuva em Santa Catarina, como foi mostrado anteriormente. O Litoral Norte do Estado foi uma das regiões que apresentaram mais dias de chuva consecutivos nesse período, o que levou ao fechamento do Porto de Itajaí, o segundo mais importante do País, por 7 dias como consequência dessa alta frequência de chuvas na região.

O porto esteve fechado no período entre os dias 9 e 15/10, quando uma frente estacionária, um ciclone extratropical em formação e a corrente de jato em altos níveis mantiveram o tempo chuvoso em Santa Catarina. Essas condições meteorológicas e o volume de chuva precipitado são mostrados nas Figuras 12, a-f, e 13.

A Figura 12, a-d, mostra que nos dias 8 a 11 uma frente fria permaneceu estacionada sobre a região Sul do Brasil e o oceano Atlântico, indicada pela pressão

mais baixa. Em conjunto com o intenso transporte de umidade das regiões tropicais e a corrente de jato em altos níveis, a frente estacionada favoreceu a formação de nuvens de chuva durante esses dias sobre Santa Catarina, levando a valores significativos de chuva, além de ocorrência de muitos raios. No dia 12, um ciclone extratropical se formou sobre a região Sul do Brasil e a frente fria enfim avançou lentamente para norte, porém ainda ocorreu chuva, o que manteve a condição de fechamento do porto por motivos de segurança. Nos dias 14 e 15 (Figura 12, f) uma nova frente fria avançou pelo Estado, mais uma vez provocando temporais, até mesmo com registro de granizo e ventos fortes em várias regiões, incluindo Itajaí. O volume total precipitado nesse período de 7 dias chegou a 141,4mm.

