

AValiação DO COMPORTAMENTO DA PRECIPITAÇÃO ENTRE O PRIMEIRO PLANALTO PARANAENSE E O LITORAL DO PARANÁ NO ANO HIDROLÓGICO 2010/2011

Allan Michel Albuquerque da Silva
Universidade Federal do Paraná
albuquerque.ufpr@gmail.com

Alexandre Gomes de Oliveira
Universidade Federal do Paraná
alexandre@trixengenharia.com

Tiago Luis Loezer
Universidade Federal do Paraná
tloezer@gmail.com

Rodrigo Marcos de Souza
Universidade Federal do Paraná
rmarcos@globo.com

CLIMA, AMBIENTE E ATIVIDADES RURAIS

Resumo: A precipitação é uma das manifestações dos elementos do clima, apresentando variações significativas na escala de tempo e espaço. No espaço, o relevo é um dos fatores estáticos que influencia a distribuição da precipitação, possibilitando a formação de chuvas orográficas. A precipitação orográfica tem como principal causa à ascensão do ar úmido e quente sobre um terreno elevado. A Serra do Mar paranaense, com altitudes de até 1850 m, constitui-se uma barreira orográfica entre o Primeiro Planalto Paranaense e a Planície Litorânea. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar o comportamento da precipitação pluviométrica em um transecto entre o Primeiro Planalto Paranaense e o Litoral paranaense no ano hidrológico 2010/2011 – setembro a agosto. Foram utilizados dados de seis estações pluviométricas, quatro na face oceânica e duas na face continental do transecto, obtendo-se os volumes mensais e dos anos hidrológicos de cada estação. Os resultados indicam a influência do fator orográfico associado à circulação atmosférica secundária e a presença da sombra de chuva.

Palavras-chave: precipitação, chuva orográfica, distribuição da precipitação.

Abstract: The rainfall is one of the weather phenomena, presenting significant variations in time and space scale. In space, the relief is one of the static factors which influence the distribution of precipitation, enabling the formation of orographic precipitation. The ascent of warm and moist air on high ground is the principal cause of rainfall. The Mountain range sea of Paraná, with altitudes up to 1850m, constitutes an orographic barrier between the First Plateau and the coast of Paraná. In this context, the aim of this paper is assess the behavior of pluviometric precipitation in transect between the First Plateau and the coast of Paraná in the hydrologic year 2010/2011 – from September to August. We used data from six rain gauges, four in the ocean side and two in the continental side of transect, obtaining the monthly and years hydrological volumes of each rain gauges. The results suggest the influence of orographic effect associated with secondary atmospheric circulation and presence of rain shadows.

Key-words: rainfall, orographic rain, distribution of the precipitation.

Objetivo

Conforme Vanhoni e Mendonça (2008) existe uma carência de estudos sobre as características climáticas da planície litorânea e da Serra do mar paranaense. Neste contexto, insere-se este trabalho, tendo como objetivo avaliar o comportamento da precipitação pluviométrica em um transecto entre o Primeiro Planalto Paranaense e o Litoral do Paraná, no ano hidrológico 2010/2011.

Referencial teórico e conceitual

Precipitação é qualquer deposição em forma líquida ou sólida, derivada da dinâmica da atmosfera (AYOADE, 1996). A precipitação é uma das manifestações dos elementos do clima, sendo que a sua distribuição varia significativamente no tempo e no espaço. De acordo com Davie (2008) os fatores que influenciam na distribuição de precipitação podem ser divididos em estáticos e dinâmicos. Entre os diversos fatores estáticos, destaca-se aqui o fator orográfico e sua relação com os fatores dinâmicos quanto à variabilidade na precipitação pluvial.

A precipitação orográfica ocorre em regiões que apresentam elevadas variações de altitude, podendo ocorrer em qualquer época ou durante o ano todo. A principal causa é a ascensão do ar úmido e quente sobre um terreno elevado. O modelo básico do processo de formação da chuva orográfica descreve que o ar úmido e quente, ao elevar-se perante à barreira orográficas, sofre o processo de expansão e resfriamento adiabático devido à descompressão ocasionada pela menor densidade do ar nos níveis mais elevados. O resfriamento leva a parcela de ar ali presente ao ponto de saturação de vapor, ocorrendo assim a formação das nuvens que originam as precipitações (TUBELIS E NASCIMENTO, 1984, ROE, 2005; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007,).

