

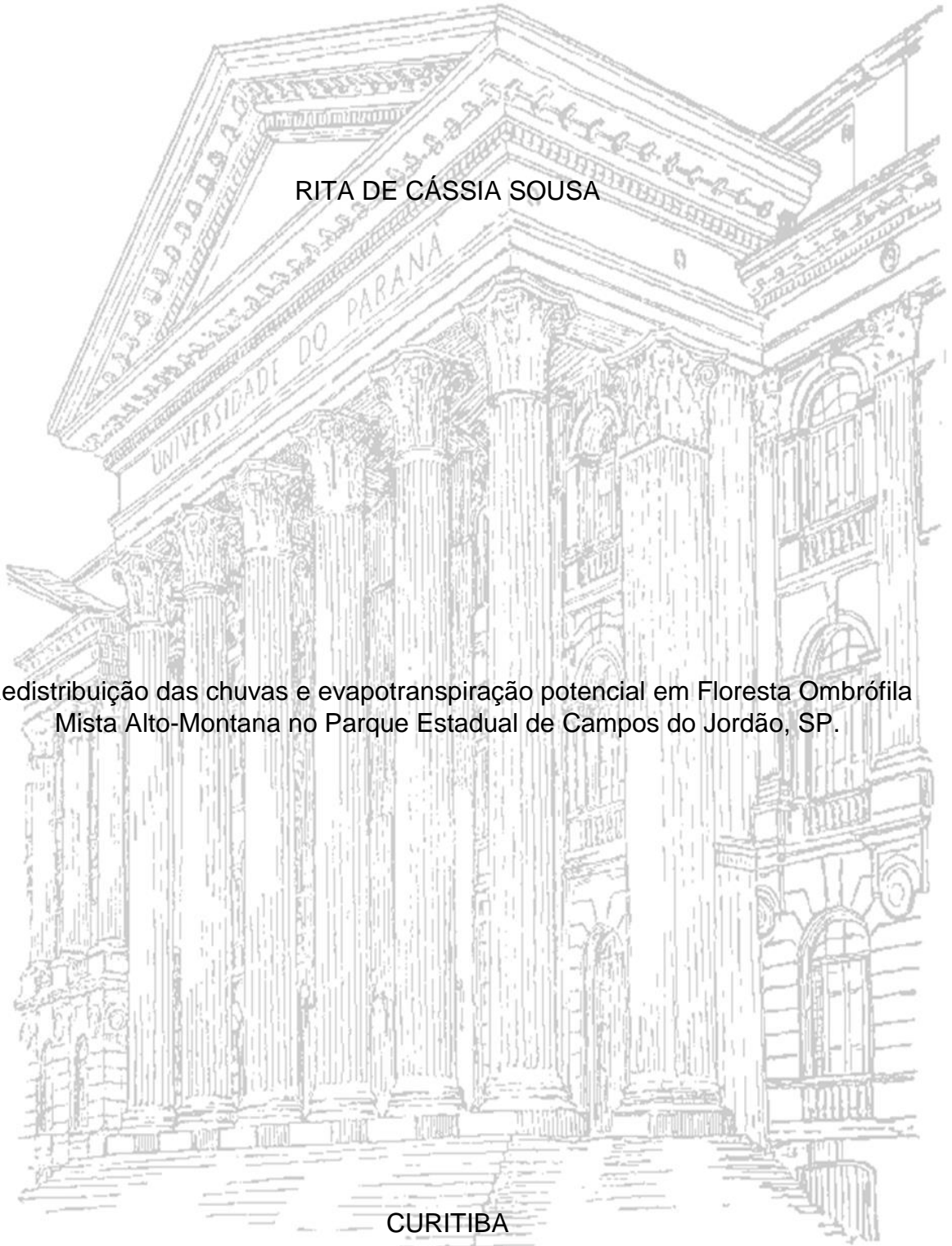
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RITA DE CÁSSIA SOUSA

Redistribuição das chuvas e evapotranspiração potencial em Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP.

CURITIBA

2015



RITA DE CÁSSIA SOUSA

Redistribuição das chuvas e evapotranspiração potencial em Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP.

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal - Área Conservação da Natureza, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial na obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi

Co-orientador: Dr. Maurício Ranzini

CURITIBA

2015

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Sousa, Rita de Cássia

Redistribuição das chuvas e evapotranspiração potencial em Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP / Rita de Cássia Sousa. – Curitiba, 2014.

80 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi

Coorientador: Dr. Maurício Ranzini

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 13/03/2014.

Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Hidrologia florestal. 2. Evapotranspiração. 3. Chuvas. 4. Parques – Campos do Jordão (SP). 5. Teses. I. Rizzi, Nivaldo Eduardo. II. Ranzini, Maurício. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 551.57
CDU – 634.0.116

PARECER

Defesa nº. 1104

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o(a) mestrando(a) *Rita de Cássia Sousa* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**Redistribuição das chuvas e evapotranspiração potencial em Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**", é de parecer favorável à APROVAÇÃO do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.

Carla D. Câmara

Dr. Carla Daniela Câmara
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Primeiro examinador

Dr. Otávio Bezerria Sampaio

Dr. Otávio Bezerria Sampaio
Instituto Federal do Paraná
Segundo examinador



Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi

Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 13 de março de 2014.

Antonio Carlos Batista
Antonio Carlos Batista

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

*Aos meus pais (Mara e Roberto) pelo
eterno apoio e carinho e aos
companheiros (Menina e Bolinha),
pelo amor incondicional, dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná e aos professores que compartilharam seus conhecimentos, fundamentais para a elaboração desta dissertação, além de contribuir imensamente para meu crescimento profissional e pessoal, em especial, Carlos Vellozo Roderjan, Franklin Galvão e Yoshiko Saito Kuniyoshi.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa concedida.

Aos orientadores Nivaldo Eduardo Rizzi e Maurício Ranzini, obrigada pela confiança, paciência, contribuição, prontidão, compreensão e amizade. Tenho o prazer e a honra de ser aluna de vocês.

À família por entender minha ausência, principalmente o avô Antônio, que solitário após a partida da avó Alzira (outubro de 2013) compreende meus compromissos e necessidades que impedem as visitas frequentes.

Mara, mais que uma mãe, amiga que caminha, apoia, aconselha e luta pela conservação ambiental. Roberto, pai que não entende, mas sempre incentivou e apoiou meus projetos, com amor e descontração.

Haroldo e Telma, sempre tão importantes. Adalgisa, Solange e Clarissa, irmãs que auxiliam a caminhada. Neusa, Luzia, Lúcia, Alice e Nina pela dedicação e carinho. Marcelo e Lucas, primos que contribuíram imensamente com a instalação do experimento.

Li, Ricardo e Heitor, conviver com vocês é fácil, engraçado e saboroso – muitos momentos gastronômicos, mas a torta de chocolate é a melhor – obrigada pela amizade e paciência, minha família do coração.

Natália por apresentar minha família curitibana, Desi, May, Bud, Rafa, Bener e a agregada Carol, vocês me acolheram de uma forma inacreditável. Aos amigos “alfas” Nina, Lara, Renann e Ventania, foram momentos inesquecíveis. Aos amigos Raul e Suco, que amenizaram momentos difíceis com canções históricas.

Aos amigos Denise, Lucimara, Célia, Rosa, Tota, Marta, Márcia, Joana, Laura, Boni, Filó e Téo obrigada pelas dicas, paciência, carinho e amizade.

Aos amigos e companheiros de trabalho, Rochelle, Gustavo, Nelson, Cebolinha e Ariane. Todos os “campos” foram divertidos e com fortes emoções. Obrigada pela força e companheirismo.

Ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo e Fundação Florestal, à gestora do Parque Estadual de Campos do Jordão, Camila, e aos funcionários que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento do trabalho, em especial, Donizete, Nicolas, Anésio e Ademir.

À Unidade de Pesquisa de Desenvolvimento (UPD) da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), que através da responsável Yara, liberou as medições de precipitação em área aberta.

Ao João, auxiliar técnico de pesquisa do PESM (núcleo Cunha), muito obrigada pelo auxílio prestado.

Ao técnico Lé, você e sua família faz parte desse trabalho. Conquistou minha confiança, por ser responsável e dedicado à pesquisa científica, trabalha pela natureza com muito amor. Sem sua colaboração e compromisso, as medições seriam prejudicadas. Desde março de 2014, conto com sua paciência e prontidão, não tenho palavras para expressar minha gratidão. Lé e sua esposa Lourdinha, serei eternamente grata.

Aos pesquisadores do Instituto Florestal do estado de São Paulo, Geraldo, Rejane, João Aurélio, João Baitello, Osny, Roque, Natalia, Carla, Maurício, Chico e Valdir, vocês são exemplos, sempre apoiaram e incentivaram com muito carinho e compreensão, mais que orientadores, são amigos. Meu crescimento profissional e pessoal devo a vocês. Obrigada por compartilhar seus conhecimentos, que reflete diretamente no meu respeito e amor pela vida.

Agradeço imensamente a oportunidade de crescer na Serra da Mantiqueira e poder estudar uma pequena amostra de seu território. Desvendar seus mistérios é um privilégio e lutar por sua preservação é um sonho.

RESUMO

Diferentes fitofisionomias influenciam na redistribuição das chuvas pela floresta, assim o objetivo deste estudo foi quantificar a participação da precipitação interna e estimar a interceptação em Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana. O experimento foi desenvolvido no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. Em uma parcela de 600 m² distribuiu-se 30 pluviômetros sob o dossel, e a 240 m da parcela instalou-se 3 pluviômetros em área aberta para obtenção da precipitação total. Outro intuito foi estimar a evapotranspiração potencial pelo método de Thornthwaite e comparar dois anos hidrológicos (2013 e 2014), justamente por 2013 estar na média pluviométrica e 2014 ser um ano extremamente seco. Os dados para a estimativa da evapotranspiração foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia e do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. No estudo da redistribuição das chuvas a precipitação total no aberto somou 984,1 mm em 112 dias, a precipitação interna 860,7 mm e a interceptação pela floresta 123,4 mm. Esses valores correspondem a 87,5% de precipitação interna e 12,5% de interceptação do total precipitado durante o ano de 2014. Observou-se 16 eventos de interceptação negativa. O mês de agosto resultou em -6,3% de interceptação, a temperatura média do mês foi 12°C, entretanto observou-se 10 dias com ocorrência de geadas, o que pode ter influenciado o maior aporte de água na floresta. A precipitação interna e a precipitação total no aberto se relacionam por meio de uma regressão linear simples com elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 97\%$). Não houve diferença da precipitação interna entre as estações seca e úmida. A evapotranspiração potencial foi calculada em 705 mm nos dois anos avaliados, sendo constatada diferença significativa entre 2013 e 2014, com os valores percentuais em relação a precipitação incidente de 37,8% e 82,1%, respectivamente. A evapotranspiração potencial não relacionou-se com a precipitação incidente, mas sim com o índice de calor mensal, dado pelo alto valor de R^2 (95,9%). As estimativas da evapotranspiração foram maiores durante o verão, nos dois anos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Interceptação. Precipitação interna. Evapotranspiração potencial. Floresta Ombrófila Mista.

ABSTRACT

Different physiognomies have influence in the redistribution of the rain through forest, so the objective of this study was to quantify the contribution of throughfall and estimate the intercept in High Montane Mixed Ombrophilous Forest. The experiment was carried out at Campos do Jordão State Park, SP. In a plot of 600 m² distributed with 30 rain gauges under the canopy, and from 240 m of the plot was installed 3 rain gauges in open area for obtaining the total precipitation. Another aim was to estimate the potential evapotranspiration by the method of Thornthwaite and compare two years hydrological (2013 and 2014), particularly for 2013 be in average rainfall and 2014 be a year extremely dry. The data for the estimation of evapotranspiration were obtained from the National Institute of Meteorology and the Center for Integrated Information Agrometeorological. In the study of redistribution of rainfall, total precipitation in open totalized 984.1 mm in 112 days, the throughfall 860.7 mm and the interception by forest 123.4 mm. These values correspond to 87.5% of throughfall and 12.5% of interception of the total precipitation during the hydrological year. We observed 16 events of negative intercept. The month of August has resulted in -6.3% of interception, the average temperature of the month was 12 degrees C, however, it was observed that 10 days with frosts, which may have influenced the greater in flow of water in the forest. The throughfall and total precipitation in open are related by means of a simple linear regression with a high coefficient of determination ($R^2=97\%$). There was no difference in throughfall between the dry and wet seasons. The potential evapotranspiration was calculated at 705 mm in two years evaluated, being significant difference between 2013 and 2014, with the percentage values in relation to precipitation incident of 37.8% and 82.1%, respectively. The potential evapotranspiration is not related to the precipitation incident, but with the heat index monthly, given the high value of R^2 (95.9%). The estimates of evapotranspiration were higher during the summer, in two years.

Key-words: Interception. Throughfall. Evapotranspiration. Mixed Ombrophilous Forest.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	BALANÇO HÍDRICO GLOBAL. O ARMAZENAMENTO RELATIVO É PROPORCIONAL NAS FIGURAS GEOMÉTRICAS, ASSIM COMO AS SETAS REPRESENTAM PROPORCIONALMENTE OS FLUXOS ANUAIS	19
FIGURA 2 –	ESQUEMA DA REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS PELA FLORESTA, EVIDENCIANDO OS PROCESSOS DE PRECIPITAÇÃO (P), PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi), ESCOAMENTO PELO TRONCO (Et), PRECIPITAÇÃO EFETIVA (Pe) E INTERCEPTAÇÃO (I).....	22
FIGURA 3 –	MÉDIA ANUAL DO BALANÇO HÍDRICO PARA O BRASIL.....	29
FIGURA 4 –	VISTA GERAL DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA SERRA DA MANTIQUEIRA, MUNICÍPIO DE SÃO BENTO DO SAPUCAÍ (SP.)	34
FIGURA 5 –	FUSTES E RAMOS TORTUOSOS COM EPÍFITAS ABUNDANTES EM FORMAÇÃO ALTO-MONTANA.	35
FIGURA 6 –	<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand. ESPÉCIE COMUM EM AMBIENTES ALTO-MONTANOS	36
FIGURA 7 –	NEVOEIRO PRESENTE EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTO-MONTANA EM CAMPOS DO JORDÃO, SP.....	37
FIGURA 8 –	LOCALIZAÇÃO DO PECJ	38
FIGURA 9 –	FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTO-MONTANA NO PECJ	39
FIGURA 10 –	OCUPAÇÃO IRREGULAR, “FAVELA DO PICA-PAU” CAMPOS DO JORDÃO, SP	43
FIGURA 11 –	OCUPAÇÃO EM APP NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DO JORDÃO, SP	44
FIGURA 12 –	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E DISTÂNCIA DA ÁREA ABERTA EM RELAÇÃO A PARCELA.	45

FIGURA 13 –	CROQUI DA PARCELA EXPERIMENTAL	45
FIGURA 14 –	SUORTE DE MADEIRA	46
FIGURA 15 –	PLUVIÔMETRO FIXADO NO INTERIOR DA FLORESTA.	46
FIGURA 16 –	PLUVIÔMETROS INSTALADOS EM ÁREA ABERTA	47
FIGURA 17 –	SÉRIE HISTÓRICA DA PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm) PARA O MUNICÍPIO DE CAMPOS DO JORDÃO	50
FIGURA 18 –	RELAÇÃO LINEAR SIMPLES ENTRE A INTERCEPTAÇÃO (I) E PRECIPITAÇÃO EM ÁREA ABERTA (P), AMBOS EM MILIMETROS (mm)	58
FIGURA 19 –	COMPARAÇÃO ENTRE A PRECIPITAÇÃO (mm) E PRECIPITAÇÃO INTERNA (mm), REFERENTE AO ACUMULO MENSAL	60
FIGURA 20 –	RELAÇÃO LINEAR SIMPLES ENTRE A PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi) E PRECIPITAÇÃO EM ÁREA ABERTA (P), AMBOS EM MILÍMETROS (mm)	61
FIGURA 21 –	RELAÇÃO LINEAR SIMPLES ENTRE A PRECIPITAÇÃO NO ABERTO (P) E PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi), COMPARANDO OS PERÍODOS CHUVOSO (Pc) E SECO (Ps)	62
FIGURA 22 –	RELAÇÃO ENTRE A PRECIPITAÇÃO (mm) ACUMULADA, COM AS CURVAS DE ÍNDICE DE CALOR MENSAL, TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C) E EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL CORRIGIDA (ETp CORRIGIDA) DURANTE OS ANOS DE 2013 E 2014.....	65
FIGURA 23 –	RELAÇÃO LINEAR SIMPLES ENTRE O ÍNDICE DE CALOR MENSAL E EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL CORRIGIDA POR ESTAÇÃO SECA (ETps) E CHUVOSA (ETpc) DURANTE OS ANOS DE 2013 E 2014	66

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	PESQUISAS SOBRE REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS EM FLORESTAS, COM DADOS DA FITOFISIONOMIA (SEGUNDO CADA AUTOR), LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL, VALORES TOTAIS DE PRECIPITAÇÃO INCIDENTE (P) EM MILÍMETROS (mm) E PORCENTAGENS DOS COMPONENTES DE PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi), ESCOAMENTO PELO TRONCO (Et) E INTERCEPTAÇÃO (I).....	24
TABELA 2 –	PESQUISAS SOBRE REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS EM CULTURAS, COM DADOS DO PLANTIO, LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL, VALORES TOTAIS DE PRECIPITAÇÃO INCIDENTE (P) EM MILÍMETROS (mm) E PORCENTAGENS DOS COMPONENTES DE PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi), ESCOAMENTO PELO TRONCO (Et) E INTERCEPTAÇÃO (I).....	26
TABELA 3 –	ESPÉCIES COM CONSTÂNCIA RELATIVA (CR) SUPERIORES A 80% NOS LEVANTAMENTOS FLORÍSTICOS OU ESTRUTURAIS DO COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO REALIZADOS EM FLORESTAS COM ARAUCÁRIA NO BRASIL. NÚMERO DE LEVANTAMENTOS ONDE A ESPÉCIE FOI AMOSTRADA (TOTAL).....	33
TABELA 4 –	PRECIPITAÇÕES TOTAIS MENSAS EM MILÍMETROS (mm) REFERENTES AOS ANOS DE 2013 E 2014.....	52
TABELA 5 –	DATA DE AMOSTRAGEM COM VALORES DE PRECIPITAÇÃO TOTAL (P) EM MILÍMETROS (mm), PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI) E INTERCEPTAÇÃO (I) EM MILÍMETROS (mm) E PORCENTAGEM (%).....	53
TABELA 6 –	VALORES MENSAS DOS COMPONENTES PRECIPITAÇÃO TOTAL EM MILÍMETROS (mm), PRECIPITAÇÃO INTERNA E INTERCEPTAÇÃO EM MILÍMETROS (mm) E PORCENTAGEM (%).....	55

TABELA 7 –	CLASSES DE PRECIPITAÇÕES EM MILÍMETROS (mm), FREQUÊNCIA DOS EVENTOS, PRECIPITAÇÃO (P) EM MILÍMETROS (mm), PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi) E INTERCEPTAÇÃO (I) EM MILÍMETROS (mm) E PORCENTAGEM (%)57
TABELA 8 –	PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi) COM PORCENTAGENS IGUAIS OU SUPERIORES A PRECIPITAÇÃO TOTAL (P)..... 59
TABELA 9 –	DADOS REFERENTES AOS ANOS DE 2013 E 2014, COM TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (Ti) EM C°, PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (Pp) NO MÊS EM MILÍMETROS (mm), INSOLAÇÃO (HORAS POR MÊS) ÍNDICE DE CALOR MENSAL (ICM), EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (ETp) CALCULADA E EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL CORRIGIDA (ETp corrigida) COM O FATOR DE CORREÇÃO DO FOTOPERÍODO 63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVAS	18
1.2 OBJETIVOS	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 ORIGEM E FORMAS DE PRECIPITAÇÃO.....	19
2.2 REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO BIOMA MATA ATLÂNTICA	22
2.3 O PROCESSO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO.....	28
2.4 ZONAS DE RECARGA HÍDRICA NA SERRA DA MANTIQUEIRA.....	30
2.5 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA	32
3 MATERIAL E MÉTODOS	38
3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	38
3.1.1 LOCALIZAÇÃO	38
3.1.2 MEIO FÍSICO	40
3.1.3 MEIO BIÓTICO	41
3.1.4 CONTEXTO SOCIAL	42
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	44
3.2.1 INSTALAÇÃO DA PARCELA DE PRECIPITAÇÃO INTERNA.....	44
3.2.2 TRATAMENTO DOS DADOS	47
3.3 CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES.....	50
4.2 DESCRIÇÃO DA REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS	53
4.3 ANÁLISE DA INTERCEPTAÇÃO.....	56
4.4 ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO INTERNA	58

4.5 ANÁLISES ENTRE PRECIPITAÇÃO TOTAL E PRECIPITAÇÃO INTERNA	60
4.6 ANÁLISE DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL	62
5. CONCLUSÕES	67
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico global consiste de uma série de reservatórios (hidrosfera, litosfera, atmosfera e biosfera) interconectados pela ciclagem da água em diversas fases e percursos. Tal circulação envolve diferentes processos como a evaporação, o transporte de vapor de água na atmosfera, a condensação, a sublimação, a precipitação, a infiltração, a percolação, o escoamento superficial, entre outros. Entretanto fatores abióticos e bióticos interferem diretamente no ciclo, e fitofisionomias distintas influenciam no recebimento e na repartição das precipitações (BARRY e CHORLEY, 2013).

A diversidade florestal que existe no bioma Mata Atlântica pode influenciar a capacidade de recarga hídrica de uma área (GIGLIO e KOBIYAMA, 2013). Isso ocorre porque a precipitação em áreas florestais segue diferentes percursos com proporções distintas. Uma fração das águas ficam retidas no limbo foliar e nos ramos, que podem retornar a atmosfera como vapor, tal processo é denominado de interceptação (I). Quando existem clareiras, as gotas podem ultrapassar diretamente pelo dossel, assim inicia-se a precipitação interna (Pi) ou transprecipitação (Tr), logo que ocorre a saturação nas folhas, o gotejamento dentro da floresta fica mais intenso. Outra via de acesso se dá pelo componente escoamento pelo tronco (Et), representado pela porção da chuva que escoam pelos fustes das árvores. A fração da precipitação que chega ao solo é denominada precipitação efetiva (Pe), representada pela soma desses dois últimos fluxos hídricos (ARCOVA, CICCIO e ROCHA, 2003).

O primeiro trabalho sobre redistribuição das chuvas realizado no Brasil foi desenvolvido por Lima (1976). As plantações de *Eucalyptus saligna* Sm. e *Pinus caribaea* Morelet foram o objeto de estudo, ambas no município de Piracicaba (SP). As interceptações alcançaram a ordem de 12% no eucalipto e 6% no pinus.

A partir disso, surgiram diversas pesquisas relacionadas ao tema, a maioria trata dos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia, ou plantações com espécies florestais de rápido crescimento, como *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. No contexto da Mata Atlântica, a fitofisionomia Floresta Ombrófila Mista (FOM) foi objetivo de três estudos, nos municípios de Guarapuava e Irati, Paraná (THOMAZ, 2005; CALUX e THOMAZ, 2012) e São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul (BACKES, 2007). Outro

trabalho, porém em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze foi realizado em Cunha, São Paulo (SOUSA *et al.*, 2011).

A Floresta Ombrófila Mista está entre as regiões biológicas mais ricas e ameaçadas do planeta (MYERS *et al.*, 2000), e as formações alto-montanas são ecossistemas frágeis com peculiaridades hidrológicas (PORTES e GALVÃO, 2002).

Essa fisionomia florestal ocupava cerca de 20 milhões de hectares (ha), desde o Rio Grande do Sul até o Paraná, com refúgios nas Serras do Mar e Mantiqueira, em locais com altitudes elevadas, que proporcionam condições climáticas ideais para seu estabelecimento (IBGE, 2012; IVANAUSKAS e ASSIS, 2012).

Segundo Almeida e Carneiro (1998) durante o Paleoceno um importante evento tectônico formou a Serra da Mantiqueira, suas escarpas e morros são distribuídos pelo leste do estado de São Paulo, sul de Minas Gerais e sudoeste do Rio de Janeiro, dividida em Serra da Mantiqueira Ocidental e Oriental (Ponçano *et al.*, 1981 citado por BRAGA e ANDRADE, 2005).

A face Oriental da Mantiqueira abriga o município de Campos do Jordão (SP), seus afluentes abastecem diversos municípios dos estados de São Paulo e Minas Gerais, compõe as bacias hidrográficas Sapucaí e Mantiqueira, unidades de gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) (IPT, 2008).

A situação dos recursos hídricos da BHRG é descrita no relatório técnico nº96.581-205 (IPT, 2008). No âmbito uso e ocupação do solo, a forma mais representativa é composta por pastagem e campo antrópico (56,20%), seguida por área agrícola (36,10%) e as florestas nativas representam apenas 3,38% de toda a bacia.

Segundo o inventário florestal do estado de São Paulo (KRONKA, NALON e MATSUKUMA, 2005), Campos do Jordão possui 13.061 hectares (ha) de vegetação nativa, isto representa 45,4% do município, apesar de ser uma porcentagem expressiva, as áreas estão fragmentadas totalizando 315 remanescentes, sendo 163 com amplitude menor que 10 ha, 57 (10-20 ha), 53 (20-50 ha), 24 (50-100 ha), 11 (100-200 ha) e apenas sete são maiores que 200 ha.

O início da fragmentação ocorreu em 1914, com a construção da Estrada de Ferro que interliga Campos do Jordão a Pindamonhangaba, porém o impacto significativo foi a partir de 1978, quando inaugurou-se a rodovia SP-123, resultando na modificação da paisagem. As imagens da coleção particular de Edmundo Rocha da década de 50 evidenciam os topos de morros dominados por refúgios

vegetacionais (campos naturais) e os vales cobertos por capões de mata de araucária (ANDRADE, 2002).

Vale ressaltar que a degradação ambiental é alarmante e contínua no município, são diversas atividades antrópicas que interferem tanto na quantidade como na qualidade dos recursos hídricos das bacias, entre elas a ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP's), fogo utilizado como manejo de pastagem, cultivo de espécies exóticas e exploração de água mineral. Sendo assim, é primordial definir áreas de relevância biológica e hidrológica, como prioritárias para conservação ambiental.

Existe um amplo debate sobre a produção hídrica e o consumo deste recurso pela floresta, visto que a interceptação é um processo descrito como perda para o sistema, porém sua importância está relacionada com a redução da intensidade da chuva, diminuição da compactação do solo, favorecendo assim a infiltração e conseqüentemente a recarga dos lençóis freáticos. Na atmosfera, o vapor de água pode auxiliar na manutenção da umidade relativa do ar (LIMA e NICOLIELO, 1983).

Lima (2008) afirma que a vazão de uma bacia pode aumentar caso exista o corte raso das florestas, mas isso só ocorre no primeiro ano da supressão. Ao retirar as florestas, os efeitos sobre evaporação, microclima, erosão, ciclagem de nutrientes e qualidade das águas é significativo. Segundo Costa, Souza e Brites (1996) a vegetação nativa nas APP's auxilia na atenuação das erosões e lixiviação dos solos, além de contribuir para a regularização do fluxo hídrico.

A floresta gera um equilíbrio no sistema, as formações aluviais por exemplo, auxiliam na estabilidade do fluxo e na qualidade das águas (BALBINOT *et al.*, 2008), conseqüentemente, os custos com tratamento da água para o consumo humano, são menores (RIZZI, 1985).

1.1 JUSTIFICATIVAS

Pelo fato da Serra da Mantiqueira ser uma importante região de água mineral, associado a atual situação da fisionomia Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana, a seca que atingiu o sudeste brasileiro no ano de 2014, a especulação imobiliária na Mantiqueira e o turismo predatório em Campos do Jordão, trabalhos na área de hidrologia florestal são extremamente necessários, para fornecer informações que auxiliem o manejo das bacias, a gestão dos recursos hídricos e a conservação de espécies e ecossistemas ameaçados de extinção.

1.2 OBJETIVOS

Analisar as precipitações anuais dos últimos 54 anos do município de Campos do Jordão e discutir as consequências do período de 2014 que foi extremamente seco.

Estimar a interceptação e quantificar a precipitação interna em área conservada de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana.

Analisar as características desses componentes hidrológicos e verificar as relações desses processos com a precipitação incidente.

Estimar a evapotranspiração potencial pelo método de Thornthwaite e comparar dois anos hidrológicos (2013 e 2014) justamente por 2013 estar dentro da média pluviométrica e 2014 ser um ano atípico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM E FORMAS DE PRECIPITAÇÃO

O ciclo hidrológico global (FIGURA 1) envolve diversos processos nos sistemas atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. Apesar de ser um ciclo contínuo, autores afirmam que inicia-se a partir da evaporação da água dos oceanos, que em seguida é transportada por massas de ar e, em condições ideais é condensado, formando nuvens que podem resultar em precipitações, que por sua vez, são dispersas em várias formas (BALBINOT *et al.*, 2008; BARRY e CHORLEY, 2013).

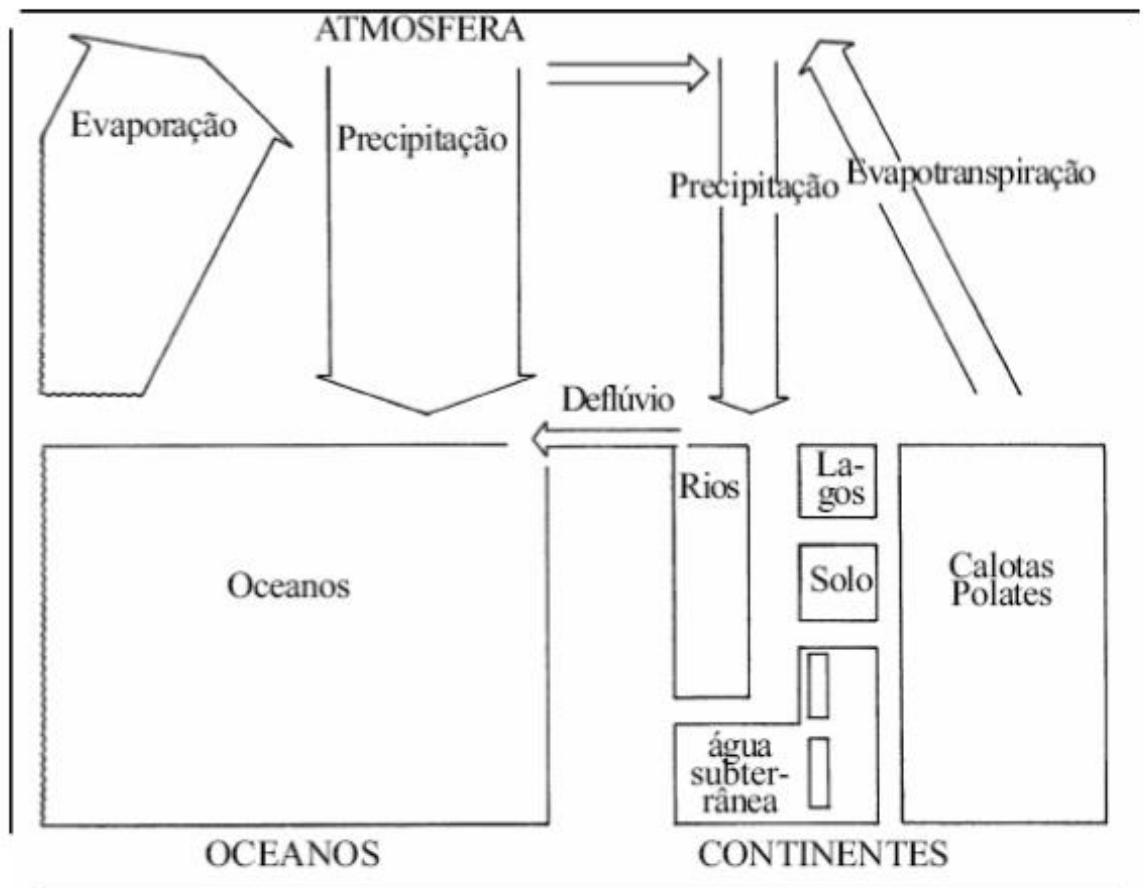


FIGURA 1 – BALANÇO HÍDRICO GLOBAL. O ARMAZENAMENTO RELATIVO É PROPORCIONAL NAS FIGURAS GEOMÉTRICAS, ASSIM COMO AS SETAS REPRESENTAM PROPORCIONALMENTE OS FLUXOS ANUAIS.

FONTE: Lima (2008).

Soares e Batista (2004), descrevem processos de condensação, de formação das nuvens e das precipitações. A condensação é o vapor d'água na atmosfera que

transforma-se para a fase líquida, quando o vapor passa diretamente para o estado sólido é denominado sublimação. Através dessas transformações, pode haver nuvens, nevoeiros, orvalho e geada. Quando a condensação ocorre nas nuvens, pode haver precipitações, completando assim, o ciclo hidrológico na atmosfera.

Ainda esses autores explicam sobre os núcleos de condensação, que são superfícies de contato, essenciais no processo de transformação do vapor para o estado líquido.

As principais formas de precipitações são descritas por Barry e Chorley (2013):

- Chuva: gotas d'água que caem das nuvens com diâmetro de 0,5 mm, quando menor são denominadas garoa ou chuvisco. Caso a chuva ou garoa ocorra sobre uma superfície com temperaturas negativas, as gotas congelam com o contato, formando a chuva congelante.
- Granizo: grãos de gelo, com 5 mm de diâmetro. Formados por gota de água congelada.
- Graupel: formados pela agregação de cristais de gelo, são grãos de neve, partículas de gelo cônicas ou arredondadas e opacas, com 2-5 mm de diâmetro.
- Neve: cristais de gelo, individuais tem forma hexagonal, quando caem em grupos ramificados, são denominados flocos. Locais com temperaturas abaixo de -40°C , pode ocorrer a poeira de diamante, pelo fato dos cristais flutuarem no ar.
- Saraiva: Mistura de chuva-neve no Reino Unido; na América do Norte, refere-se aos pequenos grãos translúcidos de gelo ou flocos de neve, que derreteram e congelaram novamente.
- Rime: gelo cristalino ou granular claro, originados quando o nevoeiro ou gotículas de nuvens supercongeladas encontram uma barreira, como árvores ou cabos suspensos.

Barry e Chorley (2013) descrevem o orvalho como uma forma de precipitação, divergindo de Soares e Batista (2004), os autores afirmam que o orvalho não é uma precipitação, porque sua formação se dá a partir da condensação do vapor de água atmosférico sobre uma superfície sólida, quando a temperatura da superfície é inferior ou igual à temperatura do ponto de orvalho do ar adjacente, porém é um hidrometeoro.

Outra situação é a geada, que forma-se pela sublimação do vapor de água existente no ar adjacente da superfície, resultando no depósito de gelo cristalino, que pode ter a forma de escamas, agulhas ou leques (SOARES e BATISTA, 2004).

As características climatológicas da precipitação são descritas em média anual, ciclo anual, variabilidade anual e tendências decenais. As considerações relacionadas ao tempo, em geral, indicam a quantidade, duração e frequência das precipitações, que possibilitam determinar demais características como a intensidade, extensão de uma tempestade e a frequência de tempestades de chuvas. Assim, existe um interesse nas tempestades individuais, pela importância de prever e prevenir enchentes, além das pesquisas relacionadas a erosividade do solo (SUGAHARA, SILVEIRA e ROCHA, 2010; ALMEIDA *et al.*, 2011; BARRY e CHORLEY, 2013; FRANCO *et al.*, 2014).

Estudos climatológicos podem contribuir no desenvolvimento das atividades econômicas de determinada região. Os dados de precipitação são importantes devido as anomalias, que resultam em situações adversas como enchentes, tempestades, secas e granizo.

As precipitações intensas que normalmente atingem o sudeste brasileiro durante o verão austral, são ocasionadas pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) ausente este ano (2014), ao contrário, houve a formação de massa de ar quente e seca que associada ao sistema de alta pressão, resultou em níveis de precipitação abaixo do esperado (MME, 2014).

Segundo Ferreira, Sanches e Dias (2004) o fenômeno ZCAS é caracterizado pela persistência de uma banda de nebulosidade de natureza convectiva que atua no centro sul da Amazônia, regiões Centro-Oeste e Sudeste, centro sul da Bahia, norte do Paraná e segue até o Oceano Atlântico sudoeste, resultando em altos índices pluviométricos durante o verão austral. Ainda os autores concluíram que em anos normais e de La Niña (LN) a frequência da ZCAS é superior quando comparado aos anos de El Niño (EN), que por sua vez, atingiu o máximo de três eventos de ZCAS por ano atuante.

Apesar da generalização, a região sudeste apresenta uma diversidade de subtipos climáticos, e dependendo da localização pode haver até cinco meses de período seco e outras áreas são essencialmente úmidas. Segundo Sant'Anna Neto (2005), existe uma aparente regularidade climática no sudeste, porém os índices pluviométricos são diferentes a cada ano, devido a associação de diversos fatores

como: os sistemas atmosféricos da baixa troposfera (massas de ar e frentes); linhas de instabilidade do ar tropical; ZCAS; Complexos Convectivos de meso-escala (CCM's); e a variação topográfica. Isto é, o autor afirma que as chuvas que atingem o sudeste brasileiro são distribuídas no espaço e no tempo pela dinâmica atmosférica associada a configuração do relevo, além dos fatores geográficos, como a continentalidade e a altimetria.

A diversidade climática, pedológica e altimétrica descritas para o sudeste favorece o desenvolvimento e o estabelecimento de diferentes fisionomias vegetais, que influenciam no recebimento e na repartição das precipitações.

2.2 REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO BIOMA MATA ATLÂNTICA

Os processos envolvidos na redistribuição das chuvas (FIGURA 2) são descritos por Castro *et al.* (1983), Arcova, Cicco e Rocha (2003) e Lima (2008).

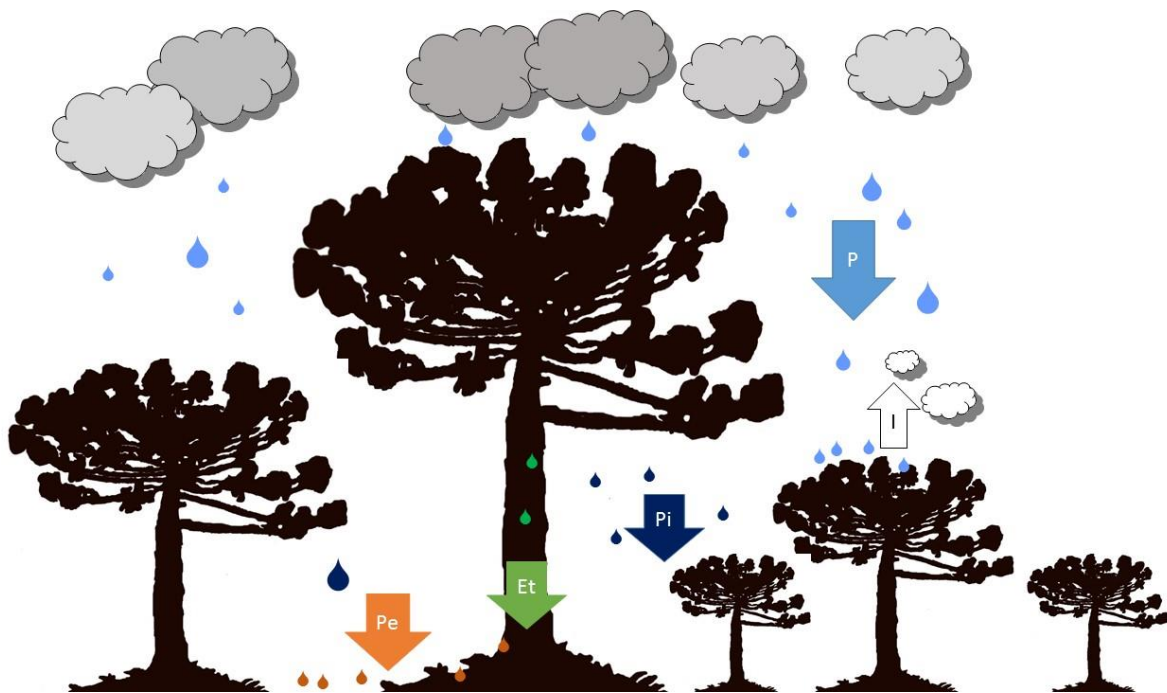


FIGURA 2 – ESQUEMA DA REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS PELA FLORESTA, EVIDENCIANDO OS PROCESSOS DE PRÉCIPITAÇÃO (P), PRÉCIPITAÇÃO INTERNA (Pi), ESCOAMENTO PELO TRONCO (Et), PRÉCIPITAÇÃO EFETIVA (Pe) E INTERCEPTAÇÃO (I).

FONTE: O autor (2015).

A repartição ocorre já no início da chuva pelo componente denominado interceptação (I) que é a fração de água retida pela cobertura vegetal, que evapora e retorna para a atmosfera; a precipitação interna (Pi) ou transprecipitação (Tr) é a chuva que atravessa o dossel, chegando ao solo por gotejamento que respingam das copas, ou que passa diretamente pelas clareiras; o escoamento pelo tronco (Et) é a precipitação que chega ao solo através dos fustes das árvores e arbustos; a precipitação efetiva (Pe) é a soma dos dois últimos fluxos hídricos (Pi + Et), sendo a porção da precipitação que chega ao solo; e a precipitação total (P), é a chuva que cai acima das copas das árvores.

Furian (1994) afirma que pode ocorrer outra entrada de água no sistema que normalmente não são quantificadas nos estudos de redistribuição das chuvas. Regiões montanhosas, com temperaturas moderadas e alta umidade do ar na atmosfera, o nevoeiro contribui para o regime hidrológico através da precipitação oculta (precipitação horizontal), esse fenômeno ocorre devido à presença da vegetação, que atua como superfície de contato para a névoa, logo, através do impacto o nevoeiro precipita e alcança o solo na forma de precipitação efetiva, (FIGUEIRA *et al.*, 2006; CICCO, 2009).

No Parque Estadual da Serra do Mar, núcleo Cunha, SP, Anido (2002) e Arcova (2013) verificaram o percentual da precipitação oculta. O primeiro autor descreve um acréscimo de até 8% da precipitação incidente na área. Porém, Arcova (2013) conclui que o nevoeiro não contribui significativamente para a entrada de água na floresta, pois constatou que a precipitação oculta é de apenas 0,27% da precipitação pluviométrica anual.

Outro aspecto desconsiderado nas pesquisas são as perdas por evaporação através do piso florestal (serapilheira), onde as proporções dissipadas são relativamente insignificantes, por isso, não são mensurados (Lima, 2008).

Os principais trabalhos sobre repartição das chuvas desenvolvidos no bioma Mata Atlântica e em plantios florestais no Brasil são apresentados nas TABELAS 1 e 2, seguindo a cronologia da publicação. Estes trabalhos visam compreender os processos em cada tipologia florestal, como esclarece Giglio e Kobiyama (2013) as informações a respeito da interceptação podem melhorar significativamente o desempenho de modelos chuva-vazão, mas para concretizar esse avanço na modelagem hidrológica deve-se ter uma estimativa dos parâmetros de interceptação para cada fitofisionomia. Estudos nessa área não são meramente especulativos eles

apresentam aplicabilidade, por exemplo, espécies que tendem a interceptar maiores quantidades das chuvas podem ser utilizadas na arborização urbana, com intuito de combater enchentes. Já fisionomias vegetais que interceptam menores proporções, podem ser utilizadas em áreas que objetivam aumentar a disponibilidade hídrica.

TABELA 1 – PESQUISAS SOBRE REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS EM FLORESTAS, COM DADOS DA FITOFISIONOMIA (SEGUNDO CADA AUTOR), LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL, VALORES TOTAIS DE PRECIPITAÇÃO INCIDENTE (P) EM MILÍMETROS (MM) E PORCENTAGENS DOS COMPONENTES DE PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI), ESCOAMENTO PELO TRONCO (ET) E INTERCEPTAÇÃO (I).

FISIONOMIA	LOCAL E PERÍODO	P (MM)	PI (%)	ET (%)	I (%)	FONTE
Floresta Estacional Semidecidual (secundária)	Viçosa/MG fev.1981 - dez.1981	822,90	87,40	0,20	12,40	Castro <i>et al.</i> (1983)
Floresta Latifoliada Tropical	São Paulo/SP out.1977 - mar.1979	2.715,66	87,90	-	12,10	Cesar (1986)
Floresta Latifoliada Perenifólia	Cunha/SP jan.1983 - jan.1984	2.252,60	80,65	1,12	18,23	Cicco <i>et al.</i> (1986/88)
Floresta Atlântica (restaurada)	Rio de Janeiro/RJ jan.1980 - dez.1980	2.369,00	88,60	-	11,40	Coelho Netto <i>et al.</i> (1986)
Floresta Atlântica (secundária)	Cubatão/SP abr.1988 - mar.1991	8.811,20	89,64	0,64	9,72	Nalon e Vellardi (1993)
Floresta seca	Ilha do Mel/PR jun.1991 - jun.1993	4.062,23	78,00	-	22,00	Britez <i>et al.</i> (1998)
Floresta paludosa	Ilha do Mel/PR jun.1991 - jun.1993	4.062,23	70,00	-	30,00	Britez <i>et al.</i> (1998)
Cerradão aluvial	Botucatu/SP out.1996 – set.1997	1.899,30	61,50	0,90	37,60	Lima (1998)
Floresta Atlântica (secundária e fortemente poluída)	Cubatão/SP set.1991 - ago.1995	10.553,00	80,00	2,00	18,00	Lopes (2001)
Floresta Atlântica (secundária e moderadamente poluída)	Paranapiacaba/SP set.1991 - ago.1995	12.020,00	73,00	5,00	22,00	Lopes (2001)
Floresta Atlântica (secundária e menos poluída)	Cubatão/SP set.1991 - ago.1995	11.058,00	79,00	1,00	20,00	Lopes (2001)
Floresta Atlântica (regeneração avançada)	Aracruz/ES set.1995 - set.1996	1.379,00	76,10	-	23,90	Almeida e Sores (2003)
Floresta Latifoliada Perenifólia	Cunha/SP nov.1997 - nov.1998	2.220,30	81,20	0,20	18,60	Arcova <i>et al.</i> (2003)
Floresta Estacional Semidecidual Tropical	Viçosa/MG set.2002 - maio2003	1.039,50	80,00	1,70	18,30	Oliveira Júnior e Dias (2005)

continua

TABELA 1 – PESQUISAS SOBRE REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS EM FLORESTAS, COM DADOS DA FITOFISIONOMIA (SEGUNDO CADA AUTOR), LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL, VALORES TOTAIS DE PRECIPITAÇÃO INCIDENTE (P) EM MILÍMETROS (MM) E PORCENTAGENS DOS COMPONENTES DE PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI), ESCOAMENTO PELO TRONCO (ET) E INTERCEPTAÇÃO (I).

FISIONOMIA	LOCAL E PERÍODO	P (MM)	PI (%)	ET (%)	I (%)	FONTE
Floresta Ombrófila Mista (secundária)	Guarapuava/PR jan. a dez. 2002	1.720,00	77,00	-	23,00	Thomaz (2005)
Floresta Estacional Semidecidual (regeneração inicial)	Viçosa/MG nov.2005 - out.2006	997,00	79,05	0,38	20,57	Alves <i>et al.</i> (2007)
Floresta Estacional Semidecidual (regeneração avançada)	Viçosa/MG nov.2005 - out.2006	997,00	80,86	0,77	18,37	Alves <i>et al.</i> (2007)
Floresta Ombrófila Mista	São Francisco de Paula/RS jan. 1999 - jan. 2001	2.065,05*	88,23	-	11,77	Backes (2007)
Floresta Atlântica (regeneração avançada)	Recife/PE Maio 2006 -jan.2007	1.640,00	84,90	2,40	12,70	Moura <i>et al.</i> (2009)
Floresta Ombrófila Densa	São Paulo/SP jun.1999 - dez. 2001	3.449,8	78,41	-	21,57	Cicco (2009)
Floresta Ombrófila Densa	Cunha/SP abr.2000 - fev.2004	7.318,2	75,96	-	24,04	Cicco (2009)
Floresta Ombrófila Densa Aluvial (regeneração inicial)	Guaraqueçaba/PR set.2001 - set.2003	5.352,00	84,00	-	16,00	Scheer (2009)
Floresta Ombrófila Densa Submontana (regeneração avançada)	Guaraqueçaba/PR set.2001 - set.2003	5.352,00	87,00	-	13,00	Scheer (2009)
Floresta Ombrófila Mista	Irati/PR set.2006 - mar.2007	995,00	85,50	-	14,50	Calux e Thomaz (2012)
Floresta Estacional Semidecidual Submontana (regeneração inicial)	Pinheiral/RJ abr.2009 - mar.2010	1.553,30	77,63	0,26	22,11	Diniz <i>et al.</i> (2013)
Floresta Estacional Semidecidual Submontana (regeneração média)	Pinheiral/RJ abr.2009 - mar.2010	1.553,30	79,04	0,22	20,73	Diniz <i>et al.</i> (2013)

continua

TABELA 1 – PESQUISAS SOBRE REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS EM FLORESTAS, COM DADOS DA FITOFISIONOMIA (SEGUNDO CADA AUTOR), LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL, VALORES TOTAIS DE PRECIPITAÇÃO INCIDENTE (P) EM MILÍMETROS (MM) E PORCENTAGENS DOS COMPONENTES DE PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI), ESCOAMENTO PELO TRONCO (ET) E INTERCEPTAÇÃO (I).

FISIONOMIA	LOCAL E PERÍODO	P (MM)	PI (%)	ET (%)	I (%)	FONTE
Floresta Estacional Semidecidual Submontana (regeneração avançada)	Pinheiral/RJ abr.2009 - mar.2010	1.553,30	76,87	0,11	23,01	Diniz <i>et al.</i> (2013)

*Média anual do período experimental.

FONTE: O autor (2014).

TABELA 2. – PESQUISAS SOBRE REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS EM CULTURAS, COM DADOS DO PLANTIO, LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL, VALORES TOTAIS DE PRECIPITAÇÃO INCIDENTE (P) EM MILÍMETROS (MM) E PORCENTAGENS DOS COMPONENTES DE PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI), ESCOAMENTO PELO TRONCO (ET) E INTERCEPTAÇÃO (I).

Plantio	Local e período	P (mm)	Pi (%)	Et (%)	I (%)	Fonte
<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	Piracicaba/SP jun. 1973 - jun. 1975	1.400,00*	83,6	4,2	12,2	Lima (1976)
<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Piracicaba/SP jun. 1973 - jun. 1975	1.400,00*	90,40	3,0	6,6	Lima (1976)
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill	Aracruz/ES set. 1995 - set. 1996	1.196,00	89,40	-	10,6	Almeida e Soares (2003)
Sistema agroflorestal de milho e feijão com regeneração natural de 8 anos	Guarapuava/PR jan. a dez. 2002	1.720,00	47,60	-	52,40	Thomaz (2005)
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Assis/SP ago. 2006 - jan. 2007	560,20	69,90	-	30,10	Gênova <i>et al.</i> (2007)
<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	Assis/SP ago. 2006 - jan. 2007	560,20	73,30	-	26,70	Gênova <i>et al.</i> (2007)
Plantio Misto com espécies de cerrado aluvial	Assis/SP ago. 2006 - jan. 2007	560,20	86,90	-	13,1	Gênova <i>et al.</i> (2007)
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Assis/SP ago. 2006 - jan. 2007	560,20	88,50	-	11,50	Gênova <i>et al.</i> (2007)
<i>Theobroma cacao</i> L.	Ibicarai/BA jul. - dez.2006	578,60	95,76	0,29	3,83	Santos (2007)
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Cunha/SP	2.123,50	87,30	0,10	12,60	Sousa <i>et al.</i> (2011)
<i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	Irati/PR set.2006 - mar.2007	995,00	73,40	-	26,60	Calux e Thomaz (2012)

*Média anual do período experimental.

FONTE: O autor (2014).

Nalon e Vellardi (1993) e Lopes (2001) estudando os processos envolvidos na redistribuição das chuvas em Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar,

núcleo Pilões, descrevem valores de interceptação da ordem de 9,7% e 20,0%, respectivamente. Os primeiros autores não descreveram as características da vegetação e justificaram a interceptação a partir da intensidade e frequência dos eventos chuvosos, que foram elevados durante o período experimental. Além disso, o estudo foi desenvolvido em área degradada, outro fator importante que pode ter influenciado a diferença entre os estudos.

Lopes (2001) discutiu os possíveis problemas de amostragem (medições quinzenais e quantidade reduzida de pluviômetros), como também o alto coeficiente de variação inerente ao processo. Porém, a autora descreveu dados fitossociológicos para o local, sendo as espécies arbóreas mais importantes – *Miconia dodecandra* Cogn., *Tibouchina pulchra* Cogn., *Hieronyma alchorneoides* Allemão, *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin e *Rustia formosa* (Cham. & Schltl. ex DC.) Klotzsch. – dado relevante que pode ajudar a explicar os 20% interceptados, tendo em vista que são espécies com folhas robustas (5-56cm x 2-24cm) e pilosas, exceto *M. cinnamomifolia*.

Na Ilha do Mel, Paraná, Brites *et al.* (1998) estimaram porcentagens de interceptação de 22,0% para floresta seca e 30,0% para a paludosa, e afirmaram que as diferenças entre os resultados encontrados estão associadas à estrutura dos dois tipos de vegetação.

Alves *et al.* (2007) e Scheer (2009) concluíram que a maior percentagem interceptada por Floresta Ombrófila Densa ocorre em fase inicial de restauração, diferente dos estudos com plantio homogêneo, Lima (1976) e Lima e Nicolielo (1983) estudando o gênero *Pinus* com idades de 6 e 13 anos, estimaram maiores taxas de interceptação nas culturas mais antigas.

A respeito da quantidade de água que chega ao solo, em Floresta Atlântica, até 89,64% da precipitação incidente se dá pela precipitação interna (NALON e VELLARDI, 1993) e 5,0% pelo escoamento pelo tronco (LOPES, 2001).

O processo escoamento pelo tronco não é quantificado em muitas pesquisas, pelo fato de ser muito trabalhoso e apresentar baixos valores na repartição das chuvas (0,1 a 5,0% da precipitação incidente) (LOPES, 2001 e SOUSA *et al.*, 2011). Porém, esse processo contribui para a restauração e/ou manutenção dos elementos minerais dentro dos ecossistemas (SCHEER, 2009).

Segundo Lima (2008), o escoamento pelo tronco depende diretamente de cada espécie, isto porque a rugosidade da casca pode dificultar a locomoção da água

pelo tronco, assim como, os troncos lisos facilitam o transporte da água ao solo. A situação dos ambientes alto-montanos pode restringir ainda mais este fluxo hidrológico, devido a comunidade de epífitas avasculares (briófitas, musgos e líquens) ser abundante nesses ambientes.

A precipitação interna e o escoamento pelo tronco fornecem a água para o solo, para a absorção pelas raízes e, conseqüentemente, para transpiração das plantas e também para a alimentação dos rios (ARCOVA, CICCIO e ROCHA, 2003), a soma desses fluxos hídricos é a precipitação efetiva, esta chega a contribuir com até 90,28% da precipitação incidente em floresta degradada (NALON e VELLARDI, 1993).

A diversidade dos resultados encontrados nos estudos apresentados mostra que as condições climáticas e os fatores biológicos interferem diretamente na redistribuição das chuvas.

2.3 O PROCESSO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Segundo Barry e Chorley (2013), os oceanos fornecem até 87% de umidade para a atmosfera pelo processo de evaporação, já os continentes contribuem com 13%, neste caso, utiliza-se o termo evapotranspiração. Ainda no contexto global, a evapotranspiração terrestre anual apresenta 52% de transpiração, 28% evapora do solo e 20% é interceptada pela vegetação.

Segundo Lima (2008) o continente mais rico em recursos hídricos é a América do Sul, justamente pela disponibilidade hídrica superficial, o deflúvio tem uma média de 490 mm/ano e a evapotranspiração chega a 860 mm/ano. Diferente da Austrália, a média do deflúvio é de apenas 60 mm/ano, a média anual das precipitações é de 470 mm, logo, 410 mm são evapotranspirados por ano. A média anual da evapotranspiração para o Brasil é 997 mm (FIGURA 3).

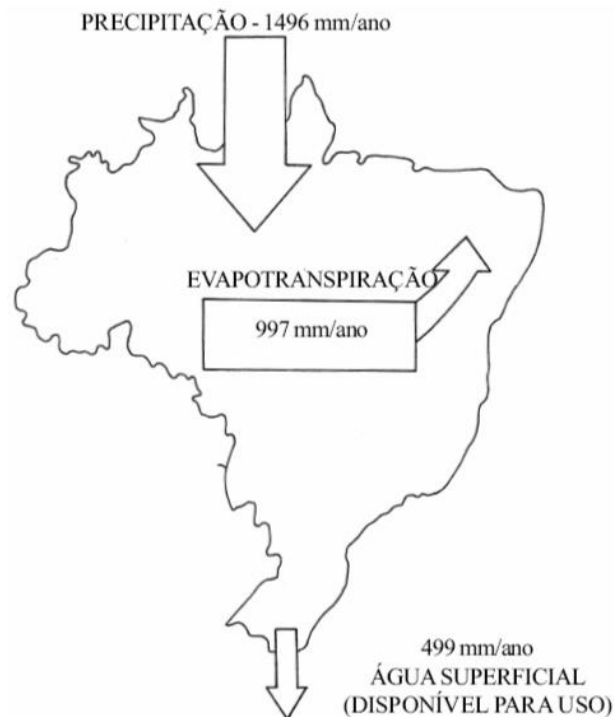


FIGURA 3 – MÉDIA ANUAL DO BALANÇO HÍDRICO PARA O BRASIL.
 FONTE: Lima (2008)

Existem vários métodos diretos e indiretos para obtenção da evapotranspiração, os modelos criados para sua estimativa são apropriados justamente pela complexidade dos processos existentes no sistema solo-planta-atmosfera, além da diversidade climática e também à dificuldade na obtenção das variáveis meteorológicas necessárias para o abastecimento desses métodos (CARVALHO *et al.*, 2011).

No ano de 1944 surge o termo evapotranspiração potencial (ET_p) introduzido por Thornthwaite, com intuito de representar a perda de água para a atmosfera através de uma superfície natural gramada, padrão, sem restrição hídrica e associar a quantidade necessária de chuva para atender as necessidades de evaporação do solo e da transpiração. Diferente da evapotranspiração real (ET_r) que é a perda de água de uma superfície natural, em qualquer condição de umidade e de cobertura vegetal (CAMARGO e CAMARGO, 2000).

Autores criticam o método de Thornthwaite por utilizar apenas a temperatura do ar como variável condicionante ao processo de evapotranspiração, mas Amorim, Rossato e Tomasella (1999) enfatizam a importância deste modelo, que está ligada a simplicidade, pois muitas regiões não apresentam dados climáticos disponíveis que possam gerar resultados rápidos e precisos. Além disso, os autores discutem sobre a

existência de outros métodos que também utilizam somente a temperatura, porém, concluem que para a estimativa da ETp de áreas extensas é necessário utilizar um fator de correção, que considere o fotoperíodo médio, número de dias dos meses, e a latitude do local.

Hallal (2012) comparou diversos modelos de evapotranspiração ao de Penman-Monteith com o objetivo de encontrar um método mais simples e confiável, o autor concluiu que o método de Blaney-Criddle obteve melhor ajuste durante todas as estações do ano e em todas as escalas de tempo analisadas para a região de Pelotas (RS).

Pereira *et al.* (2009) ao comparar diferentes modelos para a estimativa da evapotranspiração na Serra da Mantiqueira, concluíram que os métodos que utilizam a radiação solar apresentaram melhor desempenho quando comparados aos que utilizam apenas a temperatura do ar.

Martins (2011) estimou a evapotranspiração regional através de um modelo físico-matemático de relações biosfera-atmosfera para o estado de São Paulo entre o período de 1980 a 2009 em diferentes situações ambientais. Concluiu que a maior taxa de evapotranspiração pode ocorrer com o eucalipto (média anual de 3,7 mm/dia) seguido da floresta atlântica (3,5 mm/dia). O autor concluiu que a caracterização climatológica da evapotranspiração regional para o estado de SP é em média 930 mm ano⁻¹, devido ao atual cenário de uso e ocupação do solo.

Carvalho *et al.* (2011) recomendam o método de Penman-Monteith-FAO quando há disponibilidade dos dados, por ser o modelo mais preciso independente do espaço e do tempo. Por isso, é necessário conhecer as condições climáticas do local a ser estudado, e modelos alternativos podem ser utilizados no caso da inexistência das variáveis utilizadas no método sugerido pelos autores.

2.4 ZONAS DE RECARGA HÍDRICA NA SERRA DA MANTIQUEIRA

A Serra da Mantiqueira é uma importante província de água mineral, tanto em quantidade como em qualidade deste recurso, abastece diversas Bacias Hidrográficas, como Paraná, Paraíba do Sul, Rio Grande, Rio Preto, Jaguari, Sapucaí-Mirim, entre outras (IPT, 2008).

Pelissari e Romaniuc Neto (2013), afirmam que não existe um limite geográfico ou político preciso para a Serra da Mantiqueira. Sua superfície elevada, provavelmente por falhas, apresenta desníveis altitudinais e extensa faixa latitudinal, tal amplitude resulta em diferentes tipos climáticos que associados à diversidade pedológica favorece o estabelecimento e desenvolvimento de formações campestres e florestais (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998; MEIRELES, 2003).

A riqueza dos recursos hídricos da Mantiqueira está associada ao clima conjuntamente às áreas naturais que atuam no recebimento, distribuição e armazenamento das águas pluviais, e em áreas com a mesma classe de solo, foi demonstrado que as florestas proporcionam armazenamento hídrico eficaz, diferindo do pasto, pelo fato da vegetação nativa conferir melhor estruturação do solo em razão do alto teor de matéria orgânica e maior porosidade (IPT, 2008; SANTOS, 2009; ÁVILA, MELLO E SILVA, 2010).

Nos campos naturais, são encontradas algumas espécies de briófitas (*Sphagnum* spp. e *Polytrichum* spp.) as quais desempenham papel ecológico imensurável, pois interagem com comunidade biótica, contribuem no processo de formação do solo, propiciando condições para o desenvolvimento de outras plantas, além de servir como reservatórios de água e nutriente (DÍAZ, ZEGERS e LARRÍN, 2005).

As formações alto-montanas apresentam um clima diferenciado, pois a neblina é persistente nesses ambientes, essa característica aumenta a umidade relativa do ar no interior da floresta e reduz a radiação solar, isso resulta em adição de água no sistema hidrológico, mesmo no período de alta intensidade de radiação, pelo fato da nebulosidade contribuir com a precipitação oculta (PORTES e GALVÃO, 2002).

Ainda Portes e Galvão (2002) descrevem os aspectos pedológicos para as formações alto-montanas, sendo solos pouco desenvolvidos, sujeitos a erosão em função do relevo e com matéria orgânica abundante principalmente em áreas de maior altitude. Apesar do relevo declivoso, os solos são úmidos, estando normalmente saturados de água por vários dias.

As formações aluviais diminuem o escoamento superficial, controlam a sedimentação, promovem a infiltração e a absorção de nutrientes resultando em maior quantidade e qualidade dos recursos hídricos (RIZZI, 1985; ZAKIA, 1998; ÁVILA, MELLO E SILVA, 2010).

As informações apontadas sobre os campos naturais, as formações alto-montanas e aluviais, são relevantes devido a característica comum aos ambientes, umidade disponível (RIZZI, 1985; ZAKIA, 1998; PORTES e GALVÃO, 2002; DÍAZ, ZEGERS e LARRÍN, 2005). Logo, os serviços ambientais prestados pela vegetação nativa nas APP's são diversos, e a conservação dessas áreas são essenciais para suprir uma demanda crescente por um recurso cada vez mais escasso, a água (SOUSA *et al.*, 2014).

2.5 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

IBGE (2012) descreve as fisionomias vegetais que ocorrem na região sudeste do Brasil. Na faixa serrana, onde se inclui a Serra da Mantiqueira, existem refúgios fragmentados da Floresta Ombrófila Mista (FOM), que dominou áreas das plataformas mesozoicas do hemisfério sul (África-Austrália-América do Sul), além de outros refúgios mais numerosos da flora das angiospermas. Cada núcleo de dispersão teve um processo de especiação independente, em níveis hierárquicos de famílias e gêneros, muitas vezes são *ochlopecies*, que se distribuem pelo País, tornando-se então difícil localizar o seu ponto de origem.

Popularmente conhecida como Floresta de Araucária, Pinhais ou Pinheiral, o termo “Mista” refere-se a presença da espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), e do gênero *Podocarpus* (Podocarpaceae), gimnospermas que ocorrem conjuntamente com grupos de angiospermas (VELOSO, RANGEL FILHO e LIMA, 1991, SOUZA, 2008 e IBGE, 2012).

A expansão dos pinheirais ocorreu durante o Holoceno Médio e Superior, porém a vegetação dominante era herbácea, sendo as florestas com araucárias associadas às margens dos rios. A substituição da fisionomia campestre pelos pinhais, ocorreu na parte mais alta do Holoceno, devido ao clima mais úmido, porém as formações florestais e campestres estão associadas até hoje, formando mosaicos (BAUERMANN e BEHLING, 2009; VALERIANO, AMARAL e VALERIANO, 2013).

Atualmente, a distribuição da FOM segue no Planalto Meridional brasileiro, no sentido sul-norte, o decréscimo da latitude é compensado pela elevação da altitude onde as condições climáticas exigidas pela espécie (baixas temperaturas no inverno e alta precipitação) são fatores condicionantes para sua ocorrência (BACKES, 2009;

IVANAUSKAS e ASSIS, 2012). Ainda Backes (2009) conclui que a araucária ocorre preferencialmente onde as médias da temperatura mínima são iguais ou inferiores a 10°C por no mínimo três meses e a precipitação anual varia de 1.400 a 2.400 mm.

Jarenkow e Budke (2009) estudaram os padrões florísticos e estruturais dos remanescentes das Florestas com Araucária através de uma revisão bibliográfica. Verificaram que a riqueza florística é muito variável, são descritas 23 espécies em Itaára (RS) e 127 em Tibagi (PR) e de todos os trabalhos analisados 16 espécies apresentaram constância relativa superior a 80%. Apenas a araucária foi amostrada em todos os levantamentos (TABELA 3) e as demais espécies são de ampla distribuição geográfica e abundantes em outras formações florestais.

TABELA 3 – ESPÉCIES COM CONSTÂNCIA RELATIVA (CR) SUPERIORES A 80% NOS LEVANTAMENTOS FLORÍSTICOS OU ESTRUTURAIS DO COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO REALIZADOS EM FLORESTAS COM ARAUCÁRIA NO BRASIL. NÚMERO DE LEVANTAMENTOS ONDE A ESPÉCIE FOI AMOSTRADA (TOTAL).

Espécie	Família	CR (%)	Total
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Kuntze	Araucariaceae	100	38
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Rosaceae	97	37
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	92	35
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm & Downs	Euphorbiaceae	89	34
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	87	33
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Myrsinaceae	87	33
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	Asteraceae	87	33
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	Sapindaceae	87	33
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg.	Myrtaceae	84	32
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Myrtaceae	84	32
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	84	32
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	84	32
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	Euphorbiaceae	84	32
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	84	32
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. -Hil.	Aquifoliaceae	82	31
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Styracaceae	82	31

FONTE: Jarenkow e Budke (2009).

Observa-se na tabela acima ausência de espécies típicas da formação FOM, como o *Podocarpus lambertii*, *Ocotea odorifera*, *Dasyphyllum spinescens*, *Inga lentiscifolia* e *Myrcia bombycina*. Ainda Jarenkow e Budke (2009) sugerem que as espécies dessa fitofisionomia são substituídas gradativamente por folhosas devido o decréscimo da altitude. Os autores verificaram que as famílias com maior riqueza nos estudos analisados são Myrtaceae e Lauraceae. Em relação a estrutura das florestas, a araucária foi a que apresentou os maiores valores de área basal, sendo a espécie com maior cobertura.

A araucária apresenta importância ecológica significativa e é considerada uma “espécie chave” no sistema, por oferecer alimento para a fauna em época de escassez (inverno) e servir como substrato para fungos, líquens, epífitas e insetos (FONSECA *et al.*, 2009). O pinhão (semente) é muito apreciado na culinária, mas a importância econômica da araucária está associada a extração madeireira (RIZZINI e MORS, 1995). Devido a exploração indiscriminada os remanescentes da FOM são separados geograficamente, isso reflete diretamente na composição das espécies (riqueza) e estrutura dos fragmentos florestais (JARENKOW e BUDKE, 2009).

Segundo Mähler Junior e Larocca (2009) o sul do Brasil era dominado por “Pinhais”, e seu histórico de degradação iniciou-se com a chegada dos europeus, seguido da necessidade por recursos. Atualmente, a destruição deste ecossistema está relacionada com o crescimento populacional, construção de estradas, geração de energia e água. No caso da Serra da Mantiqueira, a especulação imobiliária é um dos principais problemas para sua preservação.

Dentre as florestas da Mantiqueira, destaca-se a Ombrófila Mista (FIGURA 4), Veloso, Rangel Filho e Lima (1991) e IBGE (2012) descrevem quatro formações distintas para esta fitofisionomia: Aluvial, ao longo dos rios em terraços antigos; Submontana distribuída desde 50 a 400 m de altitude; Montana de 400 a 1000 m; e Alto-Montana superior a 1000 m.



FIGURA 4 – VISTA GERAL DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA SERRA DA MANTIQUEIRA, MUNICÍPIO DE SÃO BENTO DO SAPUCAÍ (SP.)
FONTE: O autor (2013).

No Paraná Roderjan e Grodzki (1999) em estudo com fisionomias Montana e Alto-Montana, concluíram que com a elevação da altitude, as temperaturas são mais amenas, a precipitação aumenta, o porte das árvores é reduzido, assim como a diversidade arbórea, porém o epifitismo é elevado. Ainda afirmam que na área amostral, ocorreu uma diferença de $0,56^{\circ}\text{C}$ a cada 100 m de altitude. Essa variação na temperatura pode estar relacionada ao gradiente adiabático do ar úmido, que segundo Soares e Batista tem em média $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ de altitude.

Portes e Galvão (2002) descrevem os aspectos vegetacionais das formações Alto-Montanas com vasta revisão bibliográfica. A vegetação arbórea tem porte reduzido, quando comparada as florestas dos pisos altitudinais menores. Os galhos laterais são abundantes e emaranhados formando um dossel denso, uniforme e homogêneo. Os fustes e ramos são tortuosos e muito ramificados (FIGURA 5), as folhas são pequenas, coriáceas e esclerófilas (FIGURA 6). Raízes adventícias abundantes são características de algumas espécies deste ambiente tão peculiar. A riqueza diminui assim como o diâmetro médio, a área basal e o porte, justamente pelas adversidades ambientais. Todavia o número de indivíduos por unidade de área aumenta consideravelmente. As comunidades de epífitas, herbáceas e arbustivas são abundantes, mas as lianas e as epífitas floríferas são raras nessas áreas. O conjunto epifítico é composto por briófitas, musgos e líquens (FIGURA 5).



FIGURA 5 – FUSTES E RAMOS TORTUOSOS COM EPÍFITAS ABUNDANTES EM FORMAÇÃO ALTO-MONTANA.

FONTE: O autor (2013).



FIGURA 6 – *Siphoneugena reitzii* D.Legrand. ESPÉCIE COMUM EM AMBIENTES ALTO-MONTANOS. FONTE: O autor (2013).

Valeriano (2010) analisou a dinâmica temporal dos padrões espaciais das espécies arbóreas em FOM Alto-Montana em Campos do Jordão, com o intuito de verificar a influência das espécies *A. angustifolia* e *P. lambertii* e concluiu que a perda sem reposição de indivíduos dessas espécies sustenta a hipótese de sucessão em curso conforme padrão encontrado em florestas com pioneiras longevas dominantes.

A massa de ar úmida presente nas formações alto-montanas pode contribuir com maior aporte de água na floresta pelo processo de precipitação oculta, além de auxiliar algumas espécies vegetais que são capazes de absorver a água do nevoeiro diretamente pelo limbo foliar, quando o solo está com baixa disponibilidade de água, tal processo favorece a hidratação, o desenvolvimento e crescimento dessas plantas (ANIDO, 2002; PORTES e GALVÃO, 2002; LIMA, 2010).

Assim, a fitofisionomia alto-montana é caracterizada pela presença de nevoeiro (FIGURA 7), temperaturas amenas, e baixa decomposição da biomassa, resultando em acúmulo de matéria orgânica no solo, isto é, tem potencial hidrológico, por reter umidade e conservar a nascentes dos rios.

Os últimos remanescentes de FOM Alto-Montana no sul do Brasil são descritos para o Parque de São Joaquim (SC), na realidade essa fisionomia foi muito explorada e restam poucos indivíduos de araucária. Outras áreas de ocorrência, porém bem conservadas, estão nos estados de São Paulo (Parque Estadual de Campos do Jordão) e Minas Gerais (Camanducaia). As florestas presentes no Maciço do Itatiaia

(RJ e MG) estão sendo suprimidas e sua população pode ser dizimada em poucos anos (IBGE, 2012).



FIGURA 7 – NEVOEIRO PRESENTE EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTO-MONTANA EM CAMPOS DO JORDÃO, SP.

FONTE: O autor (2014).

A conservação e manutenção desse ecossistema necessita de instrumentos práticos de ação, que devem prioritariamente: garantir a conservação de áreas com baixo grau de perturbação; recuperar os remanescentes impactados e; sensibilizar a sociedade para que ela possa exigir dos órgãos públicos a preservação desses ambientes (JARENKOW e BUDKE, 2009).

Portes e Galvão (2002) consideram que pesquisas relacionadas a hidrologia nas formações alto-montanas devem ser intensificadas, por ser um ambiente pouco estudado, ameaçado e que deve ser preservado. Além disso, tal ecossistema não oferece condições favoráveis para o manejo ou aproveitamento florestal, já que ocorrem em condições climáticas e geo-pedológicas tão desfavoráveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 LOCALIZAÇÃO

A Serra da Mantiqueira ocupa o leste do estado de São Paulo, sul de Minas Gerais e sudoeste do Rio de Janeiro. É dividida em Serra da Mantiqueira Ocidental e Oriental. Esta última face abriga o município de Campos do Jordão (SP) com 290,06 km², considerado um dos mais importantes centros turísticos do Brasil (DECANINI, 1997; BRAGA e ANDRADE, 2005).

O Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) situa-se no sudeste do Brasil, a sudoeste da Serra da Mantiqueira, na cidade de Campos do Jordão, estado de São Paulo, conforme (FIGURA 8) (SÃO PAULO. Fundação Florestal, 2013).

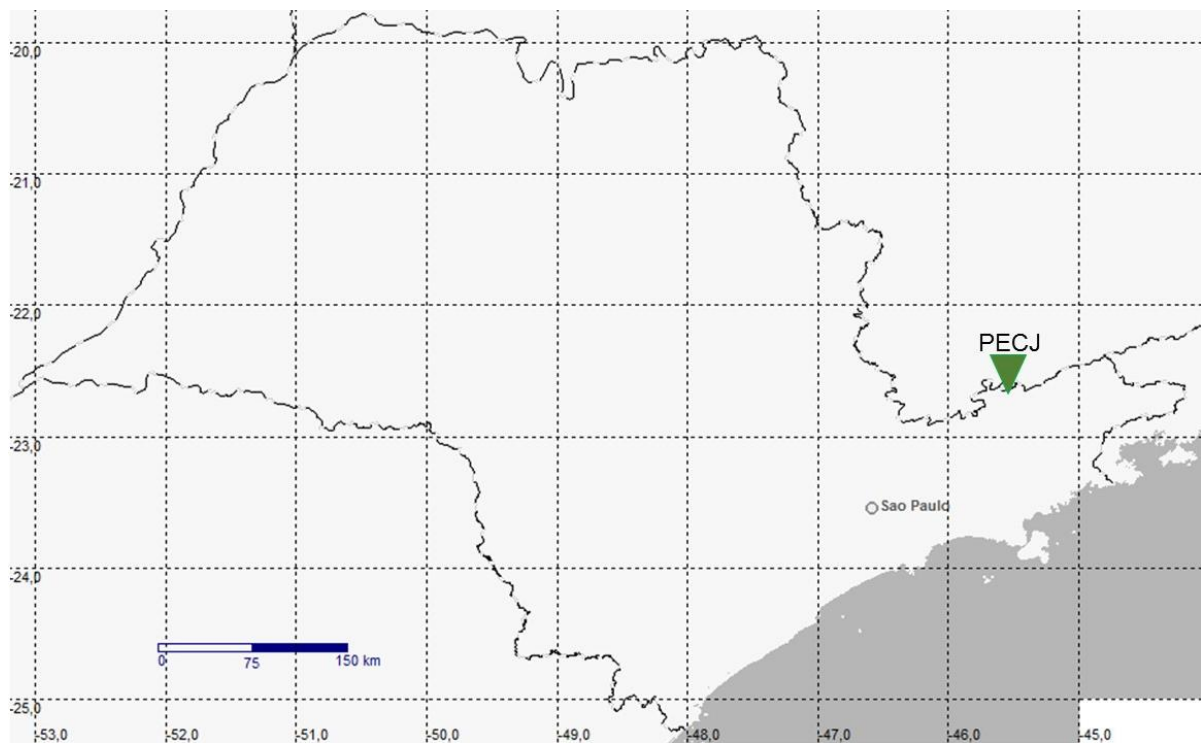


FIGURA 8 – LOCALIZAÇÃO DO PECJ.
FONTE: O autor (2014).

O Parque está inserido na Região Hidrográfica do Paraná, pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Mantiqueira (UGRHI 1). Essa unidade tem aproximadamente 675 km², dividida em

duas sub-bacias principais, do Rio Sapucaí-Mirim e Sapucaí-Guaçu. O Rio Capivari é o mais importante no município de Campos do Jordão, que a partir do córrego do Homem Morto denomina-se rio Sapucaí-Guaçu (IPT, 2008 e SANTOS, 2009).

O PECJ foi criado através do Decreto-Lei nº 11.908, de 27 de março de 1941, e sua localização geográfica é 22°40'S e 45°27'O, atualmente sua área ocupa um terço do município, isto é, 8.341 ha. Sobrepõe a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Mantiqueira, criada em 1985 (SÃO PAULO. Fundação Florestal, 2013).

O experimento foi inserido em Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana (FIGURA 9) em local estudado por Souza *et al.* (2012), no estrato adulto as famílias mais representativas são Myrtaceae e Lauraceae (angiospermas), porém as espécies dominantes são *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. E *Araucaria angustifolia* (gimnospermas), referente a regeneração, a densidade das coníferas é baixa (40 e 80 ind.ha⁻¹).



FIGURA 9 – FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTO-MONTANA NO PECJ.
FONTE: O autor (2013).

3.1.2 MEIO FÍSICO

O balanço de radiação na Serra da Mantiqueira acompanha o relevo, mas o uso e ocupação do solo têm influência significativa no processo. Os pastos e reflorestamentos são áreas quentes devido a disponibilidade de energia absorvida ser menor nesses locais. Nas florestas naturais e campos de altitude, o aquecimento do ar e da superfície são menores, isto é, as temperaturas são mais amenas e há mais energia disponível para os processos de evapotranspiração, condensação e fotossíntese (LOPES *et al.*, 2013).

Segundo Robim e Pfeifer (1989) o planalto de Campos do Jordão apresenta temperatura média anual de 14,3°C, com máximas em janeiro e fevereiro chegando a 30°C, as mínimas ocorrem durante o inverno, com temperaturas de 3,2°C, a ocorrência de geada é comum, e normalmente são registradas entre maio a agosto.

O tipo climático para o Parque é definido como subtropical de altitude, mesotérmico e úmido (Cfb, segundo Köppen). O período seco estende-se de abril a setembro. As chuvas são expressivas de outubro a março. O acúmulo da precipitação anual varia de 1.200 a 2.200 mm. A média anual da umidade relativa do ar é superior a 70% (ROBIM e PFEIFER, 1989; BARETTA, 2007; LOPES *et al.*, 2013; SÃO PAULO. CIIAGRO, 2014; SÃO PAULO. INMET, 2014).

Embasado no Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009) foi possível estabelecer a Unidade Geomorfológica da área de estudo. O domínio morfoestrutural pertence ao táxon Cinturão Móvel Neoproterozóico, da região Serra da Mantiqueira, classificada como unidade geomorfológica do Planalto de Campos do Jordão. Ainda o mesmo autor define os planaltos como conjuntos de relevos planos ou dissecados, com altitudes elevadas, sendo que os processos de erosão superam os de sedimentação.

O perfil topográfico do PECJ é compartimentado, o terço inferior varia de 1.500 a 1.600 m de altitude, o terço médio de 1.600 a 1.800 m e o terço superior de 1.800 a 2.000 m, este último é um planalto dissecado, com superfície cimeira nivelada, é tectonicamente elevado, com estrutura cristalina complexa. A evolução do relevo está ligada às formações superficiais, devido à associação dos fatores climáticos e pedológicos influenciarem a capacidade de infiltração. As altitudes no Parque variam de 1.030 a 2.007 metros s.n.m (ROBIM e PFEIFER, 1989; SÃO PAULO - FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2013).

Os solos têm alta correlação com a geologia, no terço superior prevalecem os Latossolos sobre depósitos de bauxita, provavelmente resultado do processo de ferralitização, principalmente pela acentuação pleiocênica do soerguimento do planalto. Para o terço médio é descrito Cambissolo sobre gnaiss e granito porfírico, essas rochas são encontradas também no terço inferior, nessa área os solos estão associados (ROBIM e PFEIFER, 1989). Aproximadamente 510 ha do município são APP's de nascentes (ARGÜELLO, BATISTA E PONZONI, 2009).

3.1.3 MEIO BIÓTICO

De acordo com Robim e Pfeifer (1989), o PECJ apresenta fitofisionomias distintas, Campos de Altitude, Campos (natural e antrópico), Floresta Ombrófila Mista (FOM), Floresta Ombrófila Densa (FOD) e ecótonos das formações florestais. Segundo Decanini (2001) além da vegetação nativa, o parque possui áreas com reflorestamentos perfazendo 2.724 ha com plantas exóticas.

Valeriano, Amaral e Valeriano (2013) compararam mapas que caracterizaram a cobertura vegetal da Unidade de Conservação (UC) e concluíram que houve um aumento de áreas de floresta sobre os campos, e atualmente há formações florestais mais rarefeitas e com clareiras que evidenciam incêndios florestais, que hoje se dá por ações acidentais ou criminosas.

Em relação a fitossociologia, Polisel (2011) pondera que a composição e a estrutura do sub-bosque da FOM do PECJ, podem ser influenciadas devido a fragmentação, a vegetação do entorno, localização topográfica e quantidade de água disponível para as plantas. O autor descreve uma espécie nova de subarbusto do gênero *Solanum* (Solanaceae).

Souza *et al.* (2012) estudaram os estratos regenerante e adulto da FOM do PECJ, a riqueza é representada por 82 espécies, 46 gêneros e 31 famílias e duas morfo-espécies, os componentes são semelhantes por apresentarem 25 espécies em comum, isso representa acima de 28% de similaridade pelo índice de Jaccard e mais de 40% no índice de Sorensen. O estrato em regeneração é composto por 55 espécies, distribuídas em 39 gêneros e 23 famílias, e as exclusivas foram Cyatheaceae, Meliaceae, Rubiaceae e Sapindaceae. Já o componente adulto é representado por 58 espécies, 38 gêneros e 26 famílias, sendo exclusivas

Cardiopteridaceae, Celastraceae, Clethraceae, Fabaceae, Styracaceae, Verbenaceae e Vochysiaceae. Como diversas áreas de FOM e FOD, Myrtaceae é a família com maior riqueza em ambos estratos.

Moreira *et al.* (2006) identificaram 26 espécies de fungos micorrízicos arbusculares em ecossistemas de araucária no PECJ, e ainda verificaram que existe uma relação inversa entre colonização e o número de esporos nas áreas estudadas.

Gomes (2005) verificou a riqueza da fauna de Braconidae no PECJ, e descreve 1.420 morfoespécies, pertencentes a 103 gêneros e 23 famílias, e verificou que a frequência de determinados grupos é influenciada pela altitude.

3.1.4 CONTEXTO SOCIAL

A população humana residente no município de Campos do Jordão em 1980 ultrapassava os 25 mil, e esperava-se que em 2012 os números fossem próximo dos 52 mil habitantes, porém, em 2014, o censo demográfico evidenciou uma população de 48.746 pessoas, isto é, 168,05 hab./km² (CPTI, 2009). A taxa geométrica de crescimento anual (TGCAs) evidencia um declínio, de 3,24% ao ano (a.a.) (1980-1991) para 1,37% a.a. (2000-2009) para 0,51% a.a. (2010-2014). No início da década de 80, o número de pessoas residentes na zona rural era de 2.732, e no final do período (1989) houve uma expressiva diminuição (1.905 hab.), este fato deu-se devido a uma mudança na legislação municipal que ampliou a zona urbana (CPTI, 2009; SEADE, 2014).

Segundo dados do SEADE (2014) os níveis de atendimento na infraestrutura urbana são representados por: lixo coletado (99,35%), água tratada (89,95%) e esgoto sanitário (77,98%).

A maior fonte de renda está ligada ao turismo local e poucos habitantes sobrevivem das atividades voltadas a agropecuária, produção florestal, pesca e aquicultura. A importância turística da cidade é evidenciada pelo número expressivo da população flutuante, janeiro e fevereiro a média mensal de turistas é de 70 mil, entre maio e junho são 150.000 visitantes, e na alta temporada (julho) recebe por volta de 10 mil pessoas por dia (CPTI, 2009; SEADE, 2014).

Pivott (2006) levantou os parâmetros do turismo sustentável e considera Campos do Jordão insustentável, seja na prática, na parte política ou empresarial do

segmento, devido a inexistência de um plano formal específico de turismo, apesar de ser a principal atividade econômica da cidade. O autor considera que esse setor movimentava a economia, gera empregos e impostos, mas alerta que parte dos jordanenses vivem em situações precárias. No mesmo trabalho, ele conclui que a cidade segue um modelo de desenvolvimento capitalista, que segrega espaços, exclui grupos sociais e compromete os meios ambientais, sociais e culturais, e exemplifica com a favelização e o lançamento de 100% do esgoto *in natura* no rio Capivari desde o século XIX até o XXI.

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) aborda questões sociais e considera dados de riqueza, longevidade e escolaridade. No período de 2008 a 2010, Campos do Jordão classificou-se no Grupo 2, isso indica boa posição, mas com deficiência em pelo menos um dos indicadores, no caso, o escore longevidade está abaixo do nível médio estadual, enquanto o de escolaridade está acima da média. Mesmo assim, houve avanços em todas as dimensões do índice (SÃO PAULO. IPRS, 2012). Vale ressaltar que em 2010, a renda per Capita era de R\$ 568,87 e 4,42% da população acima de 15 anos é analfabeta. A participação no PIB estadual foi de 0,047% (SEADE, 2014).

Ao caminhar por Campos do Jordão, é possível vislumbrar as ocupações irregulares em áreas de preservação permanente, seja por comunidades de baixa renda ou por populações com alto poder aquisitivo (FIGURAS 10 e 11).



FIGURA 10 – OCUPAÇÃO IRREGULAR, “FAVELA DO PICA-PAU” CAMPOS DO JORDÃO, SP.
FONTE: O autor (2014).



FIGURA 11 – OCUPAÇÃO EM APP NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DO JORDÃO, SP.
FONTE: O autor (2014).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

3.2.1 INSTALAÇÃO DA PARCELA DE PRECIPITAÇÃO INTERNA

Para a quantificação da precipitação interna foi instalada uma parcela retangular de 20 x 30 m, com orientação nordeste, sua localização geográfica é 22°41'32.2"S e 45°27'52.1"O (FIGURA 12), com 1.565 de altitude. Com o intuito de minimizar os eventuais efeitos de borda sobre o experimento, limitou-se 10 m ao redor da área, em seguida foram locados 30 pontos dispostos em 6 linhas, distantes 2,5 m, e 5 colunas, com espaçamento de 4 m (FIGURA13).

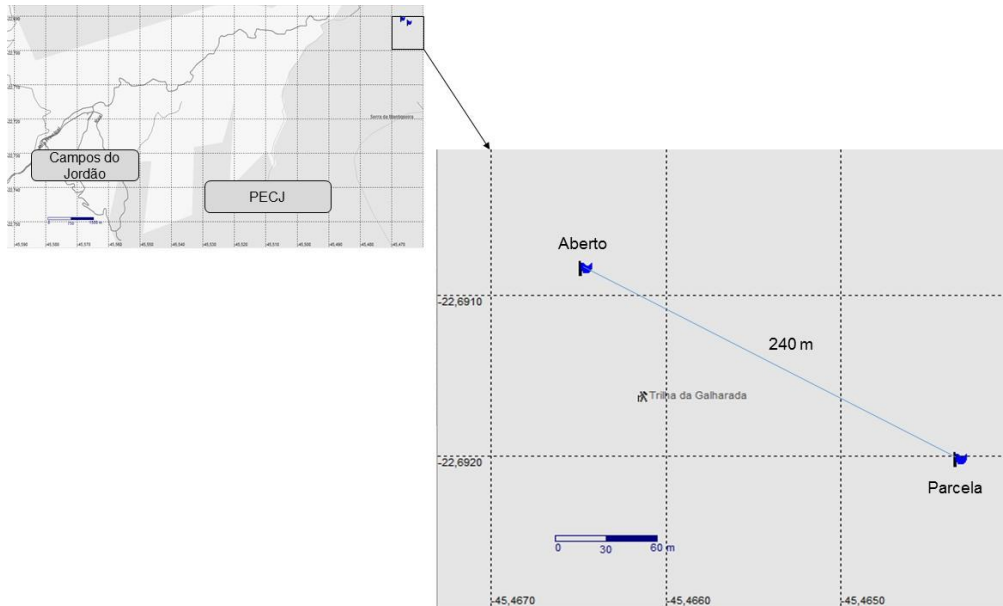


FIGURA 12 – LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E DISTÂNCIA DA ÁREA ABERTA EM RELAÇÃO A PARCELA.

FONTE: O autor (2015).

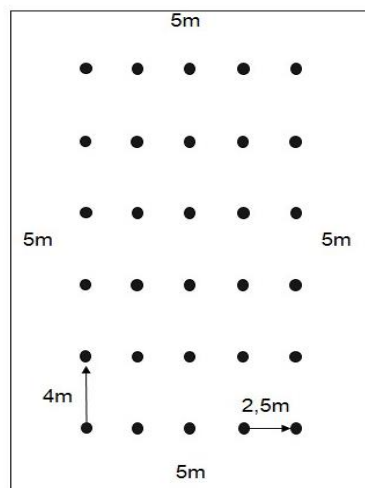


FIGURA 13 – CROQUI DA PARCELA EXPERIMENTAL.

FONTE: O autor (2014).

A partir da definição dos pontos, caibros de madeira foram alocados para a fixação dos 30 pluviômetros com capacidade para armazenar até 150 mm de precipitação (FIGURAS 14 e 15).



FIGURA 14 – SUPORTE DE MADEIRA.
FONTE: O autor (2013).



FIGURA 15 – PLUVIÔMETRO FIXADO NO INTERIOR DA FLORESTA.
FONTE: O autor (2014).

A precipitação total em área aberta foi obtida a partir de três pluviômetros (FIGURA 16) instalados a 240 m da parcela experimental, na latitude $22^{\circ}41'28.3''S$ e longitude $45^{\circ}27'59.8''O$ (FIGURA 12).



FIGURA 16 – PLUVIÔMETROS INSTALADOS EM ÁREA ABERTA.
FONTE: O autor (2014).

As medições da precipitação total em área aberta e da precipitação interna foram realizadas diariamente com um intervalo de 24 horas entre 01 janeiro e 31 de dezembro de 2014.

3.2.2 TRATAMENTO DOS DADOS

Devido à seca que atingiu o sudeste brasileiro durante o ano de 2014, foi realizada uma pesquisa pluviométrica mensal e anual entre 1961 e 2014, para comparar a variação da precipitação nos últimos 54 anos. Os dados foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (SÃO PAULO. INMET, 2014).

Foi utilizada a média aritmética dos valores medidos nos pluviômetros para calcular a precipitação total no aberto e a precipitação interna.

A tabulação da série histórica dos dados referentes a precipitação total, precipitação interna e interceptação foi realizada no programa Excel®.

A estimativa da interceptação foi obtida através da equação (1) proposta por Helvey e Patric (1965):

$$I = P - P_i \quad (1)$$

onde:

I – Interceptação;

P – Precipitação total e

Pi – Precipitação interna.

Embora compreenda-se a importância do processo de medição do componente escoamento pelo tronco, o mesmo demonstrou-se inviável tendo em vista os seguintes aspectos: dificuldades na instalação e coletas dos dados; redução de impactos associados, tanto para a comunidade de epífitas, como para o estrato herbáceo, já que as medições foram diárias. Em complementaridade, observou-se nos estudos relacionados (TABELAS 1 e 2) a baixa contribuição quantitativa que a coleta dos dados representaria.

Utilizou-se o programa Assistat versão 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2002) para a obtenção das análises estatísticas.

3.3 CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Realizou-se uma pesquisa sobre dados meteorológicos, temperatura média mensal do ar (°C), totais mensais de precipitação (mm) e insolação (horas), referentes aos anos de 2013 e 2014. A temperatura foi obtida através do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), já os dados de precipitação e insolação foram obtidos pelo site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Após a tabulação dos dados, o modelo para o cálculo da evapotranspiração potencial utilizado foi o desenvolvido por Thornthwaite (equação 2), devido a carência de dados meteorológicos para a região de Campos do Jordão e pelo fato do modelo apresentar resultados satisfatórios para o clima tropical do estado de São Paulo (CAMARGO e CAMARGO, 2000).

$$ET_p = f \cdot 1,6 \left(\frac{10 \cdot t}{I_{ca}} \right)^a \quad (2)$$

Onde:

ET_p – evapotranspiração potencial;

f – fator de correção em função da latitude e mês do ano;

t – temperatura média mensal, em °C;

I_{ca} – índice de calor anual da região (equação 3);

a – coeficiente obtido pela função cúbica (equação 4) do índice de calor anual.

$$Ica = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{Ti}{5} \right)^{1,514} \quad (3)$$

Onde:

Ica – índice de calor anual da região;

Ti – temperatura média mensal do mês i(°C).

$$a = 6,75 \times 10^{-7} \times Ica^3 - 7,71 \times 10^{-5} \times Ica^2 + 1,7292 \times 10^{-2} \times Ica + 0,49239 \quad (4)$$

Onde:

a – coeficiente;

Ica – índice de calor anual da região.

Foi necessário ajustar a evapotranspiração potencial, devido a latitude e o fotoperíodo médio mensal da região, para isso, utilizou-se a equação 5.

$$ETp \text{ corrigida} = Etp \times \frac{N}{12} \times \frac{ND}{30} \quad (5)$$

Onde:

ETp corrigida – evapotranspiração ajustada (mm/mês);

Etp – evapotranspiração calculada (mm/mês);

N – fotoperíodo médio mensal (h/dia) segundo Soares e Batista (2004);

ND – número de dias do mês respectivo do cálculo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES

O total precipitado durante o ano de 2014 no Parque Estadual de Campos do Jordão foi 984,10 mm, distribuídos em 112 dias. Segundo Robim e Pfeifer (1989), as precipitações anuais para o PECJ apresentam variações de 1.200 mm e 2.200 mm, logo, o resultado está abaixo dos menores índices registrados para o local.

Com os dados históricos de 1961 a 2014 disponibilizados pelo INMET, foi possível ilustrar as precipitações anuais dos últimos 54 anos (FIGURA 17) e calcular a média anual de 1.690 mm.

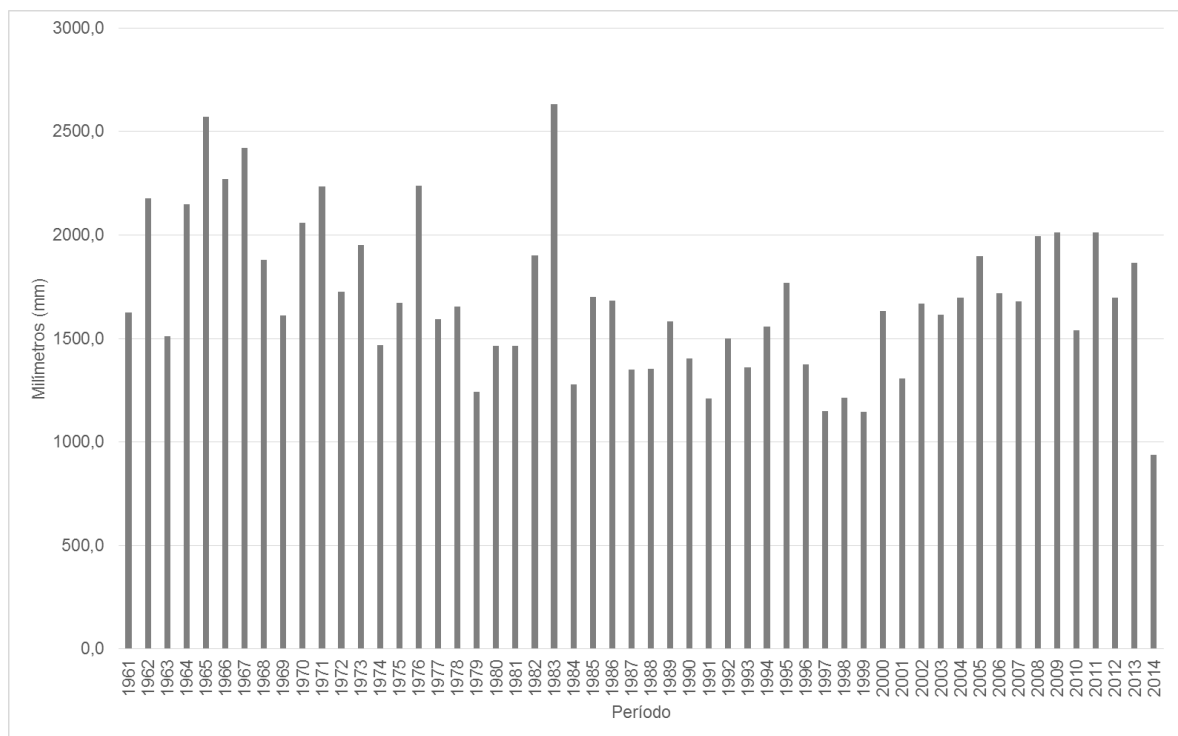


FIGURA 17 – SÉRIE HISTÓRICA DA PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm) PARA O MUNICÍPIO DE CAMPOS DO JORDÃO.

FONTE: O autor (2015).

Observou-se que durante o ano de 2014 choveu apenas 58,2% do esperado, foi a fase mais seca dos últimos 54 anos de registros, as precipitações não chegaram a 1.000 mm nessa fase atípica. Do período analisado, foram 30 anos que apresentaram precipitações abaixo da média anual (<1.690 mm), e destes, 17 anos as precipitações não alcançaram 1.500 mm.

Após o ano de 1983 houve um decréscimo no regime pluviométrico de Campos do Jordão, a média da precipitação anual calculada entre 1961 e 1983 representa 1.891,6 mm, já o próximo período de 23 anos (1984 a 2006) a média foi de 1.485,4 mm. As precipitações anuais acima de 2.000 mm foram mais frequentes nos primeiros 27 anos dos registros, correspondendo a nove anos nessa fase, após 1988 observou-se precipitação total anual acima de 2000 mm apenas em 2009 e 2011.

Os resultados evidenciam uma seca histórica que afeta diretamente a população humana. Os baixos níveis dos sistemas de abastecimento para o estado de São Paulo são publicados na mídia diariamente. Além disso, a dinâmica das chuvas é essencial para a manutenção dos ecossistemas, isso é claro ao observar os índices pluviométricos para cada região, Reibota, *et al.* (2010) analisou a distribuição espacial das precipitações para a América do Sul e onde são descritos os menores índices pluviométricos (<100 mm/ano, Atacama) é área desértica, em contrapartida onde ocorre as maiores precipitações registradas (>3.000 mm/ano, Amazônia) são Florestas Ombrófilas. No caso dos Pinheirais, esses ocorrem preferencialmente em localidades com precipitações anuais acima de 1.400 mm, isto é, se as precipitações realmente diminuïrem na Serra da Mantiqueira, a fitofisionomia FOM pode desaparecer na região.

Marengo (2008) pondera que as anomalias climáticas que produzem secas históricas devem-se a variabilidade interanual do clima, associada aos fenômenos El Niño e La Niña, ou a variação da temperatura na superfície do Oceano Atlântico Tropical e Sul. O autor verificou que o sudeste do Brasil não sofreu modificação significativa no regime anual pluviométrico nos últimos cinquenta anos. Já Groisman *et al.* (2005) consideraram que desde 1940 a região sudeste do Brasil apresentou aumento significativo na frequência das chuvas intensas, próximo de 58%/100 anos.

Fearnside (2005) já citava sobre um possível prolongamento da estação seca no estado de São Paulo, devido ao desmatamento no sudoeste da Amazônia que fornece vapor de água para o sudeste do Brasil durante a transição das estações seca

e chuvosa (setembro-outubro). As precipitações totais mensais dos anos de 2013 e 2014 são apresentadas na (TABELA 4).

TABELA 4 – PRECIPITAÇÕES TOTAIS MENSAIS EM MILIMETROS (mm) REFERENTES AOS ANOS DE 2013 E 2014.

Mês	Precipitação (mm)		
	2013*	2014*	2014**
Janeiro	419,0	82,0	67,5
Fevereiro	294,2	116,0	80,1
Março	191,6	111,1	66,1
Abril	81,4	79,6	110,0
Mai	93,3	38,4	22,5
Junho	32,9	32,2	33,7
Julho	88,1	46,7	75,3
Agosto	8,2	22,3	9,6
Setembro	56,1	69,5	45,0
Outubro	168,8	56,8	43,6
Novembro	186,7	153,7	208,7
Dezembro	244,2	131,0	222,0
Total	1.864,5	939,3	984,1

* Dados disponibilizados pelo INMET.

** Medições realizadas no PECJ.

FONTE: O autor (2015).

Ao comparar o volume precipitado na zona urbana e na unidade de conservação, observa-se uma diferença de aproximadamente 45 mm do total anual de 2014. Na base do INMET choveu mais no mês de novembro e no parque foi durante dezembro, divergindo das médias anuais que evidenciam janeiro como o mês mais úmido (ROBIM e PFEIFER, 1989). O período quantificado no parque foi atípico, apresentando nove meses com precipitações mensais abaixo de 85 mm.

Observa-se uma sazonalidade no município de Campos do Jordão, sendo um período seco e outro chuvoso. Este último inicia em outubro e segue até março, e nesses meses precipitou na base do INMET 1.504,5 mm em 2013 e 650,6 mm em 2014, uma diferença de 853,9 mm. Os dados mais discrepantes entre os anos são observados para os meses de janeiro. Outubro que seria o retorno do período chuvoso, no ano de 2014 foi registrado precipitação mensal menor que abril e setembro, início e fim do período seco, respectivamente.

Referente a estação seca de 2014 (abril a setembro) o mês que apresentou maior precipitação foi abril e o mês mais seco foi agosto, o total precipitado durante os seis meses em questão, foi 296,10 mm (PECJ), isto é, 30,1% da precipitação anual ocorreram nessa fase durante o experimento.

4.2 DESCRIÇÃO DA REDISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS

Durante o experimento registrou-se 984,1 mm de precipitação total no aberto, dos quais 123,4 mm (12,5%) foram interceptados pela FOM Alto-Montana, e 860,7 mm (87,5%) alcançaram o solo através da precipitação interna.

A (TABELA 5) apresenta os valores diários referente a redistribuição das chuvas. A amplitude observada para a precipitação total, foi de 53,8 mm, a máxima foi 54,3 mm e a mínima 0,5 mm, com a média de 8,8 mm. A amplitude para a precipitação interna, foi de 59,3 mm, a máxima foi 59,3 mm e a mínima 0,0 mm, com a média de 7,7 mm. Para a interceptação, a amplitude foi de 12,7 mm, com máxima de 6,6 mm e mínima de -6,1 mm.

TABELA 5 – DATA DE AMOSTRAGEM COM VALORES DE PRECIPITAÇÃO TOTAL (P) EM MILÍMETROS (mm), PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi) E INTERCEPTAÇÃO (I) EM MILÍMETROS (mm) E PORCENTAGEM (%).

Data	P (mm)	Pi (mm)	Pi (%)	I (mm)	I (%)
01/01/2014	10,0	7,9	79	2,1	21
02/01/2014	3,0	1,1	37	1,9	63
04/01/2014	7,0	2,5	36	4,5	64
11/01/2014	27,7	26,0	94	1,7	6
12/01/2014	2,1	1,5	71	0,6	29
16/01/2014	3,0	1,5	50	1,5	50
17/01/2014	1,0	0,4	40	0,6	60
18/01/2014	3,0	2,8	93	0,2	7
20/01/2014	2,5	1,6	64	0,9	36
21/01/2014	1,2	1,1	92	0,1	8
24/01/2014	7,0	3,3	47	3,7	53
03/02/2014	4,2	2,5	60	1,7	40
04/02/2014	1,0	0,5	50	0,5	50
05/02/2014	2,5	1,0	40	1,5	60
08/02/2014	1,0	0,7	70	0,3	30
14/02/2014	7,0	2,8	40	4,2	60
15/02/2014	9,3	6,5	70	2,8	30
16/02/2014	14,3	12,4	87	1,9	13
17/02/2014	16,0	12,7	79	3,3	21
18/02/2014	23,8	27,3	115	-3,6	*
26/02/2014	1,0	0,1	10	0,9	90
01/03/2014	9,4	5,8	62	3,6	38
03/03/2014	8,0	3,3	41	4,7	59
06/03/2014	1,7	0,7	41	1,0	59
07/03/2014	19,2	14,9	78	4,3	22
09/03/2014	9,7	6,0	62	3,7	38
15/03/2014	1,2	1,2	100	0,0	**
21/03/2014	6,2	4,2	68	2,0	32
22/03/2014	5,1	4,3	84	0,8	16
23/03/2014	4,0	1,6	40	2,4	60
27/03/2014	1,6	1,1	69	0,5	31
01/04/2014	1,1	0,3	27	0,8	73

TABELA 5 – DATA DE AMOSTRAGEM COM VALORES DE PRECIPITAÇÃO TOTAL (P) EM MILÍMETROS (mm), PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi) E INTERCEPTAÇÃO (I) EM MILÍMETROS (mm) E PORCENTAGEM (%).

Data	P (mm)	Pi (mm)	Pi (%)	I (mm)	I (%)
02/04/2014	8,0	6,4	80	1,6	20
03/04/2014	2,1	1,6	76	0,5	24
04/04/2014	28,2	24,9	88	3,3	12
05/04/2014	4,8	3,1	65	1,7	35
13/04/2014	25,7	25,9	101	-0,2	*
14/04/2014	19,8	17,2	87	2,6	13
15/04/2014	2,1	0,9	43	1,2	57
16/04/2014	8,2	5,4	66	2,8	34
17/04/2014	7,7	6,4	83	1,3	17
18/04/2014	1,1	0,3	27	0,8	73
25/04/2014	1,2	0,6	50	0,6	50
19/05/2014	0,8	0,2	25	0,6	75
23/05/2014	14,7	10,5	71	4,2	29
25/05/2014	2,0	0,8	40	1,2	60
26/05/2014	4,0	2,5	63	1,5	38
27/05/2014	1,0	0,5	50	0,5	50
02/06/2014	30,0	28,4	95	1,6	5
11/06/2014	2,0	1,2	60	0,8	40
13/06/2014	1,2	1,2	100	0,0	**
16/06/2014	0,5	0,1	20	0,4	80
09/07/2014	1,0	0,4	40	0,6	60
10/07/2014	15,0	11,0	73	4,0	27
11/07/2014	22,0	19,9	90	2,1	10
12/07/2014	1,0	0,7	70	0,3	30
25/07/2014	30,0	28,6	95	1,4	5
26/07/2014	4,3	5,1	119	-0,8	*
28/07/2014	2,0	2,2	110	-0,2	*
06/08/2014	1,0	1,4	140	-0,4	*
14/08/2014	2,0	2,3	115	-0,3	*
15/08/2014	3,3	1,5	45	1,8	55
17/08/2014	3,3	4,3	130	-1,0	*
18/08/2014	0,0	0,7	100	-0,7	***
01/09/2014	4,0	2,8	70	1,2	30
03/09/2014	16,0	14,9	93	1,1	7
04/09/2014	0,0	0,5	100	-0,5	***
16/09/2014	0,5	0,0	0	0,5	100
20/09/2014	3,0	1,2	40	1,8	60
21/09/2014	8,7	7,6	87	1,1	13
22/09/2014	2,0	1,9	95	0,1	5
26/09/2014	1,5	0,9	60	0,6	40
27/09/2014	9,3	7,0	75	2,3	25
01/10/2014	11,0	9,3	85	1,7	15
02/10/2014	0,0	6,1	100	-6,1	***
18/10/2014	2,3	0,4	17	1,9	83
19/10/2014	0,7	0,0	0	0,7	100
20/10/2014	6,3	4,8	76	1,5	24
21/10/2014	1,5	1,0	67	0,5	33
25/10/2014	0,5	0,2	40	0,3	60
27/10/2014	21,3	19,9	93	1,4	7
02/11/2014	2,3	1,4	61	0,9	39
06/11/2014	2,3	1,3	57	1,0	43
07/11/2014	49,0	42,4	87	6,6	13
08/11/2014	31,0	29,7	96	1,3	4
14/11/2014	1,5	0,7	47	0,8	53

TABELA 5 – DATA DE AMOSTRAGEM COM VALORES DE PRECIPITAÇÃO TOTAL (P) EM MILÍMETROS (mm), PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi) E INTERCEPTAÇÃO (I) EM MILÍMETROS (mm) E PORCENTAGEM (%).

Data	P (mm)	Pi (mm)	Pi (%)	I (mm)	I (%)
15/11/2014	5,3	2,5	47	2,8	53
21/11/2014	2,0	0,6	30	1,4	70
22/11/2014	2,0	1,0	50	1,0	50
23/11/2014	1,0	0,3	30	0,7	70
24/11/2014	11,0	8,1	74	2,9	26
25/11/2014	17,0	13,7	81	3,3	19
26/11/2014	18,0	16,3	91	1,7	9
27/11/2014	54,3	59,3	109	-5,0	*
28/11/2014	12,0	10,2	85	1,8	15
02/12/2014	3,0	3,1	103	-0,1	*
03/12/2014	1,5	1,1	73	0,4	27
05/12/2014	39,0	37,3	96	1,7	4
10/12/2014	1,7	1,2	71	0,5	29
11/12/2014	27,0	31,9	118	-4,9	*
12/12/2014	12,0	13,3	111	-1,3	*
13/12/2014	8,0	6,3	79	1,7	21
14/12/2014	14,0	13,7	98	0,3	2
15/12/2014	9,0	8,0	89	1,0	11
19/12/2014	30,0	28,2	94	1,8	6
20/12/2014	21,7	22,3	103	-0,6	*
21/12/2014	0,5	0,4	80	0,1	20
22/12/2014	6,3	5,8	92	0,5	8
23/12/2014	10,0	9,2	92	0,8	8
24/12/2014	8,0	7,3	91	0,7	9
25/12/2014	23,3	25,7	110	-2,4	*
30/12/2014	7,0	4,1	59	2,9	41
TOTAL	984,1	860,7		123,4	

FONTE: O autor (2015).

* Eventos com precipitação incidente, mas a estimativa da interceptação resultou em valores negativos.

** Eventos com precipitação incidente, mas a estimativa da interceptação resultou em valores nulos.

**Eventos sem precipitação incidente, mas com precipitação interna.

Os valores mensais de precipitação total, precipitação interna e interceptação são descritos na (TABELA 6).

TABELA 6 – VALORES MENSIS DOS COMPONENTES PRECIPITAÇÃO TOTAL EM MILÍMETROS (mm), PRECIPITAÇÃO INTERNA E INTERCEPTAÇÃO EM MILÍMETROS (mm) E PORCENTAGEM (%).

Mês/ano	P (mm)	Pi (mm)	Pi (%)	I (mm)	I (%)
Jan./2014	67,5	49,7	73,6	17,8	26,4
Fev./2014	80,1	66,5	83,0	13,6	17,0
Mar./2014	66,1	43,1	65,2	23,0	34,8
Abr./2014	110,0	93,0	84,5	17,0	15,5
Mai/2014	22,5	14,5	64,4	8,0	35,6
Jun./2014	33,7	30,9	91,7	2,8	8,3
Jul./2014	75,3	67,9	90,2	7,4	9,8
Ago./2014	9,6	10,2	106,3	-0,6	*
Set./2014	45,0	36,8	81,8	8,2	18,2
Out./2014	43,6	41,7	95,6	1,9	4,4
Nov./2014	208,7	187,5	89,8	21,2	10,2
Dez./2014	222,0	218,9	98,6	3,1	1,4
Total	984,1	860,7	87,5	123,4	12,5

FONTE: O autor (2015).

*Interceptação mensal negativa.

Janeiro de 2014 que seria o mês mais chuvoso, com média acima de 230 mm (ROBIM e PFEIFER, 1989) contribuiu com apenas 29,3% das precipitações esperadas para o mês, representando 6,9% do total amostrado.

4.3 ANÁLISE DA INTERCEPTAÇÃO

Resultados interessantes são apresentados na (TABELA 5), estimou-se 16 eventos com valores negativos de interceptação e três deles não houve precipitação incidente na área aberta. Além desses resultados, observa-se também dois eventos com dados de interceptação nula. Isso não quer dizer que o processo de interceptação foi ausente, apenas entende-se que as chuvas dentro da floresta ultrapassaram as que ocorreram acima do dossel. Essa situação parece impossível, porém alguns fatores podem ter influenciado esses resultados, como erro amostral, alta variabilidade inerente ao processo ou mais provável, o processo de precipitação oculta ter contribuído para o maior aporte de água na florestal. Porque, utilizou-se 30 pluviômetros abaixo do dossel, para garantir uma boa representação, e a pesquisa foi desenvolvida em ambiente alto-montano, isto é, o nevoeiro é persistente nesses ecossistemas.

Para melhor comparação, realizou-se observações *in situ*. Com relação aos eventos em que a precipitação interna foi presente, porém a precipitação no aberto foi ausente, no dia 02 de outubro ocorreu precipitação nas áreas próximas a parcela amostral, mas não na área aberta, resultando em -6,1 mm de interceptação. Entretanto, durante os outros dois eventos (18/08 e 04/09), os valores de interceptação negativa não ultrapassaram 1 mm, e foi possível observar a contribuição da precipitação oculta. O nevoeiro foi persistente, não houve chuva nas áreas abertas e nem acima das copas. Fato relevante que pode auxiliar na explicação dos resultados, tanto os resultados de interceptação nula quanto os de interceptação negativa.

A fração das chuvas que foi interceptada pela FOM durante o ano experimental foi calculada em 123,4 mm, isso quer dizer que, em média, 12,5% da precipitação incidente não chegou ao solo, sendo evaporada. A porcentagem estimada está

próxima dos menores valores descritos para o bioma Mata Atlântica, como nos trabalhos realizados em Floresta Estacional Semidecidual (12,4%), áreas de regeneração avançada de Floresta Ombrófila Densa Submontana (13,0%) e Floresta Atlântica (12,7%) (CASTRO *et al.*, 1983; MOURA *et al.*, 2009 e SCHEER, 2009).

Ao comparar o resultado com outras espécies de gimnospermas o valor é intermediário, Lima (1976) descreve a interceptação na ordem de 6,6% em plantio de *Pinus caribaea*, já Gênova *et al.* (2007) e Calux e Thomaz (2012), estimaram 26% em cultura de *Pinus elliottii* e *P. elliottii* var. *elliottii*, respectivamente.

Em relação a fitofisionomia FOM, a estimativa é próxima ao valor descrito por Calux e Thomaz (2012) 14,5%, e as precipitações durante os estudos foram de 995 mm em Irati (PR) e 984,1 mm em Campos do Jordão. No entanto, Thomaz (2005) verificou que em área secundária, os “pinheirais” interceptaram 23% da precipitação anual. Backes (2007) estimou a interceptação em 11,8%, mas a média anual pluviométrica foi elevada, mais de 2.000 mm. A interceptação em plantio de araucária alcançou a ordem de 12,6% (SOUSA *et al.*, 2011), semelhante a este trabalho. Essa discussão, infere que o processo de interceptação é influenciado pela intensidade pluviométrica, composição, estrutura e estado de conservação das florestas.

Organizou-se os eventos por classes de precipitação total, onde somou-se os eventos relacionados a classe respectiva, obteve-se a média de milímetros dos componentes P e Pi, e a partir dessas médias estimou-se a interceptação (TABELA 7). Percebe-se que o volume interceptado pelas florestas tende a ser inversamente proporcional ao volume das precipitações, esse resultado corrobora os trabalhos de Castro *et al.* (1983), Coelho Netto, Sanche e Peixoto, (1986), Thomaz (2005), Cicco (2009), Moura *et al.* (2009) e Sousa *et al.* (2011).

TABELA 7 – CLASSES DE PRECIPITAÇÕES EM MILÍMETROS (mm), FREQUÊNCIA DOS EVENTOS, PRECIPITAÇÃO (P) EM MILÍMETROS (mm), PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI) E INTERCEPTAÇÃO EM MILÍMETROS (mm) E (%).

Classes (mm)	Frequência Total	P		Pi		I	
		Média (mm)		Média (mm)	(%)	Média (mm)	(%)
<5	59	1,9		1,3	68,4	0,6	31,6
5,1-10	23	7,8		5,5	70,5	2,3	29,5
10,1-20	14	15,0		12,7	84,7	2,3	15,3
20,1-30	12	25,9		25,8	99,6	0,1	0,4
30,1-40	2	35,0		33,5	95,7	1,5	4,3
40,1-50	1	49,0		42,4	86,5	6,6	13,5
50,1-60	1	54,3		59,3	109,2	-5,0*	*

FONTE: O autor (2015).

* Estimada interceptação negativa

A regressão linear simples estabelecida entre a interceptação e a precipitação no aberto apresentou baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,0055$), (FIGURA 18).

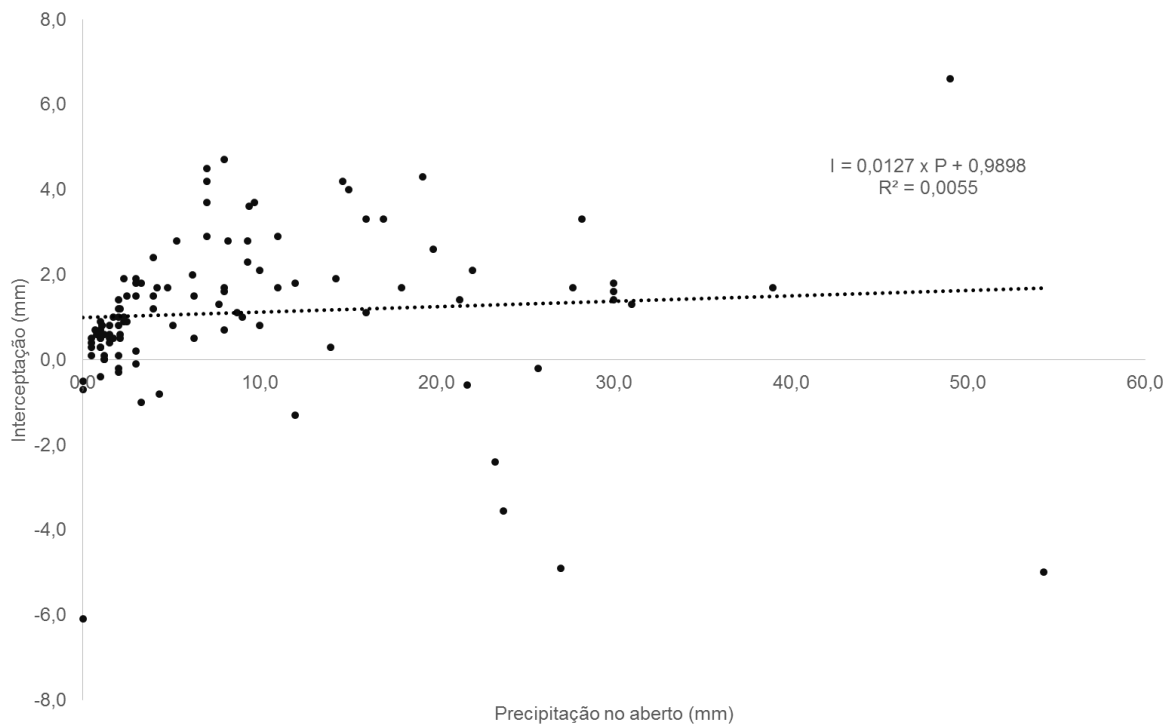


FIGURA 18 – RELAÇÃO LINEAR SIMPLES ENTRE A INTERCEPTAÇÃO (I) E PRECIPITAÇÃO EM ÁREA ABERTA (P), AMBOS EM MILIMETROS (mm).
FONTE: O autor (2015).

4.4 ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO INTERNA

A precipitação interna anual correspondeu a 860,7 mm, isso representa 87,5% da precipitação incidente na área de estudo. Esse resultado é semelhante aos estudos desenvolvidos em FOM. No município de Guarapuava, Thomaz (2005) verificou que 77% da precipitação incidente chegou ao solo por esse componente hidrológico, Calux e Thomaz (2012), em Irati quantificaram 85,5% e em São Francisco de Paula, Backes (2007) encontrou 88,23% do processo em questão.

A precipitação interna ocorreu na maioria dos eventos de chuva, exceto nos dias 16/09 e 19/10/2014, quando a precipitação total foi inferior a 1 mm. Entretanto,

observou-se mais quatro eventos menores que 1 mm, mas houve chuva no interior da floresta de araucária, provavelmente a intensidade das chuvas pode ser o fator que interferiu nos resultados apresentados.

Nos eventos com interceptação negativa, a precipitação interna alcançou valores de até 140% da precipitação incidente na área amostral (TABELA 8). Questionamentos sobre alguns fatores podem ser especulados como erro amostral, intensidade e velocidade do vento e das chuvas, e contribuição do processo de precipitação oculta, justamente por se tratar de ambiente alto-montano como já discutido no item interceptação.

TABELA 8 – PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi) COM PORCENTAGENS IGUAIS OU SUPERIORES A PRECIPITAÇÃO TOTAL (P).

Data	P (mm)	Pi (mm)	Pi (%)
02/10/2014	0,0	6,1	-
18/08/2014	0,0	0,7	-
04/09/2014	0,0	0,5	-
15/03/2014	1,2	1,2	100%
13/06/2014	1,2	1,2	100%
13/04/2014	25,7	25,9	101%
20/12/2014	21,7	22,3	103%
02/12/2014	3,0	3,1	103%
27/11/2014	54,3	59,3	109%
28/07/2014	2,0	2,2	110%
25/12/2014	23,5	25,7	110%
12/12/2014	12,0	13,3	111%
18/02/2014	23,8	27,3	115%
14/08/2014	2,0	2,3	115%
11/12/2014	27	31,9	118%
26/07/2014	4,3	5,1	119%
17/08/2014	3,3	4,3	130%
06/08/2014	1,0	1,4	140%

FONTE: O autor (2015).

Ao comparar a sazonalidade inerente a precipitação interna, observa-se que a maior parte desse componente ocorreu durante o período chuvoso, como já esperado, foram 70,6% em relação a precipitação interna anual, o restante (29,4%) deu-se na estação seca. Entretanto, a diferença da porcentagem da chuva interna em relação a precipitação total sazonal, foi de 2,8 pontos percentuais, logo, a variação não foi significativa entre os períodos chuvoso e seco, representados por 88,3% e 85,5%, respectivamente. Diferente dos resultados obtidos por Sousa *et al.* (2011), que encontraram oito pontos percentuais de diferença entre as estações, sendo a úmida a que contribuiu com taxas maiores do processo.

Durante época mais úmida a variação das chuvas no interior da FOM foi de 10 a 118% e na estação seca as porcentagens de precipitação interna foram de 20 a 140%, tal variabilidade é comum em florestas tropicais, isto pode ocorrer devido ao efeito de afunilamento ou índice de abertura de copa ou tamanho das clareiras (GIGLIO e KOBIYAMA, 2013).

4.5 ANÁLISES ENTRE PRECIPITAÇÃO TOTAL E PRECIPITAÇÃO INTERNA

A comparação mensal entre a precipitação total e a precipitação interna, pode ser visualizada na (FIGURA 19).

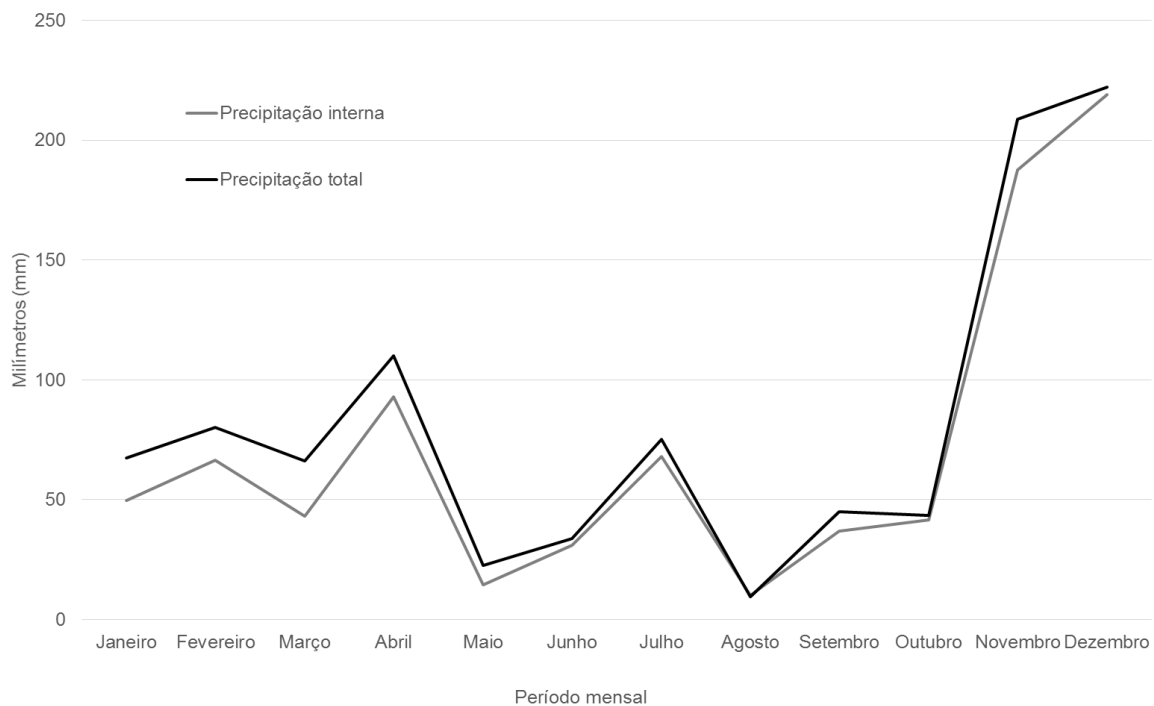


FIGURA 19 – COMPARAÇÃO ENTRE A PRECIPITAÇÃO (mm) E PRECIPITAÇÃO INTERNA (mm), REFERENTE AO ACUMULO MENSAL.

FONTE: O autor (2015).

Aparentemente a maior diferença entre precipitação total e interna ocorreu em março, um acúmulo de 23 mm ou 34,8% da precipitação mensal, entretanto a maior porcentagem é vislumbrada em maio (35,6) mas as precipitações em área aberta (22,5 mm) e interna (14,5 mm) foram relativamente pequenas.

No mês de agosto choveu 6,3% a mais dentro da FOM Alto-Montana que na área aberta, a temperatura média do mês correspondeu a 12°C e foram 220 horas de insolação (SÃO PAULO. INMET, 2014), apesar das médias, a maior quantidade de dias com temperaturas negativas, aconteceu neste período, observou-se 10 dias com ocorrência de geadas no local de estudo, do total de 20 eventos (dois em maio, cinco em setembro, três em outubro). Assim, infere-se que as baixas temperaturas associada a precipitação oculta podem contribuir com acréscimo hídrico no sistema.

A precipitação interna (Pi) e a precipitação total no aberto (P) se relacionam por meio de uma regressão linear simples (FIGURA 20), com elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,970$).

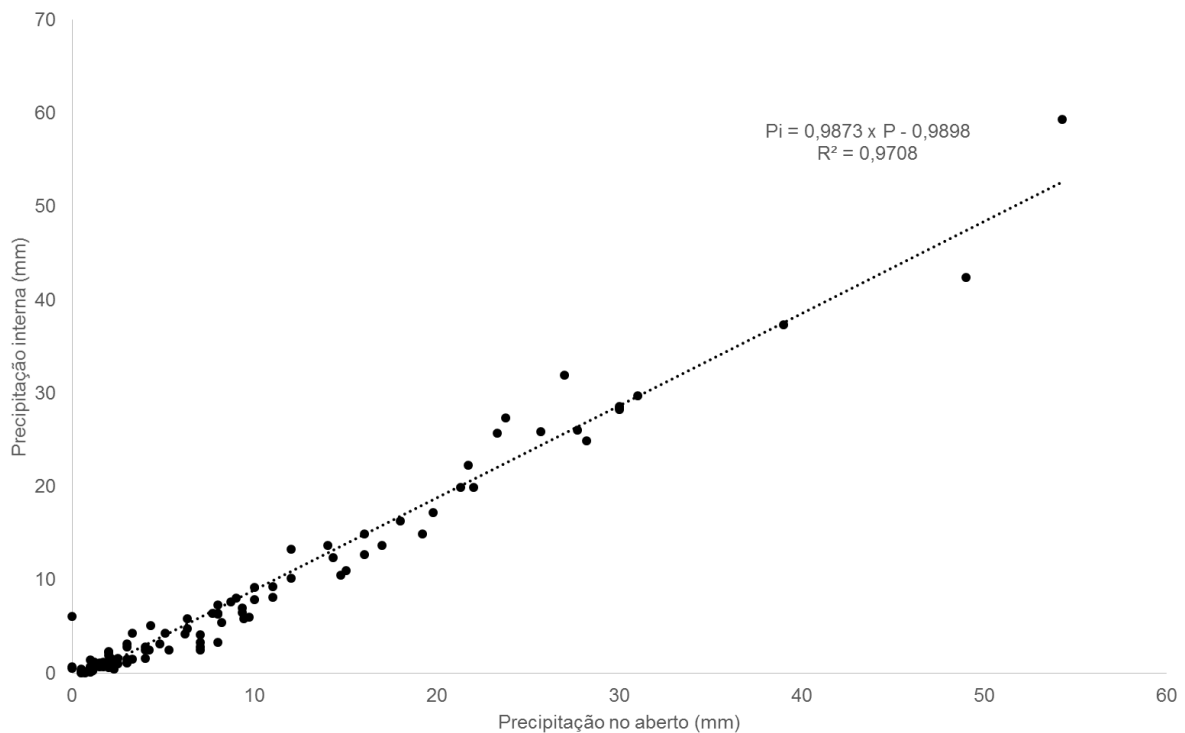


FIGURA 20 – RELAÇÃO LINEAR SIMPLES ENTRE A PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi) E PRECIPITAÇÃO EM ÁREA ABERTA (P), AMBOS EM MILÍMETROS (mm).
 FONTE: O autor (2015).

Ao comparar a sazonalidade entre os componentes precipitação no aberto e precipitação interna verifica-se também alta relação (FIGURA 21), tanto no período chuvoso ($R^2 = 96,7\%$) como no período seco ($R^2 = 98,4\%$). O mesmo foi observado em plantio de araucária (SOUSA *et al.*, 2011) e em Floresta Ombrófila Densa (COELHO NETTO, SANCHE e PEIXOTO, 1986; ARCOVA, CICCO e ROCHA, 2003; e MOURA *et al.*, 2009).

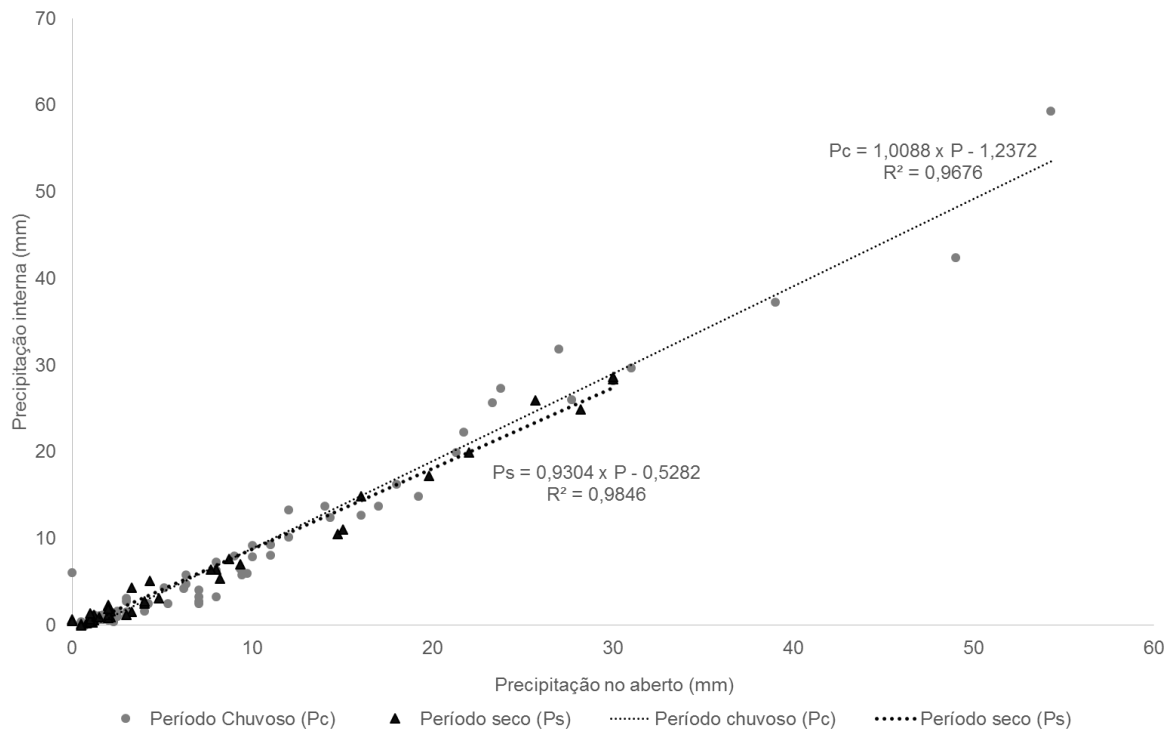


FIGURA 21 – RELAÇÃO LINEAR SIMPLES ENTRE A PRECIPITAÇÃO NO ABERTO (P) E PRECIPITAÇÃO INTERNA (Pi), COMPARANDO OS PERÍODOS CHUVOSO (Pc) E SECO (Ps).

FONTE: O autor (2015).

4.6 ANÁLISE DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

Os resultados referentes a evapotranspiração potencial são descritos na (TABELA 9). As estimativas para os anos foram próximas, 705,6 mm para o ano de 2013 e 705,1 mm para 2014. Apesar da proximidade dos milímetros que podem ter sido evapotranspirados entre os anos, suas porcentagens em relação a precipitação anual correspondem a 37,8% em 2013 e 82,1% em 2014. Almeida e Soares 2003, também verificaram que em anos mais secos as taxas de evapotranspiração são maiores.

Os resultados apresentados neste estudo, divergem dos apresentados pelo INMET (2015) que descreve uma evapotranspiração potencial para o município de Campos do Jordão de 912, 0 mm para os anos em questão.

TABELA 9 – DADOS REFERENTES AOS ANOS DE 2013 E 2014, COM TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (Ti) EM C°, PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (Pp) NO MÊS EM MILÍMETROS (mm), INSOLAÇÃO (HORAS POR MÊS) ÍNDICE DE CALOR MENSAL (ICM), EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (ETp) CALCULADA E EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL CORRIGIDA (ETp_{corrigida}) COM O FATOR DE CORREÇÃO DO FOTOPERÍODO.

Meses	Ti (°C)*		Pp (mm)**		Insolação (h/mês)**		ICM***		Etp***		Etp _{corrigida} ***	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Janeiro	17,4	18,5	419,0	82,0	140	300	6,6	7,2	67,7	74,4	77,5	85,2
Fevereiro	18,7	18,8	294,2	116,0	180	260	7,4	7,4	75,4	76,2	75,1	75,9
Março	19,3	17,9	191,6	111,1	140	220	7,7	6,9	79,1	70,8	83,8	75,0
Abril	14,8	16,2	81,4	79,6	180	220	5,2	5,9	53,1	61,0	51,3	59,0
Mai	12,6	12,6	93,3	38,4	180	220	4,1	4,1	41,7	41,9	39,9	40,1
Junho	13,3	11,6	32,9	32,2	100	180	4,4	3,6	45,3	37,0	40,7	33,3
Julho	11,6	11,4	88,1	46,7	220	180	3,6	3,5	36,9	36,1	34,6	33,9
Agosto	12,9	12,0	8,2	22,3	260	220	4,2	3,8	43,2	39,0	42,4	38,2
Setembro	14,2	15,1	56,1	69,5	220	220	4,9	5,3	49,9	54,9	49,9	54,9
Outubro	15,2	13,9	168,8	56,8	180	260	5,4	4,7	55,3	48,5	60,0	52,7
Novembro	17,2	18,0	186,7	73,8	180	180	6,5	7,0	66,5	71,4	70,8	76,0
Dezembro	17,5	17,7	244,2	130,1	180	220	6,7	6,8	68,3	69,6	79,4	81,0
Média	15,4	15,3			180,0	220						
Total			1864,5	858,5			66,5	66,1	682,5	680,9	705,6	705,1

* Dados disponibilizados através do CIIAGRO

**Dados disponibilizados através do INMET

*** Valor calculado

FONTE: O autor (2015).

A maior taxa que possivelmente evapotranspirou foi no mês de janeiro de 2014 (85,2 mm) e nesse período a precipitação mensal foi de 82,0 mm, então há grande possibilidade de ter ocorrido um déficit hídrico nessa época. Ainda neste mês, na estação meteorológica do CIIAGRO (SÃO PAULO. CIIAGRO, 2014), a ETp calculada chegou a 69 mm e a precipitação quantificada foi 38,3 mm, logo, pode ser que a evapotranspiração superou 80% a precipitação incidente na área.

Corroborando com Camargo e Camargo (2000) a evapotranspiração potencial foi mais elevada no verão, isso ocorre porque a evapotranspiração requer suprimento de energia, sendo a radiação solar a fonte disponível. Assim, observa-se que a evapotranspiração acompanhou o índice de calor mensal, e existe alta relação entre os processos, dado pelo alto coeficiente de determinação (R^2 95,9%), ainda maior é a relação entre a ETp com a temperatura média mensal (R^2 96%).

Na (FIGURA 22) é possível visualizar a relação entre a precipitação com as curvas do índice de calor mensal, temperatura média mensal e da evapotranspiração potencial corrigida, como a metodologia de Thornthwaite utiliza principalmente dados de temperatura e insolação, a evapotranspiração potencial não tende a acompanhar a precipitação incidente.

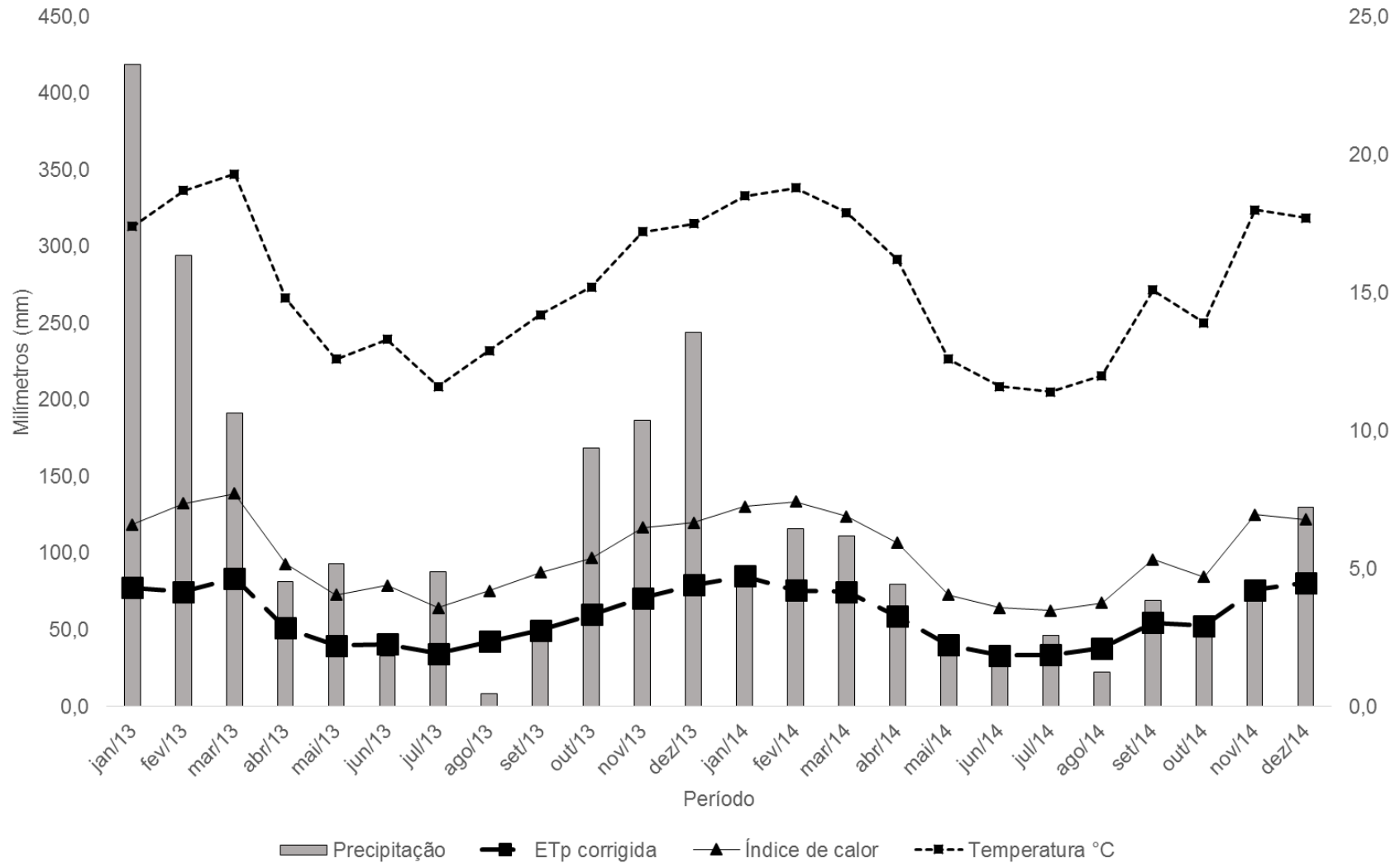


FIGURA 22 – RELAÇÃO ENTRE A PRECIPITAÇÃO (mm) ACUMULADA, COM AS CURVAS DE ÍNDICE DE CALOR MENSAL, TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C) E EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL CORRIGIDA (ET_p CORRIGIDA) DURANTE OS ANOS DE 2013 E 2014.

FONTE: O autor (2015).

Durante os dois anos o mês de agosto apresentou taxas de evapotranspiração superiores a precipitação mensal, houve uma diferença de 34,2 mm para o ano de 2013 e 15,9 mm em 2014.

Analisando a sazonalidade da evapotranspiração (FIGURA 23) observa-se que esse processo pode ser explicado pelo índice de calor mensal, porém houve diferença entre as estações, apresentando melhor estimativa no período seco (R^2 97,7%) que o úmido (R^2 81,0%).

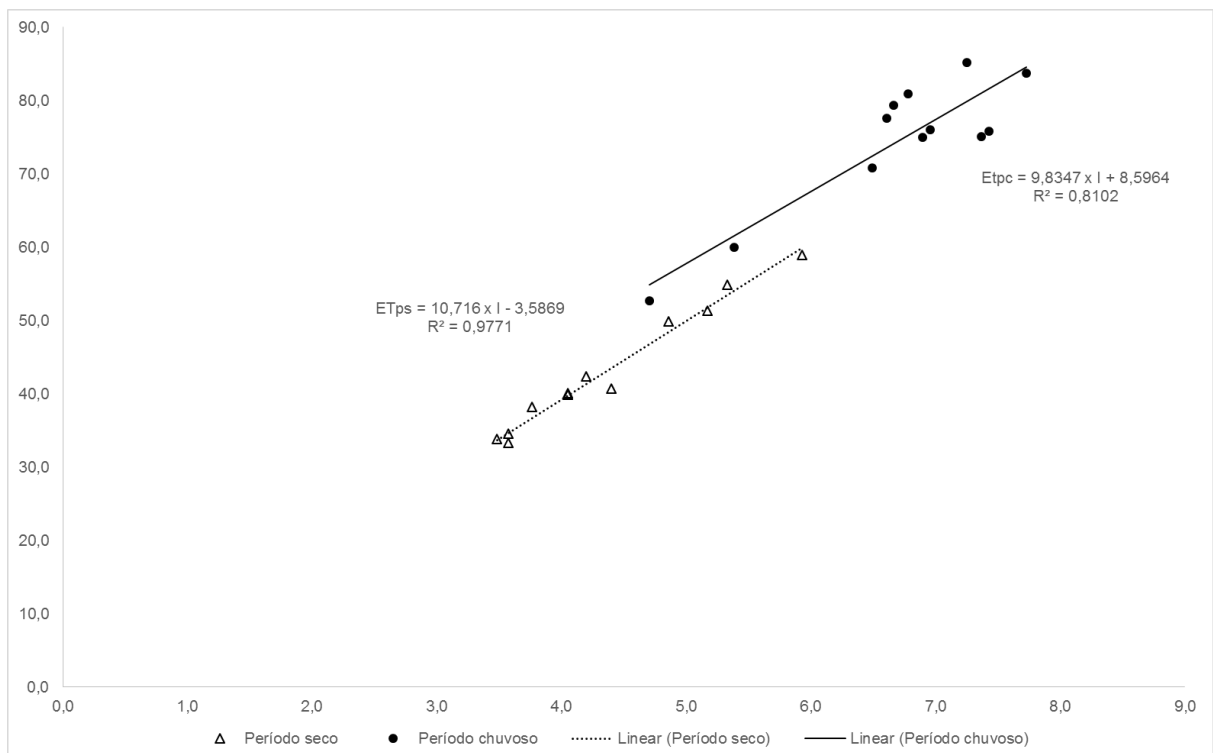


FIGURA 23 – RELAÇÃO LINEAR SIMPLES ENTRE O ÍNDICE DE CALOR MENSAL E EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL CORRIGIDA POR ESTAÇÃO SECA (ETps) E CHUVOSA (ETpc) DURANTE OS ANOS DE 2013 E 2014.

FONTE: O autor (2015).

5. CONCLUSÕES

O total precipitado durante o ano de 2014 no Parque Estadual de Campos do Jordão somou 984,1 mm, distribuídos em 112 dias, isto é, choveu apenas 58,2% da média registrada entre 1961 a 2013, que corresponde a 1.690 mm. Após o ano de 1983 houve um decréscimo no regime pluviométrico de Campos do Jordão e 2014 foi o ano mais seco desde 1961. Essa anomalia deve-se a variabilidade interanual do clima, associada aos fenômenos El Niño e La Niña, ou a variação da temperatura na superfície do Oceano Atlântico Tropical e Sul.

As precipitações durante o ano de 2014 foram 45 mm maiores na base do INMET (zona urbana) que no PECJ. O período quantificado na unidade de conservação foi atípico, apresentando nove meses com precipitações mensais abaixo de 85 mm, e dezembro foi o mês mais chuvoso, divergindo da literatura que cita janeiro como o mês mais úmido.

Durante o experimento registrou-se 984,1 mm de precipitação total no aberto, dos quais 123,4 mm (12,5%) foram interceptados pela FOM Alto-Montana, e 860,7 mm (87,5%) alcançaram o solo através da precipitação interna. O volume interceptado pela Floresta de Araucária tende a ser inversamente proporcional ao volume das precipitações. Registrou-se 16 eventos de interceptação negativa, havendo indícios da contribuição do processo de precipitação oculta neste ambiente nebuloso.

A precipitação interna ocorreu na maioria dos eventos de chuva, exceto em dois dias, nos quais as precipitações em área aberta não chegaram a 1mm. A precipitação interna e a precipitação total no aberto se relacionam por meio de uma regressão linear simples com elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 97\%$). A alta relação entre esses processos hidrológicos também foi vislumbrada no quesito sazonalidade, os valores de R^2 foram melhores no período seco (98,4%) quando comparados a estação chuvosa ($R^2 = 96,7\%$).

A amplitude observada para a precipitação total, foi de 53,8 mm, a máxima foi 54,3 mm e a mínima 0,5 mm, com a média de 8,8 mm. A amplitude para a precipitação interna, foi de 59,3 mm, a máxima foi 59,3 mm e a mínima 0,0 mm, com a média de 7,7 mm. Para a interceptação, a amplitude foi de 12,7 mm, com máxima de 6,6 mm e mínima de -6,1 mm.

A ETp em milímetros correspondeu a valores semelhantes durante os dois anos analisados, porém, a entrada de água no sistema foi menor em 2014, porque houve diferença significativa no regime pluviométrico. Pode ter sido evapotranspirados até 37,8% da precipitação incidente no ano de 2013, já para 2014, esses valores podem ter alcançado até 82,1% da precipitação anual.

A evapotranspiração potencial não se relacionou com a precipitação incidente, mas sim com o índice de calor mensal, dado pelo alto valor do coeficiente de determinação (R^2 95,9%). As estimativas da evapotranspiração foram maiores durante o verão, nos dois anos avaliados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As precipitações descritas para o PECJ podem variar de 1.200 a 2.200 mm, porém no ano de 2014 choveu menos de 1.000 mm. Esse resultado pode ser referente a um ano atípico ou até mesmo o início de um período mais seco. Fato relevante, já que as florestas de araucária ocorrem preferencialmente em localidades com precipitações anuais acima de 1.400 mm.

Atividades antrópicas locais também ameaçam a conservação da floresta com araucária, devido a especulação imobiliária, cultivo de espécies exóticas e ocupação irregular de áreas de preservação permanente. São descritas diversas fitofisionomias no município de Campos do Jordão, como as formações alto-montanas, os campos naturais, as florestas ombrófilas e mistas, além dos ambientes aluvias, tais ecossistemas são extremamente necessários para a manutenção e recarga das bacias. Os topos de morros dominados por campos naturais, na maioria das vezes são suprimidos para o desenvolvimento das atividades já citadas.

Como a partir de 1983 iniciou-se um período mais seco em Campos do Jordão e as atividades antrópicas locais interferem no estado de conservação das florestas, a FOM Alto-Montana pode desaparecer na região. Essa probabilidade não pode ser descartada, pois como essa formação dominou o sul do Brasil e hoje restam poucos fragmentos onde os indivíduos do “pinheiro-do-Paraná” são raros, isso pode vir a ocorrer em outras localidades. Assim, sugere-se que a recuperação das áreas degradadas da Serra da Mantiqueira seja feita com espécies dessa fisionomia vegetal, já que as “perdas” por interceptação apresentam as menores taxas. Em área secundária até 23% da precipitação incidente podem retornar a atmosfera por interceptação, já em locais preservados essa relação pode ser de 12,5%, assim, esse ecossistema pode aumentar o potencial hídrico de uma bacia hidrográfica.

Algumas espécies vegetais presentes na formação FOM Alto-Montana, são capazes de absorver a água do nevoeiro diretamente pelo limbo foliar, quando o solo está com baixa disponibilidade de água, tal processo favorece a hidratação, o desenvolvimento e crescimento dessas plantas. Refletindo a respeito, como o nevoeiro contribui para a manutenção fisiológica vegetal, as precipitações de menor magnitude podem auxiliar também nesse processo, logo, a fração que retorna para a atmosfera como vapor pode ser ainda menor. Então, a água interceptada pelas copas

é significativa para o desenvolvimento vegetal, assim, a interceptação pode estar superestimada em todos os trabalhos já realizados, justamente pelo equívoco que as plantas só absorvem água pela raiz.

Para complementar os estudos hidrológicos em ambiente nebuloso, sugere-se intensificar os estudos quali-quantitativos sobre o fenômeno da precipitação oculta. Como esses trabalhos no Brasil estão em fase inicial, muitos pesquisadores e professores desconhecem sua importância ambiental, o que pode refletir diretamente na educação e na conservação dos ecossistemas de altitude.

Finalmente, recomenda-se às autoridades maior atenção e fiscalização em relação a ocupação das áreas de preservação permanente, porque a ciclagem da água depende da conservação desses sistemas, isto é, preservar o ambiente natural é necessário para suprir a demanda deste recurso essencial à manutenção da vida.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.C. e SOARES, J.V. Comparação entre uso de água em plantações de *Eucalyptus grandis* e Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) na costa leste do Brasil. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 159-170, 2003.
- ALMEIDA, C.O.S.; AMORIM, R.S.S.; COUTO, E.G.; ELTZ, F.L.F. e BORGES, L.E.C. Potencial erosivo da chuva de Cuiabá, MT: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 178-184, 2011.
- ALMEIDA, F.M. e CARNEIRO, C.D.R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Rev. Bras. de Geociências**, v. 28, p. 135-150, 1998.
- ALVES, R.F.; DIAS, H.C.T.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.C. e GARCIA, F.N.M. Avaliação da precipitação efetiva de um fragmento de Mata Atlântica em diferentes estágios de regeneração no município de Viçosa, MG. **Revista Ambiente & Água**, v. 2, n. 1, p. 83-93, 2007.
- AMORIM, M.C.; ROSSATO, L. e TOMASELLA, J. Determinação da evapotranspiração potencial do Brasil aplicando o modelo de Thornthwaite a um sistema de informação geográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 4, n. 3, p. 83-90, 1999.
- ANDRADE, T.O. **Inventário e análise da arborização viária da Estância Turística de Campos do Jordão, SP**. Piracicaba, Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ANIDO, N.M.R. **Caracterização hidrológica de uma microbacia experimental visando identificar indicadores de monitoramento ambiental**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ARCOVA, F.C.S. **Avaliação do potencial hidrológico dos nevoeiros e da precipitação oculta em ambiente de Floresta Ombrófila Densa Montana na Serra do Mar, Cunha, SP**. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2013.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. e ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

ARGÜELLO, F.V.P; BATISTA, G.T. e PONZONI, F.J. Mapeamento das áreas de APPs de Nascentes cultivadas com eucalipto na bacia hidrográfica do Paraíba do Sul (trecho paulista). In: II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade. **Anais**, Taubaté, p.763-770, 2009.

ÁVILA, L.F.; MELLO, C.R. e SILVA, A. M. Continuidade e distribuição espacial da umidade do solo em bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1257-1266, 2010

BACKES, A. Precipitação pluviométrica e concentração de nutrientes minerais na água de chuva na região da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas Botânica**, v. 58, p. 331-345, 2007.

BACKES, A. Floresta com Araucária: importância e usos múltiplos. In: FONSECA, C.R.; SOUZA, A.F.; LEAL-ZANCHET, A.M.; DUTRA, T.; BACKES, A. e GANADO, G. **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**, Ribeirão Preto: Holos. 2009. p. 303-309.

BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N.K.; VANZETTO, S.C.; PEDROSO, K. e VALERIO, A.F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p.131-149, 2008.

BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BARRY, R.G. e CHORLEY, R.J. **Atmosfera, tempo e clima**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BAUERMANN, S.G e BEHLING, H. Dinâmica paleovegetacional da Floresta com Araucária a partir do final do Pleistoceno: o que mostra a palinologia. In: FONSECA, C.R.; SOUZA, A.F.; LEAL-ZANCHET, A.M.; DUTRA, T.; BACKES, A. e GANADO, G. **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**, Ribeirão Preto: Holos. 2009. p. 35-38.

BRAGA, F.M.S e ANDRADE, P.M. Distribuição de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, Serra da Mantiqueira Oriental, São Paulo, Brasil. **Sér. Zool.**, v. 95, p. 121-126, 2005.

BRITEZ, R.M.; REISSMANN, C.B.; SILVA, S.M.; ATHAYDE, S.F. e LIMA, R.X. Intercepção das chuvas em duas formações florestais da planície litorânea da Ilha do Mel, PR. In: I Fórum Geo – Bio – Hidrologia, estudos em vertentes e microbacias hidrográficas. **Anais**, Curitiba, p. 60-69, 1998.

CALUX, J. e THOMAZ, E.L. Intercepção e precipitação interna: comparação entre Floresta Ombrófila Mista e *Pinus elliottii* var. *elliotti*. **GeoAmbiente**, n. 19, p. 24-39, 2012.

CAMARGO, A.P. e CAMARGO, M.B.P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 125-137, 2000.

CARVALHO, L.G.; RIOS, G.F.A.; MIRANDA, W.L. e CASTRO NETO, P. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesq. Agropec. Trop.** v. 41, n. 3, p. 456-465, 2011.

CASTRO, P.S.; VALENTE, O.F.; COELHO, D.T. e RAMALHO, R.S. Intercepção da chuva por mata natural secundária na região de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 7, n. 1, p. 76-89, 1983.

CESAR, S.F. **A intercepção e alterações na qualidade da água da chuva através do dossel florestal em Floresta Latifoliada Tropical**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1986.

CICCO, V. **Determinação da evapotranspiração pelos métodos dos balanços hídrico e de cloreto e a quantificação da intercepção das chuvas na Mata Atlântica: São Paulo, SP e Cunha, SP**. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2009.

CICCO, V.; ARCOVA, F.C.S.; SHIMOMICHI, P.Y.; FUJIEDA, M. Intercepção das chuvas por floresta natural secundária de Mata Atlântica – São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, v. 20/22, p. 25-30, 1986/88.

COELHO NETTO, A.L.; SANCHE, M.; PEIXOTO, M.N.O. Precipitação e intercepção florestal em ambiente tropical montanhoso, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia**, v. 4, n. 2, p. 55-71, 1986.

COSTA, T.C.C.; SOUZA, M.G. e BRITES, R.S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **INPE**, Salvador, 1996.

CPTI - Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais. Plano de Bacia UGRHI-1 (Serra da Mantiqueira). **Deliberação CRH n° 62, de 04 de setembro de 2006**, p. 47-62, 2009.

DECANINI, M.M.S. **The Introduction of GIS Technology in the State Parks – State of São Paulo: Constraints and Opportunities**. Edinburgh University, 1997.

DECANINI, M.M.S. SIG no planejamento de trilhas no Parque Estadual de Campos do Jordão. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 53, p. 97-110, 2001.

DÍAZ, M.F.; ZEGERS, G. e LARRÍN, Z. **Antecedentes sobre la importancia de las turberas y el pompoñ en la Isla de Chiloé**. Fundación Senda Darwin, 2005. 33p.

DINIZ, A.R.; PEREIRA, M.G.; BALIEIRO, F.C.; MACHADO, D.L. e MENEZES, C.E.G. Precipitação e aporte de nutrientes em diferentes estádios sucessionais de floresta atlântica, Pinheiral – RJ. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 389-399, 2013.

FERREIRA, N.J.; SANCHES, M. e DIAS, M.A.F.S. Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em períodos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 1, p. 89-98, 2004.

FIGUEIRA, C.; PRADA, S.; SEQUEIRA, M.; PERESTRELO, A.; SILVA, M.O. Estudo da precipitação oculta em dois tipos de vegetação da Ilha da Madeira. In: 8º Congresso da água. **Anais**, Figueira da Foz: APRH, 2006.

FONSECA, C.R.; SOUZA, A.F.; LEAL-ZANCHET, A.M.; DUTRA, T.; BACKES, A. e GANADO, G. **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**, Ribeirão Preto: Holos. 2009, 328p.

FRANCO, C.S.; MARQUES, R.F.P.V; OLIVEIRA, A.S. e OLIVEIRA, L.F.C. Distribuição de probabilidade para precipitação máxima diária na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, Minas Gerais. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 735-741, 2014.

FURIAN, S.M. **Morfogénese/ Pedogénese em milieu tropical humide de la Serra do Mar, Brésil: Contribution de l'alteration e de la pedogése à une dynamique actuelle de glissement.** Caen. Thesis (Doutorado) – Université de Caen, France, 1994.

GÊNOVA, K.B.; HONDA, E.A. e DURIGAN, G. Interceptação da chuva em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado. **IF Série Registro**, n. 31, p. 281-285, 2007.

GIGLIO, J. N. e KOBIYAMA, M. Interceptação da chuva: Uma revisão com ênfase no monitoramento em Florestas Brasileiras. **RBHR**, v. 18, n. 2, p. 297-317, 2013.

GOMES, S.A.G. **A fauna de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) na região de Campos do Jordão, São Paulo, Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, 2005.

GROISMAN, P.Y; KNIGHT, R.W.; EATERLING, D.R.; KARL, T.R.; HEGERL, G.C.; RAZUVAEV, V.N. Trends in intense precipitation in theclimatercord. **Journalofclimate**, v. 18, p. 1326-1350, 2005.

HALL, M.O.C. **Análise e comparação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Pelotas (RS).** