AVALIAÇÃO DO EFEITO OROGRÁFICO NA VARIAÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES NO PERFIL LONGITUDINAL PARATY (RJ) E CAMPOS DO JORDÃO (SP)

OROGRAPHIC EFFECT EVALUATION OF PRECIPITATION DISTRIBUTION ON LONGITUDINAL PROFILE PARATY (RJ) - CAMPOS DO JORDÃO (SP)

MARIA RITA PELEGRIN DE OLIVEIRA
maria.rita.oliveira@usp.br

EMERSON GALVANI
Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
Departamento de Geografia
egalvani@usp.br

Resumo. O objetivo deste artigo é avaliar o efeito orográfico na distribuição das precipitações em escala temporal anual e sazonal no perfil longitudinal SE - NW, entre os municípios de Paraty (RJ), Cunha (SP), Taubaté (SP) e Campos do Jordão (SP). Para isto, foram analisados dados de quatro pluviômetros localizados nos respectivos municípios citados e comparados estatisticamente e representados por meio de gráficos e perfis topográficos e pluviométricos. Notou-se que a vertente a barlavento da escarpa da Serra do Mar, representada pelo posto de Cunha, foi que registrou os maiores totais pluviométricos nesta pesquisa; o segundo trecho com elevada pluviosidade foi a vertente a barlavento da Serra da Mantiqueira, onde está situada a cidade de Campos do Jordão. Tanto através da análise estatística quanto pela gráfica, ambos mostram que a sazonalidade da chuva é bem marcante, já que para todo o transecto, aproximadamente 42,5% da chuva está concentrada no verão, 18,45% está concentrada no outono, 10,75% está concentrada no inverno e 28,75% na primavera – distribuição esta que caracteriza os climas tropicais em geral.

Palavras-chave: chuva orográfica, relevo, distribuição das precipitações, média anual, média sazonal

Abstract. This present article intends to evaluate the orographic effect on the rain distribution in annual and sazonal scale within the longitudinal profile SE – NW, among the cities of Paraty (RJ), Cunha (SP), Taubaté (SP) and Campos do Jordão (SP). For this, data was analized from four rain gauges located in the above mentioned cities and statistically compared and represented by topographic and rainfall profiles. It was noted that the slope on the windward side of the escarpment of the Serra do Mar, represented by Cunha post, was the one that recorded the largest rainfall values on this research; the second section with high rainfall was the windward hillside of Serra da Mantiqueira, where is located the city of

Campos do Jordão. Through statistical and graphic analysis, both show that the rainfall seasonality is very visible, approximately 42.5% of the rainfall is concentrated in the summer, 18.45% is concentrated in the fall, 10.75% is concentrated in winter and 28.75% in the spring - this distribution features tropical climates in general.

Keywords: orographic rain, relief, rain distribution, annual average, seasonal average.

Resumen: El propósito de este artículo es evaluar el efecto orográfico en la distribución de las lluvias en la escala temporal anual y estacional en el perfil longitudinal SE - NW, entre las ciudades de Paraty (RJ), Cunha (SP), Taubaté (SP) y Campos do Jordão (SP). Para eso, se analizaron los datos de cuatro pluviómetros ubicados en sus respectivos municipios citados y se comparó estadísticamente y representado a través de gráficos y perfiles topográficos y precipitación. Se observó que la pendiente de la ladera de barlovento de la Serra do Mar, representada por la estación meteorológica de Cunha. Registró la precipitación más alta en esta investigación. La segunda sección con alta precipitación fue derramada a barlovento de la Serra da Mantiqueira, donde se encuentra la ciudad de Campos do Jordão. Tanto a través de análisis estadístico cuanto gráfico, ambos muestran que la estacionalidad de la lluvia es bastante notable, una vez que para todo el transecto de aproximadamente el 42,5% de la precipitación se concentra en el verano, un 18,45% se concentra en otoño, un 10, 75% se concentra en el invierno y un 28,75% en la primavera - distribución que caracteriza climas tropicales en general.

Palabras clave: lluvias orográficas, el alivio, la distribución de las precipitaciones, la media anual promedio de temporada.

INTRODUÇÃO

O relevo é um controle geográfico que atua na diversificação dos tipos de clima, podendo influenciar diretamente nos aspectos da paisagem. Em relação à ação do relevo, podem-se destacar quatro atributos de atuação: a posição ou disposição geral do relevo; orientação e forma de vertentes; declividade e altitude. Os sistemas orográficos, dependendo de como estão dispostos (sua orientação geral) podem auxiliar, dificultar ou barrar o trânsito dos sistemas atmosféricos, distribuindo-os de maneira assimétrica. A pesquisa sobre o atributo climático chuva é de suma importância para o Homem, a necessidade de entender os mecanismos de formação, distribuição e ocorrência espacial-temporal serve de subsídio fundamental para o planejamento territorial. A partir do conhecimento do comportamento pluvial, podem-se prognosticar eventos comuns e extremos (tanto seca como alta pluviosidade) dando base para tomadas de decisões, visando o delicado equilíbrio entre as forças naturais e as ações humanas. Partindo dessa premissa, foi escolhido um aspecto do fenômeno chuva: o efeito orográfico. Para um maior detalhamento do efeito orográfico, Smith (1979) descreve três mecanismos de formação e intensificação das chuvas orográficas: autoconversão (processo resultante da ascensão das parcelas de ar imposta pela barreira do relevo); *seeder-feeder* (processo constituído por nuvens mais altas, as quais podem intensificar a precipitação de nuvens localizadas em menores altitudes) e convecção disparada (processo pelo qual ocorre

aquecimento diferencial entre vertentes de distintas orientações, podendo gerar nuvens do tipo *cumulus*). O estudo deste efeito se faz importante pelas suas características dinamizadoras das ocorrências de chuvas tanto em escala regional, quanto em escala local, imprimindo totais pluviométricos distintos em locais geograficamente próximos (Cândido e Nunes, 2008). Não se pretende aqui provar a existência deste efeito, mas sim como ele se dinamiza no transecto Paraty (RJ) - Cunha (SP) - Taubaté (SP) e Campos do Jordão (SP) – analisando os diferentes resultados da interação entre o relevo (controle) e a chuva (atributo) ao longo das vertentes a barlavento e a sotavento da área de estudo. Para que esta pesquisa pudesse ser realizada, foram consultados autores como Setzer (1946), Conti (1975), Milanesi (2007), Nunes e Cândido (2008). Estes pesquisadores realizaram extensivos trabalhos a respeito do fenômeno orográfico, cada um apresentando uma metodologia distinta para compreensão das chuvas orográficas. Setzer (1946) desenvolveu uma pesquisa por todo o território do estado de São Paulo, reunindo dados de chuva e de temperatura de todas as regiões do estado, e como resultado de pesquisa, apresenta mapas de isoietas e perfis topográficos e pluviométricos – evidenciando o efeito orográfico na setor leste do estado. Utilizou-se para este presente trabalho, como base teórica e para fins comparativos, o Perfil Topográfico e Pluviométrico Ubatuba – Mococa elaborado por Setzer (1946). Neste perfil o consulente pode verificar o incremento do total de chuvas na vertente a barlavento da Serra do Mar e sua diminuição ao longo do transecto (continente adentro) proposto pelo autor. Conti (1975) pesquisou mais especificamente o efeito orográfico no setor lesnordeste do Estado de São Paulo. Por meio da análise rítmica das chuvas, o autor apresenta os elementos e mecanismos formadores da chuva orográfica, tendo como produto final cartogramas com a distribuição das chuvas no transecto Ubatuba (SP) – Taubaté (SP) e Campos do Jordão (SP). Milanesi (2007) dedica-se ao estudo da distribuição das chuvas ao longo das vertentes a barlavento e a sotavento da Ilha de São Sebastião (Ilhabela – SP). O autor comprova o efeito orográfico por meio de seu perfil topográfico e pluviométrico, evidenciando um maior aporte de chuvas na vertente oceânica da ilha. Nunes e Cândido (2008) também auxiliaram como texto de apoio para esta pesquisa. Com o intuito de analisar o efeito orográfico, coletaram dados de chuva e os espacializaram por meio de um mapa de isoietas sobre um modelo digital de terreno (MDT) – correlacionando graficamente o fator relevo e as diferentes concentrações de chuva por este produzida.