Uma barreira orográfica potencializa a convecção, ocasionando um aumento da ascensão de ar. Durante a passagem de sistemas frontais e ciclônicos, retira mais umidade das massas de ar em trânsito pela área (CHRISTOPHERSON, 2012). Desta forma, há uma maior precipitação nas áreas montanhosas do que nos terrenos baixos no seu entorno, sendo que as vertentes a barlavento recebem mais precipitação do que as vertentes a sotavento devido ao efeito de sombra de chuva. A influência das montanhas sobre a variabilidade de precipitação depende de sua dimensão e alinhamento em relação aos ventos portadores de chuvas, bem como da umidade da parcela de ar e das condições atmosféricas. (AYOADE, 1996; BARRY E CHORLEY, 2010).

De acordo com Roe (2005) a influência do fator orográfico na precipitação tem um papel essencial na interação da atmosfera com o planeta Terra. Além da importância para os ecossistemas naturais e para a gestão de recursos hídricos, as precipitações orográficas têm importantes implicações em riscos naturais, como inundações e deslizamentos de terra.

A temática da chuva orográfica foi abordada por Medina e Houze Jr (2003), Rotunno e Ferreti (2003), Bousquet e Smull (2003) e Smith ET AL (2003). Estes trabalhos foram publicados em um volume especial do Quarterly Journal of the Meteorological Society.

Milanesi e Galvani (2011) verificaram que devido ao efeito orográfico na ilha de São Sebastião (Ilhabela – SP), ano hidrológico 2004/2005, as vertentes a barlavento acumularam 60% do volume de chuvas, apresentaram precipitações superiores a 500mm mensais e em qualquer estação do ano, o volume foi, em média, 25% maior do que nas vertentes à sotavento.

Neste contexto, a serra do mar paranaense, com altitudes de até 1850 m, constitui-se uma barreira orográfica entre a Planície Litorânea e o Primeiro Planalto Paranaense. Conforme Maack (1968) os ventos marítimos de leste e sudeste condensam sua umidade na serra do mar. Assim, as nuvens envolvem a serra, gerando a chuva orográfica, e ao passarem pelos espaços entre os cumes, alcançam o primeiro planalto.

Materiais e métodos

O ano hidrológico é o período de tempo entre o início das chuvas e o final da estação mais seca. Conforme as cartas climáticas do Paraná (IAPAR, 2000), o período mais seco, no estado do Paraná, termina no mês de agosto. Assim definiu-se o ano hidrológico 2010/2011 como o espaço temporal entre setembro e agosto.

A área de estudo é um recorte espacial entre o Primeiro Planalto Paranaense e a Planície Litorânea, contemplando neste trecho a Serra do Mar. Foram utilizadas estações pluviométricas localizadas nos municípios de Piraquara, Morretes, Antonina e Paranaguá. A escolha das estações teve como critério a posição em relação a Serra do Mar e os dados disponíveis.

Os dados de precipitação foram obtidos junto ao Instituto das Águas do Paraná (ÁGUAS PARANÁ). De posse dos dados, realizou-se o tratamento para obter os volumes totais de precipitações mensais e do ano hidrológico. A tabela 1 mostra o nome e o código, as coordenadas geográficas e a altitude de cada estação.

Tabela 1 – Estações, coordenadas e distância entre estações.

Estação		Coordenadas Geográficas		Altitude (m)
Nome	Código	Latitude (S)	Longitude (O)	
Piraquara	02549004	25° 27' 00"	49° 04' 01"	900
Mananciais da Serra	02548041	25° 29' 33"	48° 59' 38"	979
São João da Graciosa	02548047	25° 23' 19"	48° 51' 30"	159
Morretes	02548000	25° 28' 00"	48° 49' 59"	08
Antonina	02548068	25° 25' 59"	48° 46' 00"	74
Col. Santa Cruz	02548049	25° 35' 48"	48° 37' 29"	32