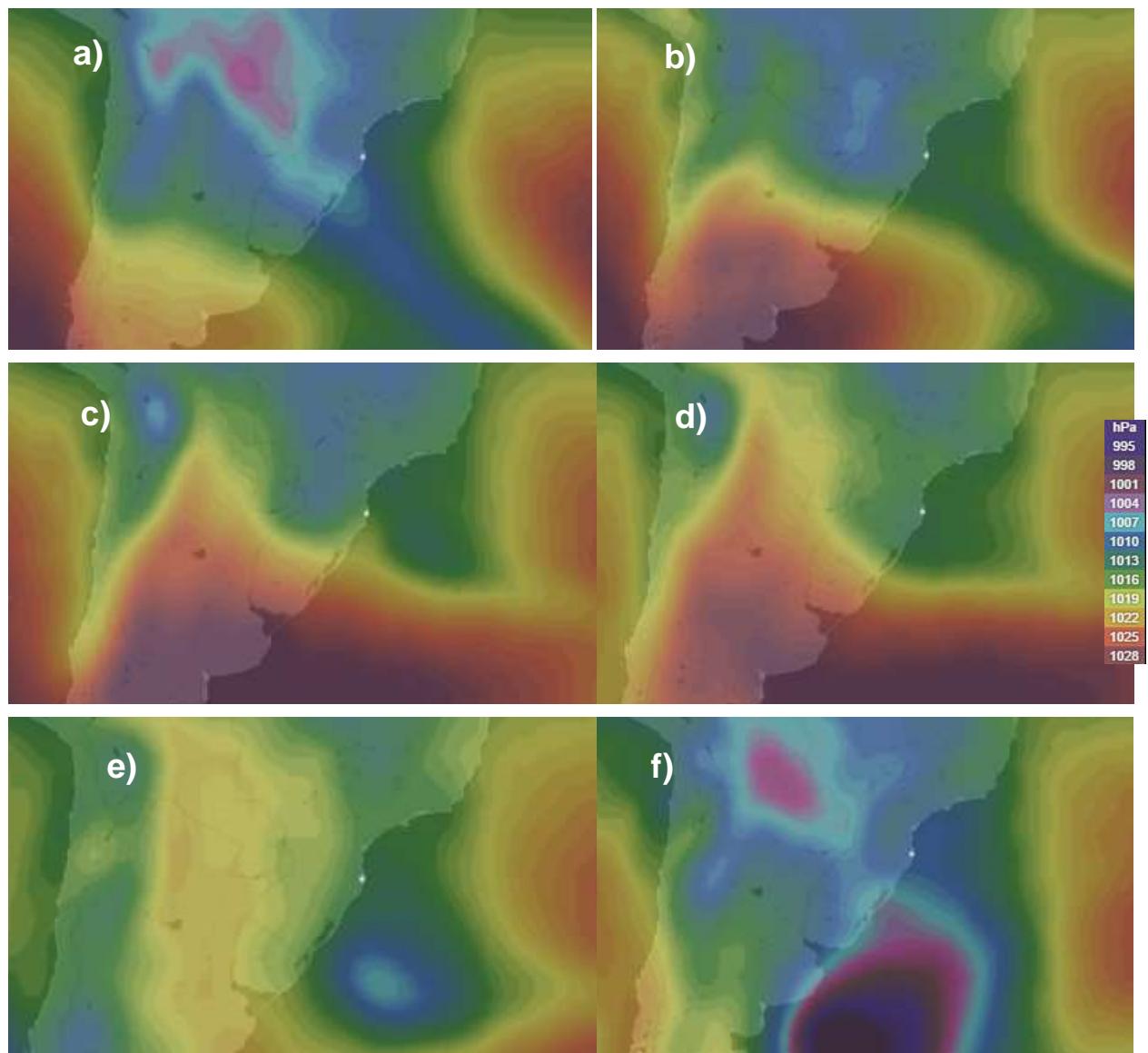


Figura 12 – Pressão ao nível médio do mar (hPa) para as 12h (horáa de Brasília) nos dias: a) 8/10; b) 9/10; c) 10/10; d) 11/10; e) 12/10; f) 15/10. As regiões de pressão mais baixa (convergência de ventos) são indicadas pelas cores roxo e azul, e as regiões de pressão mais alta são indicadas pelas cores amarelo e vermelho. Análises GFS/NCEP.

Fonte: Windity.

O porto reabriu no dia 16/11, quando navios voltaram a entrar e sair do complexo portuário, porém a operação continuou com restrições, ocorrendo de maneira parcial por vários dias, o que impactou a arrecadação, levando a um prejuízo estimado de mais de R\$50 milhões. As Figuras 14, a-b, mostram a situação do Porto nos dias em que esteve fechado por conta das fortes chuvas.

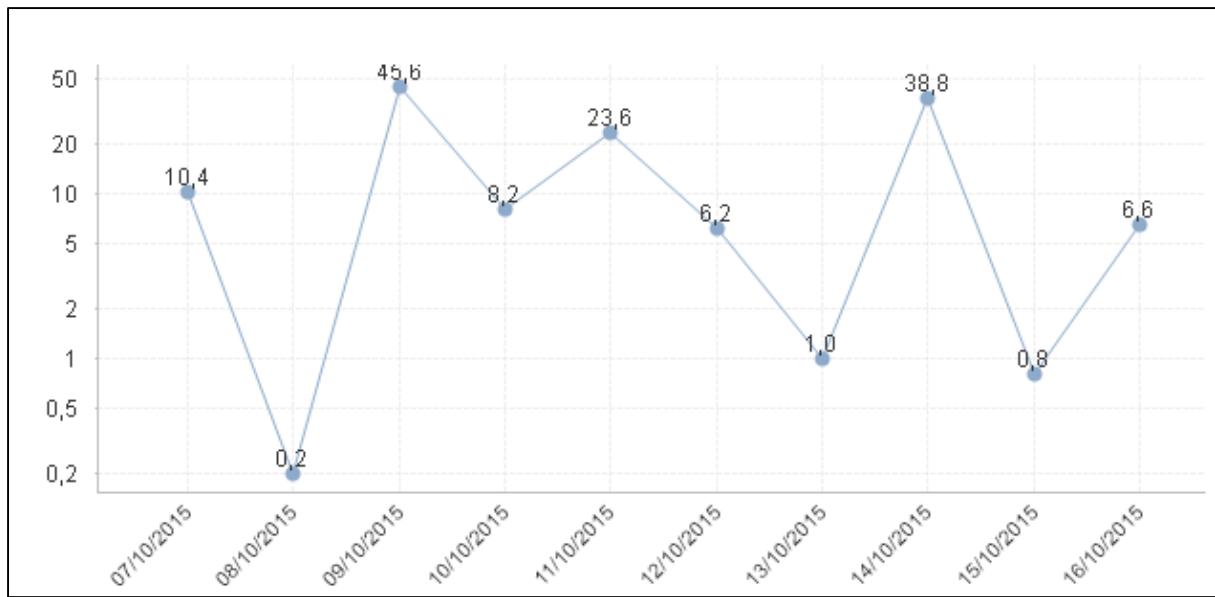


Figura 13 – Precipitação acumulada (mm) em 24 horas nos dias 7 a 16/10/2015 na estação meteorológica em Itajaí