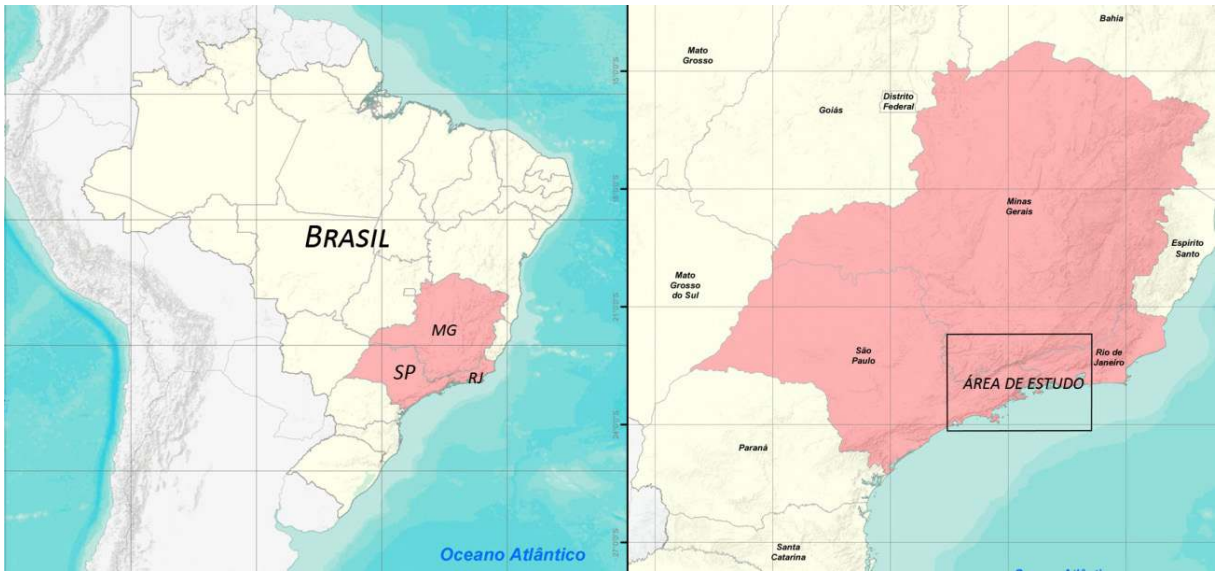
Este presente artigo tem como escopo analisar a interferência do controle geográfico do relevo em relação à distribuição da pluviosidade e sua interferência nas Serras do Mar e Serra da Mantiqueira na distribuição das chuvas no setor NE do estado de São Paulo e sul do Rio de Janeiro.

ÁREA DE ESTUDO

O Vale do Rio Paraíba, localizado entre as duas maiores Regiões Metropolitanas do Brasil, apresentou um significativo crescimento urbano, exibindo uma grande complexidade paisagística, de funções e de concentração populacional. De acordo com a EMPLASA (2011),

a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) se destaca pela sua intensa e diversificada atividade econômica, tendo como expoente seu desenvolvido parque industrial (polo tecnológico), destacando os setores automobilístico, bélico, aeronáutico e aeroespacial localizados nas cidades cortadas pela Rodovia Presidente Dutra. Podem-se destacar as atividades portuárias e petroleiras localizadas no litoral norte (São Sebastião e Caraguatatuba) e o turismo nas Serras do Mar e Mantiqueira, lócus de cidades históricas com importantes legados arquitetônicos e paisagísticos. A população da RMVPLN é de aproximadamente 2.264.594 habitantes (dados de 2010) e apresenta um PIB de R$52 bilhões (dados de 2008) – gerado principalmente pelos setores industriais e de serviços.

Figura 01: Localização da área de estudo.



ELEMENTOS DO MEIO FÍSICO

De acordo com Nunes (2009), a Região Sudeste, em função da sua localização geográfica apresenta regimes climáticos distintos, variando entre o tropical ao subtropical. Pode-se dizer que os diferentes tipos climáticos estão relacionados à localização latitudinal; à variação altitudinal imposta pelas amplitudes altimétricas do relevo; à extensa borda litorânea e por contemplar o Trópico de Capricórnio. Para a compreensão da diversidade climática da região, há dois aspectos relevantes a serem ressaltados: a configuração e a disposição do relevo. Em relação às cotas altimétricas, estas variam desde 0 m (ao nível do mar) até 2.891,9m (Pico da Bandeira – Alto Caparaó, MG). Este gradiente influencia na distribuição de chuvas e nos padrões de temperatura. As chuvas dinamizadas pela orografia estão presentes em vários setores da Região Sudeste, de acordo com Nunes et al. (2009), a topografia influencia na geração de turbulências atmosféricas em função de sua disposição oposta aos fluxos extratropicais na borda atlântica, destacando as áreas do litoral centro-norte do estado de São Paulo. A precipitação pluvial é um dos principais fenômenos climáticos que ocorre na Região Sudeste. A distribuição espacial e temporal da precipitação está relacionada ao controle exercido pelos elementos da paisagem, tal como o relevo. Os efeitos da maritimidade

e da continentalidade também são observados na região. Com base no estudo da Normal Climatológica de 1961-1990, a área de estudos desta pesquisa, apresenta os maiores índices pluviométricos de toda Região Sudeste, tendo como médias anuais valores entre 1.950mm até 2.500mm de volume de chuva. Aliado a grande quantidade de energia solar, o oceano Atlântico é o maior fornecedor de umidade para o local.

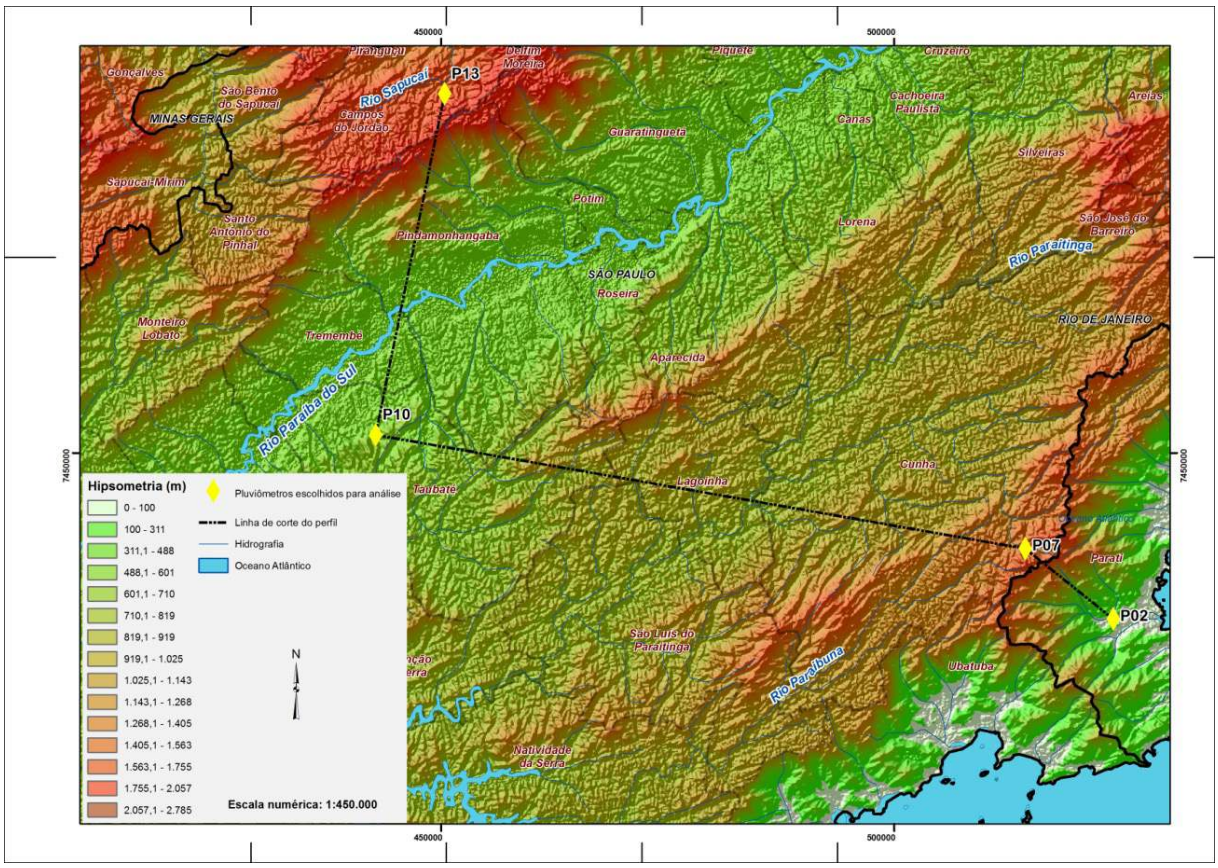
MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de precipitação, expressos em mm, estavam em base diária e foram totalizados em escala mensal, sazonal e anual. Apesar da dificuldade em obter o material básico para esta pesquisa, os dados utilizados aqui foram coletados digitalmente por meio das publicações do endereço eletrônico da Agência Nacional de Águas/Hidroweb (http://hidroweb.ana.gov.br/). Este trabalho utilizou o intervalo de 21 anos de observação, de 1982 ao ano de 2002. Chegou-se a este intervalo pelo fato deste apresentar o maior período de observação coincidentes em todos os postos e pela melhor qualidade dos dados. Mesmo evitando ter de preencher as falhas com médias, utilizou-se desta prática para completar os dados faltantes, o que ocorreu principalmente nos postos de Paraty (RJ) e Campos de Jordão (SP) – vide quadro 01. Para que isso fosse possível, calculou-se a média aritmética para cada dia incompleto, para assim completar as lacunas e poder dar início aos cálculos e confecção dos gráficos referentes à precipitação do perfil estudado.