Considerando a classificação dinâmica dos tipos climáticos, o clima da região sul do Brasil é classificado como subtropical úmido, controlado por massas de ar de origem tropical (Massa Tropical Atlântica - MTA e Massa Tropical Continental - MTC) e polar (Massa Polar Atlântica - MPA). Também verifica-se a atuação da Massa Equatorial Continental (MEC), com participação mais

significativa no verão. A atuação de sistemas frontais ocorre durante o ano todo, com menor incidência no verão. A precipitação apresenta boa distribuição durante o ano. Desta forma, os sub-tipos climáticos são definidos pela sazonalidade da temperatura. Assim, o clima do Primeiro Planalto Paranaense é Subtropical úmido com inverno frio e o clima da Planície Litorânea é Subtropical úmido com inverno fresco a frio (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Construiu-se um modelo digital de terreno a partir das curvas de nível, escala 1:50.000, base cartográfica COPEL/ÁGUAS PARANÁ, 2011. A figura 1 mostra a localização da área de estudo, das estações pluviométricas e o modelo digital de terreno.

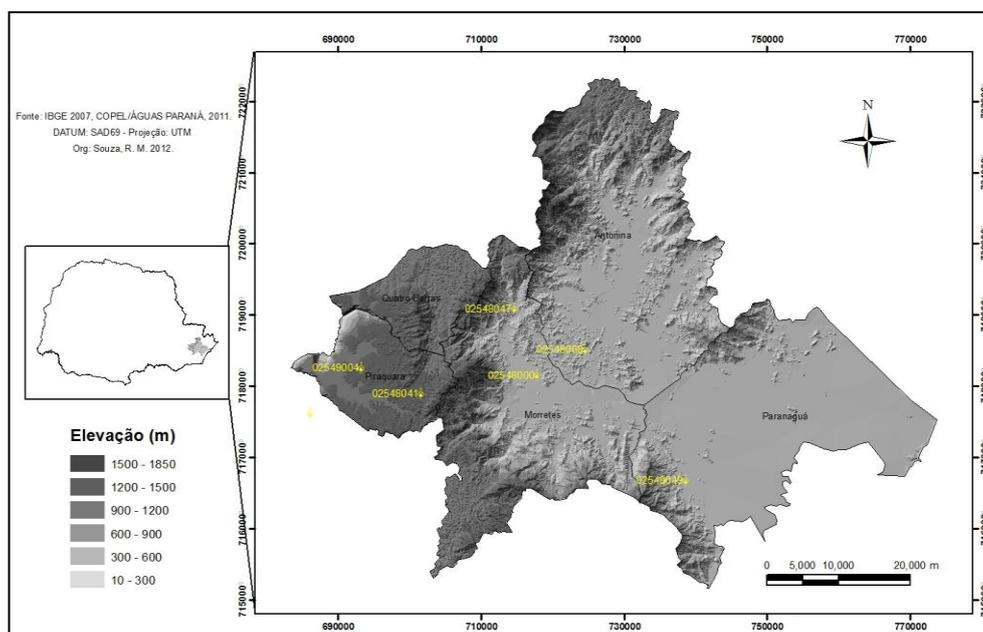


Figura 1 – Localização das estações pluviométricas e modelo digital de terreno

Conforme a figura 1, as estações Piraquara e Mananciais da Serra estão localizadas na face continental da Serra do Mar, enquanto as estações São João da Graciosa, Morretes, Antonina e Paranaguá estão na face oceânica da Serra do Mar.

Resultados

A figura 2 mostra o volume total de chuvas das seis estações no ano hidrológico 2010/2011.

