

**RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE A PRECIPITAÇÃO E DOENÇAS  
CIRCULATÓRIAS ENTRE 2001 E 2014 EM FLORIANÓPOLIS.****SERENA ZUANAZZI<sup>1</sup>  
PEDRO MURARA<sup>2</sup>  
FIORELLA ACQUAOTTA<sup>3</sup>  
SIMONA FRATIANNI<sup>4</sup>**

**RESUMO** O objetivo deste estudo foi investigar a correlação entre precipitação e doenças circulatórias. Em particular, a cidade de Florianópolis foi considerada para o período de 14 anos de 2001 a 2014. Dados diários de precipitação foram submetidos a controle de qualidade para verificar inconsistência ou falhas. Os procedimentos envolveram análise de tendências e sazonalidade das admissões hospitalares e precipitação. Por fim, foram realizadas análises da relação entre precipitação e registros de internações hospitalares por doenças circulatórias.

**Palavras-chave:** Precipitação; internações; doenças circulatórias; sazonalidade.

**ABSTRACT** The aim of this study was to investigate the correlation between precipitation and circulatory diseases. In particular, the city of Florianópolis was considered for a period of fourteen years from 2001 to 2014. A quality control on daily precipitation data was carried out to verify the presence of any inconsistencies or shortcomings. Furthermore the trend and seasonality of hospital admissions and precipitation have been studied. Finally an analysis between precipitation and people hospitalized for circulatory disease was run.

**Key words:** Precipitation, admissions, circulatory diseases, seasonality.

## 1 – Introdução

O município de Florianópolis localiza-se na porção centro-leste (27°25'25"S 48°32'48"W) do estado de Santa Catarina, com área de aproximadamente 436,5 Km<sup>2</sup>. A ilha, capital do estado, possui 2,78% do seu território na porção continental e 93,22% constitui-se de porção insular. Com população de aproximadamente 470.000 habitantes, sua principal fonte de renda é o serviço público, seguido por polo tecnológico e turismo (IBGE, 2010).

---

<sup>1</sup> Mestranda em Geografia da Università degli Studio di Torino. [serena.zuanazzi@gmail.com](mailto:serena.zuanazzi@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul. [pedro.murara@uffs.edu.br](mailto:pedro.murara@uffs.edu.br)

<sup>3</sup> Pesquisadora da Università degli Studio di Torino. [fiorella.acquaotta@unito.it](mailto:fiorella.acquaotta@unito.it)

<sup>4</sup> Professora e Pesquisadora da Università degli Studio di Torino: [simona.fратиanni@unito.it](mailto:simona.fратиanni@unito.it)

Por sua posição subtropical, Florianópolis apresenta uma dinâmica atmosférica complexa caracterizada pela alternância de massas polares e tropicais garantindo uma distribuição regular das precipitações ao longo do ano (NIMER, 1971; MONTEIRO & MENDONÇA, 2014). Destaca-se os sistemas atmosféricos que predominam quanto a sua atuação sobre Florianópolis:

A Massa de ar Tropical Atlântica (mTa), origina-se do centro de ação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) caracterizando-se como quente e seca, atuando ao longo do ano e com desenvolvimento mais expressivo no verão quando da sua instabilidade atmosférica que resultam em trovoadas e chuvas isoladas (MONTEIRO, 1991).

A massa de ar Tropical Continental (mTc) tem sua origem na zona seca a leste da Cordilheira dos Andes e ao sul do Trópico, cuja área denomina-se Baixa do Chaco. A atuação deste sistema em Florianópolis é responsável por elevadas temperaturas, baixa umidade e vento estável que origina dias quentes e secos típico do verão em Florianópolis inibindo o avanço de sistemas produtores de chuvas (MONTEIRO & FURTADO, 1995).

A massa de ar Subtropical, denominada Polar Atlântica (mPa) é caracterizada pela diminuição das temperaturas e baixa umidade relativa do ar. Sua atuação em Florianópolis é mais efetiva durante a estação de inverno principalmente no mês de julho (MENDONÇA, 2002). O encontro da mPa com massas de ar quente (mTc) ou ainda, sistemas atmosféricos caracterizados por elevada temperatura (quando comparado com a mPa), ocasiona o aquecimento do ar local a, por conseguinte, a formação de nuvens a configuração de frente fria que, pode ser associado a presença de chuvas e trovoadas para Florianópolis (MENDONÇA, 2002; MONTEIRO & MENDONÇA, 2014).