Quadro 01: Localização dos postos pluviométricos e suas respectivas falhas em banco de dados

Postos de observação sob a responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA)								
Postos	**Nomes dos Postos**	**Localidade**	**X (m)**	**Y (m)**	**Altitude (m)**	**Série Histórica**	**Falhas (%)**	**Operadora**
P02	Parati	Paraty (RJ)	524157	7431697	19	1982 - 2002	3,25	CPRM
P07	Alto Serra do Mar Bairro Mato Limpo	Cunha (SP)	514444	7439459	1270	1982 - 2002	***	CPRM
P10	Taubaté	Taubaté (SP)	442740	7451995	614	1982 - 2002	***	CPRM
P13	Campos do Jordão	Campos do Jordão (SP)	450361	7489600	1620	1982 - 2002	0,11	DAEE

Figura 2: Localização do transecto Paraty – Campos do Jordão e seus respectivos pluviômetros sobre hipsometria.



Para o objetivo final da pesquisa, realizaram-se perfis topográficos e pluviométricos para cada cidade pertencente ao transecto Paraty (RJ) – Campos do Jordão (SP).
Por meio de *softwares* de geoprocessamento (*ArcGis 10.0 e Global Mapper*), foi realizado o mapeamento da área de estudo com a utilização de imagens de radar (SRTM) e bases vetoriais do IBGE. Com os totais de chuva já calculados, os *layouts* finais dos perfis topográficos e pluviométricos foram elaborados em meio digital por meio de *software* de vetorização (*Adobe Illustrator CS5*), onde recebeu o tratamento gráfico de cores, informações acerca da escala altimétrica e as colunas de chuva em proporção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

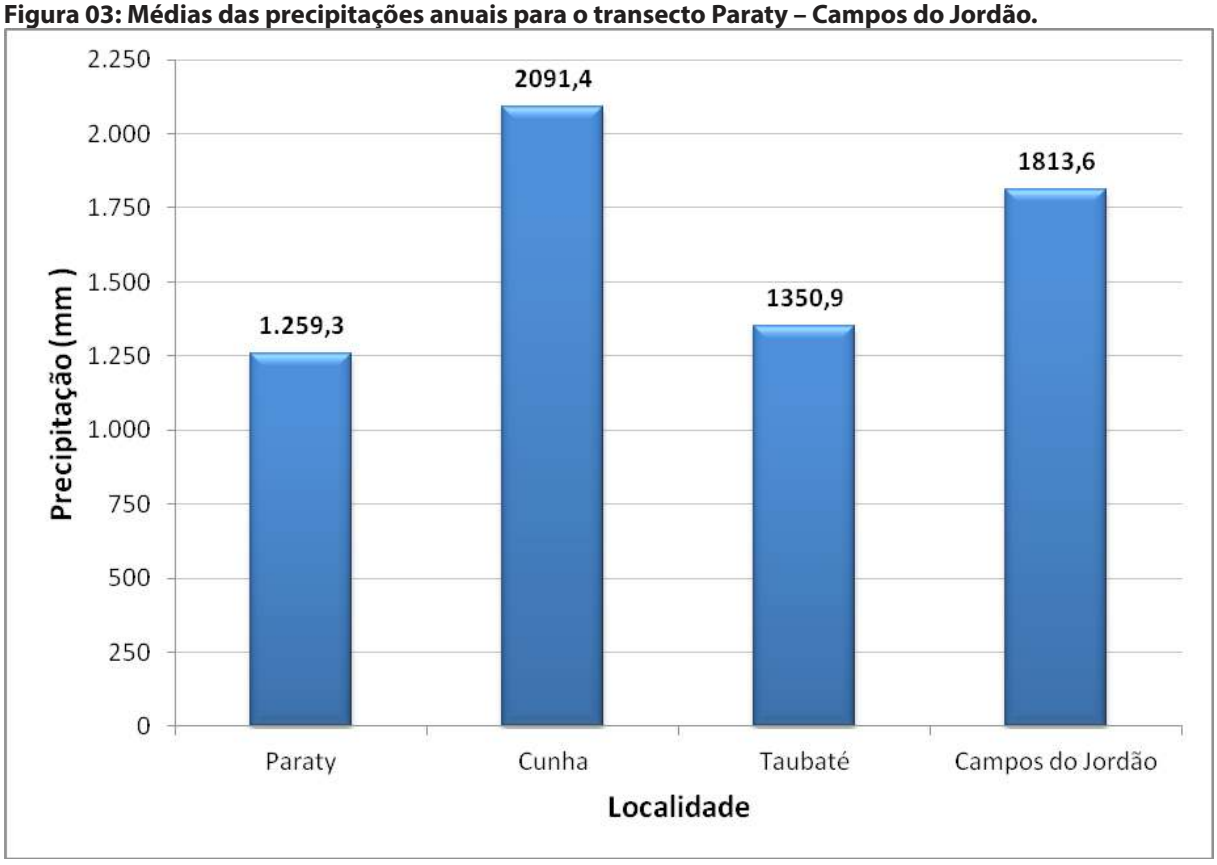
ANÁLISE DAS MÉDIAS ANUAIS PARA OS POSTOS DE PARATY, CUNHA, TAUBATÉ E CAMPOS DO JORDÃO

Posto de Paraty (RJ)

A figura 03 representa resumidamente a precipitação média anual para os quatro postos pluviométricos da área de estudo. Ao longo da série de 21 anos, o posto localizado em

Paraty (em uma altitude de 19m) apresentou uma média de 1.259,3 mm/ano, oscilando entre o valor mínimo de 768,9 mm no ano de 1997 e um valor máximo de 1.862,3 mm em 2002. Esta média anual de 1.259,3 mm não concorda com os valores obtidos por Setzer (1946) para as cidades de Ubatuba (SP) e Angra dos Reis (RJ) – municípios próximos à Paraty. Para uma série de 47 anos (1897 – 1944), o autor apresenta uma média de 2.295 mm/ano para o posto localizado em Ubatuba (SP) em uma altitude de 5m; para uma série de 20 anos (1914 – 1935), Setzer apresenta uma média de 2.043 mm/ano para o posto de Angra dos Reis (RJ) localizado em uma altitude de 50m. A média obtida para Paraty é aproximadamente duas vezes menor que os valores apontados por Setzer (1946) em postos próximos ao de Paraty. Conti (1975) apresenta três valores anuais médios para Ubatuba: 1.907,6 mm para o ano seco (1963), 1.938,5 mm para o ano médio (1964) e 3.797,8 mm para o ano chuvoso (1966). Em nenhuma destas possibilidades o valor obtido para Paraty se enquadra, apresentando uma diferença de 30% a 60% em relação aos valores do autor. Apesar da série do posto de Paraty ter apresentado uma falha de 3% em seu banco de dados, este ruído não é suficientemente significativo para explicar as diferenças em relação aos valores apontados por Setzer (1946) e Conti (1975). A hipótese que pode explicar estar diferença entre a média do posto de Paraty em relação às médias apontadas pelos autores é a localização da estação meteorológica. Esta pode estar em uma condição de sombra de chuva, mesmo estando em uma vertente orientada para o oceano.

