



ciram

Boletim Ambiental

Síntese Trimestral - Inverno 2016



Epagri

Empresa de Pesquisa Agropecuária
e Extensão Rural de Santa Catarina



**GOVERNO
DE SANTA
CATARINA**

Secretaria de Estado
da Agricultura e da Pesca



Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice-governador
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

Dezembro/2016

DOCUMENTOS Nº 267

BOLETIM AMBIENTAL

SÍNTESE DO TERCEIRO TRIMESTRE

2016

Iria Sartor Araujo

Hamilton Justino Vieira

Organizadores



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 pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC).

Editoração: Lucia Moraes Kinceler
Organização: Iria Sartor Araujo
Hamilton Justino Vieira
Revisão técnica: Cristina Pandolfo
Eduardo Salles de Araújo
Revisão textual: Laertes Rebelo

Foto da capa: Aires Carmem Mariga - Acervo Epagri
Arte da capa: Emanuela Salum Pinto

Mapas: Wilian da Silva Ricce

Quinta edição: dezembro de 2016 (*on-line*)

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

Ficha catalográfica

ARAUJO, I.S.; VIEIRA, H.J. (Orgs.). *Boletim Ambiental. Síntese Trimestral: Inverno 2016*. Florianópolis: Epagri, 2016, 68p. (Epagri. Documentos, 267).

Meteorologia; Hidrologia; Agrometeorologia;
Oceanografia.

ISSN: 0100-8986

AUTORES E REVISORES

Argeu Vanz

Oceanólogo, M.Sc., Epagri/Ciram, e-mail: argeuvanz@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Oceanografia, oceanografia física, movimento da água do mar, monitoramento de variáveis oceânicas.

Carlos Eduardo Salles de Araújo

Oceanólogo, Dr., Epagri/Ciram, e-mail: kadu_araujo@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Clima, meio ambiente e gestão territorial, com experiência nas áreas de meteorologia, sistemas de informação e sensoriamento remoto.

Cristina Pandolfo

Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/Ciram, e-mail: pandolfo@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Zoneamento agrícola, climatologia, agrometeorologia, mudanças climáticas.

Éverton Blainski

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, e-mail: evertonblainski@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Monitoramento hidrometeorológico, agrometeorologia, modelagem ambiental, mudanças climáticas em bacias hidrográficas.

Gilsânia Cruz

Meteorologista, M.Sc., Epagri/Ciram, e-mail: gil@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: meteorologia aplicada, sinótica e interação oceano/atmosfera.

Guilherme Xavier de Miranda Júnior

Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Ciram, e-mail: gmiranda@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Hidrologia, modelagem hidrológica e gestão de recursos hídricos.

Hamilton Justino Vieira

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, e-mail: vieira@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Ecofisiologia, bioclimatologia, monitoramento ambiental, instrumentação meteorológica.

Iria Sartor Araujo

Engenheira-agrônoma, Dr., Epagri/Ciram, e-mail: iriaaraujo@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: monitoramento agroambiental, qualidade de água e solo.

Luis Hamilton Pospissil Garbossa

Engenheiro civil, Dr., Epagri/Ciram, e-mail: luisgarbossa@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Hidroinformática, modelagem numérica ambiental, saneamento e aquicultura.

Marilene de Lima

Meteorologista, MSc., Epagri/Ciram, e-mail: marilenel@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Meteorologia sinótica, climatologia,

Matias Guilherme Boll

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, e-mail: matias@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Agricultura e meio ambiente, agricultura familiar e meio ambiente, monitoramento costeiro, oceanografia física.

Wiliam da Silva Ricce

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, wilianricce@epagri.sc.gov.br

Áreas de atuação: Indicação geográfica, zoneamento agrícola, climatologia, agrometeorologia.

SUMÁRIO

Lista de figuras	7
Lista de tabelas	9
Apresentação	10
Introdução	11
1 Meteorologia	12
1.1 Monitoramento da TSM e El Niño	12
1.2 Precipitação	13
1.3 Temperatura	15
1.4 Sistemas atmosféricos.....	20
2 Hidrologia	29
2.1 Bacia do Rio Araranguá	36
2.2 Bacia do Rio Tubarão	36
2.3 Bacia do Rio Cubatão do Sul	36
2.4 Bacia do Rio Tijucas	37
2.5 Bacia do Rio Itajaí.....	37
2.6 Bacia do Rio Itapocu.....	37
2.7 Bacia do Rio das Antas	38
2.8 Bacia do Rio Chapecó	38
2.9 Bacia do Rio do Peixe	38
2.10 Bacia do Rio Canoas	38
3 Oceanografia.....	39
3.1 Maré.....	39
3.2 Ondas	42
4 Agrometeorologia.....	44
4.1 Balanço hídrico	44
4.2 Graus-dia	45
4.3 Unidades de frio.....	47
4.4 Influências do clima no desenvolvimento e na produtividade das culturas.....	49
4.5 Sanidade agrícola.....	55
4.6 Referências.....	58
5 NOTA TÉCNICA	59
Anexo I – Mapa da distribuição das regiões de Santa Catarina	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar em setembro de 2016.....	12
Figura 2 – Total de precipitação no trimestre julho-agosto-setembro de 2016 em Santa Catarina	13
Figura 3 – Anomalia de precipitação no trimestre julho-agosto-setembro de 2016 em Santa Catarina	14
Figura 4 – Temperatura média no trimestre julho-agosto-setembro de 2016 em Santa Catarina	16
Figura 5 – Anomalia de temperatura média mensal de julho de 2016 em Santa Catarina	17
Figura 6 – Anomalia de temperatura média mensal de agosto de 2016 em Santa Catarina	18
Figura 7 – Anomalia de temperatura média mensal de setembro de 2016 em Santa Catarina.....	19
Figura 8 – Campo médio da direção e magnitude do vento em 200 hPa em (a) julho (b) agosto (c) setembro de 2016, indicando a posição do JST	21
Figura 9 – Distribuição temporal da precipitação em julho-agosto-setembro de 2016 em Xanxerê (a) e Urussanga (b).....	23
Figura 10 – Imagem do satélite GOES13 do dia 15/07/2016, mostra nebulosidade associada a uma frente fria sobre Santa Catarina	24
Figura 11 – Imagem do satélite GOES13 dos dias 21 (a) e 27 (b) de julho de 2016, ilustrando frentes frias ligadas a ciclones extratropicais na área oceânica em frente à costa do Uruguai e do Rio Grande do Sul.....	25
Figura 12 – Imagem do satélite GOES13, ilustrando a evolução do sistema de baixa pressão (a) e (b) sobre o litoral do Uruguai e Rio Grande do Sul até o estágio maduro do ciclone extratropical sobre a área oceânica (c) no dia 31/08/2016	26
Figura 13 – Imagem do satélite GOES13, mostrando os ciclones extratropicais sobre o litoral do Rio Grande do Sul (a) no dia 06/09/2016 e no litoral sul do Uruguai (b) no dia 14/09/2016	26

Figura 14 – Distribuição temporal da temperatura máxima em julho, agosto e setembro de 2016 em Urupema, SC	28
Figura 15 – Anomalia de pressão ao nível do mar nos meses de julho (a), agosto (b) e setembro (c) de 2016.....	28
Figura 16 – Localização das estações automáticas de monitoramento hidrológico da Agência Nacional de Águas (ANA) em Santa Catarina nas BH dos rios Araranguá, Canoas, Chapecó, Cubatão Sul, Itajaí-Açu, Itapocu, Tijucas, Tubarão, das Antas e do Peixe	30
Figura 17 – Divisão da situação hidrológica em classes e subclasses para análise dos dados hidrológicos dos níveis rios monitorados em Santa Catarina	33
Figura 18 – Percentual de tempo das condições hidrológicas de estiagem, normal e enchente, no período de julho a setembro de 2016, das estações automáticas de monitoramento hidrológico da Agência Nacional de Águas - ANA nas bacias hidrográficas de Santa Catarina	35
Figura 19 – Variação da altura da maré em Florianópolis nos meses de julho, agosto e setembro de 2016.....	39
Figura 20 – Altura da maré horária em Florianópolis (SC) ao longo dos meses de julho, agosto e setembro de 2016.....	40
Figura 21 – Variação da altura de maré medida no período 01/07/2016 a 30/09/2016 em Florianópolis em comparação à maré astronômica prevista pelo programa Pacmaré	41
Figura 22 – Excesso e deficiência hídrica (mm) decendial para o trimestre de abril a junho de 2016 nas estações meteorológicas de São Miguel do Oeste, Chapecó, Lages, Rio Negrinho, Rio do Campo, Joinville, São José e Urussanga no estado de Santa Catarina	44
Figura 23 – Graus dia acumulado no trimestre de julho a setembro de 2016 para o estado de Santa Catarina	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis médios, máximos e mínimos das bacias hidrográficas medidos nas estações automáticas de monitoramento hidrológico da Agência Nacional de Águas (ANA) no período de julho a setembro de 2016.....	31
Tabela 2 – Extremos máximos e mínimos de maré (cm) para julho, agosto e setembro para Florianópolis, SC	42
Tabela 3 – Características das ondas para cada mês do trimestre (DHN, 2016)	43
Tabela 4 – Graus dia acumulados no trimestre de julho a setembro de 2016 nas regiões climáticas de Santa Catarina.....	47
Tabela 5 – Unidades de Frio acumuladas no trimestre de abril a setembro de 2016 (Método Carolina do Norte Modificado) para as principais localidades produtoras de frutas temperadas do estado de Santa Catarina.....	49
Tabela 6 – Resumo da ocorrência de temperaturas favoráveis à ocorrência de geadas e registros de temperaturas mínimas em municípios representativos das regiões climáticas de Santa Catarina.....	51
Tabela 7 – Culturas e doenças que foram analisadas neste boletim para o período que abrange a primavera de 2015.....	55
Tabela 8 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento do mildio na cultura do Alface, durante o trimestre de julho a setembro de 2016	56
Tabela 9 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da Requeima do Tomateiro na cultura do Tomate, durante o trimestre de julho a setembro de 2016 ..	57
Tabela 10 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da Sigatoka-negra na cultura da Banana, durante o trimestre de julho a setembro de 2016	58

APRESENTAÇÃO

A Epagri/Ciram tem como objetivo gerar, disponibilizar e difundir informações e tecnologias ambientais, hídricas e meteorológicas, visando proporcionar o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população de Santa Catarina. Indispensável para o monitoramento de inúmeros fenômenos naturais, a unidade é referência quanto a aquisição, tratamento e difusão das informações hidrometeorológicas. Contando com uma equipe técnica multidisciplinar composta por engenheiros ambientais, engenheiros civis, agrônomos e biólogos, além de meteorologistas e cartógrafos, o centro reúne tecnologia, informação e conhecimento para assegurar a qualidade e a divulgação eficiente dos dados usados na prestação de serviços e em pesquisas realizadas nas diferentes estações experimentais da Epagri e do próprio Ciram.

Rotineiramente, são armazenados dados provenientes das estações meteorológicas e hidrológicas, de qualidade de água, marégrafos, radar meteorológico e sensores de descargas atmosféricas. Essas informações são importantes para análises e estratégias de curto, médio e longo prazos utilizadas por pesquisadores, autoridades e outros tomadores de decisão em diversos segmentos no estado de Santa Catarina.

No contexto acima, a Epagri/Ciram apresenta a quinta edição do Boletim Ambiental. O documento descreve de forma sintetizada as condições climáticas observadas nos meses de julho, agosto e setembro de 2016 em Santa Catarina. Seu objetivo é registrar de forma permanente e colocar à disposição da população um documento técnico que seja referência na discussão das particularidades do clima no Estado, estação a estação.

Hamilton Justino Vieira, Dr.
Gerente Epagri/Ciram

INTRODUÇÃO

Iria Sartor Araujo

O trimestre entre julho e setembro de 2016 foi caracterizado por chuva abaixo da média climatológica e dias consecutivos com ar seco em todas as regiões do estado de Santa Catarina. A falta da precipitação ocorreu devido a bloqueios atmosféricos persistentes na segunda quinzena de julho e nas três últimas semanas de setembro.

O trimestre foi frio, apresentando de forma geral temperaturas abaixo das médias históricas, com destaque para o mês de setembro na região do Planalto Sul. Porém, o ar seco provocou contrastes de temperatura: nos dias mais frios provocou geada, mas houve grande amplitude, apresentando tardes quentes que chegaram a 30°C.

Devido às alterações no regime hídrico no trimestre, os níveis dos rios variaram bastante, principalmente no mês de setembro, quando os níveis ficaram baixos devido à falta de chuva, caracterizando assim a estiagem.

No período entre julho e setembro de 2016 ocorreram 5 eventos de maré alta e no dia 15/09/16 houve a maior sobre-elevação em 5 anos de monitoramento.

Em relação à agricultura, o trimestre de julho a setembro foi marcado pela irregularidade das chuvas, fato observado pela oscilação entre deficiência e excesso hídrico. Todas as regiões de Santa Catarina apresentaram deficiência hídrica no último decêndio de setembro.

Nos tópicos a seguir serão abordados aspectos detalhados do comportamento meteorológico e seus impactos diretos nas áreas de hidrologia, oceanografia e agricultura.

1 METEOROLOGIA

*Gilsânia de Souza Cruz
Marilene de Lima*

1.1 Monitoramento da TSM e El Niño

Os meses de inverno foram marcados pela condição de neutralidade no Oceano Pacífico Equatorial. Em setembro, a região do Pacífico Equatorial apresentou anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) que variaram de $-0,5$ a $-1,5^{\circ}\text{C}$ (**Figura 1**), mantendo a condição de neutralidade.

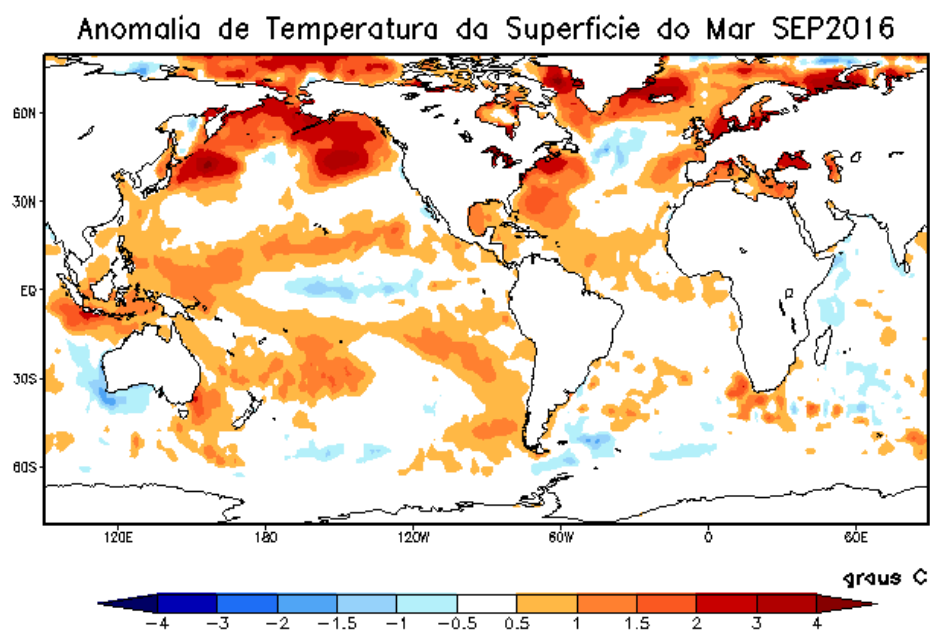


Figura 1 – Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar em setembro de 2016
Fonte: CPTEC/INPE

1.2 Precipitação

Na **Figura 2**, observa-se que o total de precipitação no trimestre Julho-Agosto-Setembro de 2016 ficou entre 300 e 400mm em grande parte de SC. Totais menores (200 a 300mm) foram observados em poucas áreas do Estado.