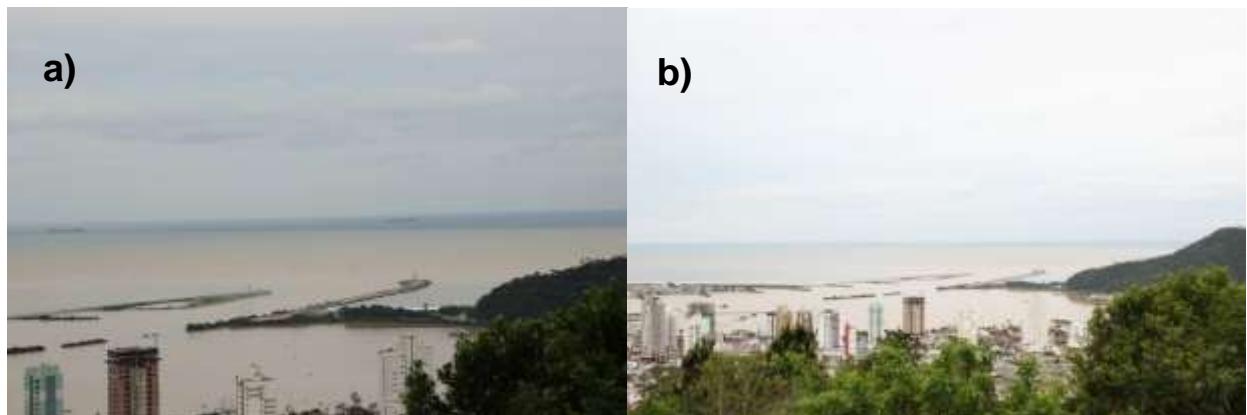


Figura 14 – Condição do Porto de Itajaí no dia 17/10/2015, durante o período de fechamento ocasionado pelas fortes chuvas

11. Referências

GRIMM, A.M.; TELEGINSKI, S.E.; FREITAS, E.D.; FERLIZI, P.G.; GOMES, J. Anomalias de Precipitação no Sul do Brasil em Eventos El Niño. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos de Jordão, SP. **Anais...** v.2. p.1098-1102.

GRIMM, A.M.; TEDESCHI, R.G. Influência de eventos El Niño e La Niña sobre a freqüência de eventos extremos de precipitação no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. 1 CD-ROM.

GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v.11, n.11, p.2863-2880, 1998.

LAU, K.M., ZHOU, J. Rainfall regimes and interannual variability of South American summer monsoon. In: Preprints of the Sixth International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography. Santiago, Chile: American Meteorological Society, 2000, p.153-154.

https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/dados/pnboia/boia_rs.htm

<http://iridl.ldeo.columbia.edu/>

12. Artigo técnico

Determinação de altitude ortométrica do radar meteorológico localizado no município de Lontras, SC

Juliana Mio de Souza¹, Everton Vieira², Valci Francisco Vieira³, Adilson de Freitas Zamparetti⁴, Edson Silva⁵

Introdução

Em 2013 o governo do estado de Santa Catarina adquiriu um radar que opera na banda S com finalidade de servir à previsão do tempo. Técnicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri/Ciram) e o Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar) realizaram estudos técnicos para determinar o local de instalação considerando seu raio de cobertura, relevo e o histórico de locais com maior número de ocorrências de alagamentos e deslizamentos. O local definido foi um morro com altitude aproximada de 900 metros, situado no município de Lontras, no Alto Vale do Itajaí.

¹ Engenheira cartógrafa, M.Sc., Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), Rod. Admar Gonzaga, 1.347, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5006, e-mail: julianasouza@epagri.sc.gov.br.

² Geógrafo, M.Sc., Epagri/Ciram, e-mail: evertonvieira@epagri.sc.gov.br.

³ Geógrafo, M.Sc., Epagri/Ciram, e-mail: valci@epagri.sc.gov.br.

⁴ Engenheiro civil, M.Sc., Epagri/Ciram, e-mail: adilsonz@epagri.sc.gov.br.

⁵ Engenheiro-agronomo, Dr., Epagri/Ciram, e-mail: edson@epagri.sc.gov.br.