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um outro importante sistema atmosférico que atuação na área de estudo. Quando da sua atuação sobre Florianópolis, resulta em precipitações intensas, com duração mínima de 3 dias consecutivos. Estudos realizados por (MARENGO *et al.*, 2009), relatam que a atuação da ZCAS e do Jato de Baixos Níveis da América do Sul (JBNAS) transportam umidade das regiões tropicais para as subtropicais no lado leste dos Andes, principalmente no verão.

O Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM) atua principalmente no período de primavera, os CCM's são aglomerados de nuvens convectivas, circulares, que se formam durante a tarde e início da noite na região do Chaco, norte da Argentina. Associado a instabilidade de tempo, a presença de muitas nuvens resulta em forte ventos para Florianópolis e, principalmente pancadas de chuvas e tempestades severas (SILVA DIAS, *et al.*, 2009; MONTEIRO & MENDONÇA, 2014).

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) está associado a interação oceano-atmosfera, produzindo alterações na temperatura da superfície do mar (TSM), na pressão, no vento e na convecção tropical, com destaque e principalmente para o oceano Pacífico na região equatorial (GRIMM, *et al.*, 1998). O ENOS possui duas fases opostas, uma positiva (El Niño, aumento da TSM) e outra negativa (La Niña, diminuição da TSM). Para Florianópolis, nos anos de El Niño registra-se uma maior probabilidade de anomalias positivas de precipitação, enquanto que, nos anos de La Niña, há maior probabilidade de anomalias negativas de precipitação (GRIMM, 2009; MONTEIRO & MENDONÇA, 2014).

Outro fenômeno que afeta o clima de Florianópolis, especialmente durante o inverno é a inversão térmica que consiste na inversão da distribuição normal de camadas de ar, que são distribuídos a partir do mais quente, na parte inferior e o mais frio, no nível elevado. Nesta situação de inversão térmica, pode ocorrer uma concentração de poluentes na baixa camada da atmosfera (MONTEIRO, 1991).

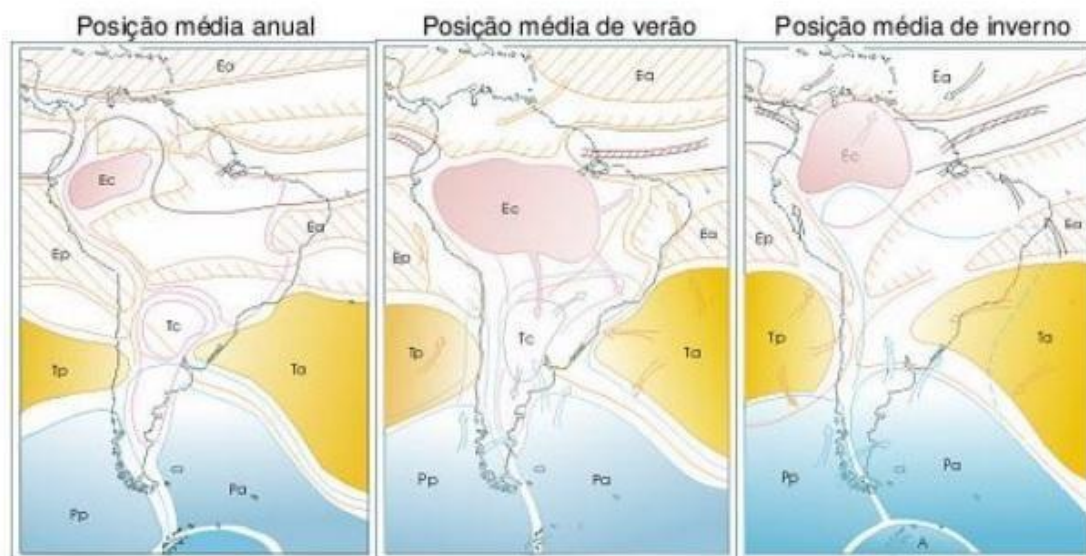


Figura 01 – Sistemas atmosféricos que atuam na América do Sul.  
Fonte dos dados: MONTEIRO (1973)

Os elementos climáticos atuam na manifestação de determinados agravos à saúde e interferência no bem estar dos indivíduos. É evidente que não somente o clima e seus elementos climáticos constituem como únicos responsáveis pelo desencadeamento de enfermidades, todavia, quando associados às características físicas, psicológicas e culturais, ou seja, fatores de riscos ligados ao estilo de vida, devem ser considerados como

mais um contribuinte para o agravamento de determinadas doenças (MURARA & AMORIM, 2010).

