

Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
Departamento de Geografia

Estudo da Pluviometria em Perfil Topográfico no Estado
do Rio de Janeiro, Brasil

André Sigolo Volich

São Paulo
2016

Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
Departamento de Geografia

Estudo da Pluviometria em Perfil Topográfico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil

André Sigolo Volich

Trabalho de Graduação Individual
(TGI) apresentado como requisito para
obtenção do grau de bacharel em
geografia. Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas -
Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo
2016

Agradecimentos

Agradeço a todos que me ajudaram de alguma forma a realizar esse trabalho. Aos meus amigos e colegas de graduação pela companhia, trocas e apoio ao longo dessa trajetória. À Carolina Ferreira, mãe de meus filhos por ficar com eles e possibilitar que eu fizesse a graduação e terminasse o TGI. Ao meu pai, Rubens Volich pela revisão. A Pipo Gialluisi por emprestar seu computador onde eu fiz os cálculos, gráficos, montagem e escrevi o trabalho. A Laura Garcia por me ajudar e acompanhar na reta final da produção escrita e ao professor Emerson pelas preciosas orientações e por estar sempre disposto a ajudar, com bom humor, muita eficiência e dedicação.

Resumo

Buscamos neste trabalho avaliar os dados de chuva de quatro municípios, Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu, Teresópolis e Três Rios, em um perfil de 167 km, entre as altitudes 5 e 1600 m, no sentido L-O na região central do estado do Rio de Janeiro, de modo a estudar a dinâmica das precipitações a partir de médias anuais, dos períodos seco e úmido, sazonais e mensais em cada pluviômetro. A partir da compilação dos dados coletados e organizados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro e do Instituto Nacional de Meteorologia verificou-se a atuação do efeito da maritimidade e continentalidade na distribuição das chuvas ao longo do perfil, sobretudo nos municípios de Três Rios e Arraial do Cabo, este com forte atuação da maritimidade, com um período seco e úmido pouco marcado e aquele da continentalidade, com 89% das chuvas concentradas no período úmido. Verificamos também a contribuição do relevo na gênese de chuvas pelo fenômeno da orogênese. Os municípios serranos registraram uma média anual de chuva superior a duas vezes à dos municípios do litoral e do interior.

Palavras-chave: Estado do Rio de Janeiro, precipitação, efeito orográfico, maritimidade e continentalidade.

Lista de Figuras

FIGURA 1 - MECANISMO DE FORMAÇÃO DE CHUVA OROGRÁFICA. FONTE: MILANESI (2007).	10
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. FONTE: IBGE (2012)	14
FIGURA 3 - MAPA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO COM AS DIVISÕES POLÍTICO-ADMINISTRATIVAS E COM ESBOÇO DO PERFIL ARRAIAL DO CABO-TRÊS RIOS TRAÇADO.	14
FIGURA 4 - MAPA DO PARQUE ESTADUAL DOS TRÊS PICOS COM ESBOÇO DO PERFIL. (COSTA <i>ET AL.</i> , 2009). ORGANIZAÇÃO: ANDRÉ VOLICH, 2016.	15
FIGURA 5 - CROQUI DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS COM ESBOÇO DO PERFIL NA PARTE SUPERIOR DIREITA DO CROQUI. ORGANIZAÇÃO: ANDRÉ VOLICH, 2016.	16
FIGURA 6 - MAPA DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA REGIÃO SUDESTE. FONTE: CANDIDO <i>ET AL.</i> (2009).....	17
FIGURA 7 - DETALHE DO MAPA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO COM AS DIVISÕES POLÍTICO-ADMINISTRATIVAS MOSTRANDO OS MUNICÍPIOS POR ONDE PASSA O PERFIL ARRAIAL DO CABO-TRÊS RIOS TRAÇADO. ORGANIZAÇÃO: ANDRÉ VOLICH, 2016.	19
FIGURA 8 – PERFIL TOPOGRÁFICO E PLUVIOMÉTRICO ELABORADO POR SETZER (1946) COM AS CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS ENTRE OS MUNICÍPIOS DE PARATY (RJ) E CAMPOS DO JORDÃO (SP).....	21
FIGURA 9 - LOCALIZAÇÃO DOS PLUVIÔMETROS DO CBMERJ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO COM PERFIS EM POTENCIAL E UTILIZADO NO ESTUDO. FONTE: WWW.SIMERJ.COM.....	27
FIGURA 10 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES LEVANTADAS COM PERFIL TOPOGRÁFICO. ELABORADO COM O APLICATIVO GOOGLE EARTH (2013).....	28
FIGURA 11 - EXEMPLO DE COMO OS DADOS DAS ESTAÇÕES DA CBMERJ FORAM OBTIDOS.....	29
FIGURA 12 - EXEMPLO DE COMO OS DADOS DA ESTAÇÃO DE TERESÓPOLIS DO SIMERJ FORAM OBTIDOS.....	29
FIGURA 13 - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA COM DESTAQUE PARA O PLUVIÔMETRO. FONTE: WWW.INMET.COM	31
FIGURA 14 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES UTILIZADAS E PERFIL ALTIMÉTRICO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – BRASIL. ELABORADO COM APLICATIVO GOOGLE EARTH (2015).....	32
FIGURA 15 - PLUVIÔMETRO VILLE DE PARIS DO CBMERJ. FONTE: WWW.SIMERJ.COM	33
FIGURA 16 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE JANEIRO ENTRE 2007 E 2011.....	38
FIGURA 17 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE FEVEREIRO ENTRE 2007 E 2011.....	38
FIGURA 18 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE MARÇO ENTRE 2007 E 2011.....	38
FIGURA 19 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE ABRIL ENTRE 2007 E 2011.....	38
FIGURA 20 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE MAIO ENTRE 2007 E 2011.....	39
FIGURA 21 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE JUNHO ENTRE 2007 E 2011.....	39
FIGURA 22 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE JULHO ENTRE 2007 E 2011.....	39
FIGURA 23 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE AGOSTO ENTRE 2007 E 2011.	39
FIGURA 24 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE SETEMBRO ENTRE 2007 E 2011.	40
FIGURA 25 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE OUTUBRO ENTRE 2007 E 2011.	40
FIGURA 26 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE NOVEMBRO ENTRE 2007 E 2011.	40
FIGURA 27 - REGISTROS DE CHUVA NOS MESES DE DEZEMBRO ENTRE 2007 E 2011.....	40
FIGURA 28 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE JANEIRO ENTRE 2007 E 2011.	44
FIGURA 29 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE FEVEREIRO ENTRE 2007 E 2011.....	44
FIGURA 30 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE MARÇO ENTRE 2007 E 2011.	44
FIGURA 31 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE ABRIL ENTRE 2007 E 2011.	44
FIGURA 32 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE MAIO ENTRE 2007 E 2011.	44
FIGURA 33 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE JUNHO ENTRE 2007 E 2011.	44
FIGURA 34 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE JULHO ENTRE 2007 E 2011.....	45
FIGURA 35 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE AGOSTO ENTRE 2007 E 2011.....	45
FIGURA 36 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE SETEMBRO ENTRE 2007 E 2011.....	45
FIGURA 37 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE OUTUBRO ENTRE 2007 E 2011.....	45
FIGURA 38 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE NOVEMBRO ENTRE 2007 E 2011.....	45
FIGURA 39 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA PARA O MÊS DE DEZEMBRO ENTRE 2007 E 2011.	45
FIGURA 40 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA NO OUTONO (ABR-JUN) ENTRE 2007 E 2011 NO PERFIL ARRAIAL DO CABO (RJ) - TRÊS RIOS (RJ).....	47
FIGURA 41 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA NO INVERNO (JUL-SET) ENTRE 2007 E 2011 NO PERFIL ARRAIAL DO CABO (RJ) - TRÊS RIOS (RJ).....	47
FIGURA 42 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA PRIMAVERA (OUT-DEZ) ENTRE 2007 E 2011 NO PERFIL ARRAIAL DO CABO (RJ) - TRÊS RIOS (RJ).....	47

FIGURA 43 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA NO VERÃO (JAN-MAR) ENTRE 2007 E 2011 NO PERFIL ARRAIAL DO CABO (RJ) - TRÊS RIOS (RJ).....	47
FIGURA 44 - PERCENTUAL DE PRECIPITAÇÃO SAZONAL NO PLUVIÔMETRO DE TRÊS RIOS - CBMERJ (294 M) ENTRE 2007 E 2011.	49
FIGURA 45 - PERCENTUAL DE PRECIPITAÇÃO SAZONAL NO PLUVIÔMETRO DE TERESÓPOLIS - INMET (980 M) ENTRE 2007 E 2011.	49
FIGURA 46 - PERCENTUAL DE PRECIPITAÇÃO SAZONAL NO PLUVIÔMETRO DE CACHOEIRA DE MACACU - CBMERJ (115 M) ENTRE 2007 E 2011.	49
FIGURA 47 - PERCENTUAL DE PRECIPITAÇÃO SAZONAL NO PLUVIÔMETRO DE ARRAIAL DO CABO - INMET (5 M) ENTRE 2007 E 2011.	49
FIGURA 48 - GRÁFICO DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA NO PERÍODO SECO (ABR-SET) ENTRE 2007-2011 NO PERFIL ARRAIAL DO CABO - TRÊS RIOS-RJ.....	51
FIGURA 49 - GRÁFICO DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA NO PERÍODO ÚMIDO (OUT-MAR) ENTRE 2007-2011 NO PERFIL ARRAIAL DO CABO - TRÊS RIOS-RJ.....	51
FIGURA 50 - PERCENTUAL DE PRECIPITAÇÃO NOS PERÍODOS SECO E ÚMIDO NO PERFIL ARRAIAL DO CABO - TRÊS RIOS-RJ ENTRE 2007 E 2011.	52
FIGURA 51 - HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES MÉDIAS AO LONGO DO ANO PARA O PLUVIÔMETRO DE TRÊS RIOS - CBMERJ (294 M) ENTRE 2007 E 2011.	54
FIGURA 52 - HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES MÉDIAS AO LONGO DO ANO PARA O PLUVIÔMETRO DE TERESÓPOLIS - INMET (980 M) ENTRE 2007 E 2011.	54
FIGURA 53 - HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES MÉDIAS AO LONGO DO ANO PARA O PLUVIÔMETRO DE CACHOEIRA DE MACACU - CBMERJ (115 M) ENTRE 2007 E 2011.	54
FIGURA 54 - HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES MÉDIAS AO LONGO DO ANO PARA O PLUVIÔMETRO DE ARRAIAL DO CABO - INMET (5 M) ENTRE 2007 E 2011.....	54
FIGURA 55 - SOBREPOSIÇÃO DAS MÉDIAS MENSIS OBTIDAS NA SÉRIE 2007-2011 COM A NORMAL CLIMATOLÓGICA (1961-1990) DO MUNICÍPIO DE TERESÓPOLIS.....	56
FIGURA 56 - SOBREPOSIÇÃO DAS MÉDIAS MENSIS OBTIDAS NA SÉRIE 2007-2011 NO MUNICÍPIO DE ARRAIAL DO CABO COM A NORMAL CLIMATOLÓGICA (1961-1990) DO MUNICÍPIO VIZINHO DE CABO FRIO.....	56
FIGURA 57 - MONTAGEM COM MÉDIA ANUAL EM PERFIL TOPOGRÁFICO NO PERFIL ARRAIAL DO CABO - TRÊS RIOS-RJ COM HISTOGRAMAS DE CHUVA DOS PLUVIÔMETROS PARA O PERÍODO DE 2007 A 2011. ORG.: ANDRÉ VOLICH, 2016	58

Lista de Quadros

QUADRO 1 - MUNICÍPIOS PELOS QUAIS PASSA O PERFIL. FONTE:WWW.IBGE.GOV.BR (ACESSO EM 20 DE AGOSTO DE 2013).....	18
QUADRO 2 - ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS CUJOS DADOS FORAM COLETADOS.	30
QUADRO 3 - ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS NO ESTUDO.....	31

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	3
RESUMO.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE QUADROS	7
SUMÁRIO.....	8
INTRODUÇÃO	9
JUSTIFICATIVA.....	12
OBJETIVOS.....	13
GERAIS	13
ESPECÍFICOS.....	13
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
MATERIAIS E PROCEDIMENTOS.....	27
DELIMITAÇÃO DO PERFIL.....	27
COLETA DE DADOS.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
1 - PRECIPITAÇÃO ABSOLUTA MENSAL PARA OS DIFERENTES ANOS DA SÉRIE.	35
2 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL.....	41
3 - PRECIPITAÇÃO SAZONAL.....	46
3.1 - <i>Precipitação média para cada estação do ano</i>	46
3.2 - <i>Sazonalidade nos pluviômetros</i>	48
4 - PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO SECO E ÚMIDO	50
4.1 - <i>Precipitação Média nos períodos seco e úmido</i>	50
4.2 - <i>Precipitação Relativa nos períodos seco e úmido</i>	51
5 - MÉDIA MENSAL DOS PLUVIÔMETROS.....	53
5.1 - <i>Médias mensais das estações de Teresópolis e Arraial do Cabo com normal climatológica</i>	55
6 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS.....	62
REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS.....	64
CARTAS E MAPAS	64

Introdução

A interação das massas de ar com o relevo tem forte influência nas condições climáticas locais, principalmente no que diz respeito à variação da altitude. As mudanças nas características físico-químicas da atmosfera são bem mais rápidas no sentido vertical do que no horizontal. Conforme o ar atinge maiores altitudes, tem-se a redução da temperatura e da pressão. Na Troposfera, onde se formam as nuvens, essa redução é em média de 6,5°C a cada 1000 m de altitude (Ayoade, 1996). Se considerarmos na cordilheira dos Andes, com elevações acima dos 4000 m, temos uma redução de aproximadamente 26°C em relação à temperatura que se esperaria encontrar nas latitudes correspondentes. Deste modo, mesmo em baixas latitudes, encontramos picos com neves eternas nesta cordilheira, no Peru, Bolívia e Equador.

Temos muitas vezes, como resultado dessa interação a formação de nuvens, que é o processo macroscópico da condensação. Os diversos tipos de nuvens se originam em condições particulares de temperatura, pressão, umidade, entre outros fatores.

Ayoade (1996) descreve três condições em que ocorre o fenômeno da condensação:

1. Quando o ar se esfria até seu ponto de orvalho, sem alteração do volume.
2. Quando uma variação conjunta na temperatura e no volume reduz a capacidade de retenção da umidade do ar, abaixo do conteúdo hídrico existente.
3. Quando ocorre aumento do volume sem que haja aumento na temperatura, ocorrendo então o resfriamento adiabático.

Na atmosfera esses processos se intercalam na formação de nuvens. Podemos citar alguns exemplos para os casos de condensação descritos por Ayoade (1996):

No primeiro caso é a formação da garoa paulistana, que ocorre com a queda da temperatura do ar próximo à superfície.

No segundo caso, podemos citar o encontro de massas de ar, com condições distintas de temperatura e pressão, que criam “instabilidade” na atmosfera e formam nuvens e chuvas.

O terceiro caso ocorre principalmente em duas condições: quando se formam deslocamentos verticais convectivos em uma parcela de ar (comuns em centros de baixa pressão) e quando uma parcela de ar é forçada a se deslocar verticalmente ao encontrar, por exemplo uma cadeia de montanhas. Segue um esquema que ilustra esse tipo de chuva (Figura 1).

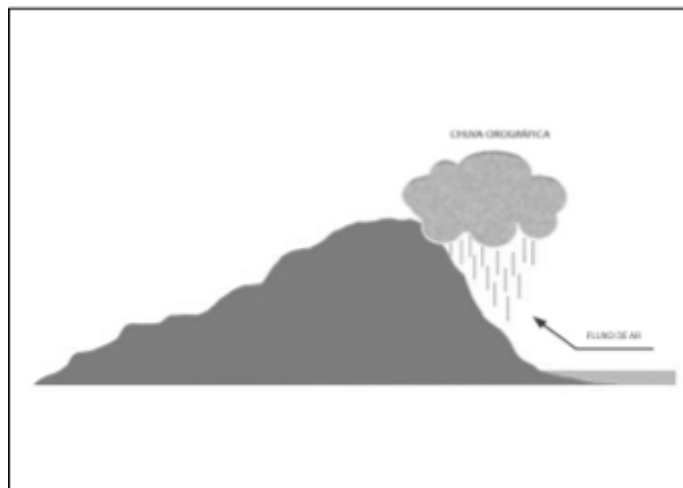


Figura 1 - Processo de formação de chuva orográfica. Fonte: Milanesi (2007).

Esse tipo de chuva ocorre tanto como gerador de chuva, provocando precipitações somente no local onde há formações que forcem a ascensão da parcela de ar, como na Figura 1, quanto como intensificador de chuva, por exemplo quando há uma nuvem do tipo *seeder-feder* e ocorre a intensificação das chuvas nesses locais (CANDIDO e NUNES, 2008, pág. 16.)

A Serra do Mar e suas escarpas, presentes em praticamente todo o litoral da região Sudeste do Brasil atuam como anteparos naturais da Massa Tropical Atlântica, atuante principalmente no verão, que é forçada a se elevar e se condensa, muitas vezes precipitando em forma de chuva e gerando as mais altas precipitações do Brasil, com taxas anuais superiores a 4000 milímetros de chuva (NUNES,1997). Isso se explica, segundo o autor, pela proximidade da Serra do Mar em relação ao Oceano Atlântico e pela grande quantidade de vapor de água presente nas massas de ar provenientes do mar.

Esse tipo de chuva, formada a partir da interação da atmosfera com o relevo é chamada de *chuva orográfica*, que tem como característica apresentar precipitações distintas dos

arredores. Inclusive ocorre uma distinção na quantidade de chuva precipitada na vertente voltada para o mar (ou massa de ar carregada de umidade), chamada de *barlavento*, que recebe mais chuva do que a vertente oposta, *sotavento*, por conta da precipitação ocorrer rapidamente com o resfriamento adiabático, eliminando boa parte da umidade carregada pela massa de ar, formando o efeito da “sombra de chuva”, que é a presença de índices pluviométricos anormalmente baixos nas vertentes a sotavento. Segundo Sant’Anna Neto (1990) as chuvas orográficas representam 77% das chuvas na região da Serra do Mar. Esse fenômeno foi bastante estudado por Milanese (2007).

A Serra do Mar como vimos registra chuvas muito intensas ao longo do ano, principalmente no verão. Quando isso ocorre por muitos dias, com chuvas originadas de outros processos macro-climáticos, com precipitações constantes, o solo torna-se saturado em toda a sua estrutura: da superfície ao embasamento rochoso. Esse fenômeno associado às altas declividades das escarpas e vertentes faz com que sejam bastante frequentes os movimentos de massas como deslizamentos de terra. Estes são eventos de grande magnitude que liberam muita energia e arrastam tudo o que estiver pelo caminho. Os deslizamentos desempenham um papel muito importante na renovação e reciclagem das florestas e fazem parte da dinâmica das florestas atlânticas. No entanto quando existem ocupações humanas nessas regiões, elas estão sujeitas a estes fenômenos naturais, ocorrendo muitas vezes desastres, com soterramentos de casas, carros, animais e pessoas, mortes e desaparecimentos.

O presente trabalho pretende estudar o comportamento da chuva em um perfil na região central do estado do Rio de Janeiro, em um transecto orientado no sentido SE-NO, com 167 km de extensão e com uma variação altimétrica de cerca de 1600 m, entre os municípios de Arraial do Cabo (4 m) e Três Rios (294 m).

Justificativa

O presente estudo busca contribuir para o conhecimento da área de climatologia, com um maior destaque para os trabalhos em escalas locais. Vem somar aos estudos citados na Revisão Bibliográfica.

A região onde será feita a avaliação carece de estudos climatológicos na escala local. Além disso, a pesquisa pode servir de fundamento ou trazer elementos para uma nova pesquisa mais elaborada no estado do Rio de Janeiro.

As cidades serranas do estado do Rio de Janeiro, sobretudo Petrópolis e Teresópolis tem um histórico repleto de deslizamentos de terra que causam perdas de moradias para as populações, deixando centenas de pessoas desabrigadas e causando mortes por soterramento. Um trabalho que avalie o comportamento da chuva, agente que tem grande influência no processo de deslizamentos de terra, pode contribuir para a prevenção de ocupações em locais de risco, fornecendo elementos para a identificação de áreas com maior chance de ocorrer deslizamentos, permitindo uma atuação dos governantes no planejamento urbano/metropolitano.

A pesquisa pode servir à sociedade, fornecendo elementos e dados para uma a compreensão do fenômeno das chuvas orográficas, especialmente no estado do Rio de Janeiro, de modo que possa ser apresentado o resultado da pesquisa em escolas, universidades e outras instituições que tem o potencial de ampliar e difundir o conhecimento pela sociedade.

Pessoalmente esta pesquisa permitirá não só conhecer melhor os aspectos a que se pretende pesquisar, mas também construir uma linha de raciocínio e desenvolver a habilidade de argumentação e de construção do pensamento.

Objetivos

Gerais

Estudar a variação da chuva em um perfil no estado do Rio de Janeiro, principalmente sob o efeito orográfico e da continentalidade na variação das chuvas no perfil.

Específicos

- Verificar variações da chuva na série 2007-2011 no perfil Arraial do Cabo-Três Rios, no Estado do Rio de Janeiro entre as altitudes de 5 m a 1600 m.
- Compreender as especificidades climáticas no perfil Arraial do Cabo-Três Rios, no Estado do Rio de Janeiro, sobretudo no que tange a variação das chuvas ao longo do ano.
- Avaliar as médias mensais, sazonais, dos períodos seco e úmido e anual.
- Verificar a influência da proximidade dos pluviômetros do mar, ou o efeito da continentalidade e maritimidade.

Caracterização da Área de Estudo

O perfil Arraial do Cabo-Três Rios fica na região central do estado do Rio de Janeiro, em um transecto no sentido SE-NO com cerca de 167 km de extensão. Passa pelas mesorregiões da Baixada Fluminense, Serrana e Centro Sul Fluminense daquele estado. A variação do perfil é dos 5 m - 294 m de altitude, passando por serras e elevações de até 1600 m acima do nível do mar (Figuras 2 e 3).



Figura 2 - Localização do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: IBGE (2012)

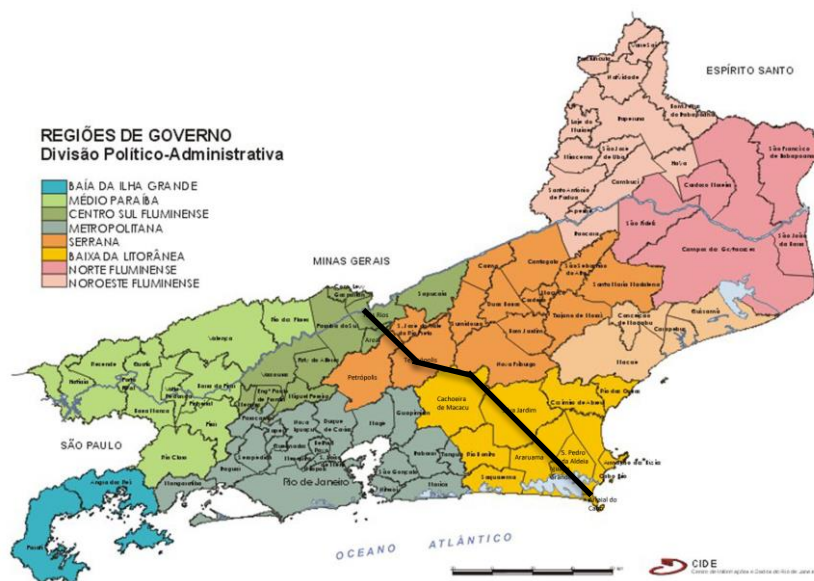


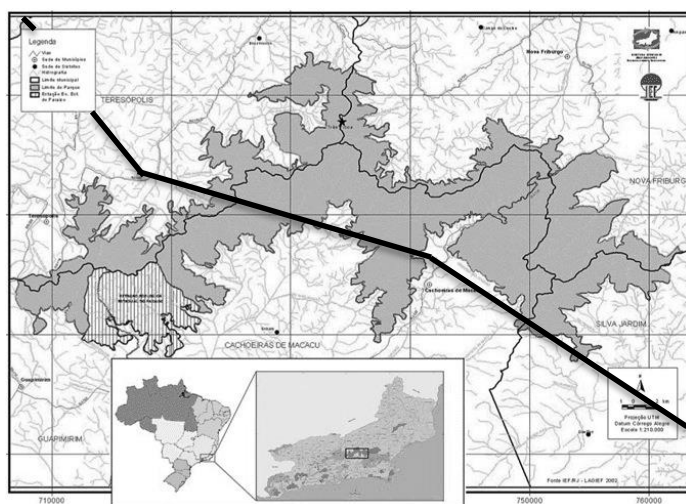
Figura 3 - Mapa do Estado do Rio de Janeiro com as divisões político-administrativas e com esboço do perfil Arraial do Cabo-Três Rios traçado. Fonte: http://www.uff.br/geoden/index_arquivos/geodef_escal.htm (acesso em 15 dezembro de 2015)
Organização: André Volich, 2016

O perfil passa por duas regiões morfo-climáticas distintas, definidas por Aziz (2003) como Planície Litorânea e Domínio Tropical Atlântico. A primeira coincide com a região administrativa da Baixada Litorânea, formada por processos predominantemente sedimentares.

