

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

# **Cadernos Geográficos**

**GCN / CFH / UFSC**

**ISSN 1519-4639**  
**ISSNe 5448-265X**

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Reitor: Luiz Carlos Cancellier de Olivo  
Vice-Reitor: Alacoque Lorenzini Erdmann

## CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

Diretor: Paulo Pinheiro Machado  
Vice-Diretor: Sônia Weidner Maluf

## DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Chefe: Carlos José Espindola  
Sub-Chefe: Clécio Azevedo da Silva

## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Coordenador: Elson Manoel Pereira  
Sub-Coordenador: Rosemy Nascimento

# **Investigações climáticas em eventos extremos: análises socionaturais**

*“Homenagem à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magaly Mendonça”*

**Org.: Alberto E. Franke, João A. Zavattini, Maikon P. A. Alves e  
Rafael Brito Silveira**

ISSN 1519-4639  
ISSNe 5448-265X

Cadernos Geográficos	Florianópolis	Nº36	128p.	Julho 2016
----------------------	---------------	------	-------	------------

**Cadernos Geográficos** é uma publicação editada pelo Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina.

**Patronos:**

Ignácio Rangel (1914-1994)

André Cholley (1886-1968)

**Conselho Editorial:**

César Martins (FURG)

Elias Jabour (UERJ)

Edson de Moraes Machado (UFSC)

Fábio Napoleão (UDESC)

Gerusa Maria Duarte (UFSC)

Maycon Neykiel Bastos (UFSC)

Maria Graciana E. de Deus Vieira (UDESC)

Lucas dos Santos Ferreira (UDESC)

Zeno Crocetti (UFAL)

Raquel Maria Fontes do Amaral Pereira (UNIVALI)

**Comissão Editorial/ Editorial Comission:**

- Armen Mamigonian (USP/UFSC)
- Carlos José Espíndola (UFSC)
- José Messias Bastos (UFSC)
- Magaly Mendonça (UFSC) in memorian
- Maria Lúcia de Paula Hermann (UFSC)
- Mee, Joung Lee (HUFS)

**Capa:** Marcelo Perez Ramos

**Editoração:** José Messias Bastos / Edson de Moraes Machado

**Revisão Técnica:** Karine Domingos    **Tradução:** Leon Muller Marques

**(Catalogação na fonte por Daurecy Camilo – CRB 14/416)**

Cadernos Geográficos / Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Departamento de Geociências. – nº 15 (maio de 2006) – Florianópolis: Departamento de Geociências, 2006.

ISSNe2448-265X

ISSN 1519-4639

1. Geografia 2. Anais I. Universidade Federal de Santa Catarina.

**Endereço para correspondência**

**Mailing address subscriptions**

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro de Filosofia e Ciências Humanas

Departamento de Geociências

Laboratório de Estudos Urbanos e Regionais - LABEUR

Campus Universitário – Trindade - Cep 88.040-900 – Florianópolis – SC

**E-mail:** cadernosgeograficos@contato.ufsc.br

**Endereço eletrônico:** www.cadernosgeograficos.ufsc.br

## NOTA EDITORIAL

Dando continuidade à política e publicação do Departamento de Geociências da UFSC, com o apoio do Laboratório de Estudos Urbanos e Regionais (LABEUR), o Caderno Geográfico de número 36 apresenta o trabalho dos membros do Laboratório de Climatologia Aplicada (LabClima) e do Grupo de Estudos em Desastres Socionaturais (GEDN) da Universidade Federal de Santa Catarina com o título “Investigações climáticas em eventos extremos: análises socionaturais – Homenagem a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Magaly Mendonça”.

A obra apresentada trata-se de uma homenagem póstuma à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magaly Mendonça que foi coordenadora do laboratório e do grupo de pesquisas nos últimos anos. Todos os depoimentos e artigos presentes no volume foram escritos por colegas e/ou orientandos do mestrado e/ou doutorado, no qual a homenageada orientava e conduzia pesquisas com ênfase nos desastres, vulnerabilidades socionaturais e clima das regiões subtropicais.

Além de, nos últimos anos, ter se dedicado as teleconexões atmosféricas. Além dos depoimentos que relatam a vida acadêmica e a amizade de nossa companheira de departamento, a edição conta com a colaboração direta de colegas que sempre estiveram em cooperação com o LabClima, participando de bancas e/ou outros projetos.

A homenagem é uma forma de manifestar nossa gratidão por toda a dedicação desta grande profissional que em sua atuação contribuiu enormemente através de suas pesquisas, para avanços em sua área e no desenvolvimento deste departamento, por meio da participação e realização de projetos de pesquisa, palestras, orientações, ou simplesmente por sua presença. Nossa saudosa homenagem.

**Comissão Editorial**



## EDITORIAL NOTE

Continuing the policy and publication of the Department of Geosciences of UFSC, with the support of the Laboratory of Urban and Regional Studies (LABEUR), the Geographic Notebook number 36 presents the work of the members of the Laboratory of Applied Climatology (LabClima) and the Study Group on Socio-environmental Disasters (GEDN) of the Federal University of Santa Catarina with the title "Climatic investigations in extreme events: Socio-environment analyzes - Tribute to Prof. Dr. Magaly Mendonça" ("Investigações climáticas em eventos extremos: análises socionaturais – Homenagem a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Magaly Mendonça").

The present work is a posthumous tribute to Prof. Dr. Magaly Mendonça, who coordinated the laboratory and the research group in recent years. All testimonials and articles present in the volume were written by colleagues and/or master's and/or PhD students, in which the honored guided and conducted research with emphasis on disasters, socio-environmental vulnerabilities and subtropical climate. In addition, in recent years, her dedication to atmospheric teleconnections.

Apart from the testimonies that tell the academic life and the friendship of our department partner, the edition counts on the direct collaboration of colleagues who have always been in cooperation with LabClima, participating in banks and/or other projects.

The tribute is a way of expressing our gratitude for all the dedication of this great professional who in her work contributed enormously through her researches, to advances in her area and the development of this department, through the participation and realization of research projects, lectures, guidelines, or simply by her presence. Our nostalgic tribute.

**Editorial Comission**



## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	13
2. DEPOIMENTOS DE VIVÊNCIAS.....	14
2.1. RELATOS DE UM COMPANHEIRO .....	14
2.2. MAGALY MENDONÇA, MEGA-MAGA: UMA AMIGA! .....	18
2.3. AS CONTRIBUIÇÕES DO GEDN, E DO LABCLIMA, NAS ANÁLISES DOS DESASTRES SOCIONATURAIS EM SANTA CATARINA.....	20
3. FATORES ESTÁTICOS E DINÂMICOS NA FORMAÇÃO DO CLIMA DE SANTA CATARINA .....	27
4. VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DOS EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NO SUL DO BRASIL: ANÁLISE DA INTENSIDADE E PERSISTÊNCIA E SUAS RELAÇÕES COM O ENOS .....	37
5. EXTREMOS DE TEMPERATURA E SAÚDE PÚBLICA: UMA PROPOSTA PARA SISTEMA DE ALERTA DE ONDAS DE FRIO E CALOR.....	49
6. UM APORTE TEÓRICO METODOLÓGICO DA VULNERABILIDADE AOS DESASTRES.....	63
7. AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO MEIO RURAL AOS EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS E A MUDANÇA CLIMÁTICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ.....	76
8. RELAÇÃO ENTRE AS VARIABILIDADES DE BAIXA FREQUÊNCIA COM AS PRECIPITAÇÕES SOBRE AS REGIÕES DE ITAJAÍ (SANTA CATARINA, BRASIL) E COPIAPÓ (ATACAMA, CHILE).....	103
9. CHUVA E ONDAS DE CALOR EM SANTA CATARINA DURANTE EVENTOS DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL MODOKI E CANÔNICO .....	121



## SUMMARY

1. PRESENTATION .....	13
2. TESTIMONIALS OF EXPERIENCES .....	14
2.1. REPORTS OF A COMPANION.....	14
2.2. MAGALY MENDONÇA, MEGA-MAGA: A FRIEND .....	18
2.3. THE CONTRIBUTIONS OF THE GEDN, AND LABCLIMA, IN THE ANALYSIS OF SOCIAL- ENVIRONMENTAL DISASTERS IN SANTA CATARINA .....	20
3. STATIC AND DYNAMIC FACTORS IN SANTA CATARINA CLIMATE FORMATION.....	27
4. SPACE-TEMPORAL VARIABILITY OF EXTREME PRECIPITATION EVENTS IN THE SOUTH OF BRAZIL: ANALYSIS OF INTENSITY AND PERSISTENCE AND ITS RELATIONSHIP WITH ENOS .....	37
5. TEMPERATURE AND PUBLIC HEALTH EXTREMES: A PROPOSAL FOR THE COLD AND HEAT WAVE ALERT SYSTEM .....	49
6. A THEORETICAL METHODOLOGICAL CONTRIBUTION OF VULNERABILITY TO DISASTERS .....	63
7. EVALUATION OF VULNERABILITY OF THE RURAL ENVIRONMENT TO EXTREME METEOROLOGICAL EVENTS AND CLIMATE CHANGE IN THE ARARANGUÁ RIVER HYDROGRAPHIC BASIN .....	76
8. RELATIONSHIP BETWEEN THE LOW-FREQUENCY VARIABILITIES AND THE PRECIPITATIONS ON THE ITAJAÍ REGIONS (SANTA CATARINA, BRAZIL) AND COPIAPÓ (ATACAMA, CHILE).....	103
9. RAIN AND WAVES OF HEAT IN SANTA CATARINA DURING EL NIÑO EVENTS MODOKI AND CANONIAN SOUTH OSCILLATION.....	121



## 1. APRESENTAÇÃO<sup>1</sup>

Os membros do Laboratório de Climatologia Aplicada (LabClima) e do Grupo de Estudos em Desastres Socionaturais (GEDN) do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) sentem-se honrados em poder oferecer ao público o número 36 do Cadernos Geográficos. Neste os leitores são brindados com uma homenagem póstuma à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magaly Mendonça que foi coordenadora do laboratório e do grupo de pesquisas nos últimos anos.

Todos os depoimentos ou artigos<sup>2</sup> foram escritos por colegas e/ou orientados do mestrado e/ou doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) do Departamento de Geociências, no qual a Prof.<sup>a</sup> Magaly orientava e conduzia pesquisas com ênfase nos desastres, vulnerabilidades socionaturais e clima das regiões subtropicais. Além de, nos últimos anos, ter se dedicado as teleconexões atmosféricas.

Esta edição do Cadernos Geográficos conta com os depoimentos de três geógrafos de destacada atuação profissional e acadêmica no Brasil e na América Latina, que relatam a vida acadêmica e a sua amizade com a Prof.<sup>a</sup> Magaly. Os orientados abordam temas de suas pesquisas no mestrado e/ou doutorado, que tiveram participação direta da Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça em sua essência. A edição ainda conta com a colaboração direta de colegas que sempre estiveram em cooperação com o LabClima, participando de bancas e/ou outros projetos.

---

<sup>1</sup> Este exemplar encontra-se disponível no site <http://cadernosgeograficos.ufsc.br/> . Consulte para a melhor visualização das imagens.

<sup>2</sup>Nota: todos os artigos são de responsabilidades dos autores (as) que assinam pelos mesmos. A comissão organizadora foi responsável pelo convite aos colaboradores e pela padronização desta edição do Cadernos Geográficos.

## 2. DEPOIMENTOS DE VIVÊNCIAS

### 2.1. RELATOS DE UM COMPANHEIRO

*Prof. Dr. Hugo Romero*

Cuando conocí a Magaly, en 2008, ella compartía sus preocupaciones académicas en el área de climatología en el Departamento de Geociencias de la Universidad Federal de Santa Catarina, con una intensa actividad sindical en el seno de ANDES, Asociación Nacional de Docentes de Enseñanza Superior. Nuestro primer encuentro en el Congreso de la Asociación Brasileña de Climatología Geográfica celebrado en Rondonópolis, Estado de Mato Grosso, estuvo marcado por la simpatía que ella exhibía por el trabajo que yo venía desarrollando en el área de la climatología regional y urbana de Chile. En esos estudios, realizados a partir de análisis de las fluctuaciones multiescalares ocurridas en el Desierto de Atacama y en Santiago, la capital de Chile, intentaba señalar que no bastaba con considerar los datos meteorológicos que representan los cambios y variabilidades climáticas de los lugares, sino que además se debía examinar con la misma profundidad, los efectos de esos procesos sobre las sociedades locales, en particular sobre sus formas de adaptación y desafíos que enfrentan como consecuencia de procesos globales, tales como el extractivismo minero, las perturbaciones ambientales y, sobretodo, la consolidación del neoliberalismo como política económica central, como se puede observar con claridad en Chile desde 1975.

Magaly me manifestó compartir esta visión crítica y multidisciplinaria de la geografía en general y de la climatología en particular, especialmente porque veía con preocupación que tanto la universidad pública como la propia ciencia geográfica no estaban analizando con amplitud y pertinencia los innumerables desafíos socioeconómicos que observaba, en su caso, en las regiones y ciudades brasileñas. Ella acababa de defender su tesis de doctorado sobre climatología y ya manifestaba una cierta desazón por lo que consideraba constituía una versión muy limitada de lo que la geografía podía ofertar ante tales problemas contemporáneos. De especial interés le resultaba apreciar que los fenómenos por ella detectados, ya sea en términos de la naturaleza o de la sociedad, no podían ser separados unos de otros, como también su sorpresa por reconocer que no se trataba solo de hechos locales, sino que el resultado de padrones exhibidos por países tan distintos como Chile y Brasil. Se lamentaba de no haber estudiado con anterioridad y debida profundidad, la geografía latinoamericana, tanto para aquilatar las semejanzas y diferencias que existen entre los diversos países que conforman nuestro continente, como para aprender respecto a los resultados socio-económicos y socio-ambientales que han caracterizado las profundas reformas introducidas en las economías y sociedades nacionales durante las últimas décadas.

Para ella resultó sorprendente que dos regiones ubicadas a la misma latitud- Santa Catarina en Brasil y Atacama en Chile- pudieran registrar diferencias climáticas y ambientales tan marcadas, como consecuencia de dinámicas atmosféricas y oceánicas geográficamente tan diversas. Este inmenso contraste entre las costas de los océanos Pacífico y Atlántico, manifestado entre otros aspectos, por la selva tropical costera de Santa Catarina y por el desierto absoluto de Atacama, reflejaba profundas interacciones entre las temperaturas de los océanos y sus masas de aire superpuestas, evidenciadas especialmente durante la ocurrencia de variabilidades tan significativas como los fenómenos El Niño y La Niña. En esas ocasiones, a pesar de las grandes diferencias pluviométricas registradas en ambas localidades, surgían semejanzas a través del incremento de las lluvias mensuales y anuales en el primer caso, y en la ocurrencia simultánea de sequías cuando ocurrían los fenómenos La Niña.

Las asociaciones geográficas entre los tipos de tiempo atmosféricos registrados en Santa Catarina y Atacama, la intrigaron particularmente. Mediante la observación

sistemática de las cartas sinópticas, apreciaba las teleconexiones que se presentaban entre los centros de presión atmosférica, tales como los bloqueos anticiclónicos del Pacífico y Atlántico, su asociación con El Niño y La Niña, sus implicancias en el trayecto de las masas de aire polares y tropicales, de los frentes fríos y cálidos que las confrontaban, y sus relaciones con procesos dinámicos de gran alcance, como la circulación de la Corriente de Chorro Subtropical, la presencia constante de la Alta de Bolivia, la Baja del Chaco y las fuentes de origen de los complejos convectivos térmicos locales.

Magaly resaltó entonces en sus clases, escritos y participaciones en eventos científicos, tales como el Simposio de Multiriesgos de la Asociación de Universidades del Pacífico Sur (Auckland, Nueva Zelanda, 2011) , el Congreso Mundial de Geografía de la Unión Geográfica Internacional (Kioto, Japón, 2012, o la Conferencia Regional de esta misma institución, en Colonia, Alemania en 2013, las profundas interacciones espaciales que estructuraban la climatología latinoamericana y la ocurrencia simultánea de tormentas, inundaciones, o sequías en países como Argentina, Brasil, Chile, Perú, Colombia, Paraguay y Bolivia. Entonces hacía notar que la climatología geográfica no puede reducirse escalarmente a un solo país, sino que por el contrario, requiere ser observada como una estructura espacial compleja donde los fenómenos globales, tales como el cambio climático, se vinculan con eventos regionales, como sucede con El Niño y La Niña, y ambas escalas, con los paisajes locales, que identificaba en la Cuenca del Paraná-La Plata y principalmente, en ambas vertientes de la Cordillera de los Andes.

Surgían de este modo en su pensamiento, comunales geográficas comandadas por hechos continentales de extraordinaria relevancia, tales como la cuenca amazónica y su participación en el monzón del mismo nombre, que mayormente activado en la estación de verano, podía extenderse con sus lluvias muchas veces desastrosas, no solo hacia el sudeste de Brasil, sino que también hacia Bolivia, Alto Perú y el altiplano andino del Norte de Chile. La climatología geográfica de América Latina podía ser apreciada como una unidad estructural, que respondía en conjunto a las perturbaciones de baja frecuencia como El Niño o La Niña y se manifestaba en eventos climáticos de alcances regionales y locales, que eran, en definitiva, los que generaban desastres y sufrimientos sobre los sectores más vulnerables de nuestra realidad continental.

El año 2010 y en los años sucesivos, América Latina fue cubierta varias veces, no solo por dramáticas inundaciones y sequías que causaron grandes pérdidas de vida y bienes materiales y simbólicos, sino que también por ondas de frío, que provocaron centenares de muertes de ciudadanos pobres en las principales urbes y también en áreas rurales, como el altiplano peruano. Era necesario entonces estudiar el origen del aire frío que se había establecido sobre la totalidad del continente, y para ello, debía agregarse en el análisis, el rol de las masas de aire antárticas.

Por otro lado, Magaly se había sorprendido enormemente de la majestuosidad de Los Andes, especialmente cada vez que cruzaba esta cordillera inmensa en el invierno, volando sobre cientos de kilómetros de superficies nevadas y cubiertas englaciadas. La nieve- una gran desconocida para la mayoría de los brasileños-, representaba, más allá de su extraordinaria belleza con que corona las cimas de las montañas, el mayor aporte de la naturaleza a los sistemas de sostén de la vida a través del agua. Juntos realizamos excursiones a la Patagonia chilena, conformada por paisajes completamente opuestos al Desierto de Atacama, esta vez caracterizados por la abundancia de agua, ríos, lagos, volcanes, bosques templados y campos de hielo. Siempre quiso comprobar personalmente si en realidad el agua de los deshielos era tan fría como denunciaban las crónicas y relatos, por lo que no dudó en tomar baño en el Lago Villarrica, en la región de La Frontera, o en los arroyos de la región de Aisén, donde el paisaje está comandado por los cuerpos y panorámicas glaciares. Durante el invierno pudo observar lo difícil que puede ser practicar la ganadería extensiva o la salmonicultura en medio de temperaturas siempre negativas y

durante los veranos, se sorprendió muchas veces con ondas de calor que alcanzaban hasta los 35°C en los bordes de los campos de hielo.

Como a todo brasileño, a Magaly le impactó el frío que se vive en la parte central y sur de Chile y la recuerdo con compasión, pegada al calentador y sumamente arropada durante las noches invernales de Santiago. Justamente por ello, sumó a sus explicaciones geográficas de los climas, la ocurrencia de ondas de frío, y especialmente las implicancias del índice de Oscilación Antártica, que traslada masas de aire polares desde el continente de hielo hasta latitudes tan bajas como el sur del Brasil y aún la Amazonía, llevando el invierno austral hasta la sierra de Santa Catarina. Un nuevo componente debía agregarse a la interesante topología de los climas sudamericanos.

De esta manera, culminaba su cuadro explicativo de la dinámica atmosférica climática que organizaba geográficamente los climas sudamericanos como unidad estructural: el Monzón Amazónico, las oscilaciones del Pacífico Sur (El Niño-La Niña-Oscilación del Sur), la Oscilación Decadal del Pacífico (que causa perturbaciones en periodos de diez a treinta años) y la Convergencia Antártica, todo ello comandado por el motor representado por la Alta de Bolivia y por el control orográfico principalmente asociado a la continuidad, coherencia y altura de la Cordillera de los Andes.

Su atracción por los Andes fue creciendo con el tiempo. Sin duda que las excursiones a las cordilleras y altiplanos del Desierto de Atacama fueron fundamentales. No solo porque observó paisajes de altura que pueden ser considerados entre los más hermosos del mundo (dada la transparencia atmosférica de las latitudes subtropicales en una atmósfera casi completamente seca), sino que también por el impacto que ocasiona encontrar en esos paisajes una extraordinaria alta biodiversidad, particularmente en lagunas, salares, arroyos, humedales y los oasis que se establecen en sus alrededores. En efecto, el completo desierto de Atacama es forzado a ceder su lugar a manchas vegetadas y corredores de vida desplegados desde las fuentes de agua ocasionadas por el monzón amazónico y sus lluvias de verano. En torno a estos paisajes de oasis se han asentado comunidades que mantienen, a pesar de los efectos perversos de la globalización, identidades culturales que se contraponen a los modos de vida urbanos predominantes.

En marzo de 2012, las lluvias provocadas por el monzón amazónico causaron destructivos aluviones en algunos de los pequeños valles de la región de Tarapacá. Al visitarlos no solo comprobó el enorme poder destructivo de los miles de toneladas de rocas y lodos arrastrados por lluvias que no superaron los 40 mm. sino, que, por sobre todo, la enorme resiliencia de los habitantes de esos lugares, descendientes de los pueblos aymaras, una de las etnias más características y de más amplia distribución en los Andes Sudamericanos. La anticipación y preparación ante las amenazas naturales, así como la gestión de riesgos y reconstrucción de los asentamientos humanos y actividades económicas destruidas, fue una demostración de que los desastres no son provocados por los eventos climáticos extremos, sino que dependen grandemente de la presencia y organización del capital social, conformado por conocimientos, hábitos, costumbres, prácticas y sistemas de gobernanza, ensayados y aprendidos durante cientos de años y que se manifiestan a través de una sólida memoria social y colectiva.

El conocimiento adquirido por Magaly en su trabajo específico desarrollado por muchos años en el equipo de riesgos del Departamento de Geociencias de la Universidad de Santa Catarina, se vio fortalecido con la consideración de las vulnerabilidades sociales, políticas y económicas, que fueron introducidos en sus estudios y tesis de postgrado dirigidas en la sierra catarinense y en el Valle de Itajaí. Estos intereses de investigación la instaron a organizar el Primer Seminario Internacional sobre Desastres Socionaturales, con la participación de colegas y estudiantes del Laboratorio de Climatología de la UFSC, una de sus creaciones que debería permanecer en el futuro como el mejor homenaje a su devoción académica y de educadora.

Recuerdo con particular afecto un momento en que, encontrándonos en medio del altiplano andino, la comunidad aimara de Cancosa, se reunía para celebrar unos sus ritos fundacionales, organizadores, como es el “floreo” de sus ganados de llamas y alpacas, durante el cual celebran a las nuevas crías y adornan los animales con flores de papel que identifican a las familias propietarias. Todo ello transcurría en medio de alegría, bebidas, comidas y bailes, que refuerzan la cohesión social con que estos pueblos han mantenido su cultura, confrontando las constantes perturbaciones arrastradas desde la colonización española.

En medio del corral, una llama se separó del resto del ganado y se instaló junto a nosotros, compenetrada de una significativa función, que desconocíamos completamente. Se trataba de la parición de una cría. La madre fue custodiada por sus pares para brindar la tranquilidad que implicaba tal acontecimiento. De pronto comenzó a aparecer ante nuestros ojos el cuerpo de su hijo, ante lo cual la madre se reclinó para asegurar depositarlo sin daño en el suelo. El nuevo animal intentó incorporarse en seguida, pero su debilidad de recién nacido se lo impidió. Los comuneros continuaron con su faena, como si nada sucediera. Para los aimaras, todo es parte de la “crianza de la vida”, un flujo incesante de reproducción de la vida a través de la interacción de los componentes físicos, biológicos, metafísicos que constituyen sus territorios o “ayllus”.

En ellos, la compleja reciprocidad entre sus componentes conforman un sistema geográfico de alcance local, un territorio sintético de todo lo que se encuentra en ese lugar, comandado por el flujo de la vida, que desafía permanentemente a la muerte. Este flujo se expresa, entre otros elementos, en las nubes, las lluvias, las tormentas, los flujos de agua superficiales y subterráneas, los insectos y plantas, los animales domésticos y cultivos, y por sobretodo, sus divinidades, comandadas por el apu, volcán o monte más alto de la cuenca, desde el cual proviene el agua, que es la sangre y semen de la vida.

Para las comunidades andinas, el clima no existe como una entidad separada del resto del ecosistema, lugar o territorio, sino que conforma una díada entre los eventos meteorológicos, su sucesión rítmica habitual y su incorporación en la vida cotidiana de la sociedad, a través de la cultura. Siendo la crianza de la vida el principal compromiso que aúna a la comunidad, es fundamental aprender a leer la naturaleza y conversar permanentemente con sus integrantes físicos, biológicos y simbólicos, mediante la correcta interpretación de sus “señaleros” o indicaciones de cambios. El florecimiento temprano de una cactácea, la presencia de un pájaro, roedor o insecto, la observación de una constelación estelar, o la percepción de una brisa mañanera, constituyen lenguajes de comunicación que los hombres y mujeres deben desentrañar constantemente para evitar equívocos.

Las variabilidades territoriales-incluyendo las climáticas-, espaciales y temporales, no son para ellos hechos negativos, ni mucho menos peligrosos, sino que evidencias de una diversidad de paisajes y momentos, que geográficamente organizadas y debidamente explotadas, conforman un sistema oportunidades de vida, que permite enfrentar la incertidumbre, que es para la comunidad, parte esencial de su existencia milenaria.

Magaly aprendió rápidamente que estaba enfrentada a una nueva geografía, que su formación universitaria y científica no la había considerado hasta entonces, a pesar de constituir la esencia de nuestra “andianidad” y por ello, una de las bases de la latinoamericanidad. Estaba conociendo una epistemología, una ontología y una metodología de una geografía climatológica diferente y mucho más humana que la que había conocido con anterioridad. En este flujo incesante y multidimensional de la vida no existe la muerte, sino solo un cambio de estado, siendo tarea de la sociedad preparar a sus miembros para adaptarse en cada momento y lugar a los designios divinos transmitidos en conversaciones que pueden ser participadas por todos los miembros de la comunidad en la medida que respeten la naturaleza y las reglas sociales. Son los humanos quiénes, por diversas razones, faltan el respeto a la “pachamama” (Diosa de la tierra), u olvidan

agradecerle cada día y en todo lugar los bienes y servicios que reciben de ella. Es necesario inclinarse ante su presencia, y depositar algunos donativos junto con solicitar su autorización antes de transitar por sus paisajes. Por lo tanto, no es la variabilidades espacial y temporal de los miembros naturales del ayllu la que puede causar desastres. Por el contrario, tal dinámica es propia de la riqueza, diversidad y complejidad del sistema socio-natural y constituye un hecho positivo y una fuente de oportunidades, al brindar en medio de las montañas andinas, lugares que son refugios ante las sequías, las inundaciones, o las ondas de calor y frío, que caracterizan los topoclimas en que se vive a miles de metros de altura.

De improviso y sin preverlo, Magaly había descubierto en los Andes su propio Andes. Ya no se trataba solo del sindicato de profesores universitarios que tanto ha hecho para defender la presencia irremplazable de la universidad pública brasileña, gratuita en todos sus niveles y de alta calidad, sin importar la región o lugar del país en que se encuentre. Ya no se trataba solo de construir la geografía que aúna a miles de estudiantes y profesores en programas de pre y postgrado a lo largo y ancho del inmenso Brasil, sino que de militar ahora en una nueva climatología humanista, socialmente comprometida con las demandas de la sociedad y respetuosa de las creencias y valores de los pueblos originales. Entonces, descubrió que estaba perfectamente preparada para emprender un trabajo de campo definitivo, para internarse en los territorios inconmensurables e infinitos de su propio ayllu, y, especialmente, para trascender el espacio y el tiempo a través del recuerdo imborrable de su sonrisa.

## 2.2. MAGALY MENDONÇA, MEGA-MAGA: UMA AMIGA!

*Prof. Dr. Ewerton Vieira Machado*

A iniciativa dos Cadernos Geográficos (CG) (GCN/UFSC) com mais esta edição, trazendo abordagens sobre climatologia, em especial através de textos relacionados a temas catarinenses e afins traz, também, em seus vieses, dimensões de homenagens à Professora Magaly Mendonça (que prematuramente partiu para outra dimensão em 05/11/2016) cujas intenções, em conjunto, considero serem oportunas nos registros e reconhecimentos ao brilhante trabalho em ascensão da colega, que lamentavelmente foi interrompido.

Chamado a colaborar com essa iniciativa, fiquei lisonjeado pelo convite, mas, senti-me um tanto “deslocado” do foco central que certamente norteiam as abordagens, já que minha trajetória se faz em outros campos temáticos da Geografia. Entendi, então, que a minha modesta presença nesta edição do periódico se deve, basicamente, às relações acadêmico-afetivas, por várias vezes vivenciadas com a inesquecível amiga-colega. É, por essa perspectiva que, a seguir, deixo algumas notas a respeito desse feliz encontro que, a meu ver, sempre suscitou identificações no âmbito de fragmentos de tempo/espço no e pelo GCN/UFSC.

Vindo do nordeste brasileiro (de Aracaju) para estudar (especialização) na UFSC, em 1982, conheci Magaly nas minhas aproximações com os graduandos em Geografia, a partir da Semana de Geografia daquele ano e das articulações propiciadas pelo então CALIGEO. Com ela e vários de seus colegas contemporâneos (destaco a Sandra, a Célia, o Naum, a Lula, o Nelson, o Luiz Henrique) criamos aproximações nos circuitos da UFSC e para além-fronteiras. A reunião da AGB em Porto Alegre, também daquele ano, selou dali em diante entre nós vínculos estudantis que se afirmavam em nossas convivências, tanto na academia como em muitos ritos de nossos cotidianos, nos permitindo nutrir em nossas vidas, de

amizades e convivências de repúblicas estudantis e, através dela, chegando até me possibilitar também o convívio com a sua família.

Acredito que, pelos percursos de nossas histórias particulares oriundas de famílias humildes e afetivas, muito do que nos identificava e aproximava gerava as possibilidades para, carinhosamente, me sentir acolhido entre seus parentes. E foi assim em inúmeras experiências, fora ou a partir da UFSC.

Nossos laços afetivos nos permitiam confabular Geografias acadêmicas e de famílias. Com isso, entre diversas convivências, a Magaly se parecia cada vez mais como uma irmãzinha postiça catarinense que, entre diferença e semelhanças, nossos saldos se tornavam densos de qualidades afetivas.

Muitos de nossos momentos particulares se constituíram de elos, com os quais nutríamos aprendizagens e sentidos de amizades. E neles, vários outros sujeitos foram costurando nossas trajetórias em que destaque, aqui, as figuras do Heitor (seu primeiro companheiro), que como médico, passei a ser seu paciente (principalmente em acupuntura), assim como da Simone, sua irmã caçula, por quem me sinto como um dos interlocutores por sua vinda à Florianópolis, fazer companhia familiar. Muito dessas convivências me fiz cúmplice e, com certeza, nelas minhas histórias também ganharam conexões.

Mas foi no âmbito da academia, que nossos enfrentamentos estudantis e profissionais possibilitaram chegadas às trilhas de nossas trajetórias. Desde as suas incursões nas iniciações científicas, como para o TCC sobre a “A evolução da península de Zimbros” (1985) até chegar ao mestrado, quando de fato nos tornamos colegas de formação. As experiências na pós-graduação na UFSC nos aproximaram em inúmeras oportunidades ao lado de inesquecíveis mestres e suas atividades, como e em especial entre os Professores Neide, Gerusa, Armen, Carlos Augusto Monteiro e J.J. Bigarella. Com esse último, acompanhei o deslançar efetivo de séria pesquisadora que a Magaly foi, visto que em suas aproximações acadêmicas com aquele mestre realizou sua dissertação, desenvolvendo análises sobre “Origem e evolução da Planície do Campo de Araçatuba” (1991), além de ter participado com outros colegas como Lúcia Herrmann, de inúmeras atividades e publicações na equipe daquele saudoso cientista, muito presente e influente na vida do PPGG-UFSC.

O ingresso como profissionais de ensino superior na Geografia da UFSC, início dos anos de 1990, veio estreitar cada vez mais as nossas convivências acadêmicas. Como torci e estive acompanhando seus momentos, no processo de concurso público para acesso ao GCN! Agora, não éramos mais ativistas de “causas estudantis”, mas, com certeza, ampliamos nossos focos em causas educacionais na formação de geógrafos, licenciados e bacharéis, num comprometimento aguerrido de colaborarmos com profissionais cada vez mais consequentes. E muito dos nossos ativismos se misturavam com militâncias na APGeo, na AGB, na APUFSC e no Andes-SN, enfim, em muitos momentos do cotidianos na e pela UFSC.

Foi por conta de nossas andanças profissionais que acessamos quase contemporaneamente, no doutorado em Geografia na USP, em fins dos anos de 1990/2000, como parte de nossos envolvimento com o PPGG/UFSC. A sua tese “A dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC” (2002), sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Magda Lombardo, foi de significativa estratégia temática para ampliar seu foco geográfico de pesquisas ambientais, onde ela pode desenvolver inúmeros contatos nacionais e internacionais. Essas abordagens tiveram, com certeza, influentes argumentações suscitadas pelas ideias do Prof. Carlos Augusto F. Monteiro, que fez da UFSC um dos locais de disseminação de suas colaborações em estudos de climatologia geográfica.

Entre nós, por conta da minha temática de tese também ter abordagens afins com processos e dinâmicas da urbanização na mesma região de suas pesquisas, várias vezes trocamos figurinhas conceituais e empíricas de casos investigados (principalmente na relação

Florianópolis-São José) e até experimentamos com outros colegas (Maria Lúcia e Nazareno Campos), produzir comunicação científica para eventos. Lamentavelmente, por conta das nossas trajetórias após doutoramento, as parcerias científicas ficaram reduzidas às discussões pedagógicas no ensino, apenas em algumas ocasiões em debates disciplinares com graduandos e nas nossas tentativas de influir discussões na linha “Geografia em Processos Educativo”, no PPGG.

Nesse programa de pós-graduação, por conta de compromissos com a comunidade local, fomos incentivados a concorrer à função de Coordenador/Vice Coordenador (gestão 2009-2011) e lá levamos a cabo um papel institucional e burocrático de manter e ampliar possibilidades da qualidade desse nível de formação. De onde viemos como parte de nossas trajetórias acadêmicas, lá estivemos “gerenciando” tarefas que, inúmeras vezes, cobrava de nós complicitades de atuações e enfrentamentos aos desafios de interesses docentes e discentes que em particular caracteriza a história plural do PPGG-UFSC, no cenário brasileiro.

Os fragmentos aqui expostos apenas sintetizam, grosso modo, como em nossas caminhadas ensejamos vivências, que em nossos cotidianos suscitaram elos afetivos e profissionais, intrinsecamente desafiadores às qualidades do amálgama de SER e ESTAR na UFSC e, nessa IES, retroalimentar nossas vidas. Infelizmente, o destino brilhante da nossa amiga/colega Magaly foi sendo ceifado e subtraído, de junto de seus familiares e para muitos de seus alunos, colegas e amigos, colocando-nos na condição de ficar desprovidos de sua presença física ou de usufruir de suas capacidades intelectuais, além das gostosas gargalhadas com seu belo e frequente sorriso de menina-mulher.

Para aqueles que puderam compartilhar de seus ensinamentos e aprendizagens esta edição do CG é, certamente, oportuno canal de expressão das vivências compartilhadas.

Para mim, aqui apenas trago este singelo tributo como marca de uma saudade que ainda ecoa entre meus sentimentos, pela perda da inesquecível colega e amiga que a UFSC me propiciou, nas minhas vivências nessa instituição.

### 2.3. AS CONTRIBUIÇÕES DO GEDN, E DO LABCLIMA, NAS ANÁLISES DOS DESASTRES SOCIONATURAIS EM SANTA CATARINA

*Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Lúcia de Paula Herrmann*

*“A saudade da inesquecível amiga e Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça traz-me bons momentos vivenciados enquanto trabalhávamos no Departamento de Geociências da UFSC. Em 05 de novembro de 2016 nossa vivência, por 30 anos, se interrompeu permanecendo apenas na minha lembrança, que será eterna, da grande amiga e professora do GCN/UFSC. Neste momento reconheci a relevância de toda a afetividade diante do que é material e espiritual. Vou levando na memória as emoções vividas durante os trabalhos que conduzimos no LabClima e GEDN, que passo a descrever em seguida” (M.L.P Herrmann, agosto de 2017).*

## HISTÓRICO

O estado de Santa Catarina, frequentemente é afetado por alguns tipos de desastres “ditos” Naturais, causados por desvios climáticos. Muitos deles, devido às consequências calamitosas dos seus aspectos ambientais, sociais e econômicos, foram decretados como

calamidade pública, a exemplo dos episódios de inundações/escorregamentos, que afetaram em março de 1974, a cidade de Tubarão, os de Julho de 1983 e agosto de 1984, que atingiram quase todo o estado, destacando a cidade de Blumenau, os episódios de novembro de 1991, fevereiro de 1994 e dezembro de 1995 ocorridos no sul do estado e, mais recentemente, o de novembro de 2008, que afetou a região do baixo curso do rio Itajaí- Açu.

O interesse de analisar geograficamente Desastres Naturais em Santa Catarina teve origem em 1991, quando das ocorrências de inundações e deslizamentos causadas pelas chuvas excepcionais dos dias 14 e 15 de novembro, cujo total pluvial de 421,2 mm deixou Santa Catarina em calamidade pública, atingindo municípios adjacentes da Grande Florianópolis. Naquela semana participava do IV Simpósio de Geografia Física Aplicada, em Porto Alegre e fiquei impossibilitada de regressar a Florianópolis, durante esses dias, em razão do deslizamento no morro dos cavalos, município de Palhoça, ter bloqueado a BR-101, impedindo o acesso a Ilha de Santa Catarina. Quando retornei fiquei motivada a estudar esse episódio de calamidade pública no município de São José, que foi o mais afetado, deixando 15 000 desabrigados e 10 mortos, dos quais cinco por deslizamentos. Por considerar que, para analisar os desastres naturais é necessária uma equipe interdisciplinar, convidei colegas do Departamento, particularmente a amiga, Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça, para fundamentar esse desvio pluviométrico. Junto ao Prof. Nazareno J. Campos, que estabeleceu as relações socioeconômicas, formamos uma equipe voltada para este estudo. Minha contribuição estabeleceu-se na interpretação dos aspectos geológicos/geomorfológicos. Os resultados desses estudos foram publicados: nos anais do IV ENESMA (Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente) realizado em Cuiabá, em 1993, sendo apresentado pela Prof.<sup>a</sup> Magaly com o título de Enchentes, deslizamentos e o descaso do Poder Público no município de São José-SC, nov. 1991, posteriormente acrescentamos o episódio de fevereiro de 1994, que foi publicado na Revista Geosul, v.8, n 16. São José-SC: Avaliação das enchentes e deslizamentos ocorridos em novembro de 1991 e fevereiro de 1994. No Simpósio organizado pelo Prof. Armém Mamigonian, realizado em Florianópolis, no ano de 1997 - O Pensamento de Inácio Rangel, onde o Prof. Nazareno apresentou: Crise dos Serviços Públicos e Aprofundamento de Problemas Socioambientais.

Durante o desenvolvimento da minha tese Problemas Geoambientais da Faixa Central do Litoral Catarinense, defendida na USP em 1999, aprofundei o estudo desse tema, focalizando os desastres naturais na área conurbada de Florianópolis, no período de 1980 a 1995 e elaborei o mapa de suscetibilidade a riscos naturais. Parte do trabalho intitulado: Análise dos Episódios Pluviais e seus Impactos em locais do Aglomerado Urbano de Florianópolis-SC-Período 1980 a 1995 foi publicado no II Simpósio Nacional de Geomorfologia, 1998, realizado em Florianópolis-SC.

Concomitante ao desenvolvimento da tese foi possível organizar, a partir dos relatórios dos Eventos Adversos da Defesa Civil, AVADANs, o Levantamento dos Desastres Naturais para todo o estado de Santa Catarina para o período 1980 a 2000.

Quando retornei às atividades acadêmicas, junto ao Departamento de Geociências, a Prof.<sup>a</sup> Magaly se afastou para cursar o doutorado, e eu assumi suas disciplinas de climatologia, ao mesmo tempo em que passei a coordenar o Laboratório de Climatologia Aplicada, durante o período de 1997-2002.

O Laboratório foi criado em 1993, decorrente da atuação do **Prof. Dr. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro** no Curso de Mestrado em Geografia, entre 1986-1990. O Prof. Carlos Augusto doou ao laboratório grande parte do seu acervo bibliográfico, notadamente da área de climatologia, além dos seus apontamentos dos inúmeros congressos da UGI dos quais participou.

Ao LabClima, vinculado à linha de pesquisa de *Análise Ambiental* do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG), cabe realizar pesquisas dos sistemas atmosféricos regionais, desenvolver análises de climas urbanos, estudar variações climáticas diárias

através de instrumentos meteorológicos simplificados, analisar os desastres naturais de origem climática e suas repercussões no ambiente urbano. A Prof.<sup>a</sup> Magaly foi à primeira coordenadora do LabClima, com a participação mútua de professores e alunos de graduação e pós-graduação em Geografia.

Enquanto lecionava as disciplinas de climatologia, que não era a área do meu domínio, recorri ao Prof. Dr. Carlos Augusto, pedindo orientação da forma de aplicar esse estudo aos alunos de graduação em Geografia. O Prof., como sempre muito atencioso, elaborou e me dedicou um longo artigo, com mais de 30 laudas, muito didático, abordando as várias escalas de abordagens do estudo do clima, (local, regional e global), que considerei necessário publicar para poder compartilhar com os futuros alunos. Foi então que, com a colaboração dos alunos bolsistas do LabClima, Emerson V. Marcelino e Marcelo Peres Ramos, foi criado com esse artigo denominado O Estudo Geográfico do Clima, do Prof. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, o 1º número de Cadernos Geográficos, publicado no ano de 1999. No ano de 2005 a Prof.<sup>a</sup> Magaly passa a integrar a comissão editorial dessa publicação.

Cadernos Geográficos do Departamento de Geociências foram criados com o objetivo de oferecer, a cada edição semestral, um extenso e relevante artigo que complementasse a formação em Geografia, onde o autor possa abordar seu tema sem se importar com limites de páginas. Essa publicação já consta do número, 35, e a presente edição, vem prestar uma homenagem à querida Prof.<sup>a</sup> Magaly, abordando aspectos da sua trajetória acadêmica e as contribuições nos estudos da climatologia aplicada.

Todas essas edições, incluindo as publicações subsequentes, desmembradas dos Cadernos Geográficos (em 2007 é lançada a Revista Geografia Econômica, estudos Geoeconômicos e em 2008 a Série Livros Geográficos), estão disponibilizadas eletronicamente pelo site [cadernosgeograficos.ufsc.br](http://cadernosgeograficos.ufsc.br), graças ao desempenho do Prof. José Messias Bastos.

No período em que estive coordenando o LabClima, foram elaborados vários projetos enfocando análise de desastres socionaturais, com a participação de alunos/bolsistas do curso de Geografia da UFSC, destacando o trabalho – Alturas das Enchentes na Planície Aluvial do Rio Forquilha e suas Consequências nos Bairros de Flor de Nápoles, Jardim Pinheiros e Forquilha, no Município de São José – SC. Foram realizadas muitas saídas de campo para análise geoambiental e aplicar entrevistas com os moradores, resultando numa carta de risco, na escala 1:2000, contendo níveis hierárquicos das alturas das enchentes, a partir das curvas de nível de 1 m, bem como avaliação dos aspectos socioeconômicos, com os dados das entrevistas e do censo do IBGE. O trabalho foi apresentado no II SINAGEO, Simpósio Nacional de Geomorfologia, realizado no ano de 2000, em Campinas-SP.

Foi também editado ano 2001 pela IOESC, imprensa Oficial de Santa Catarina. *Levantamentos dos Desastres Naturais Causados pelas Adversidades Climáticas no Estado de Santa Catarina, Período de 1980 a 2000*. Organizei essa publicação, a partir de resgate de dados da Diretoria Estadual de Defesa Civil-DEDC/SC, com a colaboração de professores e alunos de Geografia da UFSC e UDESC.

Prof.<sup>a</sup> Magaly, após defender em 2002 a sua tese na USP, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Magda A. Lombardo Fruehauf, intitulada, Dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis, a qual fui honrada com o convite para compor sua banca, ela volta em 2003 a assumir à coordenação do LabClima, onde manteve o interesse pelo desenvolvimento de pesquisas sobre o tema de climatologia, tanto na graduação como na pós-graduação. Assim, orientou trabalhos sobre variabilidade climática, clima urbano, clima e saúde e desastres socionaturais. Com seu regresso compartilhamos, não somente o laboratório, como também a mesma sala no Departamento de Geociências e os mesmos projetos abordando os desastres naturais.

Cabe destacar que antes dessas atividades havíamos compartilhados trabalhos no curso de mestrado GCN/UFSC, durante o período de 1986 a 1991, saídas de campo na disciplina do Prof. Bigarella, e por várias ocasiões permanecemos por dias consecutivos em Caiobá-PR, na casa de veraneio do nosso orientador, Prof. Dr. João José Bigarella, colaborando na organização dos 3 volumes do seu livro “Estrutura e Origem das paisagens Tropicais e Subtropicais”. A primeira edição foi publicada pela EDUFSC, no ano de 1994.



Foto 1 - Professoras do GCN/UFSC, Magaly Mendonça e Maria Lucia de Paula Herrmann, compartilhando um dos momentos na UFSC, com nosso mestre, Prof. Dr. João José Bigarella.

Embora Prof.<sup>a</sup> Magaly tenha realizado dissertação na área de Geomorfologia, defendida em 1991 sob a orientação do Prof. Dr. João José Bigarella, com o título *Origem e Evolução da Planície do Campo de Araçatuba*, foi aprovada no concurso no Departamento de Geociências da UFSC, no ano de 1992, para lecionar disciplinas de climatologia, passando a dedicar-se com empenho ao adotar essa área.

Em 2003 foram elaborados dois projetos que seriam desenvolvidos com a colaboração dos alunos bolsistas do laboratório e de orientandos: o *“Plano de Prevenção e Controle de Desastres Naturais nos Municípios do Estado de Santa Catarina Afetados pelas Adversidades Climáticas”*, coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça e o *“Diagnóstico Ambiental das Áreas de Risco nos Municípios do Estado de Santa Catarina Afetados pelas Adversidades Climáticas”* o qual coordenei. Ambos os projetos foram aprovados e financiados pelo governo do estado, dessa contribuição o LabClima recebeu reforço na sua estrutura de equipamento, principalmente de informática e sensoriamento remoto, bem como de pesquisadores e estagiários. Naquele ano o LabClima foi transferido para uma sala mais ampla no Bloco D, sala 202, do prédio destinado pelo CFH ao funcionamento dos laboratórios e núcleos de pesquisa.

## **A CRIAÇÃO DO GEDN E SUAS REALIZAÇÕES**

Os estudos sobre desastres naturais, desenvolvidos no LabClima, proporcionaram a criação, em 2003, do GEDN, Grupo de Estudos de Desastres Naturais, registrado no

Departamento de Geociências e cadastrado no CNPq. Constavam como principais objetivos do grupo: organizar um banco de dados sobre desastres naturais; constituir um acervo bibliográfico sobre desastres naturais e manter intercâmbios entre os pesquisadores nacionais e internacionais que se dedicam a essa temática. Permaneci na coordenação desse grupo, até o ano de minha aposentadoria, 2011, quando a Prof.<sup>a</sup> Magaly passou a exercer essa função, dando nova vitalidade ao grupo.

Destaca-se em 2004, uma importante iniciativa do GEDN, à realização do primeiro Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (I SIBRADEN), que ocorreu entre os dias 27 a 30 de setembro, na UFSC, em Florianópolis (SC), com o objetivo de abordar os riscos geoambientais relacionados a episódios pluviais intensos, através de cinco eixos temáticos: Hidrologia de encostas e deslizamentos; Cartografia de riscos geoambientais; Sistemas para prevenção e contenção de encostas e enchentes; Monitoramento climático e previsão meteorológica e Políticas e atuações. Cada eixo temático contou com mesas redondas compostas por quatro renomados palestrantes.

Na abertura do evento, realizado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), foram prestadas homenagens aos professores que contribuíram com essa temática, Olga Cruz, Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, Neide de Almeida e João José Bigarella, o qual proferiu a palestra "A contribuição da Geomorfologia para a prevenção de desastres naturais".

Os Anais do Simpósio foram editados em CD-ROM anexado no caderno de resumos. Os componentes do GEDN tiveram a oportunidade de apresentarem os vários trabalhos elaborados para comporem o 1º "Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina", conforme consta na presente referência bibliográfica.

O SIBRADEN realizou-se com muito sucesso e teve as seguintes continuidades apoiadas pelo IPT: O IIº SIBRADEN, Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais e Tecnológicos foi realizado na Cidade de Santos, de 09 a 13 de dezembro de 2007, tendo como tema central a Gestão do Risco e Prevenção - Ferramentas e Desafios para a Integração Público-Privado; o IIIº SIBRADEN – Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais e 13º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, de 02 a 06 de novembro de 2011 em São Paulo/SP. O IV SIBRADEN – Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, realizado no Rio de Janeiro, de 1º a 6 de dezembro de 2013, durante o 14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, debateu temas como as Políticas Públicas de Gestão de Riscos de Desastres Naturais.

Além dos trabalhos publicados nos Anais do I SIBRADEN, destacam-se também as seguintes publicações a partir dos estudos do grupo do GEDN:

- O livro: Prevenção de Desastres Naturais – Conceitos Básicos, de autoria de KOBAYAMA, M.; MENDONÇA, M. et al., 2006.

O Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina HERRMANN, M. L. P. (Org.), publicado em 2007 pelo Estado de Santa Catarina, Departamento Estadual de Defesa Civil, agregou análises variadas sobre os diversos desastres naturais ocorridos em Santa Catarina, no período de 1980 a 2004: inundações gradual e brusca, escorregamento, estiagem, granizo, vendaval, tornado, maré de tempestade e o inédito, furacão Catarina que atingiu o sul do estado em 27 e 28 de março de 2004. A Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça com o Prof. Maurici Monteiro elaboraram para o Atlas um capítulo sobre: Dinâmica atmosférica do estado de Santa Catarina.

Divulgamos o referido Atlas elaborando um pôster através do qual foi apresentado na:

- 5º SEPEX-UFSC, 2005, Florianópolis. 5ª Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 1, 2005.

Elaboramos artigos que foram apresentados pela Prof.<sup>a</sup> Magaly nos seguintes eventos:

- Desvios Climáticos e os Desastres Naturais no Estado de Santa Catarina-BR no Período de 1980 a 2004, publicado na INTERGEO, realizado em Cuiabá, 2007.
- Desastres Naturais no estado de Santa Catarina no período 1980 a 2004: inundações e estiagens associadas aos sistemas meteorológicos nas escalas global e regional, publicado no II Encontro Sul Brasileiro de Meteorologia, realizado em Florianópolis em 2007.

Realizamos em 2006, um mini-curso em Santa Maria-RS, coordenado pelo Prof. Robaina, abordando metodologias no tratamento dos desastres naturais.

Em novembro de 2008, diante do excepcionalismo pluvial que ocorreu na região denominada Morro do Baú, no baixo vale do rio Itajaí, o total pluvial mensal no município de Blumenau foi de 1002 mm. Esse recorde pluvial causou inundações e incontáveis deslizamentos que afetaram cerca de 1,5 milhão de pessoas, resultando em 135 óbitos. Este fato mobilizou a elaboração de projetos de incentivo a prevenção de desastres naturais, mediante chamada pública da FAPESC, Fundação de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica de Santa Catarina. O GEDN foi contemplado com o projeto, Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010, 2ª edição atualizada e revisada. Esse trabalho, contendo 217 páginas ilustradas, foi editado em janeiro de 2014 pelo IHGSC-Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina e Cadernos Geográficos do GCN/UFSC, com destaques para os episódios pluviais impactantes de 2008, 2011 e o de 2003, com ocorrência de neve em julho, esse último compartilhei com Prof.<sup>a</sup> Magaly a coautoria. Em 2015 Atlas dos Desastres Naturais de Santa Catarina: período de 1980 a 2010, 2ª edição atualizada e revisada, foi agraciado pelo IHGSC com o prêmio de Geografia “José Vieira da Rosa”, em comemoração à memória catarinense.