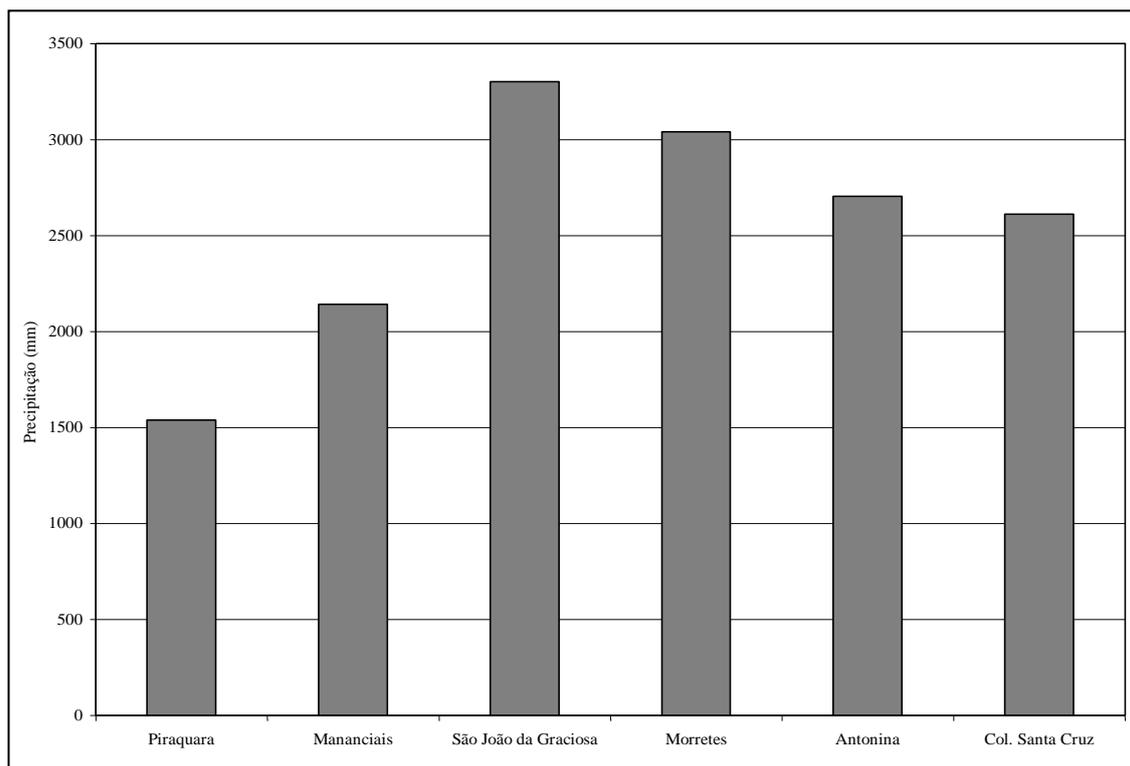
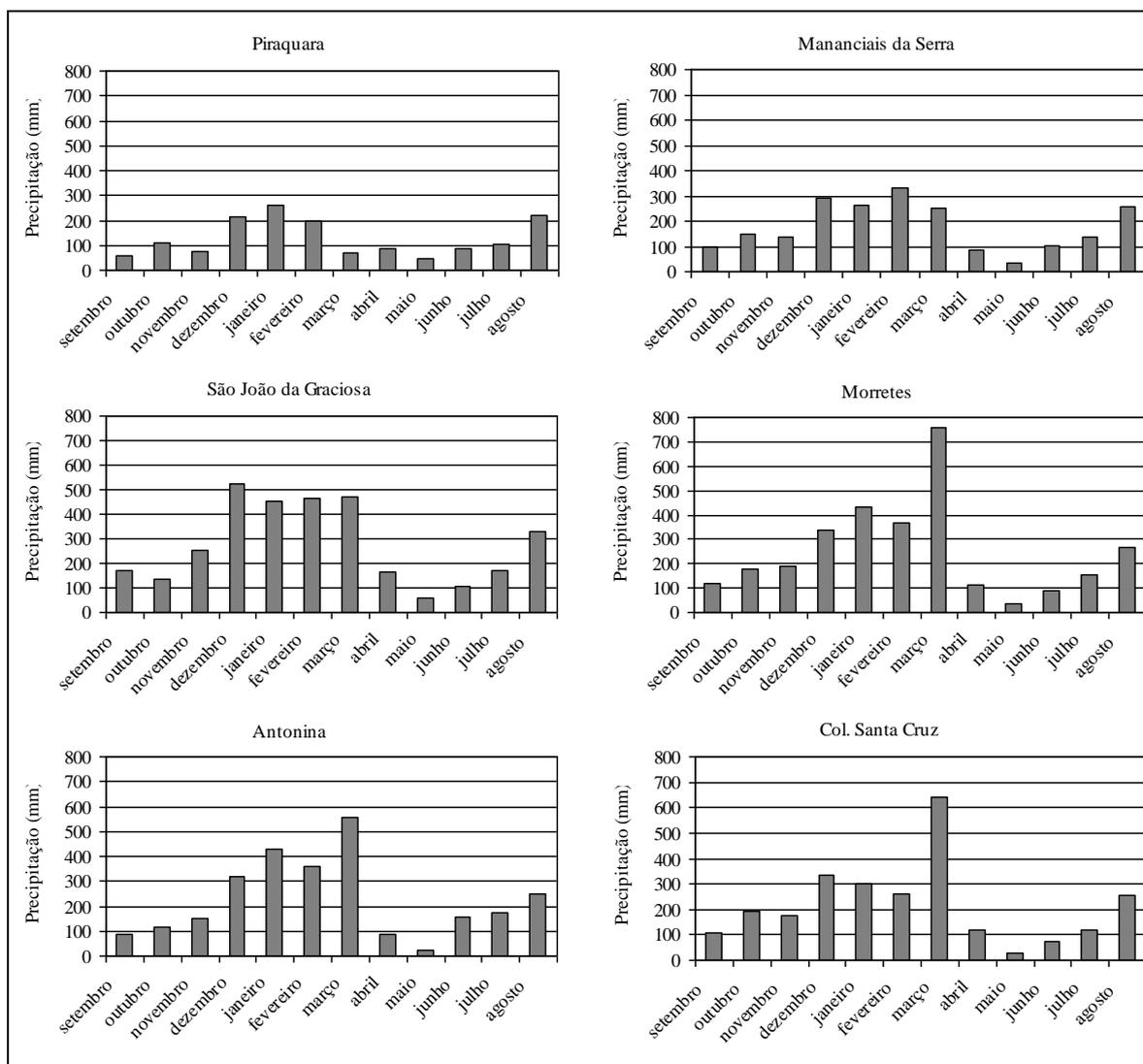