Já a região do Domínio Tropical Atlântico, é caracterizada por um relevo do tipo mamelonar ou de “mares de morro” sobre embasamento cristalino, esculpido por falhas e rupturas geológicas. Originalmente recoberto por matas atlânticas com variações em sua estrutura em função da cota altimétrica, hoje somente na região serrana ainda se tem mata atlântica preservada por APAs (Áreas de Proteção Ambiental) e por alguns parques da região como o Parque Estadual dos Três Picos e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

Com 46.350 hectares, o Parque Estadual dos Três Picos é o maior do estado do Rio de Janeiro. Ele representa 75% de toda a área verde protegida e está localizado entre os municípios de Teresópolis, Nova Friburgo, Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Silva Jardim (Figura 4) (Costa, 2009).

Já o Parque Nacional da Serra dos Órgãos abrange os municípios de Teresópolis, Petrópolis, Magé e Guapimirim, uma área de cerca de 20 mil hectares. Foi criado em 1939, através de um decreto assinado pelo então Presidente Getúlio Vargas. É o terceiro mais antigo parque nacional brasileiro (Figura 5).¹



**Figura 4 - Mapa do Parque Estadual dos Três Picos com esboço do perfil. (Costa *et al.*, 2009).
Organização: André Volich, 2016**

¹ Fonte: Site do município de Teresópolis na internet (acesso em 10 de dezembro de 2015) (<http://teresopolis.rj.web.br.com>)

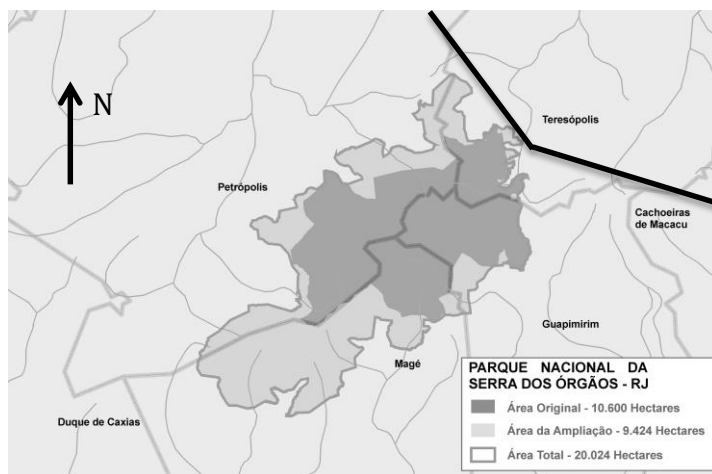


Figura 5 - Croqui do Parque Nacional da Serra dos Órgãos com esboço do perfil na parte superior direita do croqui. (Fonte: <http://www.mma.gov.br/informma/item/5063-governo-vestira-r-28-milhoes-nos-parques-nacionais> (acesso em 15 de dez/2015)) Organização: André Volich, 2016

Atualmente a maior parte da região não preservada ou com florestas está ocupada pela atividade agropecuária e ocupações urbanas. Notadamente na região da planície litorânea que possui uma grande disponibilidade hídrica e baixas declividades, favoráveis às lavouras de banana, mandioca, laranja entre outras e à pecuária, amplamente difundida na região.

Já na região do planalto destaca-se a produção de tangerina, sendo o maior produtor do estado o município de Teresópolis, batata-doce, tomate, mel e a criação de aves, porcos e bovinos.

A região serrana por onde passa o perfil possui muitas cachoeiras e trilhas e tem o turismo bem desenvolvido, inclusive uma das travessias mais tradicionais do montanhismo brasileiro é no citado parque da Serra dos Órgãos, entre os municípios de Petrópolis e Teresópolis²

O clima da região do planalto é classificado por Conti e Furlan (2008) como sendo tropical, com médias anuais superiores a 18°C, com nítida alternância entre estação seca e chuvosa. A dinâmica das massas de ar é controlada pelas massas Equatorial Continental e Tropical Atlântica no verão e, no inverno, com predominância das massas

² Fonte: Sítio do município de Teresópolis na internet (acesso em 10 de dezembro de 2015) (<http://teresopolis.rj.web.br.com>)

Equatorial Atlântica, Tropical Atlântica e Polar Atlântica. Já o clima dos trechos de Serra da região é caracterizado, segundo os autores como sendo tropical de altitude, pois apesar de terem as mesmas massas de ar controlando a dinâmica geral do clima, por conta da altitude elevada possuem temperaturas bem inferiores às do entorno, podendo chegar a temperaturas média em torno dos 15°C em alguns meses do ano. Além dos valores de chuva serem superiores aos municípios do entorno.

Candido *et al.* (2009) na caracterização do clima da região sudeste produziram um mapa com os valores médios de chuva da região. Segundo os autores na região do perfil as médias variam entre 1250 a 1500 mm anuais de chuva. Eles alertam para a forte influência do relevo nas variações de temperatura e de chuva (Figura 6).

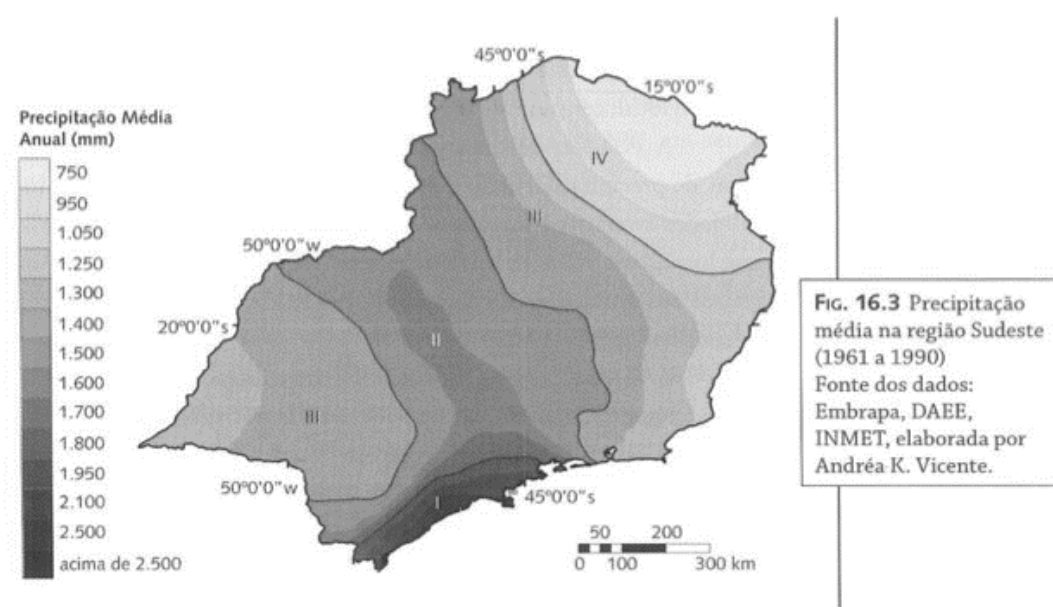


Figura 6 - Mapa da precipitação média na região Sudeste. Fonte: Candido *et al.* (2009)

Em Arraial do Cabo ocorre um fenômeno bastante peculiar que é a ressurgência (Silva, 2001) de águas profundas bem próximas da costa. Essas águas são ricas em nutrientes e servem de produto para o fitoplâncton realizar fotossíntese, que por sua vez serve de alimento para uma multiplicidade de animais marinhos, o que faz com que a região tenha presença abundante de cetáceos, peixes, crustáceos e moluscos.

Do ponto de vista climático, essas correntes, por terem sua origem nas profundezas do oceano chegam muito frias (abaixo dos 20°C) à superfície e acabam contribuindo para uma sensível redução na temperatura atmosférica. A temperatura pode chegar a ser até

6°C mais baixa do que nas regiões litorâneas próximas (Silva *et al.*, 2001). O nome do município vizinho Cabo Frio - RJ tem origem justamente por conta das águas frias.

O perfil passa por dez municípios: Araruama, Areal, Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu, Iguaba Grande, Petrópolis, São Pedro da Aldeia, Silva Jardim, Teresópolis e Três Rios. A população total dos municípios pelos quais passa o perfil é de 854.589 pessoas, sendo 11.423 habitantes em Areal, município com menor população e de 295.917 em Petrópolis, onde a população é maior (IBGE, 2010). (Quadro 1 e Figura 7).

A área total desses municípios é de 5.077.848 de quilômetros quadrados, sendo o menor deles Iguaba Grande, com 51.945 km² e o maior Cachoeira de Macacu, seguido por Silva Jardim, ambos com quase 1.000.000 km². A densidade média populacional de todos os municípios é de 205,68 habitantes por km². O município com maior densidade é Iguaba Grande, com 439,91 habitantes por km² e o menos denso é o de Silva Jardim, com apenas 22,77 habitantes por km² (IBGE, 2010). (Quadro 1 e Figura 7).

Quadro 1 - Municípios pelos quais passa o perfil. Fonte:www.ibge.gov.br (acesso em 20 de agosto de 2013).

	Cidade	População 2010	Área da unidade territorial (km ²)	Densidade demográfica (hab/km ²)
1	Araruama	112008	638023	175,55
2	Areal	11423	110919	102,99
3	Arraial do Cabo	27715	160286	172,91
4	Cachoeiras de Macacu	54273	953801	56,9
5	Iguaba Grande	22851	51945	439,91
6	Petrópolis	295917	795798	371,85
7	São Pedro da Aldeia	87875	332792	264,05
8	Silva Jardim	21349	937547	22,77
9	Teresópolis	163746	770601	212,49
10	Três Rios	77432	326136	237,42
	Total	874589	5.077.848	205,68

Revisão Bibliográfica

Em janeiro de 2011 e em março de 2013 foram registradas centenas de mortes e de desabrigados nas regiões serranas do estado do Rio de Janeiro por conta de escorregamentos de terra desencadeados pelas intensas chuvas. As matérias de um jornal de grande circulação (Folha de São Paulo)^{3e4} revelam a falta de embasamento científico para compreender os fenômenos de deslizamento como processo natural, inscrito em ciclos de renovação dos solos e da biosfera. Os questionamentos são muito mais no sentido de responsabilizar as municipalidades e os governos pela falta de investimentos, prevenção ou de infraestrutura. Até o aquecimento global é mencionado como sendo responsável pelas fortes chuvas que atingiram a região. Não se compreende as intensas chuvas das regiões serranas como sendo produto do efeito orográfico.

Somente no meio científico vemos um grande número de trabalhos e publicações com o objetivo de estudar o clima enquanto fenômeno dinâmico e o efeito orográfico e os fenômenos a ele associados, de modo a compreender suas características, especificidades e potencialidades como causa dos fenômenos climáticos.

Uma série de estudos procuraram estudar o clima do Sudeste brasileiro e o efeito orográfico entre outras questões do âmbito da climatologia.

Setzer (1946) fez um grande esforço no sentido de caracterizar o clima do estado de São Paulo. Ele trabalhava como engenheiro e pedólogo no departamento da Produção Vegetal no estado de São Paulo. Ele reconhecia a forte ligação entre a pedogênese e os tipos de solo com o clima. Nesse sentido, reuniu informações climatológicas de centenas de localidades para montar o seu próprio banco de dados, e também dados pluviométricos secundários em entidades públicas e privadas. O autor descreve a dificuldade em trabalhar com os dados que levantou. Estes apresentavam muitas falhas e baixa credibilidade. A diversidade de metodologias utilizadas pelos diversos órgãos para a obtenção dos dados não contribuiu para um banco de dados de qualidade. Ele procurou fazer uma seleção dos dados mais fidedignos e produziu alguns mapas com a

³ CAMPANATO, V. Tragédia na região serrana do RJ. *Folha de São Paulo*, São Paulo - 21.jan.2011. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/especial/2011/tragedianaregiaooserranadorj/>

⁴ MIOTO, R. Aquecimento global faz garoa virar temporal. *Folha de São Paulo*, São Paulo - 21.jan.2011. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2011/01/860196-aquecimento-global-faz-garoa-virar-temporal.shtml>

distribuição média das chuvas no estado de São Paulo e com a distribuição sazonal, além de perfis pluviométricos e topográficos com informações da vegetação, geologia, tipos climáticos e chuva como este da Figura 8. O trabalho de Setzer (1946) é referência nos estudos de climatologia do estado de São Paulo.

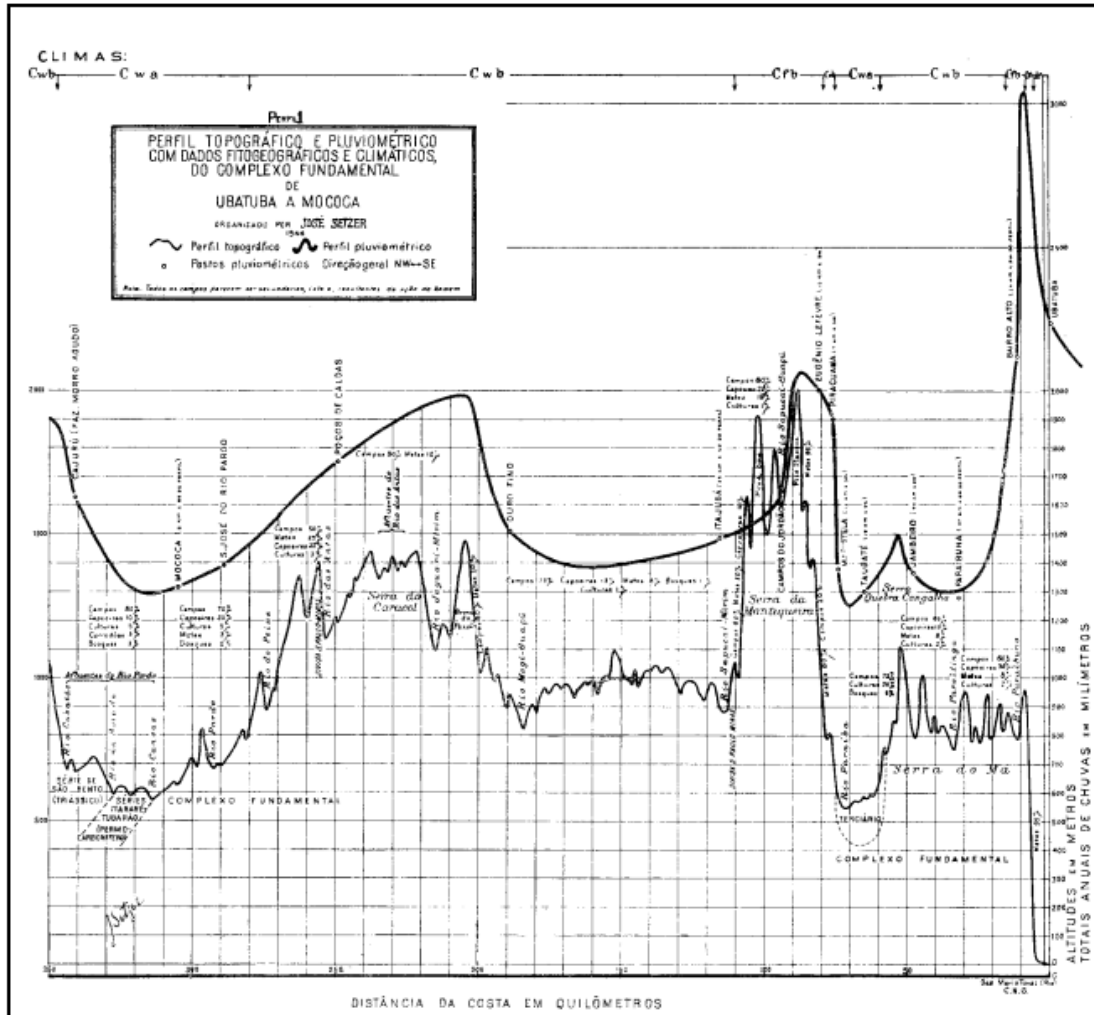


Figura 8 - Perfil topográfico e pluviométrico elaborado por Setzer (1946) com as classificações climáticas entre os municípios de Paraty (RJ) e Campos do Jordão (SP)

Outro autor que procurou sistematizar a dinâmica climática do estado de São Paulo foi Monteiro que em seu doutorado (MONTEIRO, 1973) trata de uma discussão bastante cara aos estudos de climatologia e que vamos esbarrar ao elaborarmos o presente estudo, que é a diferenciação de clima e tempo.

O tempo é um fenômeno marcado por um momento e espaço determinado e condições climáticas diversas, enquanto que o clima é justamente o oposto: são condições climáticas esperadas bastante delimitadas em um espaço-tempo menos rígido. Isso significa dizer que é praticamente impossível saber qual será o tempo em determinado

município em uma data específica, mas que através de observações e medidas ao longo do tempo pode-se delimitar as condições climáticas desse município, por exemplo temperaturas entre tanto e tanto no inverno, chuvas concentradas no verão, etc.

A pesquisa de Monteiro (1973) caracteriza o clima da América do Sul, com uma atenção maior para estado de São Paulo. Diversos aspectos elencados por Monteiro como importantes componentes na constituição do clima costeiro paulista se estendem para o litoral carioca. A principal diferença segundo o autor é a atuação da frente polar no litoral paulista, o que muito raramente ocorre no carioca. O autor faz justamente uma delimitação teórica entre as duas regiões climáticas na região de Ubatuba, o município mais ao norte do litoral de São Paulo. Ao nordeste desse limite ele caracteriza o clima como tropical e a sudoeste como subtropical. Este é controlado por massas tropicais, polares de latitudes médias e aquele pelas massas equatoriais e tropicais. Além disso, o autor também discute o papel das escarpas da Serra do Mar como formadoras de chuvas orográficas onde há registros de chuva muito superiores ao entorno.

Uma caracterização bem mais recente do clima, no caso do Sudeste brasileiro, foi feita por Candido, Nunes e Vicente (2009) em “Tempo e Clima no Brasil”. Os autores condensaram de forma bastante clara as principais características e peculiaridades do clima da região. Segundo eles, a latitude pelas quais se estende a região Sudeste fazem com que seja a região com o clima mais diversos do Brasil. A região é atravessada pelo Trópico de Capricórnio, com terras, portanto tropicais e subtropicais. No nível regional, é uma faixa de conflito entre sistemas tropicais e extratropicais, sendo que seus mecanismos de circulação estão sob o controle da dinâmica da frente polar. Outra característica que tem forte influência no controle climático do Sudeste é a Zona de Convergência do Atlântico Sul, fenômeno climático de escala regional que concentra uma faixa de nebulosidade ao longo do eixo NO-SE do Brasil, gerando condições de particular instabilidade.

Ainda segundo Candido *et al.* (2009) a proximidade/distanciamento do litoral apresenta um controle bem marcado no clima, o da maritimidade/continentalidade. O oceano Atlântico é um poderoso regulador térmico em função do constante e abundante fornecimento de umidade para a atmosfera, sobretudo no verão. O ar úmido apresenta um calor específico maior do que o seco, fazendo com que as trocas de temperatura entre a atmosfera e a terra seja menos intensa, o que não permite que a temperatura

oscile tanto ao longo do dia e do ano, ao contrário do que ocorre no interior, onde os gradientes térmicos chegam a 20°C em menos de 24h.

As variações altimétricas presentes na região, notadamente no perfil estudado nesse trabalho, sobrepõem-se, segundo os autores aos controles globais do clima, causando sensíveis diferenças entre as médias de temperatura e chuva em setores relativamente bem próximos. Em relação à chuva, essa variação se dá em função do efeito orográfico já mencionado anteriormente na introdução.

Alguns autores se debruçaram sobre o fenômeno da chuva influenciada pela presença de orografia, sobretudo na Serra do Mar, discussão bastante pertinente ao presente estudo.

Conti (1975) quem explicita a influência orográfica na gênese da chuva e expressa a relação quantitativa e qualitativa dessa influência no litoral paulista. Sua pesquisa se concentrou na porção nordeste do estado de São Paulo. O autor faz uma análise rítmica das chuvas a partir de uma compilação dos dados pluviométricos disponíveis e produz cartogramas com sua distribuição no perfil Ubatuba (SP) - Campos do Jordão (SP). A proximidade da Serra do Mar com o Oceano Atlântico, combinada com sua orientação perpendicular à ação da Massa Tropical Atlântica de ar realça os altos índices pluviométricos da região, influenciados de sobremaneira pelo efeito orográfico.

Em 1990, Sant'Anna Neto elabora um trabalho que agrega às leituras de Monteiro (1973) e Conti (1975) na tentativa de procurar compreender as particularidades do clima da região costeira do Sudeste do Brasil como uma sucessão de ciclos de atividade e interação de diferentes massas de ar. Analisando dados pluviométricos de estações ao longo do litoral sudeste, Sant'Anna Neto (1990) coloca em destaque a influência da interação da Massa Tropical Atlântica com a orografia na produção de chuvas. Segundo o autor, 77% das chuvas anuais são formadas a partir dessa dinâmica.

Mais recentemente, em 2007, no departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, dois autores, Pellegatti (2007) e Milanesi (2007), trabalharam com perfis pluviométricos na escala local, no litoral paulista, em dissertações de mestrado.

O estudo de Pellegatti (2007) realizou-se em um perfil passando desde a baixada santista até o município de São Paulo. Com dados de postos pluviométricos em diversas cotas altimétricas, a proposta foi de assim como o presente trabalho avaliar as diferenças de volume de chuva em diversas altitudes do perfil em eventos de chuvas intensas, proposta que foi colocada em maior evidência em artigo (PELLEGATTI, 2010). O que se observou, a partir dos dados foi que as estações mais próximas do litoral registraram em muitos casos início de chuva antes das estações no sentido de São Paulo, o que sugere e reforça a análise da forte influência do Sistema Polar Atlântico no Centro-Sul do Brasil na formação das chuvas na região sudeste do Brasil (MONTEIRO, 1973). Além disso, verificou-se que o pluviômetro localizado em São Paulo, no IAG – USP registrou a menor precipitação nos episódios analisados, corroborando para a teoria da “sombra de chuva”.

O presente trabalho vem de encontro a esse impulso de Setzer e posteriormente de Pellegatti de estudar os perfis pluviométricos nas regiões litorâneas por onde passa a Serra do Mar e onde temos uma grande riqueza geomorfoclimática.

Já o trabalho de Milanesi (2007) foi feito na ilha de São Sebastião, no litoral paulista. Consistiu na instalação de pluviômetros em um perfil no sentido Leste-Oeste e coleta mensal de dados de pluviometria. O que se verificou foi uma forte influência da orografia na formação de chuvas. Um dos pluviômetros da vertente oceânica registrou mais do que o dobro de chuva do que um dos que estava na vertente continental no ano hidrológico 2004/2005, fortalecendo a teoria de "sombra de chuva" na vertente a sotavento. Milanesi chegou a calcular um gradiente pluviométrico de acréscimo médio de 2,5 mm de chuva a cada metro de elevação.