As doenças do aparelho circulatório estão entre as principais causas de morte no Brasil, devido às complicações que está desenvolvendo como: derrame cerebral, edema agudo do pulmão, infarto do miocárdio, entre outros. Em Florianópolis as doenças do aparelho circulatório representam a segunda maior causa de internação, seguidas pelas do aparelho digestivo e respiratório (DATASUS, 2015).

Estudos e pesquisas estão desenvolvidos no intuito de relacionar a influência do clima e dos seus elementos sobre a incidência de determinadas doenças. Com relação as doenças circulatórias, alguns estudos constam tendências sazonais no desencadeamento de enfermidades por doenças do aparelho circulatório, cuja maior ocorrência se dá no período invernal ou ainda, com prevalência de extremos térmicos acentuados e predomínio de tempo seco e estável (PITTON e DOMINGOS, 2004; CASTILHO, 2006; PASCOALINO, 2008; MURARA *et al.*, 2010).

## **2 - Material e métodos**

O estudo consistiu em analisar e comparar dados diários de precipitação e internações hospitalares por doenças circulatórias em Florianópolis durante o período de 2001-2014. Para as doenças do aparelho circulatório, foram utilizados os registros diários da plataforma eletrônica disponível pelo DATASUS. Considerou-se três grupos da 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (ICD-10): I20–I25, Doenças Isquêmicas do Coração; I60–I69, Doenças Cerebrovasculares e I50, Insuficiência Cardíaca (OMS, 1997). Utilizou-se a faixa etária acima de 65 anos, considerada como grupo de risco.

Para os dados de internações, foram considerados apenas os residentes municipais de Florianópolis, uma vez que as unidades de saúde da capital atendem população oriunda de outras localidades. As análises foram primeiramente efetuadas para ambos os sexos e, em seguida, efetuou-se análise apenas para o sexo masculino e feminino.

Quanto à precipitação, os dados foram coletados junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015) referente a estação de Florianópolis (ID: 2748006 – latitude -27.36; longitude -48.37).

O primeiro procedimento na análise de controle da qualidade de dados foi identificar a possibilidade de falhas e/ou lacunas na série diária dos dados de precipitação (ACQUAOTTA, *et al.*, 2016; ACQUAOTTA & FRATIANNI 2015). O controle da qualidade

dos dados faz-se necessário para detectar valores aberrantes e para avaliar a homogeneidade da série (VENEMA, *et al.* 2012).

Por meio do ClimPACT (ALEXANDER, *et al.*, 2013) verificamos a homogeneidade dos dados e a tendência de precipitações entre 1988 e 2014. As diferenças tendências foram analisadas objetivando identificar possíveis inconsistência de dados, tendência do aumento de precipitação e variabilidade interanual.

Para a análise dos dados mensais utilizou-se da soma de dias chuvosos (precipitações  $\geq 1$ mm por dia) a densidade da chuva (mm total/dias de chuvosos).

Ainda com relação ao ClimPACT utilizamos os seguinte índices na escala diárias:

- Total anual de precipitação (PRCPTOT);
- Precipitação anual total de dias quando está acima do percentil 95 (R95p);
- Máximo de precipitação acumulada em 1 dia (RX1day);
- Máximo de precipitação acumulada em 5 dias (RX5day);
- Número de dias no ano em que a precipitação diária total foi superior a 30mm (R30mm);
- Número máximo consecutivo de dias secos (CDD);
- Número máximo consecutivos de dias úmidos (CWD).

As correlações, isto é, a tendência de duas variáveis (X e Y) que variam em conjunto ou covariante e regressão (dependência de uma variável) foram testadas incluindo as precipitações e as interações. Utilizamos o período compreendido entre 2001 e 2014 por meio de análises anuais, mensais, semanais e diárias verificou-se se há correlações significativas entre as variáveis.

Para cada mês e semana a média foi calculada e depois estes dados foram utilizados para executar a análise de correlação que utilizou do software SPSS (IBM Corp. Versão 22.0, 2013).

### **3 – Resultados**

A partir das análises da precipitação média mensal foi possível desenvolvermos a sazonalidade para o período de quatorze anos (2001-2014). Destaca-se a diferença das precipitações entre as estações de verão e inverno, tanto do pontos de vista da precipitação total, como da densidade e quantidade de dias chuvosos. As análises mostraram que nos

quatorze anos, o mês mais chuvoso é janeiro, com média de  $222,34 \pm 15,11$  mm/mês, enquanto que o mês com menor quantidade de chuvas é junho, seguido de julho  $75,58 \pm 5,95$  mm/mês e  $88,08 \pm 6,30$  mm/mês respectivamente.