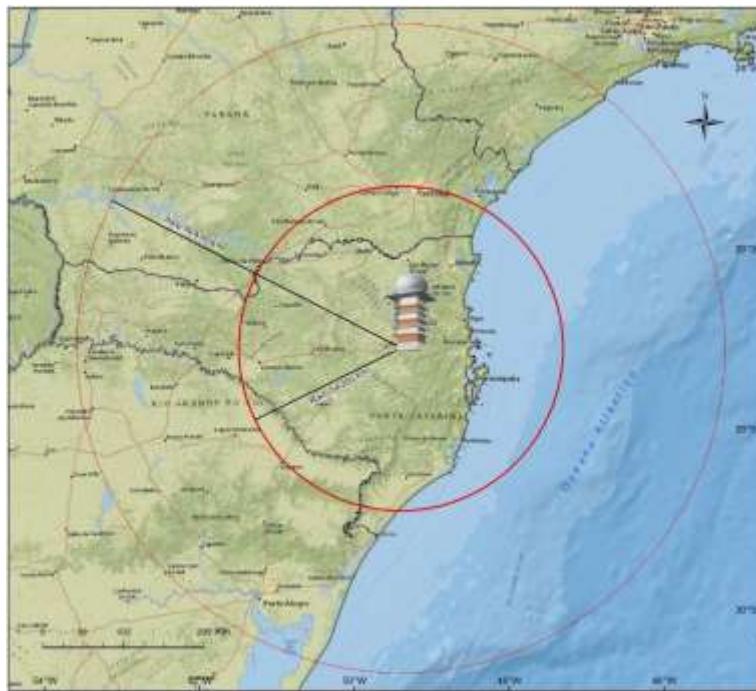


Figura 15.1 – Localização do radar meteorológico instalado em Lontras, SC

Como ilustrado na figura 15.1, o radar meteorológico tem cobertura em formato circular, com um raio de atuação que alcança 400km (círculo maior na figura). As informações obtidas dentro do raio menor na figura (200km) apresentam qualidade superior (dados quantitativos), que poderão prever quanto e onde vai chover, além de ocorrências de granizo e tempestades, antecipando as ações de prevenção de eventos meteorológicos.

Em levantamentos geodésicos, onde se utilizam equipamentos rastreadores GNSS (*Global Navigation Satellite System*), a altitude determinada é a chamada altitude geométrica ou elipsoidal (h), porém, a altitude de interesse em trabalhos de mapeamento e engenharia é aquela vinculada ao campo gravitacional da Terra, chamada altitude ortométrica (H), e não aquela vinculada a um elipsoide, que é uma figura geométrica de referência.

Dessa forma é preciso converter a altitude geométrica (h) em altitude ortométrica (H). Para tanto, é necessário o conhecimento da ondulação geoidal no local de interesse.

A Figura 15.2 ilustra a relação entre as superfícies usadas em geodésia, em que N é a ondulação geoidal, ou altura geoidal, H é altitude ortométrica, e h é a altitude geométrica. Nota-se, então, que N é a diferença entre a altitude geométrica (h) referida ao elipsoide (uma figura geométrica), e a altitude ortométrica (H) referida ao geoide (superfície equipotencial que mais se aproxima do nível médio dos mares).

A conversão de altitudes é feita por meio da equação $H = h - N$ (MONICO, 2000).

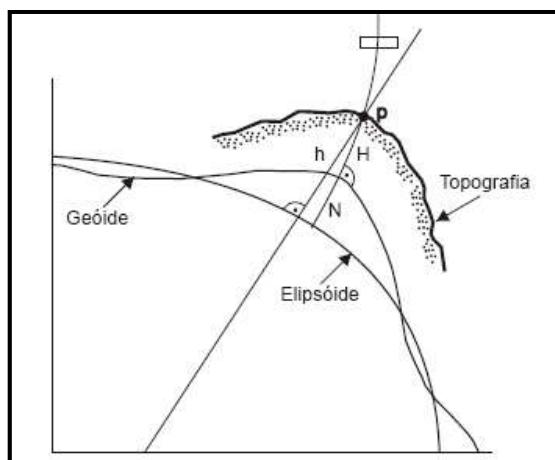


Figura 15.2 – Relação entre as superfícies usadas na geodésia

Fonte: Néris (2004).