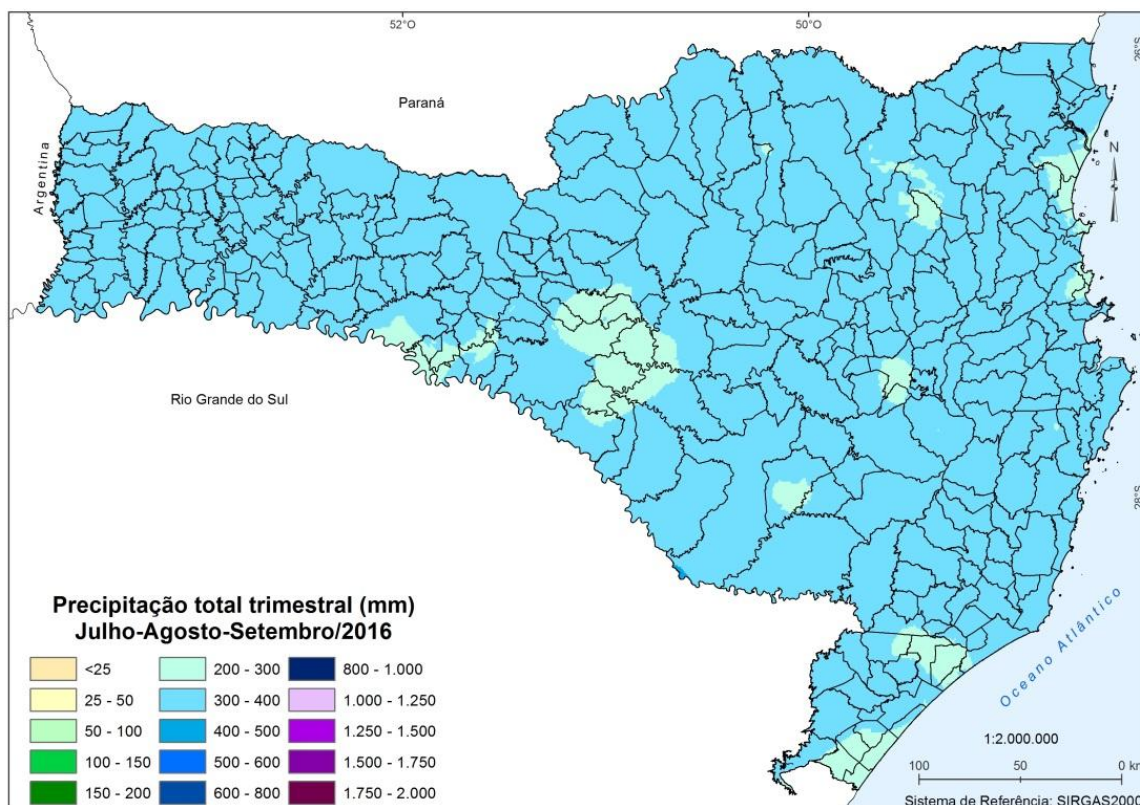


Figura 2 – Total de precipitação no trimestre jul-ago-set de 2016 em Santa Catarina

As chuvas ficaram abaixo da média climatológica em todas as regiões de SC durante o trimestre. Nas regiões Oeste, Meio-Oeste, parte dos Planaltos Sul e Norte, no Litoral Sul e pequena faixa do Litoral Norte foram observadas anomalias negativas de 50 a 200mm, como mostra a **Figura 3**. No restante do Estado, as anomalias foram menores, variando de 50 a -50mm.

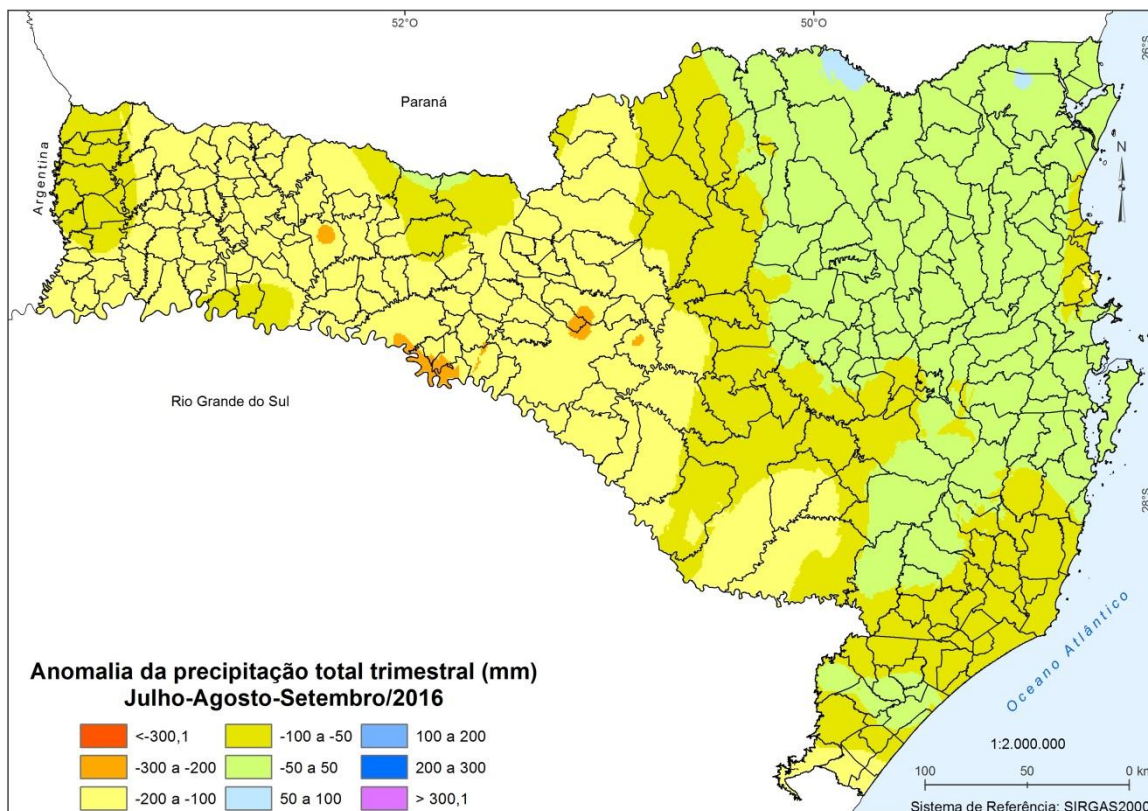


Figura 3 – Anomalia de precipitação no trimestre julho-agosto-setembro de 2016 em Santa Catarina

Em Julho, a precipitação ficou abaixo da média climatológica (50 a 100mm) em boa parte do Estado. Apenas em uma pequena área do Planalto Sul e Litoral Sul, a anomalia de precipitação foi positiva (50 a 100mm). Os sistemas meteorológicos que atuaram foram os cavados (áreas alongadas de baixa pressão) e os sistemas frontais.

A falta de chuva deste mês esteve associada à influência de bloqueios atmosféricos. O primeiro bloqueio ocorreu nos primeiros dias do mês e o segundo em boa parte da segunda quinzena, mantendo o predomínio de massas de ar frio de origem polar.

Em agosto a precipitação voltou a ocorrer com frequência em SC e os valores ficaram acima da média climatológica (50 a 100mm) na maioria das regiões, devido à influência de sistemas de baixa pressão e frontais.

Em setembro, ao contrário, a precipitação ficou bem abaixo da média mensal (50 a 100mm) em todo o Estado. Em algumas áreas do Oeste, a precipitação foi ainda mais escassa, com anomalia negativa de 200mm. Esse foi o mês mais seco do trimestre, com poucas passagens frontais e persistência de massas de ar seco em SC.

1.3 Temperatura

A temperatura média do trimestre julho-agosto-setembro de 2016 (**Figura 4**) ficou mais elevada em algumas áreas do Oeste, do Litoral Norte e da Grande Florianópolis, apresentando valores entre 16 e 18°C. Nas regiões mais frias do Estado, do Oeste, Meio-Oeste e Planaltos, os valores registrados ficaram entre 10 e 14°C.

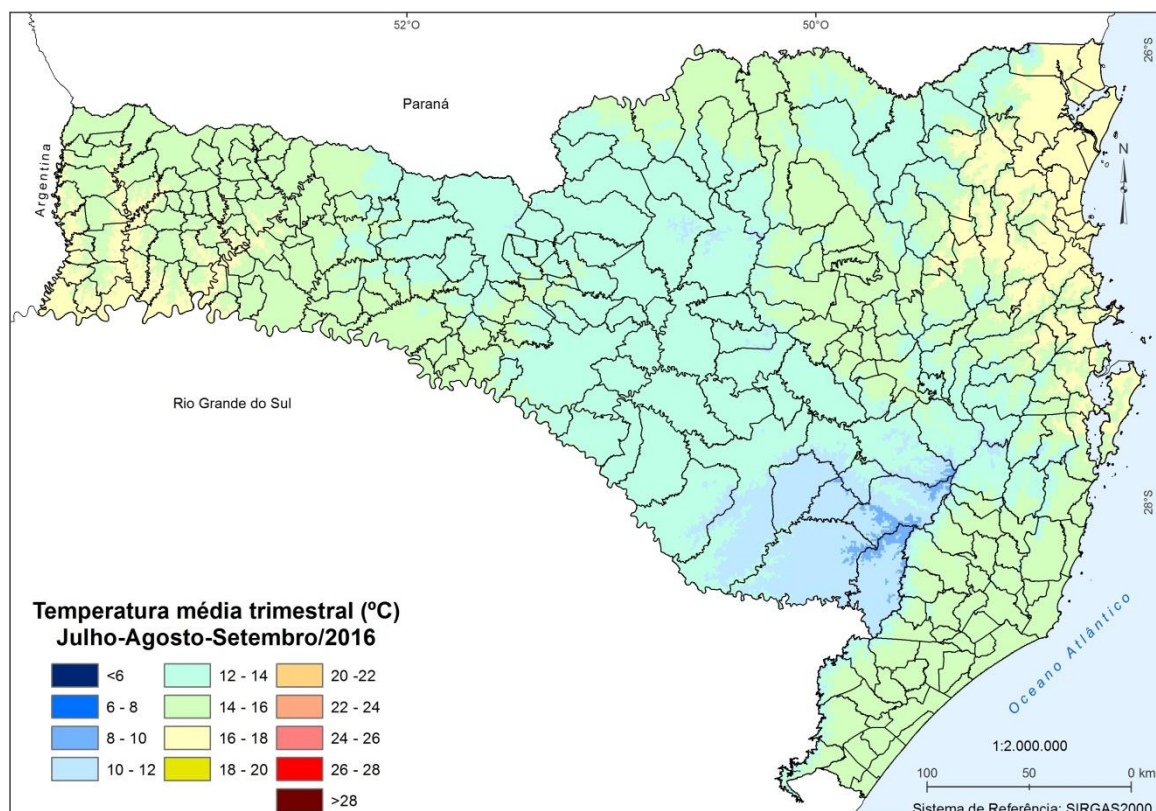


Figura 4– Temperatura média no trimestre julho-agosto-setembro de 2016 em Santa Catarina

Julho foi marcado por temperaturas baixas em SC, com anomalias negativas de temperatura média 0,5 a 1°C em todo o Estado (**Figura 5**), sendo o litoral a região mais fria neste mês, devido à atuação persistente de massas de ar frio de origem polar no sul do Brasil.

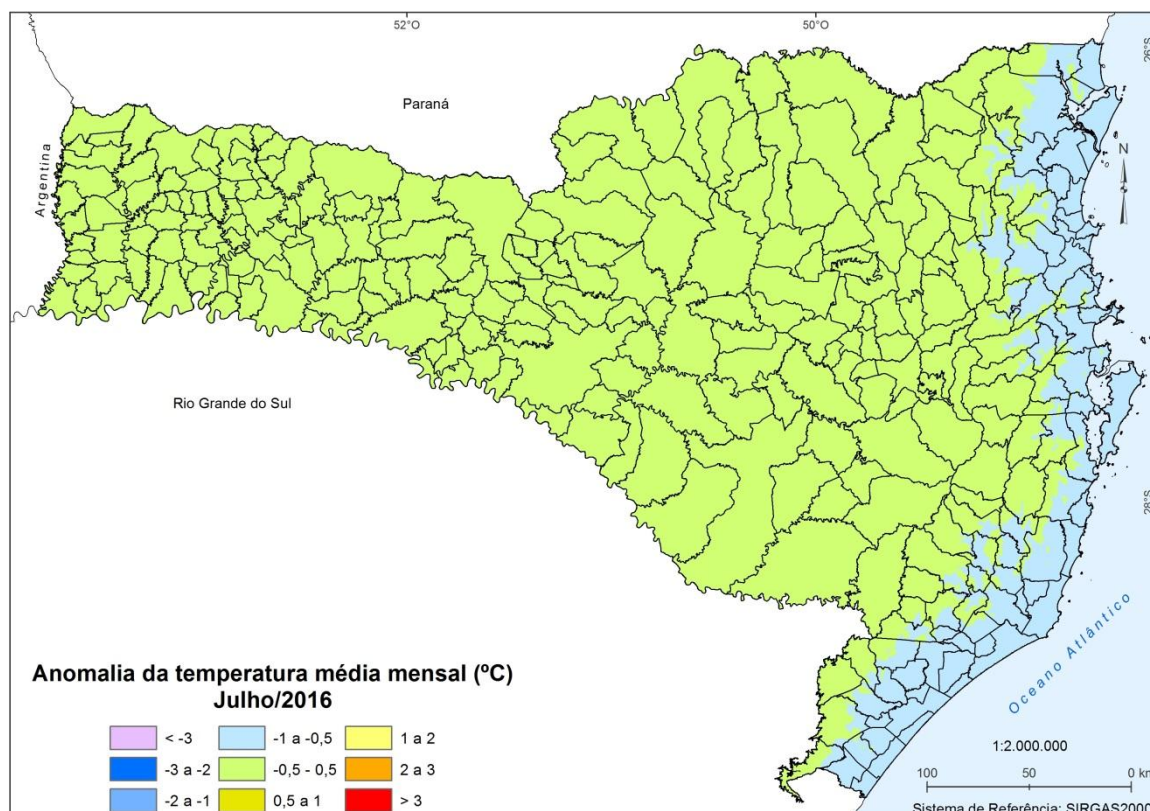


Figura 5 – Anomalia de temperatura média mensal de julho de 2016 em Santa Catarina

Em agosto, a temperatura média mensal ficou mais elevada no oeste do Estado (**Figura 6**), com anomalia positiva de 0,5°C a 1°C. Nas outras regiões, a temperatura média mensal ficou próxima à média climatológica (-0,5 a 0,5°C) e abaixo (-0,5 a -1,0°C) no norte de Florianópolis e no Litoral Norte.

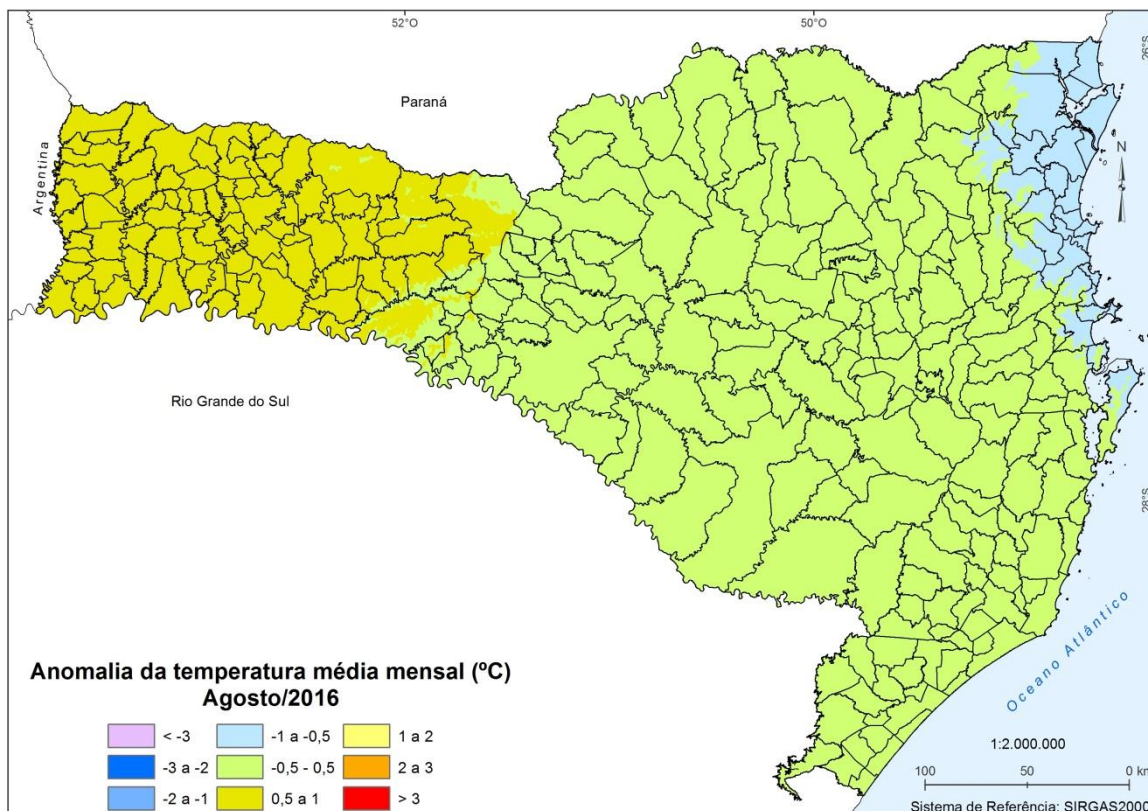


Figura 6– Anomalia de temperatura média mensal de agosto de 2016 em Santa Catarina

Setembro foi marcado por temperatura média mensal abaixo da média em boa parte do Estado, com anomalia negativa de $-0,5^{\circ}\text{C}$ a -1°C (**Figura 7**). Em parte do Planalto Sul, a anomalia negativa chegou a -2°C . A temperatura baixa esteve associada à atuação persistente de massas de ar frio no sul do Brasil.