Candido e Nunes, dois dos autores do mencionado capítulo do livro *Clima e Tempo* (CANDIDO *et al.* 2009), produziram em 2008 um estudo também relacionando a variação da altimetria com as variações na precipitação (CANDIDO e NUNES, 2008) na região do Vale do Rio Tietê. A partir de dados do DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo, em uma série de 30 anos, entre 1970 a 1999. Sobre uma carta topográfica do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística os autores montaram um Modelo Digital do Terreno (MDT) e cruzaram os dados de chuva com as altitudes dos pontos de coleta. Fizeram uma avaliação sazonal e anual das precipitações e verificaram que

ã distribuição espacial das precipitações é mais regular nas áreas menos elevadas e mais planas, pois a morfologia do terreno exerce pouca influência na intensificação das chuvas nesses locais. Há uma coincidência entre as altitudes menos elevadas e as menores pluviometrias; é o caso do Vale do Rio Tietê, que apresenta valores abaixo da média em todos os períodos avaliados.(CANDIDO e NUNES, 2008, pag. 24)

Os autores também verificaram no inverno uma menor atuação do efeito orográfico, associada à gênese de chuva prevalecente nesse período, do tipo predominantemente frontal, que são precipitações espacialmente e temporalmente mais abrangentes, pouco influenciadas pela orografia. Ao contrário no verão predominam as precipitações convectivas, como resultado da combinação entre a disponibilidade de umidade e altas temperaturas.

Uma pesquisa contemporânea a esta é a de Oliveira (2015). Também ela fez um estudo em um perfil longitudinal próximo ao desse estudo, entre os municípios de Paraty (RJ) e Campos do Jordão (SP). A autora avaliou os volumes de chuva em uma série de 21 anos (de 1982 a 2002) em quatro postos pluviométricos nos municípios de Campos do Jordão, Taubaté e Cunha no estado de São Paulo e em Paraty no Rio de Janeiro. Ela confrontou os dados levantados com os trabalhos de Setzer (1946) que comentamos anteriormente e Milanesi (2007) e verificou uma correlação forte com o trabalho do primeiro autor, mesmo com metodologias distintas. No entanto o posto de Paraty apresentou 50% menos de chuva do que o que Setzer (1946) tinha encontrado em Ubatuba, onde a autora esperava encontrar uma correspondência maior. Por esta razão ela sugeriu uma possível falha no banco de dados de Paraty. Em relação a Milanesi (2007), ela verificou a presença do efeito orográfico nos postos estudados no perfil assim como o autor encontrou em Ilha Bela (São Sebastião-SP). Outra correspondência com o estudo de Milanesi (2007) encontrada por Oliveira (2015) em seu perfil foi a maior quantidade de chuva nas vertentes a barlavento, mesmo considerando escalas de diferentes amplitudes e contextos geográficos.

O município litorâneo do perfil, Arraial do Cabo, possui anormalidades térmicas causadas pelo fenômeno da ressurgência. Procuramos trabalhos que tivessem estudado esse fenômeno e só encontramos o Silva *et al*, 2001, de resto somente se faz menção ao

fenômeno. Silva *et al*, 2001, fazem um estudo levando em consideração somente o aspecto térmico das águas marítimas, demonstrando que de fato as águas são mais frias, resfriando a temperatura do ar naquela região. No entanto não estudou como esse fenômeno influencia o regime de chuvas.

Materiais e Procedimentos

Delimitação do Perfil

O perfil foi delimitado a partir da disponibilidade de pluviômetros com dados de qualidade. Diferente do que fez Milanesi (2007), onde foi montado uma série de coletores para realizar o estudo, neste trabalho fizemos uma compilação a partir de dados já coletados por instituições. A princípio seriam usados os dados dos pluviômetros do Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro (SIMERJ), do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Rio de Janeiro (CBMERJ) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Buscamos um perfil que passasse por alguma serra ou montanha de modo que se tornasse perceptível o efeito orográfico sobre as chuvas. Acessando o sítio do SIMERJ, tem-se acesso a uma imagem com a localização dos pluviômetros do CBMERJ. Se vê uma grande quantidade de pluviômetros ao sul do estado, revelando um perfil em potencial. No entanto, o perfil formado por essas estações não apresenta grandes variações altimétricas que possibilitariam a visualização do efeito orográfico. Em função disso, foi escolhido o perfil mais ao norte por conta de sua maior diversidade altimétrica (Figuras 9 e 10). Nas outras instituições que se pretendia usar os dados encontramos outras três estações que comporiam o perfil, estendendo-se por 167 quilômetros (calculado com o aplicativo Google Earth (2013)).

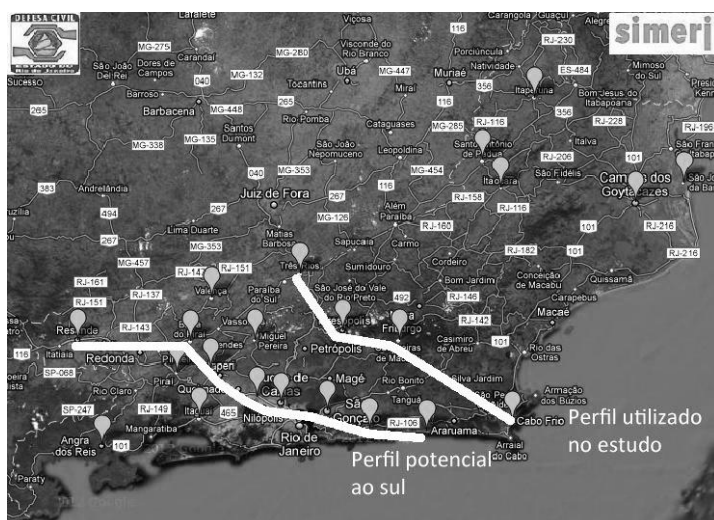


Figura 9 - Localização dos pluviômetros do CBMERJ no estado do Rio de Janeiro com perfis em potencial e utilizado no estudo. Fonte: www.simerj.com

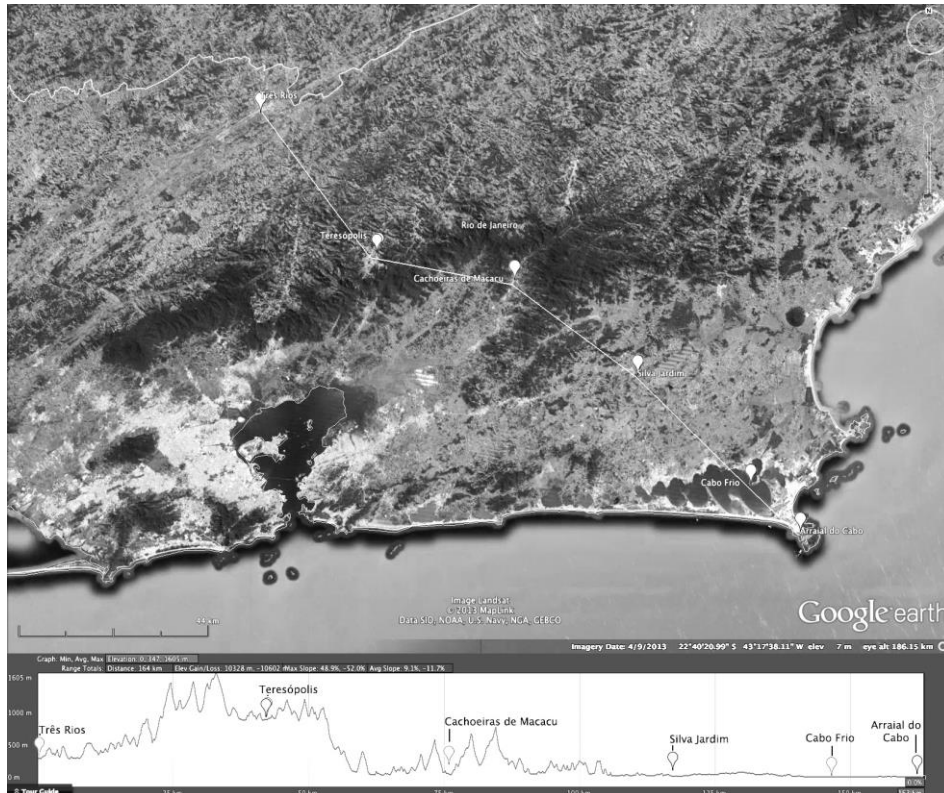


Figura 10 - Localização das estações levantadas com perfil topográfico. Elaborado com o aplicativo Google Earth (2013).

Coleta de Dados

Os dados do SIMERJ e do CBMERJ foram obtidos através do portal do SIMERJ: www.simerj.com⁵. No sistema estava disponível uma tabela em formato de imagem (.jpg) para a estação de Teresópolis (SIMERJ) para cada mês, com dados de temperatura, vento radiação além de precipitação, como na Figura 12. E uma tabela também no formato de imagem (.jpg) para todas as estações da rede CBMERJ por mês, somente com os dados de precipitação, como na Figura 11.

⁵ Os dados foram coletados em agosto de 2013. No entanto, em agosto de 2015 o site estava fora do ar.

Rede Pluviométrica CBMERJ - Janeiro 2010																																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total	Dias	Max		
Angra dos Reis	148,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	44,3	6,4	56,0	3,6	0,8	0,0	0,0	2,0	0,0	60,0	9,0	17,5	17,0	6,5	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	388,7	14	148	
Barra do Pirai	3,7	ND	ND	0,0	0,0	2,4	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ND	ND	26,0	ND	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,5	3,5	0,0	34,7	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,6	9	35		
Cabo Frio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0	0	0
Cach. de Macacu	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,5	0,0	0,0	0,0	ND	0,0	15,5	28,5	4,0	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,6	25,0	0,0	12,9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	103,0	9	29		
Campos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0	0	0	
Cantagalo	6,5	0,0	ND	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ND	0,0	12,6	0,0	4,3	32,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	131,9	5	76		
Duque de Caxias	40,2	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	56,0	67,5	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	1,3	8,7	14,7	ND	5,1	85,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	307,9	12	86		
Itaguaí	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	8,2	0,0	37,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	91,2	7	38		
Itaocara	ND	0,0	ND	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,6	2	67		
Maricá	0,7	0,0	0,0	ND	ND	0,0	0,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	8,3	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	5	16		
Miguel Pereira	13,0	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,0	56,0	24,4	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	ND	21,0	2,0	24,1	52,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	315,1	11	78		
Nova Iguaçu	9,5	4,2	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	50,1	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0	ND	38,3	30,0	0,0	0,0	0,0	40,5	11,6	ND	43,5	0,0	90,8	72,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	465,2	12	91		
Paracambi	ND	0,0	ND	ND	ND	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ND	ND	52,5	ND	ND	0,0	0,0	ND	58,8	0,0	14,5	0,0	4,5	16,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	162,9	6	59		
Pirai	4,0	0,0	0,0	ND	0,0	16,5	ND	5,2	0,0	0,0	0,0	28,4	8,5	22,2	46,8	0,0	0,0	0,0	14,8	0,0	1,5	43,3	8,2	34,0	34,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	268,2	13	47			
Resende	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0	0	0	
São Gonçalo	ND	ND	ND	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ND	ND	9,0	ND	ND	0,0	0,0	10,0	0,0	10,2	ND	ND	12,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	60,1	5	18		
S. João da Barra	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ND	ND	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	1	5,6		
Saquarema	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0	0	0	
Sto. A. de Pádua	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0	0	0	
Três Rios	19,0	ND	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	8,2	0,0	0,0	0,0	0,5	8,8	2,6	41,7	6,4	16,5	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	149,5	11	42			
Valença	10,0	5,5	0,0	ND	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,0	2,2	0,0	0,0	0,0	49,4	2,0	0,0	0,0	36,5	0,0	16,7	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	175,3	10	49			

ND	Não disponível
Max	Chuva máxima no mês
Dias	Nº de dias de chuva no mês

Figura 11 - Exemplo de como os dados das estações da CBMERJ foram obtidos

Teresópolis - Abril / 2007								
	Temp. Média	Temp. Máxima	Temp. Mínima	UR (%)	Chuva 24h	Rad Solar Global	Vento Máximo	Vento Médio
1	18,8	30,5	12,5	87,1	0,0	19,9	21,1	3,0
2	20,4	29,5	12,5	83,9	0,0	11,3	14,3	2,9
3	17,4	30,0	12,5	85,9	0,0	2,6	11,0	2,5
4	19,2	31,0	12,5	88,4	0,0	9,4	17,4	3,1
5	20,6	31,0	13,0	89,5	3,8	21,5	18,4	3,8
6	21,8	28,0	18,0	78,1	0,8	14,3	19,3	4,4
7	20,6	26,5	16,5	81,4	0,0	12,5	38,0	2,5
8	21,9	27,5	16,5	82,5	3,0	12,3	12,1	3,1
9	18,1	27,5	15,5	93,0	1,8	3,3	20,8	2,6
10	22,1	27,5	15,5	77,0	0,0	24,9	20,6	5,7
11	20,8	28,5	15,0	80,3	0,3	22,2	13,7	2,4
12	18,1	28,5	12,5	85,5	0,0	12,4	14,2	2,4
13	18,1	28,0	12,5	86,9	0,0	19,4	23,2	2,0
14	19,8	28,5	12,5	82,0	5,5	19,0	18,2	3,2
15	20,4	28,5	13,5	83,9	5,3	18,4	29,0	2,4
16	18,9	28,5	15,0	91,3	1,5	17,4	14,9	1,4
17	19,4	28,5	15,0	87,4	2,0	12,8	16,4	2,8
18	18,1	28,0	15,0	92,6	0,3	7,5	14,8	1,9
19	20,3	28,0	16,0	84,5	0,0	15,6	19,2	3,9
20	18,8	26,5	15,5	90,3	0,0	10,2	10,0	2,4
21	20,7	27,5	15,5	84,8	0,0	14,1	11,3	1,9
22	20,9	29,5	15,5	85,9	0,0	10,1	14,5	1,9
23	21,2	29,5	16,5	82,1	0,0	17,3	11,6	2,5
24	20,6	28,5	15,0	82,3	0,0	17,0	13,2	2,6
25	21,2	32,5	14,5	83,3	0,0	25,5	10,4	2,0
26	21,4	30,0	15,0	81,6	0,0	17,0	15,2	2,2
27	20,9	30,0	15,0	85,0	14,3	10,2	32,3	5,9
28	18,0	29,5	14,5	83,5	2,0	13,3	24,3	4,5
29	18,3	25,0	12,0	82,0	0,0	19,2	20,1	4,2
30	18,3	24,0	14,5	86,6	0,0	10,3	16,2	5,0
31								
MÉDIA	19,8	28,6	14,5	84,9		14,7		3,0
MÁXIMO		32,5			14,3	25,5	38,0	
MÍNIMO			12,0			2,6		
Chuva acumulada no mês:					40,3			
Dias com chuva:					12			
								CPTEC/SIMERJ

Figura 12 - Exemplo de como os dados da estação de Teresópolis do SIMERJ foram obtidos

Depois de obtidos todos as imagens para todos os meses, utilizou-se de uma ferramenta de leitura eletrônica de imagens (Optical Character Recognition [OCR] em inglês) no

sítio www.onlineocr.net⁶, para transformar as imagens em tabelas numéricas. O processo é bastante simples, porém bem trabalhoso e exige cuidado para conferir os dados.

Já os dados do INMET foram solicitados através do portal eletrônico www.inmet.gov.br e recebidos via e-mail com dados horários. Esses dados horários foram agregados em dados diários de modo a serem comparáveis com os dados das outras instituições e por ser essa a abordagem do estudo.

Desse modo obtivemos os seguintes postos pluviométricos (Quadro 2) distribuídos espacialmente conforme consta na Figura 10.

Quadro 2 - Estações Meteorológicas cujos dados foram coletados.

Estações						
Nome/ Município	Orgão Responsável	Coordenadas em graus		Altitude (m)	Série Histórica	Falhas (%)
		Sul	Oeste		Início - Fim	
Arraial do Cabo	INMET	22,97	42	4	Setembro de 2006 - Atualmente	0%
Cabo Frio	CBMERJ	22,92	42,1	10	Setembro de 2005 - Setembro de 2012	60%
Silva Jardim	SIMERJ	22,59	42,3	63	Janeiro de 2007 - Julho de 2012	70%
Cachoeiras de Macacu	CBMERJ	22,33	42,6	115	Setembro de 2005 - Setembro de 2012	18%
Teresópolis	SIMERJ	22,32	42,9	915	Janeiro de 2007 - Julho de 2012	2%
Teresópolis	CBMERJ	22,33	43	920	Setembro de 2005 - Setembro de 2012	55%
Teresópolis	INMET	22,33	43	920	Janeiro de 2006 - Atualmente	0%
Três Rios	CBMERJ	22,1	42,2	294	Setembro de 2005 - Setembro de 2012	11%

Tivemos dois problemas nessa coleta inicial. O primeiro é que algumas estações apresentavam muitas falhas. Três das estações estavam com mais do que 50% de falhas, o que compromete sobremaneira os cálculos de médias de chuva, que é um dos aspectos que se deseja estudar. Outra questão foi a pluralidades de órgãos responsáveis pela coleta dos dados.

⁶ Dos compilados em agosto de 2013.

De modo que optamos por utilizar somente as estações do INMET, de Arraial do Cabo e Teresópolis, e do CBMERJ, de Cachoeira de Macacu e de Três Rios que apresentavam poucas falhas e registros significativos ao longo do perfil (Figura 14). Desse modo, ficamos com os dados de somente duas instituições, diminuindo em certa medida o problema da pluralidade das instituições fornecedoras de informações. O recorte temporal da série histórica das estações foi de janeiro de 2007 a dezembro de 2011, completando 5 anos de série (Quadro 3).

Quadro 3 - Estações meteorológicas utilizadas no estudo.

Estações						
Nome	Orgão Responsável	Coordenadas em graus		Altitude (m)	Série Histórica Início - Fim	Falhas (%)
		Sul	Oeste			
Arraial do Cabo	INMET	22,97	42	4	Janeiro 2007 - Dezembro 2011	0%
Cachoeiras de Macacu	CBMERJ	22,33	42,6	115	Janeiro 2007 - Dezembro 2011	18%
Teresópolis	INMET	22,32	42,9	915	Janeiro 2007 - Dezembro 2011	0%
Três Rios	CBMERJ	22,1	42,2	294	Janeiro 2007 - Dezembro 2011	11%

Os dados dos postos de Arraial do Cabo e de Teresópolis são coletados automaticamente através das EMAs (Estação Meteorológica Automática) do INMET localizada no município de Arraial do Cabo-RJ e Teresópolis (Quadro 3 e Figura 13). Além dos dados horários de pluviometria, essa estação também coleta e fornece de hora em hora dados de temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar máxima e mínima, pressão atmosférica máxima e mínima, direção, velocidade e rajada do vento e quantidade de radiação.



Figura 13 - Estação Meteorológica Automática com destaque para o pluviômetro. Fonte: www.inmet.com

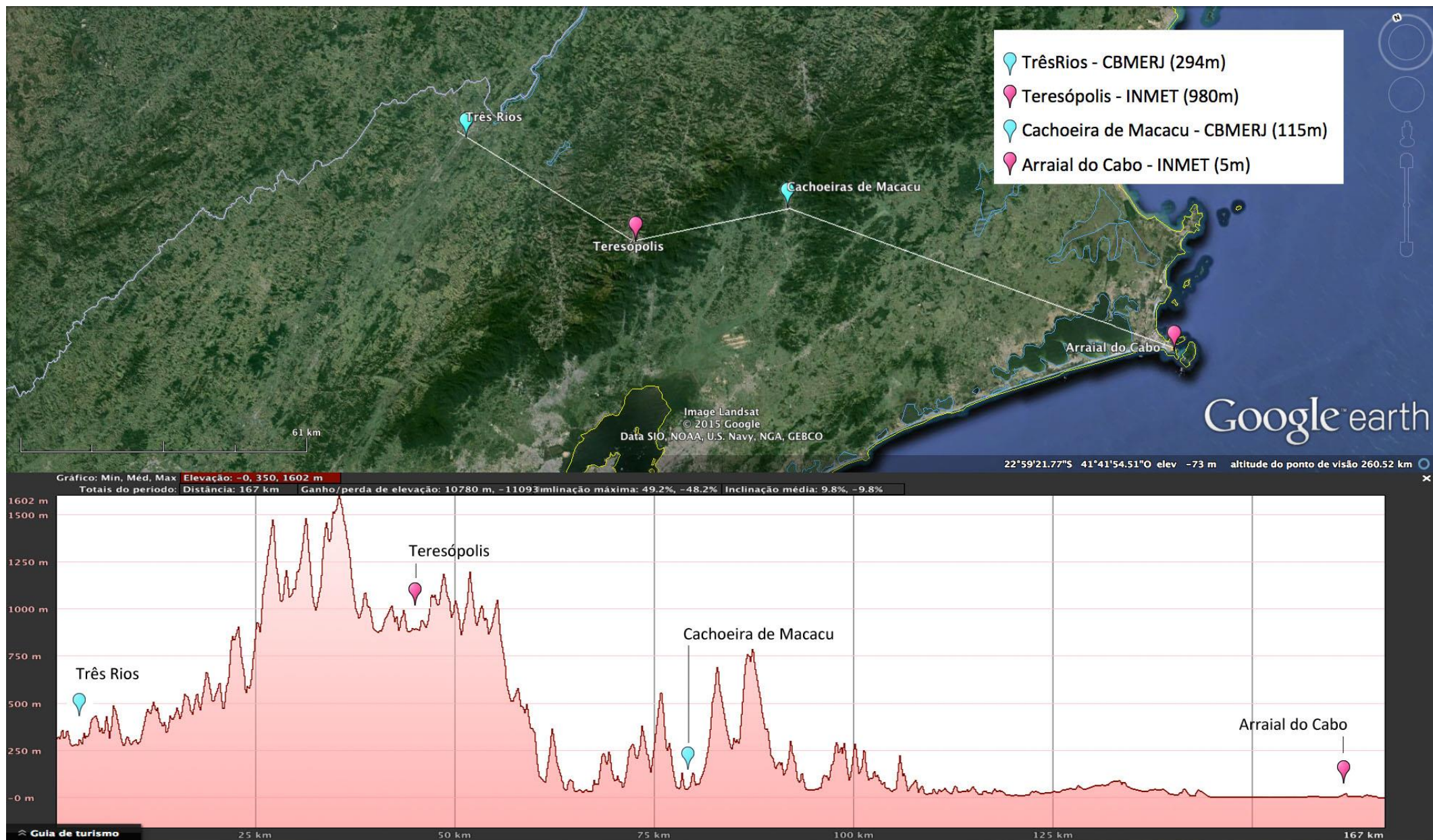


Figura 14 - Localização das Estações utilizadas e Perfil Altimétrico no Estado do Rio de Janeiro - Brasil. Elaborado com aplicativo Google Earth (2015)

Nas outras duas estações os dados de pluviometria são coletados manualmente por meio dos pluviômetros do tipo Ville de Paris (Figura 15), em unidades do CBMERJ, nos municípios de Cachoeiras de Macacu-RJ e Três Rios-RJ (Quadro 3 e Figura 14).



Figura 15 - Pluviômetro Ville de Paris do CBMERJ. Fonte: www.simerj.com

Os dados das quatro estações foram agregados em uma única planilha, de modo a permitir montar os gráficos e cálculos para o presente estudo. As falhas foram preenchidas a partir da média dos valores medidos nos meses correspondentes (por exemplo as falhas da estação do CBMERJ de Cachoeira de Macacu no mês de janeiro foram preenchidas com o valor da média de chuva calculada para esse mês nessa estação com os dados válidos). Os valores assim estimados foram destacados em vermelhos. Esse cuidado é necessário para não comprometer os cálculos das médias e para tentar minimizar as distorções decorrentes das falhas.