Figura 03: Médias das precipitações anuais para o transecto Paraty – Campos do Jordão.



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA).

Posto de Cunha (SP)

Conforme a figura 03, a cidade de Cunha apresentou uma média anual de 2.091,5 mm. De 1982 até 2002 houve uma máxima de 3.395,6 mm no ano de 1982 e mínima de 1.326,7 mm em 1997 (assim como em Paraty). O que ressalta nestes dados são os anos mais chuvosos da série, tendo 3.395,6 mm em 1982; 3.208,1 mm em 1983; 3.415,9 mm em 1986 e 3.351,7 mm em 1988. Conti (1975), no cartograma de 1964 (ano médio), apresenta para a região de Cunha valores entre 1.200 mm até 1.400 mm; já no cartograma para o ano de 1966 (ano chuvoso), o autor apresenta dados entre 1.400 mm até 1.600 mm. Em comparação com as médias obtidas por Conti (1975) para a região de Cunha, a média anual da série 1982-2002 apresenta-se aproximadamente duas vezes maior. Setzer, em 1946, apresenta duas séries para distintos pontos localizados em Cunha. O primeiro ponto, posto Alto da Bocaina, localizado em uma altitude de 970m, com uma série de 43 anos de observação (1893-1931/1940-1943), Setzer apresenta uma média anual de 1.288 mm; para um segundo local, Setzer (1946) traz os valores de uma série de oito anos (1938-1945) para o posto Estrada de Cunha, localizado em uma altitude de 790 m, com média de 1.339 mm. O posto de Cunha deste trabalho, o posto Alto da Serra (CPRM/ANA), localizado em uma altitude de 1.270 m, tem como menor média o valor de 1.326,7 mm para o ano de 1997, esta média é o valor que mais se aproxima dos valores obtidos por Conti (1975) e Setzer (1946). Um terço da série de Cunha apresenta valores elevados, variando entre 2.092,5 mm (1987) a 3.395,6 mm (1982), porém, a partir do ano de 1990, a série se apresenta sem picos de pluviosidade, apresentando uma média de 1.671,1 mm – valor este que concorda tanto com Conti (1975) (para o ano chuvoso) e Setzer (1946) para o posto Estrada de Cunha.

Posto de Taubaté (SP)

Tem-se aqui a média anual de 1.350,9 mm, oscilando entre a máxima de 1.714 mm em 1996 e a mínima de 971,4 mm em 1984. Confrontando estes dados com os obtidos por Conti (1975), pode-se afirmar que ambos concordam – principalmente em relação à média para o ano de 1964. O autor apresenta para o ano seco (1963) um valor médio de 812,9 mm, para o ano médio (1964) a média de 1.322 mm e para o ano mais chuvoso (1966) o valor de 1.537,1 mm. Em comparação com os dados de Setzer (1946), pode-se afirmar que os valores deste trabalho e do autor estão em concordância. Para um posto localizado no vale médio do Rio Paraíba do Sul, Setzer (1946) apresenta os seguintes dados: 1.210 mm como média anual baixa; 1.380 mm como média anual padrão e 1.610 mm como uma média anual alta. Para o segundo posto, localizado na cidade de Taubaté (em uma altitude de 580m), Setzer apresenta média anual de 1.302 mm para uma série de observação de 49 anos (1894 – 1942). Apesar de os dados de Conti (1975) e Setzer (1946) terem sido coletados em temporalidades diferentes e com métodos distintos, estes concordam com os valores obtidos para este presente trabalho.

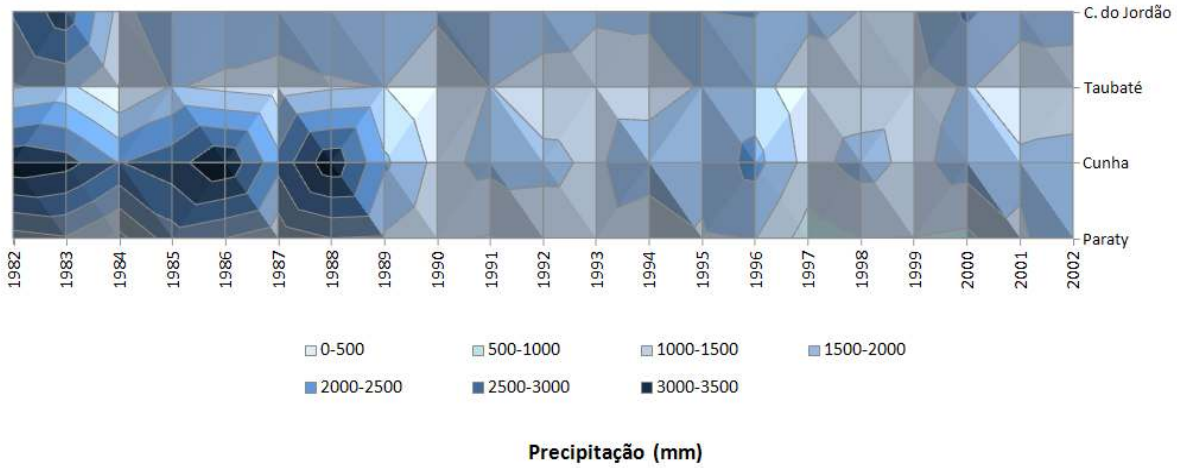
Posto de Campos do Jordão (SP)

O posto de Campos do Jordão apresentou uma média anual de 1.813,6 mm e uma oscilação entre a mínima de 1.346,5 mm (em 1984) e a máxima de 2.786,1 em 1983. Os valores aqui apresentados, de uma maneira geral, concordam com os valores apresentados por Setzer (1946) e Conti (1975). Setzer (1946) apresenta dados pluviométricos de uma série de 34 anos de observação (1906 – 1924/ 1926 – 1932/ 1937 – 1944) para o posto de Campos do Jordão localizado em uma altitude de 1630 m. Nesta série, a média anual obtida por Setzer (1946) foi de 1.671 mm de chuva, um valor 8% menor que a média obtida para este trabalho. Para o posto Eugenio Lefevre (em Campos do Jordão), localizado em uma altitude de 1160 m, Setzer (1946) apresenta uma série de oito anos de observação, tendo uma média anual de 1.984 mm de chuva. Este valor se apresenta aproximadamente 9,4% maior que para o posto DAEE/ANA utilizado neste trabalho. Segundo Conti (1975), por meio de seus cartogramas, pode-se inferir que para a região de Campos do Jordão tem-se para o ano seco (ano de 1963) médias variando entre 1.201 mm até 1.300 mm; para o ano com pluviosidade padrão (ano de 1964) os valores entre 1.401 mm e 1.600 mm e 1.601 mm até 1.800 mm; por fim, para o ano chuvoso (ano de 1966), valores entre 1.601 mm até 3.000 mm. A média anual encontrada para o posto de Campos do Jordão (DAEE/ANA), para este trabalho, é de 1.813,6 mm, assemelhando-se às médias do ano de alta pluviosidade obtido por Conti (1975). Apesar das pequenas variações, pode-se afirmar que os valores obtidos para o posto de Campos do Jordão (DAEE/ANA) concordam com os exibidos pelos autores Setzer (1946) e Conti (1975).

Distribuição espacial e temporal das médias anuais

A análise da figura 04 permite visualizar a distribuição espacial e temporal das médias anuais para todos os postos de observação do transecto Paraty – Campos do Jordão ao longo dos 21 anos da série. Por meio deste gráfico, fica evidente a concentração da pluviosidade para os postos de Paraty e Cunha durante a década de 1980 – com maior destaque para o posto de Cunha. Já o posto de Taubaté exibe uma distribuição constante de chuvas ao longo série. O posto de Campos do Jordão apresenta uma maior pluviosidade no início da década de 1980, porém, a partir de 1984, a distribuição demonstra-se de maneira equilibrada, tal qual a de Taubaté. Analisando este gráfico, pode-se também inferir a ocorrência do efeito orográfico no transecto Paraty – Campos do Jordão. O efeito orográfico pode ser visualizado por meio da diferenciação dos totais de chuva representados por cores mais escuras e cores mais claras, onde as mais escuras representam uma maior pluviosidade e as mais claras uma menor pluviosidade. Sendo Cunha e Campos do Jordão as cidades com maior precipitação em comparação com as cidades de Paraty e Taubaté.