Durante o período de 2009 a 2011, Prof.<sup>a</sup> Magaly, juntamente com o Prof. Ewerton V. Machado, assumem a coordenação do Programa de Pós Graduação em Geografia.

Em setembro de 2011 com a minha aposentadoria, Prof.<sup>a</sup> Magaly passou a coordenar o GEDN, inserindo o conceito de Desastre Socionatural cujo objetivo é mais do que descrever os processos desencadeadores dos desastres. Este novo conceito busca compreender a suscetibilidade, a exposição e a capacidade adaptativa das populações frente aos desastres naturais. Dentro desse tema conceitual continuou produzindo trabalhos focando clima e desastre socionaturais, a exemplo de *Una Geografía de los Desastres Naturales de Centro Sur de Brasil*. México, 2011.

No ano de 2012, foi cursar o Pós-doutorado na Universidade do Chile.

Ao longo da sua atuação junto ao LabClima e ou coordenando o GEDN a Prof.<sup>a</sup> Magaly desenvolveu projetos em diversas temáticas. Ganhou notoriedade nacional junto à Associação Brasileira de Climatologia (ABCLIMA) e inserção internacional por meio de parcerias com países da América Latina.

Através da *Red Latinoamericana de Metánesis Científico de los Desastres Socionaturales* (MECIDES), proporcionou nos dias 20 a 22 de novembro de 2013 o I Seminário Internacional de Investigações sobre Vulnerabilidade dos Desastres Socionaturais SIIVIDS, que ocorreu na UFSC, Florianópolis, com a presença de palestrantes de vários países que enriqueceram com suas experiências os estudos sobre desastres socionaturais.

Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça, em parceria com o Prof. Hugo Romero, elaboraram e apresentaram importantes trabalhos sobre as consequências da variabilidade climática, a exemplo:

- Análisis comparativo de los factores naturales y urbanos de las inundaciones ocurridas en las ciudades costeras de Valparaíso y Florianópolis. Cuadernos de Investigación Urbanística, 2009.
- Ondas de frio, índices de oscilação e impactos socioambientais das variabilidades climáticas de baixa frequência na América do Sul. 2012.
- Amenazas Naturales y Evaluación Subjetiva en la Construcción de la Vulnerabilidad Social ante Desastres Naturales en Chile y Brasil. INTERthesis (Florianópolis), 2012.
- Macro y mesoclimas del altiplano andino y desierto de Atacama: desafíos y estrategias de adaptación social ante su variabilidad. Revista de Geografía Norte Grande (En línea), 2013.
- Cambio Climático y Variabilidad Climática. Análisis Comparativo de los factores naturales y urbanos de las inundaciones ocurridas en las ciudades costeras de Valparaíso y Florianópolis, INECC, 2014.
- Análise multiescalar para a compreensão de causas e consequências da variabilidade climática na América do Sul. Dourados: Universidade Federal Grande Dourados, 2014.

No ano de 2014, fomos acometidos com a notícia de problemas de saúde da Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça, e ela soube com muita determinação e otimismo enfrentar as indisposições causadas pelo tratamento, sem nunca reclamar ou mostrar desânimo, uma verdadeira demonstração de equilíbrio, força e fé.

No dia 24 de outubro de 2016 a Prof.<sup>a</sup> Magaly, contra sua vontade, se despede do grupo, por conta de sua aposentadoria compulsória e o LabClima e o GEDN, passam a ser coordenados pelo **Prof. Dr. Alberto E. Franke**. Duas semanas após, as consequências do câncer se agravam, necessitando ser internada e no dia 05 de novembro de 2016 a Prof.<sup>a</sup> Magaly, foi descansar na paz de Cristo.

A saudade que todos sentimos é muito grande, e seu legado jamais será esquecido.

### 3. FATORES ESTÁTICOS E DINÂMICOS NA FORMAÇÃO DO CLIMA DE SANTA CATARINA

Maurici Amantino Monteiro<sup>3</sup>  
Pâmela do Vale Silva<sup>4</sup>

#### RESUMO

O estado de Santa Catarina está localizado em latitudes subtropicais o que favorece a formação de tipos de tempo distintos em cada estação do ano. Essa condição é resultado da dinâmica dos sistemas meteorológicos, especialmente dos sistemas de alta pressão, vindos de maiores latitudes, responsáveis por condições atmosféricas estáveis e das frentes frias, caracterizadas por tipos de tempo instáveis. Os diferentes tipos de tempo se acentuam pela interação dos sistemas meteorológicos com os fatores geográficos ou estáticos do clima, com destaque para o relevo. Por isso ocorre uma variabilidade climática, espacial e temporal, dos principais elementos do clima: precipitação e temperatura. A precipitação é mais abundante na primavera e verão e no lado barlavento das serras. A temperatura é mais elevada no verão e mais baixa no inverno e declina com altitude, em média, 0,65°C para cada 100 metros. Por isso, as regiões catarinenses com maiores altitudes apresentam temperaturas mais baixas. A interferência dos fenômenos globais El Niño e La Niña e dos bloqueios atmosféricos modifica a dinâmica dos sistemas meteorológicos e conseqüentemente altera o comportamento dos elementos do clima. Portanto, o clima de Santa Catarina é resultado da interação da dinâmica dos sistemas meteorológicos com seus fatores estáticos, considerando a interferência dos fenômenos El Niño e La Niña e dos bloqueios atmosféricos.

**Palavras-chave:** Santa Catarina; fatores geográficos; fatores dinâmicos; clima.

#### INTRODUÇÃO

Por clima entende-se a sucessão habitual dos tipos de tempo que compõe o cenário atmosférico de uma região ao longo de um período de pelos menos trinta anos. Ele é formado pela dinâmica dos sistemas atmosféricos com seus respectivos tipos de tempo e pela influência de fatores geográficos como a latitude, a altitude, o relevo, o solo, a cobertura vegetal, a continentalidade e a maritimidade. Portanto, para a compreensão do clima é necessário o entendimento da interação entre esses fatores, como acentua Nimer, (1989), além de conhecer as influências dos fatores geográficos ou estáticos que atuam sobre o clima de uma região, é indispensável compreender o mecanismo atmosférico, seu fator genético por excelência.

Os fatores geográficos, em especial o relevo, tem importância fundamental na configuração do clima catarinense, pois atua essencialmente nos principais elementos climáticos: temperatura e precipitação. As temperaturas declinam com a altitude, por isso, são mais baixas nos planaltos e mais elevadas no litoral. A precipitação é mais volumosa a barlavento das serras, ou seja, do lado em que a umidade ascende se condensa e forma nuvens. Em caso de atmosfera muito instável o relevo trabalha como uma forçante para a ocorrência de eventos extremos como as enchentes de Tubarão em 1974, Timbé do Sul e Jacinto Machado em 1995 e inúmeras ocorridas no Vale do Itajaí.

A dinâmica atmosférica no sul do Brasil é bem acentuada no decorrer do ano em virtude do avanço contínuo de sistemas de alta pressão (centro de ação de massas de ar estável) provenientes de maiores latitudes. O avanço desses sistemas provoca, nas proximidades de seu centro, condições de tempo estável, porém distante dele surgem tipos

---

<sup>3</sup>Geógrafo (UFSC), Especialista em Meteorologia (UFPel), Doutor em Geografia (UFSC), Prof. Dr. na Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) - (mauricimonteiro@gmail.com).

<sup>4</sup>Geógrafa (UDESC), Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental (UDESC).

de tempos instáveis associados a cavados invertidos, a circulação marítima e principalmente a formação de frentes frias, no contato com outra massa de ar de característica distinta. Portanto, há constantes variações nas condições de tempo: ora estáveis, ora instáveis, porém tendendo a estabilidade.

O tempo estável está associado aos sistemas de altas pressões, que migram de maiores latitudes, em virtude do afundamento do ar (subsistência). As condições de tempo associadas a eles são de poucas nuvens, ventos fracos, grande amplitude térmica, umidade baixa e ausência de precipitação. No entanto, quando se deslocam pelo oceano, entre o litoral do Uruguai e de Santa Catarina, os ventos originados nestes sistemas transportam vapor d'água para o continente formando nuvens e, por vezes, chuva.

O Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ASAS), que tem seu centro de ação sobre o litoral da Região Sudeste do Brasil, também possui característica de estabilidade, porém sua subsistência é menos intensa. Com isso, nuvens do tipo stratocumulus e, por vezes, cumulus se formam na sua periferia e alcançam o litoral centro norte de Santa Catarina, com chuva fraca e, ocasionalmente, moderada a forte.

O tempo instável é caracterizado pela presença de muitas nuvens, ventos moderados a fortes, pequena amplitude térmica, umidade elevada, chuva, às vezes, acompanhada de trovoadas e granizo. Está associado à formação (frontogênese) ou deslocamentos de frentes frias, aos cavados invertidos, aos sistemas de baixa pressão, a convecção tropical e aos sistemas atmosféricos em altitude como os jatos, cavados e vórtices ciclônicos que reforçam as instabilidades a superfície.

Evidenciando essas considerações se objetivou com o presente trabalho destacar os fatores genéticos da dinâmica atmosférica sazonal do Estado de Santa Catarina, em especial as Frentes Frias. Além disto, foram destacados os fenômenos que interferem nesta dinâmica: o El Niño, a La Niña e as condições de normalidade climática, sem interferência desses fenômenos e também dos bloqueios atmosféricos.

## A INFLUÊNCIA DOS FATORES GEOGRÁFICOS

O relevo catarinense caracteriza-se por sua diversidade que contempla tanto planícies, abaixo de 300 m perfazendo 23,83% de sua área total, quanto planaltos, entre 300 m e 900 m abrangendo 56,22%, e serras, situadas acima de 900 m totalizando 20,45% do território (MONTEIRO, 2001). Essa configuração assume importância em razão das mudanças que ocorrem nos sistemas atmosféricos ao se deslocarem por essas unidades de relevo, com relevante efeito na precipitação a barlavento e sotavento e na temperatura.

Na condição a barlavento o ar próximo a encostas é forçado a ascender, resfria-se adiabaticamente e forma nuvens que acentuam a precipitação local, denominadas de chuvas orográficas ou chuvas de relevo. Na condição a sotavento a situação é inversa, pois os sistemas atmosféricos já dissiparam a maior parte de sua energia a barlavento e, conseqüentemente, perdem potencial de precipitação (MONTEIRO e MENDONÇA, 2014).

Conforme se pode observar na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** que representa a pluviosidade média anual, a maior concentração desta variável ocorre a barlavento das serras. Em pormenores, como a configuração do relevo no Oeste é com altitudes que aumentam de sul para norte e nordeste, com ápices nas Serras do Capanema, da Fortuna e do Chapecó, e o deslocamento dos sistemas atmosféricos instáveis é de sudoeste para nordeste, essa região é favorecida em termos de precipitação, sendo a campeã neste quesito no estado (MONTEIRO, 2001).

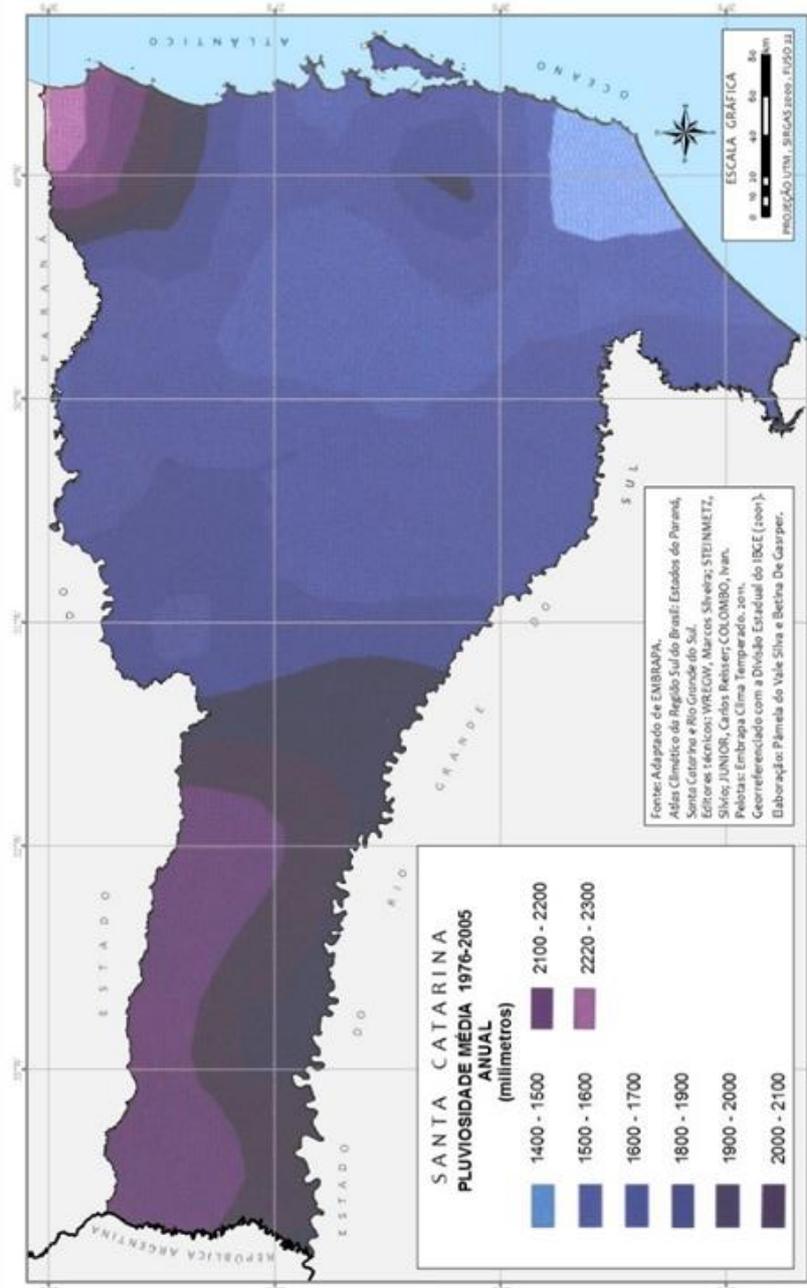


Figura 1 - Mapa da Pluviosidade média anual em Santa Catarina (1976-2005). Fonte: Monteiro e Silva (2014).

Também pelo efeito orográfico no Leste, a região da Grande Florianópolis, o Morro do Cambirela, localizado na Serra Geral, atua como um “ninho” de nuvens cumulonimbus, responsáveis por trovoadas que contribuem para que esta região tenha elevados índices pluviométricos anuais, assim como o Litoral Norte (MONTEIRO e SILVA, 2014). Em contrapartida, no Litoral Sul, região localizada a sotavento em relação ao deslocamento da maioria dos sistemas instáveis, os fluxos de oeste sofrem afundamento (subsistência) pela Serra Geral e pelas Serras do Leste Catarinense, fazendo com que ocorra perda da instabilidade dos sistemas. Em consequência há aquecimento e diminuição da nebulosidade, contribuindo para que esta região registre os menores volumes pluviométricos anuais do Estado (MONTEIRO e MENDONÇA, 2014).

A influência sensível da altitude ocorre nas temperaturas em ordem inversa na proporção de 100 metros de altitude para 0,65°C de temperatura. Assim, com o aumento da altitude ocorre o declínio da temperatura, variável esboçada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Dessa forma, localidades situadas em maiores altitudes, como as serras, apresentam menores temperaturas, o que favorece a ocorrência de geadas e, em

determinadas condições, neve; ao passo que no litoral as temperaturas são mais elevadas, com aumento de sul para o norte em função do fator latitude (MONTEIRO e SILVA, 2014).

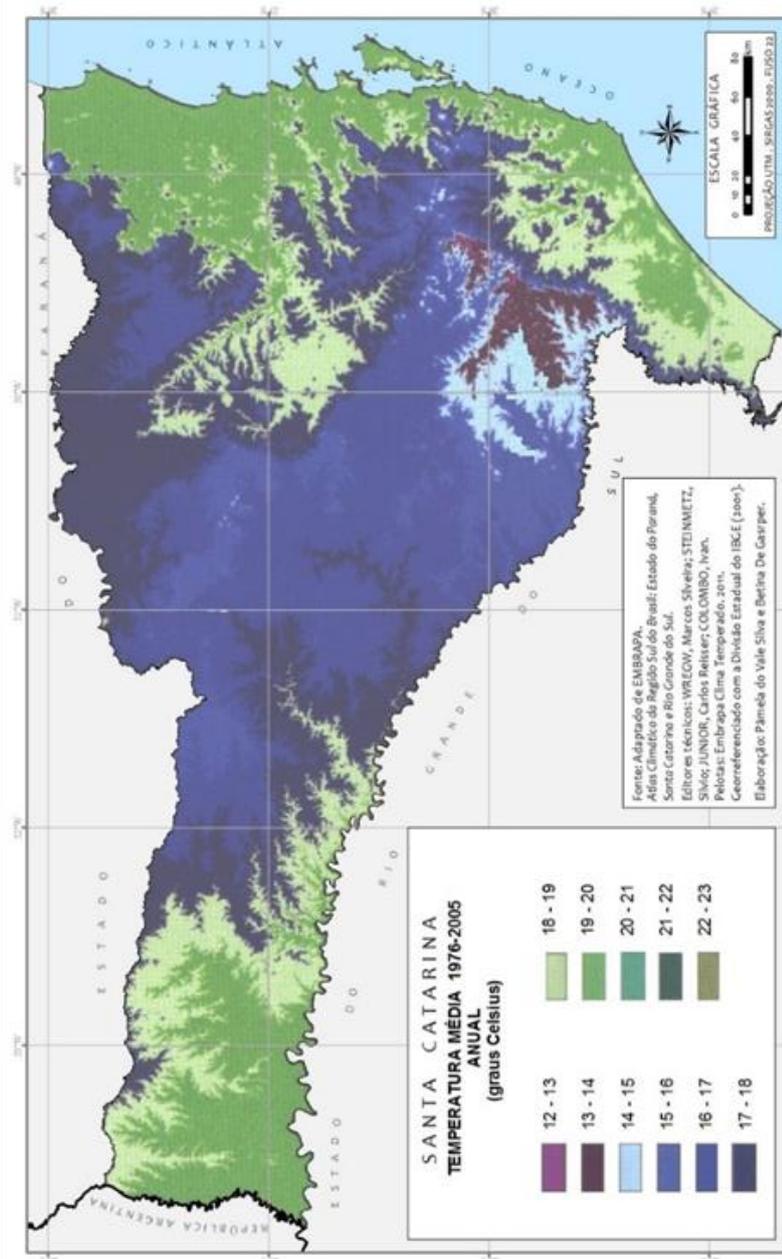


Figura 2 - Mapa da temperatura média anual em Santa Catarina (1976-2005). Fonte: Monteiro e Silva (2014).

A continentalidade e a maritimidade têm sua expressão mais representativa na umidade. Para o litoral há transporte de umidade do oceano através dos ventos de sudeste a nordeste, oriundos dos anticiclones sobre o Atlântico Sul. Esta umidade condensa e forma muitas nuvens stratus e stratocumulus, às vezes, cumulus, que resultam em chuva, geralmente de baixa intensidade, podendo ser mais persistente no período noturno, quando a umidade é maior. Quando os ventos úmidos avançam sobre o planalto já dissiparam boa parte de sua umidade que, reduzida, forma alguma nebulosidade até o Meio-Oeste, contudo, sem precipitação. No Oeste, com características da continentalidade, o ar fica mais seco, com reduzida nebulosidade.

Quando os ventos sopram de sudoeste a noroeste oriundo de anticiclones polares, com trajetória continental, a umidade fica reduzida por todo estado, conseqüentemente, ocorrem poucas nuvens e a amplitude térmica fica elevada. Mas essa condição pode ser

outra se a situação for pré-frontal e frontal, neste caso há pancadas de chuvas e até mesmo temporais podem ocorrer com ventos de noroeste (MONTEIRO e MENDONÇA, 2014).

Importante ressaltar que, embora a umidade diminua do litoral para o oeste, a precipitação é maior neste do que naquele, especialmente no extremo Oeste. Tal situação se deve, parcialmente, a influência de um sistema de baixa pressão, a Baixa do Chaco, que se organiza, especialmente, quando as frentes frias avançam pela Região Sul; além da influência dos Jatos de Baixos Níveis da América do Sul (JBNAS) e dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), ambos produtores de chuvas significativas (MONTEIRO e MENDONÇA, 2014).

## UMA DINÂMICA DESENCADEADA PELAS FRENTES

O estado de Santa Catarina tem sua dinâmica atmosférica de tempo instável governada basicamente pelo ritmo das frentes frias. Esses sistemas atmosféricos separam o ar quente das regiões tropicais (massa de ar quente) do ar frio das regiões extratropicais (massas de ar frio) (DIAS e SILVA, 2009). Outros sistemas atmosféricos relacionados são as Baixas à Superfície (BS), os Ciclones Extratropicais (CE), os Jatos Polares (JP), os Jatos Subtropicais (JS) e os Jatos de Baixos Níveis (JBN), os Sistemas Convectivos de Mesoescala (CCM), os Cavados em Médio e Altos Níveis (CMA) e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN). Outros sistemas, não necessariamente relacionados à frente fria, mas igualmente importantes são a Convecção (C), a Circulação marítima (CM) e os Bloqueios Atmosféricos (BA).

Quanto mais distintas termodinamicamente forem às massas de ar, mais intenso é o encontro que origina a frente, podendo chegar a provocar uma ruptura vertical da Troposfera, com o lado da massa de ar quente ascendendo, enquanto o lado da massa de ar frio rebaixa (MONTEIRO, 2007). Em superfície, na Zona Frontal forma-se a frente (VIANELLO e ALVES, 2012) e, quando a intensidade do encontro é suficiente, em altitude origina-se uma Corrente de Jatos; enquanto em suas extremidades sul e norte há dois sistemas de altas pressões opostos.

A frente é uma área alongada de baixa pressão com o eixo em forma de cavado (FERREIRA, 2006), com uma perturbação que induz o estabelecimento de movimento circular onde a pressão baixou. Com isso, ocorre o desenvolvimento de uma Baixa à Superfície (BS), processo de ciclogênese, além disso, o escoamento do ar determina que a frente se mova como Onda Frontal (VIANELLO e ALVES, 2012).

A partir da ciclogênese a Frente passa a ter dois segmentos, um invadido pelo ar da massa fria e outro invadido pelo ar da massa quente (VIANELLO e ALVES, 2012). O movimento que uma massa de ar exerce em relação à outra determinará qual tipo de frente predominará (FERREIRA, 2006) e a conseqüente inclinação de sua superfície, da qual dependerá o nível de instabilidade do tipo de tempo atmosférico.

Quando a massa de ar frio avança em direção a massa de ar quente é caracterizada a Frente Fria (FF). Quando ela se aproxima de um local, o tipo de tempo atmosférico é de temperaturas em elevação e queda na pressão atmosférica, condição conhecida como pré-frontal. Na passagem da FF, ocorrem muitas nuvens, predominantemente, cumuliformes, como as cumulonimbus, que podem ser acompanhadas por ventos de rajada, intensa chuva e granizo. Já após sua passagem, a nebulosidade torna-se estratificada, a chuva diminui de intensidade e as temperaturas começam a reduzir gradativamente (FERREIRA, 2006).

Associadas as frentes frias ocorrem Baixas à Superfície ou Ciclones (BS), que também podem ser desenvolver a partir de Cavados à Superfície (CS) ou de Vórtices Ciclônicos. O tipo de tempo atmosférico nas proximidades desses sistemas é mais instável e isso faz com que uma frente fria apresente chuva mais forte onde ocorra a BS, e mais fraca distante da Baixa. Por isso é que na passagem de uma frente fria chove mais forte em uma região e menos em outra.

Por sua vez, os Ciclones Extratropicais (CE), que são baixas pressões muito acentuadas desenvolvidas junto com a Frente Fria, mas que também podem ser originados através do aprofundamento de um Cavado Invertido à Superfície (CIS) (MONTEIRO, 2007) ou através do desprendimento de um sistema de baixas pressões em altitude (FERREIRA, 2006), possuem ocorrência mais comum nos oceanos próximo à costa (KOBAYAMA et al., 2006).

Os Jatos Subtropicais (JS) e Jatos Polares (JP) desenvolvem-se aproximadamente entre nove e 13 quilômetros de altitude. São basicamente dominados por fortes ventos em forma de um cano estreito com eixo quase horizontal, orientação de oeste para leste com velocidade de no mínimo 93 km/h, mas podendo alcançar 300 km/h, aumentando a velocidade no inverno em função das densidades entre as massas de ar serem mais distintas nesta estação (MONTEIRO, 2007).

Outro tipo de Jatos que também pode se formar associada a frente são os Jatos de Baixos Níveis (JBN), estes também formados por fortes ventos carregados de umidade e calor, oriundos da região amazônica e muito importantes para o regime de chuvas no Sul do Brasil (MARENGO et al., 2009).

Quando a convecção é intensa, junto com as frentes frias também pode se originar aglomerados de nuvens convectivas, os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), dominados por nuvens cumulonimbus com bigornas que formam uma cobertura contínua (ORLANSKI, 1975 apud. DIAS, et. al., 2009). O desenvolvimento deste sistema é favorecido também pelos Jatos de Baixos Níveis (JBN), especialmente durante a madrugada devido à intensa convecção que neste momento ocorre. O tipo de tempo associado aos CCM's é muito instável devido às nuvens cumulonimbus e nimbostratus, que originam pancadas de chuva fortes, acompanhadas de rajadas de vento intensas, granizadas isoladas e até mesmo tornados (SILVA e DIAS, 1996, apud MONTEIRO, 2007).

Distinguindo-se por ocorrer em níveis diferentes da atmosfera há os Cavados, os quais são modificações do fluxo do ar que, em médios e altos níveis ocorrem de oeste para leste e, em superfície, de leste para oeste. Por apresentar fluxo de ar distinto em relação aos cavados de altitude, o cavado em superfície é denominado de Invertido (CI). O CI se forma, geralmente, a norte do anticiclone polar após a passagem de frente fria, entretanto, a circulação não se completa e configura um fluxo em forma de U. O tipo de tempo associado é frequentemente instável com muitas nuvens e conseqüentemente chuva. Já os Cavados em médios e altos níveis (CMA) costumam ocorrer relacionados com as correntes de jatos, o tipo de tempo com eles associados é de muita nebulosidade e chuvas persistentes (MONTEIRO, 2007).

Os processos de Convecção (C), Bloqueio Atmosférico e Circulação marítima, também contribuem significativamente na formação dos tipos de tempo em Santa Catarina. A Convecção (C) se estabelece quando as correntes de ar ascendentes predominam em relação às descendentes, formam nuvens que crescem verticalmente até alcançarem o estágio de cumulonimbus, ocasionando rajadas de ventos à superfície e chuva (MONTEIRO, 2007).

Os Bloqueios Atmosféricos (BA) são provocados basicamente por sistemas de alta pressão estáveis e quase estacionários (AYOADE, 2003) que se estabelecem em torno de 45° de latitude sul, formando uma barreira ao deslocamento de outros sistemas atmosféricos (MONTEIRO, 2007).

A Circulação marítima assume especial relevância para o litoral. Ela ocorre quando um sistema de alta pressão tem trajetória marítima e a divergência do ar acaba por originar ventos úmidos, nebulosidade e conseqüentes chuvas que, dependendo da magnitude do sistema da alta pressão e da orografia da zona costeira podem alcançar o interior, embora com menor intensidade (MONTEIRO, 2007). Sua ação atinge o litoral, Vale do Itajaí, região Serrana e a parte leste do Meio-Oeste. Nesta região, mais distante do oceano, a condensação do vapor d'água resulta apenas em nebulosidade baixa do tipo stratus e stratocumulus.

## ESTAÇÕES DO ANO

O estado de Santa Catarina, localizado em latitudes subtropicais, apresenta marcadamente as quatro estações do ano, com seus tipos de tempo característicos, de estabilidade e instabilidade. Embora nestas latitudes a dinâmica atmosférica seja bastante acentuada, as massas de ar e os sistemas atmosféricos seguem um ritmo sazonal, com verões mais quentes e chuvosos e invernos mais frios e com chuvas menos volumosas. Mesmo havendo variações significativas nos totais de precipitação entre as regiões catarinenses, não há em nenhuma delas estação seca definida.

O verão (dezembro, janeiro e fevereiro) marca a estação do ano de temperaturas elevadas no hemisfério sul em virtude de maior insolação. Entre os três meses, fevereiro é o mais quente. Normalmente os dias apresentam nebulosidade esparsa pela manhã e céu nublado a partir do final da tarde. Devido ao calor, a atuação das massas de ar tropicais é dominante e essa condição favorece o desenvolvimento da convecção, caracterizada pela elevação do ar quente para a Troposfera. À medida que o ar quente sobe, se resfria por expansão e se torna saturado formando nuvens de grande desenvolvimento vertical (cumuliformes) que ocasionam chuva, geralmente em forma de pancadas associadas às trovoadas. As chuvas convectivas são típicas do verão e responsáveis pela maior parte das precipitações registradas, nesta época do ano, no estado.

Nesta época do ano, quando há atuação de um ou mais sistema de tempo instável, as instabilidades aumentam, favorecendo a ocorrência de temporais. Outra forçante para este cenário é o efeito orográfico, pois o lado barlavento das montanhas força a ascensão do ar quente e úmido alimentando o desenvolvimento das nuvens convectivas. Os temporais, com chuva forte associada a aglomerados de trovoadas, rajadas de ventos fortes e, eventualmente, granizo, podem ocorrer em qualquer momento do dia.

O outono (março, abril e maio) é um período de transição entre o domínio das massas de ar tropicais e polares. À medida que os dias passam gradualmente as massas tropicais vão perdendo intensidade e as polares se intensificando. A partir da segunda quinzena de março os anticlones polares (centro de ação das massas de ar frio), cada vez mais potentes, passam a migrar para o sul do Brasil em trajetórias mais continentais. Com isso, as temperaturas vão diminuindo e favorecendo a formação de geadas que, ocasionalmente, já são verificadas na segunda quinzena de março, nos municípios de maior altitude como Urubici, São Joaquim e Urupema. Em abril e especialmente em maio, o mês mais frio da estação, as geadas são generalizadas e eventualmente podem atingir todas as regiões catarinenses. O nevoeiro de radiação é um fenômeno frequente nesta época do ano. Geralmente se forma nas áreas de baixadas, nas madrugadas e se estende por boa parte das manhãs. Já a neve é mais ocasional, formada normalmente a partir da nebulosidade associada a uma frente fria que passou e pela advecção de ar frio proveniente de uma massa de ar frio que avança pelo norte da Argentina.

As chuvas, que ainda são convectivas na primeira quinzena de março, passam a ocorrer associadas às frentes frias, que são mais continentais nesta época do ano, em decorrência das massas de ar frio que passam a se deslocar sobre o continente sul americano. De modo geral, as chuvas frontais são de fraca intensidade, porém quando há atuação conjunta de jatos, cavados ou vórtices, ficam mais fortes. Com isso, na região Oeste são verificadas as maiores médias, devido especialmente à atuação da Baixa do Chaco.

O trimestre junho, julho e agosto marca a estação de inverno que registra menos horas diárias de insolação e, por conseguinte, maior domínio das massas de ar frio. Nesta época do ano, com o continente sul americano mais frio, os anticlones polares, procedentes do Pacífico, cruzam os Andes em latitudes mais baixas, em torno de 35° a 40° Sul. Ao se organizarem sobre a Argentina, após cruzarem os Andes, passam a influenciar as condições de tempo no sul do Brasil, diminuindo gradualmente o vapor d'água e com isso a nebulosidade. À medida que avançam em direção ao sul brasileiro, originam ventos de

oeste a sudoeste fracos e provocam acentuada queda nas temperaturas e na umidade relativa do ar. Esta condição de estabilidade atmosférica dura em torno de três a quatro dias e é a responsável pela ocorrência de manhãs geladas com formação de geadas, dias ensolarados, frios e secos.

No inverno as chuvas são procedentes das frentes frias em quase sua totalidade e se manifestam da mesma maneira do outono, com duração de 12 a 24 horas a cada semana. Entretanto, as chuvas tendem a ser mais fortes e duradouras em episódios em que jatos polares são mais fortes. Neste caso, as chuvas podem persistir por mais de 24 horas.

Em situações em que os anticiclones polares avançam para norte sobre o Atlântico a partir do litoral do Uruguai, favorecem a circulação marítima, trazendo chuva para o litoral de Santa Catarina, até que se afaste do litoral catarinense.

A primavera (setembro, outubro e novembro), assim como o outono é um período de transição entre o domínio das massas de ar tropicais e polares. No entanto, nesta estação do ano, as massas de ar frio vão perdendo intensidade e as tropicais se intensificando. O frio ainda se manifesta em setembro e, eventualmente, ocorre à chamada “geada tardia”. Embora ocorra o gradual domínio das massas tropicais, as temperaturas diárias sobem em proporções menores em relação à diminuição no outono. Isso se deve a maior cobertura de nuvens na primavera proveniente dos sistemas atmosféricos de tempo instável serem mais frequentes, especialmente os cavados invertidos e as baixas pressões sobre o continente.

As frentes frias retomam a trajetória marítima, mas são importantes na atração dos jatos em baixos níveis (JBN) que transportam umidade e calor da Amazônia para o sul do Brasil. São fundamentais na organização das fortes instabilidades que ocorrem em Santa Catarina, pois intensificam as baixas pressões associadas às frentes frias e os sistemas convectivos de mesoescala (SCM), que por sua vez podem evoluir para os complexos convectivos de mesoescala (CCM). São justamente os SCMs e, por vezes, os CCMs que se encarregam de provocar temporais no estado, com chuva forte, aglomerados de trovoadas, ventania e granizo, geralmente na madrugada e início da manhã. Como esses sistemas se formam, quase sempre, no norte da Argentina, região do Chaco, atingem com mais severidade o extremo oeste catarinense. Os nevoeiros, assim como a ocorrência de neve, são mais frequentes nesta época do ano.

## DESVIOS DA “NORMALIDADE”

As condições atmosféricas de instabilidade e de estabilidade que ocorrem em Santa Catarina dentro de certa normalidade são, por vezes, modificadas quando há influência de fenômenos de escala global como o El Niño e a La Niña e os bloqueios atmosféricos. Diz-se dentro de uma “certa” normalidade porque em períodos em que não há interferências de fenômenos extra-regionais na circulação atmosférica regional ocorrem anomalias surpreendentes nos tipos de tempo, como chuvas excepcionais, frio ou calor fora de época.

Normalmente, em períodos de El Niño o tempo fica mais instável e as instabilidades tornam-se mais frequentes, às vezes com periodicidade diária, notadamente na primavera. Essa condição resulta em dias seguidos com intensa nebulosidade, chuvas mais fortes e mais persistentes, quase sempre acompanhadas de trovoadas, umidade relativa do ar elevada e pequena amplitude térmica. Por outro lado, sob influência da La Niña as condições atmosféricas são opostas; predomina a estabilidade, com dias seguidos de pouca nebulosidade, grandes amplitudes térmicas, umidade relativa do ar baixa nas tardes e chuvas escassas.

Os bloqueios atmosféricos, podem se manifestar de duas maneiras em Santa Catarina. A situação mais habitual é quando os sistemas de tempo instável, como as baixas pressões e principalmente as frentes frias, migram do Pacífico para o Atlântico na mesma latitude, sobre as cidades de Santiago no Chile; Mendoza, Rosário e Córdoba, na Argentina e; no Uruguai. Neste caso, as condições de tempo em Santa Catarina são de estabilidade vigorosa por vários dias (FUENTES, 1997; SACCO, 2010), com dias de poucas nuvens,

umidade relativa baixa nas tardes e temperaturas elevadas. A segunda maneira é quando há instabilidades sobre o estado e estas são bloqueadas. Neste caso, a nebulosidade é intensa, a precipitação é persistente e dependendo da intensidade da instabilidade pode chover forte com muitas trovoadas, a temperatura não varia (baixa amplitude térmica) e a presença de vapor d'água na atmosfera é máxima, mantendo a porcentagem de umidade relativa do ar muito alta, geralmente entre 98% e 100%. Esta condição de tempo se mantém, enquanto o bloqueio persistir.

## CONCLUSÃO

A manifestação dos sistemas atmosféricos aliados à configuração do relevo, a altitude, a maritimidade e a continentalidade, imprimem condições distintas de tempo a cada região catarinense, com ênfase nas estações do ano, na qual cada tipo de tempo atmosférico assume particularidades.

O estado possui um modelado do relevo que interfere nos elementos do clima, com destaque para a precipitação e a temperatura. O lado barlavento das serras é mais chuvoso, mais úmido e do sotavento, menos chuvoso, mais seco. As temperaturas são mais baixas em regiões de maiores altitudes, devido o declínio natural de 0,65°C para cada 100 metros de altitude. O leste do estado é mais úmido pelo efeito da maritimidade e o oeste mais seco, pela continentalidade.

Há diversos sistemas meteorológicos que atuam em Santa Catarina. Destacam-se os sistemas de alta pressão, importantes na estabilidade atmosférica, assim como na formação de sistemas produtores de tempo instável, como as frentes frias, na sua periferia ou borda.

As instabilidades tem sua gênese principalmente nas frentes frias e a maior ou menor instabilidade depende da presença ou não de outros sistemas, como os jatos, os cavados e os vórtices em altitude, o que auxilia no aumentando de instabilidade à superfície.

Para além dos fenômenos com atuação direta sobre o estado catarinense, fenômenos como o El Niño e La Niña e os bloqueios, atuam modificando o tempo atmosférico.

## REFERÊNCIAS

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os Trópicos** (9 ed.). (M. J. Santos, Trad.) Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. **Aspectos da análise sistêmica em geografia** (Vols. 3. número 6. p 1-31.). Rio Claro: Geografia, 1976.

CUADRAT, J.M.; PITA, M.F. **Climatologia**. Madri: Cátedra, 2004.

DIAS, M.A.; SILVA, M.G. Para entender tempo e clima. In: I. F. CALVANCANTI, N.J. FERREIRA, M.G. SILVA,; M.A. DIAS, **Tempo e clima no Brasil** (pp. 15-22). São Paulo: Oficina de textos, 2009.

DIAS, M.A.; SILVA, M.G. Para Entender Tempo e Clima. In: **Tempo e Clima no Brasil** (pp. 15-21). São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

DIAS, M.A.; ROZANTE, J.R.; MACHADO, L.A. Complexos Convectivos de Mesoescala na América do Sul. In: **Tempo e Clima no Brasil** (pp. 181-194). São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

ESCOBAR, G. Jatos de Altos Níveis. In: **Tempo e Clima no Brasil** (pp. 127-134). São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

FERREIRA, A. G. **Meteorologia Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos** (1 ed.). Florianópolis: Organic Trading, 2006.

MARENGO, A J.; AMBRIZZI, T.; SOARES, W.R. Jatos de baixos níveis ao longo dos Andes. In: **Tempo e Clima no Brasil** (pp. 170-180). São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MONTEIRO, M.A. **Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Departamento de Geociências. Doutorado em Geografia. Tese de doutorado, 2007.

MONTEIRO, M.A.; MENDONÇA, M. Dinâmica Atmosférica no Estado de Santa Catarina. In: **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010** (pp. 5-12). Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 2014.

MONTEIRO, M.A.; SILVA, P.V. CLIMA. In: I. Oliveira, **Atlas de Santa Catarina** (pp. 69-90). Florianópolis: UDESC, 2014.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações** (2 ed.). Viçosa: UFV, 2012.

#### 4. VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DOS EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NO SUL DO BRASIL: ANÁLISE DA INTENSIDADE E PERSISTÊNCIA E SUAS RELAÇÕES COM O ENOS

Camila de Souza Cardoso<sup>1</sup>  
Daniel Sampaio Calearo<sup>2</sup>

##### RESUMO

O presente artigo visa identificar os eventos extremos de precipitação no Sul do Brasil, considerando sua intensidade e persistência, observando sua distribuição espacial e a relação com o fenômeno El Niño Oscilação Sul. Foram utilizados dados de precipitação diária proveniente do *Climate Prediction Center/National Centers for Environmental Prediction* para o período entre 01 de janeiro de 1979 e 31 de dezembro de 2015, totalizando 37 anos de dados. Os resultados permitiram inferir que há grande variabilidade anual dos eventos extremos Intensos e Persistentes na região, e sazonalmente a estação de verão é preferencial para ocorrência de extremos nas duas categorias. Observou-se um elevado número de dias de extremos coincidentes com os eventos mais intensos de El Niño, o qual exerce forte influência na ocorrência de extremos, no entanto, a primavera e inverno de Neutralidade são preferenciais para ocorrência de eventos Persistentes. A distribuição espacial dos eventos mostrou que as regiões preferenciais para ocorrência de extremos são o litoral do Paraná, nos casos de Intensos, e nos casos de Persistentes, as regiões da Grande Florianópolis, Norte catarinense e sul catarinense. Espacialmente, há certa homogeneidade em toda região Sul para os eventos Intensos em todas as fases do fenômeno ENOS, enquanto que para os eventos Persistentes as regiões preferenciais são o estado de Santa Catarina e sul do Paraná durante a fase Neutra.

**Palavras-chave:** chuvas intensas; chuvas persistentes; El Niño, ENOS.

##### INTRODUÇÃO

A Região Sul do Brasil, por sua localização geográfica, se destaca pela frequência de eventos de desastres naturais, associados a fenômenos atmosféricos de tempo severo, tal como inundações, chuvas intensas, granizo, vendavais, tornados, entre outros.

A região está localizada numa zona de clima subtropical, com invernos e verões bem definidos, e com precipitação bem distribuída ao longo do ano na parte sul da região e um regime pluviométrico de monção no setor norte (GRIMM, 2009b). A ausência de uma estação sazonal seca ou chuvosa não evita que ocorram períodos prolongados de ausência de precipitação em qualquer estação do ano, e caracterizam a ocorrência de estiagens, bem como, períodos com excesso de precipitação que resultem na ocorrência de eventos de inundação/enchente.

A variabilidade da precipitação com eventos extremos de precipitação tem afetado socioeconomicamente a Região Sul do Brasil. Kobiyama et al. (2004) afirmam que as inundações foram responsáveis pelo maior número de perdas humanas no Brasil entre os anos de 1948 e 2004. Em Santa Catarina as inundações frequentes atingem todas as mesorregiões do estado, mas com maior frequência no Vale do Itajaí, Grande Florianópolis e Norte Catarinense. De acordo com o levantamento elaborado por Hermamm et al. (2014) às inundações graduais foram mais frequentes entre os anos 1980 e 1990, ocorrendo uma redução na sua frequência a partir de meados de 1998, enquanto a frequência de

---

<sup>1</sup>Meteorologista (UFPel), Doutoranda em Geografia (PPGG/UFSC) – (cacazinhawilliam@gmail.com).

<sup>2</sup>Meteorologista (UFPel), Mestre em Geografia (UFSC), Prof. Msc. do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

inundações bruscas apresentaram aumentaram a partir do ano 2000 (MARCELINO et al., 2014).

A relação entre a ocorrência de precipitação e as inundações pode ser expressa através da intensidade e persistência da precipitação, já que as inundações bruscas se relacionam com chuvas concentradas, enquanto as graduais com precipitações constantes. Neste contexto, o objetivo deste estudo é identificar os eventos extremos de precipitação no Sul do Brasil, considerando sua intensidade e persistência, observando sua distribuição espacial e a relação com o fenômeno El Niño Oscilação Sul.

## DADOS E METODOLOGIA

Para identificação dos eventos extremos de precipitação foram utilizados dados de precipitação diária proveniente do CPC/NCEP (*Climate Prediction Center/National Centers for Environmental Prediction*) para o período entre 01 de janeiro de 1979 e 31 de dezembro de 2015, totalizando 37 anos (13.514 dias) de dados. Os dados de precipitação do CPC/NCEP são baseados num conjunto de pluviômetros, que combina dados de mais de 30.000 estações ao redor do globo utilizando a técnica de Interpolação Ótima (GANDIN, 1965), a qual considera a orografia. Este conjunto de dados está disposto em pontos de grade, e apresentam uma resolução espacial de  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  sobre o globo, desde 1979 até o presente. O período de acumulação diária varia dependendo da região ao redor do globo, para os países da América do Sul a precipitação diária é considerada entre as 12UTC do dia 0 e 12UTC do dia 1 (SILVA et al., 2007). Os trabalhos de Silva et al. (2007) e Cardoso e Quadro (2016) mostram que o conjunto de dados de precipitação do CPC/NCEP, comparado com dados de estações pluviométricas, apresenta bom desempenho na representação da precipitação no Sul do Brasil, com tendência a subestimar a precipitação em regiões montanhosas e as diferenças mais significativas ocorrendo apenas em algumas áreas do oeste e litoral sul-brasileiro.

Para identificação dos eventos extremos foram definidos critérios e condições, os quais foram aplicados às séries diárias de precipitação, obtendo assim dois conjuntos:

- (a) Chuva Intensa, chamada de CI – quando o valor de precipitação diária for maior ou igual ao valor do quantil 99%, conforme Equação (1):

$$CI = P_d \geq q_n(0.99) \dots \dots (1)$$

- (b) Chuva Persistente, chamada de CP – quando o valor de precipitação diária for maior que 1 mm em pelo menos 3 dias consecutivos, e a média móvel de três dias acima do quantil 99% (Equação 2).

$$CP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n=3} P_{d(t-n-1)} \geq q_n(0.99) \dots \dots (2)$$

Onde:

$P_d$  - Representa a precipitação diária no ponto de grade;

$q_n(0.99)$  - Representa o quantil 99% dos dados diários para o período analisado.

Em cada ponto de grade selecionado, analisou-se o quantil sazonal 99% da série total de dados diários, considerando como estação de verão os meses de dezembro-janeiro-fevereiro, outono os meses de março-abril-maio, inverno os meses junho-julho-agosto e primavera os meses de setembro-outubro-novembro, constituindo quatro limiares diferentes.

Para verificar a relação do número de eventos extremos e o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) foi utilizado o índice Oceânico do Niño (do inglês, ONI - *Oceanic Niño Index*).

O ONI é calculado com base na média móvel de três meses a partir das anomalias de TSM (versão ERSST.v3b) na região do Niño 3.4. A definição operacional da NOAA para um episódio de El Niño (La Niña) é quando os valores do ONI ficam maiores (menores) que  $0.5^{\circ}\text{C}$  ( $-0.5^{\circ}\text{C}$ ) por cinco meses consecutivos (KOUSKY e HIGGINS, 2007). Os dados do ONI estão disponíveis na internet no site do CPC/NCEP<sup>3</sup>.

## VARIABILIDADE DOS EVENTOS DE CHUVA INTENSA (CI) E PERSISTENTE (CP) NO SUL DO BRASIL

Para identificação dos eventos extremos de precipitação foram analisados 13.514 dias de dados de precipitação para toda Região Sul do Brasil. A aplicação dos critérios de Chuva Intensa (CI) e Chuva persistente (CP) permitiu identificar 1.808 dias (13,4%) eventos extremos associados a CI e 135 dias (1%) associados a CP. Dos 135 dias de CP identificados observou-se que 90% (123 dias) coincidiram com episódios de CI, ou seja, 10% dos dias são caracterizados somente como CP, e os demais são caracterizados como intensos e persistentes ao mesmo tempo. Com isso, observa-se uma nítida relação entre a persistência e a intensidade da precipitação durante os episódios detectados.

A distribuição anual do número percentual de dias com eventos CI e CP, é exibida na figura 1, que mostra claramente a variabilidade anual do número de dias com CI e/ou CP em pelo menos algum ponto de grande da região Sul do Brasil. É nítido o elevado número de casos com CI nos anos de 1983, 1997, 1998 e 2015 (20.8%, 19.7%, 18.9% e 16.2%, respectivamente), enquanto que para os dias com CP o maior número anual de casos ocorreu nos anos de 1995 e 1997 (2.74%). Os anos citados coincidem com os eventos mais intensos de El Niño já registrados, classificados como episódios de intensidade muito forte, com anomalias de TSM na região do Niño 3.4 superior a  $2^{\circ}\text{C}$ . Um reduzido número de dias com CI (8.49% e 8.74%) foi observado nos anos de 1988 e 1999, os quais foram classificados como períodos de La Niña moderada a forte.

A intensidade e impacto do El Niño dos anos de 1983 e 1997 foram estudados por diversos autores, que analisaram tanto os impactos com a relação entre a TSM na região do Niño 3.4 e as anomalias de precipitação no Sul do Brasil. Oliveira e Satyamurty (1998) ao estudarem a evolução do El Niño 97/98 compararam sua intensidade com episódios anteriores, considerando o evento mais intenso já registrado. Britto et al. (2008) ao analisarem a variabilidade espacial e temporal da precipitação no RS, entre os anos de 1967 e 1998, verificaram que os anos de 1983 e 1997 foram os que registraram os El Niño mais intensos, com significativo volume de precipitação no estado gaúcho, que resultou em enchentes em diversos municípios, especialmente no noroeste do RS. Segundo os autores o El Niño 1997/1998 causou prejuízos na ordem de 20 milhões, devido aos temporais e enchentes, com cerca de 200 cidades atingidas. A intensidade do El Niño de 1983 foi abordada no estudo de Rebello e Cadier (1998), segundo os autores o estado de Santa Catarina foi fortemente afetado pelo excesso de precipitação, com 135 cidades atingidas e 300.000 pessoas desabrigadas, com destaque para o município de Blumenau. O rio Itajaí registrou 15.34 m no dia 09 de julho de 1983. Segundo Gasques e Magalhães 1983 apud Berllato e Fontana (2011), as perdas na safra de grãos de 1983 acumulou perdas de 4.9 milhões de toneladas no Sul do Brasil, com prejuízo estimado em 780 milhões de dólares.

---

<sup>3</sup>Disponível em: [http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears\\_ERSSTv3b.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_ERSSTv3b.shtml).

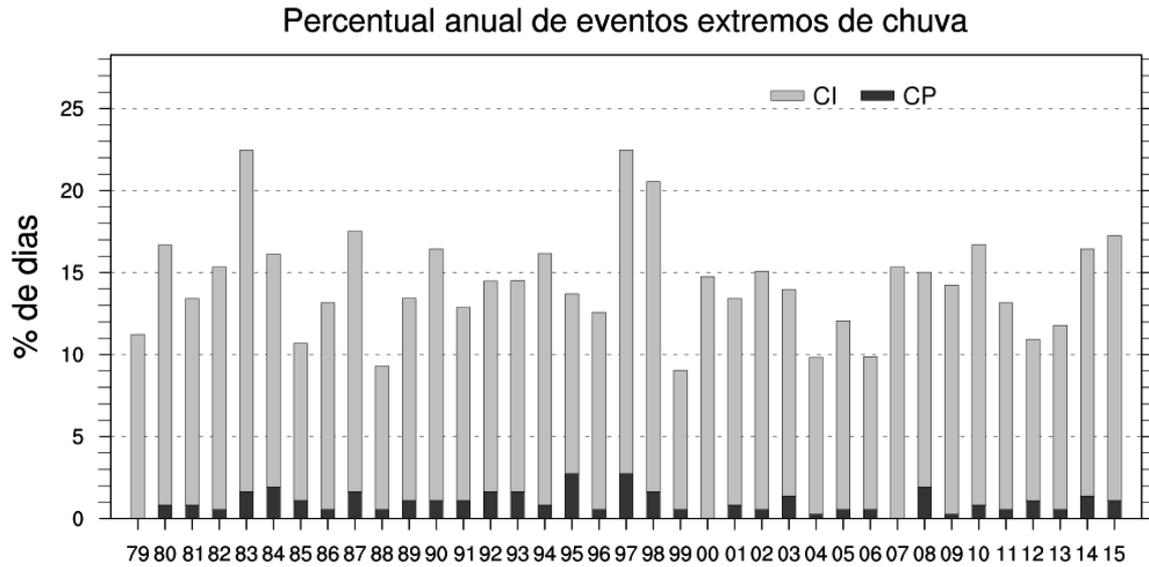


Figura 3 - Distribuição anual do número percentual (%) de dias com eventos extremos de chuva associados a CI e CP.

A figura 2 apresenta a distribuição mensal do número percentual de dias com eventos associados a CI e CP, que apresenta grande variabilidade ao longo do ano, sendo os meses de verão os que apresentam o maior número de dias com eventos CI, e o mês de agosto o menor número de dias com CI. Para os casos de CP, observa-se que os meses de janeiro e dezembro apresentam o maior número de dias com CP, e o mês de novembro com o menor número de dias associados a CP.