Mesmo com os desvios de temperatura média mensais, o trimestre fechou com temperatura média próxima à média climatológica.

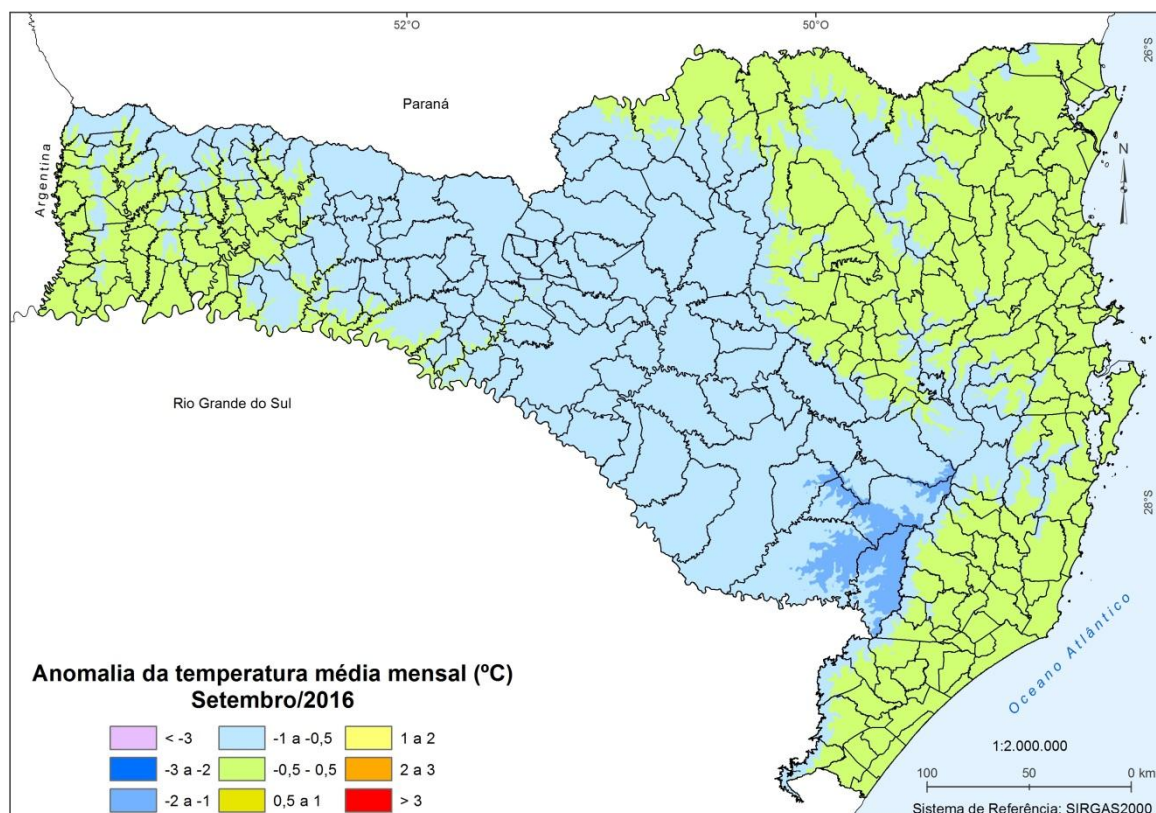


Figura 7 – Anomalia de temperatura média mensal de setembro de 2016 em Santa Catarina

1.4 Sistemas atmosféricos

Jato Subtropical

Em julho a posição do jato subtropical (JST) foi mais frequente na altura do sul do Brasil (**Figura 8a**), mantendo um comportamento semelhante ao observado no mês anterior, especialmente entre os dias 12 a 15/07, quando o JST intensificou o sistema frontal provocando temporais com chuva forte e os volumes mais significativos do mês em boa parte das regiões catarinenses.

No início do mês de julho e principalmente na segunda quinzena o JST deslocou-se sobre o Paraná favorecendo a presença de massas de ar seco e frio sobre o Estado. Nos meses de agosto e setembro, o JST atuou na altura do Uruguai com menos intensidade em relação aos meses anteriores (**Figuras 8b e 8c**). Em agosto a intensidade do JST foi a mais fraca do trimestre, permitindo a passagem de frentes frias com mais frequência pelo sul do Brasil e mantendo um maior número de dias com nebulosidade e chuva.

Em setembro, na altura do Uruguai e do sul do Brasil, o JST foi mais intenso na direção sudoeste dificultando o avanço das frentes frias a partir do dia 07/09. Setembro foi o mês de menos chuva no trimestre.

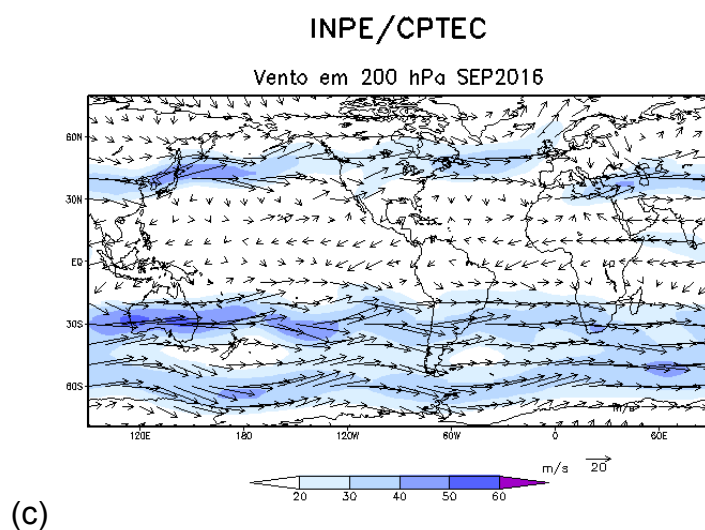
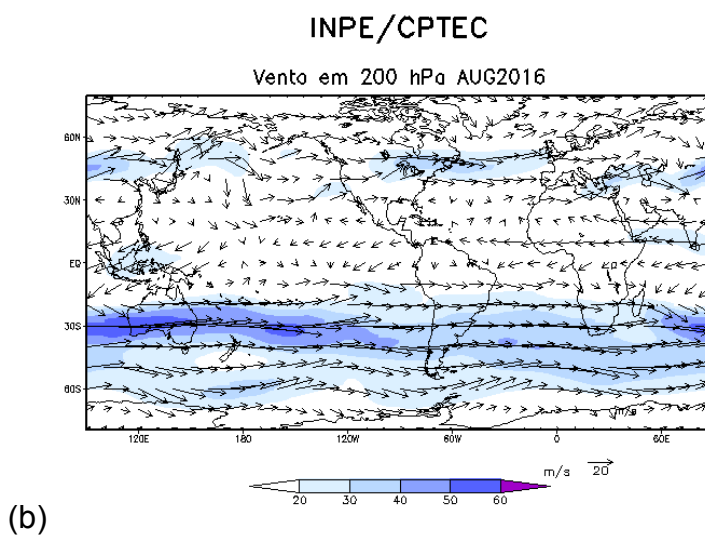
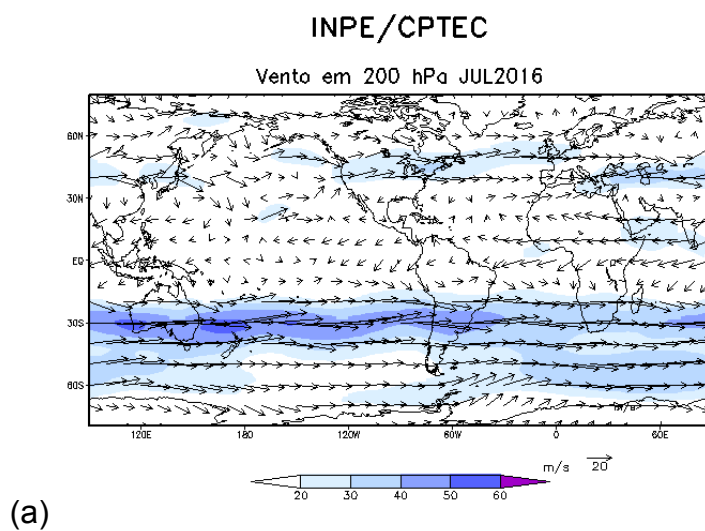


Figura 8 – Campo médio da direção e magnitude do vento em 200 hPa em (a) julho (b) agosto (c) setembro de 2016, indicando a posição do JST

Bloqueios atmosféricos

Nos meses de julho e setembro condições de bloqueio atmosférico deixaram dias consecutivos sem chuva e com ar seco no Estado. Esse padrão de circulação atmosférica ocorreu entre os dias 17/07 e 02/08 e voltou a se manifestar de 07/09 até o final do mês de setembro na maior parte de Santa Catarina.

Ressalta-se que no Litoral Sul e Grande Florianópolis a chuva foi escassa na maior parte de agosto. O ar seco também marcou períodos típicos de inverno, com contrastes de temperatura no Estado. O dia 21/08 marcou o início da semana com umidade do ar elevada, temperatura baixa com formação de geada e precipitação de neve no Planalto Sul, porém terminou com dias de temperatura alta.

Nos dias 26 e 27/08 as temperaturas máximas estiveram acima de 30°C no Oeste e no Litoral Sul. Períodos mais secos, alternando com eventos localizados de chuva, relacionados à condição de bloqueio especialmente no início de julho (de 01 a 13/07) e na segunda quinzena, estendendo-se ao início de agosto (18/07 a 07/08), podem ser observados na **Figuras 9a e 9b** para as localidades de Xanxerê e Urussanga.

A partir de 08/09 a chuva foi escassa no Estado, sem configuração de bloqueio atmosférico. Assim, as frentes frias passaram rapidamente causando temporais isolados principalmente no Oeste e Meio-Oeste.

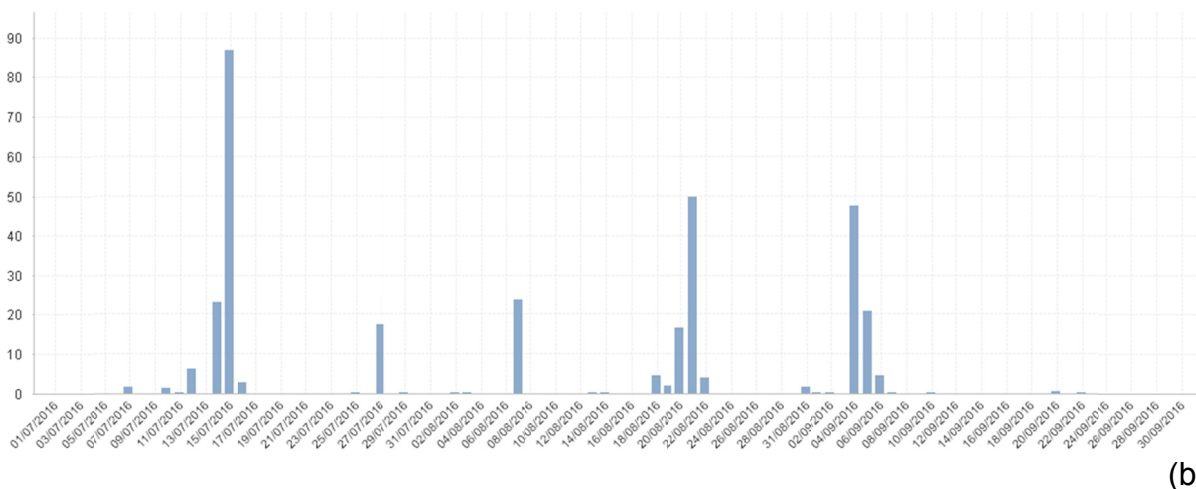
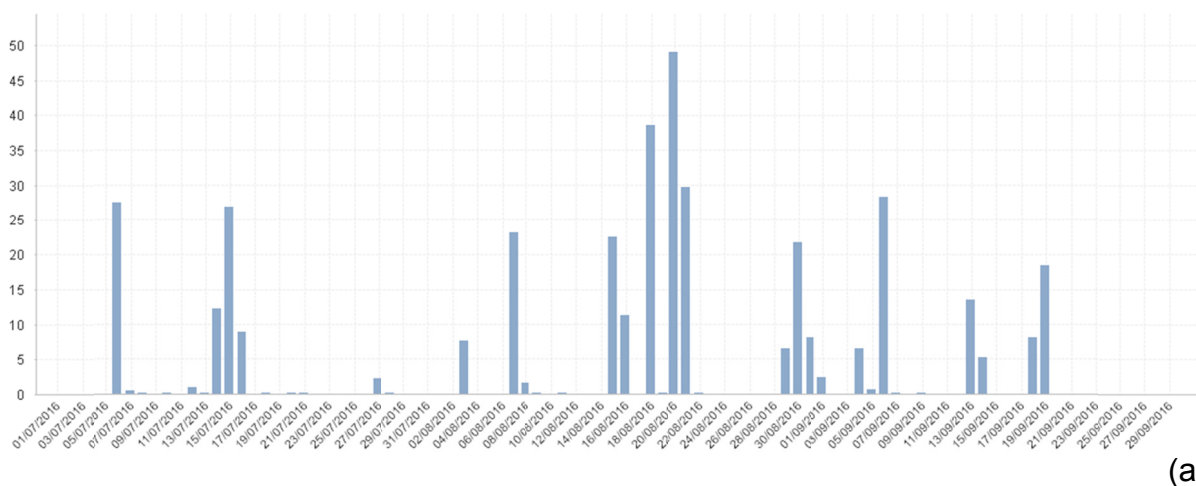


Figura 9 – Distribuição temporal da precipitação em julho-agosto-setembro de 2016 em Xanxerê (a) e Urussanga (b)

Frentes frias

No trimestre de junho a agosto 12 frentes frias passaram por Santa Catarina, sendo este sistema atmosférico um dos maiores responsáveis pela chuva na região. Em média, 3 a 4 frentes frias por mês passam pelo sul do Brasil. Julho de 2016 foi o mês com o menor número de frentes frias (3) passando pelo Estado. A **Figura 10** mostra a frente fria de 15/07/2016.

No mês de agosto passaram 6 frentes frias, uma das quais se formou sobre o Estado e avançou para a Região Sudeste. A maioria delas manteve a chuva frequente sem temporais. Os temporais mais intensos do mês de agosto – com

chuva, granizo, ventos fortes e destelhamento – ocorreram no Oeste e Meio-Oeste na noite de 13/08 com a passagem de uma frente fria e, entre a noite de 14/08 e a madrugada de 15/08, com a formação de um Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM).

Em setembro 5 frentes frias passaram pelo Estado, a maioria delas com deslocamento rápido, chuva intensa e localizada, como no dia 04/08. Nessa data o total de chuva de 100mm na Grande Florianópolis causou alagamento na capital do estado, em São José, Palhoça, Imbituba e Camboriú. Três das frentes frias de setembro estiveram ligadas a ciclones extratropicais.

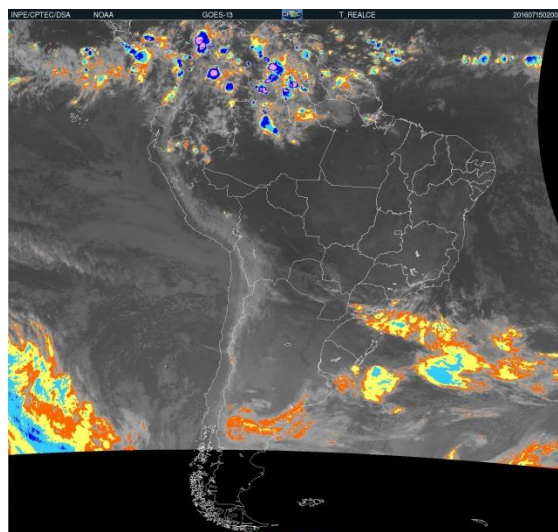


Figura 10 – Imagem do satélite GOES13 do dia 15/07/2016 mostra nebulosidade associada a uma frente fria sobre Santa Catarina.