Figura 04: Espacialização dos totais de chuva no perfil Paraty – Campos do Jordão (1982 – 2002). Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA).

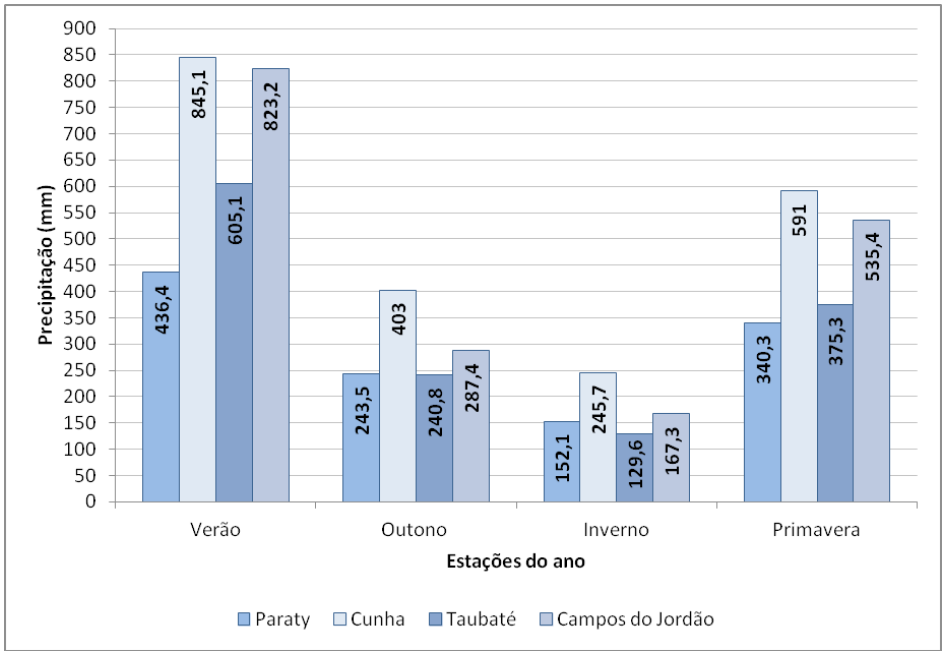


ANÁLISE DAS MÉDIAS SAZONAIS PARA OS POSTOS DE PARATY, CUNHA, TAUBATÉ E CAMPOS DO JORDÃO

4.3.1 Posto de Paraty (RJ)

Segundo a figura 05, para o posto de Paraty (RJ), temos a seguinte distribuição: primavera concentra 29% da precipitação, o verão concentra 37,2%, temos o outono com o valor de 20,8% e o inverno apresenta 13%.

Figura 5: Médias sazonais para o perfil Paraty – Campos do Jordão (1982 – 2002).



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA).

Estes dados corroboram com as características do clima tropical, porém, em maior detalhe, em comparação com os valores de Conti (1975), com exceção ao baixo valor do outono para a série 1982-2002 (243,5 mm), tem-se que as médias sazonais de Paraty se assemelham aos dados do ano de 1963 apresentado pelo autor, vide tabela 02.

Tabela 02: Resumo das médias sazonais para a região de Ubatuba (SP)

Quadro resumo das médias sazonais para a região de Ubatuba (SP)				
	Verão	**Outono**	**Inverno**	**Primavera**
1963 - ano seco	401 - 500/501 - 700 mm	401 - 500 mm	101 200/201 - 300 mm	301 - 400 mm
1964 - ano padrão	501 - 700/701 - 900/901-1100 mm	401 - 500/ 501 - 700 mm	201 - 300/301 - 400 mm	401 - 500/501 - 700 mm
1966 - ano chuvoso	901 - 1100/+ de 1100 mm	901 - 1100 mm	201 - 300/301 - 400/401 - 500 mm	501 - 700/701 - 900 mm
Fonte: Conti (1975).				

Após a exposição dos dados, pode-se notar uma discrepância entre os valores obtidos para o posto de Paraty (CPRM/ANA) e os valores apresentados por Conti para os anos de 1964 e 1966. Estas diferenças Conti (1975) e os dados do posto de Paraty não apresentam uma boa correlação, podendo sugerir uma não confiabilidade dos dados para o posto Parati (CPRM/ANA).

4.3.2 Posto de Cunha (SP)

Do ponto de vista sazonal, a primavera e o verão são as estações mais chuvosas e o outono e inverno são as mais secas para o posto Cunha (CPRM/ANA). Segundo a figura 05, temos que 41,08% das chuvas estão concentradas no verão, concordando com a classificação *Cwb* proposta por Setzer para a região de Cunha. Conti (1975) apresentou valores para os postos Fazenda do Cume e Campos de Cunha. Comparando as médias sazonais do posto de Cunha (CPRM/ANA) representadas pela figura 05 com os valores obtidos por Conti (1975), vide tabela 03, pode-se notar que os valores são aproximados, principalmente em relação aos exibidos para o ano de 1966 (chuvoso). Apesar dessas diferenças apontadas pela figura 05, os valores para o posto de Cunha (CPRM/ANA) e os de Conti (1975) são semelhantes.

Tabela 03: Quadro resumo das médias sazonais para a região de Cunha (SP)

Quadro resumo das médias sazonais para a região de Cunha (SP)				
	Verão	**Outono**	**Inverno**	**Primavera**
1963 - ano seco	501 - 700 mm	101 - 200 mm	1 - 10/11 -50 mm	201 - 300/301-400 mm
1964 - ano padrão	501 - 700 mm	101 - 200/201 - 300 mm	51 - 100 mm	201 - 300/301 - 400 mm
1966 - ano chuvoso	501 - 700 mm	301 - 400 mm	101 - 200 mm	401 - 500 mm
Fonte: Conti (1975).				

4.3.4 Posto de Taubaté (SP)

Os dados sazonais de Taubaté (CPRM/ANA) se assemelham mais aos dados obtidos por Setzer (1946), com exceção do inverno, no qual há uma diferença de aproximadamente 33% entre as médias de inverno para o posto Taubaté (CPRM/ANA) – vide tabela 04.

Tabelas 04 e 05: Quadro resumo das médias sazonais para o posto de Taubaté (SP).

Quadro resumo das médias sazonais para o posto de Taubaté (SP)				
	Verão	**Outono**	**Inverno**	**Primavera**
Posto de Taubaté - 580 m	607 mm	270 mm	86 mm	339 mm
Fonte: Setzer (1946).				

Quadro resumo das médias sazonais para a região de Taubaté (SP)				
	Verão	**Outono**	**Inverno**	**Primavera**
1963 - ano seco	301 - 400/401 - 500 mm	51 - 100/101 -200 mm	11 -50 mm	201 - 300/301 -400 mm
1964 - ano padrão	501 - 700/701 - 900 mm	101 - 200/201 - 300 mm	51 - 100/101 - 200 mm	201 - 300/301 - 400 mm
1966 - ano chuvoso	501 - 700/701 - 900 mm	301 - 400 mm	51 - 100/101 - 200 mm	301 - 400/401 - 500 mm
Fonte: Conti (1975).				

Com relação aos dados de Conti (1975), a série do posto de Taubaté (CPRM/ANA) é consonante ao do autor, se aproximando aos valores apresentados para o "ano padrão" de 1964. A exceção que se pode apontar é a média sazonal de verão, com o valor de 605,1mm, o qual se aproxima às médias para o "ano chuvoso" de 1966 citado pelo autor.

4.3.5 Posto de Campos do Jordão (SP)

O posto de Campos do Jordão (DAEE/ANA) apresenta uma concentração de 45% das chuvas no verão – com valor médio de 823,2 mm; 30% da precipitação na primavera, com média de 535,4 mm; o outono concentra 16% das chuvas, com média de 287,4 mm e o inverno com média de 167,3 mm, somando 9% do total da precipitação. Os valores obtidos para o posto de Campos do Jordão (DAEE/ANA) concordam com os valores de Setzer, tanto em relação ao posto situado em 1630 m, quanto em relação ao posto Eugenio Lefevre – vide tabela 06.