Figura 2 – Volume total de precipitação no ano hidrológico 2010/2011.

Nota-se que a estação São João da Graciosa apresentou o maior volume acumulado de precipitação, totalizando 3.303mm. Na sequência, as estações Morretes, Antonina e Colônia Santa Cruz apresentaram, respectivamente, 3.040mm, 2.705mm e 2.611mm. A estação Mananciais da Serra totalizou 2.143mm. O menor volume acumulado foi registrado pela estação de Piraquara, com 1.539mm.

Constata-se que os maiores volumes de precipitação ocorreram nas estações localizadas mais próximas da Serra do Mar, tanto na face litorânea quanto na face continental. Pode-se atribuir este resultado a influência do fator orográfico. Ressalta-se que, provavelmente, mais mecanismos atuam na área, porém o estudo de um elemento pode fornecer uma base útil para pensar e entender os processos envolvidos (ROE, 2005).

O quadro 1 mostra a distribuição do volume mensal de chuvas das cinco estações.



Quadro 1 – Volume mensal de precipitação nas estações.

Avaliando o quadro 1, verifica-se que as estações localizadas na Planície Litorânea - Morretes, Antonina e Colônia Santa Cruz – apresentaram uma distribuição de chuvas similar no ano hidrológico 2010/2011, sendo o período de 12/2010 a 03/2011 o mais chuvoso, resultado semelhante ao encontrado por Vanhoni e Mendonça (2008). Destaca-se neste período o mês de março, principalmente na estação Morretes e Colônia Santa Cruz, devido ao evento extremo que afetou algumas cidades da planície litorânea do estado do Paraná. A estação São João da Graciosa, localizada na borda litorânea da Serra do Mar, também apresentou o período mais chuvoso entre 12/2010 e 03/2011, porém com uma distribuição temporal da precipitação mais uniforme. Segundo Vanhoni e Mendonça (2008), os maiores volumes de chuvas nos meses de verão nesta porção do espaço são oriundos da atuação da Massa Tropical Atlântica. O mês de maio foi o mais seco, apresentando volumes de chuva inferiores aos meses de junho, julho e agosto. Este resultado é produto da atuação do fenômeno La Niña. Comparando-se com a normal climatológica de 1961 – 1990, o desvio em relação à média para o mês de maio ficou entre – 50mm a - 100mm (INPE, 2011).

Na face continental da Serra do Mar, verifica-se que as estações Mananciais da Serra e Piraquara também apresentaram uma distribuição mensal semelhante e apresentaram os maiores volumes de chuvas e o mês mais seco idênticos às estações da face oceânica. Verifica-se também que a primeira estação registrou volumes maiores do que a segunda.