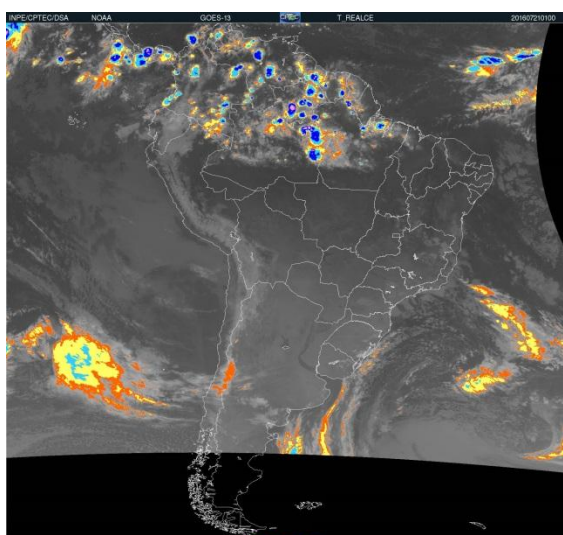
Fonte: GOES (2016)

Ciclones extratropicais

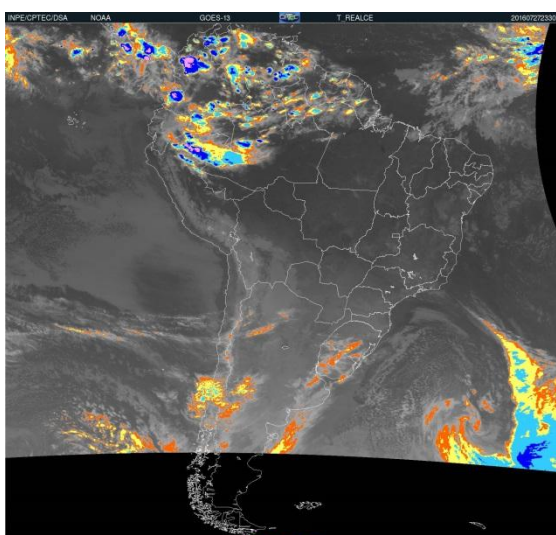
Ciclones extratropicais se formam com mais frequência entre os meses de maio e outubro, no Atlântico Sudoeste sobre o leste da Argentina, Uruguai e sul do Brasil. No inverno áreas de baixa pressão se organizam e se intensificam entre o Rio Grande do Sul e o Uruguai, dando origem a ciclones extratropicais (ciclogênese) e, devido ao forte gradiente de pressão, deixam o vento de sul intenso e persistente em

áreas próximas à costa. Em julho, dois ciclones extratropicais atuaram no Atlântico Sudoeste (21 e 27/07); em agosto, apenas um no dia 31/08; em setembro, foram três, dois deles durante o inverno (nos dias 06 e 07 e nos dias 13 e 14), além do ciclone do dia 24 que ocorreu no início da primavera.

O ciclone extratropical dos dias 13 e 14 de setembro marcou sua passagem com vento forte e ressaca em diversas localidades da Costa Catarinense. Em Camboriú a água avançou pela praia e invadiu pelo menos três quarteirões, chegando a ruas paralelas à orla. As **Figuras 11 (a, b), 12 (a, b, c) e 13 (a, b)** ilustram os ciclones extratropicais ocorridos no inverno.



a



b

Figura 11 – Imagem do satélite GOES13 dos dias 21 (a) e 27 (b) de julho de 2016, ilustrando frentes frias ligadas a ciclones extratropicais na área oceânica, em frente à costa do Uruguai e do Rio Grande do Sul

Fonte: GOES (2016)

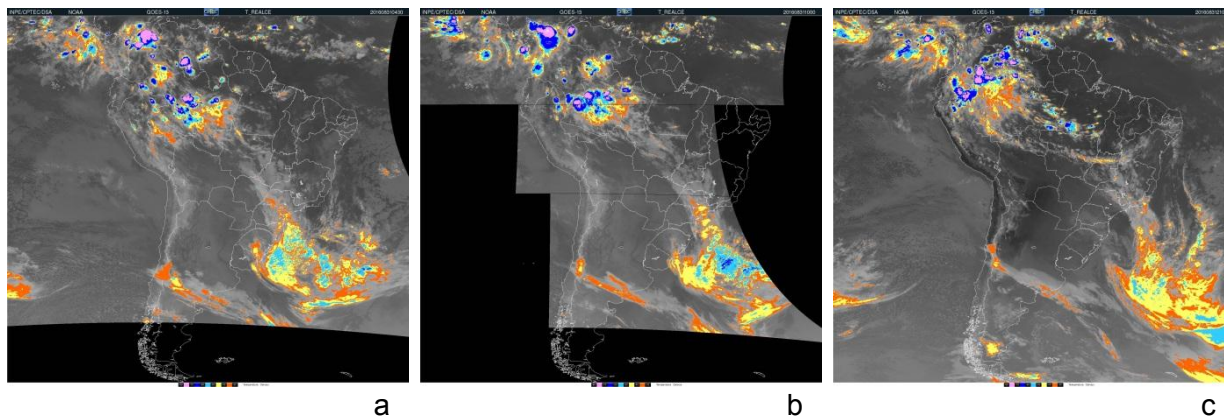


Figura 12 – Imagem do satélite GOES13 ilustrando a evolução do sistema de baixa pressão (a) e (b) sobre o litoral do Uruguai e do Rio Grande do Sul até o estágio maduro do ciclone extratropical sobre a área oceânica (c) no dia 31/08/2016
Fonte: GOES (2016)

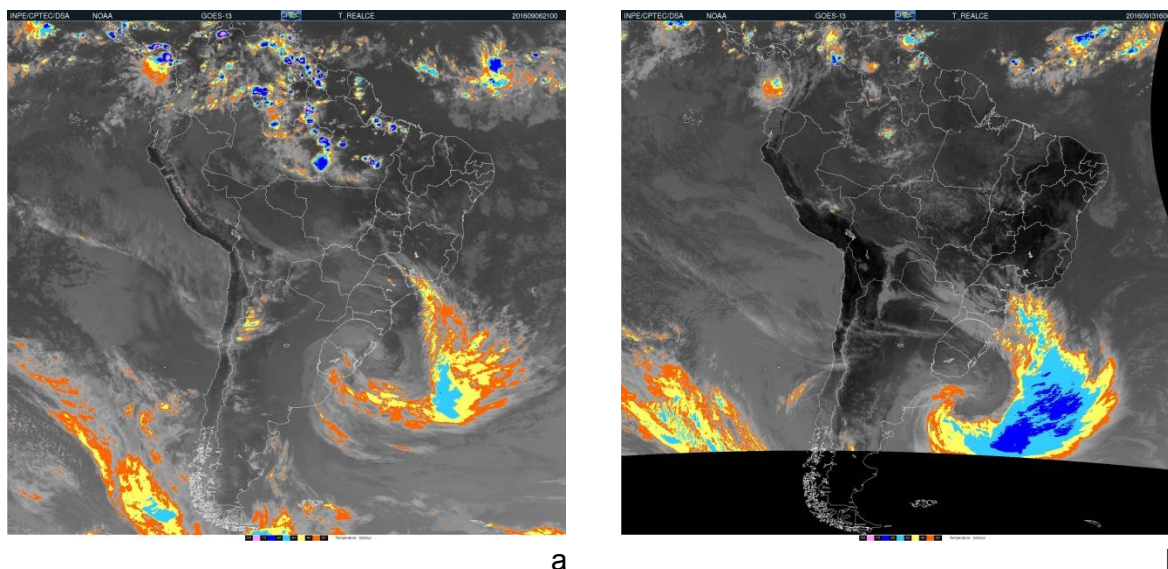


Figura 13 – Imagem do satélite GOES13 mostrando os ciclones extratropicais sobre o litoral do Rio Grande do Sul (a) no dia 06/09/2016 e no litoral sul do Uruguai (b) no dia 14/09/2016
Fonte: GOES (2016)

Massas de ar frio

No inverno de 2016 as massas de ar frio chegaram ao sul do Brasil com a frequência esperada para a estação. Em Santa Catarina o mês de julho foi mais frio, com três ondas de frio ou massas de ar frio mais intenso causando queda acentuada nas temperaturas. Entre os dias 16 a 21/07 as madrugadas foram de frio intenso em

todas as regiões do Estado e a temperatura baixou para próxima de zero e negativa no Planalto e Meio-Oeste, com formação de geada nessas regiões.

Na segunda quinzena de agosto uma massa de ar frio chegou ao sul do Brasil causando queda acentuada nas temperaturas no dia 21/08. Em Urubici a neve acumulou em uma grossa camada das 10 às 12 horas. Nos dias seguintes, 22, 23 e 24/08 houve registro de geada em localidades do Oeste, Meio-Oeste, Planalto e até no Litoral.

Na estação de Urupema, localidade mais alta do Estado, a temperatura mínima apresentou valores mais elevados entre os dias 28/08 e 05/09, como ilustra a **Figura 14**. Nesse período não houve quebra de recordes. Os últimos dias da estação e até o final do mês de setembro, com ar mais seco atuando no Estado, a amplitude térmica (diferença entre as temperaturas máxima e mínima do dia) foi maior.

Especialmente nas áreas altas do Estado, a temperatura mínima ficou abaixo de zero e as máximas ficaram próximas de 20°C. Nesses dias houve formação de geada em localidades do Planalto e em áreas altas do Meio-Oeste, além de nevoeiros na madrugada e no amanhecer na maior parte das regiões, sobretudo no litoral.

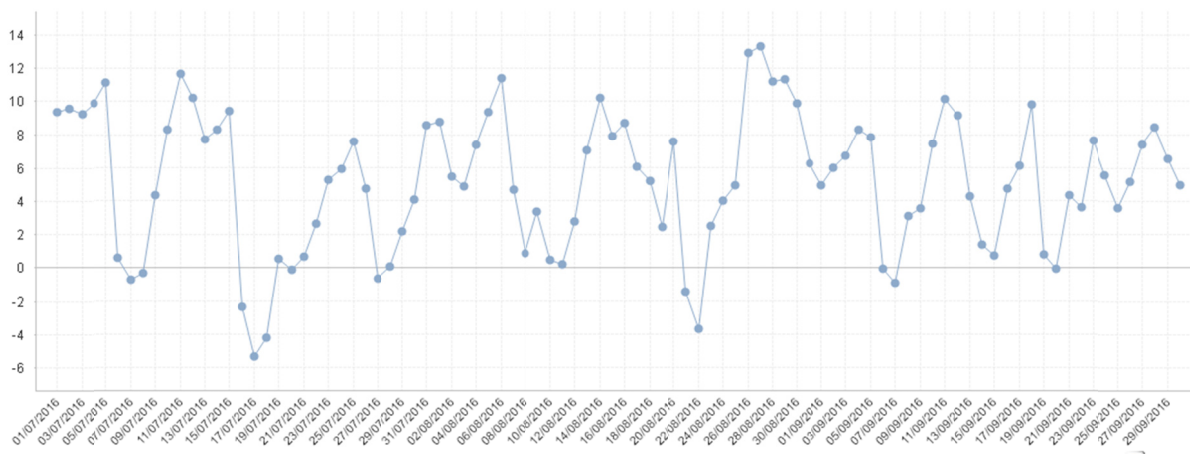


Figura 14 – Distribuição temporal da temperatura máxima em julho, agosto e setembro de 2016 em Urupema, SC

Nos meses de julho, agosto e setembro a anomalia de pressão ao nível do mar, no Atlântico Sudoeste (**Figura 15a, b, c**), foi menor que nos meses anteriores (maio e junho) e, sobretudo em agosto, com menos atuação de anticiclones na Argentina e sul do Brasil.

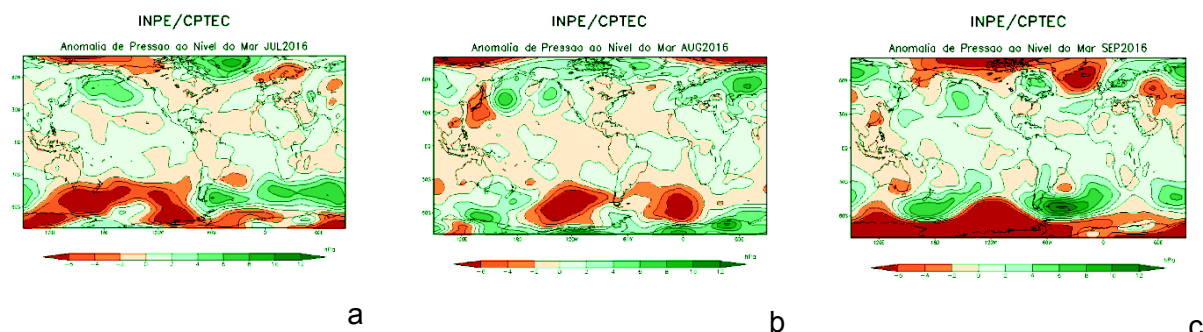


Figura 15 – Anomalia de pressão ao nível do mar nos meses de julho (a), agosto (b) e setembro (c) de 2016

Fonte: CPTEC/INPE (2016)

2 HIDROLOGIA

Guilherme Xavier de Miranda Júnior

Atualmente, a ANA possui 42 estações hidrológicas automáticas operando em SC, distribuídas em 10 bacias hidrográficas (**Figura 16**). Para esse trabalho foram utilizadas 27 estações que funcionaram ininterruptamente durante o período de análise do 3º trimestre de 2016. 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.

Na **Tabela 1**, são apresentados os valores médios, máximos e mínimos dos níveis dos rios monitorados referentes ao trimestre julho-agosto-setembro de 2016 para as 10 bacias hidrográficas monitoradas.

Durante esse período, os valores dos níveis dos rios variaram significativamente. No Rio Ribeirão Grande o nível chegou a 886cm na estação Ponte Moratelli em Salete. No Rio Tubarão o valor mínimo foi de -39cm no município de Orleans. A mudança do regime hídrico dos rios monitorados em SC deveu-se às variações espacial e temporal da precipitação, principalmente no mês de setembro, quando choveu abaixo dos valores médios mensais em todo o território catarinense.