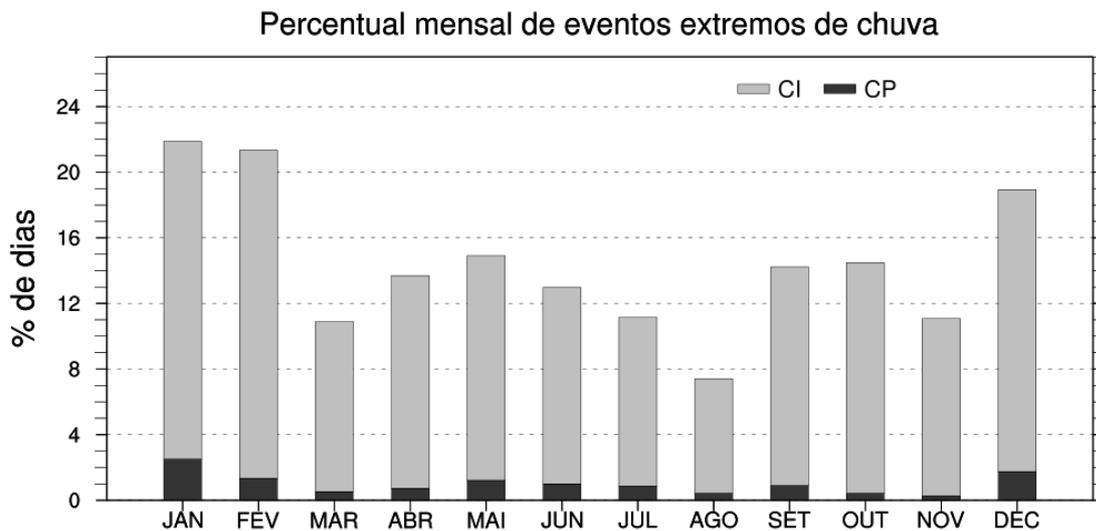


Figura 4 - Distribuição mensal do número percentual (%) de dias com eventos extremos de chuva associados a CI e CP.

O regime de precipitação no Sul do Brasil apresenta contrastes entre os setores norte e sul da região, em parte ocasionado pela sua localização geográfica e pelos efeitos do relevo acidentado (GRIMM, 2009a), o que reflete nos números de dias com eventos extremos de precipitação. A Figura 3 ilustra essa relação, apresentando a distribuição espacial do número total de dias e a precipitação média dos eventos associados a CI e CP. Em resumo, a análise desta figura mostra que o maior número de dias com eventos extremos de precipitação ocorre entre o extremo norte do Rio Grande do Sul e o sul do

Paraná, com destaque para os setores: litoral do Paraná, Norte Catarinense e Grande Florianópolis. Nas figuras 3(a) e (b) verifica-se que os eventos extremos de CI ocorrem especialmente no litoral do Paraná, com registro de 75 dias com eventos associados a CI, e em torno de 10 de dias associados à CP na região da Grande Florianópolis, Norte Catarinense e Sul Catarinense (classificação de mesorregiões do IBGE). As figuras 3(c) e (d) mostram a precipitação média observada nos eventos de CI e CP, respectivamente, e, através dela, verifica-se que as mesorregiões Sudeste e Sudoeste do Rio Grande do Sul, embora tenha o menor número de dias com CI (Figura 3a), registra a maior média de precipitação nos eventos de chuva extrema. Para os casos de CP, que também apresentou poucos dias com CP (Figura 3b), verifica-se a maior média no oeste da mesorregião Sudeste e no leste da mesorregião Sudoeste do Rio Grande do Sul (Figura 3d).

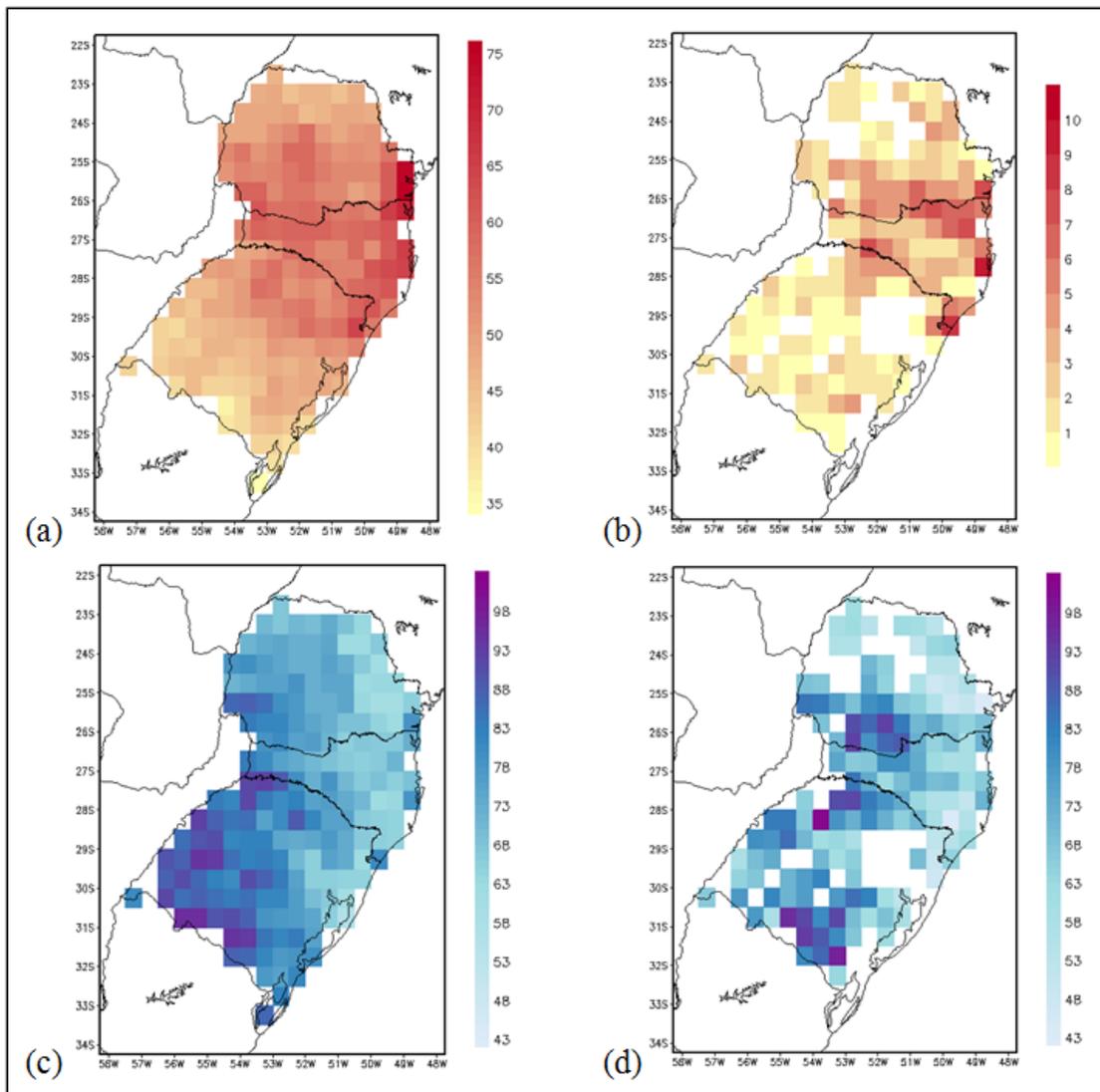


Figura 3 - Distribuição espacial do número de dias com eventos extremos associados a (a) CI e (b) CP e precipitação média ( $\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) dos casos de (c) CI e (d) CP.

## A INFLUÊNCIA DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL NOS EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO

Dos 1808 dias com eventos de chuva associados a CI verificou-se que 825 dias com CI ocorreu em períodos de neutralidade do fenômeno ENOS. Na fase quente do ENOS

foram encontrados 647 dias CI e nos períodos de La Niña houve 336 dias com eventos associados a CI (Tabela 1). Em relação ao número de eventos associados à CP verificou-se que 69 dias ocorreram em período de neutralidade, 43 dias ocorreram em El Niño e 23 em La Niña.

A relação entre o número de dias com evento associado ao fenômeno ENOS e o número de dias com CI e CP (Tabela 1) tem por objetivo mostrar a relação entre as fases do ENOS e o número de eventos extremos de chuva. Durante a fase quente do fenômeno é encontrado a maior frequência de dias com eventos de CI (CP), com extremos de precipitação ocorrendo em 17.16% (1.14%), enquanto que nos períodos de Neutralidade e La Niña, a frequência de dias com CI (CP) são semelhantes, e em torno de 12% (0.8%). A maior frequência de eventos extremos em períodos de El Niño concorda com os resultados apresentados por Grimm e Tedeschi (2009).

Tabela 1 – Número de dias com eventos CI e CP e frequência em relação ao total de dias, conforme fase do fenômeno ENOS\*.

	El Niño	Neutro	La Niña
Chuva Intensa – CI	647 (17.16%)	825 (11.72%)	336 (12.28%)
Chuva Persistente – CP	43 (1.14%)	69 (0.98%)	23 (0.84%)

\*Nível de significância estatística de 99%.

A distribuição sazonal do número de dias com eventos de chuva associados a CI e CP (Figura 4) mostrou que o menor número de dias para eventos de CI ocorre no inverno (Figura 4a) e na primavera para CP (Figura 4b), sendo o verão a estação preferencial para ocorrência de eventos extremos com 628 dias com CI, e 63 dias com CP.

A figura 4 mostra a distribuição sazonal do número de dias com eventos CI/CP, classificados conforme a fase do fenômeno ENOS. Nela observa-se que o maior número de dias CI/CP ocorre em nos períodos de neutralidade do fenômeno, sendo a primavera dos casos de CI a exceção. No entanto, a relação entre o total sazonal de dias associado ao fenômeno ENOS e o número sazonal de dias com CI/CP, assim como na tabela 1, mostra com maior precisão a relação do fenômeno ENOS e o número de casos, já que os períodos de neutralidade ocorrem com muito mais frequência. Entre os anos de 1979 e 2015, houve o registro de 77 trimestres (7.038 dias) com neutralidade no fenômeno, 41 trimestres (3.770 dias) com El Niño e 30 trimestres (2.737 dias) com La Niña.

Na tabela 2 verifica-se que em todas as estações do ano a frequência de eventos CI é maior para os períodos de El Niño, já nos períodos de La Niña e Neutralidade a frequência de ocorrência de CI é semelhante em ambas as fases do fenômeno. Para os casos de CP, nos períodos de verão e outono de El Niño é quando ocorre a maior frequência relativa de eventos, enquanto que nas estações de inverno e primavera de períodos Neutros que há a maior frequência relativa.

Tabela 2 – Número de dias com eventos CIN/CIA e CPN/CPA e frequência em relação ao total de dias, conforme fase do fenômeno ENOS.

	El Niño				Neutro				La Niña			
	CI	%	CP	%	CI	%	CP	%	CI	%	CP	%
Verão	234	21.01	23	2.06	247	17.13	25	1.73	147	18.06	15	1.84
Outono	140	19.02	11	1.49	211	10.42	16	0.79	69	10.71	1	0.16
Inverno	95	11.47	4	0.48	200	9.45	19	0.90	36	7.83	3	0.65
Primavera	178	16.30	5	0.46	167	11.47	9	0.62	84	10.26	4	0.49

\* Nível de significância estatística de 99%

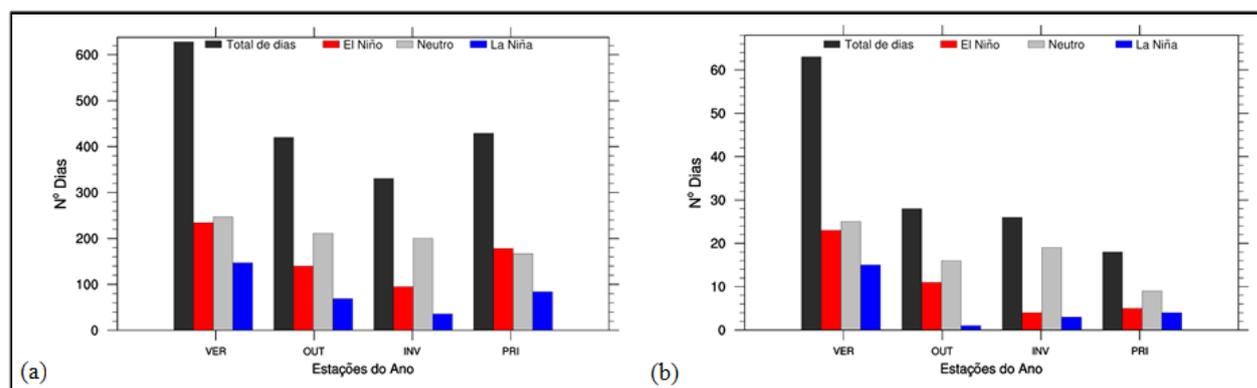


Figura 4 - Distribuição sazonal do número de dias com eventos extremos associados a (a) CI e (b) CP, separadas por fase do fenômeno ENOS.

A espacialização do número de dias de CI e CP em cada fase do ENOS é apresentada na figura 5, e através dela nota-se que os eventos extremos de precipitação associados a CI ocorrem com certa homogeneidade no Sul do Brasil. No entanto, nos casos de CIE (Chuva intensa em El Niño) (Figura 5a), a região noroeste do Rio Grande do Sul, Santa Catarina (SC) e litoral do Paraná há um número de dias relativamente maior quando comparado às demais regiões. O mesmo ocorre para Chuva CIN (Intensa em períodos de Neutralidade) na região Nordeste do Rio Grande do Sul, Sul Catarinense e Sudoeste Paranaense (Figura 5b). Comparando o número de dias de CIE e CIN percebe-se que a região preferencial de ocorrência de extremos de precipitação durante a fase quente do ENOS localiza-se no noroeste do Rio Grande do Sul e norte Catarinense, e nos períodos de neutralidade no nordeste do RS e oeste do Paraná. Já nos períodos de La Niña, o número total de dias com CIL (Chuva intensa em períodos de La Niña) é menor comparado aos períodos de neutralidade e El Niño, com um maior número de dias nas regiões Nordeste do Rio Grande do Sul e leste de Santa Catarina e Paraná (Figura 5c).

Nos eventos extremos associados à CP (Figura 5d-f) a região Norte Catarinense e Sudeste Paranaense são as que registram o maior número de casos CPE (Chuva Persistente em períodos de El Niño) (Figura 5d), enquanto que nos períodos de neutralidade do ENOS os eventos extremos de precipitação associados a CPN (Chuva Persistente em períodos de Neutralidade) se distribuem em maior parte do estado de SC, com um máximo próximo a região de Chapecó, especificamente na divisa entre os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Nos períodos com o fenômeno La Niña verifica-se o maior número de dias CPL (Chuva Persistente em períodos de La Niña) na Grande Florianópolis e extremo Sul Catarinense (Figura 5f).

Ao comparar as diferentes fases do fenômeno ENOS, o estado de Santa Catarina e o sul do Paraná são as regiões preferenciais para ocorrência de CP tanto em períodos de El Niño como em La Niña.

A precipitação média observada em cada fase do fenômeno ENOS é apresentada na figura 6. Através dela verifica-se que os maiores valores para eventos associados à PCIE e PCIN (Figura 6a e 6b, respectivamente), são observados nas mesorregiões do Sudoeste Rio-grandense, Centro-Occidental Rio-grandense e sudoeste da mesorregião Noroeste Rio-grandense. É importante destacar que nestas regiões houve um menor número de dias com CIE e CIN (Figura 6a e 6b), com um volume médio de precipitação maior nos eventos associados a períodos de El Niño em comparação aos períodos de Neutralidade. A precipitação média na fase fria do ENOS (PCIL) apresentou maior média no norte da mesorregião Noroeste Rio-grandense e no Sudoeste Paranaense (Figura 6c).

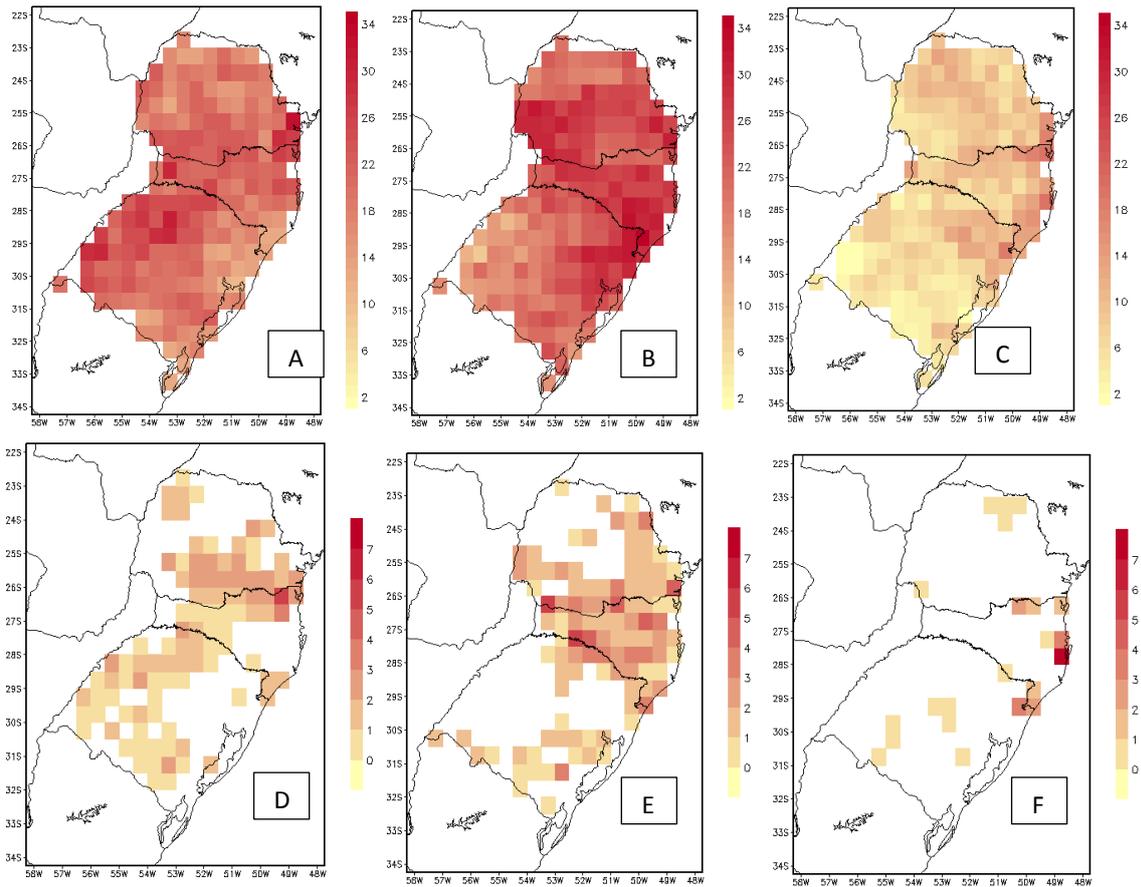
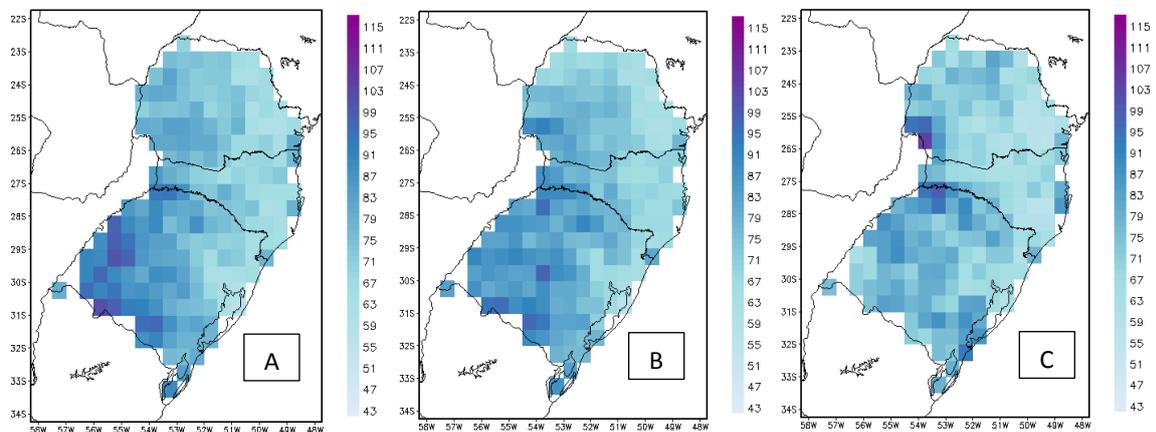


Figura 5 - Distribuição espacial do número de dias com eventos extremos associados à Chuva Intensa (CI) em períodos de (a) El Niño (CIE), (b) Neutro (CIN), (c) La Niña (CIL), e Chuva Persistente (CP) em períodos de (d) El Niño (CPE), (e) Neutro (CPN), (f) La Niña (CPL).



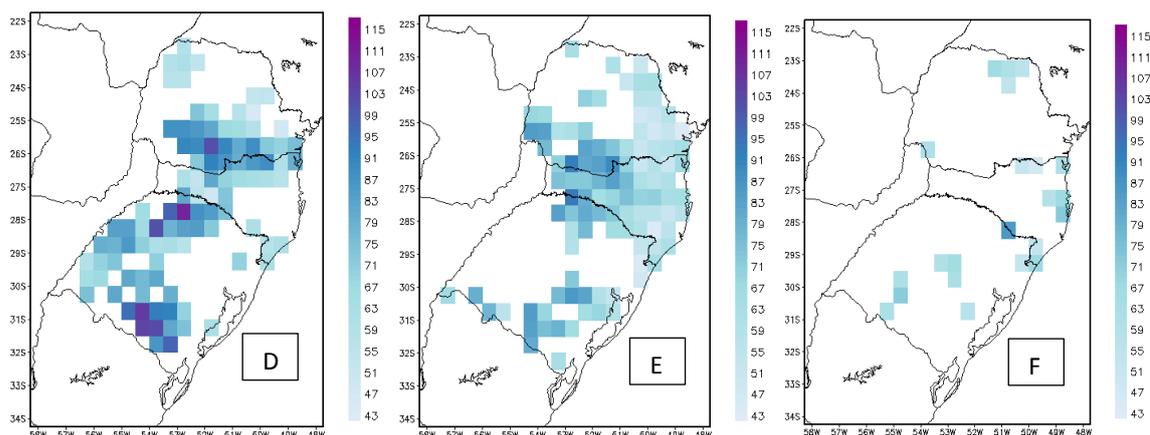


Figura 6 - Precipitação média observada ( $\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) em eventos extremos associados à Chuva Intensa (CI) em períodos de (a) El Niño (PCIE), (b) Neutro (PCIN), (c) La Niña (PCIL), e Chuva Persistente (CP) em períodos (d) El Niño (PCPE), (e) Neutro (PCPN), (f) La Niña (CPL).

A análise da precipitação média nos eventos de chuva associados à CP mostra que nos períodos de El Niño (PCPE) o maior volume médio ocorre nas mesorregiões do Sudeste Rio-grandense e nordeste Rio-grandense (Figura 6d), região com menor número de dias de CPE. Nos períodos de neutralidade (PCPN) e de La Niña (PCPL) o volume médio de precipitação se distribui uniformemente nos pontos de grade em que se registrou algum evento extremo de precipitação associada à CP (Figura 6 e 6f).

Com base nas figuras 5 e 6, pode se afirmar que os eventos extremos CI e CP nos períodos de El Niño e Neutralidade embora ocorram com menor frequência na metade sul do RS são mais intensos, já que apresentam maior média de precipitação quando comparado com as regiões de maior frequência de dias de CI e CP (Figura 5). Ao mesmo tempo, o estado de SC é uma região preferencial para ocorrência de eventos extremos de precipitação, em especial nos meses de El Niño e nos casos de CP.

## CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho podem ser resumidos nos seguintes pontos:

- Em relação ao critério de classificação de Chuvas Intensas e Persistentes (CI) e (CP) os resultados permitiram identificar que há uma nítida relação entre a intensidade e persistência da precipitação durante os episódios detectados, mostrando que em 90% dos casos os eventos foram intensos e persistentes ao mesmo tempo.
- Os resultados mostraram que embora haja grande variabilidade dos eventos CI e CP, observou-se um elevado número de dias coincidentes com os eventos mais intensos de El Niño, ao mesmo tempo em que houve um reduzido número de casos nos eventos de La Niña moderada a forte.
- Existe grande variabilidade ao longo do ano dos eventos extremos, ficando evidente que em todos os meses de verão há um maior número de dias com eventos CI, e o mês de agosto o de menor número de dias. Nos casos de CP, observou-se que os meses de janeiro e dezembro apresentaram o maior número de dias e o mês de novembro com o menor número de dias.
- Embora haja um elevado número de eventos entre o norte do RS e o PR, verificou-se que as regiões preferenciais para ocorrência de extremos são o litoral do PR, nos casos de CI, e nos casos de CP são as regiões da Grande Florianópolis, norte catarinense e sul catarinense. No entanto, a maior precipitação média destes eventos não está diretamente relacionada ao maior

número de eventos, já que as mesorregiões sudeste e sudoeste do RS apresentam um menor número de dias com CI e maior média de precipitação.

- Sazonalmente foi verificado o menor número de dias com eventos de CI ocorre no inverno e primavera para CP, sendo o verão a estação preferencial para ocorrência de eventos extremos com 628 dias (34.7%) com CI, e 63 dias (46.7%) com CP.
- A influência do ENOS nos eventos extremos de precipitação, tanto Intensos como Persistentes, mostrou a forte influência do El Niño, ainda que haja um número mais elevado de casos em períodos de neutralidade, a análise em relação à frequência de dias evidenciou que os eventos extremos são mais frequentes na fase quente do fenômeno, concordando com resultados apresentados por Grimm e Tedeschi (2009). No entanto, durante os meses de inverno e primavera de Neutralidade do ENOS há maior frequência de eventos persistentes, coincidindo com a recente enchente na região do Vale do Itajaí, no mês de junho de 2017, período caracterizado como Neutro.
- É importante destacar que os meses com neutralidade do fenômeno ENOS ocorrem em número consideravelmente maior comparado com as fases fria e quente, resultando em um número maior de casos nesta fase, por isso, a análise de frequência relacionando o número de dias do fenômeno e o total de dias de ocorrência dos eventos em cada fase evidencia com maior precisão a atuação do fenômeno frente aos eventos extremos.
- Espacialmente os eventos intensos ocorreram com certa homogeneidade em todos estados do Sul do Brasil para todas as fases do ENOS, e o mesmo não foi verificado nos eventos persistentes, observou-se claramente que o estado de Santa Catarina e o sul do Paraná são as regiões preferenciais para ocorrência de CP, com destaque para o período Neutro.

Por fim, a análise apresentada mostra a complexidade em analisar eventos extremos de precipitação trazendo uma nova abordagem ao distinguir os fenômenos de curta duração, aqui tratados como Intensos, e os de maior duração nomeados como Persistentes. A compreensão destes tipos de eventos e sua espacialização fornecerão instrumentos para correlacionar os resultados aqui apresentados com diversas áreas do conhecimento, como por exemplo, a comparação entre o número de eventos e a ocorrência de inundações bruscas e graduais, sendo esta uma sugestão para trabalhos futuros. A influência do ENOS nos eventos extremos do Sul do Brasil concordou com trabalhos já apresentados na bibliografia, no entanto, a divisão entre o caráter persistente mostrou que nos períodos de neutralidade, em meses de inverno e primavera, há um elevado número de eventos no estado de Santa Catarina, coincidindo com enchentes e inundações de grande impacto social, como as ocorridas em 2011 e 2017 no Vale do Itajaí, as quais foram em período de neutralidade.

## **AGRADECIMENTOS**

O primeiro autor agradece ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, ao Programa Demanda Social (DS) da CAPES, pelo apoio financeiro durante parte do trabalho, sendo este estudo parte de sua tese de doutorado.

## REFERÊNCIAS

- BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no estado do rio grande do sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 1, p. 119–125, 1999.
- BRITTO, F.P.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no rio grande do sul: influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, 2008.
- CARDOSO, C.; QUADRO, M.F.L. Análise comparativa de dados de precipitação gerados pelo “Climate Prediction Center–CPC” versus dados observados para o Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 4, 2017.
- GANDIN, L.S.; HARDIN, R. **Objective analysis of meteorological fields**. [S.l.]: Israel program for scientific translations Jerusalem, 1965.
- GASQUES, J.G.; MAGALHES, A. Climatic anomalies and their impact in Brazil during the 1982–83 ENSO event. **The Societal Impacts Associated with the**, v. 83, p. 30–36, 1982.
- GRIMM, A. Clima da região sul do brasil. In: I. F. CALVANCANTI, N.J. FERREIRA, M.G. SILVA; M.A. DIAS, **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009a.
- GRIMM, A. Variabilidade interanual do clima no brasil. In: I. F. CALVANCANTI; N.J. FERREIRA; M.G. SILVA; M.A. DIAS, **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009b.
- HERRMAN, M.L.P.; KOBIYAMA, M.; MARCELINO, E. Inundação gradual. In: **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina (IHGSC)/Cadernos Geográficos - GCN-UFSC, p. 115–122, 2014.
- KOBIYAMA, M.; CHECCHIA, T.; SILVA, R.V.; SCHRÖDER, P.H.; GRANDO, Â.; REGINATTO, G.M.P. “Papel da comunidade e da universidade no gerenciamento de desastres naturais”. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais**, GEDN/UFSC, Florianópolis, pp. 834-846 (CD-ROM), 2004.
- KOUSKY, V.; HIGGINS, R. An alert classification system for monitoring and assessing the ENSO cycle. **Weather and Forecasting**, v. 22, n. 2, p. 353–371, 2007.
- MARCELINO, E.V.; GOERL, R.F.; PARIZOTO, D.G.V.; OLIVEIRA, C.A.F.; MURARA, P.G. Inundação brusca. In: **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010**. (Org.) Maria Lúcia de Paula Herrmann. 2. ed. atual. e rev.- Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 219 p., 2014.
- OLIVEIRA, G.S.; SATYAMURTY, P. O El Niño de 1997/98: evolução e impactos no Brasil. 1998. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Gilvan\\_Sampaio/publication](https://www.researchgate.net/profile/Gilvan_Sampaio/publication)>. Acesso em: 11 jul. 2017.
- REBELLO, E.; CADIER, E.G. Anomalias climáticas e seus impactos no Brasil durante o evento “El Niño” de 1982-83 e previsão para o evento “El Niño” de 1997-98. (Org.)

CADIER, E.G. et al.: **Consecuencias climáticas e hidrológicas del evento El Niño a escala regional y local: incidencia en América del Sur**. Montevideo: Edición Internet. Unesco, 1998.

SILVA, V.B; KOUSKY, V.E, SHI, W; HIGGINS, R.W. An improved gridded historical daily precipitation analysis for Brazil. **Journal of Hydrometeorology**, v. 8, n. 4, p. 847–861, 2007.

## 5. EXTREMOS DE TEMPERATURA E SAÚDE PÚBLICA: UMA PROPOSTA PARA SISTEMA DE ALERTA DE ONDAS DE FRIO E CALOR

Rafael Brito Silveira<sup>1</sup>  
Maikon Passos Amilton Alves<sup>2</sup>  
Daniel Pires Bitencourt<sup>3</sup>

### RESUMO

As ondas de frio e calor são causa de doenças na população de diversos países do mundo. No Brasil, tanto os extremos de frio quanto de calor são recorrentes e os seus impactos na saúde pública já foram registrados por alguns estudos. A minimização desses impactos requer muitos investimentos em pesquisa, tecnologia, políticas públicas e treinamento da população e usuário final da saúde. Com intuito de contribuir com parte desses investimentos, apresenta-se nesse artigo uma rápida revisão sobre os efeitos do frio e calor na saúde humana e propõe-se uma sistemática organizacional para os alertas de ondas de frio e de calor. A consulta bibliográfica foi realizada em bases de dados aleatórias, através de termos livres, sem uso de descritores, com ano de publicação igual ou superior a 2000 e limitando-se aos idiomas inglês, português e espanhol. Já a proposta de alerta para ondas de frio e calor foi baseada nas experiências profissionais dos autores e histórico de pesquisas e projetos do Departamento de Geociências do curso de Geografia da UFSC. Uma das principais recomendações apresentadas neste trabalho diz respeito à necessidade de padronização tanto do método de identificação dos eventos ondas de frio e de calor como da comunicação dos alertas.

**Palavras-chave:** frio; calor; saúde pública; evento extremo.

### INTRODUÇÃO

A relação entre os extremos de temperatura e a saúde pública tem sido amplamente estudada e comprovada por vários autores. De acordo com Gasparrini et al. (2015) e Orru; Åström (2017), tanto o frio como o calor são responsáveis por alterações na taxa de mortalidade. E, com o advento das mudanças climáticas, muitos países tem demonstrado grandes preocupações com os impactos dos extremos de temperatura, nas formas de Ondas de Frio (OdF) e Ondas de Calor (OdC), sobre a saúde pública.

A crescente elevação das temperaturas globais verificado nas últimas cinco décadas (WMO, 2017) tem sido favorável para o aumento do risco de eventos atmosféricos extremos, tais como as OdC (IPCC, 2014). Conforme o *5º Assessment Report*, ao longo do século XXI, é muito provável que os extremos de calor sejam mais frequentes e que os extremos de frio sejam menos recorrentes na maioria dos continentes. Contudo, apesar desses indicativos, os extremos de frio ocasionais continuarão a ocorrer, sempre com mais evidência nos meses de inverno. Se por um lado a menor ocorrência de dias e noites frias em áreas continentais é tida como “virtualmente certa” para o final deste século (IPCC, 2013, p. 7,20), por outro lado existe uma vertente científica, menos evidente, que indica arrefecimento das temperaturas na maior parte do planeta, atrelada a tendência de baixa atividade solar (Ciclo de Gleissberg) e a nova fase fria do oceano Pacífico, até 2030 (MOLION, 2008).

---

<sup>1</sup>Geógrafo (UFSC), Mestre em Geografia (UFSC), Doutorando em Geografia (PPGG/UFSC), LabClima - GCN/UFSC - (rafael.brito@posgrad.ufsc.br).

<sup>2</sup>Geógrafo (UFSC), Mestre em Geografia (UFSC), Doutorando em Geografia (PPGG/UFSC), LabClima - GCN/UFSC.

<sup>3</sup>Meteorologista (UFPel), Mestre em Meteorologia (INPE), Doutor em Física (UFSC), Pesquisador na Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO).

De acordo com o *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED) (2017), por meio do *International Disasters Database* (EM-DAT), entre os anos de 1900 e 2016 ocorreram 289 OdF e 182 OdC em todo o globo (Tabela 1). Nesse levantamento foi mostrado que o continente com o maior número de OdF é a Europa (133 casos) e o com o maior número de OdC é a Ásia (70 casos). Conforme tabela 1, percebe-se claramente que, em paralelo ao fato das OdF serem mais numerosas, atingindo um número maior de habitantes ao redor do mundo, as OdC provocam um número mais expressivo tanto de mortes quanto de danos econômicos.

Tabela 2 - Ocorrência de OdF e OdC nos continentes, entre os anos de 1900 e 2016.

Continentes	Evento		Mortes		Afetados		Danos estimados (mil US\$)	
	OdF	OdC	OdF	OdC	OdF	OdC	OdF	OdC
África	7	8	73	291	1.757.605	47.000	47.000	809
Américas	66	34	3.323	6.107	4.645.272	20.221	10.833.850	9.025.000
Ásia	83	70	8.566	16.019	7.073.889	212.158	3.193.133	419.000
Europa	133	63	5.405	138.544	964.655	2.120	2.424.301	12.763.050
Oceania	0	7	0	509	0	4.602.784	0	200.000
Total	289	182	17.367	161.470	14.441.421	4.884.283	16.498.284	22.407.859

Fonte: [CRED/EM-DAT, 2017](#). Organizado pelos autores.

Tanto o levantamento na escala global, apresentado por CRED/EM-DAT, como os registros realizados em bases de dados nacionais, tais como o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), subnotificam as ocorrências de OdF e OdC no Brasil. Essas bases de dados divergem uma da outra e ambas são diferentes das constatações apresentadas em trabalhos científicos. Isso se deve, principalmente, pelas distintas metodologias de identificação dos eventos e diferentes formas de coleta de dados.

Alguns autores investigaram as OdF e OdC com uso de dados observados de um único local ou, especialmente, para determinadas áreas brasileiras. Silveira (2016), analisando dados do município de São Joaquim, Santa Catarina (SC), encontrou 105 OdF entre 1984 e 2013. Alves (2016), que estudou exclusivamente o inverno no período de 1983 a 2013, encontrou de 50 a 93 OdF nas onze zonas agroecológicas de SC. Lembra-se ainda que neste estado as OdF eventualmente são muito intensas, tal como a abrangente nevasca ocorrida nos dias 22 e 23 de julho de 2013 e documentada por (FERNANDES et al., 2016). Reboita et al. (2015, p. 78) identificaram 76 OdF entre 1965 e 2013 no sul de Minas Gerais (MG). Silveira (2016, p. 40), ao estudar as temperaturas extremas no Rio Grande do Sul (RS) entre 1992 e 2009, encontrou 384 supereventos (nomenclatura atribuída pela autora) de calor e 269 de frio. Firpo et al. (2012, p. 102,103), utilizando 10 estações meteorológicas do RS, observaram dentre as estações uma variação nas ocorrências, de 40 a 61 OdF e de 31 a 56 OdC entre 1967 e 2005. Analisando dados pontuais do RS, Ribeiro e Nunes (2011) e Streck et al. (2011) identificaram alterações na conduta da temperatura do ar, com aumento da frequência (a partir de 2000) e intensidade (a partir da década de 1970) dos eventos de calor. Com dados de temperatura máxima diária de todo o Brasil, Bitencourt et al. (2016) verificaram que as OdC tem sido mais intensas, duradouras e frequentes a partir de 1999, podendo atingir valores de 40°C ou mais em algumas áreas (BITENCOURT et al., 2015) do centro-sul brasileiro.

Além dos efeitos diretos dos extremos de temperatura, há ainda outros aspectos importantes que devem ser considerados e que possuem forte influência nos impactos do frio ou calor sobre a saúde. Estes aspectos estão ligados às condições de vida das pessoas, tais como a atividade laboral, a saúde individual, incluindo a pré-existência de doenças, a aclimação às condições térmicas em que a pessoa vive e o grau de vulnerabilidade socioeconômica em que o indivíduo está inserido. Este último é fortemente marcado pelas desigualdades sociais e pelas diferentes capacidades de adaptação e resiliência (GUEVARA et al., 2006; BARCELLOS et al., 2009; LANDA, 2012).

Para o IPCC (2001), a vulnerabilidade aos efeitos do clima (OdF e OdC, por exemplo), define-se como “o grau de suscetibilidade de indivíduos/sistemas e sua incapacidade de resposta aos efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo as variabilidades climáticas e os eventos extremos”. Para Metzger e Schröter (2006), Canário et al. (2010) e Blaikie (2014), a vulnerabilidade tem relação com as características individuais/grupais ou contextuais que determinam as capacidades de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se dos impactos ligados aos fatores climáticos perigosos. É claramente perceptível que as OdF e OdC afetam preponderantemente os mais pobres, uma vez que a situação financeira destes reflete nas más condições de habitação, de vestimenta, de trabalho e, ainda, impõe para esta parcela da população grandes dificuldades de acesso aos serviços de saúde, especialmente nos países em desenvolvimento. Lembra-se também que, os mais afetados, principalmente com problemas respiratórios e cardiovasculares, são as crianças e idosos, pois possuem menor autonomia ou maior dependência de terceiros (GUERREIRO, 2011).

Diante do exposto, objetiva-se aqui mostrar uma breve revisão da literatura, abordando os efeitos negativos dos extremos de temperatura na saúde pública, assim como registros da ocorrência desses extremos no Brasil. Além disso, é proposto neste artigo um esquema organizacional do sistema de geração, comunicação e aplicação de alertas direcionado à saúde pública, onde, conforme enfatizado anteriormente, a vulnerabilidade socioeconômica da população atingida pelas OdF e OdC possui papel altamente importante.

## **METODOLOGIA**

A bibliografia referente aos estudos de OdF e OdC, tanto abordando os aspectos climatológicos desses eventos quanto os impactos dos extremos de temperatura sobre a saúde, foi consultada sob as seguintes considerações: (i) buscas realizadas em base de dados aleatórias, todas via INTERNET, através de termos livres, sem uso de vocabulário controlado (descritores); (ii) ano de publicação igual ou superior a 2000 e (iii) idioma em inglês, português e espanhol. No caso dos estudos realizados para o Brasil, dentro da limitada disponibilidade de artigos científicos relacionados a estes temas, focou-se relativamente mais aos trabalhos realizados para o estado de SC.

No caso da proposta de um sistema de alerta de OdF e OdC, a mesma foi formulada com base nas experiências profissionais dos autores, assim como nas pesquisas e projetos desenvolvidos nos últimos anos junto ao Departamento de Geociências do curso de Geografia, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Este sistema de alerta é conceitual e a sua aplicabilidade depende do desenvolvimento de estudos específicos.

## **EVENTOS EXTREMOS DE TEMPERATURA**

O Brasil é composto de áreas tropicais e subtropicais, sendo as latitudes mais altas atingidas por sistemas de alta pressão (massas de ar frio) relativamente mais intensas entre o final de outono e início da primavera (CAVALCANTI e KOUSKY, 2009). Com isso, principalmente nos meses de inverno, as temperaturas atingem valores bastante baixos, por vezes negativos, podendo perdurar por vários dias consecutivos. Por outro lado, ao longo de todo o ano na área tropical e entre final da primavera e início do outono na área subtropical, são as altas temperaturas que predominam, superando algumas vezes o valor de 40°C.

## **ONDAS DE FRIO**

A saúde é um dos setores mais impactados nos episódios de frio extremo. Problemas respiratórios e circulatórios podem ser potencializados pelas OdF, todavia, outras variáveis condicionantes podem existir, como, por exemplo: má alimentação, habitações

inadequadas, falta de acesso aos serviços de saúde, ser fumante ou não, falta de exercícios físicos e outros problemas de saúde pré-existentes (MURARA, 2012, p.77,78). Por isso, os danos provocados pelas OdF estão muitas vezes mais relacionados com a vulnerabilidade de determinadas populações, do que propriamente com a intensidade do evento (CASTRO, 2003). As populações mais vulneráveis são constituídas por idosos, enfermos e crianças, principalmente quando estes são pertencentes a populações de baixa renda, desabrigados e/ou desprovidos de agasalhos.

A exposição a condições extremas de frio influencia a saúde humana, podendo afetar o desempenho e a motivação (WHO, 2004; IPCC, 2012) e, em situações mais críticas, pode levar o indivíduo a morte. Muitos estudos demonstram a relação entre extremos de temperatura baixa (OdF) com problemas de saúde (morbidade e mortalidade), sejam por doenças respiratórias ou circulatórias (WILKINSON et al., 2001; DONALDSON e KEATING, 2003; HEALY, 2003; ZAMORANO et al., 2003; LOMBORG, 2005; CARSON et al., 2006; MORABITO et al., 2006; MURARA et al., 2010; IKEFUTI e BARROZO, 2014; MATEUS, 2014; GASPARRINI et al., 2015; TOBIÁS et al., 2017). Pneumonia, influenza (gripe) e crises de asma geralmente ocorrem com maior frequência nos meses inverniais. O agravamento das enfermidades respiratórias por exposição ao frio ocorre por conta dos efeitos no epitélio da via aérea, tecido que reveste a mucosa das fossas nasais. Além disto, o hábito de permanecer em locais fechados por mais tempo com intuito de se aquecer acaba agravando o índice de infecções virais (BRASIL, 2014).

Em relação às enfermidades circulatórias, o declínio da temperatura ambiente favorece o declínio da temperatura corporal, que por sua vez ativa os mecanismos homeostáticos humanos para o controle do equilíbrio entre meio externo e interno. Com isso, o organismo responde através da vasoconstrição, aumentando o fluxo dos vasos sanguíneos e desencadeando problemas no aparelho respiratório. As baixas temperaturas causam contração das artérias para ajudar o corpo humano a reter o calor. Mas, devido ao estreitamento dos vasos sanguíneos, possíveis placas de gordura e coágulos podem bloquear o fluxo de sangue para o coração, causando graves problemas. Por mais que tal ação corporal seja uma defesa natural do organismo, a vasoconstrição pode aumentar o risco de infarto, acidente vascular cerebral e outras doenças isquêmicas do coração (TORTORA, 2000; FM/UFMG, 2014).

Em São Joaquim, região serrana catarinense, Silveira (2016) aponta que durante os episódios de OdF, as doenças respiratórias são mais expressivas do que as circulatórias, especialmente para o sexo feminino. As enfermidades do aparelho circulatório atingem mais os idosos e mulheres, notadamente nos casos de infarto do miocárdio. Quanto aos problemas respiratórios, o grupo etário mais atingido é dos jovens ( $\leq 14$  anos), principalmente diante da asma, afetando mais ao sexo masculino. Notou-se que os grupos mais vulneráveis são de fato aqueles que a bibliografia aponta como sendo os de menor autonomia, ou seja, os jovens e os idosos (SILVEIRA, 2016).

Segundo Castro et al. (1995), as OdF na América do Sul (AS) são mais recorrentes entre maio e setembro, com predominância nos meses inverniais. A queda brusca de temperatura normalmente é acompanhada de ventos, os quais contribuem para acentuar a sensação de desconforto térmico. Estes eventos possuem grande relevância, tanto do ponto de vista socioeconômico (agricultura, transportes, turismo, saúde pública) quanto do propósito da pesquisa, sendo estas direcionadas a previsibilidade do fenômeno (PEZZA e AMBRIZZI, 2005).

Não existem muitos trabalhos sobre OdF com abrangência em áreas mais extensas no Brasil. Para a região Sul, Marengo e Camargo (2008) constataram que a presença de eventos de El Niño mais intensos e frequentes favorecem um aumento da temperatura mínima observada no período noturno. Alves (2016) realizou um estudo climatológico sobre as OdF inverniais em SC, no período de 1983 a 2013, e constatou que em pelo menos uma das onze estações meteorológicas avaliadas ocorrem OdF todo o ano, com média de 4,2

eventos por inverno/ano. Os anos em que ocorreram maior número de OdF foram 1993 (11) e 1990 (7). As localidades de SC com maiores médias anuais de OdF no inverno são Caçador, São Joaquim, Campos Novos e Chapecó, com ocorrências entre 2,1 e 3 eventos ao ano (Figura 1). Já as estações que registraram menor incidência de OdF (entre 1,7 a 1,8 eventos/ano) foram São José, Urussanga, Itajaí e Itapiranga. Para Alves (2016) nesta distribuição influem além das trajetórias sazonais dos sistemas polares, também os fatores geográficos. A presença de uma área costeira em concomitância com uma região continental exerce grande influência nas temperaturas, gerando regiões agroecológicas diversificadas. A altitude, devido aos distintos relevos e a exposição de vertente que SC apresenta, faz com que exista grande variabilidade de região para região.

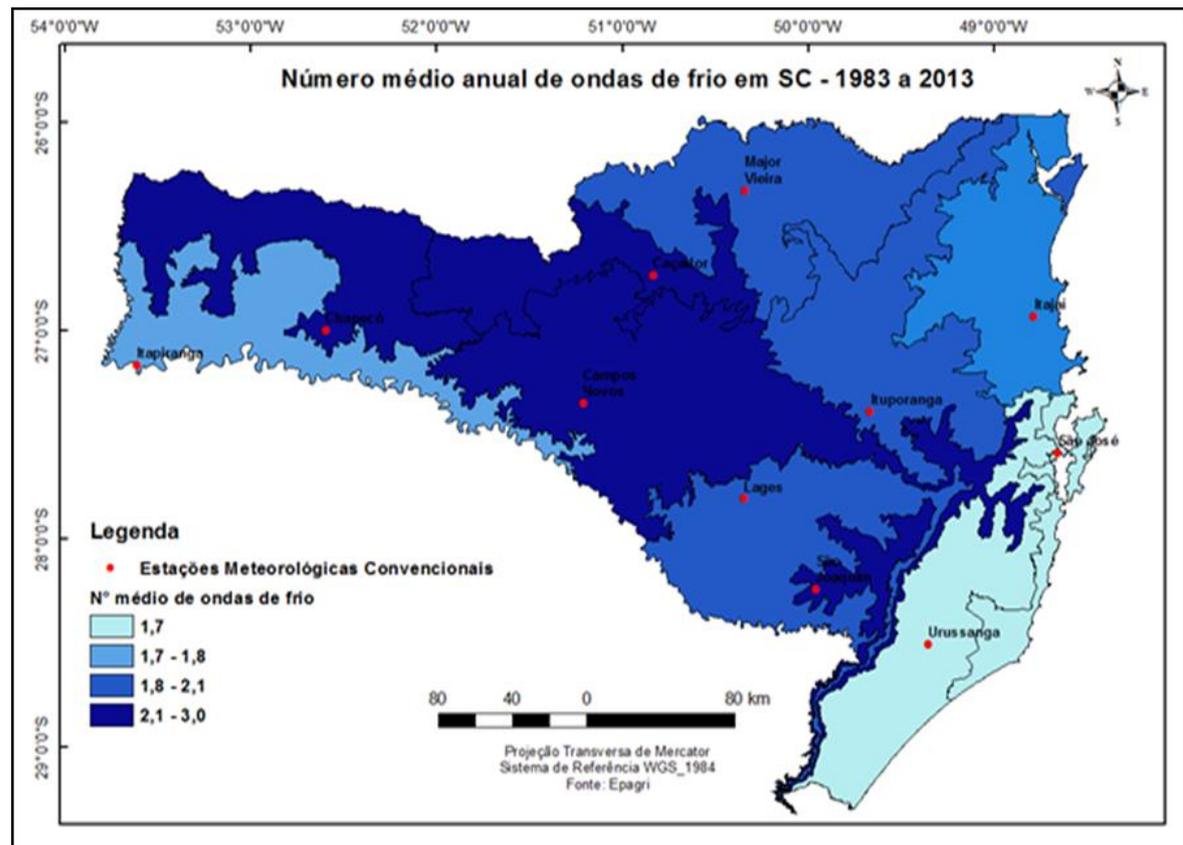


Figura 1 - Frequência média anual de OdF por estações agroecológicas, SC, entre 1983-2013. Fonte: Alves (2016).

## ONDAS DE CALOR

Os efeitos do calor nos seres humanos passam a ser prejudicial à saúde quando ocorre a chamada sobrecarga térmica, ou seja, quando a carga de calor recebida pelo corpo é excessiva e crítica. Vale lembrar que a sobrecarga térmica não é provocada exclusivamente pelas condições de calor ambiental, mas também é consequência do calor metabólico produzido pelo próprio corpo, essencialmente associado ao tipo de atividade desenvolvida pela pessoa. Por exemplo, se considerarmos as atividades de esporte amador e de trabalho na limpeza pública, teremos claramente duas situações distintas em que a segunda é, sem dúvida, a mais vulnerável, dada a necessidade de cumprimento de tarefas, executando esforços contínuos e sem opção de ajustes na rotina diária. Já no caso de um esportista amador, este tem condições para optar por locais, horários e vestimentas mais adequadas para executar a atividade. No Brasil, péssimas condições de trabalho, carga de trabalho pesada e excessivo calor ambiental são apontados por Bitencourt et al. (2012) como causas

de mortes súbitas ocorridas entre cortadores de cana-de-açúcar. Também se deve considerar os aspectos ligados à pré-disposição a doenças e qualidade de vida do indivíduo e, ainda, o nível de vulnerabilidade socioeconômica ao qual a pessoa está inserida.

Quando o equilíbrio térmico é quebrado, estabelecendo-se a sobrecarga térmica, o indivíduo recebe mais calor do que pode dissipar. Em consequência, a temperatura interna do corpo alcança perigosos valores superiores a 38°C. E, quanto maior são esses valores, maiores são os efeitos fisiológicos provocados pelo calor. Os primeiros sintomas podem se manifestar na pele, que fica mais seca e quente. Pode ainda ser verificada sudorese profunda, calafrios, dor de cabeça e fadiga severa. Em situações mais críticas, a pessoa pode apresentar fala ininteligível e sofrer alucinações, tonturas e desmaios. No último estágio, os sintomas podem evoluir para a insolação, que é doença mais grave decorrente do calor. Nesse nível de impacto, se a pessoa não for tratada de imediato, pode ser levada à morte (KNOCHEL, 1989).

A associação entre a exposição ao calor e a saúde pública é encontrada em muitos trabalhos científicos. Alguns exemplos de doenças relacionadas ao calor são as complicações renais (TAWATSUPA et al., 2012) e cardiovasculares (BARBOSA et al., 2012; SETT e SAHU, 2014; NÄYHÄ et al., 2017), as disfunções cognitivas (JAY e KENNY, 2010) e outras como erupções cutâneas, câibras e espasmos musculares, tonturas, desmaios, dores de cabeça, sudorese severa, fadiga e extrema fraqueza, náuseas e vômito (BETHEL e HARGER, 2014). Como resultado, o corpo pode apresentar disfunções com resposta inflamatória sistêmica, estado mental alterado, insuficiência renal, coagulopatia e colapso cardiovascular (BOUCHAMA e KNOCHEL, 2002). A exposição ao calor pode ainda provocar o agravamento de doenças pré-existentes, tais como as doenças cardiovasculares, pulmonares, renais e psiquiátricas (ELIS e NELSON, 1978).