Este resultado confirma a presença de dois períodos diversos na distribuição das precipitações, um mais chuvosos e outro mesmo chuvosos, não podendo ser considerado período seco para a área de estudo. Os gráficos de precipitação apresentam tendência semelhantes, mas com o mês de agosto com menor número de dias chuvosos, média de 6,64 dias e o mês de janeiro com o maior número de dias chuvosos com 13,85 dias.

Com relação a densidade, a média anual mantém-se entre 12mm/dias e 16 mm/dias, exceto para os meses de junho e julho, nos quais a densidade diminui para  $8 \pm 5,9$  mm/dias e  $11 \pm 6,2$  mm/dias, respectivamente.

A utilização do software ClimPACT, de acordo com a Figura 02, a precipitação é distribuída ao longo dos anos levando em consideração os índices utilizados. Os anos de 2003, 2006 e 2007, por exemplo, registraram os menores valores em totais de precipitação anual e os respectivos anos são identificados pela maior ocorrência de dias consecutivos secos (CDD). O ano de 2008 apresenta os maiores dias no qual as precipitação ocorreram no período de 5 dias consecutivos, conforme destacado no gráfico de precipitação total (Figura 02a). Por outro lado, o ano de 2010 configurou-se como o ano no qual registrou-se o período de maior estiagem (33 dias consecutivos). Segundo Robinson (2001) considera esta uma importante informações, pois a ocorrência de ataques cardíacos ocorre com maior frequência na segunda noite de dias secos, embora o autor associe também com dias quentes.

A análise inicial das internações resultou em um total de 12.056 (6183 di over 65) registros para o período de 14 anos. As doenças isquêmicas do coração (I20-I25) registraram o maior número de internações com 4.378 casos, seguido pelas insuficiências cardíacas (I60-I69) com 4.227 internações e, as doenças cerebrovasculares (I50) registraram 3.451 casos.