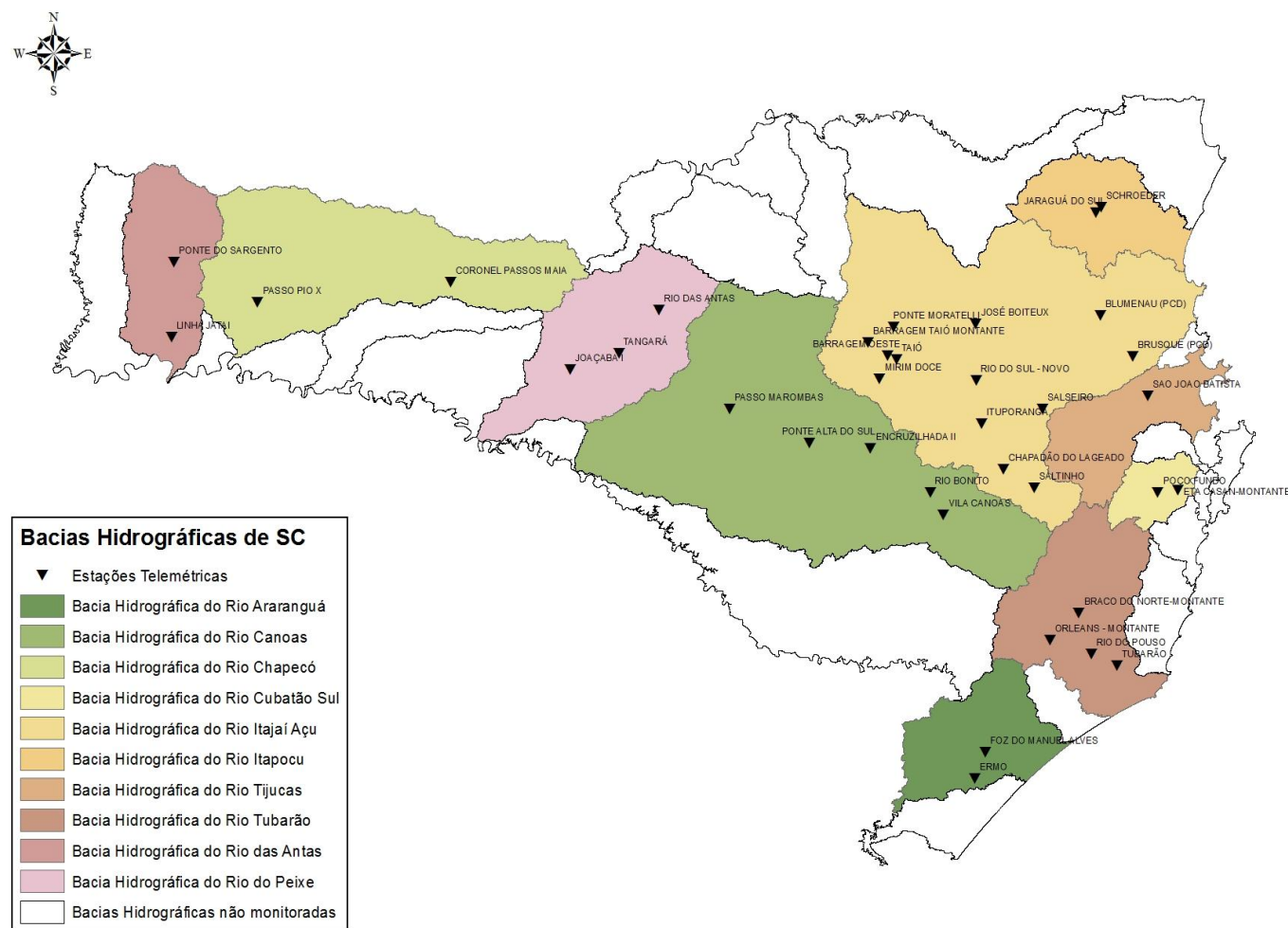


Figura 16 - Localização das estações automáticas de monitoramento hidrológico da Agência Nacional de Águas (ANA) em Santa Catarina nas BH dos Rios Araranguá, Canoas, Chapecó, Cubatão Sul, Itajaí Açu, Itapocu, Tijucas, Tubarão, das Antas e do Peixe

Tabela 1 - Níveis médios, máximos e mínimos das bacias hidrográficas medidos nas estações automáticas de monitoramento hidrológico da Agência Nacional de Águas (ANA) no período de julho a setembro de 2016

Bacia hidrográfica	Nome da estação	Município	Níveis dos rios (cm)		
			Média	Máximo	Mínimo
Rio Canoas	Vila Canoas - Rio Rufino	Rio Rufino	171	554	1
	Rio Bonito - Bocaina do Sul	Lages	196	575	92
	Encruzilhada II - Otacílio Costa	Otacílio Costa	208	444	127
	Ponte Alta do Sul	Ponte Alta	184	360	103
	Passo Marombas - Curitibaanos	Curitibaanos	218	453	168
Rio do Peixe	Tangará	Tangará	99	296	78
	Joaçaba I	Joaçaba	151	510	94
Rio Chapecó	Coronel Passos Maia	Passos Maia	61	197	22
	Passo Pio X - Pinhalzinho	Pinhalzinho	146	415	119
Rio Antas	Ponte do Sargento - Romelândia	Romelândia	32	60	21
Rio Itapocu	Jaraguá do Sul	Jaraguá do Sul	86	224	73
	Schroeder	Schroeder	83	264	61
Rio Itajaí	Ponte Moratelli	Salete	65	886	3
	Barragem Taió - Montante	Taió	133	277	92
	Barragem Oeste - Taió	Taió	196	606	-12
	Mirim Doce	Mirim Doce	119	256	92
	Taió	Taió	135	350	56
	Saltinho - Alfredo Wagner	Alfredo Wagner	12	14	11
	Chapadão do Lageado	Chapadão do Lageado	19	143	0
	Rio do Sul - Novo	Rio do Sul	220	598	114
	Blumenau	Blumenau	141	604	20
	Brusque	Brusque	123	205	110
Rio Tijucas	São João Batista	São João Batista	20	40	-10

Bacia hidrográfica	Nome da estação	Município	Níveis dos rios (cm)		
			Média	Máximo	Mínimo
Rio Cubatão do Sul	ETA Casan – Montante	Palhoça	101	281	83
	Poço Fundo - Sto. Amaro da Imp.	Santo Amaro da Imperatriz	177	645	25
Rio Tubarão	Orleans - Montante	Orleans	-15	258	-39
	Rio do Pouso - Tubarão	Tubarão	29	285	-5
	Tubarão	Tubarão	137	270	76
Rio Araranguá	Foz do Manuel Alves	Meleiro	28	136	-21
	Ermo	Ermo	117	474	71

Uma das maneiras de representar a influência da distribuição espacial e temporal da precipitação no regime hídrico nas bacias hidrográficas de SC é realizar uma 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 em três classes os dados analisados: dados normais, dados em estiagem e dados em enchentes. Para melhor representar as condições extremas, elas foram divididas em três subclasses: atenção, alerta e emergência, representadas graficamente na **Figura 17**.



Figura 17 - Divisão da situação hidrológica em classes e subclasses para análise dos dados hidrológicos dos níveis rios monitorados em Santa Catarina

Para cada estação hidrológica monitorada, obtiveram-se os parâmetros de classificação das subclasses de 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, por meio 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 Q98 (vazão de permanência por 98% do tempo). Com base nessa norma, obtiveram-se para cada estação hidrológica as curvas de permanência e verificaram-se suas referências na curva-chave em relação aos níveis dos rios. Nesse caso, foram consideradas as subclasses de estiagem atenção, alerta e emergência como os valores da curva de permanência de 90, 95 e 98% do tempo para cada estação hidrológica. Nesse caso, foram consideradas as subclasses 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 terceiro trimestre de 2016. O resultado dessa análise é apresentado na **Figura 18** que representa o percentual no tempo das situações hidrológicas de estiagem, normalidade e enchente para as estações hidrológicas das bacias hidrográficas de SC.

Neste terceiro trimestre de 2016 observa-se que o regime hídrico dos rios Itajaí do Sul, Cubatão do Sul, Tubarão e Araranguá foram afetados pela estiagem hidrológica, principalmente a partir da segunda quinzena de agosto, se prolongando por setembro de 2016. O reflexo dos baixos níveis desses rios é decorrência da baixa precipitação que ocorreu nessas bacias hidrográficas no período de análise.

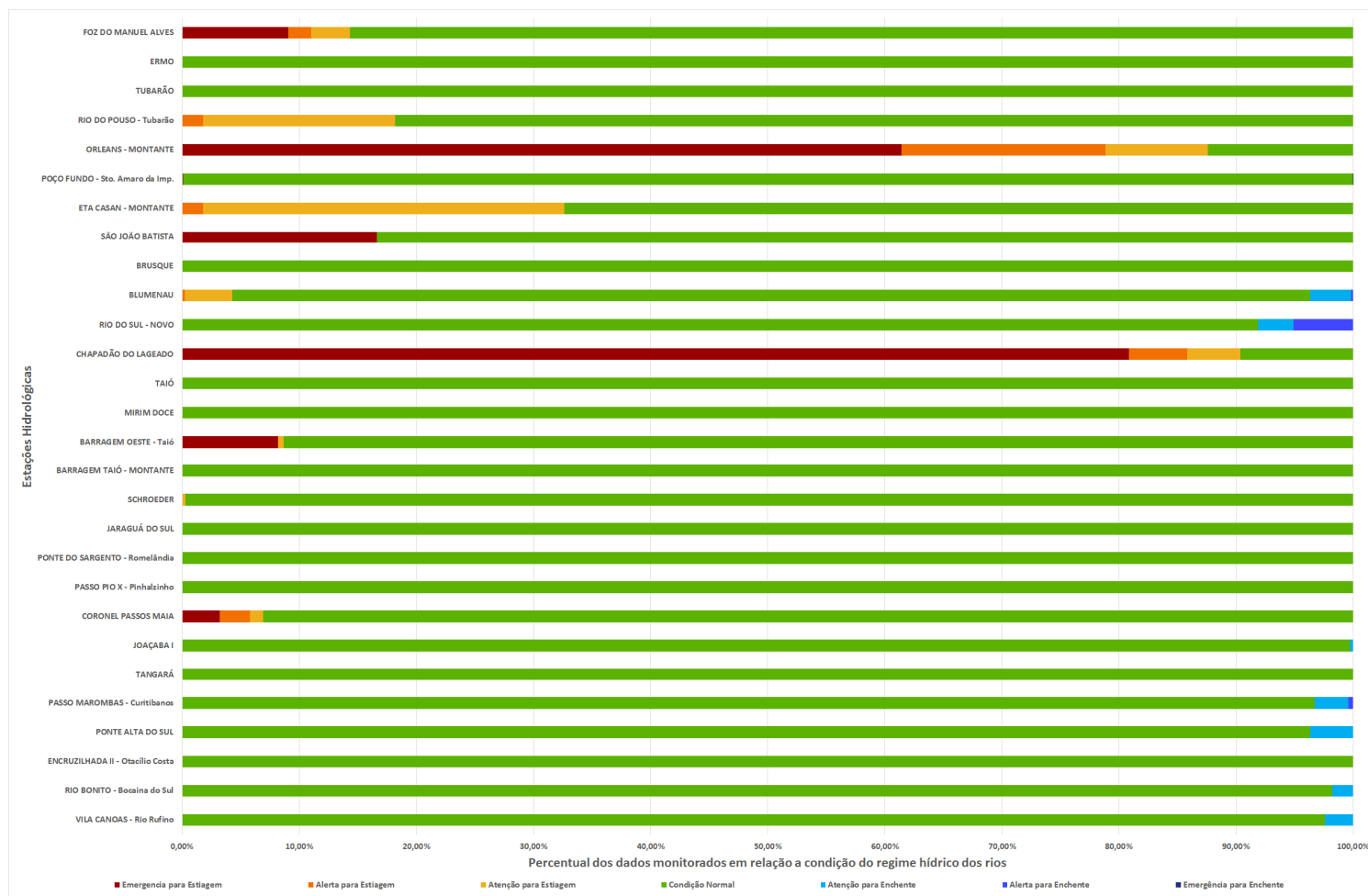


Figura 18 - Percentual de tempo das condições hidrológicas de estiagem, normal e enchente, no período de julho a setembro de 2016, das estações automáticas de monitoramento hidrológico da Agência Nacional de Águas (ANA) nas bacias hidrográficas de Santa Catarina

2.1 Bacia do Rio Araranguá

Os rios monitorados da bacia hidrográfica do Rio Araranguá apresentaram variações significativas nos regimes hídricos em seus afluentes, os rios Itoupava e Manuel Alves. Observa-se na **Figura 18** que os níveis do rio Manuel Alves ficaram com maior percentual do tempo dentro da classe de estiagem, diferente do Rio Itoupava em Ermo, onde os níveis ficaram dentro da classe de normalidade. As maiores variações foram observadas na estação Ermo, com níveis que oscilaram entre 474 e 71cm, porém dentro da faixa de normalidade para o regime hídrico.

2.2 Bacia do Rio Tubarão

Na bacia hidrográfica do Rio Tubarão, os rios monitorados apresentaram variações significativas nos regimes hídricos. Observa-se na **Figura 18** que os níveis do Rio Tubarão ficaram o maior percentual do tempo dentro da classe de estiagem. Na estação de Orleans, onde 87,62% do tempo do monitoramento os dados estiveram na condição de estiagem. Nessa estação o nível do Rio Tubarão permaneceu na situação de estiagem, principalmente para as subclasses de atenção, alerta e emergência. Esse regime hídrico foi devido ao baixo índice pluviométrico registrado nessa região da bacia principalmente em agosto e setembro de 2016, conforme apresentado no capítulo de meteorologia, descrito anteriormente.

2.3 Bacia do Rio Cubatão do Sul

Foi constatado, conforme a **Figura 18**, que a bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Sul apresentou variação significativa no regime hídrico. As maiores variações observadas dos níveis desse rio foram na estação Poço Fundo em Santo Amaro da Imperatriz, oscilando entre 645 e 25cm. No entanto, na estação ETA CASAN – MONTANTE, observou-se que em 32,66% do tempo do monitoramento os

dados estiveram na condição de estiagem, principalmente na classe atenção e alerta.

2.4 Bacia do Rio Tijucas

Na bacia hidrográfica do Rio Tijucas, observou-se que o trimestre analisado apresentou uma pequena situação de estiagem, pois os níveis ficaram 83,38% do tempo na faixa de normalidade, oscilando o nível entre 40 e -10cm, conforme **Tabela 1**.

2.5 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. Essa grande variação no regime hídrico da bacia hidrográfica do Rio Itajaí é apresentada na **Figura 18**. Constatou-se que os níveis dos rios dessa bacia, durante o trimestre, encontravam-se na situação estiagem, variando em 90,38% do tempo monitorado, principalmente na região do município de Chapadão do Lageado. Essa situação de escassez hídrica no Rio Itajaí do Sul, foi mencionada anteriormente no item sobre precipitação deste boletim.

Nesse mesmo trimestre analisado, verificaram-se enchentes pontuais nos dias 16 de julho e 21 de agosto, principalmente na cidade de Rio do Sul. Neste município, 8,10% do tempo do monitoramento desse trimestre analisado esteve na condição de enchente.

2.6 Bacia do Rio Itapocu

Na bacia hidrográfica do Rio Itapocu observou-se uma grande variação dos níveis dos rios associada à variação da precipitação, conforme comentado anteriormente. O regime hídrico dos rios manteve-se dentro da normalidade, não

havendo registro de eventos hidrológicos extremos (estiagem ou enchente) para a bacia nesse trimestre.

2.7 Bacia do Rio das Antas

Na bacia hidrográfica do Rio das Antas observou-se grande variação dos níveis dos rios, conforme a Tabela 1, oscilando entre 60cm e 21cm na estação Ponte do Sargento em Romelândia. No entanto, o regime hídrico manteve-se dentro da normalidade, conforme a **Figura 18**.

2.8 Bacia do Rio Chapecó

Na bacia hidrográfica do rio Chapecó se observou nesse trimestre grande variação dos níveis dos rios, oscilando entre 415 cm e 119 cm na estação Passo Pio X em Pinhalzinho. No entanto, o regime hídrico manteve-se dentro da normalidade, conforme a **Figura 18**.

2.9 Bacia do Rio do Peixe

Para a bacia hidrográfica do Rio do Peixe, registrou-se no terceiro trimestre de 2016 uma grande variação do nível, principalmente na estação Joaçaba, oscilando entre 510cm e 94cm, mas o regime hídrico manteve-se dentro da normalidade, conforme se observa na **Figura 18**.

2.10 Bacia do Rio Canoas

Para a bacia hidrográfica do Rio Canoas, observou-se grande variação dos níveis dos rios, mas em média 94,68% do tempo monitorado os dados permaneceram na faixa da normalidade. Constatou-se, conforme a **Figura 18**, a presença da condição de atenção para enchente, devido a chuvas pontuais que ocorreram nos dias 14 e 17 de julho nessa região de Santa Catarina.

3 OCEANOGRAFIA

Argeu Vanz

Matias Guilherme Boll

Carlos Eduardo Salles de Araújo

Luis Hamilton Pospissil Garbossa

3.1 Maré

A variação média diária da altura da maré registrada em Florianópolis nos meses de julho, agosto e setembro de 2016 está representada na **Figura 19**.

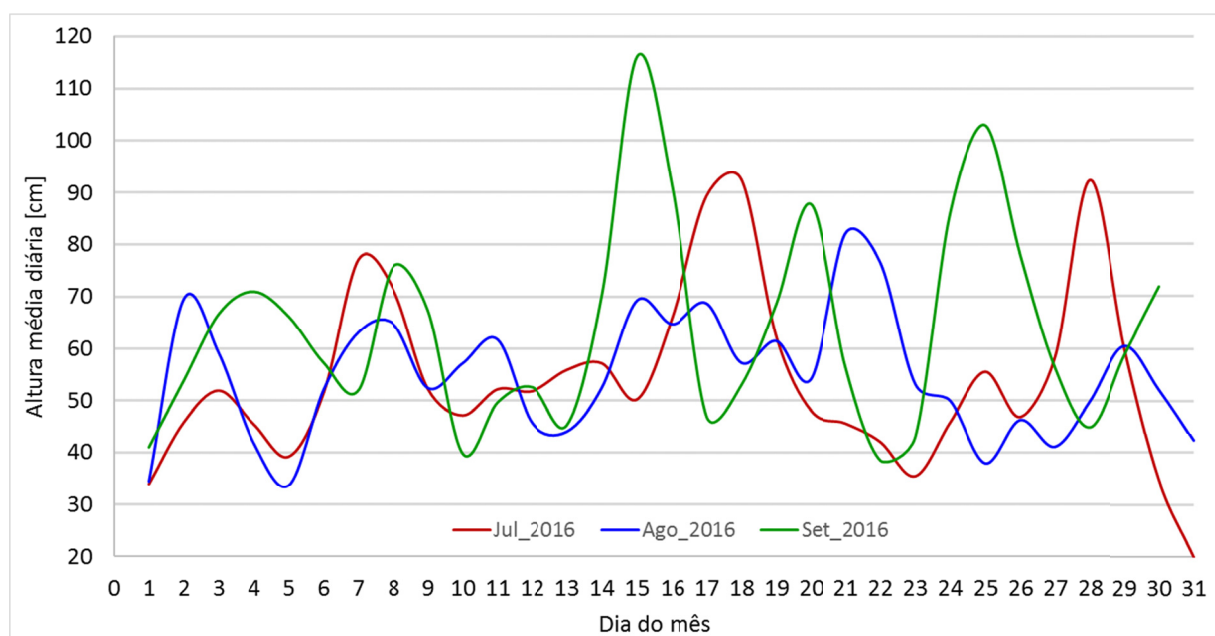


Figura 19 - Variação da altura da maré em Florianópolis nos meses de julho, agosto e setembro de 2016

A **Figura 20** apresenta a variação da altura de maré em Florianópolis com intervalo horário para o trimestre.