Assim ficou completa a série que se pretendia estudar, de janeiro de 2007 a dezembro de 2011, totalizando 1826 dias.

Os cálculos e gráficos realizados serão apresentados e analisados no item Discussão. Todos os cálculos e construções gráficas foram realizados com o software Microsoft

Office Excel, utilizando principalmente o recurso da tabela dinâmica para agregar os dados, localizar as falhas e calcular as somas e médias.

As imagens aéreas e os perfis foram obtidos com o aplicativo Google Earth e a montagem com o perfil e o gráfico foi feita com o Photoshop da Adobe.

Os períodos úmido e seco foram definidos considerando-se os meses que tiveram maiores e menores médias de chuva, respectivamente. Os meses do período seco vão de abril a setembro e do período úmido vão de outubro a março. Os meses considerados nesse estudo como sendo de primavera e verão correspondem ao período chuvoso, portanto outubro a dezembro para a primavera e janeiro a março para o verão. O outono considerou-se os meses de abril a junho e inverno de julho a setembro. Na bibliografia levantada também verificamos uma organização semelhante para estudos de chuva (ALVES, GALVANI, 2012) e (CANDIDO, NUNES, 2008).

Depois de obtidos os valores das médias mensais para cada pluviômetro, procuramos as normais climatológicas no site do INMET (acessado em dezembro de 2015) para confrontá-las com os valores do presente trabalho. No entanto, somente a estação de Teresópolis tinha a normal climatológica disponível. Os valores de Arraial do Cabo foram confrontados com a normal climatológica do município vizinho, Cabo Frio.

Resultados e Discussão

1 - Precipitação absoluta mensal para os diferentes anos da série.

O primeiro cálculo que realizamos foi o total de chuva registrado para cada estação em cada mês entre os anos de 2007 e 2011. Elaboramos 12 gráficos, uma para cada mês, com as diferenças entre as estações em cada ano. (Figuras 16-27)

Podemos observar nas figuras o quanto as chuvas variam de um ano para outro e como o que se apresenta como uma tendência pode não acontecer em determinado ano, por exemplo em janeiro a estação meteorológica de Teresópolis apresenta os maiores índices pluviométricos, com exceção do ano de 2007.

Esse fenômeno está relacionado à discussão levantada no item Revisão Bibliográfica, em que mencionamos a diferenciação entre clima e tempo. No caso mencionado acima, as diversas séries sugerem que, no mês de janeiro, a estação de Teresópolis seja a mais chuvosa, porém isso não vai determinar que sempre seja assim.

É muito importante termos isso em mente quando fizermos as avaliações das médias, pois estas justamente escondem os valores extremos e fora das tendências.

Em alguns meses, em algumas estações, observamos uma certa constância da quantidade de chuva. Já na maioria dos casos, fica bastante evidente a variabilidade das chuvas de ano para ano. Destacamos aqui algumas observações:

-No mês de janeiro em 2007 todas as estações registraram chuvas duas ou até três vezes mais intensas que no ano de menor chuva, 2010 para este mês. A maior quantidade de chuva foi em Cachoeira de Macacu, com 854 mm, em 2007. O maior valor mensal que encontramos entre todas as estações, meses e anos. No entanto nos outros anos esta estação apresentou valores inferiores aos de Teresópolis (Figura 16).

-Em fevereiro a estação meteorológica de Teresópolis foi a que registrou o maior acumulo de chuva; 452 mm em 2008. Dez vezes mais do que em 2010 onde registrou somente 37 mm. A relação entre as estações meteorológicas não foi constante ao longo dos anos quanto o foi nos outros meses avaliados. Somente em relação a Arraial do

Cabo verificou-se ser sempre a estação com menor quantidade de chuva neste mês (Figura 17).

-Em março observamos as estações de Teresópolis e Cachoeira de Macacu com valores bem próximos. Com exceção do ano de 2008 onde aquela apresentou uma quantidade bem superior à esta. A estação de Três Rios registrou valores bem próximos no decorrer dos anos, variando entre 54-88 mm (Figura 18).

-Em abril verificamos valores nitidamente inferiores em Três Rios em todos os anos da série. Em 2008, 2009 e 2011 as outras três estações apresentaram valores próximos umas das outras. Em Arraial do Cabo tivemos uma variabilidade muito grande da quantidade de chuva. A máxima foi de 339 mm em 2010 e a mínima de 36 mm em 2007 (Figura 19).

-Em maio, a quantidade de chuva é bem inferior aos meses anteriores, mal ultrapassando 200 mm. Somente em Teresópolis, no ano de 2009 a quantidade de chuva no mês ultrapassou essa marca. Três Rios novamente apresentou os menores índices, com apenas 8 e 6 mm em 2008 e 2009, respectivamente (Figura 20).

-Em junho apenas em Teresópolis choveu mais do que 100 mm, em 2009 e 2010. Variando bastante nos outros anos. Já em Arraial do Cabo os valores foram bem constantes, variando entre 21 e 57 mm. Em 2008, 2009 e 2010, observamos valores crescentes de chuva em Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu e Teresópolis (Figura 21).

-Em julho tivemos o registro de valores bem extremos e variáveis. Enquanto em 2008 e 2011 Teresópolis registrou mais de 100 mm de chuva, em 2008 e 2010 praticamente não choveu, apenas 22 e 8 mm, respectivamente. Arraial do Cabo também apresentou registros bem variados. Em 2008, apenas 3 mm foram registrados, enquanto que em 2010, foi atingida a marca de 156 mm, o maior valor entre todas as estações nesse mês (Figura 22).

-Os anos de 2008, 2009 e 2011 tiveram um mês de agosto relativamente parecidos, com menos de 10 mm de chuvas em Três Rios e com quantidade de chuva crescente em Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, nessa ordem (Figura 23).

-Em setembro verificamos índices pluviométricos em Teresópolis superando em todos os anos os das outras estações. Com exceção do ano de 2009, quando registrou quase 100 mm e mais do que o dobro do que as outras duas estações, Três Rios teve menos do que 35 mm e em dois anos quase não registrou chuvas (Figura 24).

-Em outubro constatamos um aumento considerável de chuva em relação aos 5 meses anteriores. Todas as estações apresentaram em pelo menos dois dos anos da série mais de 100 mm de chuva. Mais uma vez, Teresópolis registrou índices bem superiores, chegando a 483 mm, enquanto que o máximo para todas as outras estações meteorológicas foi de 148 mm para Três Rios em 2009 (Figura 25).

-Em novembro observamos ainda um aumento das chuvas em relação ao mês anterior. Teresópolis apresentou os maiores valores de chuva em todos os anos da série, com exceção de 2011, onde Três Rios, Teresópolis e Cachoeira de Macacu registraram quase a mesma quantidade de chuva, próxima dos 250 mm. Arraial do Cabo foi a estação menos chuvosa em todos os anos (Figura 26).

-Em dezembro as estações de Arraial do Cabo e Cachoeira de Macacu registraram quantidade de chuva bastante constante ao longo dos anos da série. Entre 100-160 mm e 300-420 mm, respectivamente. Já as outras duas estações tiveram uma variabilidade bem maior, com chuvas entre 80-340 mm e 370-710 mm para Três Rios e Teresópolis, respectivamente (Figura 27).

Elencamos nesse item algumas peculiaridades dos valores obtidos nos meses ao longo dos anos nas estações. Como mencionado, as médias que calculamos e discutiremos no próximo item dissolvem essa variabilidade e esses extremos.

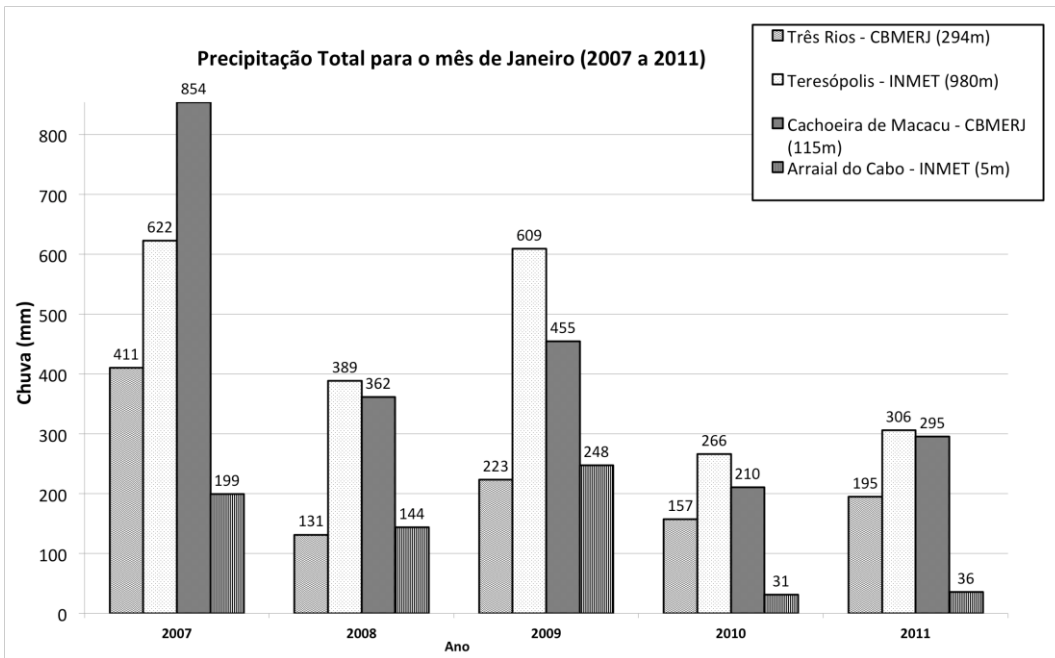


Figura 16 - Registros de chuva nos meses de janeiro entre 2007 e 2011.

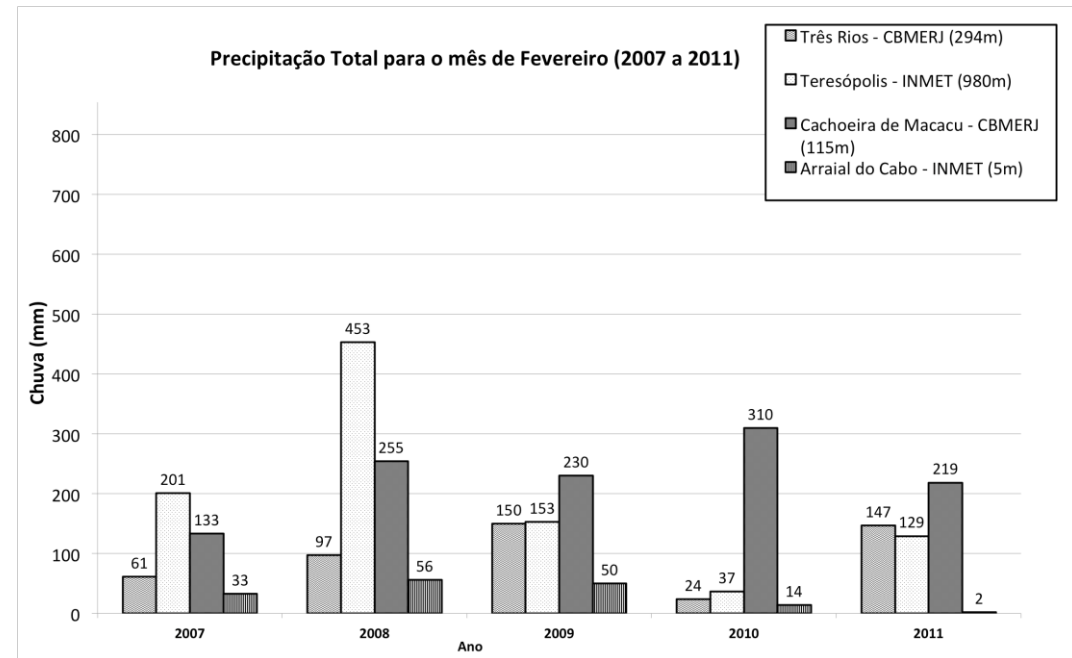


Figura 17 - Registros de chuva nos meses de fevereiro entre 2007 e 2011.

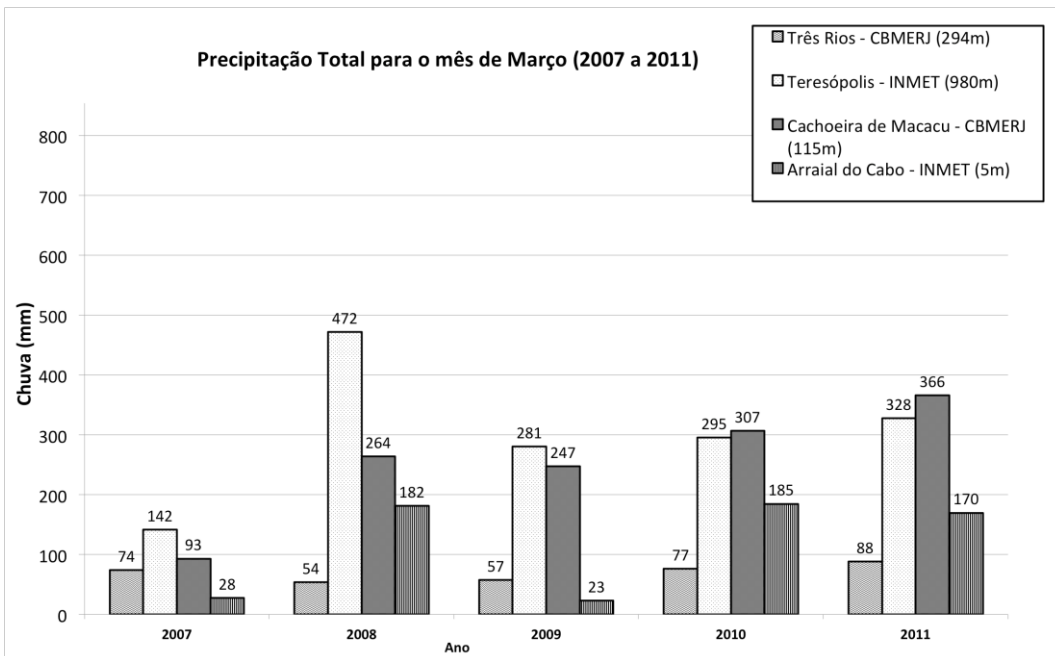


Figura 18 - Registros de chuva nos meses de março entre 2007 e 2011.

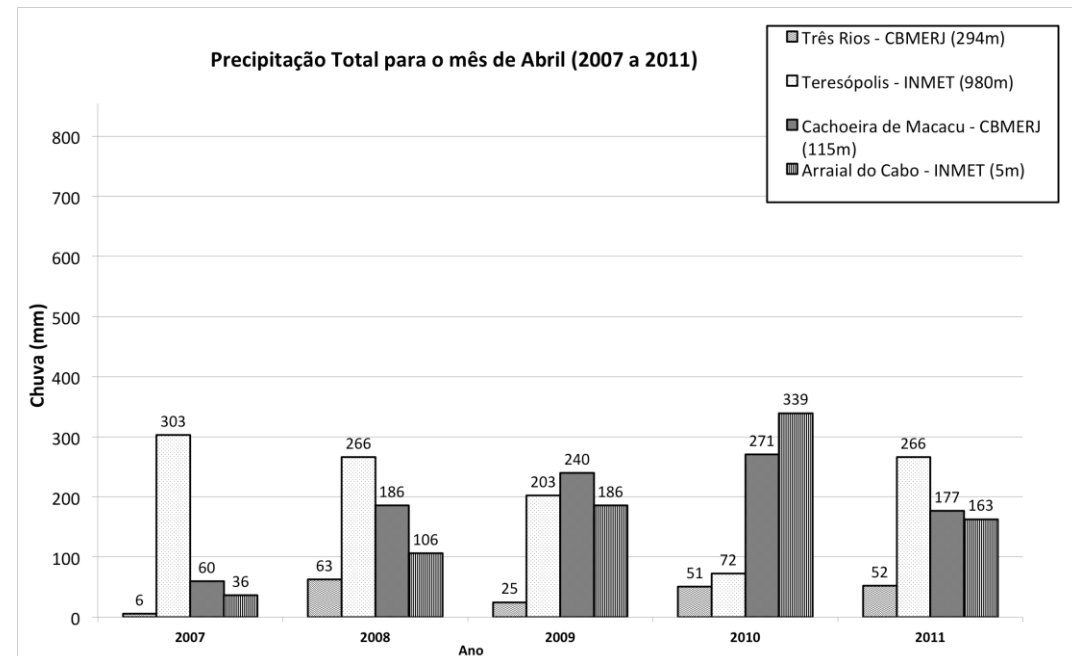


Figura 19 - Registros de chuva nos meses de abril entre 2007 e 2011.

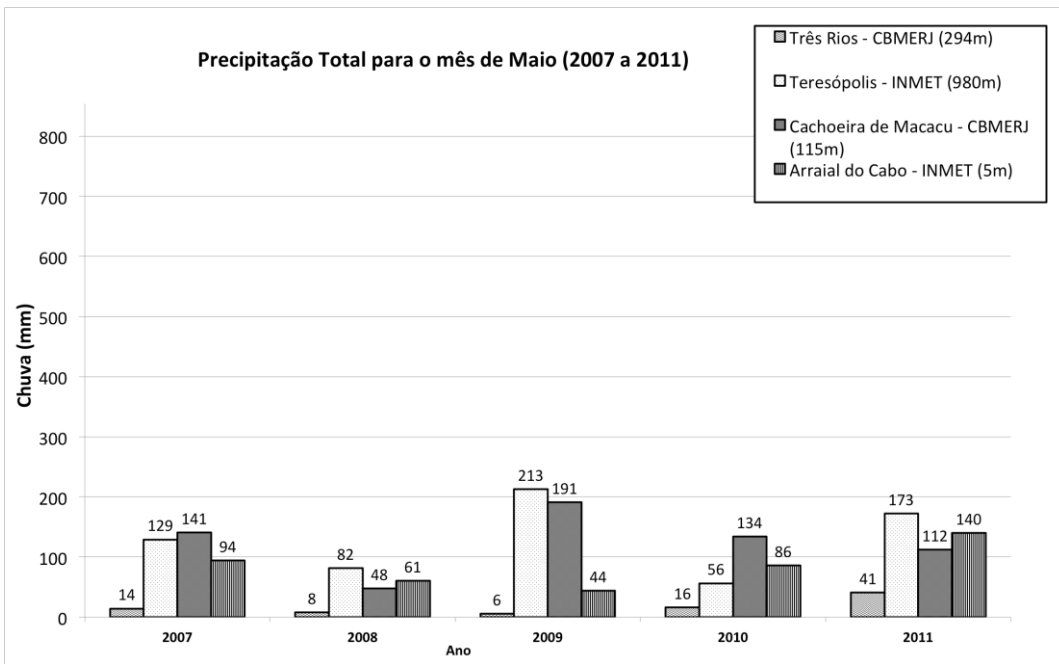


Figura 20 - Registros de chuva nos meses de maio entre 2007 e 2011.

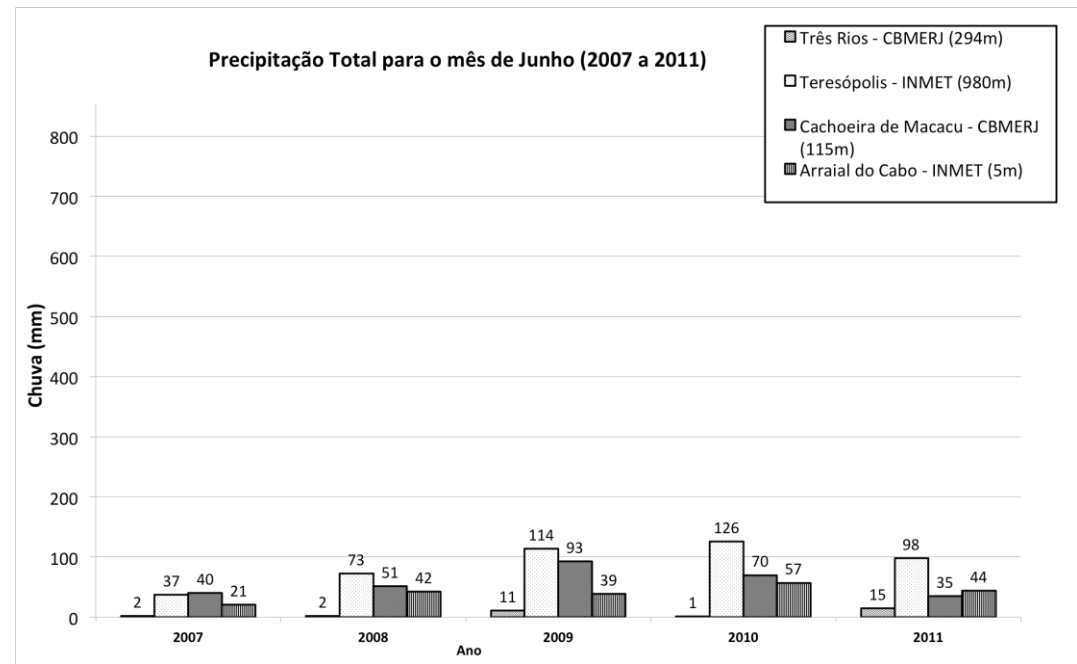


Figura 21 - Registros de chuva nos meses de junho entre 2007 e 2011.

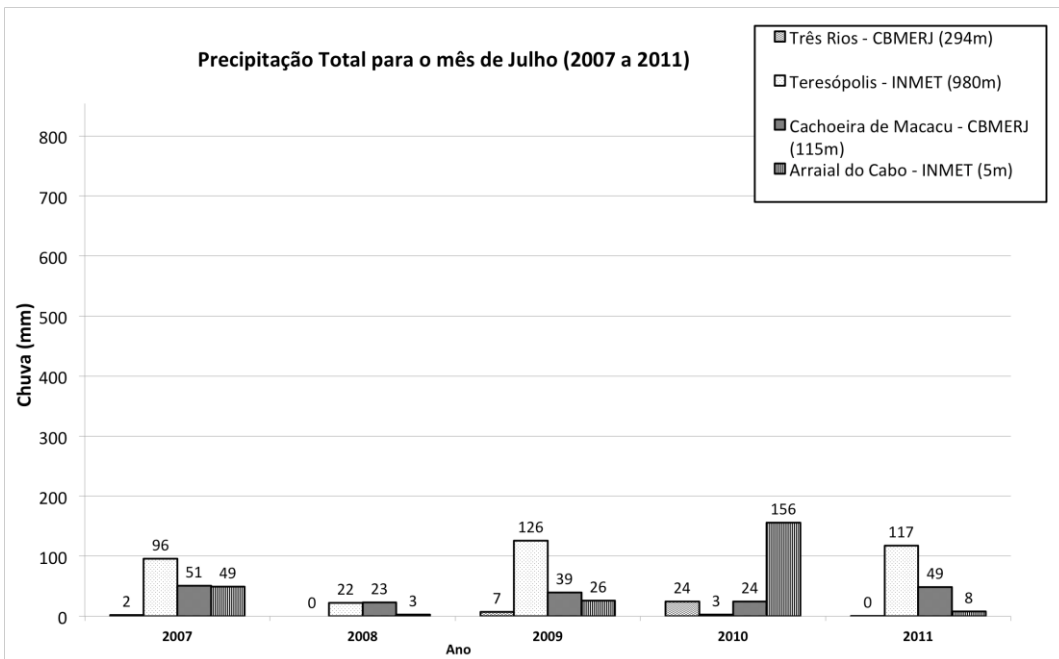


Figura 22 - Registros de chuva nos meses de julho entre 2007 e 2011.