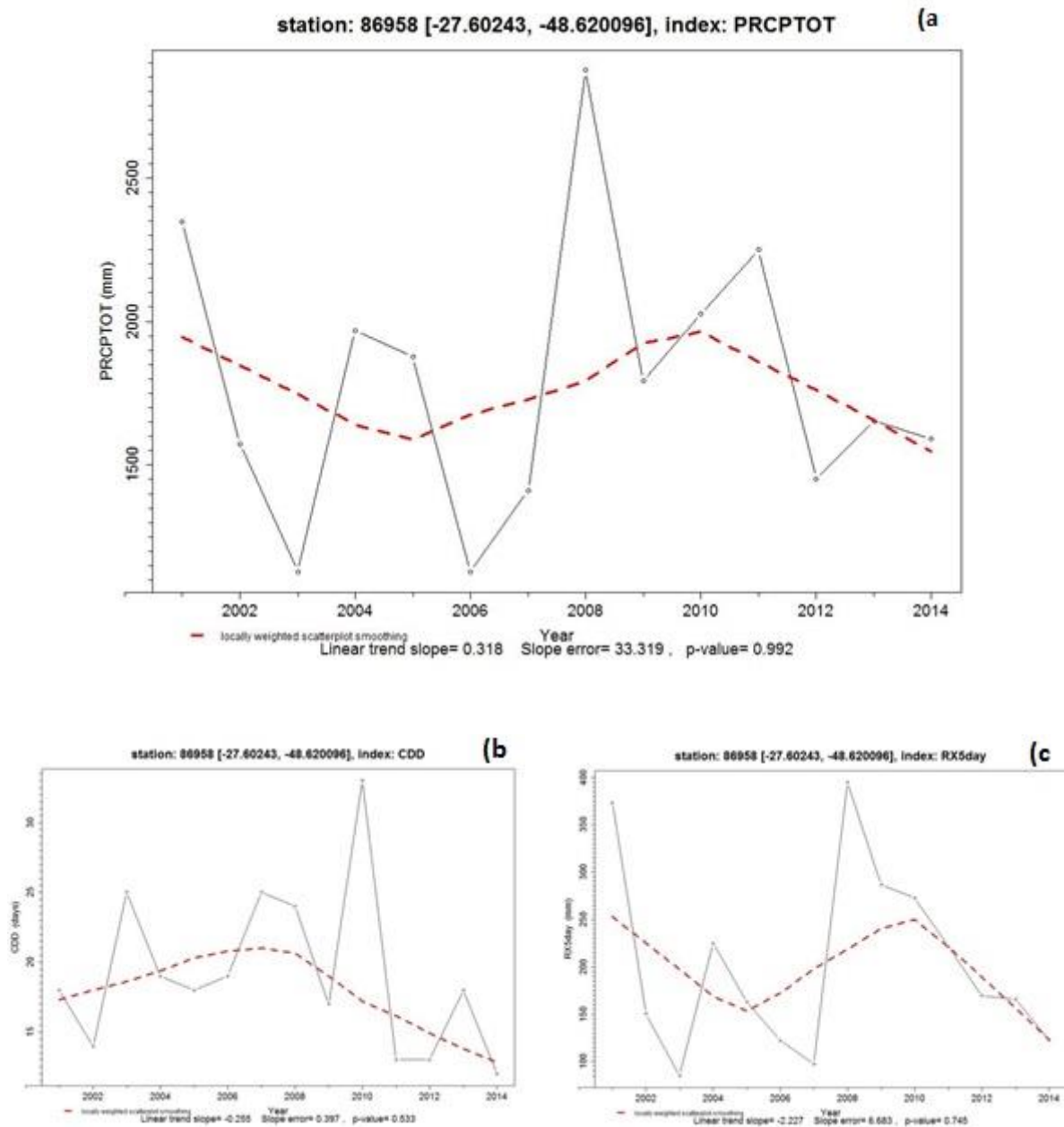


Figura 02 – a) PrecTOT, b) CDD e c) RX5day, Florianópolis período 2001-2014.  
 Fonte dos dados: INMET, 2015.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> PRCPTOT: Total anual de precipitação; CDD: Número máximo consecutivo de dias secos;  
 RX5day: Máximo de precipitação acumulada em 5 dias.

Na análise de correlação individual de cada doenças na escala temporal mensal e semanal resultou em correlações significativas apenas para as doenças cerebrovasculares (I50). Considerando as internações mensais das doenças cerebrovasculares, o valor do índice de correlação de Pearson foi de -0.655 com nível de significância de 0,021 reforçando uma correlação inversamente proporcional, negativa, entre as variáveis. A partir da diminuição das precipitações há um aumento nas internações (Figura 03).

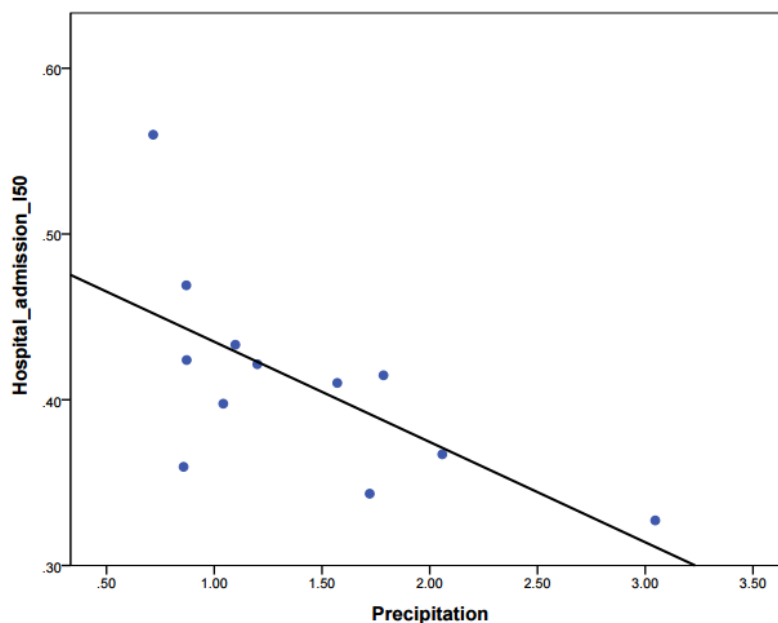


Figura 03 – Regressão das internações por I50 e precipitação (semanal e mensal) –.  
Fonte dos dados: DATASUS, 2015.

As correlações entre as doenças isquêmicas (I20-I25) e insuficiências cardíacas (I60-I69) não são significativas por isso não serão relatadas.

Essa análise inicial pretendeu e possibilitou compreender melhor as tendências das precipitações pluviais em Florianópolis, assim como, testar se há correlação entre dois componentes considerados no estudo.