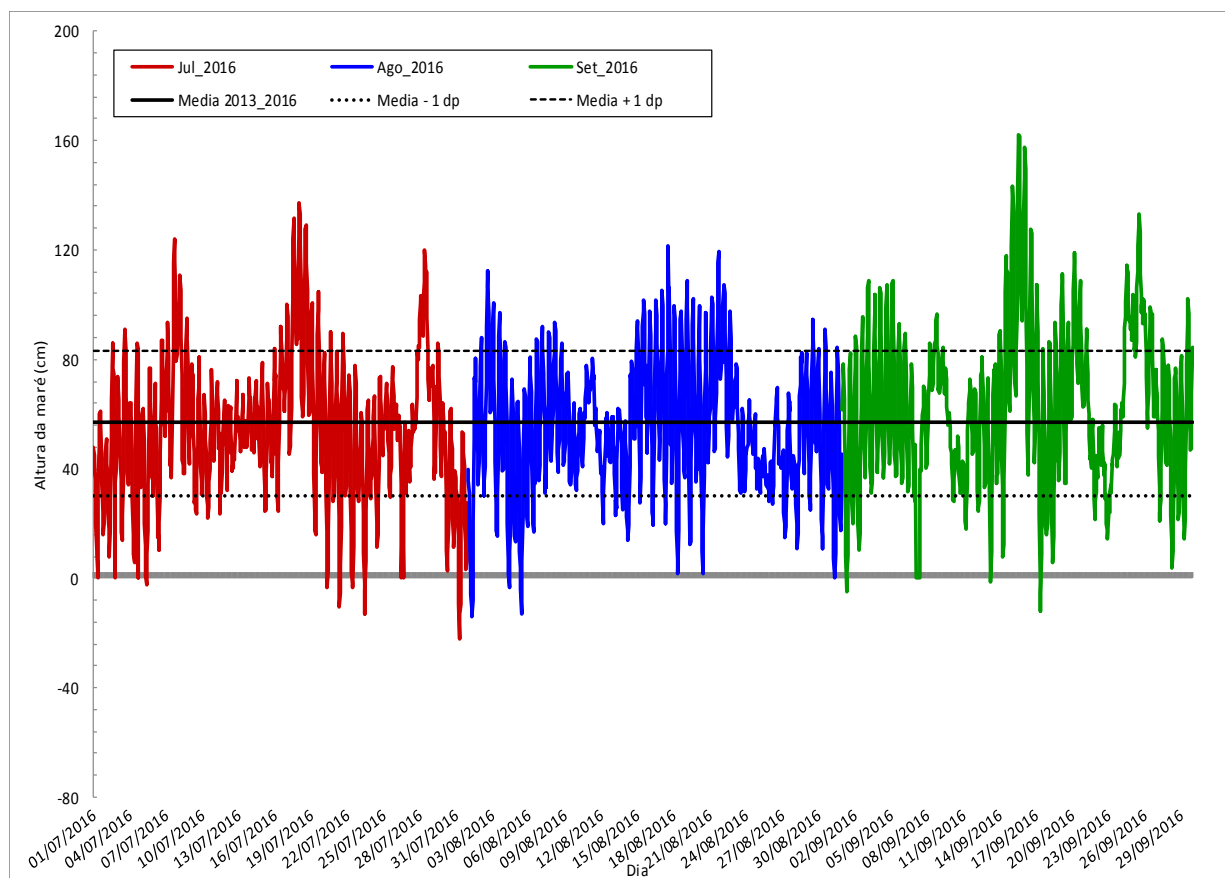


Figura 20 – Altura da maré horária em Florianópolis (SC) ao longo dos meses de julho, agosto e setembro de 2016

No trimestre, para Florianópolis, o valor máximo de altura horária de maré foi registrado no mês de setembro (162 cm), enquanto o mínimo foi verificado em julho (-22 cm).

A **Figura 21** mostra o comportamento da maré medida (maré meteorológica) em relação à prevista (maré astronômica). A diferença positiva significa que a maré medida foi maior que a prevista, e a diferença negativa significa o contrário. As diferenças negativas predominaram no período.

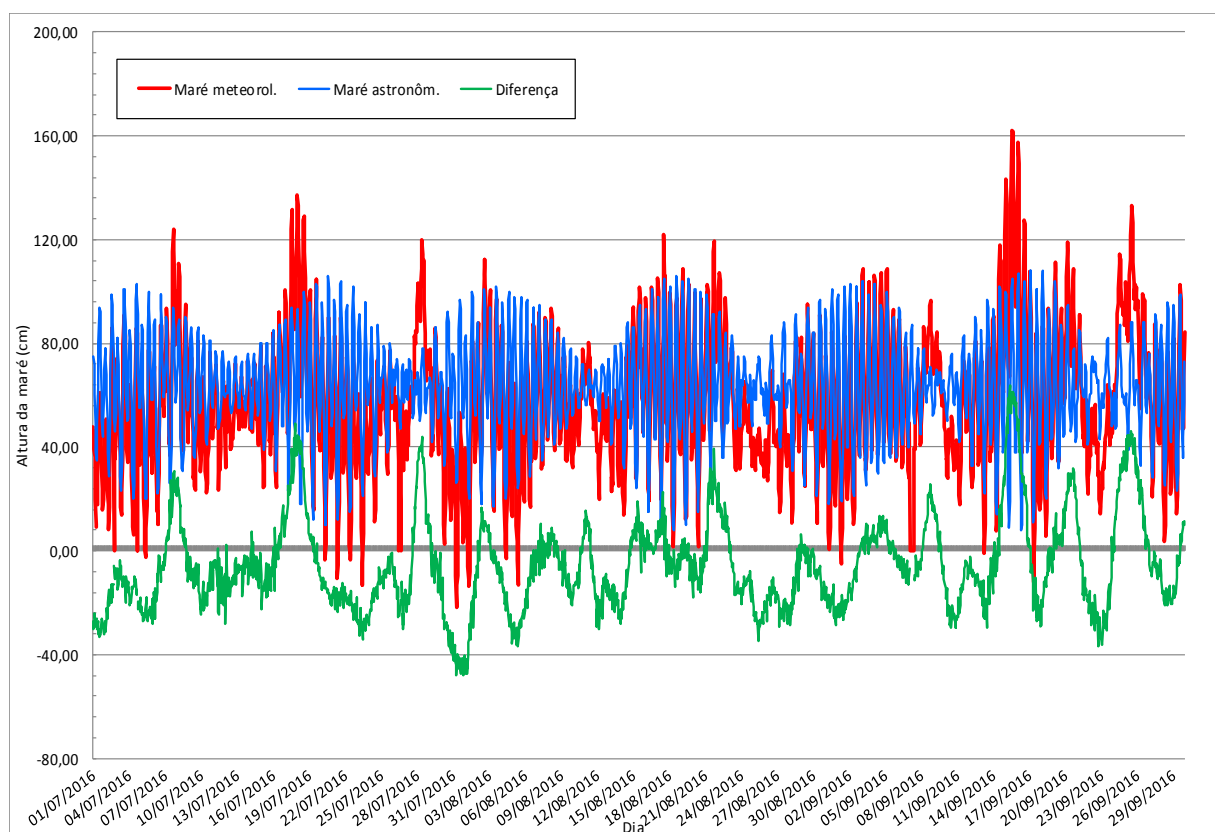


Figura 21 – Variação da altura de maré medida no período 01/07/2016 a 30/09/2016 em Florianópolis em comparação à maré astronômica prevista através do programa Pacmaré

Fonte: Franco, 2009

O trimestre foi marcado por 5 eventos de maré extremamente alta com sobre-elevação em relação a maré astronômica acima de 40 cm. A maior diferença positiva foi registrada em 15/09, 88 cm, que corresponde à maior diferença obtida para o local durante 5 anos de monitoramento. A menor diferença, - 48 cm, foi registrada no dia 31 do mês de julho.

As diferenças positivas são resultantes principalmente da ação dos ventos do quadrante sul, presença de ciclones extratropicais e frentes frias, associadas as fases nova e cheia da lua (maré de sizígia). Enquanto as diferenças negativas estão relacionadas com ventos do quadrante norte que sopram no litoral catarinense associados a eventos de maré de sizígia.

Os resultados pontuais mais expressivos de maré para cada mês são apresentados na Tabela 2. O valor máximo de 162 cm foi registrado no mês de setembro e o mínimo, - 22 cm, foi obtido em julho. A maior amplitude de maré foi de 174 cm registrada no mês de setembro.

Tabela 2 - Extremos máximos e mínimos de maré (cm) para julho, agosto e setembro para Florianópolis, SC

Florianópolis	Mínimas			Máximas		
	Jul	Ago	Set	Jul	Ago	Set
Altura da maré (cm)	-22	-14	-12	137	122	162
Dia (d)	31	1	17	18	17	15
Hora (h)	7:00	8:00	8:00	1:00	14:00	14:00

3.2 Ondas

Os dados de ondas foram retirados da boia da Marinha do Rio Grande (RS), coordenadas 31°34'S, 49°53'W. As ondulações mais significativas registradas pela boia são apresentadas na **Tabela 3**. As maiores ondulações no trimestre apresentaram a direção de ondas SW e SE, característica da costa sul do Brasil. As alturas obtidas, entre 5 e 6 m, são comuns para o local e distância da costa onde foram medidas. Os períodos, entre 10 e 11 segundos, indicam que as ondulações foram geradas longe da boia.

Tabela 3 - Características das ondas para cada mês do trimestre (DHN, 2016)

Mês	Dia (d)	Hora (h)	Altura signific. (m)	Período (s)	Direção (°)
Julho	17	09:48	5,74	10	240
Agosto	20	22:53	5,37	11	177
Setembro	14	20:32	5,25	10	249

Referências

FRANCO, A. S. 2009. Marés: fundamentos, análise e previsão. 2ª ed. Niterói, RJ: DHN.

DHN (2016). Dados Observacionais – Serviço Meteorológico Marinho. Diretoria de Hidrografia e navegação, DHN. Centro de Hidrografia da Marinha. Marinha do Brasil. Acesso em: 13 de outubro 2016. Disponível em:

<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/dados/dados.htm>.

4 AGROMETEOROLOGIA

Éverton Blainski

Willian da Silva Ricce

4.1 Balanço hídrico

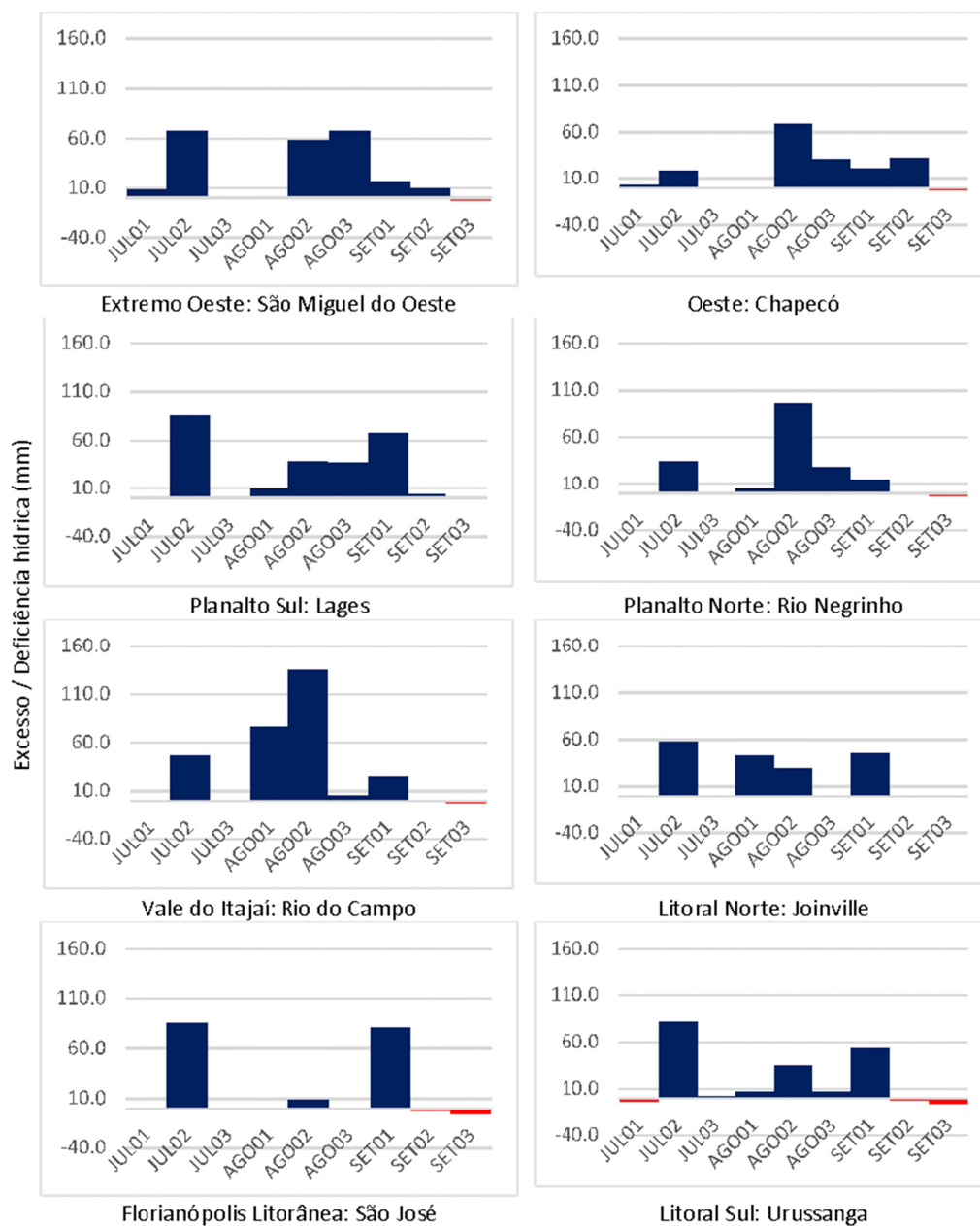


Figura 22 – Excesso e deficiência hídrica (mm) decendial para o trimestre de abril a junho de 2016 nas estações meteorológicas de: São Miguel do Oeste, Chapecó, Lages, Rio Negrinho, Rio do Campo, Joinville, São José e Urussanga no estado de Santa Catarina

No boletim anterior (GARBOSSA & VIEIRA, 2016), os principais eventos de deficiência hídrica foram observados na região de Florianópolis e no Litoral Sul, que persistiram pelo primeiro decêndio de julho. Já o trimestre de julho a setembro foi marcado pela irregularidade das chuvas, fato observado pela oscilação entre deficiência e excesso hídrico (**Figura 22**). Os decêndios de agosto e o primeiro de setembro apresentaram período contínuo de excesso hídrico na maioria das regiões do Estado. Todas as regiões apresentaram deficiência hídrica no último decêndio de setembro.

4.2 Graus-dia

O desenvolvimento de espécies vegetais se dá em função de um número específico de unidades térmicas acumuladas ao longo do ciclo das culturas. Esse conceito é denominado Graus-dia (GD) e sua variação pode acarretar a maturação precoce ou até mesmo prolongar o ciclo de determinadas culturas.

A metodologia utilizada para definição do GD associa a taxa de desenvolvimento de uma espécie vegetal à temperatura do ambiente. Tal conceito pressupõe a existência de temperaturas basais (inferior e superior) aquém ou além das quais as plantas não se desenvolvem.