Percebe-se também um significativo volume de chuvas no mês de agosto de 2011 em todas as estações. Enquanto a média da precipitação de agosto, na área de estudo, situa-se entre 75 a 150mm (IAPAR, 2000), no ano de 2011 os volumes ficaram entre 220mm (Piraquara) e 331mm (São João da Graciosa). De acordo com o INPE (2011), este mês foi um dos mais chuvosos dos últimos tempos, em virtude da passagem de oito sistemas frontais pelo Brasil, sendo que a maioria ocasionou elevados volumes de precipitação, especialmente no sul do país.

Conclusões

As precipitações, no ano hidrológico 2010/2011, mostraram uma distribuição temporal mais uniforme nas duas estações localizadas no primeiro planalto paranaense. No que concerne às estações de São João da Graciosa, Morrestes, Antonina e Colônia Santa Cruz, as precipitações concentraram-se entre o final da primavera e do verão. Este fato deve-se a interação entre a Massa Tropical Atlântica e a Serra do Mar.

Verificou-se que as estações mais próximas à Serra do Mar, tanto na face oceânica (São João da Graciosa) quanto na continental (Mananciais da Serra), quando comparadas às outras estações localizadas na mesma face, apresentaram os maiores volumes de chuva no AH 2010/2011. Denota-se então que a orografia é um dos fatores do clima que influencia significativamente a precipitação nesta porção do espaço.

Conclui-se que a estação Mananciais da Serra sofre o efeito de sombra de chuva. Este fator é, entre outros, responsável pelos volumes menores encontrados nesta estação se comparados à estação São João da Graciosa, localizada na face oceânica da Serra do Mar.

Verificou-se a falta de dados oriundos de monitoramento, seja nos aspectos quantitativo quanto qualitativo. Esta lacuna de informações compromete o avanço do conhecimento sobre as características climáticas e processos atuantes na área de estudo.

Referências

- AYOADE, J.O., 1996. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 4^a ed. Rio de Janeiro, Bertrand do Brasil.
- BARRY, R.G; CHORLEY, R.J, 2010. **Atmosphere, weather, and climate**, 9th ed. New York, Routledge

- BOUSQUET, O.; SMULL, B.F. 2003. Observations and impacts of upstream blocking during a widespread orographic precipitation event. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, vol. 129, nº 588, p. 391 – 409.
- CHRISTOPHERSON, R.W., 2012. **Geossistemas: uma introdução à Geografia Física**, 7^a ed. Porto Alegre, Bookman.
- DAVIE, T., 2008. **Fundamentals of Hydrology**, 2^a ed. New York, Routledge.
- IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina/Pr, 2000.
- INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Climanálise: boletim de monitoramento e análise climática**, vol. 26, nº5. CPTEC/INPE, 2011. Disponível em <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rcliman1/boletim/pdf/pdf11/mai11.pdf>>
- INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Síntese sinótica mensal**. CPTEC/INPE, 2011. Disponível em <<http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/Sintese Mensal agosto2011.pdf>>
- MAACK, R., 1968. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba, Banco de Desenvolvimento do Paraná,.
- MEDINA, S.; HOUZE JR. R.A. 2003. Air motions and precipitation growth in Alpine Storms. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, vol. 129, nº 588, p. 345 – 371.
- MILANESI, M.A; GALVANI, E., 2011. Efeito orográfico na ilha de São Sebastião (Ilhabela – SP). **Revista Brasileira de Climatologia**, nº 9, p. 68 – 79.
- MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I.M.. 2007. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo, Oficina de Textos.
- ROTUNNO, R.; FERRETTI, R. 2003. Orographic effects on rainfall in MAP cases IOP 2b and IOP 8. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, vol. 129, nº 588, p. 371 – 390.
- SMITH, R.B.; JIANG, Q.; FEARON, M.G.; TABARY, P.; DORNINGER, M.; DOYLE, J.G.; BENOIT, R. (2003). Orographic precipitation and air mass transformation: an Alpine example. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, vol. 129, nº 588, p. 433 – 454.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.L., 1984. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo, Nobel.
- VANHONI, F.; MENDONÇA, F., 2008. O Clima do litoral do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3 e 4, p.49 - 63.