Tabelas 06 e 07: Quadro resumo das médias sazonais para os postos de Campos do Jordão (SP)

Quadro resumo das médias sazonais para os postos de Campos do Jordão (SP)				
	Verão	**Outono**	**Inverno**	**Primavera**
Posto de Campos do Jordão - 1630 m	796 mm	316 mm	134 mm	425 mm
Posto Eugenio Lefevre - 1160 m	945 mm	402 mm	118 mm	519 mm
Fonte: Setzer (1946).				

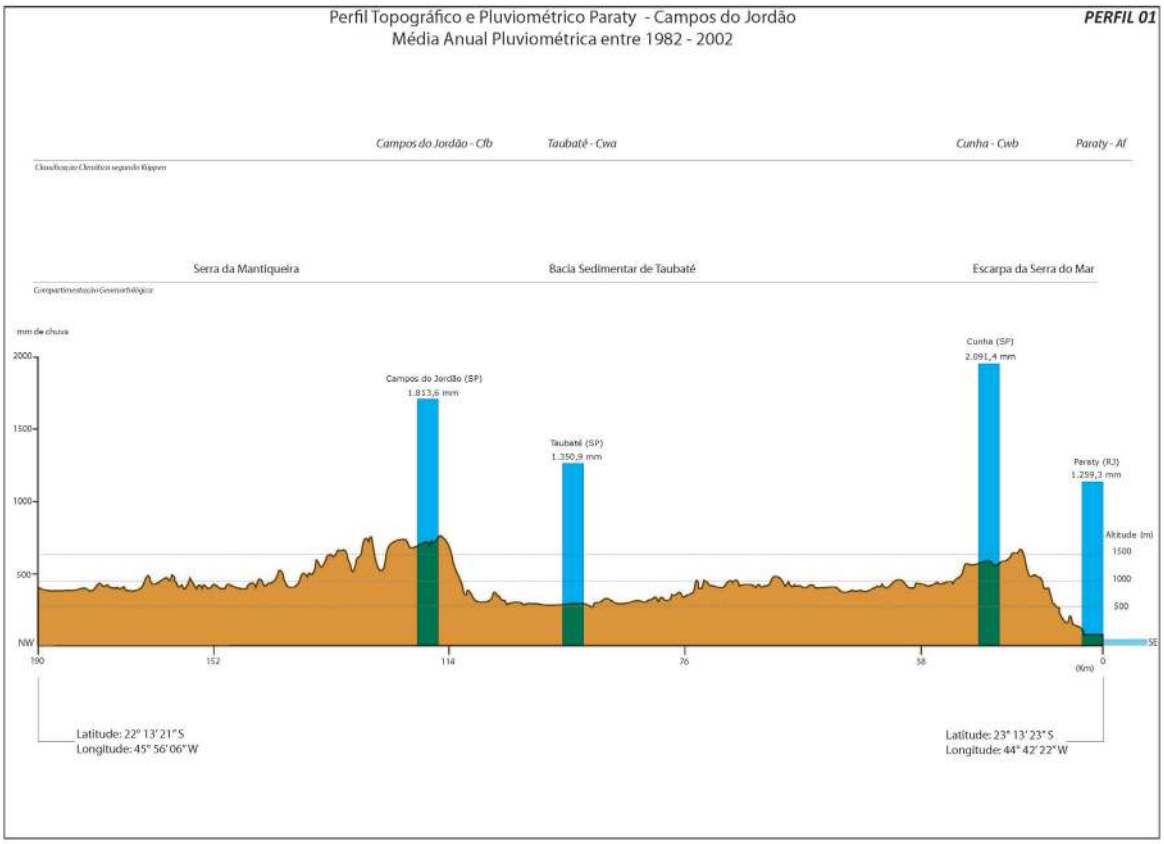
Quadro resumo das médias sazonais para a região de Campos do Jordão (SP)				
	Verão	**Outono**	**Inverno**	**Primavera**
1963 - ano seco	501 - 700 mm	51 - 100 mm	11 - 50 mm	401 - 500 mm
1964 - ano padrão	701 - 900 mm	201 - 300 mm	101 - 200 mm	301 - 400/401 - 500 mm
1966 - ano chuvoso	901 - 1100 mm	401 - 500/501 - 700 mm	101 - 200 mm	501 - 700 mm
Fonte: Conti (1975).				

Confrontando os da figura 05 com os valores exibidos por Conti (1975), a série 1982 -2002 assemelha-se com os valores apresentados para o ano de 1964 – ano de precipitação padrão segundo o autor. Todas as médias sazonais do posto de Campos do Jordão (DAEE/ ANA) estão dentro dos intervalos demonstrados pelo autor – vide tabela 07. A única exceção que se pode salientar é em relação à média da primavera para o posto de Campos do Jordão (DAEE/ANA), a qual se aproximando aos valores de 1966.

PERFIL TOPOGRÁFICO E PLUVIOMÉTRICO PARATY – CAMPOS DO JORDÃO: MÉDIA ANUAL PLUVIOMÉTRICA ENTRE 1982 – 2002 – PERFIL 01

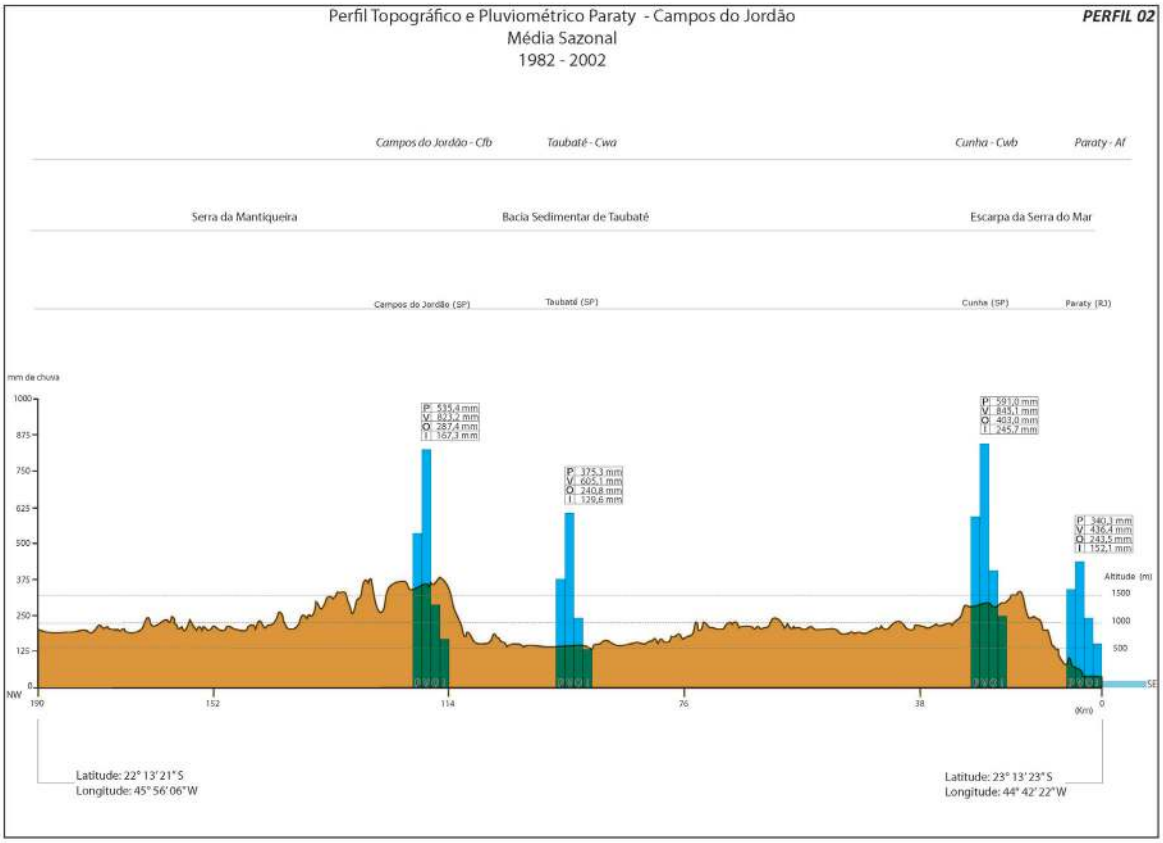
Espacializando a distribuição das chuvas ao longo do transecto proposto para este trabalho, o Perfil 01 demonstra como o relevo pode potencializar e/ou intensificar a ocorrência de chuvas. A figura 06 mostra o perfil topográfico entre as cidades de Paraty (RJ) e Campos do Jordão (SP), a localização dos pluviômetros e suas respectivas médias anuais, a classificação climática elaborada por Setzer (1946) (via metodologia de Köeppen) e a compartimentação geomorfológica. O efeito orográfico é nítido quando os valores de chuva são dispostos juntos à representação do relevo da área de estudo. Este perfil é a síntese deste trabalho, cujo objetivo maior é analisar o controle relevo em relação ao atributo chuva. Ao longo de 114 km de extensão, há uma grande diferença entre as médias anuais, mostrando que, apesar de ser uma extensão pequena, o relevo tem um papel notório na distribuição das chuvas. Pode-se ver que os locais com maior altitude (Cunha e Campos do Jordão) foram os quais receberam um maior aporte de precipitação - onde as vertentes a barlavento recebem uma maior quantidade de chuvas em detrimento da vertente localizada a sotavento, representada pelos valores da cidade de Taubaté. A partir do Perfil 01 pode-se inferir que o posto de Paraty situado a uma altitude de 19 m apresenta uma média anual de 1.182,9 mm; que o posto de Cunha, situado na vertente a barlavento e em uma altitude de 1270 m, tem uma média anual de 2.091,4 mm; que o posto de Taubaté, situado no fundo do vale do Rio Paraíba do Sul (na vertente a sotavento) e em uma altitude de 614 m, registra uma média anual de 1.350,9 mm e que o posto de Campos do Jordão, localizado em uma altitude de 1620 m e em uma vertente a barlavento, tem uma média anula de 1.813,9 mm de chuva.