A partir dos anos 80, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através do seu Departamento de Geodésia, criou o projeto *Global Positioning System* (GPS) com o intuito de estabelecer metodologias que possibilitassem o uso

pleno da tecnologia GNSS, que se apresenta como uma evolução dos métodos de posicionamento geodésico até então usados, mostrando-se amplamente superior nos quesitos rapidez e economia de recursos humanos e financeiros. O IBGE, através da Coordenação de Geodésia (CGED), a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) e outros parceiros realizam constantemente a atualização do modelo de ondulações geoidais, possibilitando aos usuários de GPS converter as altitudes geométricas (h) em ortométricas (H) com melhor confiabilidade (IBGE, 2014).

Assim, esse trabalho teve como objetivo determinar a altitude ortométrica (H) do radar meteorológico situado em Lontras, Santa Catarina, utilizando o método GNSS/Nivelamento associado ao modelo geoidal MapGeo2010.

Material e métodos

Para a determinação da altitude ortométrica do radar meteorológico foram utilizados receptores GNSS de alta precisão, classificados como GPS Geodésico com fase de ondas portadoras L1 e L2, equipados com sistema de rádio RTK (*Real Time Kinematic*). Os modelos utilizados foram os receptores Leica 1200 RTK e o Leica 900 RTK. Um receptor GPS/GNSS RTK é aquele que provê o posicionamento cinemático relativo em tempo real, o qual permite ao operador obter informações diretamente no campo, sem a necessidade de pós-processamento, e atingir uma precisão centimétrica. Conta também com duas constelações de satélites para posicionamento: GPS (norte-americana) e GLONASS (russo).

O método adotado, baseado em Arana (2013), consiste em determinar a altitude ortométrica (H) de um ponto de interesse em relação a uma estação de Referência de Nível (RN) da Rede Altimétrica do IBGE, associado a um modelo geoidal, ou seja, determinação de altitude ortométrica usando a integração

GNSS/Nivelamento e o modelo geoidal do MapGeo2010 (aplicativo para cálculo de Ondulação Geoidal – disponível no sítio do IBGE). No planejamento das atividades foi definido que a RN 1403F da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do Sistema Geodésico Brasileiro, localizada em Rio do Sul, era a mais próxima da localização do radar (19,6km) e, portanto, sendo essa a estação de referência ocupada e rastreada.

O tempo de ocupação da RN 1403F foi de quatro horas e treze minutos, por se tratar do ponto usado como base de referência. Enquanto a RN era rastreada, foi implantada na laje da torre do radar uma chapa metálica identificando o ponto de determinação da altitude ortométrica (Figura 15.3).



Figura 15.3 – Vista parcial da torre do radar em Lontras, Santa Catarina, maio de 2014

Esse ponto foi ocupado e rastreado por sessenta minutos usando o segundo receptor GNSS/GPS, chamado de *rover*. De posse dos arquivos brutos rastreados com receptor GNSS de dupla frequência, foi realizada uma sequência de cálculos

para determinação da altitude ortométrica na base do radar considerando o método GNSS/Nivelamento associado ao modelo geoidal do MapGeo2010.

Dados da referência de nível (RN 1403F)

Altura geoidal na RN (NGPS), obtida por meio da fórmula 1, em que H consta no Relatório da Estação Geodésica/IBGE – RN1403F e h determinado pelo rastreio com receptor GNSS:

$$N_{GPS} = h - H = 342,95 - 339,68 = 3,2688m \quad (1)$$

A altura geoidal na RN (N_{MapGeo}), obtida pelo modelo de ondulações geoidais do MapGeo2010, foi 3,22m. A latitude e a longitude utilizadas como entrada no MapGeo2010 foram obtidas do Relatório da Estação Geodésica/IBGE – RN1403F. A diferença das alturas geoidais (D), conforme fórmula 2, refere-se à subtração da altura geoidal calculada (N_{GPS}) da determinada pelo modelo adotado (N_{MapGeo}):

$$D = N_{GPS} - N_{MapGeo} = 3,2688 - 3,22 = 0,0488m \quad (2)$$

Dados de rastreio na base do radar meteorológico

Para melhorar a precisão planimétrica (latitude e longitude) e a altitude geométrica (h) na base do radar, o tempo de rastreio foi de aproximadamente 60 minutos. Para determinar a altura geoidal nesse ponto, as coordenadas obtidas por meio do rastreio foram utilizadas como dados de entrada no modelo MapGeo2010, resultando o valor de $N_{radar_MapGeo} = 2,78m$.