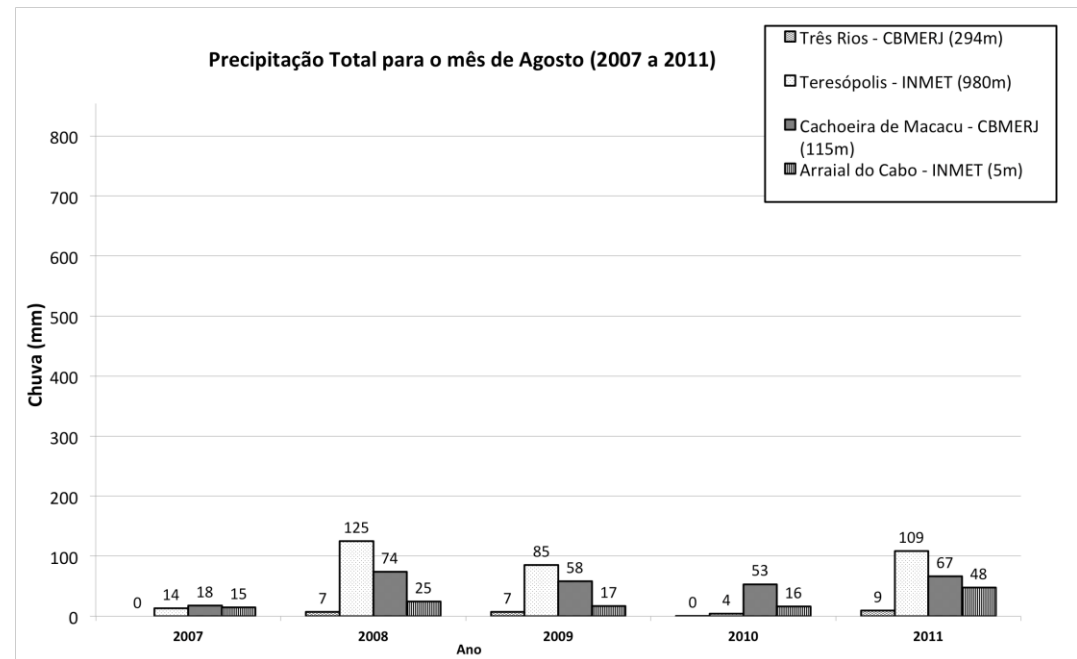


Figura 23 - Registros de chuva nos meses de agosto entre 2007 e 2011.

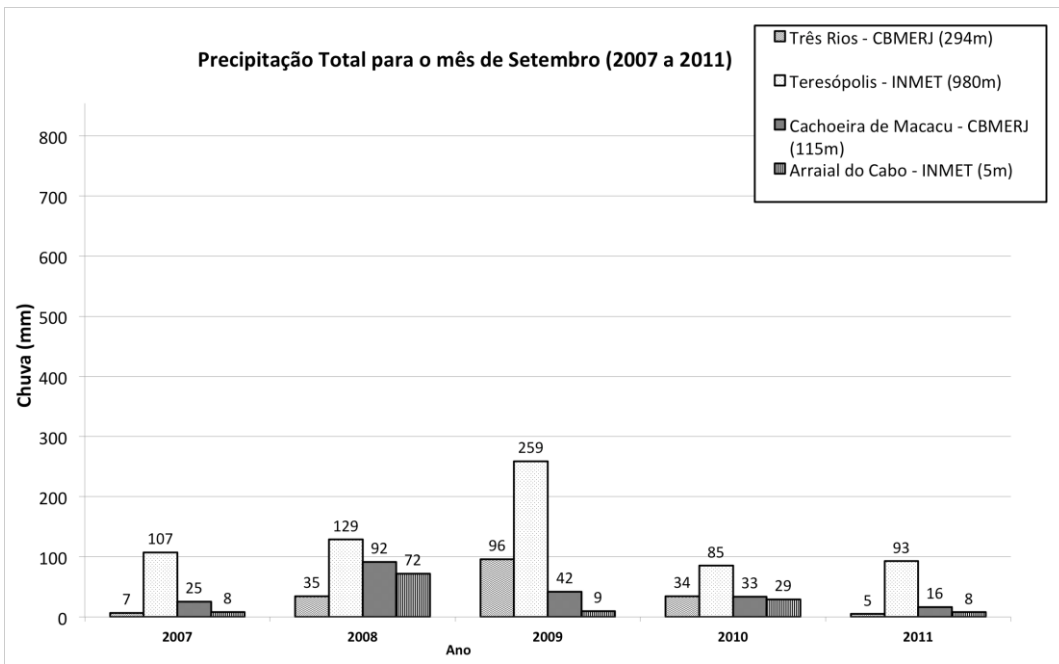


Figura 24 - Registros de chuva nos meses de setembro entre 2007 e 2011.

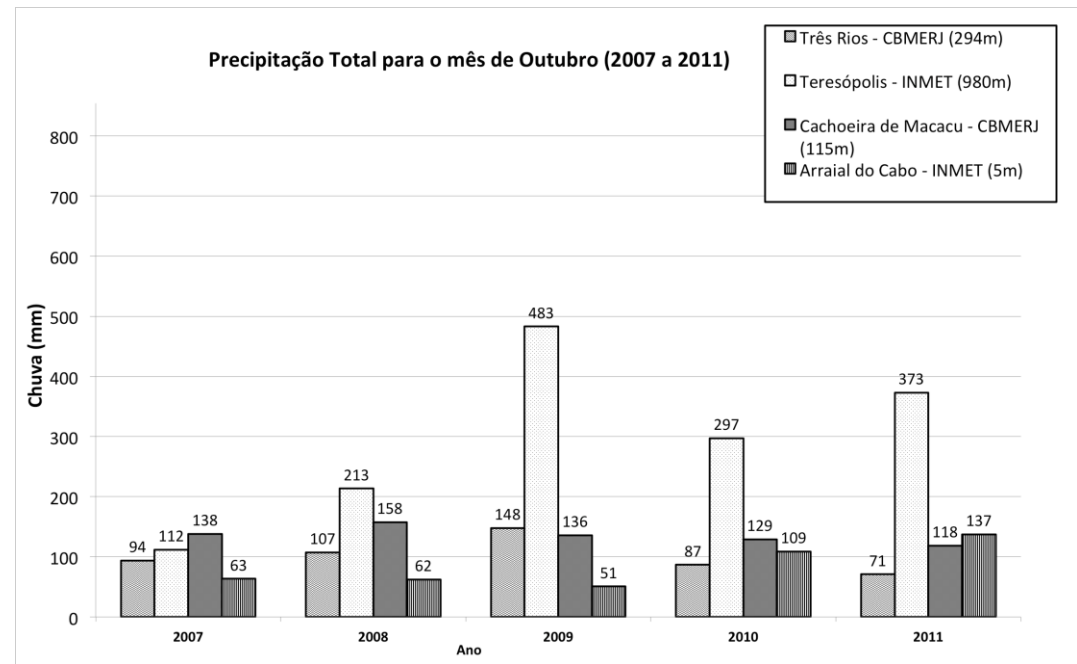


Figura 25 - Registros de chuva nos meses de outubro entre 2007 e 2011.

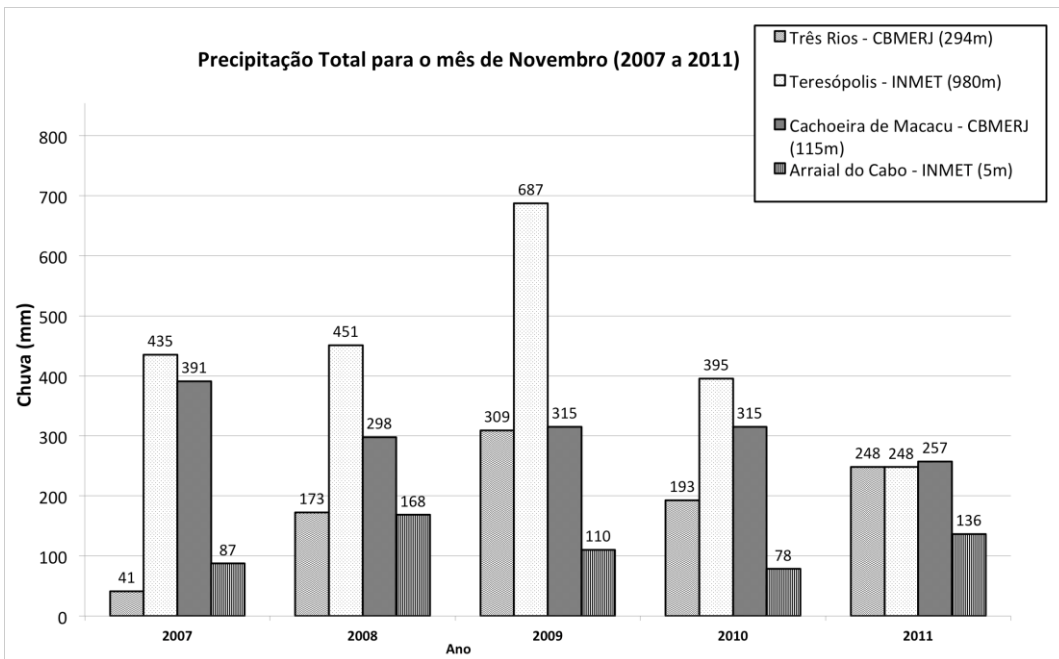


Figura 26 - Registros de chuva nos meses de novembro entre 2007 e 2011.

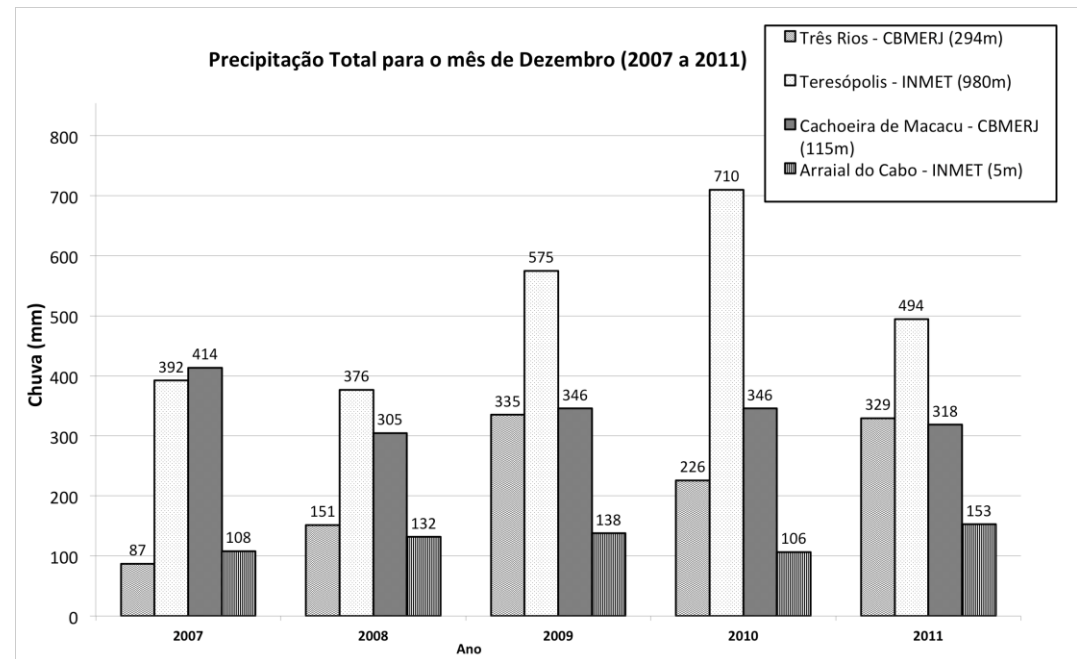


Figura 27 - Registros de chuva nos meses de dezembro entre 2007 e 2011.

2 - Precipitação Média Mensal

Calculamos as médias mensais e construímos um gráfico para cada mês separadamente. Verificamos que a média das chuvas apresenta elevada variabilidade ao longo do ano e, assim como nos valores absolutos anteriormente avaliados, a relação entre a chuva das estações em cada mês também varia. Discutiremos nesse item como ficaram essas médias e veremos que existem duas tendências principais de ocorrência de chuvas que coincidem com as médias obtidas nos períodos seco e chuvoso que avaliaremos posteriormente (Figuras 28-39).

-Em janeiro Arraial do Cabo teve a menor média de chuva, com 131 mm, seguida de Três Rios, com 224 mm e as outras duas estações com valores quase iguais, próximos de 440 mm, quase o dobro de chuva média do que em Três Rios e mais de três vezes o valor encontrado em Arraial do Cabo. A sequência da estação menos chuvosa para a mais chuvosa é semelhante às dos meses de setembro a dezembro.

É interessante lembrar que em janeiro foi obtido o maior valor absoluto de chuva na série na estação de Cachoeira de Macacu (854 mm), mais que o dobro de sua média para o mesmo mês e mais de 200 mm a mais do que o máximo de Teresópolis neste mês (Figura 16), mas ainda assim a média de Teresópolis foi maior (apenas 3 mm a mais) (Figura 28).

-Em fevereiro verificamos uma grande redução nas médias de chuva (cerca de 50-80%), inclusive com médias inferiores às do mês de março nas três estações mais próximas do litoral. Já em Três Rios, a média é maior do que em março. A menor redução ocorreu em Cachoeira de Macacu, que ficou com a maior média neste mês; sendo o único mês em que isso ocorre. A menor média foi obtida em Arraial do Cabo (31 mm) seguida por Três Rios (96 mm), Teresópolis (194 mm) e Cachoeira de Macacu (229 mm) (Figura 29).

-Em março observamos, como mencionado, um aumento das médias em relação a fevereiro. Ocorre uma inversão na sequência das médias. A menor passa a ser em Três Rios (70 mm), seguida por Arraial do Cabo (117 mm), Cachoeira de Macacu (255) e Teresópolis (303 mm) (Figura 30).

-Em abril, a única estação que registra um aumento nas médias em relação a março é Arraial do Cabo. A sequência continua sendo a mesma do mês anterior, com a menor média em Três Rios (39 mm), seguida por Arraial do Cabo (166 mm), Cachoeira de Macacu (187 mm) e Teresópolis (222 mm) (Figura 31).

- As médias do mês de maio são semelhantes às do mês anterior, no entanto com uma redução média de aproximadamente 40%, com 39 mm, 166 m, 187 mm e 222 mm para as estações de Três Rios, Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente (Figura 32).

-Em junho, temos o mesmo aspecto geral das médias dos três meses anteriores, mas com uma redução média de 50% em relação aos valores obtidos em maio, com 6 mm, 41 mm, 58 mm e 89 mm nas estações de Três Rios, Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente (Figura 33).

-Em julho, enquanto as estações serranas registraram uma redução de cerca de 20 mm em suas médias, a estação de Arraial do Cabo teve um aumento de 7 mm e a de Três Rios de apenas um 1 mm em suas médias. Desse modo a estação de Arraial do Cabo ficou com uma média superior à de Cachoeira de Macacu. É o único mês que isso acontece, ficando os valores de 7 mm, 37 mm, 48 mm e 73 mm nas estações de Três Rios, Cachoeira de Macacu, Arraial do Cabo e Teresópolis, respectivamente (Figura 34).

-Em agosto somente a estação de Cachoeira de Macacu registra um aumento na média, fazendo com que a relação entre as médias fique como os quatro meses anteriores a julho. Arraial do Cabo tem uma redução de 50% de sua média em relação ao mês anterior e as outras duas estações registram uma redução de menos de 10 mm. Os valores obtidos são 5 mm, 24 mm, 54 mm e 67 mm nas estações de Três Rios, Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente (Figura 35).

-Em setembro Arraial do Cabo apresentou uma média acrescida de apenas 1 mm em relação a agosto e Três Rios aumentou em 7 vezes a sua média, ficando, portanto, maior do que a da cidade litorânea. A única estação que não teve uma média superior à do mês anterior foi a de Cachoeira de Macacu. Teresópolis teve o dobro da média de daquele mês. Os valores ficaram em 25 mm, 35 mm, 42 mm e 134 mm nas estações de

Arraial do Cabo, Três Rios, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente (Figura 36).

-Outubro foi bem mais chuvoso que o mês anterior. Todas as estações apresentaram médias de pelo menos duas vezes as de setembro e mantiveram a mesma relação umas com as outras. Os valores ficaram em 84 mm, 101 mm, 136 mm e 296 mm nas estações de Arraial do Cabo, Três Rios, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente (Figura 37).

-A média de Cachoeira de Macacu mais do que duplicou no mês de novembro, enquanto que as das outras estações não chegaram a tanto e aumentaram entre cerca de 30-50%. Porém mantiveram a mesma sequência entre a menos chuvosa e a mais chuvosa, ficando em 116 mm, 193 mm, 315 mm e 443 mm as médias das estações de Arraial do Cabo, Três Rios, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente (Figura 38).

-Dezembro ainda teve um aumento na média de todas as estações de cerca de 10%, mantendo, portanto, o mesmo padrão dos três meses anteriores. A maior média foi nesse mês, na estação de Teresópolis (509 mm). Os valores ficaram em 127 mm, 226 mm, 346 mm e 509 mm nas médias das estações de Arraial do Cabo, Três Rios, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente. (Figura 39).

Constatamos que a estação de Teresópolis teve a maior média em todos os meses, com exceção de fevereiro, quando Cachoeira de Macacu apresentou a maior média. Em todos os outros meses, a não ser em julho, quando foi a terceira, esta foi a segunda estação mais chuvosa. A estação com menor média foi Arraial do Cabo nos meses de setembro a fevereiro e nos meses de março a agosto foi Três Rios que apresentou as menores médias no perfil (Figura 28-39). Essa troca entre as duas estações pluviométricas menos chuvosas coincide com os períodos seco e chuvoso que avaliaremos posteriormente neste capítulo.

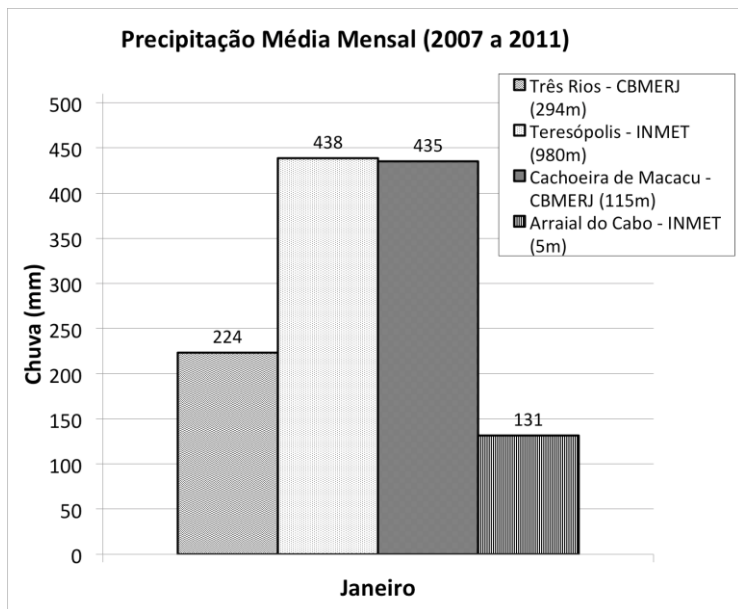


Figura 28 - Precipitação média para o mês de janeiro entre 2007 e 2011.

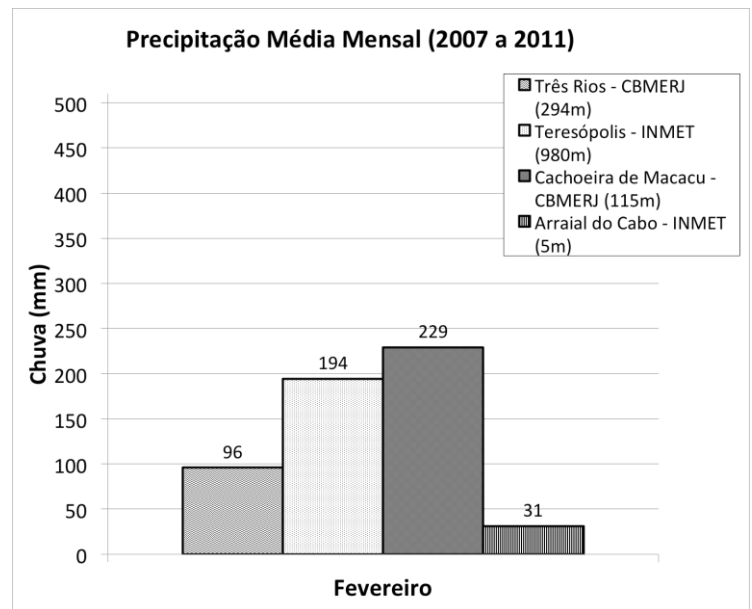


Figura 29 - Precipitação média para o mês de fevereiro entre 2007 e 2011.

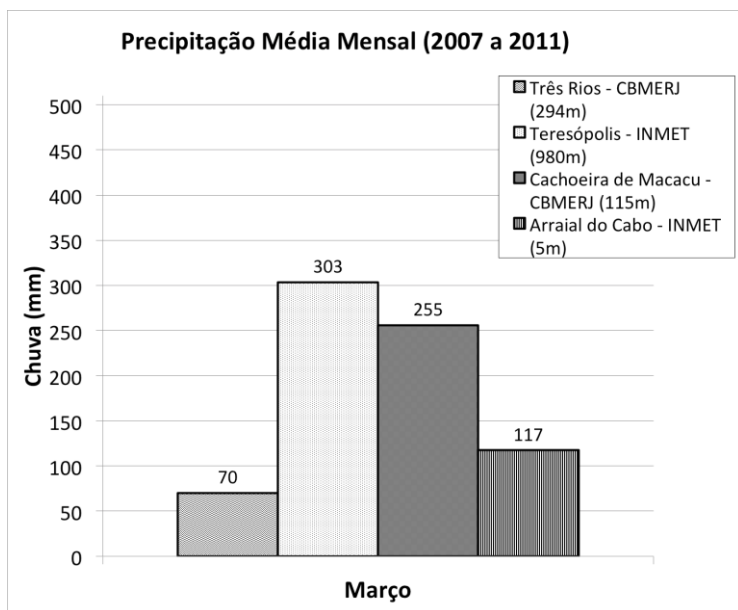


Figura 30 - Precipitação média para o mês de março entre 2007 e 2011.

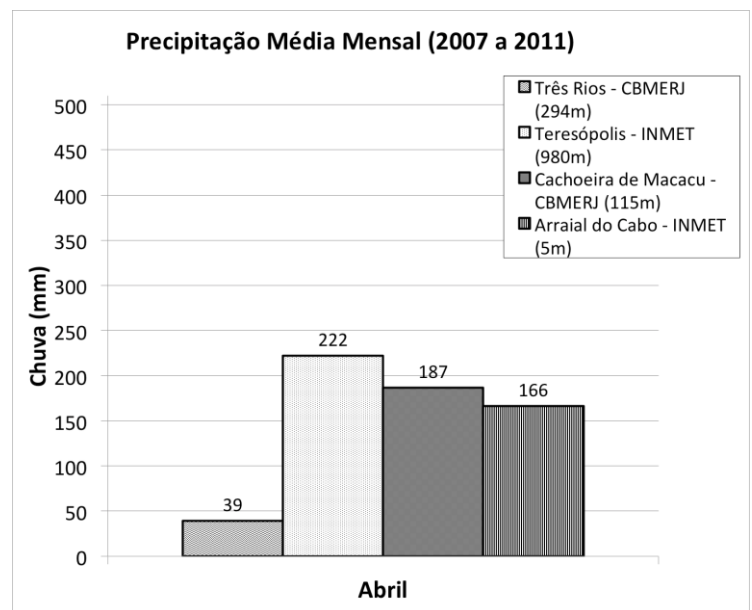


Figura 31 - Precipitação média para o mês de abril entre 2007 e 2011.