Figura 06: Perfil Topográfico e Pluviométrico Paraty – Campos do Jordão: Média Anual Pluviométrica (1982 – 2002). Perfil Topográfico e Pluviométrico Paraty – Campos do Jordão: Média Sazonal Pluviométrica entre 1982 – 2002 – PERFIL 02



O Perfil 02 é composto pelo perfil topográfico do transecto Paraty – Campos do Jordão e suas respectivas médias sazonais, estas representadas pelas colunas azuis, onde as letras P, V, O, I identificam respectivamente as estações primavera, verão, outono e inverno. Com este perfil pode-se observar a ocorrência de chuvas e sua variabilidade espacial e sazonal. Desmembrando os dados das médias anuais, há uma pronunciada concentração de chuvas na primavera e, especialmente, no verão; e sua diminuição ao longo do outono e no inverno, estação esta que apresenta os menores valores de chuva para todo o transecto; observam-se picos chuvosos no verão em Cunha (a barlavento), com média de 591 mm e uma diminuta pluviosidade em Taubaté (a sotavento) com média de 129,6 mm no inverno. O perfil demonstra a marcante sazonalidade na distribuição espaço-temporal da precipitação, independentemente dos postos estarem a barlavento ou a sotavento, a concentração das chuvas se faz no verão – totalizando aproximadamente 42,05 % da precipitação.

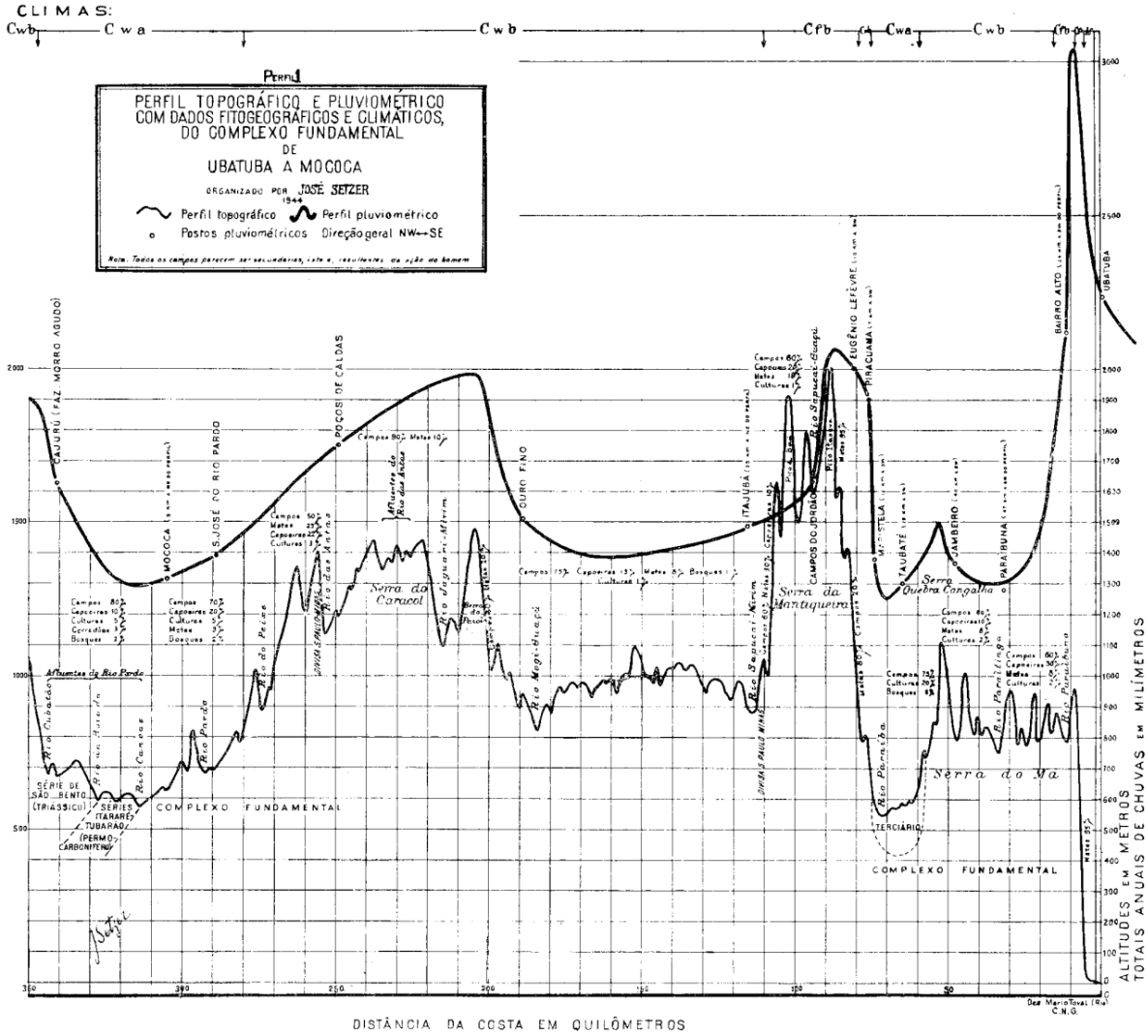
Figura 07: Perfil Topográfico e Pluviométrico Paraty – Campos do Jordão: Média Sazonal Pluviométrica (1982 – 2002).



CORRELAÇÃO ENTRE PERFIS TOPOGRÁFICOS E PLUVIOMÉTRICOS DO TRANSECTO PARATY – CAMPOS DO JORDÃO E OS ELABORADOS POR SETZER (1946) E MILANESI (2007)