Os resultados além de reforçam algumas tendências entre o aumento das precipitações pluviais, principalmente na perspectiva mensal, identificou particularmente nos dados semanais a existência de uma correlação negativa (inversamente proporcional) entre as chuvas e a ocorrência de internações.

Uma redução das precipitações está associada e correlacionada estatística e significativamente com aumento nos registros de internações. Esta correlação não foi



verificada em dois grupos de doenças, I20-I25 e I60-I69 (doenças isquêmicas do coração e insuficiências cardíacas), porém, foi identificada para I50 (doenças cerebrovasculares).

## Referências

ACQUAOTTA, F; FRATIANNI, S; VENEMA, V. Assessment of parallel precipitation measurements networks in Piedmont, Italy. **International Journal of Climatology**, doi 10.1002/joc.4606, 2016.

ACQUAOTTA, F; FRATIANNI, S. The importance of the quality and reability of the historical time series for the study of climate change. **Revista Brasileira de Climatologia**, nº. 14, p. 20-38, 2014.

ALEXANDER, L.; YANG, H.; PERKINS, S. ClimPACT Indices and software. **Climate Research Branch Environment Canada: Downs view, Ontario, Canada**, 2013.

DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – **Ministério da Saúde**. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>> Acesso em: 04 nov. 2015.

GRIMM, A.M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. (orgs). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 169-180.

GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v.11, p.2863-2880, 1998. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do censo 2010**. Nov., 2010.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Dados de precipitação da estação de Florianópolis. Nov., 2015.

MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T.; SOARES, W.R. Jatos de Baixos Níveis ao longo dos Andes. In: CAVALCANTI, I.F.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. (orgs). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 169-180.

MENDONÇA, M. **A dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC**. 2002. 343p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONTEIRO, M. A. **Avaliação das Condições Atmosféricas de Florianópolis para Controle da Qualidade do Ar**. Florianópolis, 1991. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MONTEIRO, M. A.; FURTADO, S. M. de A. O clima do trecho Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. In: **GEOSUL**, Florianópolis, v. 1, n. 19/20, p. 117-133, 1º e 2º semestre, 1995.

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. p. 05-12, 2014.

MURARA, P.; COELHO, M.S.Z.S.; AMORIM, M.C.C.T. Análise da influência meteorológica nas internações por doenças cardiovasculares. In: **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, p. 55-65, 2010.

MURARA, P.; AMORIM, M.C.C.T. Clima e Saúde: variações atmosféricas e óbitos por doenças do aparelho circulatório. In: **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 6, p. 79-92, 2010.

NIMER, E. Climatologia da Região Sul. In: **Revista Brasileira de Geografia**. Introdução a Climatologia Dinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, nº 4, 3-65p. 1971.

Organização Mundial da Saúde. **CID-10 Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde**. 10a rev. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1997. vol.1.

Organização Mundial da Saúde. **CID-10 Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde**. 10a rev. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1997. vol.2.

ROBINSON, Peter J. On the definition of a heat wave. **Journal of applied Meteorology**, 40.4: 762-775, 2001.

SILVA DIAS, M.A.F.; ROZANTE, J.R.; MACHADO, L.A.T. Complexos Convectivos de Mesoescala na América do Sul. In: CAVALCANTI, I.F.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. (orgs). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 169-180.

VENEMA, V.K.; MESTRE, O.; AGUILAR, E. AUER, I.; GUIJARRO, J.A.; DOMONKOS, P.; VERTACNIK, G.; SZENTIMREY, T.; STEPANEK, P.; ZAHRADNICEK, P.; VIARRE, J.; MULLER-WESTERMEIER, G.; LAKATOS, M.; WILLIAMS, C.N.; MENNE, M.J.; LINDAU, R.; RASOL, D.; RUSTEMEIER, E.; KOLOKYTHAS, K.; MARINOVA, T.; ANDRESEN, L.; ACQUAOTTA, F.; FRATIANNI, S.; CHEVAL, S.; KLANCAR, M.; BRUNETTI, M.; GRUBER, C.; PROHOM DURAN, M.; LIKSO, T.; ESTEBAN, P.; BRANDSMA, T. Benchmarking homogenization algorithms for monthly data. **Clim Past** 8(1): 89-115, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. **International statistical classification of diseases and health related problems** (The) ICD-10. 2010. Volume 2, Instruction manual. World Health Organization.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, **World Weather Informations Service**.  
<<http://www.worldweather.org/en/home.html>> Acesso em: 25 de março de 2016.