O acumulado de GD no trimestre de julho a setembro de 2016 para Santa Catarina é apresentado na **Figura 23**. Para cálculo dessa variável foi considerado como T_b o valor de 10°C, valor assumido para as principais espécies cultivadas no Estado.

Em relação ao trimestre anterior, apresentado por Garbossa & Vieira (2016), houve uma redução do GD em grande parte das as regiões do estado.

Entretanto, esse comportamento era esperado em função da queda das temperaturas nessa época do ano.

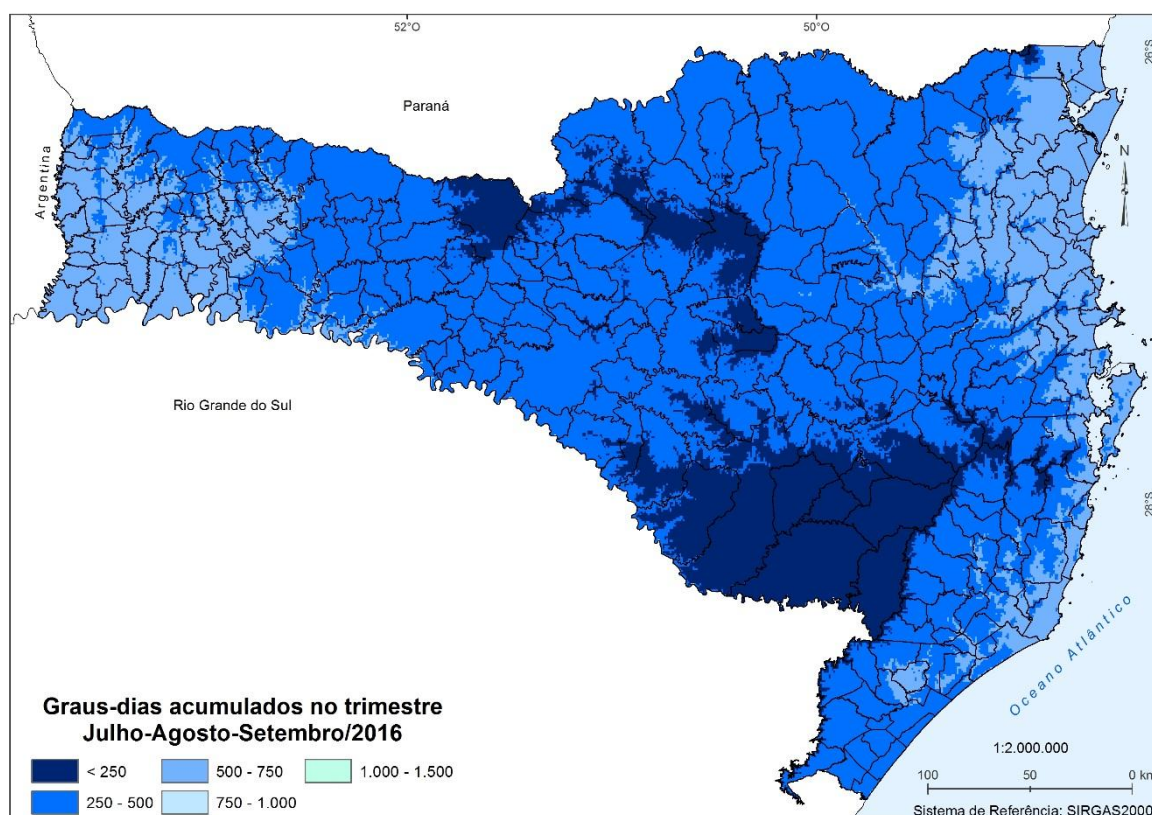


Figura 23 – Graus dia acumulado no trimestre de julho a setembro de 2016 para o estado de Santa Catarina

Na **Tabela 4** é apresentado um detalhamento do número de GD acumulado entre julho e setembro de 2016 para as localidades monitoradas representativas de cada região climática do estado de Santa Catarina. Além disso, é apresentado o recorde de GD registrado no período.

De maneira geral todas as localidades monitoradas apresentaram um acumulado de GD dentro da normalidade, quando comparados aos valores históricos (**Tabela 4**).

Tabela 4 – Graus dia acumulados no trimestre de julho a setembro de 2016 nas regiões climáticas de Santa Catarina

Município	Região climática	GD acumulados no período	Recorde no período
Caibi	Extremo Oeste	737,7	697,0
Itapiranga		644,0	744,6
Maravilha		564,0	672,6
Chapecó	Oeste	665,6	682,3
Xanxerê		561,4	-
Água Doce		350,9	372,5
Curitibanos	Meio-Oeste	426,9	445,5
Campos Novos		430,6	455,8
Videira		506,2	-
Lages	Planalto Sul	347,4	254,0
São Joaquim		263,3	252,0
Urupema		140,5	177,2
Campo Belo do Sul		380,7	390,4
Rio Negrinho	Planalto Norte	441,8	447,3
Major Vieira		453,7	418,6
Ituporanga	Vale do Itajaí	504,3	531,9
José Boiteux		639,9	697,8
Botuverá		686,8	629,5
Alfredo Wagner	Florianópolis Serrana	353,3	456,0
Major Gercino		428,2	501,8
São Bonifácio		544,6	566,6
Florianópolis	Florianópolis Litorânea	661,7	717,4
São José		700,6	735,6
Sto. Amaro da Imperatriz		646,1	657,4
Itajaí	Litoral Norte	672,4	734,2
Corupá		720,8	721,7
Joinville		730,9	799,9
Schroeder		716,4	713,1
Araranguá		577,3	555,1
Urussanga	Litoral Sul	643,8	674,2
Laguna		531,9	600,1

Maior valor de graus dia acumulado no período

4.3 Unidades de frio

As fruteiras de clima temperado caracterizam-se pela queda das folhas no final do ciclo e consequente entrada em dormência no inverno, com drástica redução de suas atividades metabólicas. Para que essas plantas iniciem um novo ciclo vegetativo na primavera é necessária sua exposição a um determinado período de baixas temperaturas (PETRI et al., 1996).

Para mensurar a quantidade de frio necessária para superar a dormência das gemas são utilizados modelos de estimativa de unidades de frio (UF). Neste sentido, o modelo Carolina do Norte Modificado é largamente utilizado para essas estimativas. Esse modelo se baseia na acumulação de unidades, de modo que uma dada temperatura exposta por uma hora equivalha a uma determinada quantidade de UF.

Caso o inverno de determinado ano ou local de cultivo não tenha a quantidade mínima de UF suficiente para atender à exigência da espécie/variedade, poderão ocorrer queda de gemas frutíferas, atraso e irregularidade na brotação e floração, além de florescimento irregular e prolongado.

De acordo com o informe técnico Monitoramento do Frio nº 005/2016, realizado pela Estação Experimental de Caçador (Epagri/EECd) para as principais regiões produtoras de frutas temperadas e disponibilizado a partir do endereço:

http://ciram.epagri.sc.gov.br/images/monitora_frio/it00516_outubro2016.pdf, o trimestre se caracterizou por um período com UF acima da média histórica nas regiões monitoradas. Em uma comparação com os três últimos anos, somente São Joaquim (2014) e Fraiburgo (2013) tiveram acumulados maiores do que o registrado em 2016 (PETRI et al., 2016). Segundo os autores, em uma escala de 54 anos, 2016 ficou na sexta melhor posição.

Conforme Petri et al. (2016), as características térmicas do período favoreceram uma ótima floração com boa qualidade das flores e coincidência de floração entre Fuji e Gala. Ainda de acordo com os autores, as condições ambientais indicam que deverá ocorrer uma abundante floração efetiva, o que

demanda atenção quanto à realização de raleio químico, principalmente no cultivar Fuji.

Na **Tabela 5** são apresentados os acumulados de UF registrados a partir dos dados de temperatura coletados pelas Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) automáticas.

Tabela 5 – Unidades de Frio acumuladas no trimestre de abril a setembro de 2016 (Método Carolina do Norte Modificado) para as principais localidades produtoras de frutas temperadas do Estado de Santa Catarina

Localidade	Abril/setembro 2016
São Joaquim	2.225
Fraiburgo	1.019
Caçador	1.305
Videira	657
Campos Novos	1.367
Lages	1.629
Bom Retiro	1.521
Major Vieira	1.536
Urussanga*	340
Água Doce*	2.074
Urupema*	2.182
Painel*	1.847
Leblon Régis*	1.501
Papanduva*	1.592
Abdon Batista*	1.309

Adaptado do Informativo Técnico Monitoramento do Frio nº 005/2016 Epagri/EECd. Em municípios com mais de uma PCD foi calculada a média para a variável UF*. Valores extraídos da plataforma Agroconnect, disponível em: ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/.

4.4 Influências do clima no desenvolvimento e na produtividade das culturas

O trimestre de julho a setembro de 2016 foi caracterizado por temperaturas médias diárias variando de 8 a 18°C. As temperaturas ficaram próximas à normalidade, com anomalias entre -0,5 e 0,5°C no período.

Apesar das temperaturas médias amenas, esse período foi caracterizado por ondas de frio capazes de afetar os cultivos instalados. De maneira geral, as principais culturas prejudicadas foram as hortaliças, as lavouras de bananas e as pastagens. De maneira oposta, as lavouras de maçã tiveram condições de frio ideais para seu desenvolvimento no período.

Na **Tabela 6** são apresentados os valores de temperatura mínima diária do ar (°C) registrado em municípios representativos de cada região climática do Estado. Além disso é apresentado o número de dias com registro de temperatura favorável à formação de geada nas localidades monitoradas. Vale ressaltar que na metodologia utilizada a geada é um fenômeno estimado indiretamente a partir dos valores de temperatura mínima do ar. Assim é considerada a ocorrência de geada quando a temperatura do ar registrada no abrigo termométrico atinge 1°C.

Apesar das baixas temperaturas em todas as regiões (**Tabela 6**), as geadas concentraram-se nas regiões mais altas do Estado, principalmente no Oeste, Meio-Oeste, Extremo Oeste, Planalto Norte e Planalto Sul. Nessas regiões, foram registradas as menores temperaturas, assim como o maior número de dias com temperatura favorável à formação de geada. Em Urupema foram registrados 33 dias com geada e temperatura mínima de -7,1°C (**Tabela 6**).

Tabela 6 – Resumo da ocorrência de temperaturas favoráveis à ocorrência de geadas e registros de temperaturas mínimas em municípios representativos das regiões climáticas de Santa Catarina

Município	Altitude	Região climática	Nº de geadas	Temperatura mínima (°C)
Florianópolis	5	Florianópolis Litorânea	0	3,7
São José	1,84		0	5,0
Rancho Queimado	982	Florianópolis Serrana	0	1,0
Major Gercino	800		1	0,9
Joinville	47	Litoral Norte	0	3,0
Luiz Alves	26		0	3,2
Massaranduba	30		0	3,1
Schroeder	71		1	0,8
Urussanga	48	Litoral Sul	0	2,0
Araranguá	12,3		0	3,0
Tangará	1176	Meio-Oeste	4	-2,1
Campos Novos	965		3	-3,2
Curitibanos	978		6	-3,3
Monte Carlo	1018		10	-3,8
Fraiburgo	1038		12	-3,6
Lebon Régis	1139		5	-2,9
Chapecó	687	Oeste	0	1,1
Água Doce	1329		6	-4,0
Xanxerê	889		3	-0,4
Itapiranga	172	Extremo Oeste	14	0,0
Maravilha	573		16	-1,2
Rio Negrinho	862	Planalto Norte	5	-2,9
Major Vieira	817		7	-2,8
Papanduva	872		9	-3,6
Canoinhas	820		6	-2,6
Matos Costa	1212		2	-1,9
Campo Belo do Sul	978		7	-3,8
Lages	937	Planalto Sul	5	-1,6
Urupema	1315		33	-7,1
Otacílio Costa	886		9	-2,7
São Joaquim	1277		22	-4,0
José Boiteux	287	Vale do Itajaí	0	2,7
Ituporanga	475		1	-0,6
Rio do Campo	592		1	-1,3

A seguir, é apresentada uma síntese dos impactos das características atmosféricas registradas no trimestre julho-setembro sobre os principais cultivos instalados nessa época do ano.

Banana

A banana é uma fruta típica de regiões tropicais e, em função disso, é uma cultura altamente prejudicada por condições de frio intenso. Em Santa Catarina as regiões produtoras se concentram no litoral, principalmente nas encostas da Serra do Mar. Nessas áreas, entre o outono e o inverno, é comum a ocorrência de temperaturas capazes de trazer prejuízos à cultura, o que, via de regra, demanda a adoção de medidas mitigatórias por parte dos produtores.

Temperaturas abaixo de 12°C ocasionam danos aos tecidos vegetais, principalmente na casca dos frutos em formação. Abaixo de 9°C passa a ocorrer o surgimento de pigmentação escurecida (café claro) e a maturação dos frutos fica comprometida. Para temperaturas próximas de 0°C, os prejuízos são potencializados, podendo comprometer a produtividade, a qualidade dos frutos e, em caso extremos, a dizimação dos bananais.

No trimestre de julho-setembro de 2016 a incidência de temperatura baixas proporcionou uma baixa emissão de folhas no período. Além disso, a cultura já havia sofrido com as geadas do trimestre anterior e, assim, a recuperação de algumas áreas foi prejudicada.

Em linhas gerais, o período foi dentro da normalidade, sem maiores prejuízos aos bananicultores.

Pastagens

Santa Catarina possui, na sua maioria, pastagens naturalizadas e campos nativos. Cerca de 85% das áreas destinadas à bovinocultura são ocupadas por esse tipo de vegetação e somente 15% é ocupado por pastagens cultivadas estabelecidas, caracterizadas, via de regra, como monoculturas de gramíneas.

Independentemente do tipo de pastagem, todas apresentam algum tipo de impacto quando expostas a condições de temperaturas baixas (redução de produtividade e perda de qualidade). Algumas espécies são mais tolerantes ao frio, enquanto outras podem apresentar grandes perdas sob condições de frio ou geadas.

O trimestre de julho-setembro foi caracterizado por um período de recuperação de muitas pastagens prejudicadas por geadas e excesso de chuvas no trimestre anterior. De maneira geral, as condições mantiveram-se dentro da normalidade e o período pode ser caracterizado como de transição, pois a expectativa é de um melhor desenvolvimento das pastagens a partir do mês de outubro, impulsionado, principalmente, pelo aumento das temperaturas e pela maior regularidade das chuvas.

Olerícolas

As olerícolas são plantas altamente vulneráveis à ocorrência de geadas. Em Santa Catarina a maioria das áreas de cultivos não possui sistema de proteção contra esse fenômeno. Assim, nesse período, as baixas temperaturas e as geadas afetaram lavouras de tomate, berinjela, couve-flor, chuchu, pimentão, alface, entre outras.

Os impactos do frio sobre as espécies olerícolas foram sentidos em, praticamente, todas as regiões do Estado, inclusive nas áreas que compõem o cinturão verde da Grande Florianópolis. Em função das baixas temperaturas, muitos produtores acumularam prejuízos e, em alguns casos, tiveram que fazer o replantio das áreas mais afetadas.

Frutíferas de clima temperado

As frutíferas de clima temperado apresentam um comportamento diferenciado com relação ao frio. Nesses casos as baixas temperaturas nessa época do ano são fundamentais para o bom desenvolvimento da cultura. No caso da maçã, as baixas temperaturas contribuem para o acúmulo de unidades de frio e para a quebra da dormência das plantas.

No período analisado, o acúmulo de unidades de frio contribuiu para uma brotação homogênea das plantas e para um bom início de florescimento.

Outro aspecto importante associado às baixas temperaturas é a eliminação de fungos e insetos dos pomares das frutíferas de clima temperado. Dessa forma, pôde-se constatar que o trimestre de julho a setembro foi favorável às culturas de maçã, uva e demais frutas de caroço cultivadas no Estado.

4.5 Sanidade agrícola

O trimestre de julho a setembro é considerado como entressafra para a maioria dos cultivos do Estado. Nesse período as lavouras de trigo estão na fase final de ciclo e as áreas destinadas a outros grãos ainda não foram semeadas. Todavia, espécies de clima temperado como a maçã encontram-se em fase de início de brotação e outras, como hortaliças e bananas, são cultivadas o ano todo. Assim, nessa edição do boletim ambiental será abordada a ocorrência de condições meteorológicas favoráveis ao aparecimento de doenças nas culturas em pleno desenvolvimento.

Os parâmetros definidos para classificar a favorabilidade à ocorrência de doenças foram definidos com base em modelos descritos na literatura adaptados às condições de Santa Catarina conforme orientação de profissionais especializados em cada cultura. Com base na favorabilidade foram definidas quatro classes relacionadas ao risco de ocorrência de doenças: sem risco, risco leve, risco moderado, risco severo.