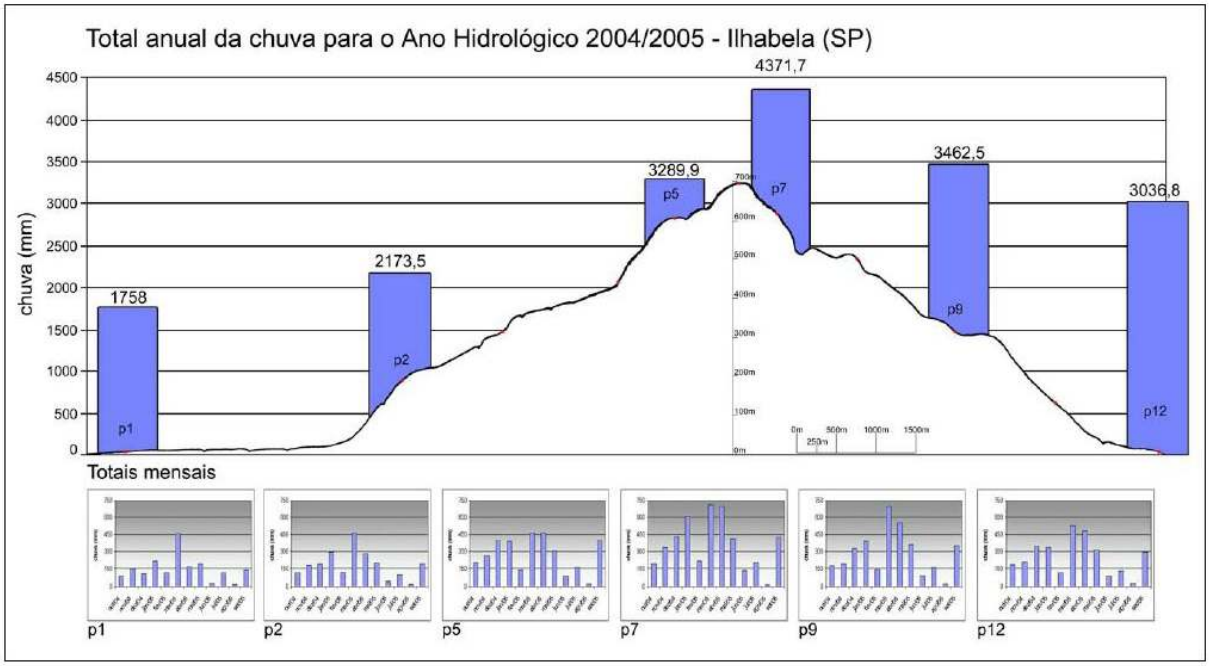
Comparando o Perfil 01 com o perfil elaborado por Setzer, apesar das diferentes técnicas e metodologias, pode-se afirmar que ambos concordam a respeito da distribuição espacial das chuvas ao longo das diferentes unidades de relevo, evidenciando este como fator preponderante na intensificação da precipitação em locais de maior altitude e nas vertentes a barlavento. O perfil de Ubatuba – Mococa elaborado por Setzer (1946) é o que mais se aproxima ao perfil confeccionado para este trabalho, pois o do autor também abrange a escarpa da Serra do Mar, os mares de morros da Serra do Mar, o vale do Rio Paraíba do Sul (Taubaté), e a escarpa da Serra da Mantiqueira. Correlacionando a pluviosidade com o relevo, Setzer (1946) chega aos seguintes valores: Ubatuba apresenta aproximadamente uma média anual de 2.250 mm, a cidade de Natividade da Serra registra a média de 3.000 mm anuais, Taubaté com média anual aproximada de 1.300 mm e Campos do Jordão apresenta média anual de aproximadamente 2.100 mm – vide figura 08.

Figura 08: Perfil Topográfico e Pluviométrico Ubatuba – Mococa. Fonte: SETZER, José (1946, pg. 133).



Todos os valores apresentados por Setzer (1946) concordam com os valores apresentados neste trabalho, exceto pelos valores de Paraty em comparação com os de Ubatuba. Com relação ao perfil produzido por Milanesi (2007), o que se pode comparar é a existência do efeito orográfico em ambas as situações, a do transecto Paraty – Campos do Jordão e a do transecto da Estrada de Castelhanos em Ilhabela. Milanesi apresenta um perfil traçado sobre a Ilha de São Sebastião, no qual se pode ver claramente o controle do relevo em relação à distribuição de chuvas. As chuvas se distribuem de maneira desigual ao longo do perfil, tendo no ponto 07 (localizado na vertente oceânica da ilha) o maior registro de chuvas, com o valor de 4.317,7 mm de média anual, diferentemente da vertente continental, com o valor mínimo de 1.758 mm de média anual no ponto 01 do transecto, classificado por Milanesi (2007) como ponto de "sombra de chuva", vide figura 09.

Figura 09: Perfil Topográfico e Pluviométrico da Ilha de São Sebastião (Ilhabela)



Fonte: MILANESI, Alexandre (2007, pg 116).

Segundo o autor, o controle que o relevo impõe na distribuição da precipitação demonstra maiores totais na vertente a barlavento e menores totais na vertente a sotavento da Estrada de Castelhanos. Com isto, Milanesi (2007) aponta que os índices de chuva aumentam na medida em que se eleva no terreno. Paralelamente, em outro contexto geográfico, o mesmo acontece para o perfil Paraty – Campos do Jordão, onde as maiores cotas pluviométricas estão localizadas nas vertentes a barlavento, tendo Cunha como o primeiro posto mais chuvoso seguido pelo posto de Campos do Jordão – evidenciando assim o efeito orográfico da área de estudo deste presente trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vertente a barlavento da escarpa da Serra do Mar, representada pelo posto de Cunha, foi a que registrou os maiores totais pluviométricos desta pesquisa; o segundo trecho com elevada pluviosidade foi a vertente a barlavento da Serra da Mantiqueira, onde está situada a cidade de Campos do Jordão; No fundo do vale do Rio Paraíba do Sul, entre a vertente a sotavento da Serra do Mar e a vertente a barlavento da Serra da Mantiqueira está localizada a cidade de Taubaté, com valores inferiores aos de Cunha e Campos do Jordão. O que chamou a atenção nesta pesquisa foram os valores do posto de Paraty. Em comparação com os valores de Setzer (1946) e Conti (1975) para localidades próximas à Paraty, há uma discrepância entre os valores de Ubatuba e Angra dos Reis. Os dados de Paraty não se mostram coerentes em relação aos dados de Setzer (1946) e Conti (1975), porém os demais

postos corroboram com os valores expostos pelos autores, permitindo uma comparação mais fiel entre os resultados das pesquisas. Em relação à precipitação em escala sazonal, esta foi analisada por estatística e graficamente por meio do perfil 02. Por meio das duas análises, ambas mostram que a sazonalidade da chuva é marcante, já que para todo o transecto, aproximadamente 42,5% da chuva está concentrada no verão, 18,45% no outono, 10,75% no inverno e 28,75% na primavera – distribuição esta que caracteriza os climas tropicais em geral. Para os postos a barlavento (Cunha e Campos do Jordão) há os maiores valores pluviométricos, tendo Taubaté (a sotavento), as menores médias sazonais do transecto.

REFERÊNCIAS

CANDIDO, Daniel Henrique; NUNES, Luci Hidalgo. e VICENTE, Andréa Koga. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo, SP: Editora Oficina de Textos, 2009.

CANDIDO, Daniel Henrique e NUNES, Luci Hidalgo**.** 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, SP. N. 24, p. 08 – 27, 2008.

CONTI, José Bueno. **"Circulação Secundária e Efeito Orográfico na Gênese das Chuvas na Região Lesnordeste Paulista". Tese (Doutorado)**. São Paulo, SP. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1975.

EMPLASA. "**Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte – Estudo Técnico"**. São Paulo, SP. EMPLASA, 2011.

IBGE. **Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, vegetação, uso potencial da terra**. Ed. fac-similar. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, 1983. (Levantamento de recursos naturais; v. 32).

IBGE. **Base Cartográfica Vetorial Contínua do Brasil ao Milionésimo.** Versão 2.1. IBGE, 2008.

MARTINELLI, Marcelo. Clima do Estado de São Paulo**. Confins Online: Revista Franco-Brasileira de Geografia**. URL: http://confins.revues.org/6348, N.8, 2010.

MENDONÇA, Francisco e DANI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo, SP: Editora Oficina de Textos, 2007.

MILANESI, Marcos Alexandre. **"Avaliação do Efeito Orográfico na Pluviometria de Vertentes Opostas da Ilha de São Sebastião (Ilhabela – SP)"**. São Paulo, SP: FFLCH-USP, 2007.

MILANESI, Marcos Alexandre; GALVANI, Emerson. EFEITO OROGRÁFICO NA ILHA DE SÃO SEBASTIÃO (ILHABELA – SP)**. Revista Brasileira de Climatologia**. [S.l.], v. 9, jun. 2012. ISSN 2237-8642.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento.** São Paulo, SP: Contexto, 2003.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geografia do Brasil**. São Paulo, SP. Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

SETZER, José. **Contribuição para o Estudo do Clima do Estado de São Paulo"**. São Paulo, SP: Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo 1946.

SETZER, José. A Distribuição Normal das Chuvas no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geografia.** Rio de Janeiro, RJ: N.1 Ano VIII, janeiro – março de 1946.

SMITH, Ronald. **The influence of mountains on the atmosphere**. New Haven, Connecticut: Ed. Advances in Geophysics, p.87-230, 1979.

ZAVATTINI, João Afonso e BOIN, Marcos Norberto. **Climatologia Geográfica:** Teoria e Prática de Pesquisa. Campinas, SP: Editora Alínea, 2013.