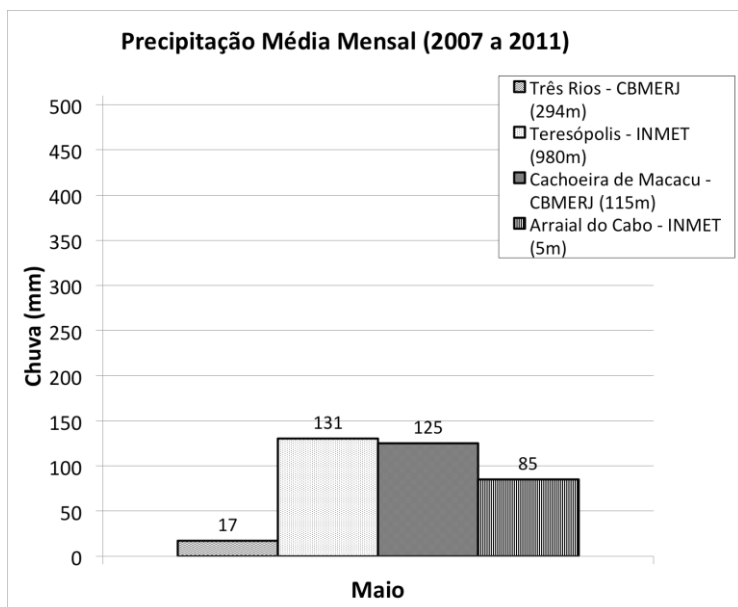


Figura 32 - Precipitação média para o mês de maio entre 2007 e 2011.

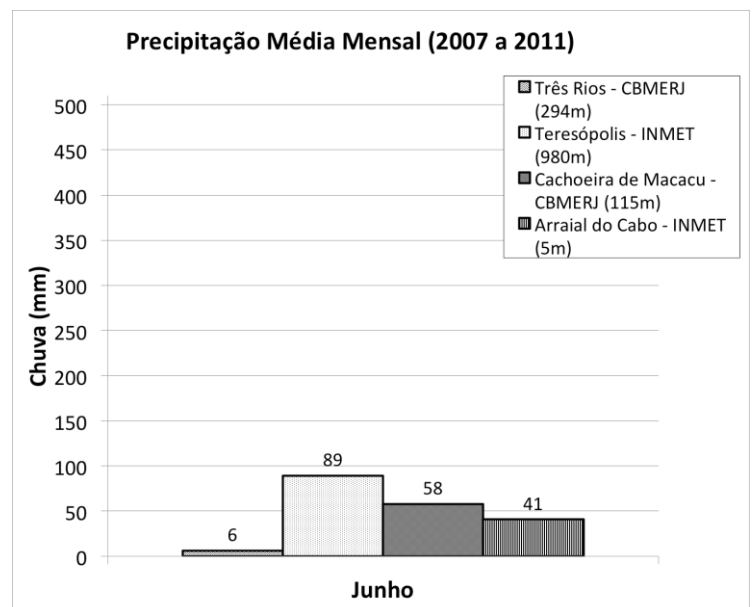


Figura 33 - Precipitação média para o mês de junho entre 2007 e 2011.

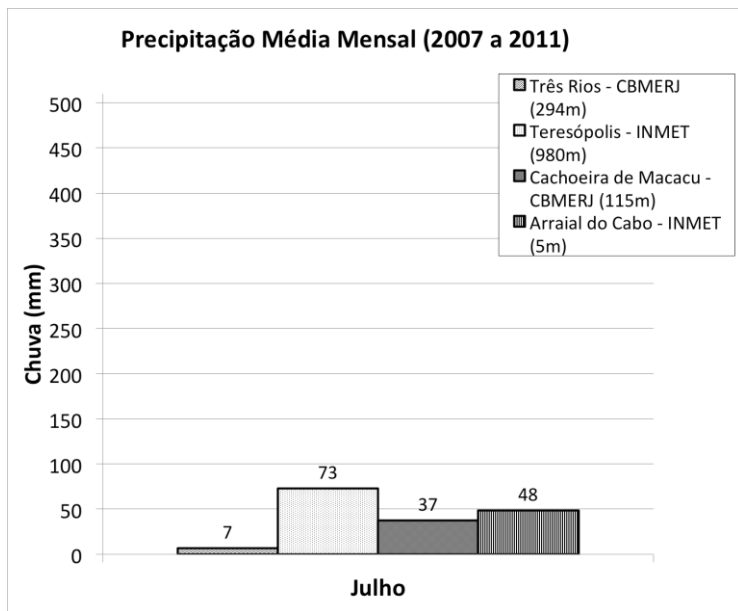


Figura 34 - Precipitação média para o mês de julho entre 2007 e 2011.

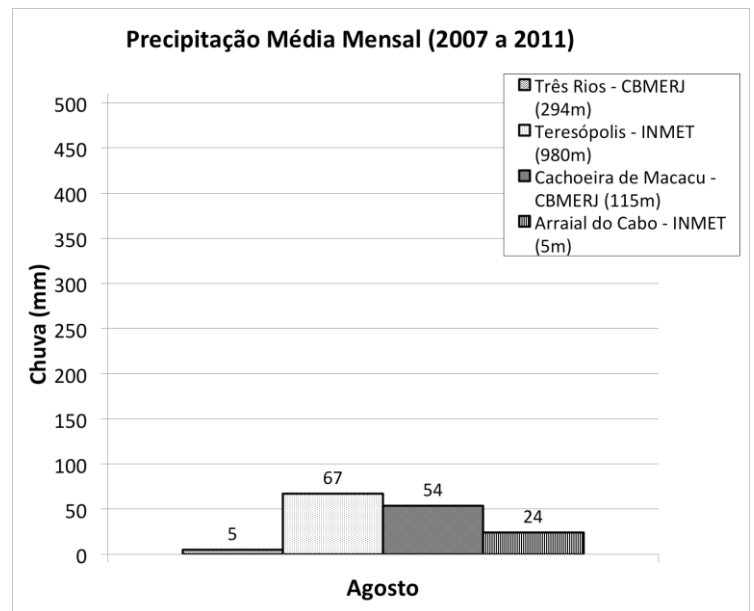


Figura 35 - Precipitação média para o mês de agosto entre 2007 e 2011.

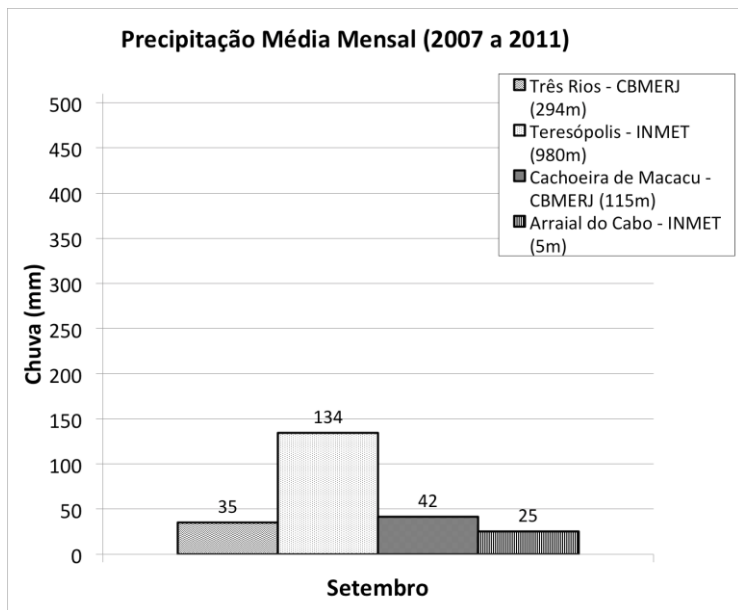


Figura 36 - Precipitação média para o mês de setembro entre 2007 e 2011.

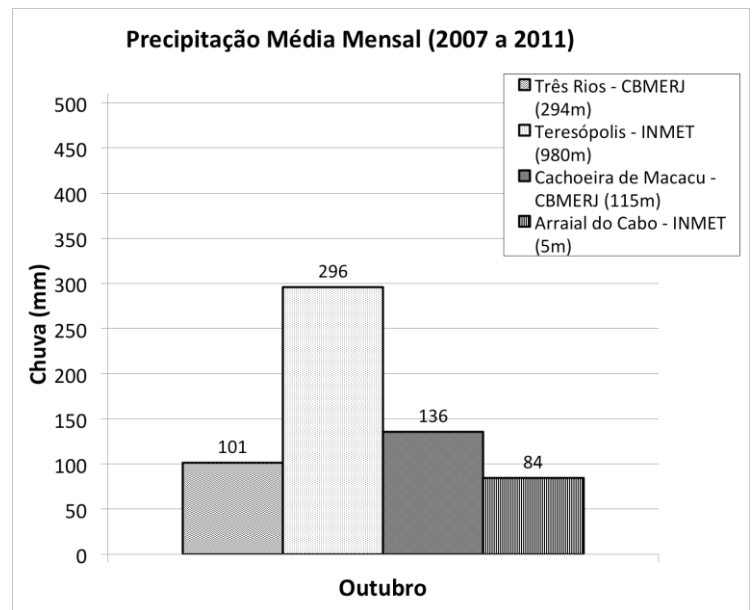


Figura 37 - Precipitação média para o mês de outubro entre 2007 e 2011.

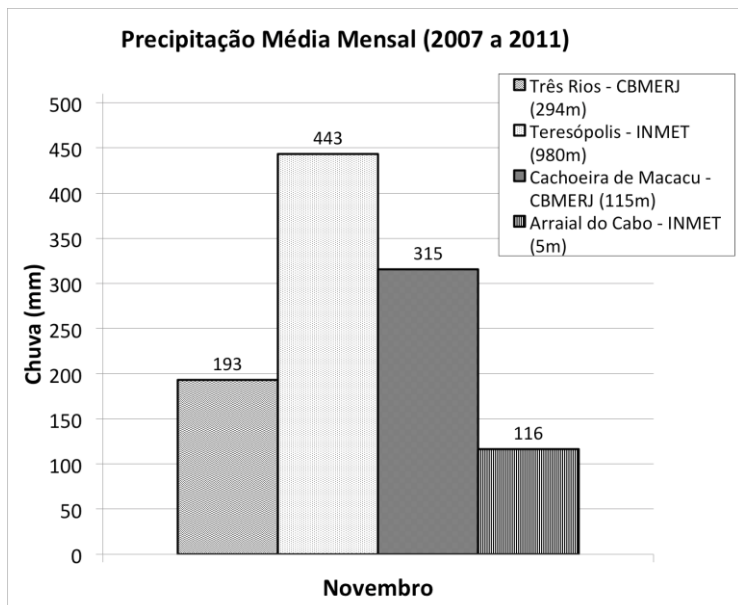


Figura 38 - Precipitação média para o mês de novembro entre 2007 e 2011.

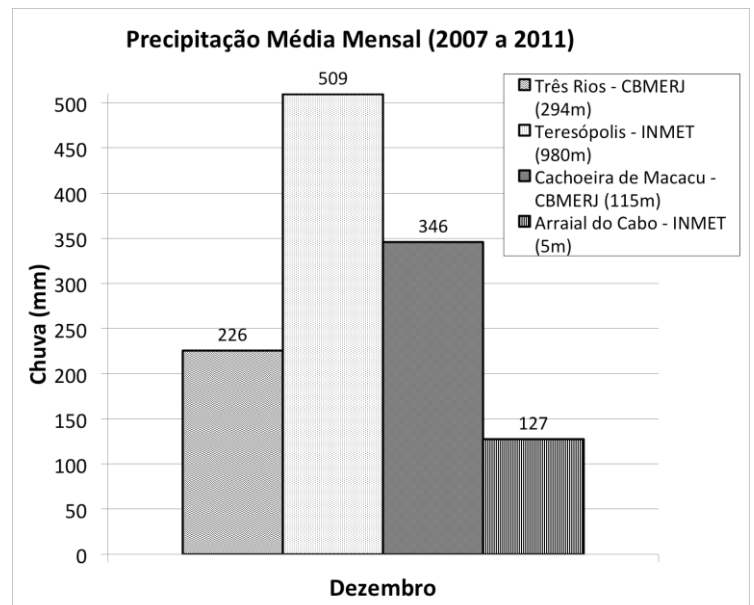


Figura 39 - Precipitação média para o mês de dezembro entre 2007 e 2011.

3 - Precipitação Sazonal

3.1 - Precipitação média para cada estação do ano

Começamos a avaliação das médias sazonais com o outono. Neste trabalho consideramos os meses de outono como sendo os de abril a junho, conforme comentamos no item Materiais e Métodos. Nessa estação do ano, os valores médios de chuva obtidos foram crescentes no sentido SE-NO do perfil nos primeiros três pluviômetros, isto é, em Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu e Teresópolis. O último pluviômetro do perfil, em Três Rios registrou menos de quatro vezes o valor médio do pluviômetro onde menos choveu. As médias ficaram em 63 mm, 292 mm, 370 mm e 442 mm para os pluviômetros de Três Rios, Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente (Figura 40).

O inverno (entre julho e setembro) foi a estação do ano em que os pluviômetros registraram as menores médias. Três Rios continuou registrando a menor delas, com uma redução de menos de 20 mm de chuva em relação à estação anterior. Os outros pluviômetros tiveram reduções mais expressivas em suas médias e mantiveram a mesma ordenação da maior e menor média. Os valores ficaram em 47 mm, 98 mm, 133 mm e 275 mm para os pluviômetros de Três Rios, Arraial do Cabo, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente (Figura 41).

Na primavera ocorre uma inversão no pluviômetro menos chuvoso, que passa a ser o de Arraial do Cabo, enquanto que em Três Rios temos a segunda menor média sazonal. As duas outras estações mantiveram as maiores médias. Com exceção de Cachoeira de Macacu, os pluviômetros registraram os maiores valores nessa estação do ano. Obtivemos 328 mm, 520 mm, 797 mm e 1248 mm de médias para as estações de Arraial do Cabo, Três Rios, Cachoeira de Macacu e Teresópolis, respectivamente (Figura 42).

No verão, as médias mantiveram a mesma ordem da menor para a maior. O único pluviômetro que apresentou um aumento da média foi o de Cachoeira de Macacu (acréscimo de 13%). Os outros três apresentaram uma redução dos valores em relação à primavera. Em Teresópolis e Três Rios a redução foi mais expressiva, de 25%. Enquanto que em Arraial do Cabo foi de 14%. De modo que as médias de Teresópolis e de Cachoeira de Macacu praticamente se igualaram e a diferença entre as médias dos pluviômetros menos chuvosos ficou de cerca de 100 mm (Figura 43).

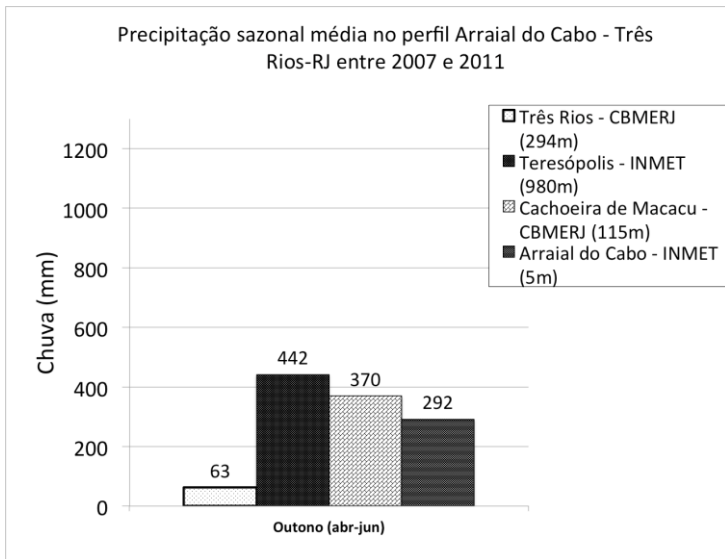


Figura 40 - Precipitação média no outono (abr-jun) entre 2007 e 2011 no perfil Arraial do Cabo (RJ) - Três Rios (RJ).

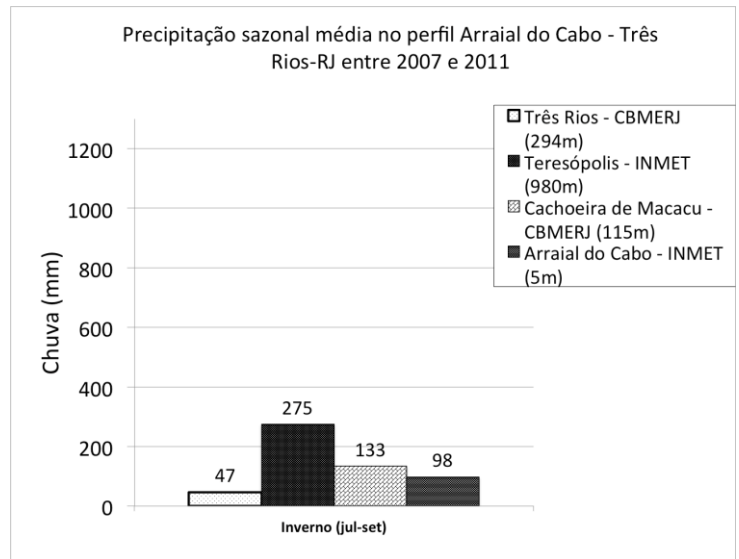


Figura 41 - Precipitação média no inverno (jul-set) entre 2007 e 2011 no perfil Arraial do Cabo (RJ) - Três Rios (RJ).

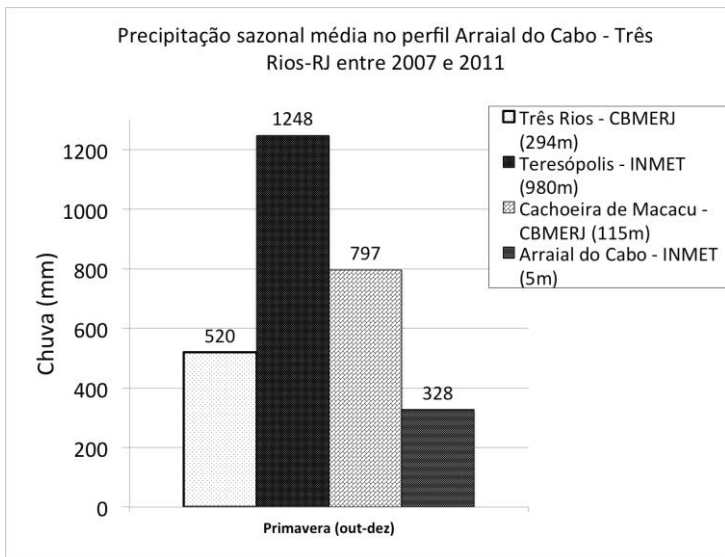


Figura 42 - Precipitação média na primavera (out-dez) entre 2007 e 2011 no perfil Arraial do Cabo (RJ) - Três Rios (RJ).

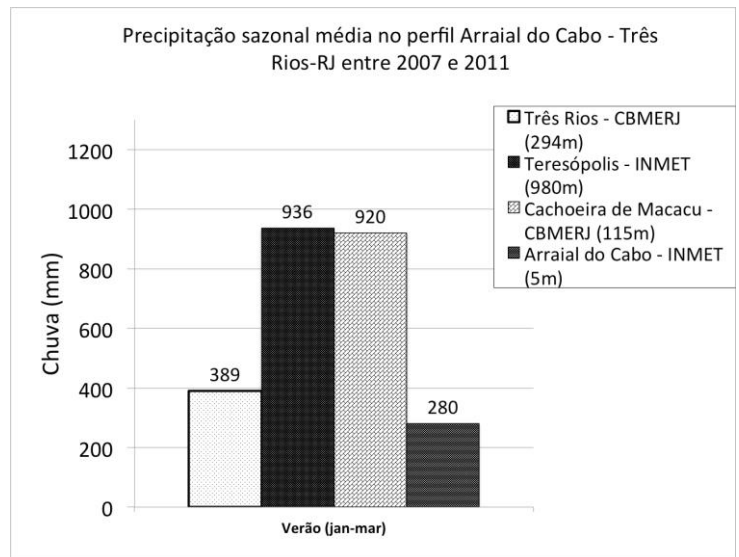


Figura 43 - Precipitação média no verão (jan-mar) entre 2007 e 2011 no perfil Arraial do Cabo (RJ) - Três Rios (RJ).

3.2 - Sazonalidade espacial das precipitações

No pluviômetro de Três Rios (RJ), verificamos uma sazonalidade muito definida, a mais definida entre os quatro postos. As precipitações na primavera corresponderam a metade de todas as precipitações registradas na estação. O verão teve 38% das precipitações. Junto com os meses da primavera tiveram 89% de todas as precipitações pluviométricas, restando somente 11% para o outono e o inverno que tiveram quase a mesma participação no total das chuvas (Figura 44).

Em Teresópolis (RJ), a proporção de chuvas na primavera foi menor do que em Três Rios, mas continuou sendo a estação do ano mais chuvosa, com 43% das precipitações, seguida pelo verão com 32%. O outono (15%) e inverno (9%) tiveram somente um quarto das precipitações na estação (Figura 45).

Em Cachoeira de Macacu (RJ) a estação mais chuvosa passa a ser o verão, com 41% das chuvas, seguida pela primavera com 36%, outono com 17% e inverno com 6%. Apesar dessa inversão da primavera e do verão, a sazonalidade é bem parecida com a do pluviômetro de Teresópolis (Figura 46).

Em Arraial do Cabo obtivemos uma sazonalidade bem atípica. A estação do ano em que menos choveu foi o inverno, com apenas 10%. As outras três estações do ano tiveram uma participação percentual muito próxima, com cerca de 30% cada (Figura 47).

Alves e Galvani (2012) quando avaliaram a sazonalidade no município de São Paulo entre 2001 e 2011 obtiveram valores bem próximos dos que obtivemos em Teresópolis. Com 11,5% das chuvas no inverno, 14,4% no outono, 29,6% na primavera e 44,4% no verão.

Comparando os quatro gráficos (Figuras 44 a 47), podemos observar um fenômeno bastante interessante. Os pluviômetros mais no extremo do perfil Arraial do Cabo - Três Rios apresentaram os maiores e os menores percentuais de chuva nas estações do ano comparando-os com os outros pluviômetros. Em Três Rios verificamos as menores participações do inverno e do outono, com 5% e 6%, respectivamente e as maiores participações do verão e da primavera, com 38% e 51%, respectivamente. Em Arraial do Cabo observamos o contrário; as menores participações do verão e da primavera,

com 28% e 33%, respectivamente e as maiores participações do inverno e do outono, com 10% e 29%, também respectivamente.

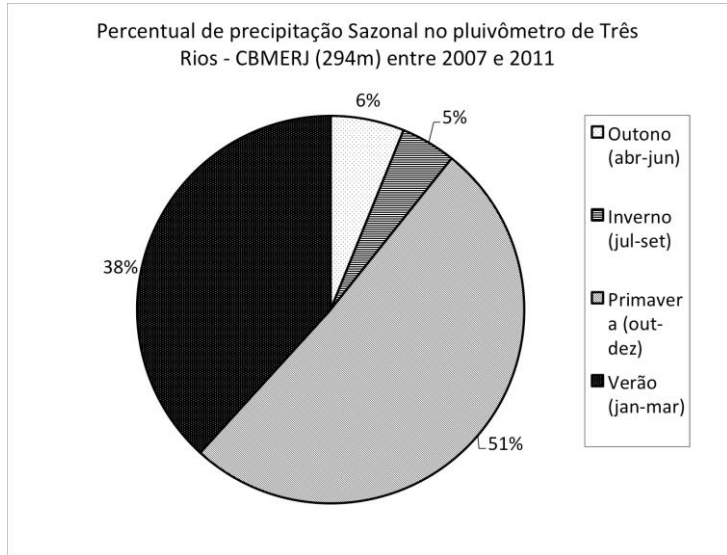


Figura 44 - Percentual de precipitação sazonal no pluviômetro de Três Rios - CBMERJ (294 m) entre 2007 e 2011.