Na **Tabela 7** são mostradas as culturas e doenças que serão abordadas nesse boletim.

Tabela 7 - Culturas e doenças que foram analisadas neste boletim para o período que abrange a primavera de 2015

CULTURA	Doenças analisadas
Alface	Míldio da Alface
Tomate	Requeima do Tomate
Banana	Sigatoka-negra

Alface

No trimestre de julho a setembro de 2016 as condições meteorológicas foram bastante favoráveis ao desenvolvimento do míldio na cultura da Alface nas principais regiões produtoras de Santa Catarina (**Tabela 8**). Os fatores atmosféricos que contribuíram para a favorabilidade para desenvolvimento do *Oomiceto Bremia lactucae* foram a ocorrência de temperaturas amenas, elevada umidade relativa do ar e longos períodos de molhamento foliar (causados por orvalho, névoa e chuvas finas).

Tabela 8 - Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento do míldio na cultura do Alface, durante o trimestre de julho a setembro de 2016

Município/Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Rancho Queimado	31	8	9	44
Joinville	25	0	7	60
Jaraguá do Sul	15	15	18	44
Major Gercino	18	21	18	35
Benedito Novo	14	21	13	44
São José	17	0	4	71
São Bonifácio	40	18	7	27
Leoberto Leal	18	39	9	26
Sto. Amaro da Imperatriz	21	12	7	52
Tijucas	21	35	5	31

Tomateiro

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 (causados por chuva fina, orvalho ou neblina). Na **Tabela 9** é mostrado o número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da doença. No trimestre de julho a setembro de 2016 a favorabilidade à ocorrência da doença foi relativamente baixa, com concentração maior de dias na classe sem risco (**Tabela 9**).

Tabela 9 – Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da Requeima do Tomateiro na cultura do Tomate, durante o trimestre de julho a setembro de 2016

Município/ Microrregião	Classificação			
	Sem risco	Risco leve	Risco moderado	Risco severo
Indaial	67	5	5	13
Ibiam	77	2	4	7
Canoinhas	68	3	7	12
Alfredo Wagner	69	6	8	7
Santo Amaro da Imperatriz	57	7	8	15
Presidente Getúlio	43	7	17	21
Bom Retiro	62	3	10	15
Lebon Régis	79	2	3	6
Caçador	72	3	6	7

Banana

Na **Tabela 10** é mostrado o número de dias em que as condições meteorológicas favoreceram o desenvolvimento do fungo causador da Sigatoka-negra, conforme classificação adotada, nas principais regiões produtoras. De maneira geral as condições atmosféricas registradas no período não foram favoráveis ao desenvolvimento da doença devido, possivelmente, às baixas temperaturas do ar.

Tabela 10 - Número de dias com condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da Sigatoka-negra na cultura da Banana, durante o trimestre de julho a setembro de 2016

Município/Microrregião	CLASSIFICAÇÃO			
	Sem risco	Risco Leve	Risco Moderado	Risco Severo
Jaraguá do Sul	72	14	4	0
Jaguaruna	73	15	2	0
Luiz Alves	73	15	2	0
Indaial	72	16	2	0
Urussanga	71	15	3	1
Joinville	73	16	1	0
Massaranduba	75	13	1	1
Schroeder	79	11	0	0

4.6 Referências

- GARBOSSA, C.; VIEIRA, H. J. (Orgs.) Boletim Ambiental. Síntese Trimestral: Outono/2016. Florianópolis: Epagri, 2016, 63p. (Epagri. Documentos, 262).
- PETRI, J.L.; COUTO, M.; SEZERINO, A.A.; PEREIRA, E.S. Monitoramento do frio, n.5, 2016.
- In: http://ciram.epagri.sc.gov.br/images/monitora_frio/it00516_outubro2016.pdf.
- Acesso em: 3 novembro de 2016.
- PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET J.H.J.; MATOS, C.S., POLA, A.C. Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado. Florianópolis: Epagri, 1996. 110p.

5 NOTA TÉCNICA

Entendendo as ressacas atuantes no litoral de Santa Catarina

Carlos Eduardo Salles de Araújo

Matias Guilherme Boll

Definição

A ressaca é uma elevação anormal do nível do mar na costa com a presença de ondas acima da média, podendo provocar inundação costeira e destruição de estruturas em alguns casos. Está associada à ocorrência de sistemas atmosféricos de baixa pressão no oceano com ventos intensos e tempestades. Na Região Sul do Brasil podem ocorrer dezenas de vezes por ano, sendo normalmente causadas por frentes frias e, com menor frequência, por ciclones extratropicais que provocam ressacas com maior intensidade e/ou duração. A severidade do evento depende de fatores como: declividade e orientação do relevo (topografia e batimetria); intensidade e duração dos ventos; tamanho da tempestade no mar (pista de ventos); e sincronia com marés astronômicas.

Mecanismos de geração

Harris (1963) define que até cinco processos distintos podem ocorrer de forma simultânea na alteração do nível do mar nas áreas costeiras durante as tempestades:

- i. O efeito da pressão atmosférica sobre o mar;
- ii. O efeito direto dos ventos na superfície do mar;
- iii. O efeito da rotação da Terra;

- iv. O efeito das ondas;
- v. O efeito das chuvas.

As marés meteorológicas

A pressão atmosférica sobre o oceano produz um efeito regional conhecido como barômetro invertido; um aumento da pressão do ar provoca uma diminuição do nível do mar e uma redução da pressão provoca um aumento do nível do mar. De acordo com De Miranda (2002), a variação de um milibar na pressão atmosférica é capaz de modificar o nível do mar em até um centímetro. Esse fenômeno é importante para as regiões costeiras sujeitas à influência de sistemas de alta ou de baixa pressão atmosférica.

O arrasto (cisalhamento) do vento na superfície do mar provoca correntes na superfície do oceano. Essa tensão de cisalhamento se comunica para as camadas inferiores do oceano por meio do atrito e seu efeito pode se estender por dezenas de metros em profundidade. Quando o vento sopra em sentido à costa, as correntes resultantes causam o empilhamento das águas, aumentando o nível do mar na zona costeira. De forma contrária, quando o vento sopra para longe do litoral, as correntes resultantes diminuem o nível do mar na costa.

Em escalas de tempo maiores que um dia, a resposta das correntes ao vento é influenciada pela força de Coriolis, relacionada ao efeito de rotação da Terra. Essa força aparente provoca um desvio das correntes superficiais em sentido anti-horário ao vento no Hemisfério Sul (a esquerda do sentido do vento). A corrente superior empurra a próxima camada abaixo levemente para a esquerda e a corrente resultante é ligeiramente mais fraca e assim sucessivamente, se propagando em profundidade.

Esse mecanismo é conhecido como espiral de Ekman e a corrente superficial ocorre num ângulo de 45 graus com a direção do vento (POND e PICKARD, 1983), enquanto a corrente média resultante, gerada pela ação da espiral ao longo da coluna d'água, é perpendicular à direção do vento (COLLING, 2001). Portanto, para as escalas de tempo superiores a um dia, o empilhamento das águas em sentido favorável ou contrário à costa necessita que a corrente resultante (transporte de Ekman) seja perpendicular à costa, obedecendo ao mecanismo de desvio angular com relação ao vento. Em águas rasas, onde a ação dessa espiral sofre o atrito de fundo, os ângulos são menores e as correntes comparativamente menos intensas do que as geradas em águas mais profundas.

A elevação do nível do mar decorrente da ação combinada da pressão atmosférica, do empilhamento das águas pelo vento e da rotação da terra. O fenômeno se propaga na forma de uma onda ao longo do litoral e para baías interiores, de forma semelhante a uma maré astronômica. Por apresentar o mesmo comportamento, o somatório desses efeitos é conhecido como maré meteorológica. A ação positiva combinada de marés astronômica e meteorológica pode causar inundação costeira. De forma inversa, a ação negativa combinada dessas marés pode prejudicar a atividade portuária e de navegação.

A contribuição das ondas

As ondas são geradas pelas oscilações pontuais de pressão na superfície da água promovidas pela atuação dos ventos nos oceanos. Uma vez criadas, as ondas perturbam o campo eólico, aumentando ainda mais as oscilações de pressão, num mecanismo de retroalimentação positiva. Em águas profundas, as ondas crescem com o aumento da velocidade, a duração do vento e também com o aumento da

distância e da largura de atuação do vento com a mesma direção (pista de ventos). Segundo Dean e Dalrymple (1991) esse aumento só ocorre se a velocidade do vento for superior à velocidade da onda e é limitado pelo comprimento da onda (medido pela distância entre duas cristas ou duas cavas consecutivas). Se a esbeltez da onda – razão entre a altura (H) e o comprimento (L) – for maior que $1/7$, a onda quebra parcialmente.

Nas altas e médias latitudes do globo, as tempestades são mais frequentes e possuem maior extensão, propiciando as condições de vento ideais para a geração das ondas oceânicas. Nas zonas de geração as ondas estão sob a ação contínua do vento e são irregulares, íngremes e quebram continuamente de forma parcial, criando os “carneirinhos” (white caps) e o spray marinho. Nessa condição são chamadas de vagas (sea ou windsea). Quando o vento cessa ou as ondas se propagam para fora da zona de geração as cristas se tornam arredondadas e ficam mais organizadas, com uma distância maior entre elas. Nessa condição são chamadas de marulhos (swell) e podem viajar milhares de quilômetros antes de atingir o litoral. É comum os marulhos se propagarem até uma nova zona de geração e coexistirem com as vagas nos oceanos. De acordo com Araujo et al. (2003), na plataforma continental de Santa Catarina, em média, 33% dos campos de ondas seguem esse comportamento, o que é mais frequente no verão (40%) e menos no inverno (25%).

A medida que as ondas se propagam para águas rasas elas começam a interagir com o fundo e, tanto o seu comprimento de onda quanto a velocidade de propagação, passam a ser função da profundidade. A interação se inicia quando a profundidade local é menor que $1/20$ do comprimento inicial da onda, que é “freada”

pelo atrito com fundo, desencadeando dois processos distintos e concomitantes: o empinamento e a refração (DEAN e DALRYMPLE, 1991).

O empinamento consiste na elevação da altura da onda com consequente redução de seu comprimento e de sua velocidade, de modo que apenas o período entre as ondas se mantém constante. Considerando que a orientação das ondas dificilmente coincide com a orientação das isóbatas (linhas de mesma profundidade), a secção da onda que se propaga em águas mais rasas é freada primeiro ao longo de uma crista, fazendo com que ela se curve. Esse processo é conhecido como refração e faz com que a onda se alinhe de forma paralela às isóbatas.

Os acidentes geográficos da costa (cabos, pontas, desembocaduras de rios, baías e ilhas) modelam a forma e a orientação do relevo marinho adjacente, gerando padrões complexos de refração das ondas em águas rasas. Esses padrões ora promovem a convergência entre as cristas, fazendo com que a altura (e consequente energia) da onda aumente em um trecho da secção, ora promovem a divergência, fazendo com que a altura diminua em um trecho da secção da onda.

Em águas ainda mais rasas, onde a profundidade local é menor que a metade do comprimento da onda, essas ondas entram na zona de arrebentação e passam a transportar água para a costa (em águas mais profundas, as ondas não transportam massa, apenas energia). Segundo Dean e Dalrymple (1991) nessa zona o empinamento é ainda mais acentuado e a crista da onda se projeta à frente, finalmente quebrando quando a profundidade local é cerca de 20% menor que a altura da onda. A forma com que a onda quebra depende principalmente da inclinação do fundo e da relação entre a profundidade local e o comprimento de onda.

Numa condição de ressaca as ondas são responsáveis por transportar um grande volume de água para a costa, podendo provocar uma sobre-elevação do nível médio do mar (wave). Adicionalmente, devido à força da arrebentação, as águas podem se espalhar para elevações acima do nível do mar que excedem em até duas vezes a altura da onda antes de quebrar (GRANTHEM, 1953). A máxima excursão que o espalhamento alcança na linha de costa é conhecida como “run-up” e pode resultar em inundação e na destruição de estruturas costeiras (SHORT e KLEIN, 2016).

As chuvas

O efeito das chuvas nas inundações costeiras é notado principalmente nos estuários. Os ciclones extratropicais e as frentes frias intensas podem descarregar grandes volumes de chuvas nas bacias de captação dos rios (100-150 mm/dia) e volumes ainda maiores em áreas localizadas. Como resultado, as águas das chuvas são drenadas para os rios e se propagam a jusante como uma onda de cheia fluvial. Quando essa onda de cheia atinge a desembocadura dos estuários suas águas podem ficar represadas pelo nível do mar mais alto na costa, transbordando as calhas dos rios e provocando inundação costeira (HARRIS, 1963).

Monitoramento do fenômeno

As sobre-elevações do nível do mar podem ser medidas diretamente nas estações maregráficas ao longo da costa, subtraindo-se a maré astronômica da maré dos períodos de tempestade. Em Santa Catarina, a Epagri/Ciram disponibiliza o monitoramento das marés no sítio Litoral On-Line, no endereço eletrônico: http://ciram.epagri.sc.gov.br/litoral_online.

A maré astronômica apresenta um comportamento periódico e pode ser prevista por modelos matemáticos para uma dada localidade utilizando-se as constantes harmônicas, derivadas de uma série temporal de marés observadas nessa mesma localidade.

Quanto maior o período inicial de observação, maior o número de constantes harmônicas passíveis de serem computadas e, conseqüentemente, melhor a previsão de marés (FOREMAN, 1977; FRANCO, 1997). Devido à taxa amostral dos marégrafos, esses equipamentos não conseguem medir o efeito do espraiamento (“run-up”) das ondas de tempestade.

Logo após a ocorrência da ressaca é possível documentar e mapear, com equipes de campo e o auxílio de GPSs de mão, as marcas deixadas pelo nível mais alto alcançado pelas águas. Tais marcas incluem desde as linhas de detritos no solo até as marcações de lama no interior e exterior de estruturas, como paredes de prédios, muros, postes, anteparas, etc. De acordo com URS Group (2006), a projeção destas marcas sobre uma base cartográfica planialtimétrica permite referenciar o nível máximo das águas a um nível de referência vertical (datum).

Referências

ARAUJO, C.E.S.; FRANCO, D.; MELO, E.; PIMENTA, F. Wave Regime Characteristics of Southern Brazilian Coast. Proceedings of the Sixth International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries (COPEDEC VI). Colombo, Sri Lanka, 2003. Vol. 97, p.15.

DE MIRANDA, L.B. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. vol. 42 EDUSP, 2002. ISBN 9788531406751. 411p.

DEAN, R.G.; DALRYMPLE. Water wave mechanics for engineers and scientists. Advanced series on ocean engineering, Vol. 2. World Scientific, 1991. ISBN 9810204213. 353p.

FOREMAN, M.G.G. Manual for tidal heights: analysis and prediction. Pacific Marine Science Report, 77-10. Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay: Victoria, 1977. 97p.

FRANCO, A. S. Marés: fundamentos, análise e previsão. Ed. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Niterói, 1997.

GRANTHEM, K. N. Wave Run-up on Sloping Structures. Transactions of the American Geophysical Union. Vol. 34 (5), 1953. p. 720–724.

HARRIS, D.L. Characteristics of the Hurricane Storm Surge. Technical Paper No. 48. Washington, D.C., 1963. U.S. Department of Commerce, Weather Bureau: 1:139.

MCGEE, B.D.; GOREE, B.B.; TOLLETT, R.W.; WOODWARD, B.K.; KRESS, W.H. Hurricane Rita Surge Data, Southwestern Louisiana and Southeastern Texas, September to November 2005. U.S. Geological Survey. Data Series 220, 2006. Disponível online em: <http://pubs.usgs.gov/ds/2006/220/>. Consultado em 04/08/2016.

POND, S.; PICKARD, G. L. Introductory Dynamical Oceanography, Pergamon Press. Second edition. 1983. ISBN 978-0-08-028728-7

SHORT, A.D.; KLEIN, A.H. da F (eds.). Brazilian Beach Systems. Coastal Research Library 17. Springer, 2016. 609p. ISBN 978-3-319-30394-9.

URS Group, Inc. "High Water Mark Collection for Hurricane Katrina in Alabama". Federal Emergency Management Agency (FEMA). FEMA-1605-DR-AL, 2006. Disponível online em:

http://www.fema.gov/pdf/hazard/flood/recoverydata/katrina/katrina_al_hwm_public.pdf

f. Consultado em 04/08/2016.

ANEXO I – Mapa da distribuição das regiões de Santa Catarina