Para ajustar a altura geoidal na base do radar ($N_{ajustada}$), soma-se à N_{radar_MapGeo} o valor de D, calculado anteriormente, como demonstrado na fórmula 3:

$$N_{ajustada} = N_{radar_MapGeo} + D = 2,78 + 0,0488 = 2,8288m \quad (3)$$

Por fim, com a altitude geométrica do radar (h_{radar}), determinada por meio do rastreio e de N_{ajustada} , a altitude ortométrica do radar meteorológico é definido por meio da fórmula 4:

$$H_{\text{radar}} = h_{\text{radar}} - N_{\text{ajustada}} = 898,1860 - 2,8288 = 895,3572\text{m} \quad (4)$$

Cálculo da precisão altimétrica de H

Em toda medição há uma precisão esperada. A precisão altimétrica é calculada com base nas precisões obtidas tanto do rastreio quanto do Relatório do Nivelamento Geométrico da RN. Outros fatores de influência na precisão são a distância da linha-base (distância da RN à base do radar) e a precisão do modelo geoidal. Nesse tipo de levantamento, recomenda-se uma linha-base de no máximo 20km.

Assim:

- Precisão de h da RN com o rastreio GNSS = 0,009m;
- Precisão de H da RN por nivelamento geométrico (informado no relatório da RN do IBGE) = 0,05;
- Precisão altimétrica total na RN = 0,059m;
- Precisão de h na base do radar (rastreio/GNSS) = 0,001m;
- Linha-base = 19,61km;
- Precisão do modelo geoidal = 0,01m/km;
- Precisão relativa (distância * precisão do modelo geoidal) = $19,61 \times 0,01 = 0,1961\text{m}$;
- Precisão altimétrica final de H (precisão de h na base do radar + precisão altimétrica total na RN + precisão relativa) = 0,2561m.

Resultados e discussão

A altitude ortométrica (H) na base do radar meteorológico localizado no município de Lontras, no estado de Santa Catarina, determinada pelo método GNSS/Nivelamento associado ao MapGeo2010, é 895,36m, com precisão altimétrica de aproximadamente 25 centímetros.

Considerando que a haste metálica de sustentação do radar, instalada na base da torre, tem 6 metros de altura, pode-se considerar que o radar está a 901,36 metros acima do nível do mar, atendendo ao requisito exigido de instalação do equipamento, que era de aproximadamente 900 metros de altitude.

É importante ressaltar que em trabalhos de mapeamento como este, em que a altitude, entre outros fatores, tem papel determinante para o bom funcionamento do equipamento, é imprescindível a correção da altitude em função da ondulação geoidal (N), isto é, converter a altitude geométrica (obtida pelo GPS) em altitude ortométrica (H). Nesse caso foi utilizado o modelo gravitacional do MapGeo2010, que apresenta erro médio padrão de $\pm 0,32m$. No local de instalação do radar, em Lontras, a ondulação do geoide é de 2,8m, o que evidencia ainda mais a importância da conversão de altitudes em trabalhos que exijam o máximo de precisão altimétrica.

Conclusão

Conclui-se que o radar meteorológico localizado no município de Lontras, no estado de Santa Catarina, para fins de previsão do tempo está devidamente instalado, a uma altitude de aproximadamente 901 metros, considerando a soma da altitude ortométrica (895,36m) e a haste metálica de sustentação do equipamento (6m).

Como para esse mapeamento havia uma estação de referência de nível do IBGE a menos de 20km do ponto de interesse, e também a disponibilidade de dois receptores GNSS de alta precisão, classificados como GPS geodésico de dupla frequência, o método de determinação da altitude ortométrica GNSS/Nivelamento associado ao modelo geoidal, nesse caso, o MapGeo2010, apresentou-se como uma alternativa eficaz na obtenção da altitude ortométrica, podendo ser uma metodologia a ser adotada em outros levantamentos altimétricos.

Referências

ARANA, J.M. Determinação de altitude ortométrica com uso da integração do GPS/Nivelamento ao MapGeo2010. *Colloquium Exactarum*, v.05, p.90, 2013.

IBGE (2014). Geodésia. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: maio 2014.

MONICO, J.F.G. *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicação*. 1.ed. São Paulo: Editora Unesp, 287, 2000.

NÉRIS, F.L. *Análise da qualidade geométrica de diferentes bases cartográficas para o cadastro técnico multifinalitário urbano*. 2004. 132f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.