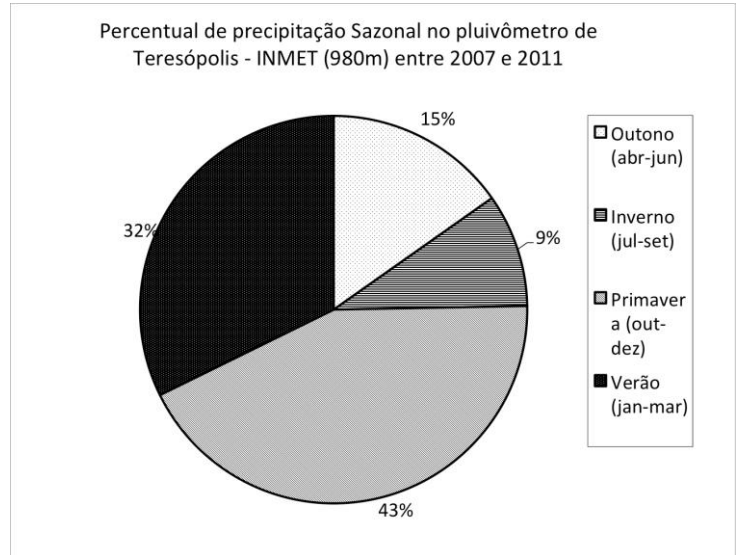


Figura 45 - Percentual de precipitação sazonal no pluviômetro de Teresópolis - INMET (980 m) entre 2007 e 2011.

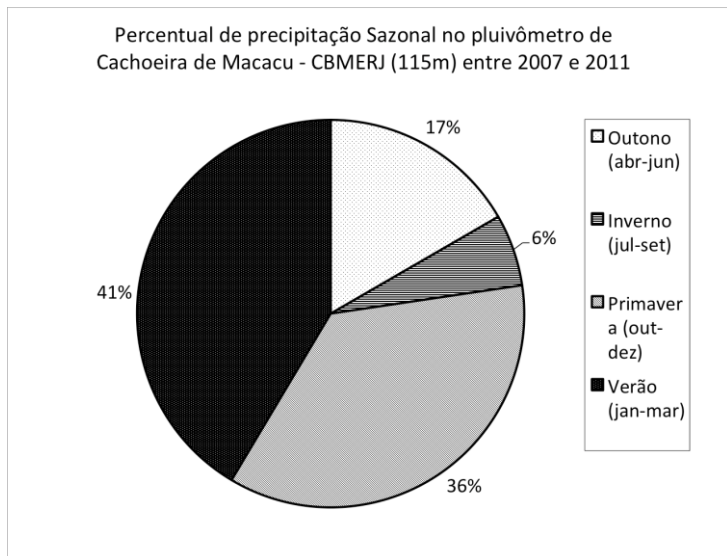


Figura 46 - Percentual de precipitação sazonal no pluviômetro de Cachoeira de Macacu - CBMERJ (115 m) entre 2007 e 2011.

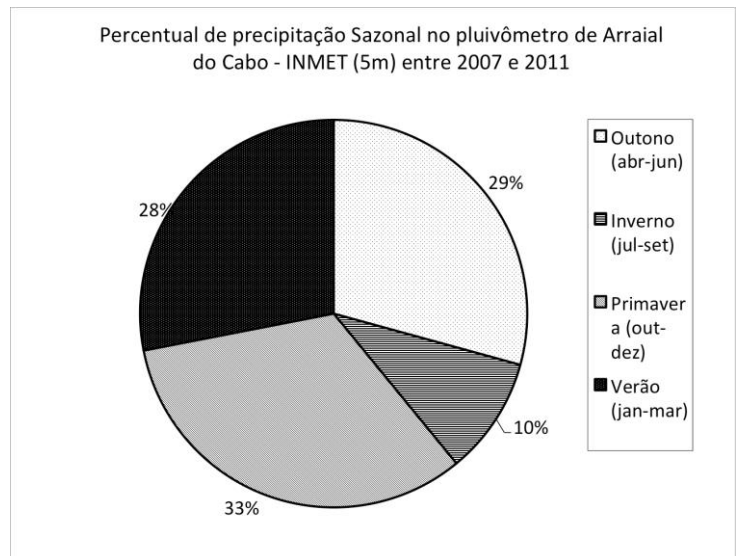


Figura 47 - Percentual de precipitação sazonal no pluviômetro de Arraial do Cabo - INMET (5 m) entre 2007 e 2011.

4 - Precipitação no período seco e úmido

4.1 - Precipitação Média nos períodos seco e úmido

Fizemos também uma avaliação das médias de chuva dos períodos seco e úmido e do percentual pluviométrico em cada posto do perfil. Os resultados revelam uma condensação do que foi apresentado no item anterior, na avaliação sazonal. Afinal, o período seco é uma composição das estações do inverno e outono e o período úmido, do verão e primavera.

No período seco, compreendido entre abril e setembro, o pluviômetro que teve a menor média de chuva na série 2007-2011 foi o de Três Rios, com 109 mm, seguida por Arraial do Cabo (389 mm), Cachoeira de Macacu (503 mm) e Teresópolis (716 mm) (Figura 48).

No período úmido o pluviômetro com a menor média passa a ser o de Arraial do Cabo, com 606 mm. É interessante notar que esse valor é 100 mm inferior à média de Teresópolis para o período seco. Três Rios possui a segunda menor média, com 910 mm, Cachoeira de Macacu 1716 mm e Teresópolis 2183 mm (Figura 49).

Podemos constatar uma inversão no período seco e no úmido entre as médias dos pluviômetros de Três Rios e Arraial do Cabo. No período seco observamos em Arraial do Cabo a menor redução em relação ao período úmido. A proximidade com o mar contribui para esse controle das precipitações. Os índices de precipitação sobretudo no inverno decrescem no sentido longitudinal L-O (Candido *et al.*, 2009). Os valores mais altos nas duas cidades intermediárias do perfil se devem à atuação da orografia na produção de nuvens e chuvas. Pouca chuva se forma em Três Rios, onde a chuva é formada principalmente por processos convectivos e disposições macroclimáticas como a Zona de Convergência do Atlântico Sul, que se forma principalmente na primavera-verão (Candido *et al.*, 2009), o que explica porque no período úmido esse município apresentou uma média superior à de Arraial do Cabo. Neste município, boa parte da umidade e nebulosidade gerada a partir da evaporação da água do mar é carregada no sentido Oeste, precipitando na serra, o que verificamos nas altas médias de Cachoeira de Macacu e ainda maiores de Teresópolis. Além disso no inverno algumas vezes a cidade litorânea tem chuvas de origem frontais a partir da interação da atmosfera com uma entrada de frente fria, no caso a massa polar atlântica.

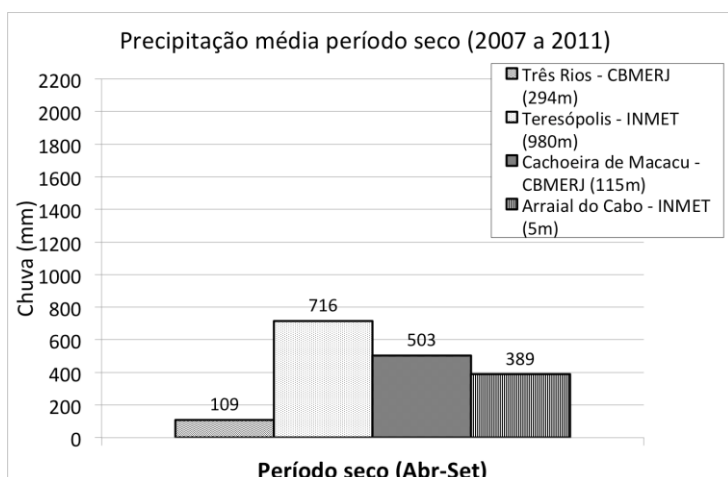


Figura 48 - Gráfico da precipitação média no período seco (abr-set) entre 2007-2011 no perfil Arraial do Cabo - Três Rios-RJ.

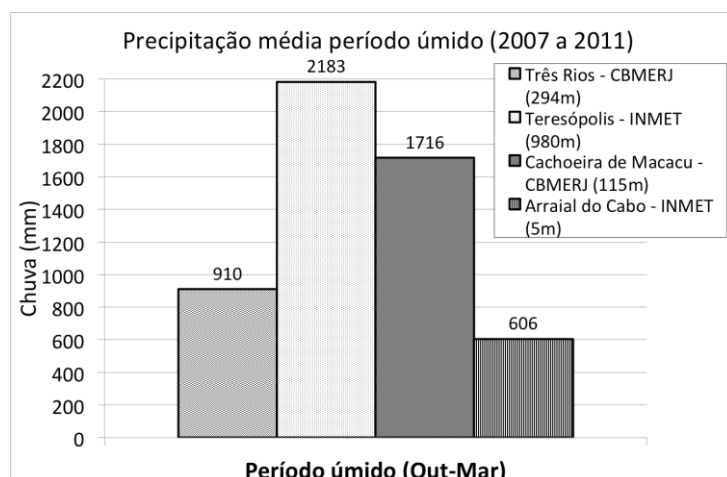


Figura 49 - Gráfico da precipitação média no período úmido (out-mar) entre 2007-2011 no perfil Arraial do Cabo - Três Rios-RJ.

4.2 - Precipitação Relativa nos períodos seco e úmido

Fica bastante evidente o quanto na estação de Três Rios há uma diferenciação muito grande quanto ao período seco e o período úmido. As chuvas se concentram quase que exclusivamente nesse período. Em seis meses do ano chove apenas 11%, enquanto que os 89% restantes precipitam nos outros seis meses. Nos pluviômetros mais próximos do litoral, essa diferença ficou bem reduzida. Nas cidades serranas a proporção é de cerca de 25% no período seco e 75% no úmido. Na bibliografia encontramos essa mesma proporção (26-74%) para o município de São Paulo (ALVES e GALVANI, 2012). Em Arraial do Cabo temos 39% no período seco e 61% no úmido, indicando que não há uma diferenciação tão grande no regime das chuvas quanto nos outros pluviômetros (Figura 50). Essa progressão da distinção entre o período seco e úmido pode ser explicada pelo efeito da maritimidade e da continentalidade segundo Candido *et al* (2009).

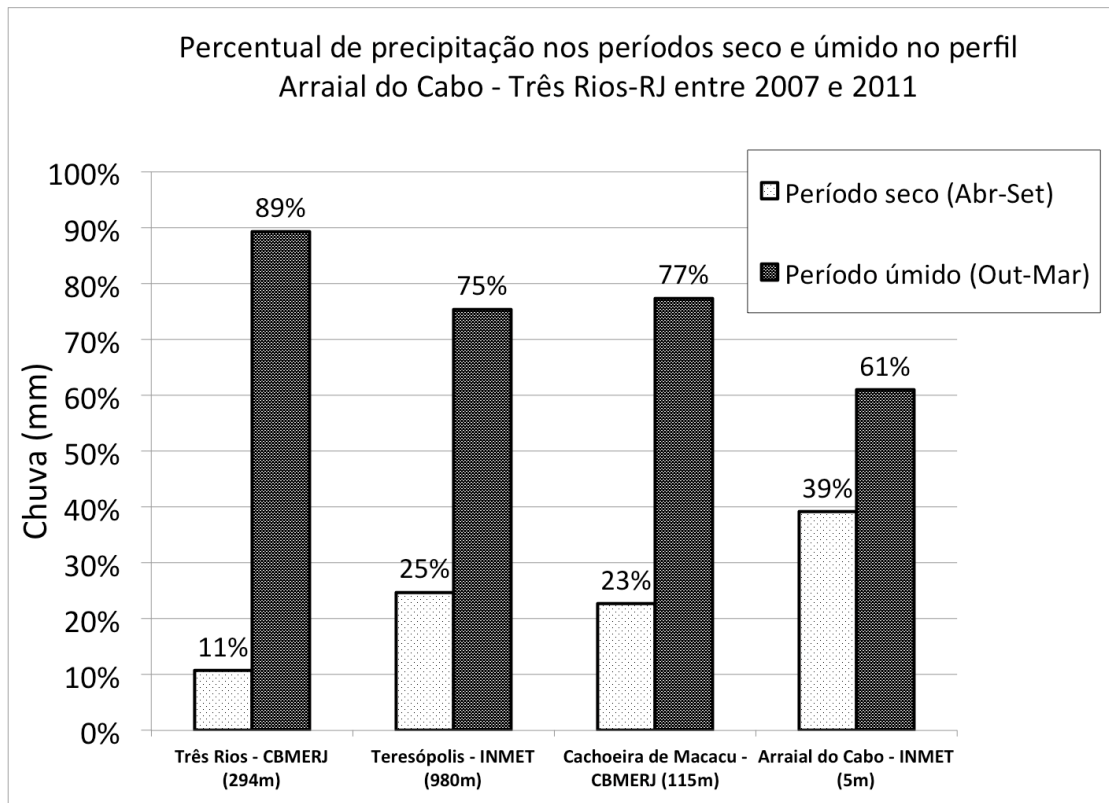


Figura 50 - Percentual de precipitação nos períodos seco e úmido no perfil Arraial do Cabo - Três Rios-RJ entre 2007 e 2011.

5 - Média mensal dos pluviômetros

Organizamos as médias mensais de cada pluviômetro entre 2007 e 2011 em gráficos de chuva para ter uma visão geral do regime de chuvas em cada município. Podemos visualizar aquilo que discutimos na avaliação mais detalhada da sazonalidade das chuvas.

Como vimos, em Três Rios, a precipitação está praticamente concentrada nos meses de primavera e verão. A média de junho julho e agosto foi menor do que 10 mm e em dezembro e janeiro tivemos as médias máximas com cerca de 225 mm. Podemos observar uma linearidade entre os valores de cada mês (Figura 51).

Em Teresópolis obtivemos médias muito altas de chuva com grande variação entre o maior e menor valor. Enquanto que em Três Rios apenas três meses tiveram médias superiores a 120 mm, na cidade serrana apenas junho julho e agosto não atingiram esse valor. Verificamos uma linearidade na transição de um mês para outro, formando uma curva sinótica com rápido crescimento entre setembro e dezembro. A maior média foi em dezembro, com 509 mm e a menor em agosto, com 67 mm (Figura 52). A exceção é o mês de fevereiro, onde o valor (194 mm) fugiu dessa linearidade. No próximo item confrontaremos esse gráfico com a normal climatológica para o mesmo pluviômetro.

No pluviômetro do município de Cachoeira de Macacu também obtivemos uma linearidade com forte variação entre as médias máxima e mínima, mas com valores menos expressivos. A média máxima foi em janeiro (435 mm) e a mínima em julho (37 mm). Na média de fevereiro também verificamos um valor abaixo do esperado a partir de uma curva de tendência. O valor foi 229 mm, quando se esperava algo em torno de 340 mm. Em agosto há um valor mais alto que o mês anterior e posterior e as chuvas só aumentam a partir de outubro (Figura 53).

Também na avaliação das médias mensais o município de Arraial do Cabo apresentou resultados bem diversos dos outros três pluviômetros. Verificamos dois picos de chuva: um em janeiro, com 131 mm e uma forte redução no mês de fevereiro (31 mm) e o outro em abril com 166 mm, a maior média no pluviômetro na série estudada. O menor valor observado foi no mês de agosto, com 24 mm de média (Figura 54). Os valores dessa estação também serão confrontados com os valores da normal climatológica no item 5.1.

Precipitações médias do pluviômetro no município
Três Rios - CBMERJ (294m) entre 2007 e 2011

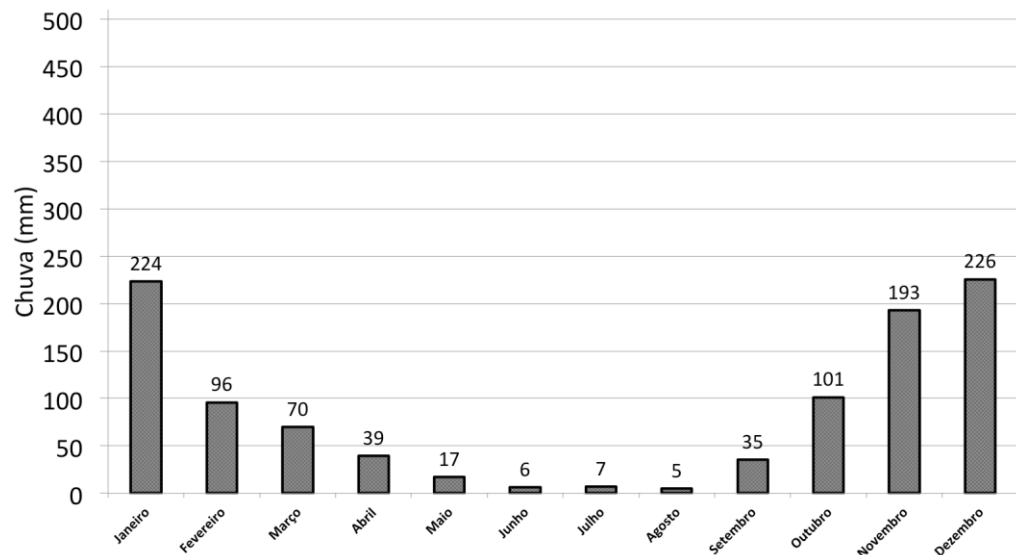


Figura 51 - Histograma de precipitações médias ao longo do ano para o pluviômetro de Três Rios - CBMERJ (294 m) entre 2007 e 2011.

Precipitações médias do pluviômetro no município
Teresópolis - INMET (980m) entre 2007 e 2011

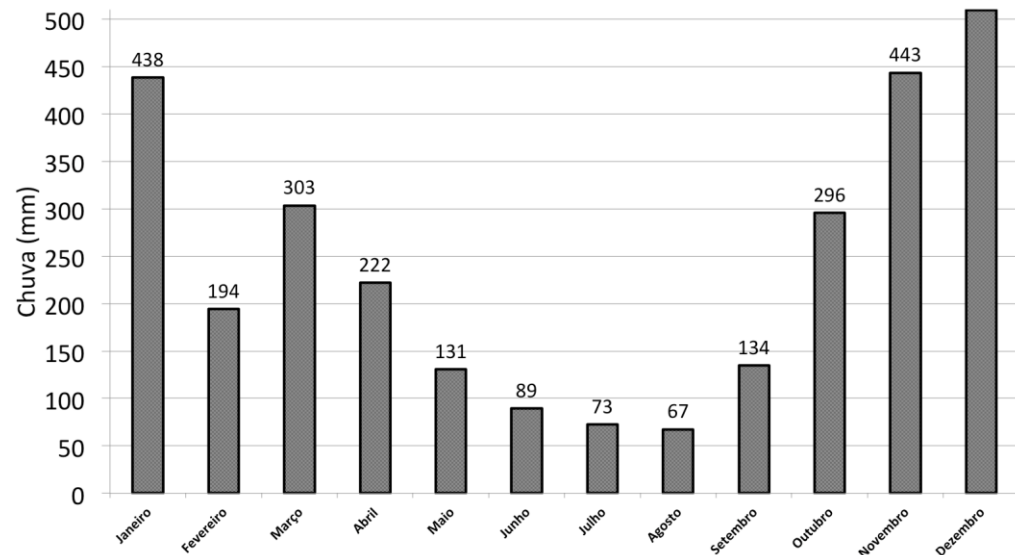


Figura 52 - Histograma de precipitações médias ao longo do ano para o pluviômetro de Teresópolis - INMET (980 m) entre 2007 e 2011.

Precipitações médias do pluviômetro no município
Cachoeira de Macacu - CBMERJ (115m) entre 2007 e 2011

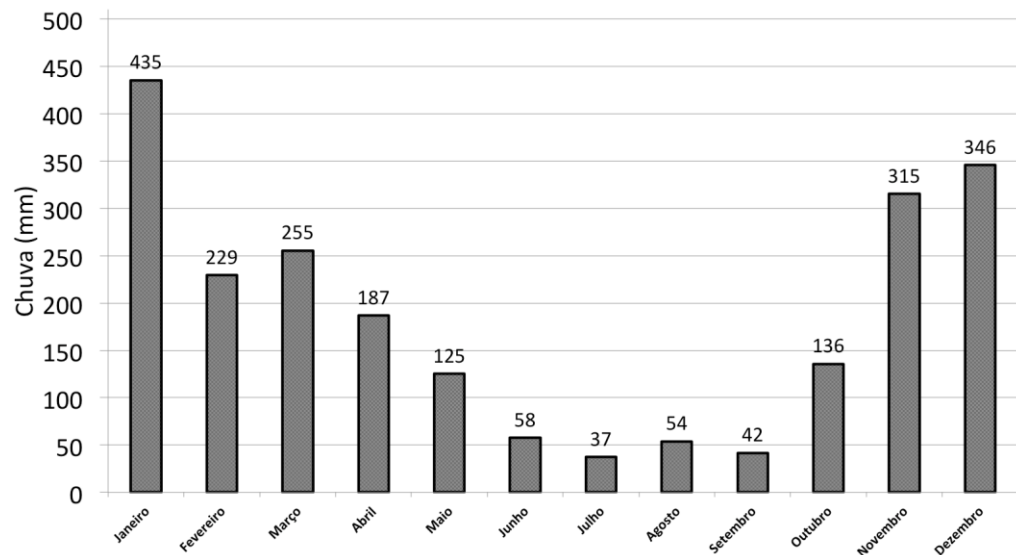


Figura 53 - Histograma de precipitações médias ao longo do ano para o pluviômetro de Cachoeira de Macacu - CBMERJ (115 m) entre 2007 e 2011.

Precipitações médias do pluviômetro no município
Arraial do Cabo - INMET (5m) entre 2007 e 2011

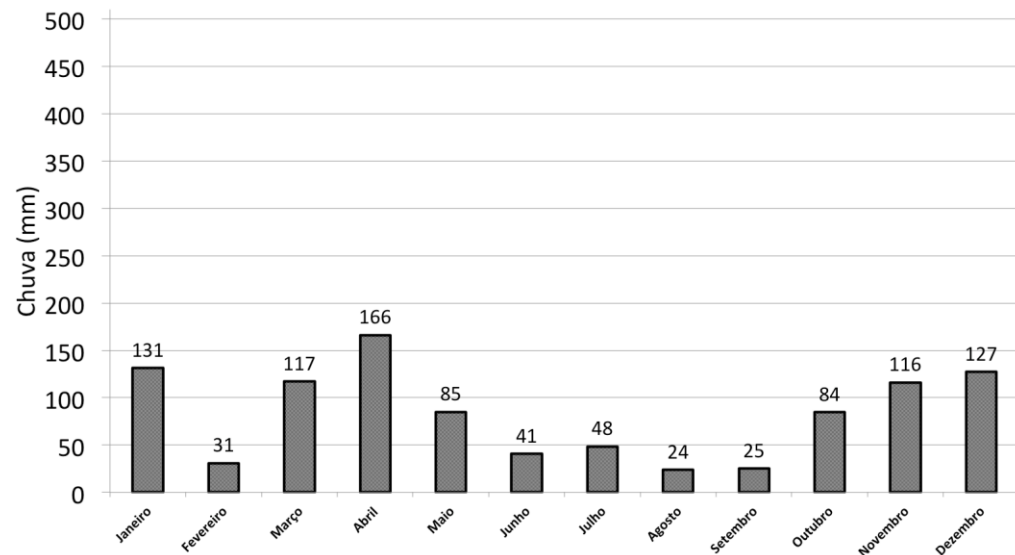


Figura 54 - Histograma de precipitações médias ao longo do ano para o pluviômetro de Arraial do Cabo - INMET (5 m) entre 2007 e 2011.

5.1 - Médias mensais das estações de Teresópolis e Arraial do Cabo com normal climatológica

Confrontando os dados que acabamos de avaliar com as médias mensais da normal climatológica de 1961-1990, verificamos que de fato a média obtida no mês de fevereiro no pluviômetro de Teresópolis foi bem abaixo do esperado (Figura 55). Os outros valores, seguem a mesma tendência geral dos valores da normal climatológica. Observamos que a série 2007-2011 atingiu maiores extremos do que a normal; teve mais chuva nos meses mais chuvosos e menos chuva nos meses menos chuvosos.