Apesar de existirem alguns exemplos de adaptação humana para os efeitos do calor (TAN, 2008; PETKOVA et al., 2014; TODD e VALLERON, 2015), muitos outros estudos desenvolvidos para vários países do mundo abordam a relação do calor excessivo com o aumento da taxa de morbidade (HESS, 2010; TASIAN et al., 2014; OGBOMO et al., 2017) e mortalidade (PAIXÃO e NOGUEIRA, 2003; MIRABELLI e RICHARDSON, 2005; CONTI et al., 2005; KIM et al., 2006; OSTRO et al., 2009; HOSHIKO et al., 2010; HUANG et al., 2010; GASPARRINI e ARMSTRONG, 2011; BASU e SAMET, 2012; LIM et al., 2012; JONGSIK e KIM, 2012).

Para SC, no Brasil, Bitencourt et al. (2014) mostraram que ocorre aumento da taxa mensal de mortalidade quando o estado é atingido por OdC. Analisando todo o país, as OdC têm sido mais intensas e de maior duração, além de significativamente mais frequentes a partir de 1999, conforme mostrado na figura 2 adaptada de Bitencourt et al. (2016). Em toda a série de dados avaliada por Bitencourt et al. (2016), foram encontradas 31 OdC ao sul de 15°S do Brasil.

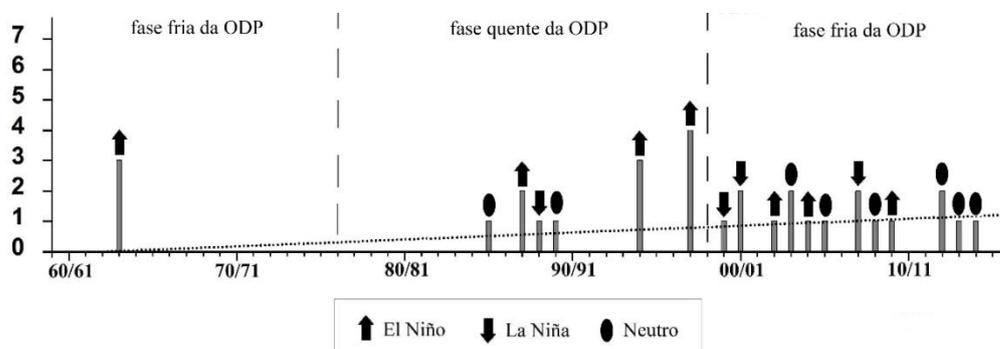


Figura 2 - Número de OdC (barras cinza) a cada 12 meses (entre agosto de um ano e julho do próximo) ocorridas ao sul de 15°S do Brasil, entre 1961 e 2014. \*A linha pontilhada representa a tendência definida por meio de modelo linear simples. Os símbolos na caixa da base da figura indicam o tipo de ENOS na ocasião de ocorrência das OdC. Os limites temporais das fases fria e quente da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) são

indicados pelas linhas verticais tracejadas e identificadas no topo da figura. Fonte: Adaptado de Bitencourt et al. (2016).

## SISTEMA DE ALERTA

Os efeitos negativos à saúde pública por conta da atuação de OdF ou OdC podem ser minimizados com o uso de tecnologias e ações específicas, as quais envolvem tanto as instituições governamentais quanto a sociedade. O esquema da figura 3 apresenta em linhas gerais as ações de cada etapa a serem cumpridas desde a identificação do extremo de temperatura (utilizando método ideal específico) até as ações tomadas pelo usuário final no intuito de minimizar os efeitos do frio ou do calor extremos.

As três primeiras etapas são realizadas pelo poder público através dos centros de monitoramento e previsão do tempo. Para a ação de prognóstico, vale lembrar que os modelos de previsão numérica de tempo apresentam-se como uma importante ferramenta, uma vez que estes possuem boa performance de acerto justamente para as previsões de eventos extremos, especialmente os extremos de temperatura. Ainda na primeira etapa, quando a OdF ou OdC está em curso, o diagnóstico do evento é fundamental para confirmar os parâmetros gerais do evento, tais como área de atuação e intensidade. Um diagnóstico de maior precisão pode ser realizado através do uso de dados observados por estações meteorológicas.

As etapas 2 e 3 são de suma importância para que os alertas de OdF ou OdC sejam efetivamente úteis. O cruzamento de informações garante a real quantificação do impacto, visto que um mesmo evento extremo de temperatura certamente é mais prejudicial para uma população mais vulnerável social e economicamente do que para uma população provida de maiores recursos, estruturas e conhecimento. O aprimoramento das políticas públicas é importante para todas as etapas e ações do processo, mas mostra-se fundamental nesta etapa 2. A etapa 3 requer tanto o uso de um único método de identificação dos eventos extremos de temperatura, quanto uma padronização (nacional) para a divisão dos níveis de alerta, sendo esta segunda já realizada sob a consideração do cruzamento de informações da etapa 2. Vale lembrar que o Brasil não possui tais padronizações, fato que acaba confundindo a população e usuário final da saúde, prejudicando ou inviabilizando a tomada de decisão. A determinação de níveis de alerta, realizada numa escala de cores, por exemplo, é capaz de criar uma “cultura” para o real entendimento do nível de perigo que uma OdF ou OdC oferece. No entanto, ressalta-se serem necessários alguns anos de uso, com ampla divulgação desses níveis de alerta, inclusive por parte da imprensa, para que a população adquira sensibilidade para diferenciar os níveis de alerta.

Por fim, não menos importantes no processo, são as ações previstas nas etapas 4 e 5. A comunicação é fundamental para que a informação alcance a população e usuário final de saúde, sendo a imprensa o veículo mais eficiente para informar a população e um canal direto entre os centros geradores de alerta e o usuário final de saúde o meio mais eficiente de informar os órgãos governamentais e privados ligados à saúde. As ações previstas para a última etapa são particularidades de cada usuário. Ou seja, a ação preventiva dependerá do tipo de atuação específica e da abrangência de atuação. Por exemplo, mediante a previsão de um único nível de alerta, diferentes ações são tomadas pelo secretário de saúde, agente da defesa civil, gerente do hospital ou até mesmo o cidadão comum que poderá traçar um plano de atividade sob a consideração do alerta de temperatura extrema.

Todo o esquema mostrado na figura 3 necessariamente deve ser construído de forma multidisciplinar e sob a consideração da climatologia geográfica do Brasil. Nesse sentido, é prioritária a criação e/ou aprimoramento de políticas públicas que abranja o processo na sua totalidade. Para tanto, concomitantemente e agindo como fonte de subsídios para essas políticas públicas são necessários investimentos para o desenvolvimento tecnológico e estudos aplicados voltados para cada etapa do processo.

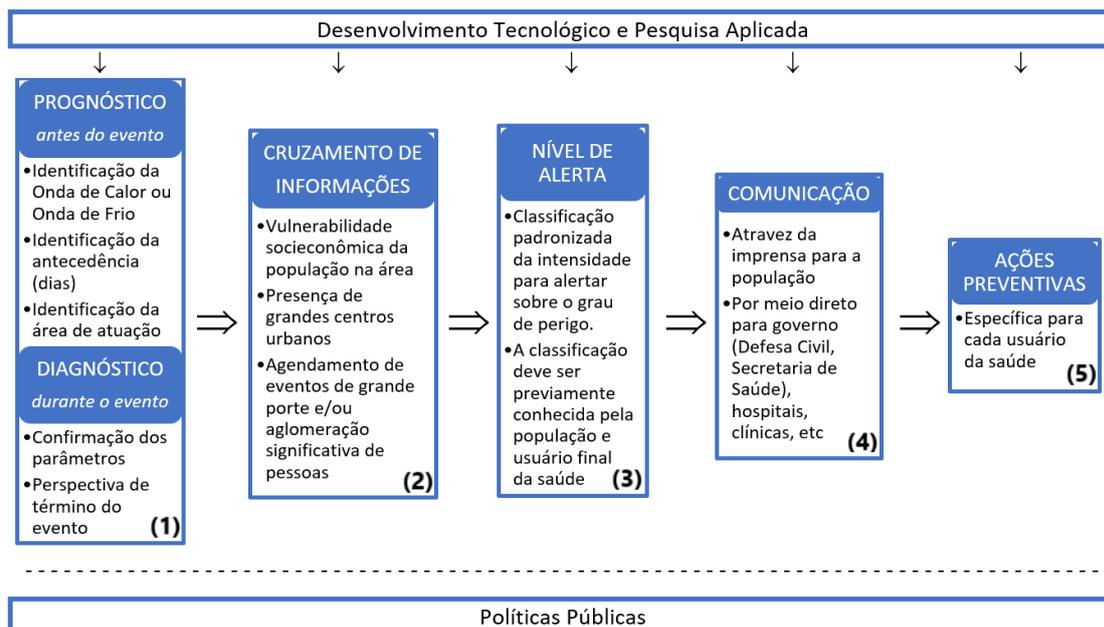


Figura 3 - Esquema organizacional de alerta de extremos de temperatura voltados à população e usuários da saúde. \*A numeração no canto direito inferior de cada quadro indica o número da etapa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo mostrou-se uma rápida revisão sobre os efeitos dos extremos de temperatura na saúde humana e propôs-se um sistema organizacional para alertas de ondas de frio e calor voltados à saúde pública. As discussões mostraram que o fato do setor de saúde pública ser um dos mais (ou o maior) afetado pelos extremos de temperatura exige que governo e sociedade se mobilizem, buscando o planejamento de ações conjuntas que minimizem esses impactos negativos na saúde. Somado a isso, deve-se considerar que os cenários futuros do clima na terra apontam para extremos de temperaturas (ou eventos extremos) mais recorrentes, neste caso, para as OdF e OdC. Portanto, adequações e investimentos em ações e políticas públicas nas diferentes escalas de administração devem ser tomadas. O Brasil, em comparação com países do Hemisfério Norte, é incipiente neste quesito, principalmente no pré-evento, inclusive com respeito a sistemas de alerta padronizados.

Ao passo que, de uma forma geral, a intensidade dos extremos de temperatura nos países do Hemisfério Norte é maior, as condições socioeconômicas no Brasil e na maioria dos países latino-americanos, são mais precárias, refletindo em capacidade reduzida de adaptação das populações mais vulneráveis.

Para o Brasil, um importante passo nas ações pré-evento seria a padronização de um método de identificação de OdF e OdC, sem desconsiderar a dimensão continental e especificidades geográficas que o país possui. Reforça-se ainda sobre a necessidade de padronização na comunicação dos alertas para, em médio prazo, “educar” a população e usuário final da saúde quanto ao perigo que uma determinada OdF ou OdC oferece.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos toda fonte de inspiração dada pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magaly Mendonça (*in memoriam*). Certamente seus ensinamentos acadêmicos, científicos e humanos serão carregados e disseminados enquanto pudermos transmiti-los. O presente artigo neste periódico é uma mera homenagem ao legado deixado pela professora, que precocemente nos deixou fisicamente. O 1º autor agradece ainda a CAPES por sua bolsa de doutorado.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M.P.A. **Ondas de frio inverniais em Santa Catarina e suas relações com as variabilidades climáticas de baixa frequência**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 158 p.; 2016.

BARBOSA, C.M.G.; TERRA-FILHO, M.; ALBUQUERQUE, A.L.P.; DI GIORGI, D.; GRUPI, C.; NEGRÃO, C.E.; RONDON, M.U.P.B.; MARTINEZ, D.G.; MARCOURAKIS, T.; SANTOS, F.A.; BRAGA, A.L.F.; ZANETTA, D.M.T.; SANTOS, U.P. Burnt Sugarcane Harvesting – Cardiovascular effects on a group of healthy workers, Brazil. **PLoS ONE**, v.7, 2012.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A.M.V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H.C.; CARVALHO, M.S.; ARTAXO, P.; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, p. 285-304, 2009.

BASU, R.; SAMET, J.M. Relation between elevated ambient temperature and mortality: A review of then epidemiologic evidence. **Epidemiologic Review**; v.24, p. 190-202, 2002.

BETHEL, J.W.; HARGER, R. Heat-related illness among Oregon farm workers. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v.11, p. 9273-9285, 2014.

BITENCOURT, D.P.; RUAS, A.C.; MAIA, P.A. Análise da contribuição das variáveis meteorológicas no estresse térmico associada à morte de cortadores de cana-de-açúcar. **Cad. de Saúde Pública**, v. 28, p. 65-74, 2012.

BITENCOURT, D.P.; FUENTES, M.V.; MAIA, P.A.; RUAS, A.C. Frequência, duração, abrangência espacial e intensidade das ondas de calor no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, p. 506-517, 2016.

BITENCOURT, D.P.; FUENTES, M.V.; RUAS, A.C.; MAIA, P.A.; ROSCANI, R.C. A relação da taxa de mortalidade com ondas de calor no estado de Santa Catarina. In: **Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Recife-PE, 2014.

BITENCOURT, D.P.; ROSCANI, R.C.; MAIA, P.A.; RUAS, A.C.; AMORIM, F.; FUENTES, M.V. Limites de tolerância para exposição ao calor em áreas externas sob situação de temperatura máxima extrema. In: **Anais do VI Simpósio Internacional de Climatologia**, Natal-RN, 2015.

BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. **At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. Routledge, 2014.

BOUCHAMA, J.F.; KNOCHEL, J.P. Heat stroke. **New England Journal of Medicine**, v. 346, n. 25, p. 1978-1988, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Exposição ao frio pode agravar doenças respiratórias**. Portal Brasil/Portal da Saúde, 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2014/04/exposicao-ao-frio-pode-agravar-doencas-respiratorias>>. Acesso em: 27 mai. 2017.

CANÁRIO, P.; ANDRADE, H.; NOGUEIRA, H. Vulnerabilidade da população da área metropolitana de Lisboa em relação aos extremos térmicos: uma tentativa de modelação espacial. **Pluris**, p. 1-10, 2010.

CARSON, C.; HAJAT, S.; ARMSTRONG, B.; WILKINSON, P. Declining vulnerability to temperature-related mortality in London over the 20th century. **American Journal of Epidemiology**, v. 164, n. 1, p. 77-84, 2006.

CASTRO, A.L.C.; CALHEIROS, L.B.; CUNHA, M.I.R.; BRINGEL, M.L.N.C. **Manual de desastres naturais**. Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Especial - Defesa Civil. Novembro, v. 1, 1995.

CASTRO, A.L.C.; CALHEIROS, L.B.; CUNHA, M.I.R.; BRINGEL, M.L.N.C. **Manual de Desastres – Desastres Naturais**. Ministério da Integração Nacional – MI, Brasília, v. 1, 2003.

CAVALCANTI, I.F.A.; KUOSKY, V.E. Frentes frias no Brasil. In: **Tempo e Clima no Brasil**. Iracema F.A.Cavalcanti [et al.] organizadores. São Paulo: Oficina de Textos, 463p., 2009.

CONTI, S.; MELI, P.; MELI, P.; MINELLI, G.; SOLIMINI, R.; TOCCACELI, V.; VICHI, M.; BELTRANO, C.; PERINI, L. Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy. **Environmental Research**, v.98, p. 390-399, 2005.

CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. **EMDAT: International Disaster Database**. 2015. Disponível em: <<http://www.emdat.be/database>>. Acesso em: 09 jun. 2017.

DONALDSON, G.C.; KEATINGE, W.R. Cold related mortality in England and Wales; influence of social class in working and retired age groups. **Journal of epidemiology and Community Health**, v. 57, n. 10, p. 790-791, 2003.

ELIS, F.P.; NELSON, F. Mortality in the elderly in a heat wave in New Yourk City, August 1975. **Environmental Research**, v. 15, n. 3, p. 504-512, 1978.

FERNANDES, L.G.; ALVES, M.P.A.; ZAMPARETTI, A.; FUENTES, M.V.; BITENCOURT, D.P. Abrangência espacial da neve em Santa Catarina, Brasil, nos dias 22 e 23 de julho de 2013. **Ciência e Natura**, v. 38, p. 360-370, 2016.

FIRPO, M.Â.F.; SANSIGOLO, C.A.; ASSIS, S.V. Climatologia e variabilidade sazonal do número de ondas de calor e de frio no Rio Grande do Sul associadas ao ENOS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, p. 95-106, 2012.

FM/UFMG - Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. Risco de infarto e males circulatórios podem aumentar no frio. **Notícias Externas**, 2014. Disponível

em: <<http://site.medicina.ufmg.br/inicial/risco-de-infarto-e-males-circulatorios-pode-aumentar-no-frio/>>. Acesso em: 27 mai. 2017.

GASPARRINI, A.; ARMSTRONG, B. The impact of heat waves on mortality. **Epidemiology**, v.22, p. 68-73, 2011.

GASPARRINI, A.; GUO, Y.; HASHIZUME, M.; LAVIGNE, E.; ZANOBETTI, A.; SCHWARTZ, J.; TOBIAS, A.; TONG, S.; ROCKLÖV, J.; FORSBERG, B.; LEONE, M.; SARIO, M. BELL, M.L.; GUO, Y.L.; WU, C.; KAN, H.; YI, S.; COELHO, M.S.Z.S.; SALDIVA, P.H.N.; HONDA, Y.; KIM, H.; ARMSTRONG, B. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. **The Lancet**, v.386, p. 1-7, 2015.

GUERREIRO, V.I.V. **Mortalidade e conforto bioclimático em Coimbra - estudo da vulnerabilidade das populações ao frio**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra. 170p., 2011.

GUEVARA, E.; QUAAS, R.; FERNÁNDEZ, G. Lineamientos generales para la elaboración de atlas de riesgo. In: **Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica** (GURZA, L., Coord.). Centro Nacional de Prevención de Desastres. México, D.F. Secretaría de Gobernación, p. 11-24, 2006.

HEALY, J.D. Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors. **Journal of Epidemiology and Community Health**; 57:784-9, 2003.

HESS, J.J.; SAHA, S.; LUBER, G. Summertime acute heat illness in U.S. emergency departments from 2006 through 2010: analysis of a nationally representative sample. **Environ. Health Perspect.**, v.122, p. 1209-1215, 2014.

HOSHIKO, S.; ENGLISH, P.; SMITH, D.; TRENT, R. A simple method for estimating excess mortality due to heat waves, as applied to the 2006 California heat wave. **Int. J. Public Health.**, v.55, p. 133-137, 2010.

HUANG, W.; KAN, H.; KOVATS, S. The impact of the 2003 heat wave on mortality in Shanghai, China. **Sci. Total Environ.**, v.408, p. 2418-2420, 2010.

IKEFUTI, P.V.; BARROZO, L.V. Análise das variáveis meteorológicas na mortalidade por embolia pulmonar no município de São Paulo. In: **Anais do VIII SLAGF e IV SIGF**, Santiago do Chile, p. 1346-1354, 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change - Third assessment report. Impacts, vulnerability and adaptation**. Cambridge University Press, v.II, 2001.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. **A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Org.: Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 p., 2012.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2013: the physical science basis. **Summary for policymakers, technical summary and frequently asked**

**questions.** (Org) T.F., STOCKER; D., QIN.; G.K., PLATTNER; M., TIGNOR; S.K., ALLEN; J., BOSCHUNG; P.M., MIDGLEY. Working group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5). Cambridge Univ, Press, New York, 2013. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2017.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.** Cambridge, Cambridge University, 2014.

JAY, O.; KENNY, G.P. Heat exposure in the Canadian workplace. **Am. J. Ind. Medicine**, v.53, p. 842-853, 2010.

JONGSIK, H.; KIM, H. Changes in the association between summer temperature and mortality in Seoul, South Korea. **Int. J. Biometeorol.**, v.57, p. 535-544, 2012.

KIM, H.; HA, J-S.; PARK, J. High temperature, Heat Index, and mortality in 6 major cities in South Korea. **Arch. Environ. Health.**, v.61, p. 265-270, 2006.

KNOCHEL, J.P. Heat stroke and related heat stress disorders. **Disease-a-month, DM.** v. 35, n. 3, p. 301-377, 1989.

LANDA, A.L.G. **Olas de frío en la zona central del Estado de Veracruz.** Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas. Universidad Veracruzana. 49 p., 2012.

LIM, Y.H.; KIM, H.; HONG, Y.C. Variation in mortality of ischemic and hemorrhagic strokes in relation to high temperature. **Int. J. Biometeorol.**, v.57, p. 145-153, 2012.

LOMBORG, B. **El ecologista escéptico.** 2a ed., Madrid: Espasa Calpe, 2005.

MARENGO, J.A., CAMARGO, C.C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. **International Journal of Climatology**, v. 28, n. 7, p. 893-904, 2008.

MATEUS, C. **Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra:** impactes na mortalidade da população. Dissertação de mestrado em Geografia Física, Universidade de Coimbra, 112 p., 2014.

METZGER, M.J.; SCHRÖTER, D. Towards a spatially explicit and quantitative vulnerability assessment of environmental change in Europe. **Reg. Environ. Change**, p. 201-216, 2006.

MIRABELLI, M.C.; RICHARDSON, D.B. Heat-related fatalities in North Carolina. **Am. J. Public Health**, v.95, p. 635-637, 2005.

MOLION, L.C.B. Perspectivas climáticas para os próximos 20 anos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, p. 117-128, 2008.

MORABITO, M.; CRISCI, A.; GRIFONI, D.; ORLANDINI, S.; CECCHI, L.; BACCI, L.; MODESTI, P.; GENSINI, G.; MARACCHI, G. Winter air-mass-based synoptic climatological approach and hospital admissions for myocardial infarction in Florence, Italy. **Environmental Research**, n.102, pp.52-60, 2006.

MURARA, P. G. **Variabilidade climática e doenças circulatórias e respiratórias em Florianópolis (SC):** uma contribuição à climatologia médica. Dissertação (mestrado em

Geografia) – Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 94 p., 2012.

MURARA, P.G.; COELHO, M.S.Z S.; AMORIM, M.C.C.T. Análise da influência meteorológica nas internações por doenças cardiovasculares. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 32, p. 53- 65, 2010.

NÄYHÄ, S.; RINTAMÄKI, H.; DONALDSON, G.; HASSI, J.; JOUSILAHTI, P.; LAATIKAINEN, T.; JAAKKOLA, J.J.K.; IKÄHEIMO, T.M. The prevalence of heat-related cardiorespiratory symptoms: the vulnerable groups identified from the National FINRISK 2007 Study. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, p. 657–668, 2017.

OGBOMO, A.S.; GRONLUND, C.J.; O'NEILL, M.S.; KONEN, T.; CAMERON, L.; WAHL, R. Vulnerability to extreme-heat-associated hospitalization in three counties in Michigan, USA, 2000–2009. **International Journal of Biometeorology**, v.61, p. 833–843, 2017.

ORRU, H.; ÅSTRÖM, D.O. Increases in external cause mortality due to high and low temperatures: evidence from northeastern Europe. **International Journal of Biometeorology**, v.61, p. 963–966, 2017.

OSTRO, B.D.; ROTH, L.A.; GREEN, R.S.; BASU, R. Estimating the mortality effect of the July 2006 California heat wave. **Environmental Research**, v.109, p. 614-619, 2009.

PAIXÃO, E.D.J.; NOGUEIRA, P.J. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v.21, p. 41-54, 2003.

PETKOVA, E.P.; GASPARRINI, A.; KINNEY, P.L. Heat and mortality in New York City since the beginning of the 20th Century. **Epidemiology**, v.25, p. 554-560, 2014.

PEZZA, A.B.; AMBRIZZI, T. Cold waves in South America and freezing temperatures in Sao Paulo: Historical background (1888-2003) and cases studies of cyclone and anticyclone tracks. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v.20, n.1, p. 141-158, 2005.

REBOITA, M.S.; ESCOBAR, G.; LOPES, V.S. Climatologia sinótica de eventos de ondas de frio sobre a região sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.16, p.72-92, 2015.

RIBEIRO, B.Z.; NUNES, A.B. Variação temporal das ondas de calor na cidade de Pelotas-RS. In: **Anais do IV Encontro Sul Brasileiro de Meteorologia**. Pelotas - RS, 2011.

SETT, M.; SAHU, S. Effects of occupational heat exposure on female brick workers in West Bengal, India. **Glob. Health Action**, v.7, p. 1-11, 2014.

SILVEIRA, R.B. **Ondas de frio em São Joaquim – Santa Catarina – Brasil**: a saúde como fator dependente da qualidade de vida. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 172 p., 2016.

SILVEIRA, R.D. Risco climático e vulnerabilidade socioespacial: o exemplo dos eventos extremos relacionados ao calor e ao frio. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.19, p.36-53, 2016.

STRECK, N.A.; GABRIEL, L.F.; BURIOL, G.A.; HELDWEIN, A.B.; DE PAULA, G.M. Variabilidade interdecadal na série secular de temperatura do ar em Santa Maria, RS. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, p. 781-790, 2011.

TAN, J. Commentary: People's vulnerability to heat wave. **Int. J. Epidemiol.**, v.37, p. 318-320, 2008.

TASIAN, G.E.; PULIDO, J.E.; GASPARRINI, A.; SAIGAL, C.S.; HORTON, B.P.; LANDIS, J.R.; MADISON, R.; KEREN, R. Daily mean temperature and clinical kidney stone presentation in five U.S. metropolitan areas: A time-series analysis. **Environ. Health Perspect.**, v.122, p. 1081-1087, 2014.

TAWATSUPA, B.; LIM, L.L.; KJELLSTROM, T.; SEUBSMAN, S.P.; SLEIGH A. Association between occupational heat stress and Kidney Disease Among 37 816 Workers in the Thai Cohort Study (TCS). **Journal of Epidemiol.**, v.22, p. 251-260, 2012.

TOBIÁS, A.; ARMSTRONG, B.; GASPARRINI, A. Brief Report: investigating uncertainty in the minimum mortality temperature: methods and application to 52 Spanish cities. **Epidemiology**, v. 28, n. 1, p. 72-76, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5380105/pdf/ede-28-072.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2017.

TODD, N.; VALLERON, A.J. Space-time covariation of mortality with temperature: A systematic study of deaths in France, 1968–2009. **Environ. Health Perspect.**, v.123, p. 659-64, 2015.

TORTORA, G.J. O Sistema Circulatório. In: **Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia**. Porto Alegre: Arned Editora, 2000.

WHO - World Health Organization. **Extreme weather and climate events and public health responses**: report on a WHO meeting. Bratislava, Slovakia, 09-10 february, 48 p., 2004.

WILKINSON, P.; LANDON, M.; ARMSTRONG, B.; STEVENSON, S.; McKEE, M. **Cold comfort**: the social and environmental determinants of excess winter death in England, 1986-1996. York, United Kingdom: Joseph Rowntree Foundation, 2001.

WMO - World Meteorological Organization. **Hotter**: Heat Waves. Disponível em: <<http://www.wmo.int/worldmetday/content/hotter>>. Acesso em: 16 mai. 2017.

ZAMORANO, A.; MÁRQUEZ, S.; ARÁNGUIZ, J.L.; BEDREGAL, P.; SÁNCHEZ, I. Relación entre bronquiolitis aguda con factores climáticos y contaminación ambiental. **Revista médica de Chile**, v. 131, n. 10, p. 1117-1122, 2003.

## 6. UM APORTE TEÓRICO METODOLÓGICO DA VULNERABILIDADE AOS DESASTRES

Pedro Murara<sup>1</sup>  
Kátia Spinelli<sup>2</sup>

### RESUMO

Este artigo propõe-se abordar as principais discussões teóricas sobre a vulnerabilidade aos desastres socioambientais. Com base nos principais referenciais teóricos que foram analisados criticamente, em conjunto com a Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça, e que fizeram parte das discussões teóricas do Grupo de Estudo em Desastres Socionaturais (GEDN) da Universidade Federal de Santa Catarina. O termo vulnerabilidade surge na investigação dos riscos naturais a partir das décadas de 80 e 90, de modo que tal conceito se diferencia entre pesquisadores. Na busca pela definição do conceito de vulnerabilidade diversos estudos e pesquisas revelam diferentes interpretações e abordagens teóricas. Nesse viés, não se pretende esgotar o tema e o debate sobre a vulnerabilidade. Nesse sentido, apresentamos uma possibilidade de abordagem teórica do conceito de vulnerabilidade o qual é evidenciado a partir da escala do lugar, identificado pela tríade da análise da vulnerabilidade: exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação. Nesta perspectiva as pesquisas do GEDN direcionam-se para a identificação da vulnerabilidade frente a um evento perigoso com intuito de compreender a exposição de uma população ao fenômeno impactante, analisar sua suscetibilidade ao evento e verificar a(s) capacidade(s) de adaptação dos indivíduos.

**Palavras-chave:** desastres socioambientais; exposição; suscetibilidade; capacidade de adaptação.

### INTRODUÇÃO

Em setembro de 2011, o estado de Santa Catarina (SC) mais uma vez recebe os holofotes da mídia por conta dos desastres que ocorrem no estado. Na ocasião, tratava-se de chuvas intensas que repercutiram em diversos eventos de inundações e o Grupo de Estudos em Desastres Naturais (GEDN) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), estava em alerta frente ao referido evento acompanhando e discutindo as repercussões do mesmo.

A Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça neste período encontrava-se em afastamento para a realização de Pós-Doutorado na Universidade do Chile e mantinha contato com o GEDN acerca dos eventos ocorridos em SC. Do seu retorno, em meados de 2012, a Prof.<sup>a</sup> Magaly retorna com muitas novidades e uma gama de informações sobre a análise dos desastres naturais e como os mesmos eram debatidos na América Latina e no mundo.

Entre algumas das novidades oriundas da experiência da Prof.<sup>a</sup> Magaly no exterior, destacamos inicialmente uma nova abordagem do conceito de desastre natural. Já havia uma concepção no GEDN de que se configura enquanto desastre, os fenômenos naturais que afetam os modos de vida das sociedades e seus arranjos espaciais. Por afetar uma sociedade, entendemos como a repercussão dos distúrbios, modificação e/ou alteração nas condições que determinam uma população estruturada em uma localidade (ROMERO e MASKREY, 1993). Portanto, uma vez que se denomina um desastre, pressupõem-se a presença humana, que por sua vez, pressupõem uma organização socioespacial.

---

<sup>1</sup>Geógrafo (UNESP), Mestre em Geografia (UFSC), Doutor em Geografia (UFSC), Prof. Dr. na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), LabClima - GCN/UFSC - (pmurara@gmail.com).

<sup>2</sup>Geógrafa (UFSC), Mestre em Geografia (UFSC), Doutoranda em Geografia (PPGG/UFSC), LabClima - GCN/UFSC.

Desta forma, pareceu-nos equivocado pensar os desastres apenas pelo viés natural. Fazia-se necessário considerar as mudanças, alterações e modificações que a sociedade exerce no espaço, que por sua vez é constituído e também modificado pela dinâmica dos fenómenos naturais. Portanto, a compreensão dos desastres não deveria se dar apenas pela repercussão e atuação dos fenómenos naturais no espaço. Logo, passamos a considerar que alguns desastres possuem um carácter muito mais social do que natural na sua gênese. Assim, surge a proposta de incorporar o conceito de desastre socionatural.

Nesta nova perspectiva de se pensar os desastres, se efetivou, inicialmente, no nome do grupo de pesquisa que, embora mantendo a mesma sigla, passou a integrar o socionatural em sua nomenclatura, hoje conhecido por Grupo de Estudos de Desastres Socionaturais (GEDN).

Diante do exposto, as questões de análise dos desastres ganharam outro carácter, não apenas focado nas questões naturais dos fenómenos, mas, com um olhar sobre as dinâmicas sociais e econômicas sob a ótica dos desastres.

Sendo os espaços urbanos aqueles com maiores repercussões dos desastres, pelas perdas e danos que causam aos seus cidadãos, seja pela predominância em escala nacional de população ocupando áreas urbanas, indagávamos mais do que a comparação entre os espaços urbanos e rurais, quem eram as populações mais vitimadas pelos recorrentes eventos de desastres que atingiam o estado de Santa Catarina? Onde se localizavam essas populações? Quem eram os mais vulneráveis aos perigos? E quais eram suas ações frente aos recorrentes desastres?

Diante destes questionamentos, a vulnerabilidade surge como um conceito que necessita ser abordado e discutido no âmbito do GEDN. Vários são os autores que discutem e trabalham o referido conceito e, é neste sentido que o presente artigo desenvolve-se. Não é nossa intenção esgotar o tema e o debate sobre a vulnerabilidade, mas pretende-se abordar as principais discussões teóricas sobre o assunto com base em alguns referenciais que foram utilizados e analisados criticamente pelos autores do artigo, juntamente com a Prof.<sup>a</sup> Magaly Mendonça.

Apresenta-se, portanto, o início da discussão teórico-conceitual da vulnerabilidade a partir de dois trabalhos de conclusão de curso de doutorado que foram orientados pela professora Magaly. Embora o foco seja diferente com relação ao objeto e área de estudo – um sobre estiagem e outro sobre inundação – ambos abarcam a vulnerabilidade da população atingida pelos referidos desastres.

## **DO HAZARD À VULNERABILIDADE: TRAJETÓRIA CONCEITUAL**

A abordagem teórica metodológica dos desastres concentra-se em torno de quatro paradigmas: *hazard* (perigo), risco, vulnerabilidade e capacidade adaptativa (MATA-LIMA et al, 2013). Diante disso, buscou-se caracterizar tais conceitos, no entanto, priorizando o referencial teórico sobre vulnerabilidade.

O estudo dos desastres naturais virou uma tradição entre os geógrafos, principalmente a partir de 1920 quando se utilizava a denominação de *natural hazard* para evidenciar os eventos naturais que causavam impactos negativos na sociedade. O impulso inicial das pesquisas sobre *hazards* foi dada por Gilbert White que se concentrou no aspecto físico das perdas provocadas por inundações nos Estados Unidos (MANDAROLA JR e HOGAN, 2004).

No entanto, não há uma tradução “fiel” para o termo *natural hazard* na língua portuguesa e em outras latinas. Desta maneira, os franceses e espanhóis traduziram para *risco/riesgo* (risco), enquanto no Brasil, Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, no campo da climatologia, utilizou-se da palavra “acidente”. Já nas pesquisas geomorfológicas houve a adoção do termo “azares”. (MANDAROLA JR e HOGAN, 2004; MATTEDI e BUTZKE, 2001).

Contudo, na contemporaneidade dos estudos sobre *hazards*, nos Estados Unidos, encontram-se maiores esclarecimentos sobre o assunto. A pesquisadora Susana D. Aneas de Castro, fornece o último elemento para compreender o termo *hazard*. Segundo a autora, o risco (*risk*) é a probabilidade de ocorrência/acontecimento de um perigo, enquanto o *hazard* é tanto o fenômeno potencial (quando da existência do risco) como o fenômeno em si (MANDAROLA JR e HOGAN, 2004).

O risco pode ser definido como uma situação de perigo ou possibilidade de perigo, sendo que essa ameaça pode ocorrer no plano individual ou coletivo. O termo risco pode ser considerado como uma categoria de análise relacionado às ideias de incerteza, exposição ao perigo, perdas e prejuízos naturais, econômicos e humanos. Desta forma, não haverá risco sem que exista uma sociedade que o perceba e que possa sofrer seus efeitos (ESTEVES, 2011).

Nesse mesmo viés, Almeida (2011) salienta que o risco é eminentemente social, está relacionado à percepção humana da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de dano. Diferente do perigo (*hazard*) que é a probabilidade ou a própria ocorrência de um evento que pode causar prejuízos.

Aliado ao conceito de risco encontra-se a vulnerabilidade intrínseca de um indivíduo ou sociedade. De acordo com Almeida (2011) o risco pode ser descrito por uma função que une as seguintes categorias:  $f(R) = P \times V$ , em que P é o evento perigoso e V a vulnerabilidade. E, dentro do conceito de vulnerabilidade há outros incluídos, como: resiliência, adaptação, exposição e susceptibilidade.

O termo vulnerabilidade surge na investigação dos riscos naturais a partir das décadas de 80 e 90. Mas esse termo é utilizado numa variedade de outras pesquisas relacionadas à ecologia, pobreza, saúde pública, entre outros. De modo que o conceito de vulnerabilidade se diferencia entre pesquisadores de diferentes domínios do conhecimento, e até mesmo entre pesquisadores de um mesmo domínio (FUSSEL, 2007; MARANDOLA e HOGAN, 2005). Logo, o conceito de vulnerabilidade passa a ser utilizado das mais diversas formas. Em alguns casos entendido como sinônimo de exposição, desigualdade ou e até mesmo de suscetibilidade.

Aplicar o conceito de vulnerabilidade nos parecia um desafio diante da diversidade conceitual e de sua aplicabilidade, indicando em primeira instância que não há/havia definição absoluta. Na busca pela definição do conceito de vulnerabilidade, Cutter (1996) identificou 18 diferentes interpretações. Esta diversidade conceitual resulta do desenvolvimento de pesquisas e estudos nos mais diversos Institutos (Universidades e Centros de Pesquisa) ao redor do mundo, abrindo a possibilidade de diferentes orientações epistemológicas de análise e suas conseqüentes aplicabilidades. A autora destaca três posicionamentos principais que resultam destas diferentes abordagens do conceito de vulnerabilidade:

- i. Vulnerabilidade como exposição ao risco e/ou perigo;*
- ii. Vulnerabilidade como resposta social;*
- iii. Vulnerabilidade dos lugares.*

No primeiro caso, vulnerabilidade como exposição ao risco e/ou perigo; os estudos se caracterizam pelo foco na distribuição das condições de perigo à ocupação humana em zonas consideradas de risco (zonas sísmicas, áreas costeiras, planícies inundáveis) e o grau de perdas (da vida, da propriedade) associado com a ocorrência de um evento em particular (inundação, furacão, terremoto), portanto, essa tendência é ainda denominada de vulnerabilidade como condição preexistente. Para verificar a vulnerabilidade, nesses estudos, são considerados a magnitude, a duração, o impacto, a frequência e as características biofísicas gerais do perigo. Os trabalhos de Gilbert F. White foram pioneiros e se tornaram destaques nessa linha de investigação (CUTTER, 1996; MARANDOLA e HOGAN, 2005).

Esta abordagem do conceito é a mais recorrente nos trabalhos efetuados atualmente. Para os autores que utilizam desta conceituação, a população é considerada vulnerável por estar localizada em ambiente que possui uma maior recorrência e/ou ocorrência de algum fenômeno que se caracteriza em risco à população.

Como resultado, são identificadas áreas consideradas como vulneráveis, porém, de fato, o que se identifica são áreas de exposição ao risco e/ou perigo. A delimitação de áreas nas quais um fenômeno se configura enquanto desastre para a população é representada, na maioria das vezes, por meio do mapeamento. O avanço e o contínuo uso das geotecnologias, aqui entendidos pelos avanços na cartografia digital, uso de softwares com fins de mapeamento, ou ainda, *sites* que permitem delimitação de áreas, contribuem para esta forma de representação. Ao nosso entendimento, o fato de delimitar a área/zona de abrangência de um fenômeno enquanto desastre não pode ser entendido pela sua identificação da vulnerabilidade, esta prática além de esmaecer o conceito deprecia o papel do geógrafo ao singelo mapear, e ainda, deturpa uma abordagem teórica em detrimento de uma única técnica (MURARA, 2016).

No segundo caso, vulnerabilidade como resposta social; o foco é dado sobre as respostas da população, incluindo a resistência e a resiliência da sociedade para com o desastre. Esta perspectiva concentra-se na construção social da vulnerabilidade, incluindo, portanto, seus fatores culturais, econômicos, políticos e sociais, que condicionarão as respostas individuais e coletivas.

Nesta abordagem, consideram-se as características da população para compreender as respostas da mesma frente ao evento. Trata-se de uma perspectiva social sobre o conceito que identificará indivíduos mais ou menos vulneráveis, segundo uma seleção de fatores e elementos. De modo que alguns dados sociais se fazem importante nessa análise, como: condição socioeconômica, gênero, idade, estrutura familiar, educação, entre outros.

Neste caso, o conceito de vulnerabilidade apontado por Cutter (1996) resulta na identificação das características da população, como o exemplo do trabalho realizado pelo Centro de Estudo da Metrópole (CEM, 2004), na cidade de São Paulo. Nesta abordagem, é possível identificar as diferenças sociais que se configuram no espaço de análise, de modo a examinar quais parcelas da população (dependendo da escala de análise, bairros, municípios, cidades ou estados) encontram-se mais suscetíveis ao foco de estudo.

Como já explicitado anteriormente, é evidente que na análise de um desastre faz-se necessário considerar as características da população. A seleção de elementos e fatores considerados resulta na identificação e classifica a população, ou seja, um diagnóstico. Uma vez estabelecida suas características, os estudos desta abordagem da vulnerabilidade destacam indivíduos ou populações caracterizadas como: mais ou menos vulnerável a um desastre. Por vezes, buscam espacializar os indivíduos ou grupos sociais mais vulneráveis. De um modo um tanto determinista, essa análise recai, primordialmente, sobre os aspectos sociais. Porém, estes não consideram a capacidade pessoal ou, ainda, institucional de indivíduos ou populações em lidar com o fenômeno de desastre em questão (MURARA, 2016).

No terceiro e último caso, vulnerabilidade dos lugares; Cutter (1996) identifica a sua tendência de pesquisa, na qual a vulnerabilidade é entendida a partir do lugar, identificando-a como conjuntiva que é, na avaliação da autora, a mais geograficamente centrada, uma vez que concebe tanto os aspectos biofísicos (entendido pelo natural), bem como uma resposta social, considerando uma área geográfica específica ou de domínio.

Quanto ao lugar, por se tratar de um conceito que se fundamenta nas pesquisas socioespaciais da Ciência Geográfica, ele envolve a dimensão cultural-simbólica que Souza (2013) descreve pelas questões de identidade, salientando a importância enquanto espaços vividos e percebidos pelos seus indivíduos. Logo, a análise da vulnerabilidade necessita aprofundar a dimensão social e humana que está inserida no desastre e esta só é alcançada

quando prioriza “o papel das comunidades e indivíduos nos estudos da vulnerabilidade” (MURARA, 2016).

Tunner et al. (2003) considera que o entendimento da vulnerabilidade é complexo, pois a vulnerabilidade é multifacetada, visto que é composta por um sistema de ligações de diferentes escalas espaço-temporais, envolvendo processos estocásticos e, unindo ligações humanas e biofísicas. No entanto, para o mundo real, nas pesquisas acadêmicas, é necessária uma avaliação “reduzida” (delimitada) sobre as facetas que interferem na vulnerabilidade.

Para esse mesmo autor, a qualidade da análise e compreensão da vulnerabilidade aumenta quando se:

- Analisa o sistema humano-ambiente acoplado;
- Identifica um pouco da complexidade e interconectividade dos componentes envolvidos na vulnerabilidade em questão;
- Apresenta as escalas envolvidas no problema da vulnerabilidade, mas oferece a compreensão da vulnerabilidade de um determinado local;
- Facilita a identificação de interações críticas no sistema humano-ambiente que sugere resposta a serem utilizadas por gestores;
- É aberta para a utilização de dados quantitativos e qualitativos.

Nesta mesma perspectiva, a vulnerabilidade pode ter origem a partir de disfunções adaptativas que surgem do processo de interação entre uma comunidade de indivíduos e o meio físico. Trata-se de desafios que a comunidade deve superar para obter um modo de vida adequado, estável e sustentável no tempo. Portanto, a vulnerabilidade deve ser abordada sob a ótica de sua dinamicidade que se altera a partir da adaptação de uma comunidade frente ao fenômeno que a insere nesta categoria de vulnerável (OLIVER-SMITH, 1999).

Porém, é preciso cuidado para não onerar os indivíduos e desonerar os responsáveis por essa vulnerabilidade que pode ser entendida como socialmente construída e, desta forma, pode ser identificada pelos seus autores ou atores sociais.

Deschamps (2008) discute que, no âmbito da família, a vulnerabilidade é vinculada à capacidade de resposta daqueles indivíduos e dos ajustes frente às condições adversas. Neste sentido, perpassa a habilidade que as famílias possuem em mobilizar-se para enfrentar um determinado desastre. Portanto, indivíduos desprovidos de relações pessoais e com pouca capacidade para manejar seus recursos, podem ser identificados e/ou categorizados, possivelmente, como mais propensos à vulnerabilidade diante de qualquer mudança ocorrida em seu entorno imediato (DESCHAMPS, 2008).

Considerar os lugares mais ou menos vulneráveis a determinado fenômeno pressupõe que os riscos e os perigos que atuam em uma localidade são originários tanto de fora quanto de dentro do sistema analisado (TURNER et al., 2003) e, portanto, esta abordagem considera que, assim como os espaços são socialmente construídos, a vulnerabilidade também o é.

Ainda dentre os estudos de vulnerabilidade, Adger (2006) realizou levantamento das diferentes abordagens do conceito. O autor conclui que a vulnerabilidade é frequentemente constituída por componentes que incluem a exposição a perturbações ou tensões (*stress*) externas, sensibilidade (suscetibilidade) à perturbação e a capacidade de adaptação (IPCC, 2001; CEPAL, 2002; TURNER et al., 2003; ADGER, 2006).

Marandola Jr. e Hogan (2006) vão ao encontro de Adger (2006), entendendo a vulnerabilidade a partir da análise da exposição ao risco; a capacidade de reação; e do grau de adaptação diante da materialização do risco. Os autores destacam ainda as duas últimas componentes como a capacidade de resposta aos riscos e eventos danosos: “Estes elementos que promovem a absorção do impacto do risco/perigo podem ser entendidos em

termos de capacidade de resposta, que é um dos principais elementos componentes da vulnerabilidade” (MARANDOLA JR. e HOGAN, 2006, p.34).

Logo, faz-se necessário apresentar e detalhar os aspectos que possam ser considerados na tríade da análise da vulnerabilidade: exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação.

## EXPOSIÇÃO

Adger (2006) define a exposição como natural à intensidade do *stress* ambiental ou sociopolítico experimentado por um sistema. Desta forma, é preciso a compreensão da magnitude, frequência, duração e a abrangência de um desastre para posterior identificação de determinada população exposta.

Uma população pode ser considerada vulnerável à ocorrência de um desastre a partir da identificação de sua exposição a determinado risco, de modo que o mesmo se encontre incapaz de agir diante da ameaça iminente e, por consequência, não possui meios para adaptar-se à situação (ao risco) em que se encontra; que está exposto (BLAIKIE et al., 2003).

Esteves (2011) nos lembra de que a exposição é um componente multifacetado que se diversifica conforme a problemática analisada. Portanto, estará exposto à inundações quem habita as menores cotas altimétricas às margens de um rio, quando comparado àqueles que se encontram, por exemplo, habitando distante do canal fluvial e em altitudes superiores à cota de inundações. Diferentemente, ocorreria num episódio de deslizamento de terra, onde a população que reside em uma encosta de morro estaria mais exposta ao referido desastre, ou seja, em ambos apresenta-se uma exposição espacial frente ao desastre.

Portanto, embora as sociedades estejam expostas a diferentes riscos, em função de dinâmicas (aparentemente) naturais, que podem se configurar em perigo e/ou desastres, há que considerar que a exposição ao risco possui também um viés social. Há circunstâncias econômicas e políticas que determinam pessoas a viver em localidades conhecidas pelos riscos. Há que considerar que a exposição é resultado de fatores socionaturais e, portanto, dinâmicos, variando através das escalas temporais e espaciais.

Desta forma, os indivíduos e as comunidades são diferencialmente expostos e vulneráveis com base nas desigualdades expressas através de níveis de riqueza e educação, deficiência, e estado de saúde, bem como sexo, idade, classe e outras características sociais e culturais (IPCC, 2012). Ou seja, são expostos socialmente, com base nas diferenciações intrínsecas da produção do espaço e das relações sociais existentes.

## SUSCETIBILIDADE

De acordo com Almeida (2012), a suscetibilidade é associada à chamada vulnerabilidade social. Esta entendida pelos condicionantes que refletem um potencial para a perda que, em função das perversas condições de desigualdades socioespaciais contribuem para o processo de “produção” da vulnerabilidade.

Adger (2006) utiliza o termo sensibilidade (identificado como suscetibilidade), que se expressa destacando o papel qualitativo na identificação, na medida em que um sistema humano ou natural pode absorver impactos, ou seja, como as populações e os indivíduos são sensíveis ou afetados por perturbações. Trata-se da identificação de como os indivíduos podem responder a um distúrbio externo (GALLOPIN, 2006).

Serão suscetíveis a um desastre aqueles indivíduos identificados por sua qualidade de vida, ou seja, por suas características sociais. O que, de modo geral, possibilita uma série de discussões acerca dos elementos e fatores que caracterizam a qualidade de vida das pessoas. Porém, para a análise da suscetibilidade o foco se dá sobre as características e condições sociais que influenciarão na capacidade de resposta ao referido evento. Portanto,

a suscetibilidade está intrinsicamente associada com a exposição. Mais que estar exposto a um desastre, as condicionantes sociais influenciarão nas condições e no modo como as pessoas lidam com o referido evento.

Desta forma, a suscetibilidade é analisada por meio da seleção de indicadores que contribuem para a compreensão e avaliação da capacidade de respostas aos perigos naturais (CUTTER, 2003; CUTTER e FINCHE, 2008; ALMEIDA, 2012). Trata-se, portanto, de um diagnóstico dos indivíduos de uma área de estudo que, devido as suas condições socioeconômicas, serão identificados pela maior ou menor possibilidade de lidar com o impacto de um perigo.

Geralmente os grupos caracterizados com poucos recursos financeiros são mais vulneráveis a ocorrência de um desastre, pois carecem de dinheiro para novos investimentos com a finalidade de diminuir os riscos, ou posteriormente recuperar-se do mesmo. Em nível mundial, os países mais pobres são os que apresentam menor capacidade de reação e adaptação aos riscos. De modo que a sociedade com alto poder aquisitivo tem capacidade financeira de se regenerar de um desastre, mas a sociedade com baixa renda, desprovida de políticas públicas e com saúde debilitada é mais vulnerável aos desastres (MENDONÇA, 2010; ESTEVES, 2011; FRERKS et al., 2011).

Apesar disto, mesmo nos países mais pobres, a desigualdade econômica entre a população faz com que indivíduos ou grupos sociais estejam mais ou menos suscetível ao risco.

De maneira geral, há um consenso dentro da comunidade das ciências sociais sobre alguns dos principais fatores que influenciam na vulnerabilidade social, como muitas vezes é identificada e conceituada a suscetibilidade. Entre alguns fatores, citamos: a falta de acesso a recursos (incluindo informação, conhecimento e tecnologia); acesso limitado ao poder político e de representação social, incluindo as redes e conexões sociais; crenças e costumes; idade; pessoas mais debilitadas fisicamente; e tipo de infraestrutura presente no local. A discussão científica surge na escolha de variáveis específicas para representar a vulnerabilidade de um determinado risco e/ou lugar denotando desvantagens sociais (CUTTER, 2003; ALMEIDA, 2012).

Portanto, o entendimento da suscetibilidade é pautado na mensuração das condições socioeconômicas das pessoas, por meio da identificação de fatores que contribuam para a vulnerabilidade daqueles que estão sujeitos a ocorrência de um desastre.

No entanto, a discussão sobre a suscetibilidade não cessa aqui, uma vez que essa caracterização da população para a compreensão da suscetibilidade foi pautada de muita discussão no GEDN. Identificamos nesta possibilidade de conceituação um caráter determinista que a partir das pesquisas que estavam em desenvolvimento se revelou, de fato, efetiva na proposta. Citamos o exemplo do estudo realizado por Murara (2016) que analisando os desastres por inundações na área urbana de Rio do Sul, no estado de Santa Catarina, identificou que os indivíduos expostos às inundações e com menor poder aquisitivo eram os que possuem melhores condições de lidar com os eventos de inundações; assim como os mais idosos, por sua experiência frente ao evento, desenvolviam medidas paliativas e ações práticas diante da iminência de um novo episódio de inundação. Portanto, a suscetibilidade (vulnerabilidade social) dos desastres ainda é um tema que precisa e merece ser mais bem desenvolvido e debatido.

## **CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO**

A capacidade de adaptação é a condição que um indivíduo ou comunidade tem de alterar-se para acomodar os danos resultados dos riscos ambientais ou de mudança política, expandindo a gama de variabilidade com qual tem que lidar (ADGER, 2006).

Segundo o IPCC (2001) trata-se da capacidade de um sistema para ajustar-se às mudanças climáticas (incluindo variabilidades climáticas e extremos) para moderar danos potenciais, aproveitar as oportunidades, ou para lidar com as consequências.

Blaikie et al. (2003) reforçam a análise da capacidade adaptativa de uma população para identificar a vulnerabilidade. Segundo os autores, é necessário compreender as características individuais ou de um determinado grupo no que concerne à sua capacidade para antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se do impacto de uma ameaça ou perigo. Assim, os estudos de vulnerabilidade necessitam identificar na população (ou nos grupos sociais) a sua capacidade de antecipar-se à ameaça eminente, acompanhando o seu desenvolvimento e sua possibilidade de resistir e recuperar-se diante de ameaça.

É preciso destacar que a capacidade adaptativa não é sinônimo de resiliência. Embora sejam conceitos que se relacionam; a resiliência, de modo geral, é entendida pelo retorno as condições anteriores, pré-existentes, após ser impactada/vitimada por um desastre (MENDONÇA, 2014).

No entanto, a capacidade de adaptação apresenta dois vieses: intrapessoal e interpessoal. O primeiro compreende o indivíduo, analisando como detentor de habilidades para acomodar ou adaptar-se a um evento perigoso (inundação, seca, tornado, ressaca, entre outros). Logo, por adaptação intrapessoal entendemos as ações que os indivíduos que habitam uma área sujeita a um risco realizam quando da possibilidade, desenvolvimento e repercussão de um evento perigoso (MURARA, 2016).

O segundo viés, adaptação interpessoal, é caracterizado como externa ao indivíduo, diz respeito às instituições, governança e órgãos de gestão que atuam (ou deveriam atuar) junto à população sujeita a um risco (MURARA, 2016).

Neste contexto, a capacidade adaptativa diz respeito a um impacto no futuro, enquanto a suscetibilidade é uma característica inerente ao sistema que responde no presente. Portanto, o conceito de vulnerabilidade não trata pura e simplesmente da exposição da população aos riscos e perturbações, mas deve considerar necessariamente a capacidade dos indivíduos, das populações em lidar com desastres e, portanto, adaptar-se às novas circunstâncias.

Os três componentes aqui apresentados, embora de maneira fragmentada, podem ser abordados como integradores para a análise da vulnerabilidade a eventos perigosos. Para ilustrar melhor a proposta, apresenta-se um exemplo hipotético dos conceitos apresentados:

*Exemplo: Uma família que passa a viver em um domicílio localizado em uma planície aluvial, sujeita à inundação (exposição), habita uma residência de madeira, típica e recorrente na região (suscetibilidade). Essa família desconhece o histórico de inundações daquele ambiente e, portanto, não sabe como lidar com o aumento do nível do rio (capacidade adaptativa intrapessoal). Locada em um município que não consta com auxílio da Defesa Civil ou algum órgão institucional (capacidade adaptativa interpessoal), estará com menor disponibilidade de meios para lidar e reparar os danos de uma inundação.*

Ou seja, neste breve e hipotético exemplo, temos a definição de uma família que se encontra vulnerável à inundação. No entanto, um destes fatores e/ou elementos, pode ser alterado e, desta forma, a efetiva vulnerabilidade não se concretiza.

A família do exemplo anterior, quando comparada com seus vizinhos que possuem casa de alvenaria, embora ambas estejam expostas, apresentarão suscetibilidades diversas. Ou ainda, quem são as pessoas que moram nestas residências? Vale lembrar que crianças e idosos são mais suscetíveis que adultos e jovens, por exemplo. Ou quem sabe, o município possua um órgão como a Defesa Civil, que bem organizado e atuante no município, efetive o resgate destas famílias. Logo, a alteração de um dos componentes que constitui a

vulnerabilidade altera significativamente a vulnerabilidade da população e, em alguns casos, pode salvar vidas.

No entanto, é importante lembrar-se da escala espacial de análise. Segundo Gallopín (2006), se consideramos que há na análise de um desastre perturbações internas e externas que atuam e influenciam na ocorrência de um evento, é necessário também ater-se à escala de análise do objeto e/ou área de estudo. São diferentes os elementos e variáveis que devem ser considerados para analisar a vulnerabilidade de um setor censitário (bairro) e um país, por exemplo.

As considerações de Gallopín (2006) quanto à escala de análise são pertinentes. Uma análise da vulnerabilidade de um bairro, no qual é possível identificar as características dos indivíduos que ali habitam, poderá ser efetuada por meio de entrevistas. No que concerne uma cidade ou um município, dependendo de sua espacialidade, será mais difícil ou impossível realizar tal abordagem. Embora haja possibilidade de análise de amostras ou seleção de indivíduos quanto às diferentes técnicas de entrevista, esta já estará homogeneizando o objeto de estudo. No mais, a análise e/ou comparação da vulnerabilidade entre estados e países não possibilitará a aplicação desta técnica. Neste contexto que, baseado em Gallopín (2006), definida uma área de estudo da vulnerabilidade, diferentes elementos e variáveis serão utilizados para análise da mesma.

Outro fator importante que impacta na capacidade adaptativa é o intervalo de ocorrência de um evento perigoso. Quando o intervalo desse evento é relativamente curto verificam-se mais esforços em busca de adaptação, enquanto que em eventos caracterizados por um longo período de retorno apresentam medidas adaptativas esporádicas. Desta forma, “comunidades que convivem com alta frequência de eventos geram respostas mitigativas mais efetivas que outras” (MATTEDI e BUTZKE, 2001, p. 6).

Nesse mesmo viés, Esteves (2011) salienta que quando um desastre tem uma sazonalidade determinada, a sociedade em risco pode se prevenir para tal, no entanto quando não há sazonalidade os indivíduos se tornam mais suscetíveis. A estiagem no oeste catarinense, por exemplo, se apresenta de maneira esporádica, ocorrendo somente em alguns anos e sem um período definido, assim, amplia-se a possibilidade da população e instituições criarem medidas adaptativas esporádicas.

## **POR UM APORTE TEÓRICO METODOLÓGICO DA VULNERABILIDADE AOS DESASTRES**

Diante do apresentado e na busca da aplicabilidade na análise dos desastres, nossa perspectiva atual direciona para a identificação da vulnerabilidade a um evento perigoso com intuito de compreender a exposição de uma população frente ao fenômeno impactante, analisar sua suscetibilidade ao evento e verificar a(s) capacidade(s) de adaptação dos indivíduos. Portanto, uma população sujeita e exposta a um recorrente fenômeno, não pode ser considerada vulnerável. Esta população pode estar sujeita ou, ainda, suscetível a determinado fenômeno. Porém, a sua vulnerabilidade só poderá ser constatada e analisada a partir do estudo integrado dos componentes da vulnerabilidade.

Porém, a dificuldade de aplicabilidade do conceito de vulnerabilidade reside na sua efetivação de análise. Conforme apresentado até o presente, trata-se de uma abordagem holística, de uma integração multidisciplinar das ciências naturais, sociais e exatas para compreensão das circunstâncias que colocam populações e locais em risco de desastres (CUTTER, 2011).

A operacionalização do conceito de vulnerabilidade não é de fácil aplicabilidade em função da dificuldade de obtenção de dados adequados, e ainda, da seleção dos mesmos, uma vez que estes padronizam o conceito de tal forma que deverá servir de comparação para outras localidades e outros estudos. E ainda, há que se considerar a escala de análise, o detalhamento, como é geralmente nos casos em que ocorrem e determinam-se os eventos

extremos (climáticos). Operacionalizar a vulnerabilidade em um bairro ou em um país compreende diferentes variáveis devido à escala de análise.

Nas palavras de Cutter (1996) “*vulnerability is conceived as both a biophysical risk as well as a social response, but within a specific area or geographic domain*”, portanto, pesquisas com foco na vulnerabilidade têm o grande desafio de encontrar métricas adequadas para sua avaliação. Estas devem ser pensadas sobre os processos sociais e resultados materiais a partir da análise de sistemas que, por muitas vezes, são de difícil definição (ADGER, 2003; CUTTER e FINCH, 2008).

Pesquisas sobre o mapeamento da vulnerabilidade avançam na validação e triangulação de dados para obter medidas exatas e próximas da realidade objetivando como produto final a análise de políticas e de intervenção. O mapeamento, na maioria das vezes, envolve o cruzamento e comparações de indicadores mapeados espacialmente (ADGER, 2006).

Uma crítica comum de investigação estatística comparativa, especialmente focada em análise na escala do país, é que ela não capta a diferenciação social e espacial da vulnerabilidade das condições locais que mediam a capacidade de adaptação (CUTTER, 2003). Mais uma vez retorna aqui a problemática da escala de análise, pois até mesmo na escala local, a partir de setores censitários, por exemplo, há a possibilidade de diferenciação social no espaço restrito.

Cutter (2003) comenta que uma das dificuldades é a inexistência de mapeamentos de áreas de risco em escalas detalhadas que sejam acessíveis à população. Mesmo quando a informação existe nem sempre é divulgada de maneira acessível. Assim, dois elementos são fundamentais para que se avance neste sentido: o efetivo mapeamento das áreas de ocupação humana, para fins residenciais ou produtivos, que estão em situação de risco e a possibilidade de acesso direto a essas informações.

A técnica de mapear auxilia no reconhecimento de áreas sujeitas aos riscos que podem ser potencializados pelas mudanças climáticas e a planejar ações em casos de incidência de eventos extremos. Entretanto, é importante salientar que o mapeamento em si não é a solução para os problemas relacionados com a vulnerabilidade, trata-se de uma técnica e, portanto, não implica necessariamente em evidenciar as origens do problema, nem em apontar soluções.

Esses dois aspectos centrais (gênese e solução dos problemas) possuem um cunho social e político, que necessita de um referencial teórico e metodológico sólido das Ciências Sociais para ser compreendido. Evidencia-se assim a necessidade de abordagens que sejam interdisciplinares, de maneira a tornar possível o conhecimento capaz de subsidiar políticas e ações sociais efetivas.

Diante do exposto, e compreendendo as limitações de cada pesquisa, visto que a análise da vulnerabilidade é complexa e multifacetada. Sugere-se, assim, como proposta de estudo baseada em pesquisa quanti-qualitativa que integre os três componentes da vulnerabilidade. De modo que uma análise quantitativa pode ser feita para identificar a suscetibilidade da população a um evento perigoso. Aliado a uma pesquisa qualitativa sobre as medidas adaptativas utilizadas pela população atingida e instituições relacionadas aos desastres, como Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, secretarias municipais, entre outros.

Segundo Duarte (2004) a entrevista permite ao pesquisador fazer uma espécie de mergulho em profundidade, mapeando práticas, valor e crenças sociais, assim como, contradições entre os entrevistados. Isso indica que a entrevistas pode dar um melhor direcionamento ao levantamento de dados, referentes à capacidade adaptativa, pois a partir delas é possível identificar resposta de enfrentamento durante um evento perigoso e medidas de prevenção.

Diante do exposto, nossa perspectiva da abordagem da vulnerabilidade humana aos desastres não pretende esgotar o debate. A constante busca pela compreensão conceitual, teórico-metodológica abre um leque de possibilidade de investigação, tornando está ciência

a cada dia mais investigativa. Por fim, temos apostado na perspectiva de Adger et al. (2004), que após discussão da abordagem do conceito de vulnerabilidade concebido pelo IPCC, concluem ser mais prudente evitar o uso da palavra “vulnerabilidade” sem mais explicações, fazendo-se necessário especificar a que tipo de vulnerabilidade estamos nos referindo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No intuito de apresentar a gênese da discussão teórico-metodológica da vulnerabilidade humana aos desastres, o presente texto resulta de alguns debates desenvolvidos em âmbito do Grupo de Estudos de Desastres Socionaturais (GEDN), da Universidade Federal de Santa Catarina, que até o ano de 2016 era coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magaly Mendonça.

Não é nosso objetivo esgotar aqui a discussão acerca dos conceitos de desastres, vulnerabilidades, suscetibilidades, capacidades adaptativas, entre outros; destacamos aqui apenas alguns pequenos avanços que efetuamos no GEDN enquanto estudiosos e pesquisadores de diferentes áreas de atuação, assim como, com diferentes experiências profissionais que se dedicaram na busca de novas perspectivas de compreensão e análise dos desastres.

Embora a discussão do tema suscite considerar as diferentes escalas de análise espacial e geográficas da problemática apresentada, evidencia-se que nosso debate e as perspectivas desenvolvidas permeiam a escala local justificando, portanto, metodologias diferenciadas quando comparada com outras abordagens da vulnerabilidade aos desastres.

A abordagem da vulnerabilidade ainda apresentará outras possibilidades de abordagem e aplicabilidade em âmbito do Grupo de Estudos de Desastres Socionaturais, por meio de novas pesquisas e estudos que estão em desenvolvimento e que irão se desenvolver ao longo do tempo. Acreditamos que ao finalizar desta primeira etapa de conclusão dos trabalhos de graduação, mestrado e doutorado que tiveram participação da professora Magaly Mendonça, fse fazem necessárias novas discussões e debates acerca dos avanços teóricos e metodológicos desenvolvidos no âmbito do GEDN.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a possibilidade de contribuir com o debate desenvolvido no GEDN, mas principalmente com a eterna orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magaly Mendonça. Muito do apresentado aqui é resultado de conversas e discussões que travamos durante deliciosas tardes de café no apartamento de nossa orientadora que tão precocemente não pode acompanhar os últimos momentos de nossas trajetórias de formação.

## REFERÊNCIAS

ADGER, W.N. Social capital, collective action and adaptation to climate change. **Economic Geography**, n. 79, p. 387-404, 2003.

ADGER, W.N.; BROOKS, N.; BENTHAM, G.; AGNEW, M.; ERIKSEN, S. New indicators of vulnerability and adaptive capacity. **Tyndall Centre for Climate Change Research**, Technical report 7. p. 128, January 2004.

ADGER, W.N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 268-281, 2006.

ALMEIDA, L.Q. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia. **Mercator**. Fortaleza, v. 10, n.23, set./dez. , p. 83-99, 2011.

- ALMEIDA, L.Q. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras**: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2012.
- BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. **At risk**: natural hazards, people's vulnerability and disasters. Routledge, 2014.
- CEM - Centro de Estudos da Metrópole. Centro Brasileiro de Análise e Planejamento. Secretária Municipal de Assistência Social de São Paulo. **Mapa da vulnerabilidade social da população da cidade de São Paulo**. São Paulo: Sesc-SP, 2004.
- CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Economic Commission for Latin America and the Caribbean – ECLAC. **Vulnerabilidad Sociodemográfica**: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas. Síntesis y conclusiones. LC/G.2170 (SES .29/16). 8 mar. 2002.
- CUTTER, S.L. Vulnerability to Environmental Hazards. **Progress in Human Geography**, 20(4), p. 529–39, 1996.
- CUTTER, S.L. The Vulnerability of Science and the Science of Vulnerability. In: **Annals of the Association of American Geographers**, nº 93, vol. 1, p. 1-12. 2003.
- CUTTER, S.L.; BORUFF, B.J.; SHIRLEY, W.L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, p. 242-261, 2003.
- CUTTER, S.L.; FINCH, C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. **PNAS**, v. 105, n. 7, p. 2301-2306, 2008.
- DESCHAMPS, M. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. **Cadernos Metrópole**, n.19, p. 191-219, 2008.
- DUARTE, R. Entrevistas em pesquisa qualitativa. **Educar. Curitiba**, n.24, p. 213-225, 2004.
- ESTEVES, C. J.O. Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais. **Caderno IPARDES**. Curitiba, v.1, n.2, jul./dez., p. 62-79, 2001.
- FRERKS, G.; WARNER, J.; WEIJS, B. The politics of vulnerability and resilience. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, v.XIV, n.2, p.105-122, jul./dez., 2011.
- FUSSEL, M.H. Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, 17, p. 155 – 167, 2007.
- GALLOPIN, G.C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 293-303, 2006.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group 2. **Third Assessment Report**, Annex B: Glossary of Terms, 2001.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp., 2012.

MATTA-LIMA, H.; BORBA, A.A.; PINHEIRO, A.; MATA-LIMA, A.; ALMEIDA, J.A. Impacto dos desastres naturais nos sistemas ambiental e socioeconômico: o que faz a diferença? **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. XVI, n.3, p.45-64, jul./set., 2013.

MATTEDI, M.A. Subsídios para análise dos desastres. **Com Ciência**, n.117, Campinas, 2010.

MATTEDI, M.A.; BUTZKE, I. A relação entre o social nas abordagens de hazards e de desastres. **Ambiente & Sociedade**. Ano IV, n. 9, 2º semestre, p.1-22, 2001.

MANDAROLA, JR; HOGA, D.J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**. V. VII, n. 2, jul/dez. 2004.

MANDAROLA, JR; HOGA, D.J. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos de Precipitação**. São Paulo, v. 22, n.1, p. 29-53, 2005.

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. **Mercator**, v.9, n. especial 1. dez, p. 153-163, 2010.

MENDONÇA, F. **Riscos Climáticos: vulnerabilidade e resiliência associados**. Paco. p. 318, 2014.

MURARA, P.G. **Adaptação às inundações urbanas em Rio do Sul, Santa Catarina**. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 141 p., 2016.

ROMERO, G.; MASKREY, A. Como entender los desastres naturales. In: MASKREY, A. (compilador). **Los Desastres No Son Naturales. Red de estudios en Prevención de Desastres en América Latina – LA RED**, 1993.

TUNNER, B.L.; KASPERSON, R.E.; MATSON, P.A.; MCCARTHY, J.J.; CORELL, RW.; CHRISTEN, N.E.; KASPERSON, J.X.; LUERS, A.; MARYBETH L. MARTELLO, M.L.; POLSKY, C.; PULSIPHER, A.; SCHILLER, A. A Framework for vulnerability analysis in sustainability science. **PNAS**, vol. 100, n. 14, p. 8074 – 8079, 2003.

## 7. AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO MEIO RURAL AOS EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS E A MUDANÇA CLIMÁTICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ

Nathan S. Debortoli<sup>1</sup>

Sung Chen Lin<sup>2</sup>

Marina Hirota<sup>3</sup>

### RESUMO

Este artigo analisa a vulnerabilidade e a capacidade de adaptação do meio rural frente aos eventos meteorológicos extremos da Bacia do Rio Araranguá (BHRA) que abrange 16 municípios do sul catarinense. O estudo teve como foco o município de Araranguá, epicentro do Furacão Catarina (primeiro furacão registrado na América do Sul) ocorrido em 27-28 de março de 2004. A análise foi realizada no período de 2014-2016 e envolveu produtores rurais, representantes do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá (CGBHRA) e agentes institucionais dos setores da agropecuária e proteção e defesa civil que atuam na região. Descreve a vulnerabilidade frente à exposição aos eventos extremos meteorológicos, degradação ambiental e condições socioeconômicas e institucionais locais, incluindo medidas adaptativas adotadas nas instâncias governamentais e das comunidades. Foram realizadas entrevistas com atores locais com foco em suas percepções quanto à ocorrência de eventos meteorológicos extremos e às mudanças climáticas, além da governança local. Ao fim, é feita uma análise da exposição climática futura da BHRA com base em cenários apresentados pelo relatório AR5 do IPCC (Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas - sigla em inglês), bem como recomendações para a prevenção de desastres sócioclimáticos e o fortalecimento da capacidade adaptativa local.

**Palavras-chave:** vulnerabilidade; adaptação; eventos extremos.

### INTRODUÇÃO

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E CLIMÁTICAS DA BHRA

A BHRA está localizada na região sul do estado de Santa Catarina (SC), entre as latitudes 28°26'S e 29°07'S e longitudes 49°14'W e 50°01'W em altitudes que variam de 0 a aproximadamente 1.500m (PAULINO et al., 2010) (Figura 1). Nas proximidades do sopé da escarpa até o topo da serra, o desnível varia de 200m a mais de 1.400m, com declividade superior a 45°. Tendo em vista a expressiva variação de altitude, o clima da BHRA apresenta diferentes características com relação ao regime de chuvas e temperatura (KREBS, 2004; MONTEIRO, 2007; COMASSETO, 2008). Condicionado pelas chuvas orográficas, a área de altitudes elevadas apresenta maior índice de chuva em relação à área litorânea sendo a diferença de precipitação entre a encosta da serra e a área litorânea de mais de 50% no verão (MONTEIRO, 2001; RODRIGUES et al., 2004; MONTEIRO, 2007) (Figura 2C). Com relação à temperatura, áreas de altitudes mais elevadas (nas bordas do planalto e nas escarpas da serra) apresentam valores menores em relação à área litorânea. Pelo enquadramento no sistema de classificação climático de Köeppen, a BHRA apresenta clima

---

<sup>1</sup>Dr. em Geografia (*Université de Rennes II*), Pós-Doutor no Laboratório de Adaptação às Mudanças Climáticas (*McGill University*) - (nathandebortoli@gmail.com).

<sup>2</sup>Pedagoga (UNICAMP), Mestre em Educação (UNICAMP), Dr.<sup>a</sup> em Geografia (UFSC), LabClima – GCN/UFSC, Agência de Desenvolvimento Regional de Araranguá (ADR).

<sup>3</sup>Dr.<sup>a</sup> em Meteorologia (INPE), Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> da Universidade Federal de Santa Catarina (CFM/UFSC).

Cfa - mesotérmico, com temperaturas médias do mês mais frio abaixo dos 18°C e acima de 3°C, sem estação seca distinta e com temperaturas médias de 28°C, nos meses mais quentes (KREBS, 2004; COMASETTO, 2008) (Figura 2B).

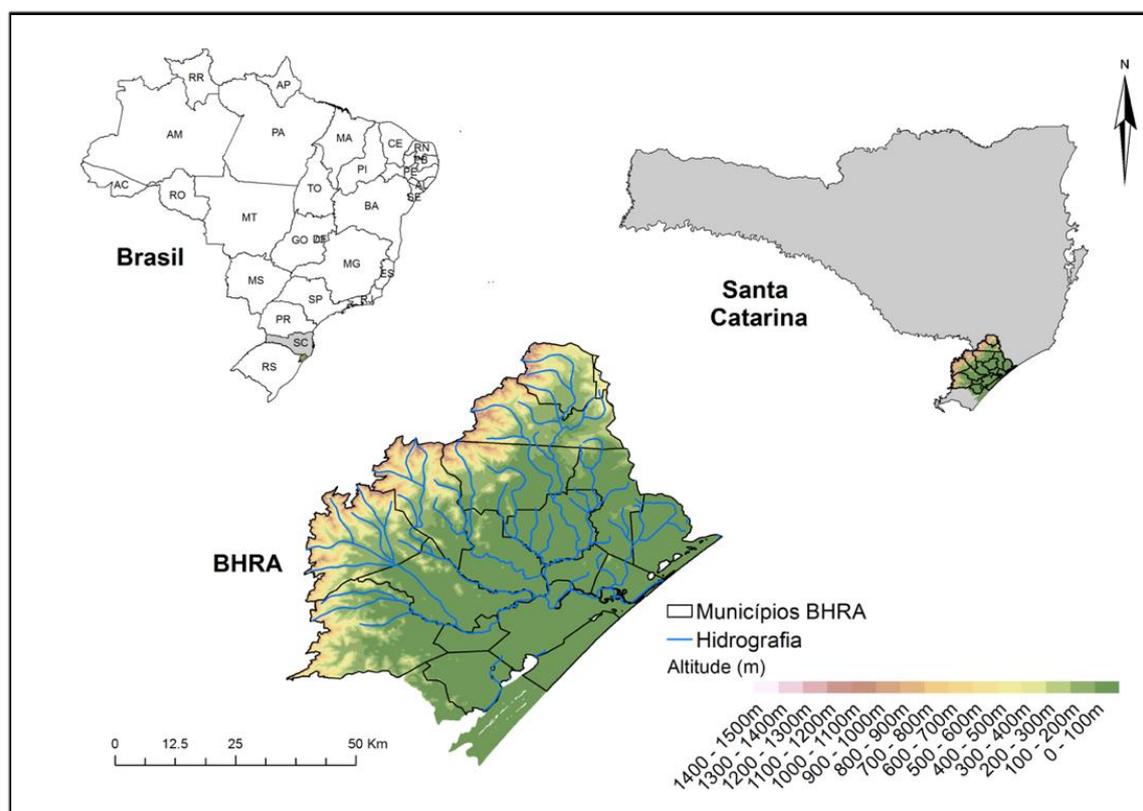


Figura 1 - Localização geográfica e altitudes médias em metros (m) da Bacia do Rio Araranguá no sul catarinense.

A bacia possui uma área de drenagem de 3.089,10 km<sup>2</sup> que compreende 16 municípios, dos quais 10 estão inseridos totalmente na bacia (Maracajá, Meleiro, Morro Grande, Nova Veneza, Siderópolis, Timbé do Sul, Treviso, Turvo, Ermo e Forquilha) e seis parcialmente (Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Rincão, Criciúma Içara e Jacinto Machado) (SANTA CATARINA, 2014). Nas porções do relevo que constituem as escarpas da serra, a vegetação é exuberante, característica da Mata Atlântica (Figura 2A). Sob influência da altitude e do clima úmido, a cobertura florestal original é formada por matas de araucária, que com a drástica redução, foi tomada pela vegetação gramínea. Nas escarpas da serra, devido a difícil acessibilidade, a vegetação florestal desse compartimento está bastante preservada, sendo que áreas mais baixas foram desmatadas, especialmente para o cultivo de banana (MARCELINO et al., 2004). Na planície costeira, a Mata Atlântica original foi completamente substituída por atividades agropastoris (predominantemente pela rizicultura), por vegetação secundária e pela urbanização (MARCELINO et al., 2004) (Figura 2E).

O plantio de arroz na região foi introduzido por imigrantes italianos por volta de 1880, mas foi a partir do Programa de Aproveitamento das Várzeas (PROVÁRZEA), criado pelo governo federal em 1981, que houve aumento da produção, sendo que a técnica agrícola utilizada (sistema irrigado) introduziu práticas que modificaram o padrão de drenagem e a morfologia dos terrenos, além de implicar na utilização de recursos hídricos em larga escala. A técnica utilizada também recorre à compactação do solo para a retenção de água nas canchas de plantio, comprometendo a capacidade de infiltração da água no solo. A morfologia dos terrenos foi alterada, na medida em que relevos residuais remanescentes de espigões alongados que se projetaram das escarpas da serra em direção

às planícies costeiras (morros testemunhos) foram arrasados, restando poucos que se destacam na paisagem plana (Figura 2D). Além disso, políticas associadas ao programa PROVÁRZEA para aumentar a área de plantio incentivaram o avanço sobre as matas ciliares.

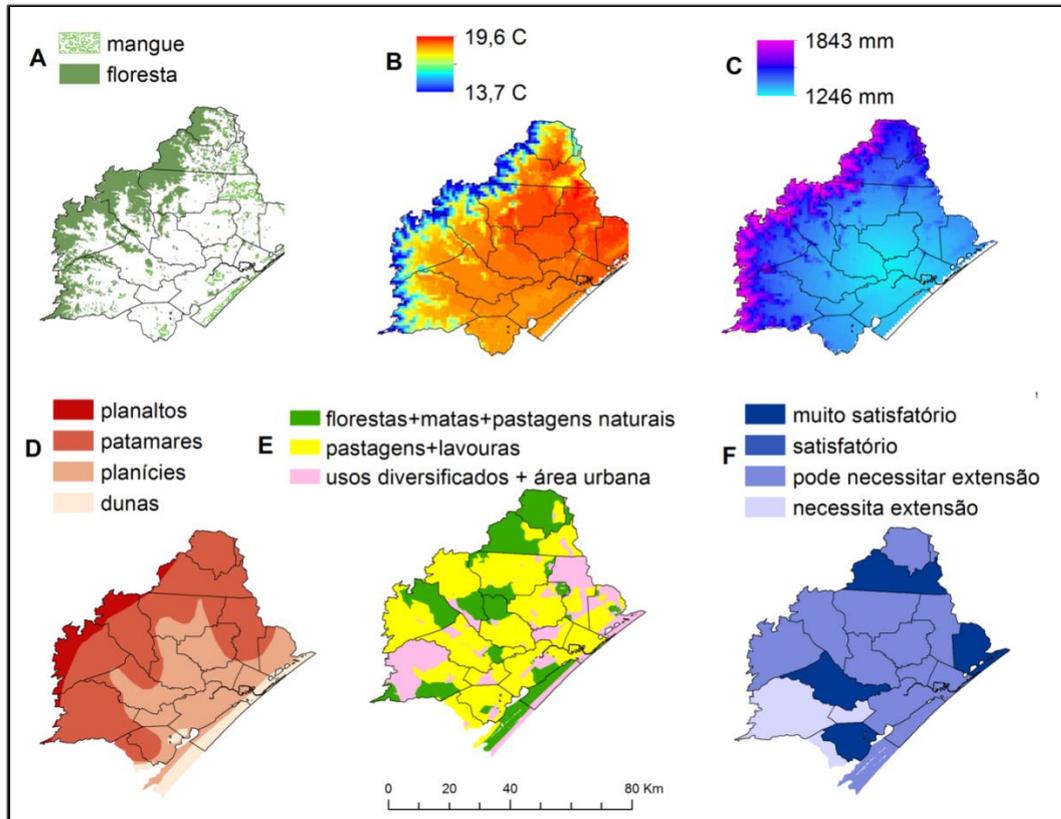


Figura 2 - Limites dos municípios da BHRA. A - Cobertura vegetal para 2012 (SOS/Mata Atlântica/PRODES); B - Temperatura em °C (Média durante 1961-1990) (INPE); C - Precipitação em mm (Média durante 1961-1990) (INPE); D - Tipos de topografia (IBGE); E - Classificação do uso da terra (MMA/IBGE, 2015); F - Demanda de Água (ANA, 2015; 2010).

## PERFIL DA AGRICULTURA E DOS RECURSOS AMBIENTAIS NA BHRA

Em 2010 aproximadamente 431.163 habitantes viviam na bacia do rio Araranguá sendo 368.868 em áreas urbanas e 62.295 em áreas rurais (85% e 14%, respectivamente) (IBGE, 2015). Os grupos étnicos predominantes na região são de origem italiana, alemã e portuguesa (Ilhas Açorianas). As principais atividades em ordem de importância são: agricultura, mineração, silvicultura, indústria cerâmica, indústria da roupa, turismo e comércio. A área agrícola cobre cerca de  $\cong 36\%$  da BHRA e as pastagens  $\cong 17\%$ . As atividades agrícolas mais comuns incluem a plantação de arroz sazonal e o tabaco, juntamente com o milho, vegetais e culturas permanentes, como frutas. A pecuária é feita com vistas na produção de carne e produtos lácteos. O aglomerado da produção é desenvolvido por meio de práticas tanto tradicionais quanto orgânicas.

A figura 2E ilustra a classificação feita pelo IBGE/MMA (2015) que determina os usos da terra na região. A cor verde indica regiões de matas nativas e florestas plantadas, a cor amarela indica pastagens e culturas, e o rosa regiões onde a urbanização domina a paisagem. As áreas de montanha mais ocidentais estão preservadas devido à inacessibilidade da agricultura mecanizada. A planície central é utilizada principalmente para pastagens e culturas (arroz, tabaco e feijão) e as áreas costeiras densamente urbanizadas são dedicadas às atividades de turismo. Criciúma o maior município da região é também o

maior centro urbano seguido pelos municípios de Içara e Araranguá. As regiões peri-urbanas da BHRA estão bastante degradadas, principalmente devido à extração mineral, a produção cerâmica e o carvão vegetal (MILIOLI, 1994). Os solos da região apresentam uma forte taxa de degradação incluindo processos de salinização. A presença de grandes áreas de arroz em todo o vale de Araranguá também contribui para o aumento do escoamento que diminui a capacidade de infiltração do solo. Isto ocorre porque o cultivo de arroz nesta região é irrigado, mantendo o solo saturado e coberto com níveis de água em torno de 10 cm de outubro a novembro (época do plantio) e de fevereiro a março (época da colheita). A salinização e a degradação do solo produzem diferenças nos preços da terra. Nos municípios ao sul da BHRA o número de áreas agrícolas é maior se comparado ao norte. A maioria das propriedades é composta por áreas de 3-10 hectares e a produção de culturas temporárias é dominante quando comparada a culturas permanentes.

Durante as últimas cinco décadas a porcentagem de pessoas que vivem no campo em SC caiu de 77% para 16% (de acordo com os dados do exílio rural do estado). Na região da BHRA a situação não é diferente, já que muitos jovens abandonaram as áreas rurais para buscar trabalho nas regiões metropolitanas. As atividades rurais se tornaram menos significativas para as novas gerações. Esta informação foi divulgada durante uma reunião de jovens empreendedores rurais pela agência EPAGRI/CIRAM<sup>4</sup> em 2015, o que preocupou o governo estadual. Agora, o estado de SC encoraja a permanência dos jovens no campo. A fim de estimular e promover a tradição da agricultura familiar que representa 70% da produção agrícola em SC foi desenvolvido um programa governamental focado em tecnologia e treinamento. Durante a primeira fase do programa 1.592 jovens foram beneficiados com 50% de desconto em equipamentos de informática. Também como parte dos objetivos do projeto, um curso de treinamento em liderança, gestão, e empreendedorismo formou 966 jovens durante 23 edições.

## DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NA BHRA

Embora a precipitação, segundo a sua média mensal, distribua-se de maneira uniforme durante o ano na BHRA, com menor precipitação nos meses de abril, maio, junho e julho (PIAVA SUL, 2011), a água pode tornar-se inacessível devido contaminação dos rios (causada pela indústria de mineração, uso de agrotóxicos e do lançamento de esgoto sanitário e efluentes industriais), períodos prolongados de estiagem, demanda elevada para uso de água na agricultura, destruição de nascentes, bem como de vegetação ribeirinha, além da salinização do rio devido episódios de elevação da maré (ALEXANDRE, 1999). Em períodos de estiagem, ocorrem conflitos entre agricultores cujas terras estão mais próximas ou mais distantes das áreas de suprimento. Nesses períodos, os agricultores que possuem terras mais distantes, além de receberem água poluída, sofrem mais com a falta d'água. Para administrar o impasse, a distribuição de água é controlada por associações de irrigantes (SCHEIBE et al., 2010).

A intrusão de água salgada é um dos principais problemas na BHRA. A influência da cunha salina do rio Araranguá pode chegar a 45 km de extensão (ALTHOFF, 2003), prejudicando a agricultura e comprometendo o abastecimento dos aquíferos ao restringir a qualidade geral da água, especialmente em áreas de cota baixa próximas às áreas costeiras onde os lençóis freáticos apresentam, de maneira geral, profundidade rasa. A BHRA é geralmente abastecida pela infiltração direta de água da chuva e os aquíferos locais podem ser alcançados através de poços pouco profundos (EMBRAPA, 2004). Próximo à área costeira, a água salobra é comum devido ao uso excessivo de aquíferos costeiros, levando à contaminação da água do mar em alguns municípios. É o que acontece com frequência no município de Araranguá, onde foram criados valos comunitários (canais retificados) ligados

---

<sup>4</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Centro de Informações Ambientais e de Hidrometeorologia.

aos mananciais de água para abastecer e drenar as canchas de arroz. Associado a instalação de comportas em pontos estratégicos do rio Araranguá, esse mecanismo também serve para impedir a entrada de água salobra nos campos de arroz e retardar a chegada da água em áreas de cotas baixas ocupadas pela população ribeirinha em eventos extremos de chuva. Dado que geralmente a altura de marés pode ser prevista com base na ação dos ventos e na agitação marinha, técnicos da EPAGRI orientam os produtores para plantio do arroz em épocas diferenciadas, fugindo das épocas de maior concentração salina (ALTHOFF, 2003).

Em estudo desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA) (Figura 2F), que identificou e classificou pontos de captação pública de água por tipologia de recargas superficiais e subterrâneas, disponibilidade de água e qualidade da água, os municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Araranguá estão organizados em duas classes tipológicas: (1) sistemas integrados e (2) sistemas isolados (superficiais ou subterrâneos). Para compreender a qualidade das fontes de água em relação às condições de água e demanda de água nesses municípios, a ANA diagnosticou e verificou o status das fontes de água e dos sistemas de produtores de água para atender às futuras demandas de água. Quando a fonte de água e o sistema de produção apresentavam condições favoráveis de atendimento às demandas urbanas até 2015, o abastecimento de água para o município foi considerado satisfatório. Por outro lado, quando o equilíbrio entre oferta e demanda apresentou um resultado negativo (déficit), a ANA identificou a necessidade de investimento e ação para explorar novas fontes, ou a necessidade de adequar os sistemas existentes.

Na BHRA as áreas de planícies de inundação recebem periodicamente camadas de argila orgânica de sedimentos arenosos. Estes sedimentos podem causar graves problemas em obras civis e construção de estradas devido à compressão e expansão. Do ponto de vista geotécnico e hidrológico, áreas críticas devem ser mapeadas e protegidas como reservatórios naturais. Os assentamentos humanos também devem ser evitados em áreas baixas, planícies aluviais e paleo-dunas costeiras. Quando a vegetação é suprimida nesses locais, ocorre erosão intensa do vento e d'água. Além disso, sem um conhecimento adequado, a construção de poços aumenta a permeabilidade dos sedimentos alterando consequentemente os níveis das águas subterrâneas, que por sua vez, aumentam a contaminação de águas subterrâneas.

## **GESTÃO INTEGRADA E IMPLEMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS NA BHRA**

Com vistas nos problemas ambientais supracitados nas seções anteriores, o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá (CGBHRA) foi criado pelo Decreto Estadual nº 3.260 de 11/12/2001, em conformidade com a Lei Estadual nº 9.748/94 e a Lei Federal nº 9.433/97. O processo de mobilização para constituição do Comitê teve início em 1997, sendo o primeiro no estado. Em 1998, técnicos da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDM) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) ministraram um curso em recursos hídricos para capacitar as comunidades locais. No período entre 1999 e 2000 até sua retomada no final de 2000, entidades locais preocupadas com a desmobilização se articularam e formaram o Grupo de Trabalho pró-Comitê do Araranguá, o qual promoveu seminários de mobilização e capacitação na região (dez ao todo). O CGBHRA é constituído por uma Diretoria Executiva e um Conselho Consultivo e formado por quarenta e cinco entidades governamentais (20%) e não governamentais, dentre eles, usuários da água (40%) e sociedade civil (40%). A formação do CGBHRA foi elencada como uma das principais ações para o desenvolvimento sustentável da região em seminário realizado pelo Fórum Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul Catarinense (FDESC)<sup>5</sup>. Em 2014/2015 o CGBHRA finalizou seu Plano de

---

<sup>5</sup>Disponível em: <[http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhesc/conteudo\\_visualiza](http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhesc/conteudo_visualiza)>. Acesso em: maio de 2015.

Recurso Hídrico, a ser implementado nos próximos cinco anos. O Plano encontra-se disponível na internet<sup>6</sup>.

O "Diagnóstico de Capital Social" de 2005 do município de Araranguá indicou a existência de 269 organizações sociais formais que prestam serviços públicos baseados na comunidade. Essas associações emergiram principalmente da iniciativa e ação das pessoas que residem na comunidade concentrando seus esforços para melhorar as condições de vida de seus cidadãos. O desempenho de muitas dessas organizações reflete a concentração das demandas sociais pela população, bem como o esforço de alguns voluntários para garantir o bem-estar e a melhoria das condições de vida dos menos assistidos pelo governo e pela sociedade. Na BHRA, 45% dessas organizações representam associações comunitárias, associações de assistência social e associações de bairro; 14% representam clubes recreativos e de mães; 15% representam grupos de idosos e ativismo religioso (pastoral infantil, movimentos laicos, etc.); 4% de união; e 3% outros. Porcentagens menores incluem cooperativas, igrejas, fundações, institutos, movimentos sociais ou populares dedicados a outras áreas como gênero, trabalho, renda e meio ambiente. Essas organizações prestam serviços para promover o desenvolvimento social e defender os direitos de seus cidadãos e atuar na produção de serviços e na implementação de políticas sociais setoriais. Elas têm ao mesmo tempo funções políticas, sociais e econômicas e são apresentadas em várias formas legais. Na maior parte, elas estão diretamente envolvidas com grupos de parceria da sociedade civil sob diferentes nomes, como cooperativas, associações, conselhos, comitês e clubes.

Devido às condições meteorológicas extremas que afetaram a bacia do rio Araranguá na última década, mais especificamente após a passagem do furacão Catarina, liderada pela iniciativa da ONG Sócios da Natureza a sociedade civil organizou e promoveu em 2005, 2009 e 2014, as edições I, II e III EFAMuC- Fenômenos naturais, Adversidades e Reunião de mudanças climáticas - sob o lema: "A população afetada quer respostas", "A população afetada ainda quer respostas", e "10 anos de passagem do furacão Catarina, o que fizemos para estarmos preparados?". Também desde 2011 o município de Araranguá faz parte da campanha "Construindo Cidades Resilientes - A Minha Cidade está se preparando" da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (ISDR) e das Nações Unidas (PNUD). Em 2012, Araranguá participou do Projeto "Adapt" Brasil inserido no escopo do programa "Climate Change" através do Instituto das Ilhas do Brasil. No mesmo ano, a comunidade de Araranguá juntou-se à ação global "Turning Points" em referência ao "Climate Impact Day" que procurou conectar pontos conexos no mundo cujas catástrofes e tragédias climáticas aconteceram. Esses atos promovem o desenvolvimento de iniciativas estruturais e não estruturais para a gestão de riscos naturais no município (SUNG, 2014).

## HISTÓRICO DOS EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS NA BHRA

Extremos de precipitação têm causado grandes impactos na população do sul de SC, incluindo inundações bruscas e graduais, além de deslizamento de encostas. A região também é frequentemente afetada por ventos extremos (MARCELINO, 2006; CEPED, 2012). Estudos apontam que esses eventos extremos são causados, principalmente, pela passagem contínua de sistemas frontais e pela influência da zona de alta pressão subtropical no Atlântico Sul. As vertentes do rio Araranguá são conhecidas pelo seu intenso fluxo de água proveniente de nascentes e riachos. Por exemplo, durante os eventos de precipitação extrema, o terreno íngreme na parte ocidental da bacia, além de contribuir para a formação e desenvolvimento de nuvens topográficas (MONTEIRO, 2001; RODRIGUES et al., 2004; MONTEIRO, 2007) também propicia a descida abrupta de água causando riscos naturais dentro das áreas da bacia hidrográfica (NILES, 2009; CARBALLO et al., 2013). A

---

<sup>6</sup>Disponível em: <[http://www.aguas.sc.gov.br/index.php?option=com\\_k2&view](http://www.aguas.sc.gov.br/index.php?option=com_k2&view)>. Acesso em: março de 2016.

adversidade climática da região também recebe influência da umidade marítima e atuação de marés meteorológicas.

Diversos fatores físicos-ambientais são determinantes na ocorrência de eventos atmosféricos extremos na BHRA, como: processos convectivos e frequente passagem de sistemas frontais; influência de chuvas orográficas e umidade marítima; nascentes em elevadas altitudes combinadas com inclinação acentuada das escarpas da serra e curta distância entre encosta da serra e área litorânea (~ 60 km); rios de leitos rasos na planície costeira, elevação de maré, de tempestade ou astronômica, que represam a foz impedindo o escoamento do rio (RUDORFF et al., 2006). Observação empírica local aponta que ondas de cheias decorrentes de chuvas intensas nas cabeceiras da serra levam em média 18 horas para alcançar Araranguá, localizado próximo à foz da bacia (NILES, 2009). De outro lado, atividades antropogênicas como a compactação do solo por atividades agropastoris, a retinização de rios para atender demandas da agricultura e o aumento da demanda agrícola pelo uso da água, em especial pela rizicultura (a rizicultura ocupa 67.000 dos 300.000 hectares da BHRA) (CEPA, 2015), e a ocupação de margens ciliares e o desflorestamento de encostas, propiciam o carreamento do solo para cursos d'água, e consequente assoreamento dos rios. Fatores estes que influenciam a ocorrência de inundações e deslizamentos de terra (COMASSETO, 2008; SCHÄFFER, 2008; NILES 2009).

O ano de 2009 foi um período particularmente crítico para a região, em especial, para Araranguá com a ocorrência de quatro eventos extremos: inundação em janeiro (1 a 4) (Figura 3) que elevou o nível do rio em quase quatro metros e meio acima do nível normal, desabrigou 3.429 pessoas e provocou danos na agricultura, na indústria e no comércio; inundação em setembro (9 a 11) que elevou do nível do rio em três metros, deixou mais de 250 desabrigados e provocou danos na infraestrutura pública e na agropecuária; tempestade em setembro (28), com chuvas intensas, granizo e rajadas de ventos acima de 100 km/h provocando destelhamentos e danos generalizados em edificações e na infraestrutura do município; outro vendaval em novembro (19), com ventos acima de 100 km/h e temperatura elevada de quase 40°C. Um estudo orientado pelo climatologista Márcio Sônego atribui o vendaval de 28 de setembro a um tornado (SILVA, 2010). De maneira geral, a população mais afetada foi a que reside em casas de baixo padrão construtivo, em áreas ribeirinhas e próximas a encostas. Outros eventos extremos de grande impacto que ocorreram no município de Araranguá foram as inundações de março de 1974, de julho de 1983, de julho de 1993, maio de 1994, de dezembro de 1995 e os ventos intensos de maio e dezembro de 2008 (NILES, 2009; SUNG, 2016).



Figura 3 - Episódio de inundação gradual (Janeiro/2009) em Araranguá. Principais estradas e rodovias e quase toda a cidade foram inundadas. Fonte: Prefeitura de Araranguá.

Além disso, inundações costeiras também são importantes. Os episódios de inundação costeira são causados principalmente por marés astronômicas, na fase de lua nova concomitante a ventos de leste. Essa configuração meteorológica foi identificada pelo uso de dados de maré (tábuas de marés) coletados por um medidor de maré no porto de Imbituba em SC. Este evento meteorológico também é conhecido por causar perdas elevadas nos campos de arroz devido à salinização da água (NILES, 2009). A falta de preparação e informação pelas autoridades para lidar com eventos climáticos extremos contribuiu para um maior grau de vulnerabilidade na BHRA nos últimos anos.

### **EVENTOS METEOROLÓGICOS PREVALENTES NO MUNICÍPIO DE ARARANGUÁ**

Dentre os principais desastres associados aos extremos meteorológicos na BHRA estão: as inundações (bruscas e graduais) associadas a extremos de precipitação; estiagens prolongadas que afetam principalmente a agropecuária (culturas sazonais, permanentes e criação de animais); ventos intensos (vendavais e tornados) que impactam principalmente a infraestrutura pública, privada e rural, além de provocar danos psíquicos na população; granizos que comprometem lavouras e estruturas de cobertura; e finalmente marés de tempestade que provocam salinização do rio afetando a agricultura.

Soma-se a esses eventos, a passagem de um furacão, que ganhou o nome "Catarina", em 27-28 de março de 2004. Registros apontam que em 40 anos de monitoramento por satélite meteorológico, o "Catarina" foi o primeiro furacão oficialmente registrado no Atlântico Sul. Observações realizadas 'in loco' durante a passagem do Furacão Catarina por pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) registraram ventos de até 120 km/h com chuva forte e temperatura baixa na primeira fase. Após a passagem do "olho", foram registrados ventos de aproximadamente 180 km/h com chuvas intensas e temperaturas muito baixas (segunda fase). Os principais danos observados foram destelhamentos severos, destruição de edificações, queda de árvores e de postes de energia elétrica, entre outros. Baseado nesses dados (velocidade estimada dos ventos e avaliação dos danos), a equipe classificou o evento como categoria 2, de acordo com a escala Saffir-Simpson (MARCELINO et al., 2008). McTaggart-Cowan et al. (2006) atribuíram o evento a uma formação atípica de baixa pressão no Oceano Atlântico Sul. Além das perdas materiais, o Furacão, Catarina, afetou uma população de 412.548 pessoas, deixando 33.165 desabrigados, 4 mortes, 518 feridos, 7 desaparecidos e danos psíquicos na população.

Além do Furacão Catarina, há registros de outros eventos de ventos intensos, como ciclones extratropicais e tornados (MARCELINO et al., 2005). Os registros apontam para maior frequência e intensidade nas últimas décadas, incluindo ocorrências de extremos de precipitação, estiagem prolongadas e granizos, tendo sido registradas pedras de 7 cm de diâmetro. O levantamento dos eventos meteorológicos extremos ocorridos em Araranguá foi feito por meio de pesquisa em documentos oficiais<sup>7</sup>, (AVADAN, NOPRED, FIDE e DMATE); estudos científicos; mídia local e obras literárias; acervo fotográfico digitalizado da Fundação Casa da Cultura de Araranguá (SUNG, 2016). O quadro conceitual adotado para a análise dos eventos foi o da SEPDEC (Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil), conforme definido na Política Nacional de Defesa Civil (PNPDEC, 2012). Esse levantamento representado na figura 4 identificou ocorrência de 64 eventos extremos que impactaram em danos e desastres no município de Araranguá, no período entre 1897-2015.

Desses eventos extremos foram contabilizados 46 episódios de chuva intensa (CH) desencadeando alagamento, inundações ou desbarrancamentos; 21 de ventos intensos incluindo vendaval (VD), tornado (T), furação (F); cinco de estiagem (ES); seis de granizo (GR); quatro de atividade elétrica (AE); três de ressaca no mar (RM), um de onda de calor (OnC). O período de maiores ocorrências está entre setembro a fevereiro. É relevante mencionar que apesar da linha cronológica apresentar aumento de desastres nos últimos anos, não se pode afirmar que o número de desastres tenha aumentando nessa proporção já que pode haver ausência de registros nos anos anteriores.

---

<sup>7</sup>Dados fornecidos pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil ou acessados pelo portal *leismunicipais.com.br* e pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID).

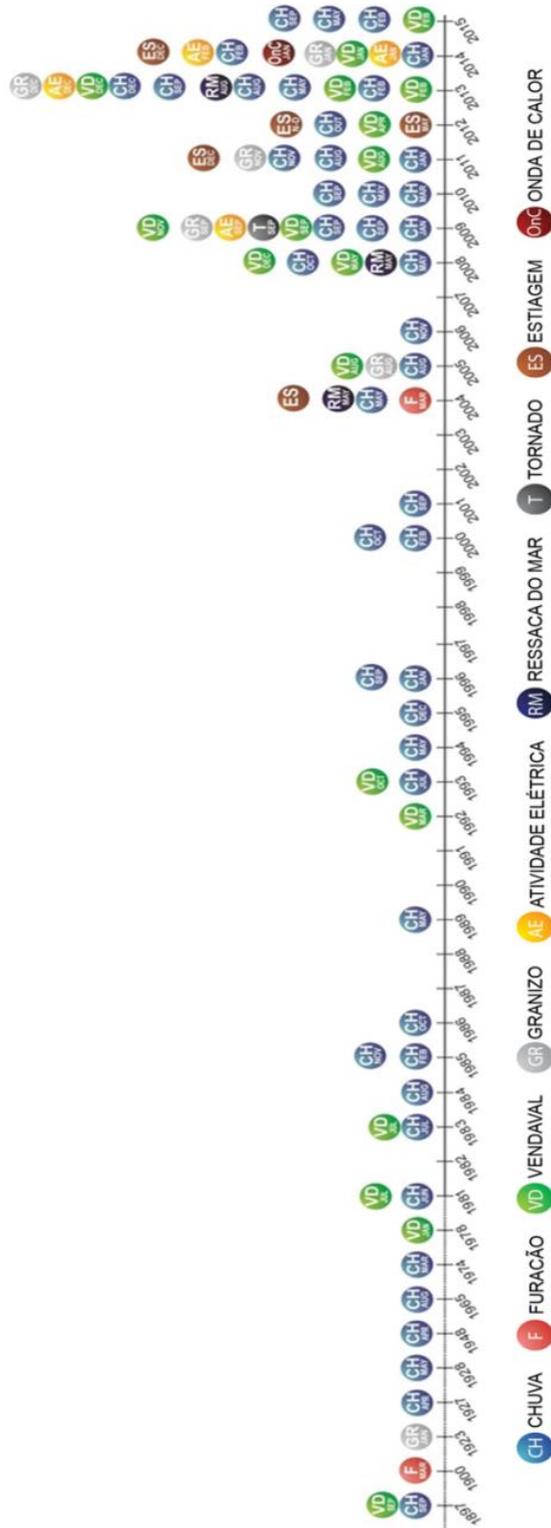


Figura 4 - Ranking de eventos meteorológicos extremos por ano e mês durante o período 1897-2015 no município de Araranguá. Fonte: Adaptado de Sung (2016).

### O CLIMA FUTURO NA BHRA COM BASE EM SIMULAÇÕES CLIMÁTICAS DO MODELO GLOBAL MIROC5 REGIONALIZADO A PARTIR DO MODELO ETA-20km PARA OS CENÁRIOS IPCC AR5-RPC 4.5 E 8.5 (2041-2070)

Para avaliar a exposição da vulnerabilidade da BHRA aos futuros eventos meteorológicos extremos foram analisadas variáveis climáticas da temperatura média anual (MAT) e seu coeficiente de variação (CVT) e, a precipitação média anual (MAP) e seu

coeficiente de variação (CVP). O período utilizado para a análise das projeções compreende as décadas de 1971-2000 (período de Baseline) a partir de um modelo climático global GCM (MIROC5-japonês) com o *downscale* de uma grade de 20-km utilizando o modelo climático regional Eta-RCM. O INPE forneceu os resultados da projeção para os cenários do IPCC AR5-RCP 4.5 e 8.5 durante os períodos de simulações futuras entre 2041-2070. As variáveis meteorológicas na figura 5 demonstram os resultados dos dados modelados para o modelo global MIROC5 a partir da resolução de 20-km do modelo regional Eta para o Brasil.

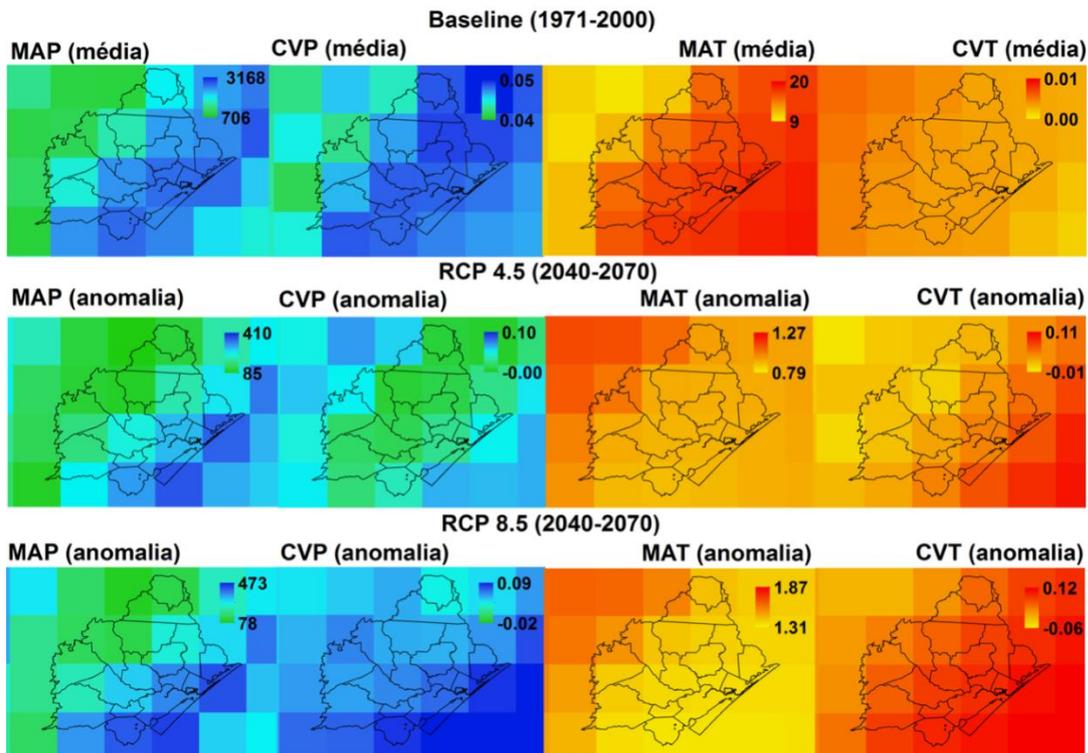


Figura 5 - Resultados das simulações para a BHRA incluindo as anomalias dos cenários IPCC AR5 4.5 (2041-2070) e 8.5 (2041-2070) do modelo MIROC5 com *downscale* para o modelo regional Eta-20km considerando o período de linha de base de 1971-2000 (média histórica). Os mapas ilustram a precipitação média anual (MAP) em mm e suas anomalias; temperatura média anual (MAT) em °C e suas anomalias; o coeficiente de variação para temperatura (CVT) em °C e suas anomalias; e o coeficiente de variação para precipitação (CVP) em mm e suas anomalias. Os dados de saída das projeções do modelo global foram fornecidos pelo CPTEC/INPE.

A MAP histórica (precipitação média anual) para este modelo apresenta valores elevados de precipitação ao longo do litoral (3.166 mm) e com menor quantidade nas encostas da serra (706 mm). Nas projeções futuras, os valores de precipitação são mais elevados (com incrementos de até 473 mm). O modelo MIROC5 em termos gerais apresenta um acréscimo de precipitação ao longo da costa. Este acréscimo pode indicar maiores fluxos d'água a montante e à jusante que afetam os municípios em altitudes mais baixas (especialmente Araranguá). O CVP histórico (coeficiente de variação para precipitação) indica que o modelo MIROC apresenta variabilidade das precipitações entre as áreas de montanha e planaltos (apesar da BHRA não indicar historicamente uma forte variabilidade nas precipitações). No entanto, o modelo indica que as áreas centrais da BHRA enfrentarão um decréscimo da variabilidade nas próximas décadas (em comparação com a média histórica). As áreas de vale da BHRA permanecem com baixa variabilidade das precipitações nos períodos futuros.

Para a temperatura média anual (MAT) o modelo MIROC5 apresenta temperaturas médias frias nas áreas do planalto oriental e temperaturas elevadas ao longo do litoral. O modelo MIROC5 indica anomalias positivas em temperaturas variando de 0,79 °C a 3,9 °C

em períodos futuros, com maiores aumentos das anomalias nos planaltos e áreas das encostas das montanhas, e incrementos menos significativos ao longo do litoral. Esse incremento das temperaturas nos planaltos encorajará os agricultores a alterar certas culturas permanentes, como frutas (adaptadas a ambientes mais sazonais e mais frios). Em relação à variabilidade interanual da temperatura (CVT), o modelo MIROC5 apresenta uma maior variabilidade nas temperaturas no litoral se comparado às áreas de montanha. O modelo MIROC5 também demonstra uma maior variabilidade das temperaturas na região litorânea. O modelo indica ainda um decréscimo da variabilidade das temperaturas em relação à média histórica. Ou seja, o intervalo de temperatura será menos variável em anos futuros.

O resultado da projeção para os cenários 4.5 e 8.5 para a BHRA indicam um incremento das temperaturas médias e precipitações. No entanto, a variabilidade da precipitação e da temperatura diminui entre os anos. Os agricultores podem ser afetados positivamente e negativamente em muitas características relativas a essas mudanças futuras (dependendo dos cenários). As áreas dos planaltos serão beneficiadas pelo decréscimo dos episódios de geada contribuindo para o deslocamento de culturas permanentes para regiões mais elevadas. Por outro lado, algumas culturas permanentes como frutas, diminuirão sua produção devido a temperaturas mais elevadas na região litorânea e dos planaltos. Os incrementos de episódios de chuvas torrenciais poderão contribuir para a perda excessiva de lavouras/culturas temporárias (tanto na região do planalto quanto em áreas mais baixas), causando prejuízos expressivos no meio rural.

Os últimos cenários do IPCC AR5 também projetam eventos extremos climáticos-meteorológicos para a BHRA (IPCC, 2013). Esse incremento promove maior exposição, vindo a afetar ainda mais as populações rurais e a infraestrutura urbana, levando ao aumento de danos e prejuízos, caso ações voltadas para a redução da vulnerabilidade local não sejam adotadas. Mudanças excessivas e de curto prazo na temperatura e precipitação podem comprometer a produção agrícola em longo prazo devido às condições locais de uso intensivo da água, poluição e salinização. Áreas costeiras poderão ser mais frequentemente afetadas por inundações de marés de tempestade, além de inundações nos rios causando duplo efeito de subida das águas em terrenos baixos. Algumas das comunidades recorrentemente afetadas por inundações residem em uma área adjacente ao centro de Araranguá (bairro Barranca). A área é caracterizada como uma zona de transição urbano-rural constantemente afetada por inundações devido ao nível baixo em relação à cota do rio. Os deslizamentos de terra no município podem se tornar mais frequentes devido às precipitações extremas, o desmatamento e a ocupação de áreas de encostas. As atividades agrícolas tornar-se-ão menos adequadas nesta região, já que as condições climáticas serão mais extremas.

## **PERSPECTIVAS E AS PERCEPÇÕES DO MEIO RURAL ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS (INUNDAÇÕES, VENDAVAIS E O INCREMENTO DAS TEMPERATURAS)**

Para avaliar a percepção do meio rural a essas mudanças, este estudo visitou e entrevistou diversos grupos e comunidades rurais da BHRA, dentre eles, agricultores, agentes de Proteção e Defesa Civil, da Fundação Ambiental e a presidência do CGBHRA. As entrevistas se deram nos meses de fevereiro a março de 2016 em Araranguá, Turvo e Ermo. A abordagem utilizada durante as entrevistas foi a semidireta que permite aos entrevistados expressar seus pontos de vista e ideias livremente, enquanto os entrevistadores intervêm apenas quando há uma mudança no foco do conteúdo. Durante as entrevistas foram proporcionados aos atores locais cenários de mudanças climáticas (mapas) conforme modelagem descrita na seção 2.2. Os mapas incluíram características do clima local (temperatura e precipitação) (Figura 5) e apresentaram possíveis cenários de precipitação e temperatura no período futuro de 2040-2070.

Nas entrevistas, os atores ficaram livres para compartilhar suas percepções em relação aos eventos extremos, as mudanças climáticas e seus pontos de vista sobre os mapas proporcionados. Após análise das entrevistas, os dados fornecidos pelos entrevistados foram comparados aos dados de matérias de jornais e registros da Defesa Civil, o que possibilitou constatar coerência dos discursos dos entrevistados com dados de registros locais. Apesar de a pesquisa ter como foco os eventos extremos meteorológicos e as mudanças climáticas, a comunidade também suscitou preocupações com a governança local, a falta de auxílio da Defesa Civil durante os desastres e a falta de um planejamento sustentável para a localidade. Neste sentido, dois conflitos emergentes servem como objetos de análise na BHRA: (1) o bairro Barranca como estudo de caso de extrema sensibilidade às inundações, englobando uma cena de conflito entre Defesa Civil e a gestão pública local, e (2) uso do desastre como moeda de troca de vantagens, tanto para gestores, como para moradores das áreas afetadas durante as fases de reconstrução e reabilitação pós-desastre, o que inibe a capacidade de adaptação dos habitantes locais aos desastres (Figura 6).



Figura 6 - Imagem fotogramétrica aérea mostrando o bairro Barranca, incluindo o rio Araranguá e os campos de arroz nas margens. Fonte: Secretário de Desenvolvimento Sustentável - Estado de Santa Catarina (2014).

A ocupação da área de cheia da Barranca tem raízes antigas, desde a instalação de uma estrada de ferro no local em 1927 (desativada desde o final dos anos 50), tornando difícil sua desocupação. Contudo, novas ocupações surgem diariamente, desafiando a legislação ambiental vigente. Atualmente, os moradores locais reconheceram a vulnerabilidade que representa a moradia nas áreas de cota baixa, e a falta de melhores condições condicionadas à restrição imposta pela legislação ambiental, que não permite a instalação de infraestrutura urbana e outros equipamentos. Como forma de buscar melhores condições de vida no local, os moradores estão em constante negociação com o governo municipal, que por sua vez, retardam a aplicação da legislação ambiental e da Proteção e Defesa Civil.

Além da ocorrência das inundações, as comunidades rurais relatam o incremento de vendavais. O município de Araranguá é afetado constantemente por ventos fortes (com registros de mais de 100 km/h) em áreas rurais-urbanas. De acordo com os agricultores, os vendavais se dão quando ventos do quadrante sul sopram e as nuvens colidem contra a Serra Geral (na parte ocidental da BHRA), retornando às áreas baixas perto da costa. Esses episódios causam perdas materiais na infraestrutura das casas e na produção no campo. Aparentemente, existem riscos graves devido à velocidade do vento nas áreas mais descampadas. Os entrevistados informaram que as casas não dispõem de infraestrutura adequada para os vendavais (feitas de madeira). Segundo eles, a única maneira de se proteger é buscar refúgio em bambuzais próximos (conhecimento tradicional local).

Na figura 7 são descritas percepções sobre as mudanças no clima local, a partir da visão dos entrevistados. Além da percepção sobre as mudanças climáticas, os entrevistados também relataram dificuldades relacionadas aos aspectos regionais de governança e questões ambientais. Por diversas vezes os entrevistados relataram problemas referentes à Lagoa do Caverá, corpo d'água que abrange quatro municípios: Araranguá, Sombrio, Balneário Arroio do Silva e Balneário Gaiivota. Esta lagoa está perdendo seu nível em ritmo acelerado, seja por questões socioambientais quanto por mudanças nos padrões climáticos regionais.

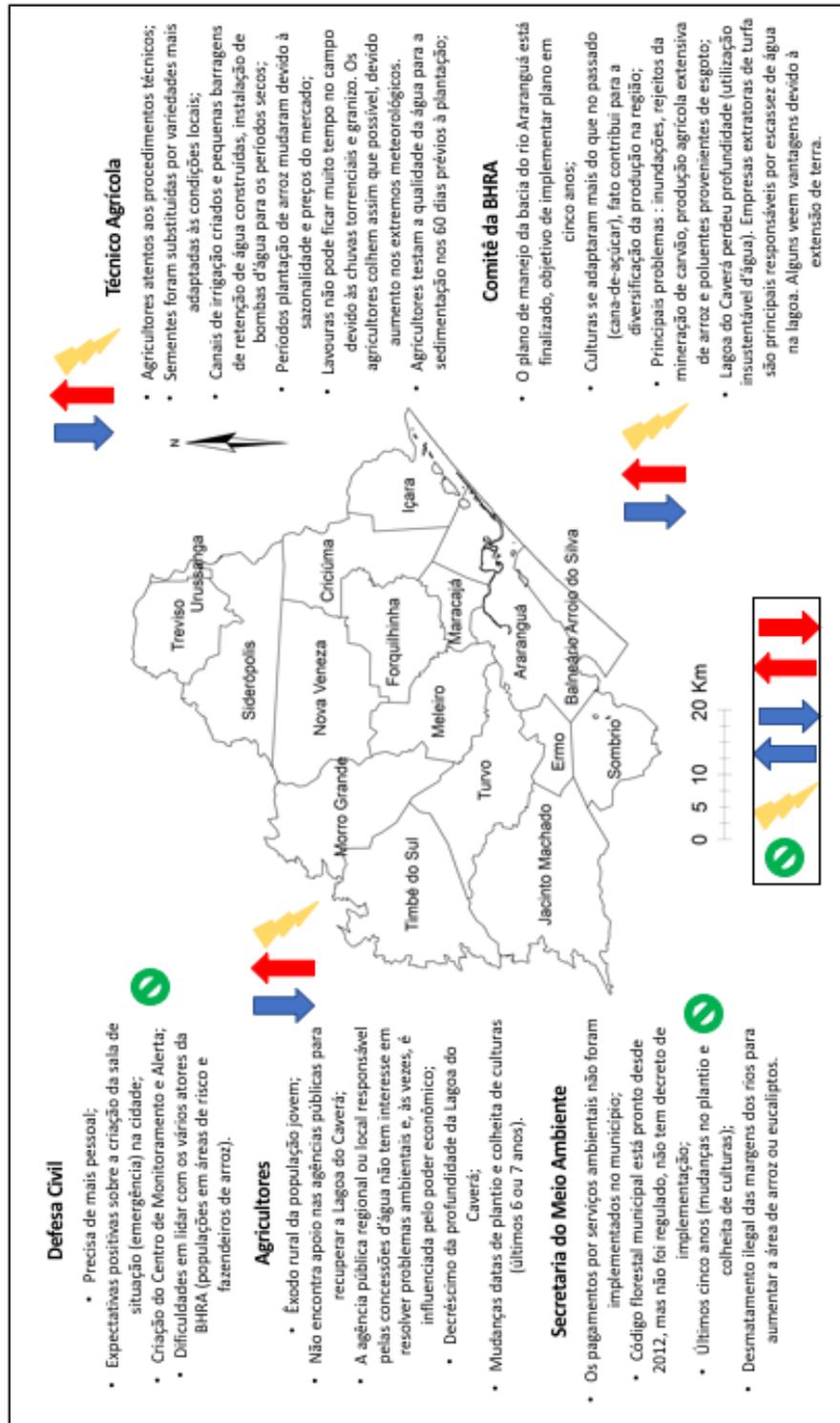


Figura 7 - Discurso de stakeholders e agricultores de Araranguá é analisado conforme as percepções em relação às condições climáticas, ambientais e governamentais regionais. O círculo verde (cruzado) representa ausência de mudanças climáticas percebidas; o raio de tempestade amarelo representa o incremento dos eventos meteorológicos extremos (inundações e estiagens); as flechas azuis representam o incremento ou decréscimo das chuvas, já as vermelhas, já as vermelhas, um incremento ou decréscimo nas temperaturas.

Em relação ao conflito de gestão mencionado nas entrevistas, considera-se importante ressaltar que até agora não há alinhamento político no município de Araranguá para resolver alguns dos problemas mencionados. Do ponto de vista da pesquisa, recomenda-se que as secretarias participem de reuniões regulares para abordar problemas de sobreposição de jurisdição atuando de forma mais integrada. As medidas para reduzir a ocupação de áreas de risco são urgentes, como o desenvolvimento de ações de percepção de risco e educação ambiental que devem ser direcionadas às comunidades. Em relação à Lagoa de Caverá, é necessário ressaltar que as construções de canais realizadas nos anos 60 contribuíram para o aumento dos problemas de sedimentação e perda de profundidade da água na lagoa. Este ecossistema sofre atualmente com a poluição decorrente do cultivo do arroz e da extração da turfa. O decréscimo do abastecimento de água para lagoa (devido à retirada d'água e uma maior evaporação) impacta o seu nível, o que prejudica as atividades agrícolas da região. A recuperação e conservação da lagoa são urgentes e essenciais no sentido de restaurar o acesso e sustentabilidade da água para comunidades próximas.

Os entrevistados também mencionaram o acréscimo das temperaturas do ar nas últimas décadas e a mudança nos períodos de safra. Alguns acreditam que as chuvas são mais escassas e que os períodos de seca estão se tornando mais frequentes. No entanto, eles parecem concordar que episódios de tempestades, vendavais e granizos estão se tornando mais frequentes, e as geadas menos frequentes que no passado. Por esse motivo os atores acreditam que houve um aumento na demanda de seguros rurais e seguros de infraestrutura na região, indicando uma mudança no ambiente local e em condições climáticas em toda BHRA.

## **MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO AOS EVENTOS EXTREMOS METEOROLÓGICOS NA BHRA**

### **INICIATIVAS E MEDIDAS ESTRUTURAIS**

Para mitigar os fenômenos naturais e antropogênicos, e reduzir a vulnerabilidade aos eventos extremos meteorológicos na BHRA, alguns desenvolvimentos estruturais e não-estruturais foram realizados nos últimos anos, indicando que agricultores, proteção e Defesa Civil das esferas federal, estadual, regional e local, além de outros atores da BHRA estão buscando formas de reduzir os efeitos nocivos dos extremos meteorológicos.

Algumas ações estruturais implementadas localmente foram: (a) abertura da barra do rio para escoamento mais eficiente do fluxo da água e (b) a instalação de comportas no município de Araranguá. Estas iniciativas diminuíram a frequência e a intensidade de desastres de inundações melhorando a resiliência do município a este tipo de evento. A melhora foi demonstrada quando moradores das áreas ribeirinhas eram evacuados quando o nível do rio Araranguá elevava-se em 1,90 m. Com a instalação das comportas, o limite da elevação do rio subiu para 2,50 m. Essas iniciativas estruturais, no entanto, demonstraram ser insuficientes, destacando a necessidade de se construir uma rede de monitoramento e implementar ações educativas formais e não formais; fortalecer a ação integrada entre os setores envolvidos; envolver a sociedade civil na corresponsabilidade da redução do risco de desastres; formação de agentes governamentais junto ao fortalecimento político; articulação estrutural e institucional da defesa civil; coordenação municipal mais forte nos municípios da BHRA.

Devido às frequentes inundações, uma alternativa mitigatória encaminhada, em especial, pelo município de Araranguá, foi a fixação de molhes junto à foz do rio Araranguá, como forma de favorecer o escoamento em período de cheias. A obra proposta considerou três pontos alternativos (Figura 8), sendo o ponto mais ao sul defendido pela Prefeitura (em vermelho na Figura 8). No entanto, para a equipe de técnicos e pesquisadores do Departamento de Geociências da UFSC que realizaram estudo in loco, essa medida

estrutural tem importante consequência local e paradoxal que, se de um lado potencializa a vazão do fluxo da água, de outro, pode exacerbar o desbarrancamento das margens e aumentar ainda mais o assoreamento do rio. Além disso, representaria maior potencial para salinização do rio, que em períodos de baixa precipitação, chega a atingir 45 km rio acima. Assim, alguns atores locais são favoráveis a tal projeto (moradores da área ribeirinha do bairro Barranca e políticos locais, por i.e.), mas outros, como agricultores e pescadores locais contestam mudanças no curso do rio e na qualidade d'água. De acordo com os pescadores, a fixação da barra no ponto mais ao sul afetaria áreas de pesca tradicionais e um maior fluxo da água poderia aumentar o efeito devastador do mar permitindo que a água do oceano adentre o leito do rio, incrementando a intrusão de água salgada nos solos, aquíferos e campos agrícolas.



Figura 8 - Pontos alternativos para a construção dos molhes na barra do Rio Araranguá.

## INICIATIVAS E MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS

Devido às dificuldades locais de adaptação dos agricultores aos eventos meteorológicos extremos nesta região (causadores de desastres), o governo federal e estadual fornece subsídios agrícolas locais para a perda de culturas e provê financiamento para reconstrução pós-desastre. No entanto, as políticas de prevenção de desastres e perda de culturas ainda não estão totalmente incluídas no planejamento dos municípios locais (planos de contingência). Como segunda alternativa estratégica, práticas agrícolas sustentáveis avançam com a introdução da produção de arroz orgânico, juntamente com o gerenciamento integrado da BHRA. Desde 2005 a EPAGRI realiza produção experimental de variedades de arroz orgânico nesta região. No momento deste estudo a região contava com 24 hectares de arroz certificado sem uso de pesticidas. Os principais benefícios desta produção orgânica estão associados à: qualidade dos grãos e sementes menos afetadas por pragas; redução dos custos de produção; e a colaboração com a preservação do meio ambiente combinada com a qualidade de vida da comunidade. De acordo com os técnicos da EPAGRI "A quantidade de arroz produzido é ligeiramente inferior, mas o preço de venda compensa os produtores de arroz", afirmam os agrônomos. A produção média de arroz no

sistema convencional é de 142 sacas por hectare, aproximadamente 7.200 kg. No sistema orgânico, a média é de 110 sacas, aproximadamente 5.500 quilos. No entanto, a venda de arroz orgânico é 20% mais rentável do que o convencional. Além disso, o arroz produzido com pesticidas é mais caro. A diferença do estilo tradicional para o orgânico é a substituição de pesticidas pelo uso de gansos. Os animais se alimentam de ervas daninhas entre os campos de arroz sem danificar a planta. "Você precisa esperar que a folhagem do arroz fique ligeiramente maior para que o ganso só se alimente de erva daninha", diz o agrônomo. Assim, em vez de fertilizantes artificiais, a EPAGRI utiliza esterco de aves de capoeira para fertilizar o plantio. Além disso, as cooperativas locais de agricultores organizaram-se criando fóruns para discutir a sustentabilidade futura da água e atividades agrícolas. No entanto, os agricultores reclamam da falta de continuidade das ações e políticas locais, e planejamento em longo prazo, devido às mudanças políticas a cada quatro anos. De acordo com algumas entrevistas, há uma falta crônica de integração dos municípios da BHRA nas áreas de: meio ambiente, Defesa Civil, agricultura e planejamento territorial urbano-rural.

Especificamente para o município de Araranguá, Sung (2016) cita outras medidas não-estruturantes adotadas localmente, como: a criação de um Núcleo Comunitário de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC) no bairro Barranca e adesão à campanha cidades resilientes da Estratégia Internacional para Redução de Desastres das Nações Unidas, sendo que o sucesso ou a falta dela na implementação dessas medidas, diretamente ligado a questões de governança local, como relata a autora.

#### **MATRIZ DE RECOMENDAÇÕES DE BOAS PRÁTICAS DE GOVERNANÇA PARA EVENTOS EXTREMOS METEOROLÓGICOS E GESTÃO AMBIENTAL NA BHRA**

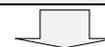
Na matriz do quadro 1 sinalizam-se recomendações a serem implementadas em termos de governança na BHRA que se aplicam principalmente às abordagens verticais, sustentadas pela recente criação de legislação e políticas públicas como: (a) reestruturação da Defesa e Proteção Civil; (b) a implementação do sistema de registro rural (CAR); (c) a vinculação de ações de prevenção, mitigação e adaptação aos estudos técnicos; (d) a elaboração e implementação dos planos de gestão da BHRA e do território, incluindo participação social, integração setorial e ação compartilhada nas diversas áreas administrativas. O quadro também ilustra os principais tipos de desastres na região com seus efeitos e danos específicos, fatores condicionantes e agravantes dos desastres e estratégias adotadas. Ademais, são descritas estratégias de prevenção, mitigação e/ou adaptação recomendadas bem como possíveis indicadores de monitoramento para cada tipo de desastre.

Quadro 1 - Tipos de eventos meteorológicos extremos que recorrentemente resultam em desastres em Araranguá, danos, fatores agravantes, mecanismos de prevenção e adaptação adotados localmente, recomendações de estratégias preventivas, mitigadoras e adaptativas e de indicadores de monitoramento.

EFEITOS E DANOS ESPECÍFICOS	FATORES CONDICIONANTES/ AGRAVANTES	ESTRATÉGIAS ADOTADAS
<b>TEMPESTADE SEVERA</b>		
<b>CHUVA INTENSA</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- inundações gradual, brusca e/ou alagamento de locais de cota baixa (abaixo de 5 m);</li> <li>- impacto na infraestrutura: destruição/obstrução de estradas e pontes provocando transtorno no deslocamento da comunidade e transporte de produção; em edificações de baixo padrão construtivo, abalo na estrutura, colapso de muros e escoamento de água no interior de casas;</li> <li>- impacto ambiental: erosão do solo, perda de solo agricultável, desbarrancamento e assoreamento de rio, perda da floração com efeitos diretos na polinização dos alimentos e produção de mel;</li> <li>- impactos na saúde: aumento de doenças respiratórias e transmitidas por vetores (ratos e mosquitos), aumento de vítimas de animais peçonhentos;</li> <li>- impacto na agricultura: prejuízo na lavoura e na produção pecuária; perda de solo agricultável (lixiviação).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- chuvas intensas nas cabeceiras dos afluentes, chuvas convectivas isoladas e cheias sazonais;</li> <li>- ocupação irregular em áreas de cheias (abaixo da cota 5) e de encostas;</li> <li>- degradação da mata ciliar e desmatamento de encostas propiciando desbarrancamento de margens e represamento do rio por troncos e outros destroços;</li> <li>- deficiência na fiscalização da legislação ambiental (nas 3 esferas);</li> <li>- ressaca do mar condicionando represamento de águas foz do rio;</li> <li>- utilização de técnicas agrícolas que impermeabilizam o solo afetando a capacidade de infiltração de água no solo;</li> <li>- elevados índices de precipitação coincidindo com períodos de inundações das canchas de arroz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- monitoramento do nível do rio;</li> <li>- abertura de canal auxiliar na foz do rio para aumento do fluxo de água;</li> <li>- mapeamento das áreas de risco de inundações e deslizamentos de encosta pelo governo federal para respaldar formulação de política pública local (Araranguá está na lista dos 821 municípios com maiores índices de desastres);</li> <li>- realocação de famílias de áreas de risco;</li> <li>- reflorestamento em áreas específicas;</li> <li>- implementação de políticas de diversificação agrícola, incluindo cursos de capacitação e assistência técnica;</li> <li>- controle de pragas no pós-desastre e distribuição de kits de limpeza com orientação para uso e desinfecção.</li> </ul>
<b>VENDAVAL</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- impacto na infraestrutura: danos nos sistema de energia elétrica, água, telefonia, internet e interrupção do abastecimento; obstrução de vias públicas por queda de galhos, árvores e postes;</li> <li>- impacto na agricultura: acamamento da plantação e perda de solo em condições de baixa umidade;</li> <li>- impacto social: escassez de suprimentos para reconstrução, em especial, de telhas e lonas e aumento abusivo de preço.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vento forte combinado com chuva intensa;</li> <li>- tempo seco e falta de umidade no solo;</li> <li>- pobreza;</li> <li>- uso de técnicas de construção civil inadequadas;</li> <li>- tratamento e manejo inadequado das árvores urbanas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poda de árvores;</li> <li>- distribuição de telhas e lonas para população carente.</li> </ul>
<b>TORNADO/FURACÃO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- impacto e danos mais elevados do que em eventos de vendaval.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- falta de manutenção de equipamentos públicos e privados e realização de reparos pouco eficazes considerando ocorrências futuras de mesma magnitude (ausência de cultura de preventiva);</li> <li>- despreparo de agentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mesmos mecanismos adotados em episódios de vendaval.</li> </ul>

	<p>governamentais ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- inexistência de sistema de alerta;</li> <li>- inexistência de projetos e programas voltados para instrução da população.</li> </ul>	
<b>GRANIZO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- escassez de suprimentos para reconstrução, em especial, de telhas e lonas e aumento abusivo de preço.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fragilidade das telhas e estrutura de telhados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cobertura de seguro;</li> <li>- distribuição de lonas e telhas por órgãos governamentais.</li> </ul>
<b>EFETOS E DANOS COMUNS PARA CHUVA INTENSA, VENDAVAL, TORNADO, FURACÃO E GRANIZO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- impacto humano e social: famílias desabrigadas, lesões e enfermidades, perda de vidas, perda de posses materiais, stress pós-trauma, isolamento de comunidades, suspensão de aulas, êxodo rural, aumento de acidentes de trânsito em áreas afetadas, comprometimento do orçamento familiar/da empresa com custos de reconstrução;</li> <li>- impacto econômico: prejuízo na lavoura e na pecuária e paralisação de atividades comerciais, industriais, de prestação de serviços...</li> </ul>		
<b>FATORES AGRAVANTES COMUNS PARA CHUVA INTENSA, VENDAVAL, TORNADO, FURACÃO E GRANIZO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- falta de integração entre órgãos ambientais, da proteção e defesa civil, planejamento urbano e centros de monitoramento nos níveis nacional, estadual, regional e local;</li> <li>- descontinuidade de projetos e da implementação de políticas públicas devido a mudança de governo a cada 4/8 anos nos níveis municipal, estadual e federal;</li> <li>- desrespeito à legislação ambiental referente à ocupação de margens de rio e preservação da mata ciliar, especialmente no que se refere ao Código Florestal;</li> <li>- morosidade na elaboração e implementação do Plano Integrado da Bacia Hidrográfica;</li> <li>- inexistência ou difícil acesso a programas de financiamentos para reconstrução;</li> <li>- falta de instrução e/ou orientação sobre como prevenir e se proteger em condições extremas de tempo;</li> <li>- baixa capacidade instrumental para previsão de eventos extremos, em especial de eventos de pequena escala.</li> </ul>		
<b>MECANISMOS COMUNS ADOTADOS PARA CHUVA INTENSA, VENDAVAL, TORNADO, FURACÃO E GRANIZO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- decretação de desastre (Estado de Emergência e/ou Calamidade Pública);</li> <li>- limpeza e remoção de lama e destroços;</li> <li>- recuperação da infraestrutura;</li> <li>- reabilitação de serviços essenciais;</li> <li>- reconstrução das áreas afetadas;</li> <li>- auxílio financeiro federal ao município e liberação do fundo de garantia às vítimas;</li> <li>- recolhimento e distribuição de donativos (alimento, roupas, materiais de higiene pessoal...);</li> <li>- levantamento de locais afetados, inspeção do estado do local, interdição quando for o caso e alocação de famílias utilizando aluguel social, igualmente, quando for o caso;</li> <li>- mobilização e desempenho de equipes governamentais, comunidade e agências humanitárias para assistência e acolhimento às vítimas em abrigos comunitários;</li> <li>- utilização de seguros agrícolas contra o mau tempo;</li> </ul>		
<b>TEMPESTADE DE RAIOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- incêndios em locais atingidos (construções e áreas florestadas);</li> <li>- pessoas e animais atingidos por raios (especialmente gado buscando abrigo sob árvores altas e isoladas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- técnicas de construção deficientes ou inadequadas;</li> <li>- pobreza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operação de bombeiros e agentes da proteção e defesa civil.</li> </ul>
<b>MARÉ DE TEMPESTADE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- inundações costeiras;</li> <li>- perda de infraestrutura costeira e turística;</li> <li>- intrusão de água salgada afetando especialmente a lavoura (instalações e terrenos agrícolas, especialmente nos campos de arroz);</li> <li>- perda da qualidade da água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ocupação irregular em áreas marinhas;</li> <li>- destruição da vegetação costeira e áreas de mangue;</li> <li>- ocupação irregular de área de marinha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- desenvolvimento do planejamento costeiro;</li> <li>- instalação de comportas ao longo do rio.</li> </ul>
<b>ESTIAGEM</b>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>- perda de lavouras e animais (avicultura e pecuária)</li> <li>- êxodo rural;</li> <li>- escassez de água e conflito entre usuários da água;</li> <li>- restrição de água para a população;</li> <li>- esgotamento dos aquíferos devido à abertura irregular de poços artesianos;</li> <li>- salinização da água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sistema de monocultura;</li> <li>- utilização de técnicas de plantio arroz que requer grandes quantidades de água;</li> <li>- destruição de nascentes e mananciais;</li> <li>- desmatamento e compactação do solo comprometendo o abastecimento da água subterrânea;</li> <li>- contaminação da água por pesticidas, resíduos de carvão e perfuração irregular de poços artesianos;</li> <li>- conflitos entre usuários da água, especialmente agricultores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- monitoramento do nível do rio;</li> <li>- gestão da bacia hidrográfica pelo Comitê de Gerenciamento;</li> <li>- abastecimento de água com caminhão tanque em comunidades rurais;</li> <li>- decretação de desastre</li> <li>- utilização de seguro agrícola contra o mau tempo.</li> </ul>
<b>GEADA</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- baixa na produção da lavoura e da pecuária.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geada em combinação com ventos frios (geada negra);</li> <li>- falta de recursos do agricultor e a não associação em cooperativas rurais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização de telas de proteção de lavouras;</li> <li>- cobertura de seguro contra mal tempo.</li> </ul>
<b>ONDA DE CALOR</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de casos de desidratação, especialmente em crianças, idosos e trabalhadores expostos ao sol e ambientes mal ventilados;</li> <li>- perda da qualidade da produção rural devido baixo índice de umidade do solo e queima de fruta e folhagens;</li> <li>- queda na produção de leite;</li> <li>- aumento do risco de tempestades elétricas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- moradias pobres com más condições de ventilação;</li> <li>- cidades pouco arborizadas;</li> <li>- ocorrência de incêndios florestais e subterrâneos, especialmente e áreas de turfa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alerta da onda de calor e orientação sobre cuidados com a saúde;</li> <li>- operação do serviço de saúde.</li> </ul>
<b>ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO, MITIGAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO RECOMENDADAS ESPECÍFICAS</b>		<b>INDICADORES DE MONITORAMENTO</b>



<b>TEMPESTADE SEVERA</b>	
<b>CHUVA INTENSA, INUNDAÇÃO E DESBARRANCAMENTO</b>	
<p><b>Ações estruturais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- implementar obras de engenharia como diques e melhoria dos sistemas de drenagem, orientados por estudos geotécnicos e processos participativos com a comunidade;</li> <li>- aplicar novas tecnologias para determinar o tempo necessário para evacuação dos moradores das áreas de risco de desbarrancamento e inundação, associados a programas de realocação de moradias.</li> </ul> <p><b>Ações não estruturais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- implementar e adequar o Plano Diretor à luz das leis vigentes, com atenção especial às áreas de cheias e áreas de risco, urbanas e rurais;</li> <li>- implementar legislações ambientais e combater as ações infratoras, principalmente no que se refere ao desmatamento e construção em áreas de risco;</li> <li>- implementar programas de educação ambiental escolar e campanhas educativas voltadas à comunidade, atentando para a noção de bacia hidrográfica, dinâmica de rios e serviços ambientais associado a cheias;</li> <li>- implementar de sistemas de monitoramento e alerta em áreas vulneráveis;</li> <li>- condicionar obras de infraestrutura rodoviária a estudos técnicos,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dados de monitoramento do nível do rio;</li> <li>- número de vidas, perdas materiais e alertas;</li> <li>- número de decretos de desastres associados a inundação e deslizamento de terra e comparação após a implementação das ações de prevenção, mitigação e adaptação recomendadas;</li> <li>- perda de vegetação visível através de técnicas de sensoriamento remoto;</li> <li>- nível de cooperação entre as comunidades afetadas;</li> <li>- vigilância das áreas críticas para determinar se</li> </ul>

<p>especialmente no que se refere a áreas vegetadas e de encostas íngremes;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- implementar cursos de capacitação para agricultores para adoção de técnicas de diversificação e de uso sustentável da água e do solo;</li> <li>- elaborar/atualizar o Plano de Contingência de Desastre de Inundação e desbarrancamento de Encostas da Proteção e Defesa Civil, na perspectiva participativa e de atuação Inter setorial;</li> <li>- elaborar e implementar o Plano de Prevenção e Mitigação de Desastres de Inundação, com uso de tecnologias inovadoras e abordagens participativa, holística e cooperativa entre os diversos segmentos da sociedade e esferas administrativas;</li> <li>- elaborar e implementar estratégias para a prevenir e/ou reduzir morte massiva de abelhas, associado a campanhas para instruir e orientar produtores rurais e apicultores sobre a importância dos serviços ambientais prestados pelas abelhas, bem como, realizar intercâmbio com experiências em outros países.</li> </ul>	<p>as inundações continuam a ocorrer;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nível de rendimento dos agricultores que beneficiam do Pagamento por Serviços Ambientais (Gonsalves, 2013);</li> <li>- número de atores envolvidos no desmatamento;</li> <li>- dados de monitoramento por satélite do Bioma da Mata Atlântica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).</li> </ul>
<b>VENDAVAL/TORNADO/FURACAO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- construir e manter atualizado o Plano de Contingência, considerando as diversas intensidades da Escala Beaufort, além de especificidades dos diferentes fenômenos - vendaval, tornado e furacão, incluindo ações de emergência, necessidade de evacuação e programas de simulação e treinamento;</li> <li>- orientar a população, escolas, responsáveis por locais de grande circulação sobre construção de Planos de Emergência Familiar e Comunitária, evidenciando locais mais adequados para a proteção de pessoas e riscos relacionados a diferentes objetos/destroços que podem ser lançados pelos ventos;</li> <li>- construir estratégias de adaptação e prevenção, incluindo, construção de abrigos comunitários e criação de subsídios para a redução dos custos desta operação, instalação de radar meteorológico, implementação de código de construção para casas e infraestruturas resistentes a ventos intensos, barreiras de vento com plantio de árvores sob orientação técnica, acesso a financiamento para reconstrução de áreas atingidas, sistema de alerta considerando tecnologias de mídia social.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- número de decretos de desastres associados a ventos e comparação da quantidade após a implementação de ações de prevenção, mitigação e adaptação recomendadas.</li> </ul>
<b>GRANIZO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- criar e facilitar acesso para financiamento de reconstrução e especial, para substituição de telhas frágeis;</li> <li>- mudar a política governamental de doação de telhas aos afetados de baixa renda de frágeis para mais resistentes, evitando recorrência de danos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- número de decretos associados a granizo e comparação após a implementação das ações de prevenção, mitigação e adaptação recomendadas.</li> </ul>
<b>TEMPESTADE DE RAIOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- instruir a população para a proteção (autoproteção em diferentes circunstâncias e proteção de equipamentos) contra raios com recursos educacionais, em especial, os proprietários de gado quanto ao manejo desses animais que tendem a buscar refúgio debaixo de árvores e do perigo quando se trata de árvores altas e isoladas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- número de pessoas e animais atingidos por raios</li> <li>- estatística de danos de equipamentos e comparação com dados anteriores após a implementação das ações de prevenção, mitigação e adaptação recomendadas.</li> </ul>
<b>MARÉ DE TEMPESTADE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- desenvolver/adotar técnicas alternativas de plantio de arroz que utilize menos água;</li> <li>- incentivar agricultores a praticar o cultivo orgânico, bem como, adotar políticas públicas que priorizem a produção orgânica</li> <li>- evitar construção de infraestrutura em áreas de dunas e de vegetação costeira;</li> <li>- evitar construção de canais, diques ou fixação de molhes que favoreçam ainda mais a entrada da água do mar rio adentro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dados de monitoramento do nível do mar e represamento do rio;</li> <li>- prejuízos ocorridos no setor do turismo.</li> </ul>
<b>ESTIAGEM</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- implementar subsídios para casos de perda da lavoura e da criação de gado,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- disponibilidade da água</li> </ul>

<p>bem como, para a gestão do solo e da água;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- planejar o uso da água como um recurso finito e desenvolver seu uso sustentável adotando políticas de uso de tecnologias de armazenamento da água em períodos de maior abundância, que evitem o uso de aquíferos para irrigação e reabastecimento de corpos de água, de preservação de áreas florestais, em especial, próximas a nascentes e de recuperação da mata ciliar, de produção de culturas que demandam uso menos intensivo de água, que privilegiem o plantio de cultura permanente, orgânica e com sementes nativas, de incentivo a construção de mecanismos de irrigação na agricultura utilizando técnicas sustentáveis, de aumento da produção orgânica e com sementes nativas por serem mais resistentes ao déficit hídrico, de incentivo ao uso de novas tecnologias mais sustentáveis para a vida e produção no campo, de criação e controle de certificado de proteção ambiental, entre outras;</li> <li>- ampliar serviço de orientação técnica aos agricultores e de extensão rural na perspectiva do uso sustentável da água;</li> <li>- incentivar e apoiar a ação do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica, em especial, voltadas para a implementação do Plano de Bacia, o fortalecimento da governança da água e da prevenção de desastres de seca/estiagem.</li> </ul>	<p>em períodos de estiagem e/ou número de desastres associados a estiagem/seca e comparação após a implementação das ações de prevenção, mitigação e adaptação recomendadas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- número de agricultores que necessitam de subsídios do governo devido à perda de colheitas;</li> <li>- quantidade de sistemas de irrigação agrícola e cisternas implementadas;</li> <li>- extensão de mata ciliar e nascentes recuperadas e/ou protegidas;</li> <li>- número de usuários da água associados ao Comitê de Bacia que passaram a cumprir com a legislação ambiental.</li> </ul>
<p><b>GEADA</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- criar subsídios para diminuir as perdas das culturas nas zonas rurais, bem como, desenvolver tecnologias para evitar/reduzir perdas na produção;</li> <li>- reforçar a atuação governamental na extensão rural, inclusive no que se refere a subsídios e acesso à informação e tecnologia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- número de decretos associados a prejuízos na lavoura pela geada.</li> </ul>
<p><b>ONDA DE CALOR</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- criar programas de saúde para instruir as comunidades sobre como lidar com temperaturas extremas (ondas de calor e de frio)</li> <li>- aumentar a disponibilidade de agentes de saúde e leito hospitalar por habitante;</li> <li>- promover políticas públicas para a construção de edificações (públicas e privadas) sustentáveis, no que diz respeito à ventilação e arrefecimento, que necessitem de menor uso de energia, como subsídio governamental para reduzir o custo de implementação de novas tecnologias na construção para famílias de baixa renda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- número de pessoas atendidas em estabelecimentos de saúde devido mal estar associado a onda de calor.</li> </ul>
<p><b>ESTRATÉGIAS RECOMENDADAS COMUNS PARA TODOS OS TIPOS DE EVENTOS</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- implementação de processo de governança local da água e do clima para desenvolver e planejar estratégias de prevenção, mitigação e adaptação às mudanças climáticas localmente, envolvendo grupos/segmentos de interesse (stakeholders) no diálogo, discussão, gestão de conflitos, responsabilidade compartilhada e redefinição de agenda pública local que beneficie a coletividade em vez de grupos isolados, na perspectiva da sustentabilidade;</li> <li>- estabelecer cooperação entre as instituições governamentais nos diversos níveis administrativos; - federal, estadual, regional e local - na implementação de estratégias de prevenção, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, bem como, no planejamento ambiental, rural e urbano;</li> <li>- estabelecer atuação integrada, intersetorial e transdisciplinar de forma a tratar e lidar com a complexidade dos eventos meteorológicos extremos e sua interface com a sociedade;</li> <li>- priorizar o envolvimento e a atuação de servidores públicos efetivos em processos de participação e governança local relacionada às discussões e ações de prevenção e adaptação as mudanças climáticas, como forma de garantir a continuidade e o aprimoramento das ações e programas de prevenção e redução do risco de desastres;</li> <li>- implementar incentivo/subsídio fiscal para construção de edificações sustentáveis (ventilação, armazenamento de água, produção de energia);</li> <li>- assegurar a aplicação das Leis Ambientais, de Proteção e Defesa Civil e de Desenvolvimento Urbano das esferas federal, estadual e municipal, em especial do Código Florestal, do Cadastro Ambiental Rural (CAR), do Estatuto das Cidades e da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil;</li> <li>- promover programas de educação ambiental e educação para a mudança climática em escolas, para que o conjunto da comunidade compreenda o valor dos serviços ambientais prestados pela natureza, em especial, das florestas, da vegetação ribeirinha e das nascentes. Compreender que quando esses serviços ambientais são preservados, mitigam riscos associados a eventos naturais auxiliando os produtores rurais a prevenir e remediar desastres por meio da preservação ambiental.</li> </ul>	

Nota-se que existem barreiras e restrições à implementação de algumas dessas políticas devido à governança falha e a baixa capacidade de aderência de algumas iniciativas, devido: (a) falta de implementação ou desvio de fundos; (b) baixa capacidade institucional devido à deficiência e desarticulação de agências governamentais; (c) baixa capacidade técnica de agentes; (d) descontinuidade das ações institucionais devido as mudança de cargos contratados vinculados a mandatos políticos; (e) décadas de incentivo e adoção de programas federais de cultivos em áreas de terras baixas (PROVÁRZEA); (f) o reforço de práticas mal adaptadas relacionadas ao desmatamento e a má-gestão da qualidade d'água; (g) a falta de consideração dos aspectos geográficos da BHRA, que em última instância, produz exposição e vulnerabilidade físico-ambientais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme identificado no quadro 1, muito deve ser feito para mitigar os efeitos de eventos extremos meteorológicos e os riscos naturais nas áreas rurais da BHRA. O fortalecimento das comunidades em eventos meteorológicos extremos, o desenvolvimento regional sustentável e a tomada de decisão efetiva em políticas públicas específicas são apenas algumas das variáveis listadas que precisam de suporte e consolidação. De acordo com os modelos climáticos descritos na seção 2.2 as temperaturas e as chuvas tendem a aumentar nos próximos 40-70 anos, seguidas por uma maior variabilidade nas temperaturas e uma menor variabilidade das chuvas. Esse panorama levará os agricultores a buscar novas culturas mais adaptadas aos padrões climáticos locais e a modificação dos plantios. Culturas permanentes de clima temperado serão levadas para áreas mais altas. Áreas de pastagens e arroz precisarão se adaptar às inundações mais constantes e períodos de estiagem, impondo riscos para colheitas temporárias e pequenos reservatórios de água como lagos, açudes e lagoas. As águas subterrâneas podem ser comprometidas devido ao escoamento superficial exacerbado, e a sedimentação dos canais dos rios (devido às chuvas torrenciais). Deslizamentos de terra constantes e vendavais diminuirão a exploração da banana nas áreas de declive acentuado na BHRA. Já as inundações serão uma ameaça caso a cultura da banana seja movida para áreas baixas à jusante da bacia. Esta variabilidade nos extremos engendrará a adoção de práticas de adaptação, mas também, um planejamento amplo de fortalecimento da resiliência local para toda a BHRA. Este planejamento deve abranger a melhora das técnicas agrícolas e a inclusão do conhecimento tradicional dos agricultores como estratégias de adaptação.

Tais estratégias supracitadas podem ser incorporadas a partir da implementação do Plano do Comitê da BHRA, lançado e aprovado em dezembro de 2015. O plano visa aumentar o uso sustentável da água da região, o zoneamento do uso da terra e possibilidades de concessão d'água por meio de um planejamento inclusivo de longo prazo. Outras iniciativas do governo do estado do SC podem fortalecer o bom desenvolvimento do plano como por i.e.: (a) implementação de cursos gratuitos de técnicas agrícolas; (b) o subsídio para jovens agricultores; (c) a valorização dos produtos orgânicos, como o mel, o arroz etc. e; (d) o incentivo às cooperativas inclusivas que permitem aos agricultores a compensação por perdas relacionadas às condições meteorológicas extremas. Assim, a supressão de práticas de má-adaptação do passado, e a implementação de abordagens de cogestão no futuro devem ser consideradas para a manutenção dos sistemas sócioecológicos da BHRA. Para isso, conflitos locais de uso d'água em áreas rurais e urbanas devem ser avaliados pelo governo federal, estadual e o terceiro setor, bem como associações locais nas

comunidades e ONG, garantindo a sustentabilidade do sistema hídrico da BHRA (KREBS e ALEXANDRE, 2000; RODRIGUES, 2013).

Os autores acreditam que as iniciativas elencadas no quadro 1 possam ser implementadas em toda região da BHRA. Sua prática mitigaria problemas ambientais atuais e contribuiria na prevenção e decréscimo dos desastres sicionaturais, tornando a região menos vulnerável às mudanças climáticas e aos futuros eventos meteorológicos extremos. Por fim, o resultado do estudo busca fomentar a governança das comunidades da BHRA e o empoderamento dos agricultores e agentes locais para que fomentem sua própria resiliência por meio de práticas sustentáveis no que tange o planejamento territorial da bacia. Como forma de ilustrar o estudo na BHRA, bem como a facilitar o acesso às sugestões de propostas de adaptação, foram desenvolvidos dois produtos: um vídeo educativo<sup>8</sup> e uma cartilha<sup>9</sup> de conscientização para o público infantil, a ser utilizada na rede escolar da BHRA.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Projeto VACEA (*Vulnerability and Adaptation to Climate Extremes in the Americas*) e ao IDRC do Canadá (Centro Internacional de Pesquisa para o Desenvolvimento) pelo financiamento dos trabalhos de campo, reuniões, equipamentos, confecção de vídeo e subsídios para um pós-doutoramento. Também gostaríamos de agradecer a Proteção Regional-Municipal Defesa Civil e o município de Araranguá pelo apoio no trabalho de campo, e o acesso às comunidades entrevistadas. Outras instituições, atores e partes interessadas inscritas no Projeto VACEA e que ajudaram o desenvolvimento desta pesquisa também devem ser citadas como: a EPAGRI e o Comitê de bacias da BHRA. Também agradecemos aos agricultores entrevistados, professores e bolsistas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), e parceiros do INPE contribuindo com as saídas dos modelos climáticos.

## HOMENAGEM

Em 2013, o Projeto "Análise das relações entre os processos de mudanças e variabilidades climáticas e os desastres sicionaturais em SC", submetido pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magaly Mendonça, coordenadora do Laboratório de Climatologia (LabClima) do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ao Edital do CNPQ obteve aprovação. Tinha por objetivo identificar eventos meteorológicos extremos e analisar suas relações com processos de expansão urbano-rural como forma de contribuir para reduzir a vulnerabilidade das comunidades das áreas de estudo, do ponto de vista da melhoria na previsão e dos planos de monitoramento, prevenção e mitigação aos desastres sicionaturais. Duas bacias hidrográficas com longo histórico de enchentes foram definidas como áreas de estudo: do rio Araranguá e do rio Itajaí-Açú, nas quais, os autores do presente artigo participaram da primeira como pesquisadores. Este artigo presta homenagem à memória de Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magaly Mendonça, que por motivo de saúde, tal projeto não chegou a termo.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A.N. A propósito da periodicidade climato-hidrológica que vem provocando grandes crises em Santa Catarina. *Estudos Avançados*, 23(67), 299-306, 2009.

---

<sup>8</sup>Disponível em: <<https://adaptcc.com/vacea-project-ufscidrc-canada-2015-2016/>>.

<sup>9</sup>Disponível em: <<https://adaptccsite.files.wordpress.com/2016/11/bacia-correcoes-11-nov.pdf>>.

ALEXANDRE, N. Diagnóstico da Região Carbonífera de Santa Catarina: degradação dos recursos naturais. **Revista Tecnologia Ambiente**, v.5 n.2, p. 35-50, 1999.

ALTHOFF, D.A. Salinidade no rio Araranguá versus arroz irrigado: problemas e alternativas. **Revista Tecnologia e Ambiente**, vol. 8, n. 2, p. 83-92, jul/dez., 2003.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água**. Resultados por Estado. Volume 2. Brasília Cobrapa, 2010.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil – Oferta e demanda de água**. 2015.  
Disponível em:

<<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=4&mapa=diag>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

CARBALLO, D.A.; LEIVA, J.J.; SY, A.; TRAORE, N.; MANFREDI, F. **Managing Agricultural Weather Risks in the State of Santa Catarina, Brazil**. The World Bank (nº. 22620), 2013.

COMITÊ ARARANGUÁ. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Araranguá – Fase A. **Projeto Piava**. Criciúma-SC. Fevereiro de 2011. Comitê do Araranguá – Instituído pelo Decreto Estadual 3.260/2001, 2001.

BONATTI, M.; SIEBER, S.; SCHLINDWEIN, S.L.; LANA, M.A.; VASCONCELOS, A.C.F.; GENTILE, E.; BOULANGER, J-F.; PLENCOVICH, M.C.; MALHEIROS, T.F. Climate vulnerability and contrasting climate perceptions as an element for the development of community adaptation strategies: Case studies in Southern Brazil. **Land Use Policy**, v. 58, p. 114-122, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

COMASSETTO, V. Água, Meio Ambiente e Desenvolvimento na Bacia do Araranguá. Universidade Federal de Santa Catarina. **CEPA - Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola**. EPAGRI. Governo de Santa Catarina, 2008. Disponível em: <[http://www.epagri.sc.gov.br/?page\\_id=3210](http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=3210)>. Acesso em: 22 nov. 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 1 CD-ROM; mapa color. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46). ISSN 1678-0892, 2004.

GOLSALVES, L. H. **Pagamento por serviços ambientais como estratégia de adaptação a eventos climáticos extremos na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, 140 p., 2013. Disponível em: <[tccengsanitariaararanqua4324](http://tccengsanitariaararanqua4324)>. Acesso em: 11 jul. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Home**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

KREBS, A.S.J.; ALEXANDRE, N. Recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá – SC: Disponibilidade e Conflitos. In: **1st Joint World Congress on Groundwater**. Fortaleza, Brasil, 2000.

MARCELINO, E.V.; NUNES, L.H.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 17, 2006.

MARCELINO, E.V.; RUDORFF, F.M.; MARCELINO, I.P.V.O.; GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. Impacto do Furacão Catarina sobre a região sul catarinense: monitoramento e avaliação pós-desastre. **Geografia**, v.30, n.3, p. 559-582, 2005.

MARCELINO, E.; RUDORFF, F. M.; GOERL, R. F.; HASS, R. Observações 'In Loco' Realizadas Durante a Passagem do Furacão Catarina. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 25, p. 37-56, mar.2008.

MARCELINO, E.V.; MARCELINO, I.P.V.O.; RUDORFF, F.M. **Cyclone Catarina: Damage and vulnerability assessment**. 2004. Disponível em:  
<[http://www.dsr.inpe.br/geu/Rel\\_projetos/Relatorio\\_IAI](http://www.dsr.inpe.br/geu/Rel_projetos/Relatorio_IAI)> Acesso em: 09 set. 2015.

MARCELINO, I.P.V.O.; NASCIMENTO, E.L.; FERREIRA, N.J. **Tomadoes in Santa Catarina state (Southern Brazil): event documentation, meteorological analysis and vulnerability assessment** [Web Page], 2005. Disponível em:  
<<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2006/01.13.11.42>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

McTAGGART-COWAN, R.; BOSART, L.F.; DAVIS, C.A.; ATALLAH, E.H.; GYAKUM, J.R.; EMANUEL, K.A. Analysis of hurricane Catarina (2004). **Monthly Weather Review**, 134(11), p. 3029-3053, 2006.

MILIOLI, G. Mineração de carvão e problemas sócio-ambientais no sul de Santa Catarina: obstáculos e oportunidades para o desenvolvimento sustentado. **Revista Roteiro**, n. 32 jul/ago., 1994.

MONTEIRO, M.A. Caracterização climático do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, 16, 69–78, 2001.

MONTEIRO, M.A. **Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Filosofia e Ciências Humanas - Departamento de Geociências. Doutorado em Geografia, 223 p., 2007.

NILES, D.S. **Eventos de inundação em Araranguá: tipos de ocorrência**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) - Curso de Geografia, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 65 p., 2009.

PAULINO, L.A.; PELLERIN, J.R.G.M.; VILELA, J.H. A Bacia do Rio Araranguá vista do espaço. In: SCHEIBE, L.F.; BUSS, M.D.; FURTADO, S.M.A. (orgs.). **Atlas Ambiental da Bacia do Rio Araranguá**. Araranguá: Cidade Futura, 2010.

PIAVA SUL. **Plano de recursos hídricos da Bacia do Rio Araranguá – Fase A**. Fundação Agência da Água do Vale do Itajaí. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Financiamento: Programa Petrobras Ambiental. Florianópolis, 2011.

RODRIGUES, M.D.M. **Contribuições para uma política local como estratégia de governança para adaptação às mudanças climáticas na região de Araranguá-SC**. Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. CTC - Universidade Federal de Santa Catarina, 101 p., 2013.

RUDORFF, F.M.; BONETTI, J.; MORENO, D.A. Maré de Tempestade. In: HERRMANN, M.L.P. (org.). **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: SEA/DGED, 2006.

SANTA CATARINA. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) Diretoria de Recursos Hídricos (DRHI). Porto Alegre, 2014. Disponível em: <[www.planoderecursosararangua](http://www.planoderecursosararangua)>. Acesso em: 11 jul. 2017.

SCHÄFFER, W.B. **Desastres ambientais nas cidades: o caso de Santa Catarina**. Núcleo Mata Atlântica e Pampa. Online Multimídia, Diretoria de Conservação da Biodiversidade - Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2008.

SCHEIBE, L.F.; BUSS, M.D.; FURTADO, S.M.A. (orgs.). **Atlas Ambiental da Bacia do Rio Araranguá**. Araranguá: Cidade Futura, 2010.

SEVERO, D.L.; CORDERO, A.; TACHINI, M.; SILVA, S. Análise Hidrometeorológica do Evento de 2008, no Vale do Itajaí - Santa Catarina. In: **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2008.

SILVA, E.C. **Análise do temporal registrado em Araranguá no dia 28 de setembro de 2009: tornado ou ventania?** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00004C/00004CED.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

SUNG, C.L. III Encontro sobre fenômenos, adversidades e mudanças climáticas da Região Sul. **Relatório de Avaliação do Processo e de Prestação de Contas**, Araranguá, 2014.

SUNG, C.L. **Construção social de prevenção, mitigação e proteção frente à eventos climáticos extremos com atores locais: uma experiência no município de Araranguá-SC**. Universidade Federal de Santa Catarina, (Doutorado em Geografia), Florianópolis-SC, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167891>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

## 8. RELAÇÃO ENTRE AS VARIABILIDADES DE BAIXA FREQUÊNCIA COM AS PRECIPITAÇÕES SOBRE AS REGIÕES DE ITAJAÍ (SANTA CATARINA, BRASIL) E COPIAPÓ (ATACAMA, CHILE)

Bárbara de Aguiar Dutra<sup>1</sup>  
Hugo Romero<sup>2</sup>

### RESUMO

A identificação de teleconexões é necessária, bem como a análise de suas influências sobre a circulação atmosférica. Dentro das teleconexões se avaliam alguns padrões de oscilação como El Niño Oscilação Sul, Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e Antártica (OAA). O objetivo desse artigo é analisar a relação entre as variabilidades de baixa frequência com as chuvas ocorridas em cinco casos específicos nas regiões de Itajaí (Santa Catarina, Brasil) e Copiapó (Atacama, Chile). Os dados de precipitação foram recolhidos em uma série de informações a partir de reanálises no National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e as informações a respeito dos índices das oscilações retirados dos boletins mensais e trimestrais do NOAA, National Centers for Environmental Prediction (NCEP/NOAA) e Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean (JISAO). Todos os índices e dados foram manipulados no software Excel, realizou-se correlação através de Pearson (r) e teste t. De acordo com pesquisas relacionadas a temas similares, o El Niño e a ODP possuem efeitos distintos e muitas vezes contraditórios, em alguns casos quando estão nas mesmas fases serão construtivos e, destrutivos em fases opostas. A partir dos testes pode-se perceber que nem todas as oscilações (OAA e ODP) influenciaram nas chuvas nas duas regiões. As variabilidades atuam sobre as precipitações, mas não são os únicos fatores.

**Palavras-chave:** teleconexões; chuvas; oceanos; variabilidades climáticas.

### INTRODUÇÃO

De acordo com Cavalcanti e Ambrizzi (2009) em meteorologia as teleconexões explicam como anomalias de uma determinada região estão relacionadas a variações que ocorreram em regiões distantes a primeira. Algumas vezes os padrões de teleconexões tornam-se contínuos por anos, caracterizando a relevância que as variabilidades interdecenal e interanual possuem na circulação atmosférica.

A Oscilação Sul, a qual pode ser descrita como uma gangorra barométrica ocorre no setor tropical do Oceano Pacífico e é assinalada pelo processo de perturbação entre as interfaces oceano-atmosfera. Esta oscilação resulta da variação de pressão atmosférica entre Darwin (Austrália) e Taiti, e suas ocorrências derivam nas fases extremas como El Niño (fase quente) e La Niña (fase fria). Em geral, o El Niño representa o aquecimento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial, enquanto a La Niña é responsável pelo resfriamento, embora dependa da combinação com outros fatores, como extensão espacial e magnitude das perturbações.

A pressão atmosférica no Pacífico apresenta valores menores em seu setor ocidental e aumento em outras porções da região tropical, isso para anos de El Niño. A formação de nuvens, abundantes chuvas e o acréscimo dos movimentos ascendentes são resultantes da sinergia entre o aumento da evaporação no Oceano Pacífico, variação dos alísios e baixos

---

<sup>1</sup>Oceanógrafa (UNIVALI), Mestre em Geografia (UFSC), LabClima – GCN/UFSC - (oc.barbaraaguiar@gmail.com).

<sup>2</sup>Geógrafo (UChile), Doutor em *Geografía e Ordenación del Territorio* (UNIZAR – ESP), Prof. Dr. da *Facultad de Arquitectura y Urbanismo* da *Universidad de Chile* (UChile) – LabClima – GCN/UFSC.

índices de pressão. A circulação geral sofre alteração quando o calor latente e os movimentos ascendentes encontram-se acelerados proporcionando em outras regiões da atmosfera movimentos descendentes, esses últimos movimentos atuam sobre o nordeste do Brasil e Indonésia, minimizando as precipitações e formação de nuvens (ARAGÃO, 1998).

De acordo com Juliá et al. (2008) os eventos de El Niño e La Niña estão correlacionados com a TSM e a intensidade dos ventos alísios do Equador. A fase fria acentua os ventos alísios e a temperatura do oceano com anomalias negativas, contrariamente, a fase quente apresenta anomalias positivas nas temperaturas de superfície do mar na costa do continente sul-americano e o enfraquecimento dos alísios.

As áreas de atuação do fenômeno El Niño no Brasil estão dispostas ao norte e leste da Amazônia, sul do país e semiárido nordestino. A Região Sul é afetada especialmente no período de primavera com o aumento numeroso no volume de chuvas (VEIGA et al., 2000).

O fenômeno El Niño manifesta-se também com excessos pluviométricos na região do Atacama, oriundos da banda circumpolar de sistemas migratórios de oeste, conseqüentemente, influenciando em chuvas nas partes média e baixa da cordilheira e acumulação de neve na parte alta da mesma (ACEITUNO, 1990).

A respeito da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), esta foi descoberta em trabalhos sobre a ecologia da população de salmão no Pacífico Norte (MANTUÁ et al., 1997). De acordo com Molion (2005) o período de constância é de 20 a 30 anos, enquanto o ENOS de 06 a 18 meses.

Por outro lado, no Hemisfério Sul (HS) uma das principais variabilidades em médias e altas latitudes é a Oscilação Antártica (OAA), também chamada como Modo Anular de Altas Latitudes do Hemisfério Sul, a qual possui estrutura anular e simétrica implicando na troca de massa e momento entre as latitudes médias e altas (BOIASKI et al., 2013).

As localidades de Itajaí, em Santa Catarina (SC), Brasil e Copiapó, Atacama, Chile, estão posicionadas na América do Sul, ambas em latitudes próximas a 27°S, sendo banhadas por diferentes oceanos, Atlântico e Pacífico, respectivamente (Figura 1). O município de Itajaí é caracterizado por clima subtropical chuvoso enquanto Copiapó é marcado pelo desértico. Os episódios com elevados totais pluviométricos acontecem nas duas regiões, podendo derivar nas ocorrências de inundações, enchentes e aluviões.

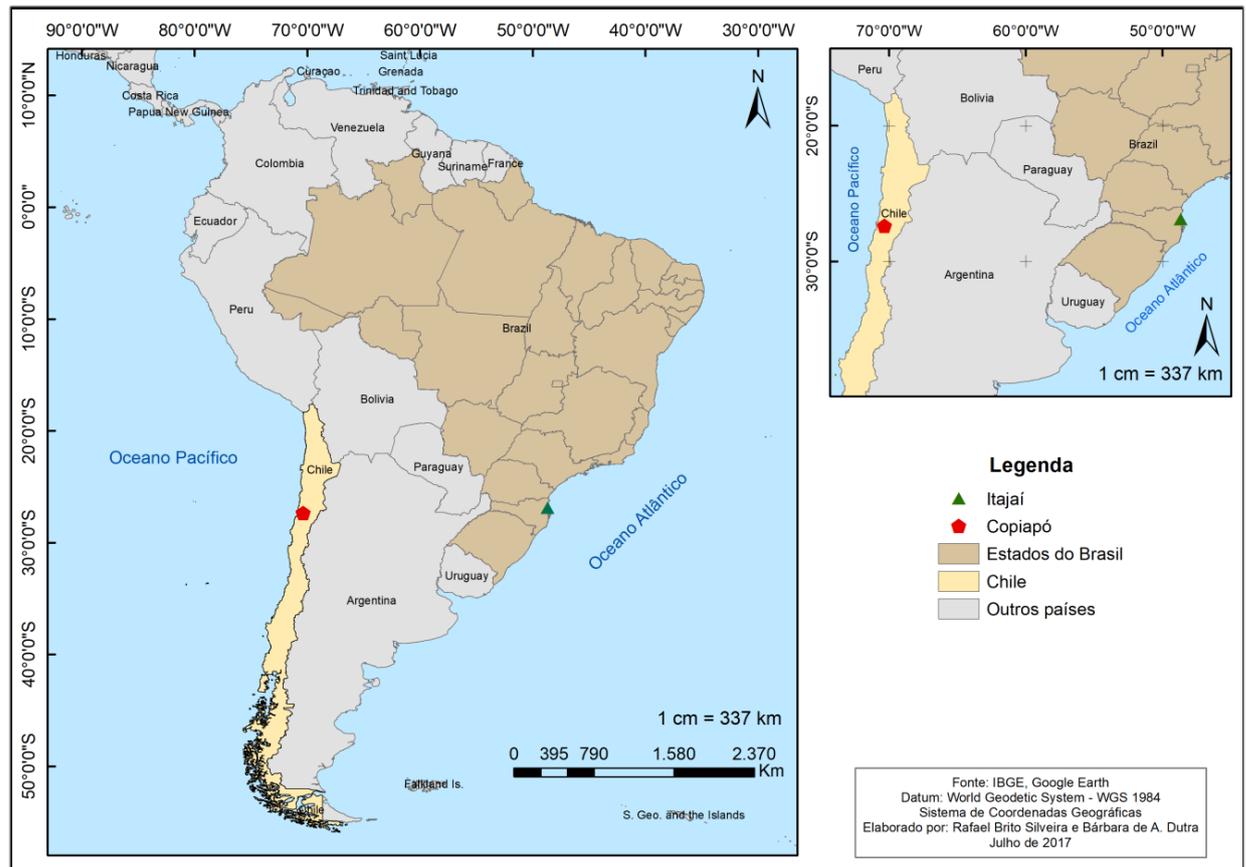


Figura 7 – Mapa de localização da área de estudo. Enfoque na América do Sul (esquerda) e os pontos referentes às duas localidades estudadas – Copiapó (Chile) e Itajaí (Brasil).

O clima do sul do Brasil tem como influência os aspectos característicos do relevo, a radiação solar que abrange diferencialmente cada latitude, além da intensidade e posição da Alta Subtropical do Atlântico Sul e da associação de uma circulação anticiclônica. No período de verão a alta subtropical desloca-se para a região sudeste, enquanto que no inverno para noroeste. Os fluxos de umidade e temperatura para a região são condicionados em baixos níveis a partir da circulação associada a altas pressões e também a um sistema de baixa continental, a qual está mais forte no verão (Baixa do Chaco). Ainda é possível observar as monções de verão ao norte e máximos de inverno em latitudes médias, esses acabam sendo os resultantes para as chuvas excessivas nos meses de janeiro e julho, respectivamente (GRIMM, 2009).

O norte do Chile é descrito como uma estreita faixa entre o Pacífico subtropical sudeste e a Cordilheira dos Andes, apresentando clima extremamente seco e estável, a qual compreende o deserto do Atacama, considerada como uma das áreas mais secas do mundo fora das regiões polares (BOZKURT et al., 2016). Os sistemas transientes que se deslocam sobre o continente sul-americano sofrem perturbações pela importante presença dos Andes (SELUCHI et al., 2008). Reboita et al. (2010) caracterizaram a região norte do Chile, noroeste e centro-sul da Argentina com regime de chuvas semelhantes e homogêneas durante o ano, embora estejam em localizações diferentes, sendo esses volumes explicados por diferentes composições.

As denominações de enchentes e inundações devem ser distinguidas corretamente, logo que, cada uma apresenta desenvolvimento diferenciado. De acordo com Kobiyama et al. (2006) a inundação ocorre quando os rios transbordam as suas águas e ocupam áreas aos seus arredores. Segundo Chow (1956) as inundações possuem três características básicas como tempo, magnitude e frequência. A magnitude pode ser calculada pela taxa de descarga, volume total de água, e altura da medição. O tempo e magnitude em conjunto

constituem a taxa de descarga da inundação. Os aluviões estão caracterizados por movimentos de fluxos rápidos e intensos a partir do acúmulo de água no solo, como resposta de chuvas acentuadas ou degelo, transformando o terreno em um rio de lama ou barro (ONEMI, 2012).

Este artigo tem como interesse investigar e avaliar as influências e relações das variabilidades climáticas (ENOS, ODP, OAA) sobre as precipitações pluviométricas nas localidades apresentadas. O intuito de analisar regiões tão distintas, com climas diferenciados, mas na mesma latitude, é para o possível reconhecimento dos processos entre a atmosfera e os oceanos e o seu comportamento em pontos distintos da Terra que possam apresentar teleconexões atmosféricas. Para tal é necessário aprofundar as particularidades de cada localidade e dos próprios fenômenos.

## **IDENTIFICAÇÃO DAS LOCALIDADES PESQUISADAS**

### **MUNICÍPIO DE ITAJAÍ - SC - BRASIL**

Itajaí está localizada na costa centro-norte do estado de SC, aproximadamente 100 km da capital Florianópolis. De acordo com o último censo realizado pelo IBGE em 2010 a população era de 183.373 habitantes (IBGE, 2017). A economia local está atrelada ao turismo, as indústrias de pescados e ao porto. A cidade conta com 50 empresas no ramo dos pescados, especialmente com processados como sardinha, atum e camarão. O porto de Itajaí lidera o ranking entre os exportadores de congelados brasileiros, sendo o segundo em transporte de cargas (PORTO DE ITAJAÍ, s.d.). O turismo também é um setor econômico importante para o município, com destaque para as praias; para a possibilidade de interação com áreas verdes, como os parques do Atalaia e Ressacada, com vegetação atlântica preservada; e ainda com a disponibilidade de receber cruzeiros marítimos.

No que diz respeito aos eventos extremos de cheias e de inundações, os elevados volumes de águas registrados em Itajaí são provenientes dos rios Itajaí-Açú e Itajaí-Mirim, concomitantemente, a maré alta do oceano, por vezes, impede o escoamento da água doce dos rios, elevando o nível do mesmo e influenciando nos episódios de inundações. A pluviosidade média anual é de aproximadamente 1.495 mm (GAPLAN, 1986; SCHETTINI, 2008) caracterizado climaticamente como mesotérmico úmido (PMI, 2016).

Segundo Monteiro (2001) as chuvas em SC possuem boa distribuição ao longo do ano, influenciadas por sistemas meteorológicos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), frentes frias, o relevo, a circulação marítima, dentre outros.

### **COPIAPÓ - PROVINCIA DE COPIAPÓ - ATACAMA - CHILE**

Copiapó está localizada aproximadamente 800 km ao norte da capital chilena, Santiago. A mesma situa-se na margem sul do deserto do Atacama, no centro da Bacia do rio Copiapó que possui superfície de 18.047 km<sup>2</sup>. Considerada a capital tanto da região do Atacama quanto da província, formada também por Caldera e Tierra Amarilla (PNUMA – GEO COPIAPÓ, 2009). A bacia do Rio Copiapó é caracterizada por subclimas diferenciados, como: desértico litoral, de interior e marginal alto (DGA, 2004).

O clima da porção sul de Copiapó transforma-se gradualmente de deserto marginal em estepe quente (DGA, 2004). As precipitações são distribuídas no período de inverno (junho, julho e agosto), com registro anual de aproximadamente 16,6 mm e temperaturas apresentando amplas variações (PNUMA – GEO COPIAPÓ, 2009). A circulação atmosférica da região é controlada pelo regime geral do norte chileno, condicionado pelo Anticiclone do Pacífico Sudeste responsável pela ausência de chuvas, além do mais é necessário considerar a corrente marítima fria de Humboldt, fornecendo a umidade e nebulosidade da região costeira (PNUMA - GEO COPIAPÓ, 2009).

No que tange a economia, a mineração é uma das principais atividades na região, empregando mão de obra e envolvendo 40% do PIB regional. Além disso, a indústria pesqueira chilena é de extrema importância, ressaltando a ocorrência do fenômeno ressurgência, o qual águas frias subsuperficiais e com abundantes nutrientes emergem para águas superficiais, com elevada produtividade primária, influenciando na pesca especialmente em países como Peru e o próprio Chile.

## VARIABILIDADES DE BAIXA FREQUÊNCIA

### EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENOS)

O El Niño Oscilação Sul é considerado a principal fonte da variabilidade no clima da Terra. Essa oscilação promove modificações especialmente no Oceano Pacífico em variáveis como vento, pressão, convecção tropical, na temperatura superficial do mar (GRIMM, 2009b).

O termo El Niño foi caracterizado inicialmente como uma corrente oceânica de recorrência anual, quente e fraca, que transcorre para o sul ao longo da costa do Equador e Peru no período natalino. A fase quente corresponde ao El Niño, a fase oposta, a La Niña condiz com o esfriamento do Pacífico Tropical, e então denominada de fase fria do ENOS (TRENBERTH, 1997). Na fase fria os valores registrados de temperatura do mar são menores quando comparados as suas médias históricas, com águas mais geladas para a região do Pacífico Tropical e leste. Já a fase quente caracteriza o acréscimo de 1 a 2°C na TSM, superior aos valores médios, nas regiões leste e central do Pacífico Tropical (VAREJÃO-SILVA, 2006).

O El Niño influencia não somente a climatologia sul-americana, mas também a economia e setores da sociedade, sendo no primeiro caso, o fenômeno agente de anomalias climáticas, especialmente na regulamentação das chuvas, provocando alterações no padrão de circulação da atmosfera (MINUZZI et al., 2006). As frequências dos episódios de eventos extremos em várias regiões do Brasil são influenciadas pelo ENOS (GRIMM e TEDESCHI, 2004). As chuvas em SC durante o período de El Niño permanecem acima da média, proporcionando os episódios de inundações, mesmo assim, esse fenômeno não pode ser considerado o único responsável causador das enchentes (MONTEIRO, 2007).

As abundantes precipitações no Chile central e outros locais ao sul do continente são provenientes do El Niño associado às anomalias positivas do Índice de Oscilação Sul (IOS) e elevadas temperaturas da superfície do mar, concomitantemente, nas regiões Nordeste e Norte do Brasil e; no Altiplano Andino é responsável pelas secas. As chuvas excessivas no interior do nordeste do Brasil e Altiplano, além da diminuição das precipitações no sul do Brasil e Chile central são atribuídas aos anos de La Niña (MENDONÇA e ROMERO, 2012). Um evento de ENOS possui variação na intensidade, duração e evolução de cada fase, mas em média ocorre numa frequência de três a sete anos (VAREJÃO-SILVA, 2006).

### OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO (ODP)

Essa oscilação assim como o El Niño apresenta duas fases: fria e quente. Na fase quente as anomalias positivas da TSM ocorrem no Pacífico Tropical e, negativas no Pacífico Extratropical para ambos os hemisférios. A fase fria no caso representa a situação contrária, com anomalias negativas de TSM no Pacífico Tropical e positivas no Pacífico Extratropical (Figura 2). A última fase quente iniciou-se em 1977 com término aproximado em 1998. A partir de 1999 iniciou-se uma nova fase fria, a qual se acredita que deva continuar até 2025, com a diminuição de episódios de El Niño e aumento de La Niña (MOLION, 2005).

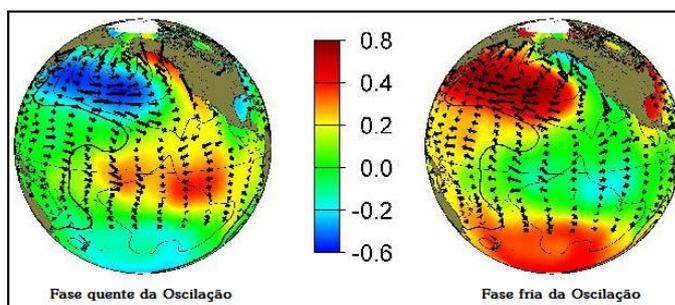


Figura 8 - Fases da Oscilação Decadal do Pacífico. Fonte: JISAO (2017).

As TSM durante a fase quente da oscilação tendem a ser anormalmente frias no Pacífico Central Norte coincidindo com anomalias quentes de temperatura ao longo da costa oeste das Américas (MANTUÁ e HARE, 2002). Kayano e Andreoli (2007) apontam que as teleconexões de ENOS sobre as precipitações na América do Sul são consideradas forte quando o El Niño e a ODP encontram-se na mesma fase, criando um efeito construtivo, e quando estão em fases opostas o resultado é destrutivo. De acordo com Mendonça e Romero (2012) o padrão de anomalia de temperatura é mais evidente quando ocorrem simultaneamente a La Niña e a fase fria da ODP, do que quando acontece o El Niño e a fase fria da ODP e La Niña e fase quente da ODP.

### OSCILAÇÃO ANTÁRTICA (OAA)

Inicialmente a Oscilação Antártica foi historiada por Walker (1928) pela existência de um padrão no cinturão de pressão através do Chile e Argentina em oposição ao Mar de Weddell e de Bellingshausen que contornam o continente antártico. Recentemente essa variabilidade foi incluída em pesquisas a respeito dos padrões de teleconexões global, sendo reconhecida como o principal modo de circulação atmosférica no HS, representando as variações na intensidade da circulação circumpolar da baixa troposfera (SANTOS e FRANCO, 2010).

A OAA é conhecida também pela terminologia de Modo Anular do Sul (em inglês, SAM) e está caracterizada por uma diferença entre a pressão da atmosfera correspondente ao nível do mar, dentre as latitudes de 40 até 65°S. Os padrões de pressão atmosférica associados ao SAM estão ao redor de um grande centro de baixa pressão no Polo Sul os quais se deslocam até centros de altas pressões nas médias latitudes (MENDONÇA e ROMERO, 2012).

A oscilação Antártica se refere a uma extensa alternância de massa atmosférica entre a pressão superficial de médias latitudes e a pressão de altas latitudes (GONG e WANG, 1999). Gillet et al. (2006) realizaram uma pesquisa analisando a relação entre a OAA com a variável temperatura e precipitação no HS. O estudo mostrou que a fase positiva da variabilidade está associada ao tempo seco e quente nas regiões da Nova Zelândia, Tasmânia e América do Sul, enquanto em grande parte da Austrália favoreceram as situações frias e de umidade.

Na figura 3 nota-se o predomínio das anomalias negativas (frias) nas cores azuladas na região da Antártica enquanto que positiva (quentes) nas cores vermelhas em regiões de médias latitudes. Na fase positiva da oscilação os ciclones extratropicais e as frentes frias observadas em médias latitudes deslocam-se para locais mais próximos à Antártica, na fase negativa é esperado um comportamento contrário, destacando-se por uma presença maior de ciclones e frentes na região de médias latitudes.

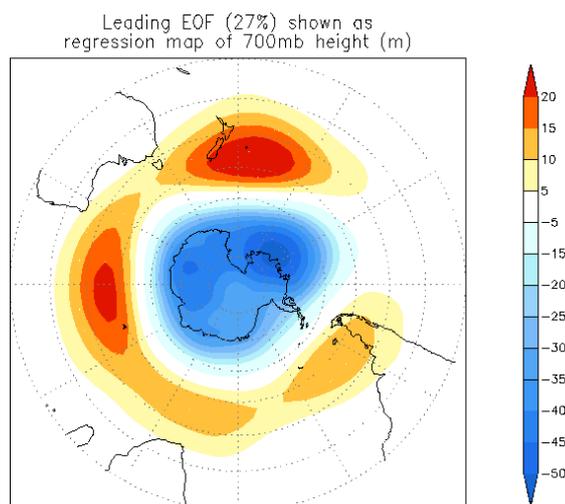


Figura 9 - Oscilação Antártica ou Modo Anular Sul. Fonte: NCEP/NOAA.

## METODOLOGIA

Primeiramente foram coletados dados de precipitação mensal nas regiões de Itajaí e Copiapó para cinco casos: 1983, 1984, 1997, 2008 e 2011. Os episódios abordados foram retirados de uma série temporal de 31 anos e escolhidos através da sua repercussão nacional ou internacional; além da relação com o fenômeno ENOS, como por exemplo, em 1997 de forte intensidade e segundo a literatura, importante para a climatologia e; a abrangência que os eventos tiveram sobre as localidades analisadas. Os dados encontram-se disponíveis no Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) pertencente ao National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), proposto por Schneider et al. (2013). Estes dados estão no nível de superfície e acessíveis desde 1901 até 2013, baseados em informações de qualidade controladas a partir de 67.200 estações em todo o mundo.

Nesse estudo o grid de resolução espacial escolhido foi de  $0,5^\circ$  latitude x  $0,5^\circ$  longitude. Para Itajaí foram recolhidas duas séries temporais mais próximas o possível da sua localização geográfica, com latitudes de  $26.75^\circ$  e  $27.25^\circ$ S, e longitudes de  $48.75^\circ$ W. Posteriormente a coleta dos dados foi realizada a média desses valores e a série resultante utilizada nesse artigo. No caso de Copiapó utilizou-se a latitude de  $27.25^\circ$ S e longitude de  $70.25^\circ$ W, próximas à cidade, logo não foi necessário calcular a média como realizado para Itajaí.

Para a caracterização dos eventos de El Niño e La Niña foram empregados os critérios propostos pelo Climate Prediction Center (CPC) disponível no NOAA, que define a ocorrência dos episódios de El Niño e La Niña quando os períodos quentes e frios são baseados em um limiar de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  para o Índice de Niño Oceânico (ONI), considerando a média de 3 meses de anomalias de TSM na região Niño 3.4 correspondente ao oceano Pacífico Equatorial. Os índices mensais da ODP foram retirados da tabela calculada por Mantuá et al. (1997) nos anos escolhidos. Esse índice é calculado a partir das anomalias médias mensais de TSM que são removidas para separar esse padrão a partir de qualquer sinal de aquecimento encontrado nos dados. Para a última variabilidade analisada, a OAA foi aplicada os índices mensais adquiridos através do CPC/NCEP.

Para possibilitar a relação entre as variabilidades como El Niño e La Niña, ODP e OAA com a precipitação em ambas as localidades foram confeccionados gráficos, a fim de promover visualmente a afinidade entre as variáveis, vale ressaltar que como em Copiapó as chuvas são extremamente baixas em alguns gráficos seus valores foram multiplicados por 10 ou 100, com o propósito de auxiliar na análise do gráfico. Ainda se realizou correlação entre as variabilidades/oscilações e as chuvas a partir de regressão linear e teste t de Student,

verificando a significância estatística do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), ao nível de 5%. Todos os dados e testes foram realizados no software Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ANO DE 1983

Os meses anteriores ao episódio de 1983 mantiveram-se no estado característico de El Niño, de forte intensidade, com anomalias de  $+2,1^{\circ}\text{C}$  no trimestre de dezembro/janeiro/fevereiro. O resfriamento ocorreu no final do ano com a diminuição das anomalias. Os principais eventos de chuvas aconteceram em períodos de El Niño.

Os índices mensais da ODP para esse período mostraram que todos os meses apresentaram sinais positivos, mas, ainda mais fortes em junho (2,36) e julho (3,51). Para a OAA são notáveis os índices mensais negativos e positivos, e no momento que ocorreu o principal evento deste ano, em julho, o índice da variabilidade era positivo e mais forte que os demais (1,114).

As chuvas em julho para Itajaí foram elevadas, com aproximadamente 550 mm, assim como o índice da ODP. Nos meses de abril e agosto as precipitações diminuíram do mesmo modo que a curva da variabilidade; já em novembro e dezembro há o aumento dos índices da variabilidade além de precipitações abundantes. Em Copiapó as máximas chuvas se distribuíram em junho crescendo em julho (Figura 4A).

No caso da OAA (Figura 4B) relacionando com Itajaí é possível perceber elevados volumes de chuvas durante os índices negativos, como exemplo: janeiro, fevereiro e maio, com registros superiores a 200 mm. Em julho o índice mensal está acima de 1,0 e é nesse período a maior precipitação. Na figura 4B ainda é possível perceber que para Copiapó as precipitações são escassas, quando ocorrem destacam-se poucos meses como julho, onde o índice da OAA estava superior a 1,0.

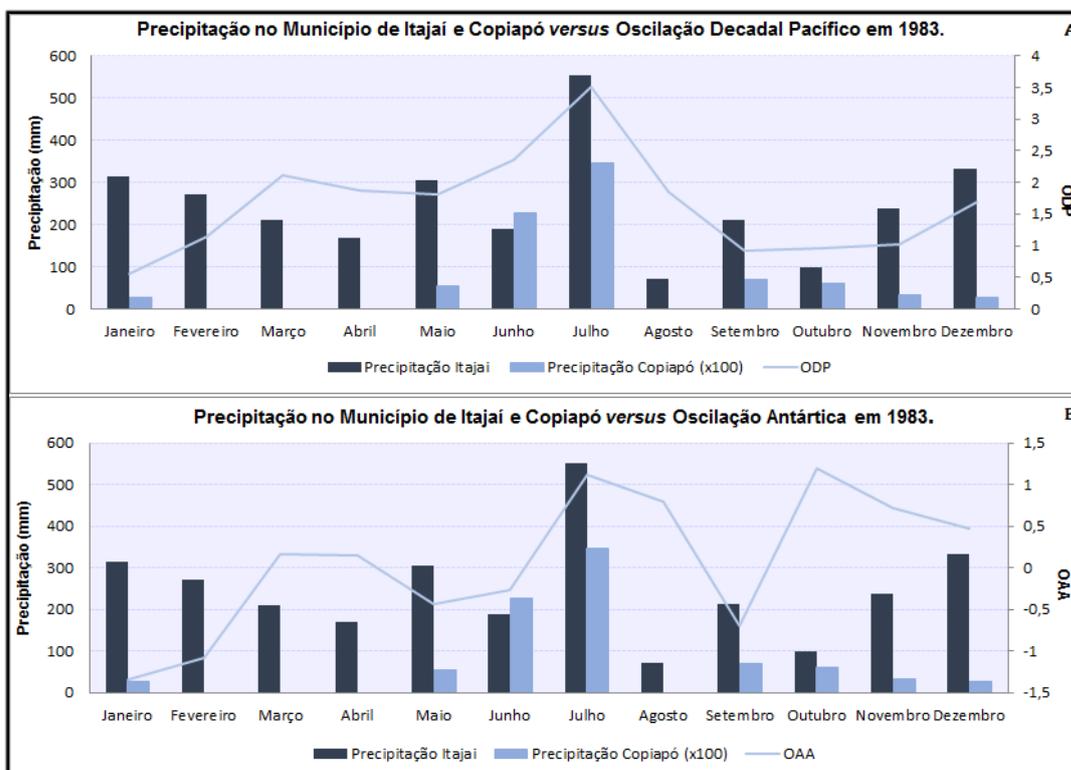


Figura 10 - Precipitação em Itajaí e Copiapó relacionada às variabilidades ODP e OAA em 1983. Fonte: NOAA. Elaborado por: Dutra (2017).

A partir do coeficiente de correlação de Pearson (r) e teste t de Student pode-se observar que o resultado de maior significância ocorreu entre a Oscilação Decadal do Pacífico e as precipitações em ambas as localidades, uma com fraca correlação e outra mais forte (Quadro 1).

Quadro 1- Precipitação em Itajaí e Copiapó correlacionando às variabilidades OAA e ODP em nível de  $r^2$ , r e teste t no ano de 1983.

Ano de 1983	R <sup>2</sup>	R	Teste t	Correlação
Oscilação Decadal x Precipitação Itajaí	0,2161	0,4648	1,66	Fraca e não significativa
Oscilação Decadal x Precipitação Copiapó	0,4996	0,7068	3,15	Forte e significativa
Oscilação Antártica x Precipitação Itajaí	0,00278	0,0527	0,16	Não significativo
Oscilação Antártica x Precipitação Copiapó	0,0756	0,2749	0,904	Não significativo

Fonte: CPC/NCEP, NOAA e JISAO. Organização: Dutra (2017).

## ANO DE 1984

Ao contrário de 1983 o presente ano não esteve associado ao episódio de El Niño. As excessivas precipitações em Itajaí ocorreram em agosto e as condições atmosféricas e oceânicas sobre o Pacífico Equatorial se encontravam em neutralidade. Os índices da ODP, com exceção de julho e agosto, apresentaram-se positivos e com maior intensidade em março e abril. Para a OAA os índices distribuíram-se entre positivos e negativos, e os negativos foram fortes especialmente em maio e dezembro.

De acordo com a figura 5A, em Itajaí a ODP apresentou índice superior a 1,0, e meses com elevadas chuvas como: janeiro e março, acima de 200 mm. O maior volume de chuvas fora em agosto, o qual, o índice da variabilidade esteve abaixo de 1,0. Entre março a maio ocorreu uma diminuição do índice bem como das precipitações. Em Copiapó a precipitação não acompanhou a curva da oscilação, como exemplo, têm-se julho com maior volume pluviométrico, mas o índice menor que 1,0. Em março a precipitação segue o acréscimo do índice. Os demais meses estudados apontaram para chuvas inferiores a 10 mm.

Conforme a figura 5B, na maioria dos meses o índice esteve inferior a 1,0. Maio teve um dos menores índices de variabilidade, com -1,237, sendo o segundo menor registro de precipitação em Itajaí. Em agosto a oscilação observada foi menor que 1,0, assim, o esperado seria uma grande quantidade de chuva, como de fato ocorreu. Para Copiapó as maiores precipitações registradas foram nos meses de março e julho, ambas com a OAA em sinal positivo.

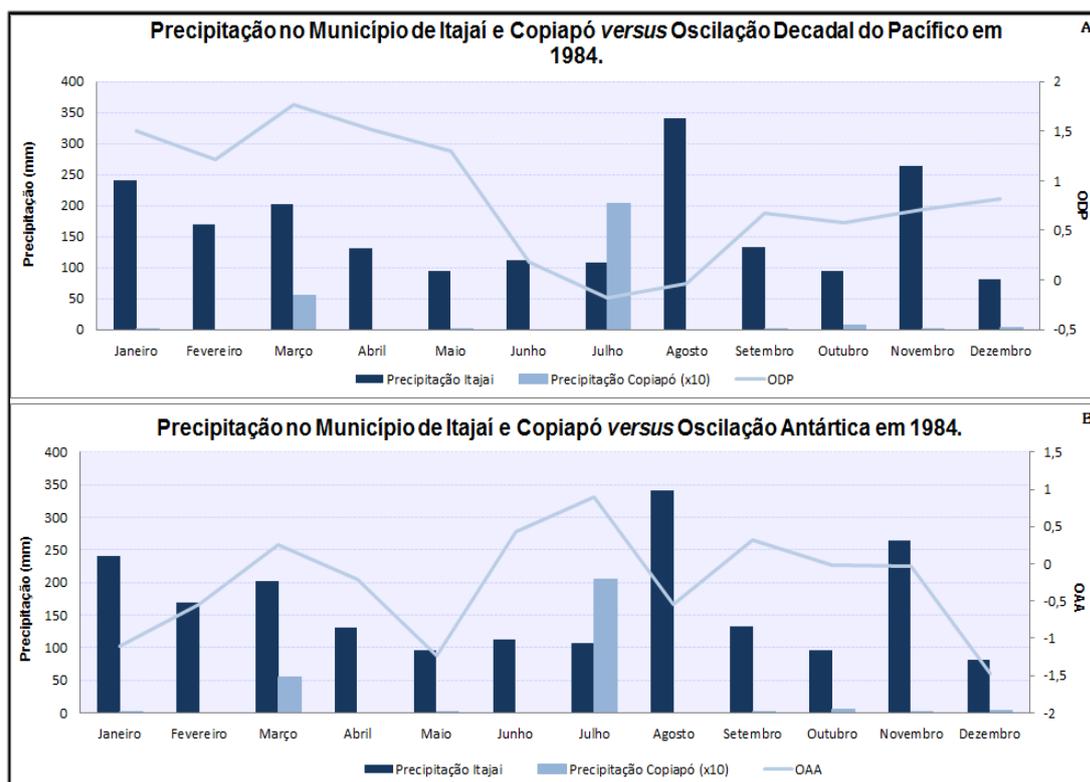


Figura 11- Precipitação em Itajaí e Copiapó relacionado às variabilidades ODP e OAA em 1984. Fonte: NOAA. Elaborado por: Dutra (2017).

Baseando-se no coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) e teste  $t$  de Student observou-se que o resultado de maior significância ocorreu entre a OAA sobre as precipitações em Copiapó, com fraca correlação, mas de acordo com o teste  $t$ , esteve abaixo do valor esperado pela tabela, embora próximo do estipulado. Para Itajaí a OAA e a ODP não foram significativas (Quadro 2).

Quadro 2 - Precipitação em Itajaí e Copiapó correlacionando às variabilidades OAA e ODP em nível de  $r^2$ ,  $r$  e teste  $t$ , no ano de 1984.

Ano de 1984	R <sup>2</sup>	R	Teste t	Correlação
Oscilação Decadal x Precipitação Itajaí	0,000856	0,0292	0,0923	Não significativo
Oscilação Decadal x Precipitação Copiapó	0,1437	0,379	1,29	Fraca e não significativa
Oscilação Antártica x Precipitação Itajaí	0,00435	0,0659	0,208	Não significativo
Oscilação Antártica x Precipitação Copiapó	0,3099	0,556	2,11	Fraca e não significativa

Organização: Bárbara Dutra, 2017. Fonte dos dados: CPC/NCEP, NOAA e JISAO.

## ANO DE 1997

Nesse ano os indicadores atmosféricos ressaltavam a presença do fenômeno El Niño, considerando que o IOS teve sua fase negativa intensificada entre os meses de março a junho (BOLETIM CLIMÁTICO DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA - JUNHO, 1997). O processo de intensificação do El Niño foi constante no mês de agosto com índices comparáveis aos anos de 1982 e 1983. O episódio presente caracterizou-se pela evolução do índice das anomalias na TSM do Pacífico Equatorial central (BOLETIM CLIMÁTICO DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA - AGOSTO, 1997). Segundo Teracines (2000) o fenômeno El Niño de 1997-98 tornou-se responsável pela maior parte das anomalias climatológicas no Brasil, com perdas na produção agrícola. No caso da ODP nota-se que a

variabilidade apresentou índices positivos e de maior relutância em junho, julho e agosto. Para a OAA os índices exibiram valores positivos e negativos, variando de -1,905 a 1,028.

A figura 6A mostra a ODP e as precipitações em Itajaí, constatando que não apresentaram tanta relação sobre a curva da variabilidade. Os maiores índices da variabilidade foram em junho, julho, agosto e setembro, todavia, as precipitações encontradas foram inferiores quando comparadas a janeiro. Em outubro ocorreram algumas inundações em Santa Catarina, e em Itajaí a quantidade ultrapassou os 300 mm e a ODP apontou 1,61. Em Copiapó os maiores registros foram nos meses de junho e agosto, ambos acima de 50 mm, e os níveis da variabilidade quase 3,0.

A Oscilação Antártica (OAA) (Figura 6B) registrou índices positivos e negativos. Em Itajaí durante oito meses do ano as chuvas foram superiores a 100 mm, seis meses em período de variabilidade menor que 1,0. Em novembro, por exemplo, as chuvas registraram mais de 230 mm e a variabilidade esteve próxima a -2,0. Para a área de Copiapó registraram-se meses sem precipitação, as que ocorreram nos meses de junho e agosto tinham índices negativo e positivo, respectivamente.

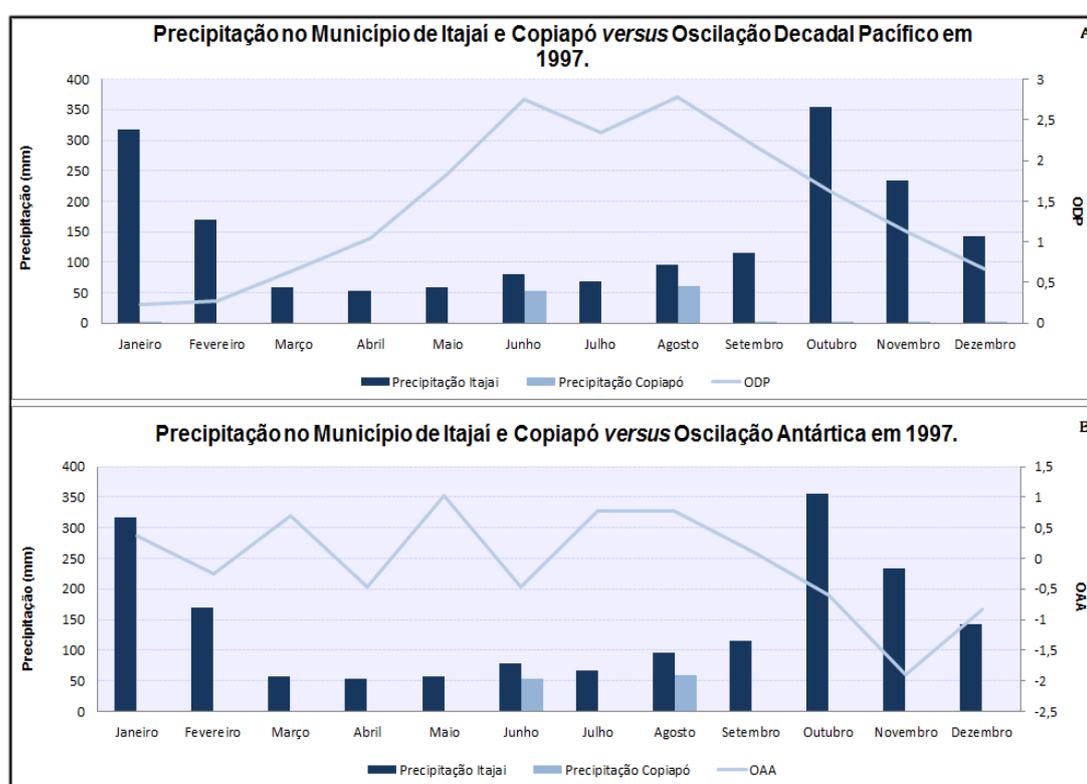


Figura 12 - Precipitação em Itajaí e Copiapó relacionado às variabilidades ODP e OAA em 1997. Fonte: NOAA. Elaborado por: Dutra (2017).

Através do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) e teste  $t$  de Student pode-se observar que o resultado de maior significância ocorreu entre as ODP e as precipitações em Copiapó com boa correlação e resultado do teste acima do valor estipulado pela tabela para comparação, também foi apresentada fraca correlação em resposta ao coeficiente para OAA e chuvas em Itajaí, embora o valor de  $t$  calculado estivesse abaixo do necessário (Quadro 3).

Quadro 3 - Precipitação em Itajaí e Copiapó correlacionando às variabilidades Oscilação Antártica e Decadal do Pacífico em nível de  $r^2$ ,  $r$  e teste  $t$ , no ano de 1997.

Ano de 1997	R <sup>2</sup>	R	Teste t	Correlação
Oscilação Decadal x Precipitação Itajaí	0,1446	0,3802	1,3	Não significativo
Oscilação Decadal x Precipitação Copiapó	0,4438	0,666	2,82	Moderada e significativa
Oscilação Antártica x Precipitação Itajaí	0,18	0,424	1,48	Fraca e não significativa
Oscilação Antártica x Precipitação Copiapó	0,0181	0,134	0,427	Não significativo

Fonte: CPC/NCEP, NOAA e JISAO. Organização: Dutra (2017).

## ANO DE 2008

O índice de Oscilação Sul prosseguiu ao longo de novembro com fortalecimento da fase positiva. No decorrer do mês a circulação atmosférica do HS caracterizou-se por um padrão de onda com núcleos de anomalias positivas posicionados nos oceanos Pacífico Sul, Atlântico Sul Ocidental e Índico (BOLETIM CLIMÁTICO DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA - NOVEMBRO, 2008).

A ODP apresentou índices negativos, proporcionando valores mais fortes em agosto e outubro, com -1,7 e 1,76, respectivamente. Para a OAA, com exceção de abril e maio, os demais meses exibiram índices positivos, com forte oscilação em junho (1,348) e setembro (1,386).

A figura 7 compara a OAA (7B) e a ODP (7A) em relação às precipitações. A ODP mostrou índice negativo, assim, esperava-se que os registros de precipitação fossem inferiores aos anos em que a variabilidade teve índice elevado a 1,0. Quanto a OAA acredita-se que índices menores que 1,0 resultam em elevados volumes de precipitação, para esse caso, as oscilações estiveram acima de 1,0, com exceção de abril e maio. Mesmo assim ocorreram chuvas superiores as normais históricas em Itajaí. Em Copiapó muitos meses registraram baixa precipitação, com exceção ao mês de agosto, ainda assim, demonstrando-se inferior à Itajaí.

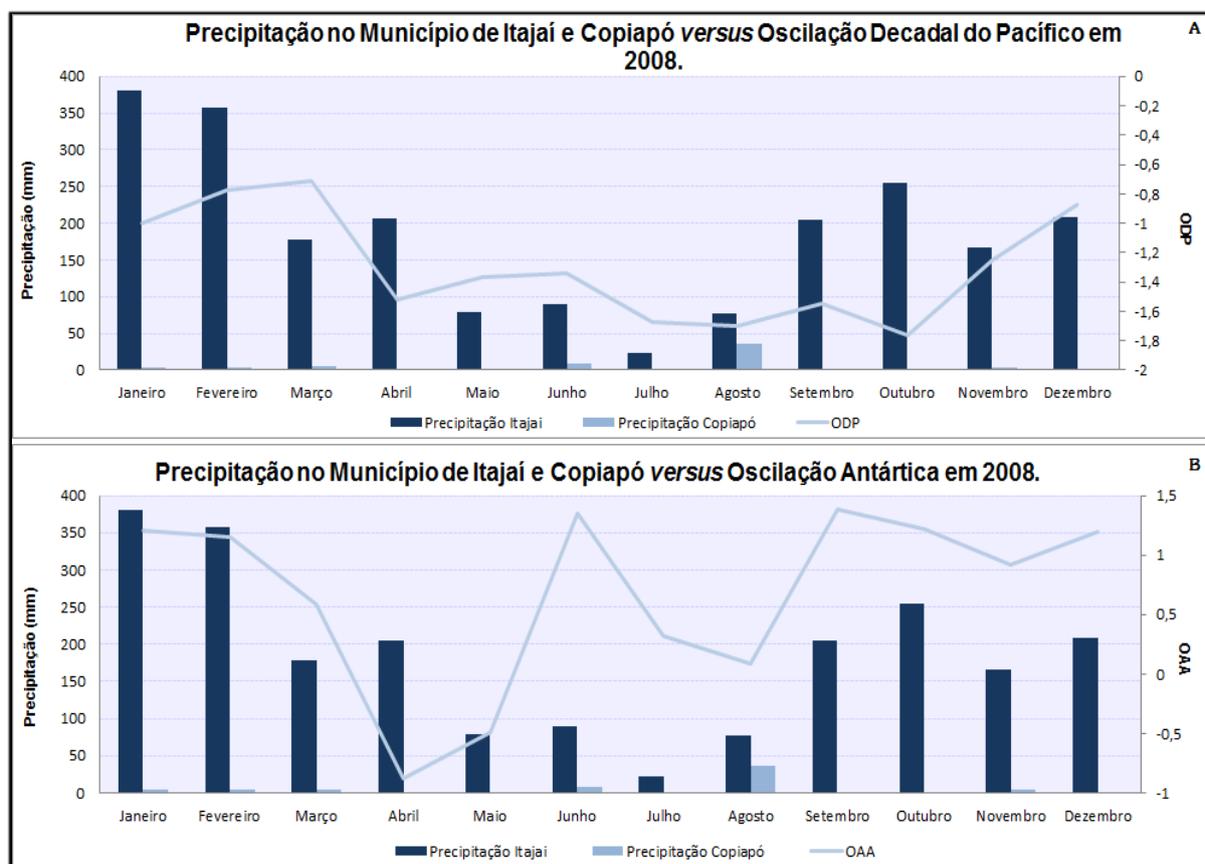


Figura 13 - Precipitação em Itajaí e Copiapó relacionado às variabilidades ODP e OAA em 2008. Elaborado por: Dutra (2017).

A partir do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) e teste  $t$  de Student pode-se observar que o resultado de maior significância ocorreu entre a ODP e as precipitações em Itajaí, com boa correlação, mas com o resultado do teste abaixo do valor estipulado pela tabela para comparação. Também foi apresentada fraca correlação em resposta ao coeficiente para OAA e precipitação em Itajaí, e valor de  $t$  calculado abaixo do necessário. No caso de Copiapó as chuvas não estiveram relacionadas com as oscilações, nem de forma fraca (Quadro 4).

Quadro 4 - Precipitação em Itajaí e Copiapó correlacionando às variabilidades OAA e ODP em nível de  $r^2$ ,  $r$  e teste  $t$ , no ano de 2008.

Ano de 2008	R <sup>2</sup>	R	Teste t	Correlação
Oscilação Decadal x Precipitação Itajaí	0,2552	0,505	1,85	Fraca e não significativa
Oscilação Decadal x Precipitação Copiapó	0,0498	0,223	0,723	Não significativo
Oscilação Antártica x Precipitação Itajaí	0,1851	0,4302	1,5	Fraca e não significativa
Oscilação Antártica x Precipitação Copiapó	0,0211	0,145	0,463	Não significativo

Organização: Bárbara Dutra, 2017. Fonte dos dados: CPC/NCEP, NOAA e JISAO.

## ANO DE 2011

Em 2011 o evento de precipitação marcante ocorreu durante o mês de setembro. Para esse período o IOS encontrava-se positivo, tendo coerência com a evolução do regime da TSM no Pacífico Equatorial para época de La Niña (BOLETIM CLIMÁTICO DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA, 2011).

Os índices da OAA ao longo deste ano foram negativos e positivos, sendo menor no trimestre de julho, agosto e setembro e; elevado índice em dezembro. Fases positivas dessa oscilação tem relação com o fenômeno La Niña, que no ano em questão permanecia entre forte e moderada, com curto período de neutralidade.

A ODP para a figura 8A mostra índices negativos e abundantes chuvas em Itajaí, alguns meses apresentaram totais superiores as suas normais climatológicas. Ainda é possível perceber pela figura que as precipitações não acompanham simultaneamente o índice da oscilação.

Os índices da OAA (Figura 8B) ao longo de sete meses foram negativos, com quatro meses em que esteve positiva (maior que zero) junto com precipitações em Itajaí superiores a 150 mm. A OAA teve o maior índice positivo em dezembro e precipitação acima da normal. Para Copiapó o destaque na precipitação fora em junho, a mesma ocorreu durante índices negativos da Oscilação Antártica e da Oscilação Decadal do Pacífico.

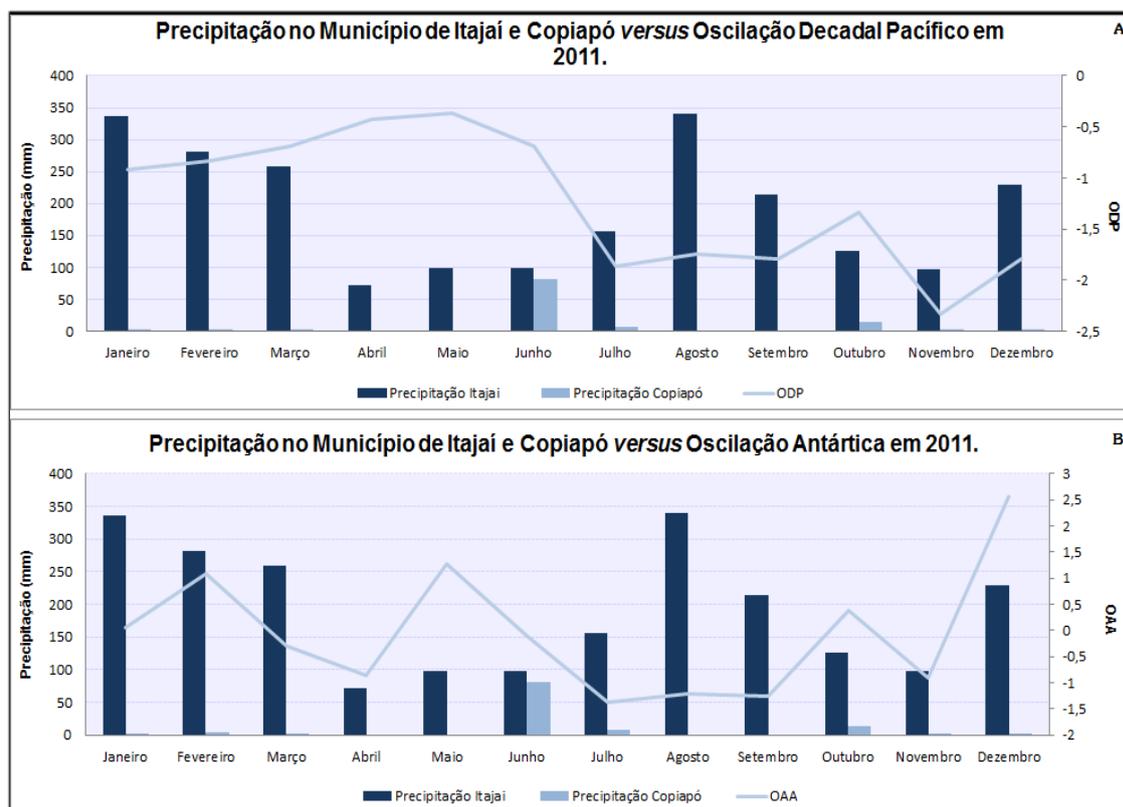


Figura 14 - Precipitação em Itajaí e Capiapó relacionado às variabilidades ODP e OAA em 2011. Elaborado por: Dutra (2017).

O quadro 5 mostra que com base no coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) e teste  $t$  de Student, não houve significância entre as variabilidades e as precipitações em ambas as localidades. As correlações foram fracas ou quase nulas entre as variáveis, com os resultados do teste  $t$  abaixo do limiar especificado pela tabela de comparação.

Quadro 5 - Precipitação em Itajaí e Capiapó correlacionando às variabilidades OAA e ODP em nível de  $r^2$ ,  $r$  e teste  $t$ , no ano de 2011.

Ano de 2011	$R^2$	$R$	Teste $t$	Correlação
Oscilação Decadal x Precipitação Itajaí	0,0154	0,124	0,395	Não significativo
Oscilação Decadal x Precipitação Capiapó	0,0517	0,2273	0,738	Não significativo
Oscilação Antártica x Precipitação Itajaí	0,0039	0,062	0,1964	Não significativo
Oscilação Antártica x Precipitação Capiapó	0,0000385	0,0062	0,0196	Não significativo

Fonte: CPC/NCEP, NOAA e JISAO. Organização: Dutra (2017).

## CONCLUSÕES

A Oscilação Antártica (OAA), a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e as variabilidades do ENOS (El Niño e La Niña) estão relacionadas e associadas a determinados períodos de precipitações pluviométricas. Conforme os casos analisados que registraram chuvas intensas, como: 1983 e 1997. Ambos apresentam índices positivos para a ODP e estavam na fase quente do ENOS (El Niño). Baseando-se neste estudo, pode-se afirmar que, para os eventos analisados, as fortes chuvas para o sul do Brasil estão associadas ao ENOS.

Em 1984 e 2008, anos em fases neutras ou negativas do ENOS e diferentes índices das oscilações (OAA e ODP), também foram registradas abundantes chuvas, além das variabilidades, as precipitações são explicadas por diferentes atuações e configurações atmosféricas. Em 2011 pode-se perceber que as oscilações não interferiram sobre as chuvas,

sendo encontrados baixos coeficientes de correlação, as que ocorrem são derivadas de outras condições meteorológicas como os sistemas presentes naquele episódio, o Anticiclone, as frentes frias, os vórtices, a circulação marítima, a umidade e a climatologia peculiar de cada localidade analisada.

## AGRADECIMENTOS

Os resultados encontrados nessa pesquisa são produtos de uma dissertação de mestrado elaborada por Dutra (2017), a qual fora possível concluir com bolsa cedida no período de dois anos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior programa Demanda Social. A participação do Professor Hugo Romero é parte do Projeto de Investigação 1150701 do Fundo Nacional de Investigações Científicas e Tecnológicas do Chile.

## REFERÊNCIAS

ACEITUNO, P. Anomalías climáticas em la Región Sudamericana durante los extremos de la Oscilación Austral. **Revista Geofísica**, v.32, p. 65-78. 1990.

ARAGÃO, J.O.R. O impacto do ENSO e do dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. **Bull. Inst. Fr. Études andines**, v. 27, p. 839-844, 1998. Disponível em: <[www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/27\(3\)/839.pdf](http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/27(3)/839.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2017.

BOLETIM CLIMÁTICO DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA - AGOSTO. **Boletim Climático**. Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, n.8, 1997. Disponível em: <[http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL\\_ANT/anterior.htm](http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL_ANT/anterior.htm)>. Acesso em: 14 jun. 2017.

BOLETIM CLIMÁTICO DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA - JUNHO. **Boletim Climático**. Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, n.6, 1997. Disponível em: <[http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL\\_ANT/anterior.htm](http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL_ANT/anterior.htm)>. Acesso em: 14 jun. 2017.

BOLETIM CLIMÁTICO DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA - NOVEMBRO. **Boletim Climático**. Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, 2008. Disponível em: <[http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL\\_ANT/anterior.htm](http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL_ANT/anterior.htm)>. Acesso em: 14 jun. 2017.

BOLETIM CLIMÁTICO DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA – SETEMBRO. **Boletim Climático**. Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, 2011. Disponível em: <[http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL\\_ANT/anterior.htm](http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL_ANT/anterior.htm)>. Acesso em: 14 jun. 2017.

BOZKURT, D.; RONDANELLI, R.; GARREUAD, R.; ARRIAGADA, A. Impact of warmer easter tropical Pacific SST on the March 2015 Atacama floods. *Monthly Weather Review*. **American Meteorological Society**. 2016.

CAVALCANTI, I.F.A.; AMBRIZZI, T. Teleconexões e suas influências no Brasil. In: **Tempo e Clima no Brasil**. Cavalcanti et al. organizadores. Oficina de Textos, São Paulo, 2009.

CHOW, V.T. Hydrologic studies of floods in the United States. **International Association of Hydrological Sciences**, v. 42, p. 134-170, 1956.

DGA - DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS. **Cuenca del Rio Copiapó**. Diagnóstico y Clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, 2004.

DUTRA, B.A. **Inundações e influência das variabilidades de baixa frequência nas regiões de Copiapó (Atacama, Chile) e Itajaí (Santa Catarina, Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 177 p.; 2017.

GAPLAN – Gabinete de Planejamento de Santa Catarina. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro, 173pp, 1986. Disponível em:  
<<http://www.spg.sc.gov.br/mapas/atlas/AtlasVerde.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2017.

GILLET, N.P.; KELL, T.D.; JONES, P.D. Regional climate impacts of the Southern Annular Mode. In: **Geophysical Research Letters**, v. 33, 2006. Disponível em:  
<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2006GL027721/epdf>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

GONG, D.; WANG, S. Definition of Antarctic oscillation index. **Geophysical Research Letters**. v.26, n.4, p. 459 – 462. 1999.

GRIMM, A.M. Clima da região Sul do Brasil. In: **Tempo e Clima no Brasil**. Cavalcanti et al. organizadores. Oficina de Textos, São Paulo, 2009.

GRIMM, A.M. Variabilidade Interanual do Clima no Brasil. In: **Tempo e Clima no Brasil**. Cavalcanti et al. organizadores. Oficina de Textos, São Paulo, 2009b.

GRIMM, A.M.; TEDESCHI, R.G. Episódios El Niño e La Niña e a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil: análise no litoral da região sul. In: **Anais XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Florianópolis, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Santa Catarina/Brasil**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sc/itajai/panorama>>. Acesso em: 07 jul. 2017.

JULIÁ, C.; MONTECINOS, S.; MALDONADO, A. Características Climáticas de la Región de Atacama. **Libro Rojo de La Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama**. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, v. 03, p.25-42, 2008.  
KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Relation of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation. **Int. J. Climatology**, vol.27, n.4, p. 531-540, 2007.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F.D.M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. v.1. Curitiba. Ed. Organic Trading, 2006.

MANTUÁ, N.J.; HAER, S.R.; ZHANG, Y.; WALLACE, J.A.; FRANCSI, R.C. A Pacific interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production. In: **Bulletin of the American Meteorological Society**. v.78, n.6. 1997.

MANTUÁ, N.J.; HARE, S.R. The Pacific Decadal Oscillation. **Journal of Oceanography**, v.58, p. 35-44, 2002.

- MENDONÇA, M.; ROMERO, H. Ondas de frio, índices de oscilação e impactos socioambientais das variabilidades climáticas de baixa frequência na América do Sul. **Acta Geográfica**, Boa Vista, p. 185-203. 2012.
- MINUZZI, R.B.; SEDIYAMA, G.C.; DA COSTA, J.M.N.; VIANELLO, R.L. Influência do fenômeno climático El Niño no período chuvoso da região Sudeste do Brasil. **GEOGRAFIA**, Londrina, v.15, n.2, 2006.
- MOLION, L.C.B. Aquecimento global, El Niño, manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. **Revista Climanálise**, v.03, n.01, 2005.
- MONTEIRO, M.A. Caracterização Climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Revista Geosul**, Florianópolis, v.16, p. 69-78, 2001.
- MONTEIRO, M.A. **Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 224p., 2007.
- ONEMI - Ministerio del Interior y Seguridad Publica. **Aluviones**. 2012. Disponível em: <<http://www.onemi.cl/previene/aluviones.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2017.
- PMI - PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJAÍ. **Conheça Itajaí**. 2016. Disponível em: <[http://www.visiteitajai.com.br/conheca\\_acidade.php#infos](http://www.visiteitajai.com.br/conheca_acidade.php#infos)>. Acesso em: 30 mai. 2017.
- PNUMA - GEO COPIAPÓ. Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: **Geo Copiapó**. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2009.
- PORTO DE ITAJAÍ. **A cidade**. Disponível em: <<http://www.itajai.sc.gov.br/c/a-cidade#.VXm6kPIViko>>. Acesso em: 30 maio. 2017.
- REBOITA, M.S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2, p. 185-204, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n2/a04v25n2>>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- SANTOS, I.A.; FRANCO, N.J.N. Uso do índice mensal da Oscilação Antártica para avaliação de algumas interações com a circulação troposférica na América do Sul e oceanos próximos, In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, p. 1-5, 2010. Disponível em: <[http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/285\\_61185.pdf](http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/285_61185.pdf)>. Acesso em: 27 mai. 2017.
- SCHETTINI, C.A.F. Hidrologia do Saco da Fazenda, Itajaí, SC. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 12, n. 1, p. 49-58, 2008.
- SCHNEIDER, U.; BECKER, A.; FINGER, P.; MEYER-CHRISTOFFER, A.; ZIESE, M.; RUDOLF, B. GPCC's new land surface precipitation climatology based on quality-controlled in situ data and its role in quantifying the global water cycle. **Theoretical and Applied Climatology**, 115, 15-40, 2013. Disponível em:

<<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00704-013-0860-x>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

SELUCHI, M.E.; GARREAUD, R.D.; NORTE, F.A.; SAULO, A.C. Influência da Cordilheira dos Andes sobre os sistemas frontais na América do Sul: estudo de caso utilizando o modelo regional ETA/CPTEC. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, v. 13, p. 1-14, 2004. Disponível em: <<http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/yolanda/2004>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

TERACINES, E.B. Impactos econômicos do El Niño 97/98 na produção agrícola brasileira. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2000. Disponível: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-f7ed5d4db4f4e0d8bbe8d2c00c764726.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

TRENBERTH, K.E. The definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, n. 12, p. 2771-2777, 1997. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: Versão Digital, 463 p., 2006.

VEIGA, J.A.P.; MENDES, D.; YOSHIDA, M.C. O impacto das anomalias de TSM do Oceano Pacífico Tropical Sul sobre o padrão de precipitação na Amazônia. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2000. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-de23d8f55e.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

WALKER, G.T. World weather. **Quart. J. Roy. Meteor. Soc.**, v.54, p.79-87, 1928.

## 9. CHUVA E ONDAS DE CALOR EM SANTA CATARINA DURANTE EVENTOS DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL MODOKI E CANÔNICO

Rosandro Boligon Minuzzi<sup>1</sup>

### RESUMO

A principal fonte de variabilidade climática interanual global é o fenômeno climático El Niño Oscilação Sul (ENOS). As fases opostas dessa oscilação são denominadas episódios de El Niño (EN) e La Niña (LN). Esta dissertação apresenta resultados de estudos recentes sobre a variabilidade da chuva e ondas de calor no estado de Santa Catarina durante o EN e LN Modoki e Canônico. Assim como observado em outras regiões do planeta, em Santa Catarina há uma diferença no regime de chuvas durante a ocorrência dos dois tipos de EN, tendendo a ficar dentro da normalidade nos eventos de EN Modoki e acima da normalidade em EN Canônico. Durante a LN, o regime de chuvas não possui uma característica relativamente tão definida quanto o observado em eventos do EN. Quanto à duração de 'dias de calor' durante ondas de calor, em média praticamente não há diferença estatisticamente significativa observadas nos dois tipos de El Niño e de La Niña, em relação aos anos neutros. A exceção é feita para Lages, onde os 'dias de calor' duram em média 4,3 dias (ao lado de Indaial, a menor duração dentre todos os valores obtidos) em anos de La Niña Canônico, enquanto em anos neutros, a duração praticamente duplica (8,3 dias).

**Palavras-chave:** variabilidade climática interanual; oceano Pacífico; dias de calor.

### INTRODUÇÃO

A palavra 'teleconexão' ou 'padrão de teleconexão' significa conexão a distância e, em meteorologia, explica como anomalias que ocorrem em uma região são associadas a anomalias em regiões remotas. Padrões de teleconexão são também conhecidos como modos preferenciais de variabilidade de baixa frequência. Embora esses padrões possam persistir por várias semanas ou meses, mostram uma parte importante da variabilidade interanual e interdecenal da circulação atmosférica (CAVALCANTI e AMBRIZZI, 2009).

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um importante preditor do clima de várias regiões do mundo, em razão das suas influências já conhecidas, principalmente na precipitação e temperatura do ar. Isto se deve em razão da grande extensão da região no Pacífico Equatorial onde ocorrem às anomalias da temperatura da superfície do mar (componente oceânica) que, juntamente com a Oscilação Sul (componente atmosférica), caracteriza a ocorrência da forçante climática. A variação irregular e a persistência em torno das condições normais da temperatura do Pacífico Equatorial revelam duas fases opostas do ENOS. Um desses extremos é representado pelas condições de El Niño, quando se verifica um aquecimento das águas (também denominada fase quente), e a situação oposta, ou seja, quando se verifica um resfriamento das águas (também denominada fase fria), representando condições de La Niña.

A grande capacidade da água, em transportar energia, faz com que a ocorrência do ENOS provoque mudanças no padrão normal da circulação atmosférica. Por isso, a ocorrência do ENOS é vista como agente de anomalias climáticas em várias regiões do globo, por conseqüência, afetando diversos setores da sociedade e da economia. No sistema agrossilvipastoril, as conseqüências desses efeitos exigem estudo minucioso, considerando que o impacto no desenvolvimento de dada cultura depende da duração e severidade dos períodos secos e da regularidade das chuvas, além de aumentar o risco de incêndios.

---

<sup>1</sup>Meteorologista (UFPel), Mestre em Agronomia (UFV), Doutor em Agronomia (UFV), Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Rural (CCA/UFSC) – (rbminuzzi@hotmail.com).

No último El Niño registrado (2015/16), o jornal Folha do Oeste destacava no início de novembro de 2015, alguns efeitos da ação do tempo na agricultura do Oeste catarinense nas palavras do extensionista rural da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC) Valmir Kretschmer:

*“Foi possível notar prejuízos, como a perda de fertilizantes e a erosão nas lavouras. Há situações de perdas no cultivo de pêssego por causa do granizo, e nas lavouras de trigo pelo excesso de chuva, em que os agricultores tiveram que acionar o seguro rural, mas são casos mais pontuais. O que observamos, de forma geral, foi um crescimento desuniforme nas lavouras de milho por conta da perda do fertilizante, que agora começa a se recuperar”* (Folha do Oeste, 2017).

Recentemente, Ashok et al. (2007) apresentaram um diferente tipo de El Niño (EN) chamado de EN Modoki. Este tipo de EN ocorre no Pacífico Central, enquanto o EN Canônico (ou Convencional) ocorre no Pacífico Leste. Estes dois tipos também se aplicam para a La Niña (LN), apenas diferindo as características quanto às anomalias da temperatura superficial. Os impactos do EN Modoki no clima tropical e de latitudes divergem em relação ao EN Canônico devido a diferente intensidade e localização das anomalias positivas da TSM (temperatura da superfície do mar) do Pacífico equatorial (LARKIN E HARRISON, 2005; ASHOK et al., 2007).

Wang e Wang (2013) sugerem que as anomalias de chuva no sul da China durante o outono e inverno estão positivamente correlacionados com o EN Canônico, mas não com o EN Modoki. No Brasil, Li et al. (2011) verificaram que a precipitação fica abaixo do normal durante todo o ano ao norte, centro e leste da Amazônia em anos de EN Canônico. Durante o EN Modoki, são observadas anomalias negativas de precipitação durante o verão em grande parte dessa região, enquanto nas demais estações do ano, a anomalia de precipitação é próxima de zero ou positiva.

A situação geográfica da região sul do Brasil, garante a maior amplitude térmica do ciclo anual de temperatura no país, com o maior contraste entre o inverno e o verão (em torno de 11°C). Além das variabilidades espacial e sazonal do clima médio na região, há também variabilidade climática em torno desse estado médio, em várias escalas de tempo. Por exemplo, há significativas oscilações interanuais de chuva e temperatura, em razão do fenômeno climático El Niño e La Niña (GRIMM, 2009).

Ciente da sensibilidade que ecossistemas e vários setores de atividades humanas possuem em relação às adversidades climáticas esta dissertação apresenta uma compilação de estudos referente à influência do ENOS Modoki e Canônico no clima de Santa Catarina.

## **ENOS E A CHUVA MENSAL EM SANTA CATARINA**

Considerando somente eventos La Niña e El Niño de moderada e forte intensidades no período de 1960 a 2004, sendo os eventos de fraca intensidade, considerados anos neutros, Minuzzi (2010) utilizou a cronologia do ENOS baseada na TSM da região Niño 3.4, que considera a ocorrência do fenômeno climático quando a média móvel de 5 meses da anomalia de TSM da região oceânica, ultrapassa 0,4°C em seis ou mais meses (TRENBERTH, 1997).

Aplicando o desvio normalizado na chuva mensal de setembro a maio, durante eventos de El Niño, em setembro, observou-se uma tendência de chuvas abaixo da normalidade no litoral catarinense, enquanto nos demais meses, houve uma tendência de chuvas entre a média climática e acima desta, principalmente, em novembro (Figura 1a),

janeiro, fevereiro e maio do ano +1 (Figura 1b), sendo este último, envolvendo quase toda Santa Catarina.

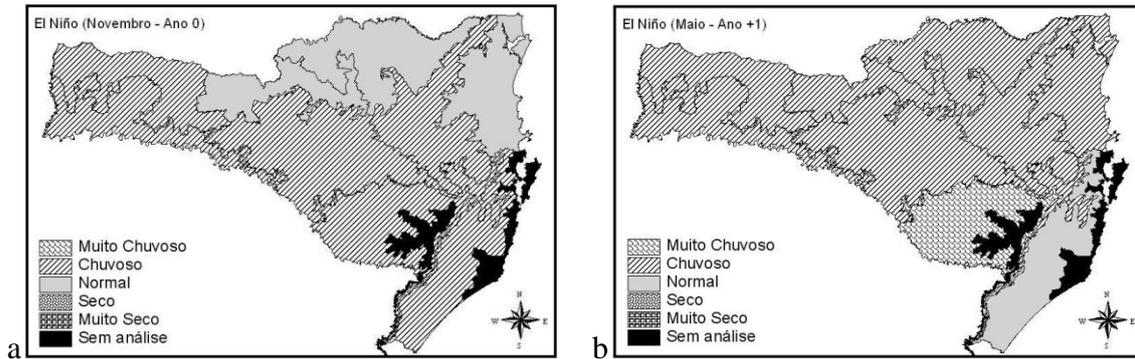


Figura 1 - Classificações da chuva em Santa Catarina nos meses de novembro (1a) e maio (1b) durante eventos do El Niño de moderada e forte intensidade.

Algumas hipóteses podem ser destacadas para a referida tendência das chuvas durante eventos do El Niño, como a sua associação com a maior frequência de sistemas frontais em relação a anos neutros e de La Niña, resultando num aumento de dias com chuvas intensas (FEDOROVA et al., 2007) e a um aumento da frequência do Jato de Baixos Níveis (JBN) sobre a América do Sul (SILVA, 2005), favorecendo o transporte de umidade do Atlântico Norte e da Bacia Amazônica até o Sul e Sudeste do Brasil, principalmente durante o verão (MARENGO et al., 2004).

Já em anos de La Niña, destaque para o mês de novembro que apresentou uma tendência de chuvas com valores abaixo da normalidade (Figura 2a). No ano seguinte ao início do fenômeno climático (ano +1), a tendência passa a ser de chuvas acima da normalidade, principalmente em maio (Figura 2b) apesar dos desvios não serem tão abrangentes e extremos. Grimm e Ferraz (1998) em uma análise mais abrangente destacam que, em anos La Niña a Região Sul do Brasil apresenta anomalias negativas na primavera do ano de início do evento e positivas no ano seguinte. De acordo com Zanotelli (2012), as chuvas irregulares durante a La Niña 2011/12 provocou prejuízos na agropecuária catarinense em torno de R\$ 638.322 milhões, principalmente no oeste, litoral sul e alto vale do Itajaí. No final de abril de 2012, 135 municípios catarinenses já haviam decretado situação de emergência com 710.855 mil pessoas sendo afetadas devido à estiagem.

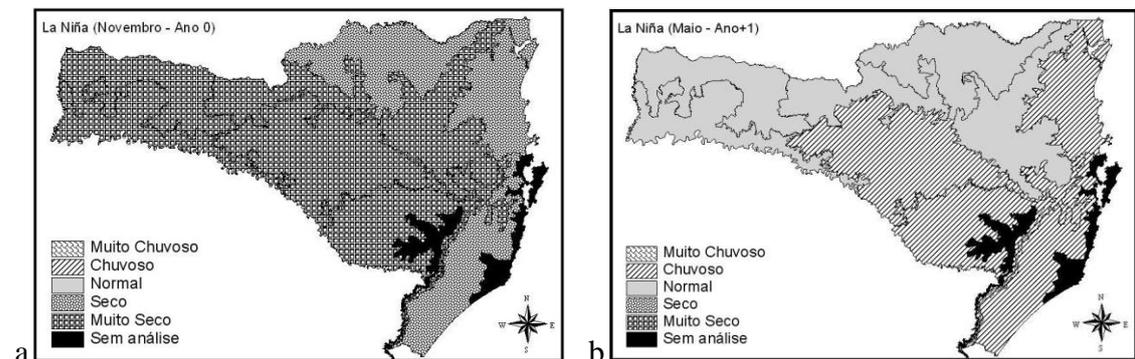


Figura 2 - Classificações da chuva em Santa Catarina nos meses de novembro (2a) e maio (2b) durante eventos da La Niña de moderada e forte intensidade.

Além de ter o conhecimento do regime pluviométrico durante eventos do ENOS, é importante analisar se tais efeitos possuem relação com a forçante climática. A literatura indica grande número de estudos enfatizando a relação entre as anomalias da TSM do Pacífico com o clima em várias partes do mundo. Grimm et al. (1998) mostraram que existe

uma relação consistente entre anomalias de precipitação da região Sul do Brasil com as fases do ENOS, sendo que, no ano seguinte a eventos de El Niño, as anomalias de precipitação podem ser influenciadas pela TSM no sudoeste do oceano Atlântico. Mais recentemente, Grimm e Tedeschi (2004) relataram que em episódios El Niño, o número de eventos extremos de precipitação tende a aumentar no Centro-Sudeste do Brasil durante a primavera. Enquanto em eventos La Niña eles notaram um comportamento oposto na região, especialmente em outubro e novembro do ano de início da forçante climática, ocorrendo diminuição expressiva em janeiro no número de eventos extremos.

Por isso, Minuzzi (2010) analisou o grau da correlação existente entre a TSM (variável independente) de cada região uma das quatro regiões Niños com a precipitação média mensal (variável dependente) de cada região agroecológica de Santa Catarina, para diferentes intervalos de tempo (lags), sendo  $k = 1, 2$  e  $3$  meses de TSM, antes da precipitação de cada mês.

As chuvas de outubro, novembro, janeiro, abril e maio, foram as que tiveram o maior número de coeficientes de regressão significativas aos níveis de 1 ou 5%. Estes meses condizem com o maior número de anomalias significativas de chuva obtidas nas regiões catarinenses durante as fases do ENOS, como em novembro e maio (Figuras 1a, 1b, 2a e 2b). Assim, pode-se inferir que as oscilações no clima estão correlacionadas com eventos do ENOS de moderada e forte intensidades.

### EL NIÑO MODOKI E CANÔNICO E A CHUVA SAZONAL EM SANTA CATARINA

No estudo dividindo o El Niño em Modoki e Canônico, Minuzzi (2015) utilizou dados de trimestrais de chuva do período de 1959 a 2013 de nove localidades distribuídas em Santa Catarina e a metodologia proposta por Wang et al. (2009) para classificar eventos de El Niño Canônico e por Kao e Yu (2009) e Yu e Kim (2010) para El Niño Modoki. Os seguintes meses foram definidos como representativos de cada um dos períodos sazonais: setembro a novembro (primavera do ano 0), dezembro a fevereiro (verão do ano 0), março a maio (outono do ano +1) e junho a agosto (inverno do ano +1).

A figura 3 mostra que em anos de El Niño Modoki, predominantemente, a tendência durante a ocorrência deste tipo de El Niño é das chuvas ficarem dentro da normalidade, salvo algumas exceções, principalmente na primavera.

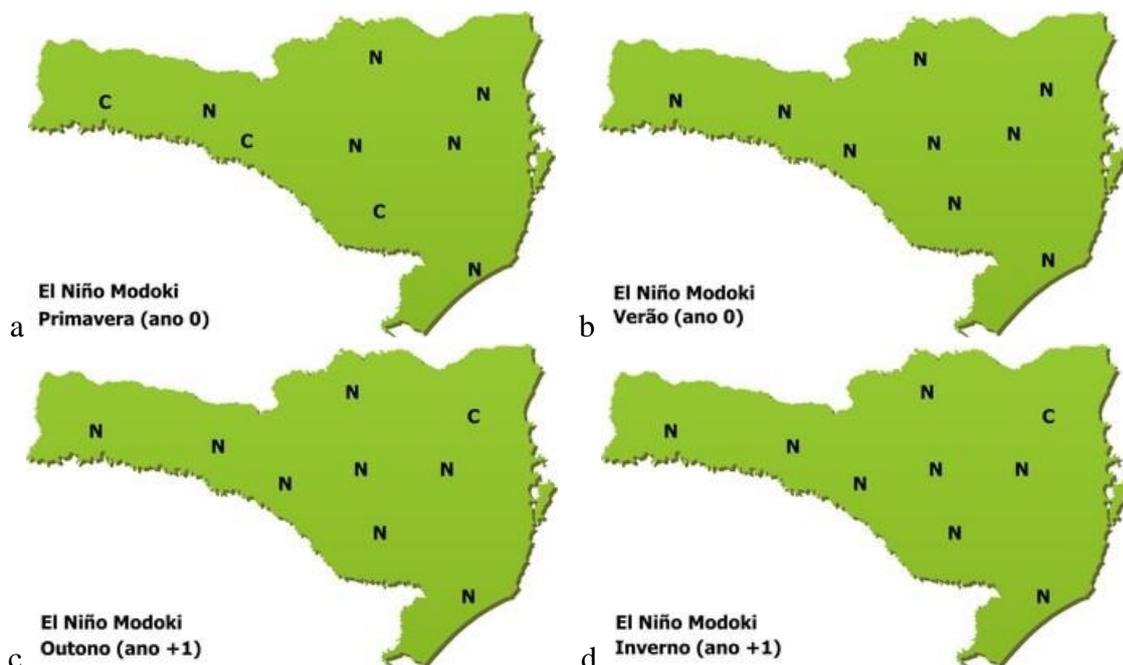


Figura 3 - Classificação da chuva para Santa Catarina durante a primavera (3a), verão (3b), ambos no ano 0, e outono (3c) e inverno (3d), ambos no ano +1 a ocorrência do El Niño Modoki. (N= Normal; C= Chuvoso e; MC=Muito Chuvoso).

Quanto ao El Niño Canônico, é quase unânime a identificação da forçante climática com as chuvas acima da climatologia da primavera do ano 0 até o inverno do ano +1 em Santa Catarina. Ressalta-se a classificação ‘muito chuvoso’ em todos os períodos analisados obtida para os municípios de Lages e Concórdia, da mesma forma para o inverno (Figura 4).

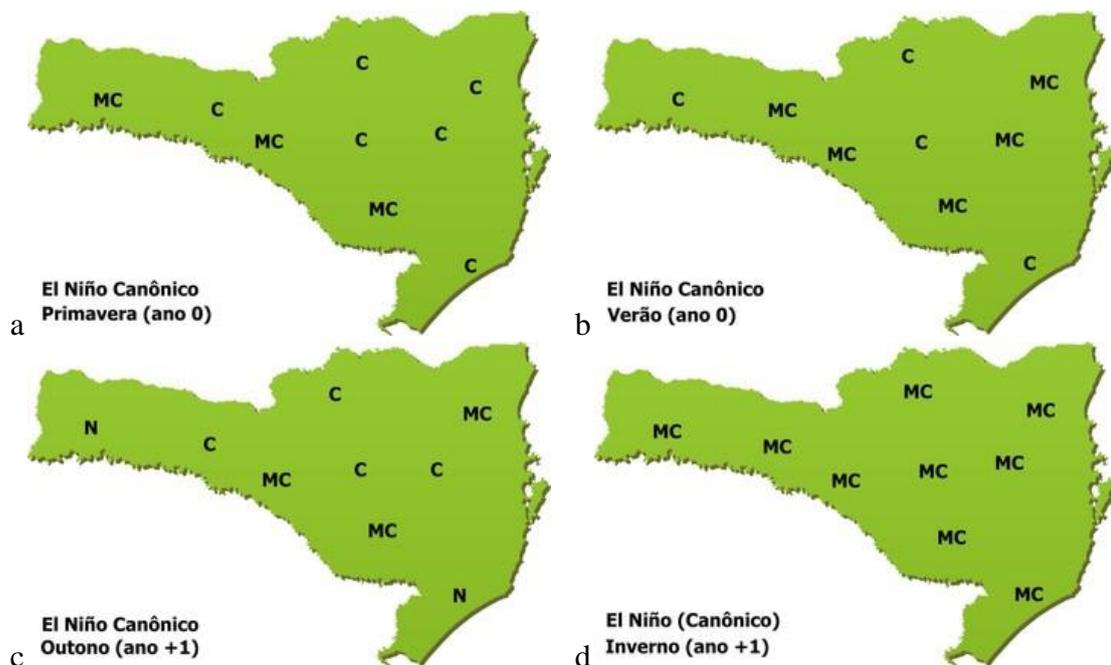


Figura 4 - Classificação da chuva para Santa Catarina durante a primavera (3a), verão (3b), ambos no ano 0, e outono (3c) e inverno (3d), ambos no ano +1 a ocorrência do El Niño Canônico. (N= Normal; C= Chuvoso e; MC=Muito Chuvoso).

Na hipótese do regime de chuva invernal estar associado ao EN Canônico, isto demonstra a defasagem na resposta da TSM com a circulação da atmosfera, tendo em vista, que geralmente o El Niño atinge o seu auge no final do ano 0 e início do ano +1. Coelho e Ambrizzi (2000) analisaram as regiões do Pacífico Equatorial de maior influência na chuva sobre a América do Sul em anos do ENOS e seus resultados indicaram que a região Niño 3 parece ser a que exerce maior influência sobre o regime de chuva no continente.

Os resultados encontrados para Santa Catarina são semelhantes aos obtidos por Larkin e Harrison (2005), Weng et al. (2009) e Li et al. (2011). No primeiro estudo, os pesquisadores mostraram que durante eventos do EN Canônico há um aumento na quantidade de chuva no sudeste da América do Sul nos trimestres de setembro a novembro (SON) e dezembro a fevereiro (DJF). No entanto, durante os EN Modoki, houve diminuição da precipitação no centro-leste do Brasil e aumento no sul e sudeste da América do Sul, durante o período SON.

Para o trimestre janeiro a março, Weng et al. (2009) mostraram que durante EN Canônico (Modoki) a precipitação aumenta no sudeste da América do Sul (América do Sul central) e diminui sobre a América do Sul central e tropical (sudeste e noroeste da América do Sul). Já Li et al. (2011) destacam que para as regiões tropical e sub-tropical da cordilheira dos Andes, prevalecem anomalias positivas para o EN Leste e negativas para o EN Central durante o trimestre março a maio. Percebe-se que apenas os resultados

encontrados para EN Modoki (chuvas dentro da climatologia em Santa Catarina) diferem com os obtidos por Weng et al. (2009) e Li et al. (2011).

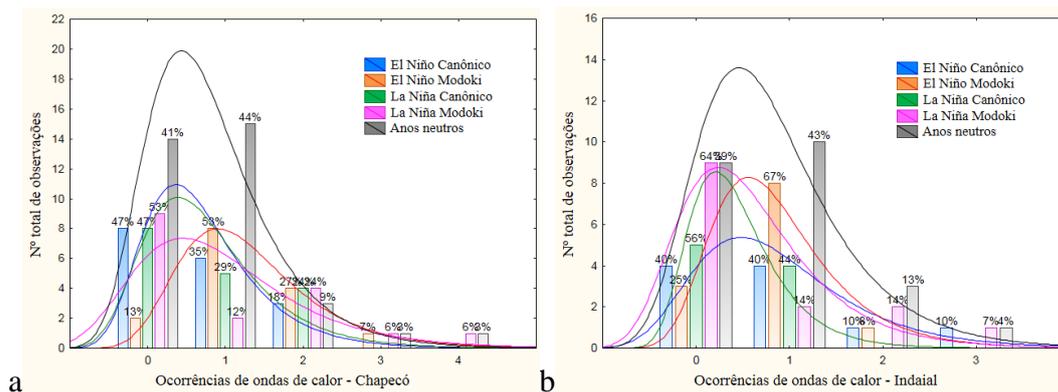
## ENOS MODOKI E CANÔNICO E AS ONDAS DE CALOR

Eventos extremos associados a altas temperaturas produzem impactos na saúde e mortalidade humana e, mesmo que em alguns casos não haja riscos de morte, trazem distúrbios sociais, econômicos e a ecossistemas. Nos Estados Unidos, Ross e Lott (2003) atribuíram as ondas de calor ocorridas no período de 1980 a 2003, por prejuízos industriais e agrícolas na ordem de bilhões de dólares por evento no país.

Minuzzi e Frederico (2017) analisaram a relação entre o ENOS Modoki e Canônico com ondas de calor em quatro localidades de Santa Catarina. Definiram onda de calor (OC) como um evento de três ou mais ‘dias de calor’ consecutivos (UNAL et al., 2012) e um ‘dia de calor’ aquele em que a temperatura aparente do dia excede o limiar do percentil 90 de cada um dos períodos sazonais analisados: verão (dezembro a fevereiro), outono (março a maio), inverno (junho a agosto) e primavera (setembro a novembro).

O histograma referente ao número de ocorrências de ondas de calor na primavera (ano 0), verão (ano 0) e outono (ano +1) dos dois tipos de El Niño e de La Niña, bem como, dos anos sem registros desta forçante climática são apresentados na figura 5. A ausência ou apenas uma ocorrência de onda de calor durante os três períodos sazonais foram mais observadas em anos neutros, que de certa maneira era esperado, tendo em vista que o número de dados de anos neutros utilizados no estudo foram maiores.

Porém, numa análise de cada classe de ocorrência para cada um dos tipos de El Niño e de La Niña, isto é, sem comparações um com o outro, pode-se notar que em anos de El Niño e de La Niña Canônico há uma maior ausência de ondas de calor, e a frequência de uma até quatro ocorrências diminui gradativamente, exceto em Campos Novos para El Niño Canônico, onde a probabilidade de uma ocorrência é maior. Para La Niña Modoki a única unanimidade é a maior frequência de que não ocorram ondas de calor, já que, para as demais classes de ocorrência há distinções entre as estações. Chama a atenção, os resultados para anos de El Niño Modoki, onde a maior probabilidade é de ocorrerem um ou dois eventos de onda de calor.



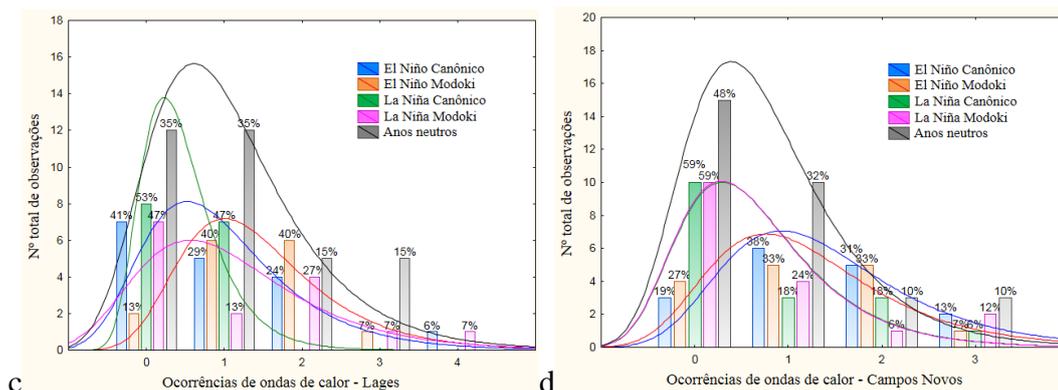


Figura 5 - Histograma referente ao número total de observações de ocorrências de ondas de calor da primavera (ano 0) até o outono (ano +1) durante eventos do ENOS Modoki e Canônico e anos neutros nos municípios de Chapecó (a), Indaial (b), Lages (c) e Campos Novos (d).

A tabela 1 mostra que em média praticamente não há diferença estatisticamente significativa na duração de ‘dias de calor’ durante ondas de calor observadas nos dois tipos de El Niño e de La Niña, em relação aos anos neutros. A exceção é feita para Lages, onde os ‘dias de calor’ duram em média 4,3 dias (ao lado de Indaial, a menor duração dentre todos os valores obtidos) em anos de La Niña Canônico, enquanto em anos neutros, a duração praticamente duplica (8,3 dias). No estudo, Minuzzi e Frederico (2017) também mostraram que Lages foi a única localidade que teve tendência de aumento na duração de ‘dias de calor’ desde meados da década de 1980. É plausível este achado, já que das cinco ocorrências de La Niña Canônico analisadas, apenas uma foi registrada no século 21, isto é, nos decorrer das últimas décadas diminuiu a frequência de uma forçante climática (La Niña Canônico) que resulta em menor duração de ‘dias de calor’ do que em anos sem atuação do ENOS.

Tabela 1 - Média (MD) e respectivo intervalo de confiança a 95% da duração total sazonal (primavera (ano 0) a outubro (ano +1)) de ‘dias de calor’ durante as ondas de calor nos municípios em estudo, durante eventos de El Niño Canônico (ENC), El Niño Modoki (ENM), La Niña Canônico (LNC), La Niña Modoki (LNM) e anos neutros (AN).

	Campos Novos			Indaial			Lages			Chapecó		
	-95	MD <sup>1</sup>	+95	-95	MD <sup>1</sup>	+95	-95	MD <sup>1</sup>	+95	-95	MD <sup>1</sup>	+95
ENC	6	8,0a	10	2,1	9,6a	17,2	5,0	9,7a	14,4	4,8	6,3a	7,9
ENM	6	8,2a	10,4	3,5	6,0a	8,4	7,0	8,8a	10,7	4,7	7,5a	10,2
LNC	4,7	9,6a	14,4	1,7	4,0a	6,2	2,6	4,3b	6,0	4,4	7,1a	9,8
LNM	2	8,6a	15,0	1,4	12,2a	23,0	5,3	10,2a	15,1	5,2	11,1a	17,1
AN	4,7	7,5a	10,2	2,7	7,1a	11,4	5,4	8,3a	11,2	5,4	7,6a	9,9

<sup>1</sup>Médias com letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% em relação aos anos neutros (AN).

## REFERÊNCIAS

ASHOK, K.; BEHERA, S.K.; RAO, S.A.; WENG, H.; YAMAGATA, T. El Niño Modoki and its possible teleconnection. **Journal of Geophysical Research**, v.112, C11007. DOI: 10.1029/2006JC003798, 2007.

CAVALCANTI, I.F.A.; AMBRIZZI, T. Teleconexões e suas influências no Brasil. In: CAVALCANTI, I.F. de A., et al. (org.), **Tempo e Clima no Brasil**, São Paulo: Oficina de Textos, p317-335, 2009.

COELHO, C.A.S.; AMBRIZZI T. Determinação dos padrões de precipitação sobre a América do Sul em associação com a TSM da Bacia do pacífico equatorial durante períodos extremos

de ENOS através da utilização de técnicas estatísticas multivariadas. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 11, Rio de Janeiro: SBMET. CD-Rom, 2000.

FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; CARVALHO, M.H. Eventos de precipitação na cidade de Pelotas-RS associados a processos e sistemas sinóticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.2, p.134-160, 2007.

FOLHA DO OESTE. El Niño continuará atuando este mês. **Folha do Oeste**, 04 nov. 2015. Disponível em: <<http://www.folhadooeste.com.br/cidades/el-ni%C3%B1o-continuar%C3%A1-atuando-este-m%C3%AAs-1.1825644>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

GRIMM, A.M. Clima da região sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F. de A., et al. (org.), **Tempo e Clima no Brasil**, São Paulo: Oficina de Textos, p259-275, 2009.

GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T. Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte II: La Niña. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 10, Brasília, DF: SBMet, 1998. CD-Rom, 1998.

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**, Boston, v.11, p.2836-2880, 1998.

GRIMM, A.M.; TEDESCHI, R.G. Influência de eventos El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 13, Fortaleza, CE: SBMet, CD-Rom, 2004.

KAO, H.Y.; YU, J.Y. Contrasting Eastern-Pacific and Central-Pacific types of ENSO. **Journal of Climate**, v.22, p.615–632, 2009.

LARKIN, N.K.; HARRISON, D.E. Global seasonal temperature and precipitation anomalies during El Niño autumn and winter. **Geophysical Research Letters**, v.32, L16705, 2005.

LI, W.; ZHANG, P.; YE, J.; LI, L.; BAKER, P.A. Impact of two different types of El Niño events on the Amazon climate and ecosystem productivity. **Journal of Plant Ecology**, v. 4, p. 91-99, DOI: 10.1093/jpe/rtq039, 2011.

MARENGO, J.A.; SOARES, W.R.; SAULO, C.; NICOLINI, M. Climatology of the Low-Level Jet east of the Andes as derived from the NCEP reanalyses. **Journal of Climate**, Boston, v.17, p.2261-2280, 2004.

MINUZZI, R.B. Chuvas em Santa Catarina durante eventos do El Niño Oscilação Sul, **Geosul**, v.25, n.50, p.107-127, 2010.

MINUZZI, R.B. Influência do El Niño Modoki e Canônico na chuva sazonal em Santa Catarina. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 19, Lavras: SB Agro, 2015.

MINUZZI, R.B.; FREDERICO, C.A. Variabilidade de ondas de calor e a relação com ENOS Modoki e Canônico em Santa Catarina. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 20, Juazeiro do Norte: SB Agro, 2017.

SILVA, G.A.M. **Variabilidade Inter-El Niños e seu impacto no Jato de Baixos Níveis a leste dos Andes durante o verão austral**. São Paulo, SP: USP. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 84p., 2005.

TRENBERTH, K.E. The definition of El Niño. **Bulletim of the American Meteorological Society**, Washington, v.78, n.12, p.2771-2777, 1997.

UNAL; Y.S.; TAN; E.; MENTES, S.S. Summer heat waves over western Turkey between 1965 and 2006. **Theoretical Application Climatology**, v.112, p.339-350, 2013.

ZANOTELLI, J. Chega a 135 o número de municípios em situação de emergência por causa da estiagem em Santa Catarina. **Diário Catarinense**, 27 abr. 2012. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2012/04/chega-a-135>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

WANG, C.; WANG, X. Classifying El Niño Modoki I and II by Different Impacts on Rainfall in Southern China and Typhoon Tracks. **Journal of Climate**, v.26, p.1322-1338, 2013.

WANG, X.; WANG, D.; ZHOU, W. Decadal variability of twentieth-century El Niño and La Niña occurrence from observations and IPCC AR4 coupled models. **Geophysical Research Letters**, 36, L11701, DOI:10.1029/2009GL037929, 2009.

WENG, H.; BEHERA, S.K.; YAMAGATA, T. Anomalous winter climate conditions in Pacific rim during recent El Niño Modoki and El Niño events. **Climate Dynamics**, v.32, p.663-674, DOI: 10.1007/s00382-008-0394-6, 2009.

YU, J-K.; KIM, S.T. Three evolution patterns of central Pacific El Niño. **Geophysical Research Letters**, v.37, L08706, DOI:10.1029/ 2010GL042810, 2010.



## **PERFIL DA REVISTA PARÂMETROS PARA ACEITAÇÃO DE TEXTOS E INSTRUÇÕES**

A revista será composta de: artigos científicos, resenhas bibliográficas, ensaios, entrevistas, traduções etc, ainda que nem todas essas modalidades de textos estejam, necessariamente, presentes em todos os números.

Poderão ser organizados, a critério da Comissão Editorial, números especiais ou com dossiês temáticos. A Revista aceitará a publicação de:

- Artigos científicos que interessem, sobretudo à reflexão teórico-metodológica, resultantes ou não de pesquisas empíricas;
- Ensaio crítico sobre temas, obras, autores, etc;
- Resenhas bibliográficas;
- Notas.

### **INSTRUÇÕES PARA A APRESENTAÇÃO DE TEXTOS**

Os artigos científicos e ensaios críticos devem ter no máximo 25 páginas (tamanho A4), digitados em Word, com espaçamento 1,5 entrelinhas, letra Times New Roman, tamanho 12 e sem formatação dos parágrafos. Notas e resenhas devem ter, respectivamente, um máximo 15 e 8 páginas.

Todos os textos devem ser enviados em três cópias impressas e em versão eletrônica ([geoeconomica@cfh.ufsc.br](mailto:geoeconomica@cfh.ufsc.br)), acompanhados de uma folha, em que conste: nome(s) do(s) autor(es), filiação acadêmica, e endereço para correspondência (postal e eletrônico).

Os artigos científicos devem possuir obrigatoriamente um resumo de no mínimo 100 e no máximo 150 palavras, em português e inglês. A critério do autor, poderá ser enviado um terceiro resumo em outra língua estrangeira.

O título e as palavras-chave (máximo 5) também deverão ser traduzidas para a língua inglesa e, se for o caso, para a outra língua estrangeira em que for apresentado o resumo.

As tabelas e figuras devem ser entregues em folha à parte, indicando no corpo do texto o local da sua inserção. As tabelas devem ser geradas no próprio Word. As figuras deverão ser encaminhadas impressas e no seu formato digital (JPG, GIF, TIF), numa boa resolução e não exceder o tamanho de 23 x 16 cm.

Os originais devem ser enviados sem moldura, com escala gráfica e legendas legíveis. Não serão aceitas figuras coloridas.

As referências e citações devem seguir as orientações da ABNT. Notas devem constar no rodapé.

Será responsabilidade do autor a correção ortográfica e sintática do texto.

A seleção dos textos será realizada por pareceristas do Conselho Científico.

No processo de seleção consideram-se três situações: texto aprovado para publicação, texto re-encaminhado ao autor para modificações ou texto recusado.

#### **Endereço para correspondência e assinatura:**

##### **Mailing address subscriptions**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Filosofia e Ciências Humanas  
Departamento de Geociências  
Laboratório de Estudos Urbanos e Regionais  
Campus Universitário – Trindade  
88.040-900 – Florianópolis – SC  
Telefone: (00 XX 55) 48 3721-8637

**E-mail: [cadernosgeograficos@contato.ufsc.br](mailto:cadernosgeograficos@contato.ufsc.br)**