Não encontramos uma explicação para esse desvio no mês de fevereiro. O menor número de dias não explica essa redução tão expressiva em relação ao valor esperado. Seria necessária uma análise mais criteriosa dos fenômenos ocorridos nesse mês, mas, nesse trabalho apenas levantaremos a hipótese que, de fato, houve uma menor precipitação nos meses de fevereiro nas cidades serranas, o que pode ser corroborado também pelo desvio encontrado em Cachoeira de Macacu. Nesse sentido, descartamos uma possível falha técnica da coleta de dados, considerando que os dados vieram de duas instituições independentes, o INMET e o CBMERJ.

Confrontando as médias de Arraial do Cabo com a normal climatológica de Cabo Frio verificamos que esta também teve dois picos de chuva com uma redução das médias entre eles, um em novembro e o outro em abril. Os dados da série 2007-2011 correspondem à tendência dos dados da normal climatológica atingindo também maiores extremos (Figura 56).

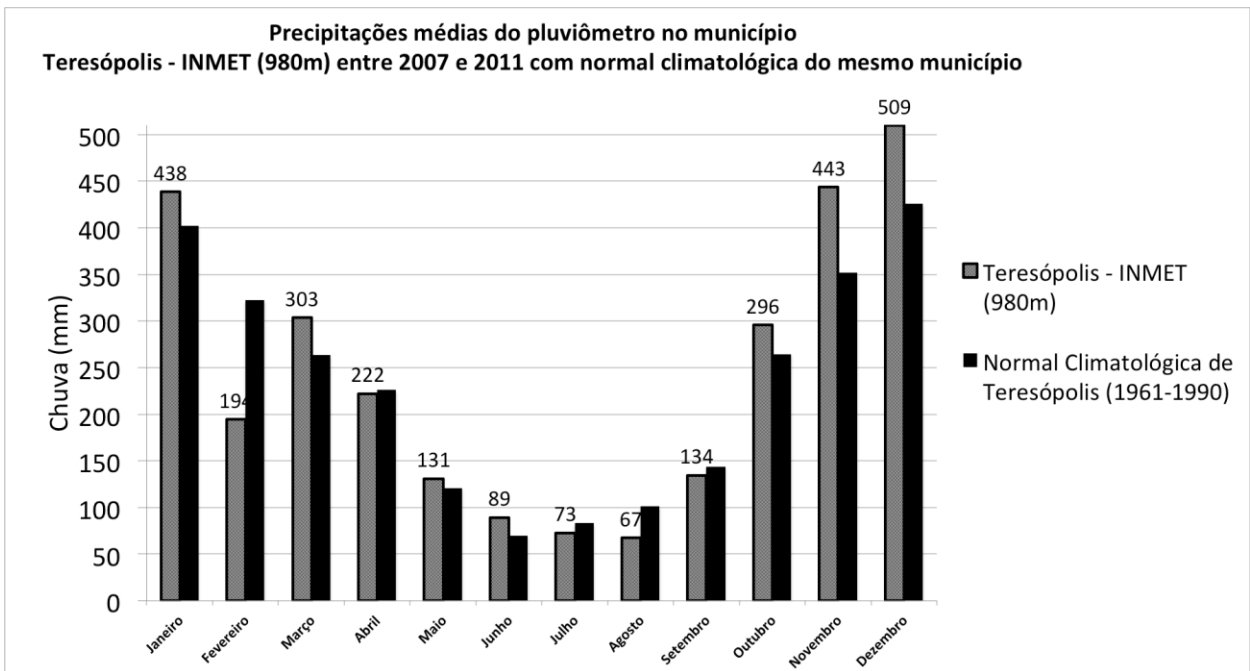


Figura 55 - Sobreposição das médias mensais obtidas na série 2007-2011 com a normal climatológica (1961-1990) do município de Teresópolis.

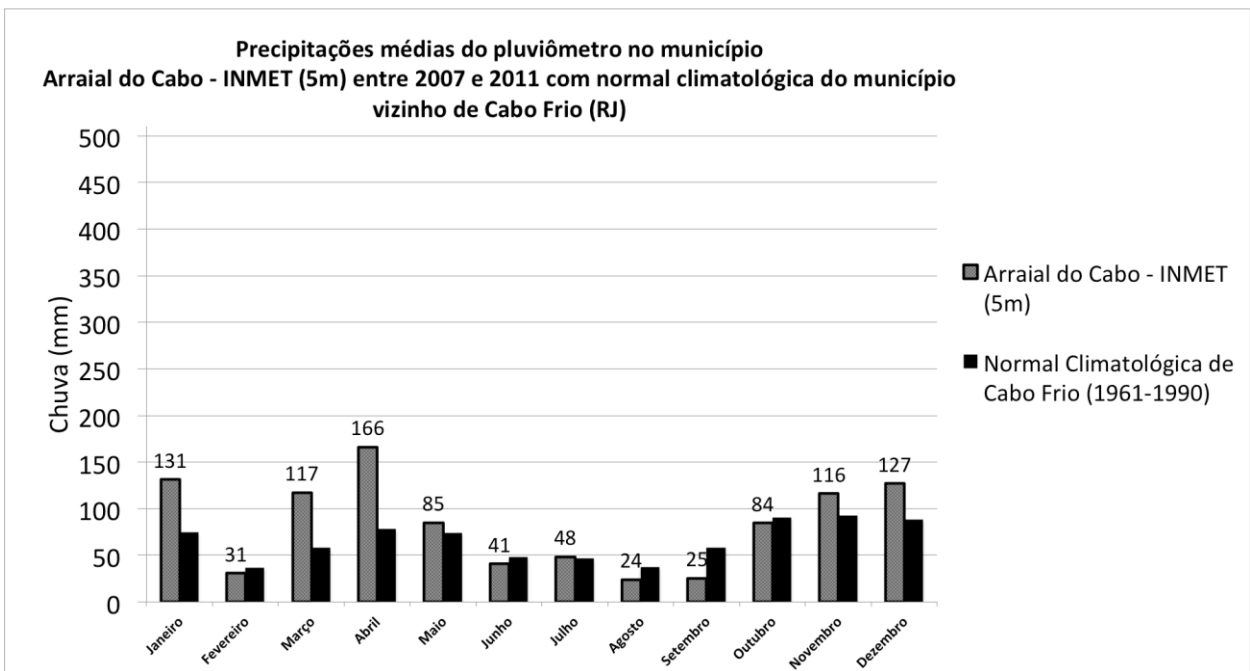


Figura 56 - Sobreposição das médias mensais obtidas na série 2007-2011 no município de Arraial do Cabo com a normal climatológica (1961-1990) do município vizinho de Cabo Frio

6 - Precipitação Média Anual

Obtivemos valores significativamente diversos para as quatro estações meteorológicas. Em Arraial do Cabo a média foi de 997 mm anuais, enquanto que nas estações de Cachoeira de Macacu, Teresópolis e Três Rios foi de 2220 mm, 2901 mm e 1018 mm,

respectivamente (Figura 57). Esta figura de certa forma contempla os principais aspectos estudados no perfil.

Podemos observar na articulação entre os quatro gráficos das médias mensais de chuvas nos pluviômetros, do o perfil topográfico e das médias anuais sintetizado na Figura 57 a atuação do efeito da orografia e da maritimidade e continentalidade no controle das dinâmicas das precipitações (Candido *et al*, 2009)

Iniciando pelo pluviômetro mais no interior, o de Três Rios, podemos perceber a média anual bem inferior à da estação seguinte no perfil, de Teresópolis. Isso pode ser explicado pelo fenômeno da sombra de chuva (Milanesi, 2007 e Sant'Anna Neto, 1990). As nuvens carregadas de umidade precipitam nas serras e montanhas, sobrando pouca chuva para o interior. O efeito da continentalidade pode ser verificado na forte distinção entre o período seco e úmido, o que não ocorre na estação litorânea de Arraial do Cabo. A umidade proveniente do mar nesse município faz com que as chuvas se distribuam mais homoganeamente ao longo do ano. A dinâmica das chuvas de Arraial do Cabo além de serem controladas pela maritimidade também devem sofrer influência da ressurgência que ocorre no oceano Atlântico próximo à costa. No entanto, não encontramos na bibliografia um trabalho que pudesse corroborar com essa ideia e nem podemos a partir dos dados sustentá-la. É curioso observar que as duas estações apresentaram uma média anual de cerca de 1000 mm, distinguindo-se pelo regime ou distribuição dessas chuvas.

Nos dois municípios serranos podemos verificar uma média anual muito superior às outras. No caso de Teresópolis, quase 3 vezes maior e em Cachoeira de Macacu, mais de duas vezes maior. É interessante notar que Teresópolis está em uma altitude superior à de Cachoeira de Macacu, que se encontra no pé da serra carioca. De modo que o efeito orográfico é ainda mais intenso naquele município, explicando as maiores médias. As duas cidades apresentaram uma distribuição anual da chuva bastante semelhante, inclusive aquele desvio verificado no mês de fevereiro.

O gradiente pluviométrico obtido para os pluviômetros de Teresópolis e de Cachoeira de Macacu em relação ao de Arraial do Cabo foi de um acréscimo de 1,9 e 11,0 mm/metro de elevação, respectivamente. Já o gradiente de Teresópolis em relação a Cachoeira foi de 0,78 mm/metro de elevação. Na ilha de São Sebastião, em uma escala local Milanesi (2007) encontrou o gradiente de 2,5 mm/metro.

Precipitação média anual em perfil topográfico com histogramas de chuva dos pluviômetros (2007-2011)

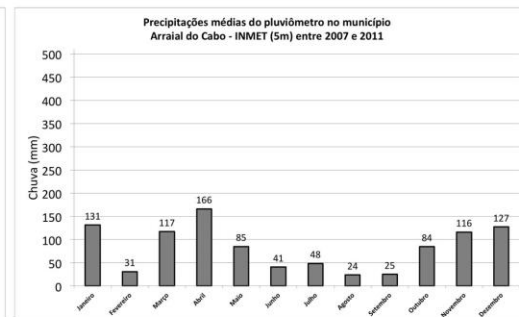
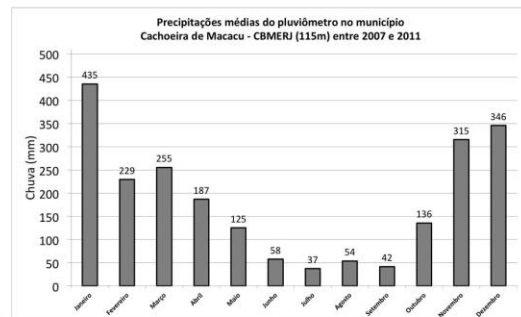
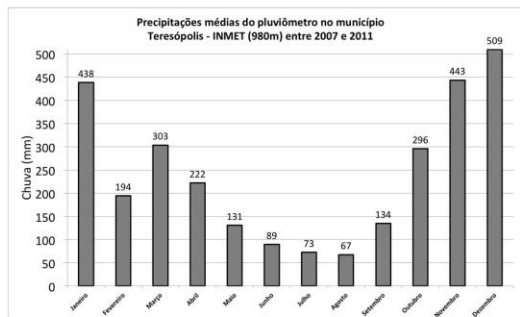
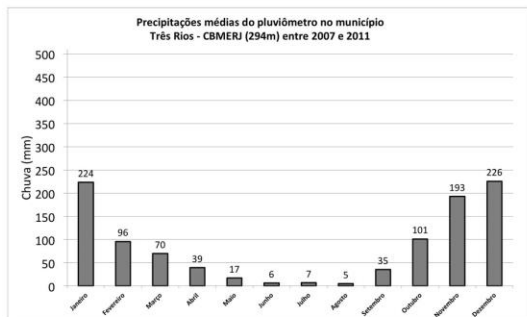
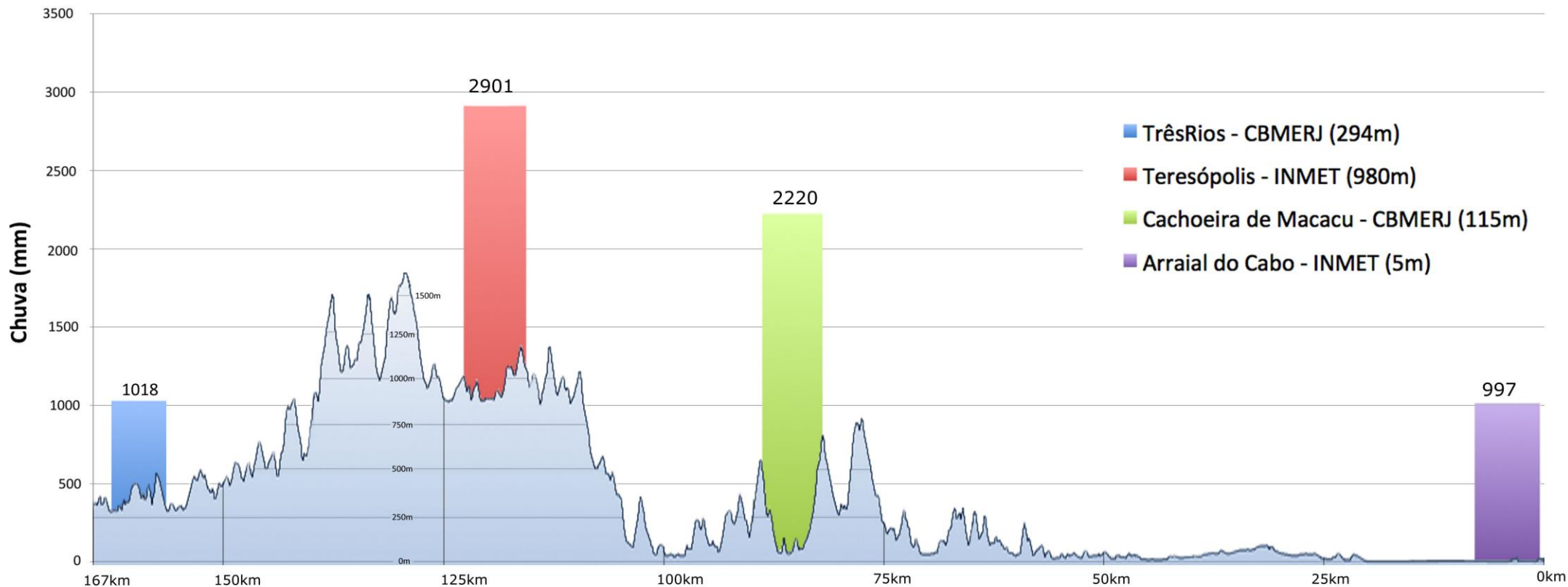


Figura 57 - Montagem com média anual em perfil topográfico no perfil Arraial do Cabo - Três Rios-RJ com histogramas de chuva dos pluviômetros para o período de 2007 a 2011. Org.: André Volich, 2016

Considerações Finais

Verificou-se uma grande diversidade na dinâmica das chuvas nos quatro postos pluviométricos avaliados no perfil Arraial do Cabo – Três Rios, no estado do Rio de Janeiro com 167 km de extensão, no que tange uma abordagem anual, de período seco e úmido, sazonal e mensal. Verificamos a atuação do fenômeno da maritimidade e da continentalidade tal como proposto por Candido *et al* (2009) e forte aumento das chuvas nas regiões de Serras, causados pelo efeito orográfico (Ayoade, 1991), além da sombra de chuva (Milanesi, 2007) e (Sant'Anna Neto, 1990) no município de Três Rios.

Com exceção do município de Arraial do Cabo, observamos uma estação seca e chuvosa bem marcada, com as chuvas concentradas nos meses de primavera e verão. Sendo essa separação mais intensa no município de Três Rios por conta da maior distância do mar e a conseqüente menor taxa de umidade proveniente deste, combinada com a já mencionada sombra de chuva. Já em Arraial do Cabo, a proximidade com o mar alimenta constantemente a atmosfera com umidade, fazendo com que as precipitações ocorressem de forma mais distribuída ao longo do ano, sem um período seco tão definido.

Em relação à chuva orográfica, os municípios de Cachoeira de Macacu e de Teresópolis apresentaram médias de chuva muito superiores às dos outros dois municípios. O primeiro, no pé da serra apresentou mais do que o dobro da média anual do município litorâneo. Já Teresópolis, entre as montanhas cariocas apresentou uma média anual três vezes maior que Arraial do Cabo.

De um modo geral, as médias mensais revelaram o pluviômetro de Teresópolis como o mais chuvoso, seguido pelo de Cachoeira de Macacu. Os outros dois pluviômetros se revezaram no 3º e 4º mais chuvoso. No período seco, compreendido entre abril e setembro Arraial do Cabo foi o 3º mais chuvoso seguido por Três Rios enquanto que no período úmido, entre outubro e março, ocorreu o contrário. Essa diferença se deu em função dos tipos de chuva que atuam em cada um dos municípios. Em Três Rios atuam principalmente chuvas de origem convectiva associadas às zonas de baixa pressão relativas em superfície e a processos macroclimáticos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul, que favorecem os movimentos atmosféricos ascendentes que formam nuvens e chuvas. Esses dois processos atuam predominantemente na primavera e no verão, estações do ano onde foram registradas

as maiores chuvas no município. 89% das precipitações ocorreram nessas estações do ano (Candido *et al* 2009). Já em Arraial do Cabo, também ocorrem nuvens e chuvas convectivas, retroalimentadas pela evaporação da água do mar, mas muitas vezes essas nuvens são carregadas pela brisa marítima e precipitam mais para o interior ou nas serras cariocas. No inverno ocorrem também, com menos frequência do que no sul da região sudeste chuvas frontais, originadas a partir da interação de uma frente fria com a atmosfera carregada de umidade do litoral (Candido *et al*, 2009). Isso ajuda a compreender por que não encontramos uma redução tão intensa da precipitação no inverno nesse município.

Encontramos na análise das médias mensais uma anomalia no mês de fevereiro no município de Teresópolis. Comparando os valores obtidos na série 2007-2011 com a normal climatológica ficou evidente um desvio nesse mês. Não foi possível encontrar o fator determinante dessa diferença. Talvez uma análise mais minuciosa nos eventos ocorridos nos meses de fevereiro possa trazer luz a esse fenômeno. Em Cachoeira de Macacu também encontramos um desvio no mesmo mês, mas não tínhamos a normal climatológica disponível, fazendo-nos supor que, de fato, os meses de fevereiro da série foram menos chuvosos, descartando a possibilidade de uma falha na coleta de dados. Essa é, inclusive, uma limitação deste trabalho que deve ser mencionada. Foram compilados dados de duas instituições diferentes, provenientes de equipamentos e métodos diferentes de coleta e armazenamento, abrindo margem para possíveis desvios nos resultados e comparações entre os pluviômetros de Três Rios e Cachoeira de Macacu, cujos dados foram coletados e organizados pelos CBMERJ e os de Teresópolis e Arraial do Cabo, sob os cuidados do INMET.

Essa compilação dos dados permite ainda alguns cruzamentos de informações interessantes em possíveis novos estudos no perfil. Podem ser cruzadas as informações de chuva com os dados de temperatura, insolação e vento, disponíveis para os pluviômetros do INMET, inclusive valores horários. Outra possibilidade de continuidade para essa pesquisa seria escolher no banco de dados alguns eventos extremos e verificar em cartas sinóticas as condições atmosféricas correspondentes, para inclusive poder identificar com mais precisão os tipos de chuva associados a cada município em cada época do ano.

Por fim, esse trabalho evidencia a necessidade de estudos do fenômeno da ressurgência de águas frias marítimas e as influências na dinâmica das chuvas, principalmente no que se refere à região de Cabo Frio e Arraial do Cabo no Rio de Janeiro. Certamente a

dinâmica anual das precipitações nesses municípios apresentam diferenças em função desse fenômeno, mas nesse trabalho pudemos apenas supor essa influência.

Referências

ALVES, R. R. e GALVANI, E. **Ocorrência Horária e Sazonal das Precipitações no Município de São Paulo, SP** Revista Geonorte, Edição Especial 2, V.2, N.5, p. 530 – 540, 2012.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. São Paulo: 5ª edição, Bertrand Brasil, 1991.

AZEVEDO, T. R. e GALVANI, E. **A Frente Polar Atlântica e as Características de Tempo Associadas: Estudo de Caso**. In X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Rio de Janeiro de 11 a 16 de novembro, 2003. Disponível em http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Emerson/SBGFA2003.PDF (Acesso em 20 de agosto de 2013)

AZIZ, A. S. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: 6ª edição, Ateliê Editorial, 2003.

CANDIDO, D. H.; NUNES, L. H. e VICENTE, A. K. **Clima da Região Sudeste in Tempo e Clima no Brasil**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2009.

CANDIDO, D. H. e NUNES, L. H. **Influência da Orografia na Precipitação da Área entre o Vale do Rio Tietê e a Serra da Mantiqueira**. Revista GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 24, PP. 08 – 27, 2008.

CONTI, J. B. e FURLAN, S. A. **Geoecologia: O Clima, os Solos e a Biota**. In ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2008. Capítulo 2, p. 67-208.

COSTA *et al.* **Avaliação do potencial interpretativo da trilha do Jequitibá, Parque Estadual dos Três Picos, Rio de Janeiro**. In Soc. nat. (Online) vol.21 no.3 Uberlândia, 2009. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132009000300004 (Acesso em 10 dezembro de 2015)

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, **Normais Climatológicas do Brasil / 1961-1990**, Brasília, 2009. Disponível em www.inmet.gov.br (Acesso em 14 dezembro de 2015)

MILANESI, M. A. **Avaliação do Efeito Orográfico na Pluviometria de Vertentes Opostas da Ilha de São Sebastião (Ilha Bela – SP)**. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: www.teses.usp.br (Acesso em 20 de agosto de 2013)

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas do estado de São Paulo**: estudo em forma de Atlas. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1973.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Dinâmica Atmosférica e o Caráter Transicional do Clima na Zona Costeira Paulista**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

NUNES, L. H. **Distribuição espaço temporal da pluviosidade no Estado de São Paulo**: variabilidades, tendências, processor intervenientes. – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

OLIVEIRA, M. R. P. **Avaliação do Efeito Orográfico No Acréscimo/decréscimo das Precipitações No Perfil Longitudinal Entre Paraty (RJ) E Campos Do Jordão (SP)**. Trabalho de Graduação Individual, Geografia, FFLCH, USP, 2015.

PELLEGATTI, C. H. G. **Avaliação espaço-temporal da precipitação no perfil da Baixada Santista- Vertentes Oceânicas-Rebordo Interiorano da escarpa da Serra do Mar-SP**. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: www.teses.usp.br (Acesso em 20 de agosto de 2013).

PELLEGATTI, C. H. G. **Avaliação da precipitação na Serra do Mar-SP em eventos de diferentes intensidade e duração**. GEOUSP - Espaço e Tempo, Nº 27, São Paulo, 2010. pp. 147 – 158.

SETZER, J. **Contribuição para o Estudo do Clima do Estado de São Paulo**. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo, São Paulo, 1946.

SILVA, G. L. *et al.* **Estudo Preliminar da Climatologia da Ressurgência na Região de Arraial do Cabo, RJ**. UFPel Rio de Janeiro, 2001

VAREJAO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Pernambuco-RE: Versão Digital, 2005.

Referências Eletrônicas

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. www.ibge.gov.br - acesso em: 19 de Julho de 2013

SITIO DO MUNICÍPIO DE TERESOPOLIS-RJ.

<http://www.teresopolis.rj.web.br.com/turismo> - Acesso em: 21 de Julho de 2013

SISTEMA DE METEOROLOGIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

<http://www.simerj.com> - Acesso em: 13 de Julho

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. <http://www.inmet.gov.br> - Acesso em:13 de Julho de 2013

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. <http://www.inpe.com.br> – Acesso em: 19 de julho de 2013 e 21 de dezembro de 2015.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO – MARINHA DO BRASIL.

<http://www.dhn.mar.mil.br> – Acesso em: 19 de julho de 2013.

ONLINE OCR – www.onlineocr.net - Acesso durante o mês de agosto de 2013.

Cartas e Mapas

IBGE - Mapa Físico do Estado do Rio de Janeiro. 2012. Disponível em

www.ibge.gov.br

Aplicativo Google Earth. Acessado entre julho de 2013 e janeiro de 2016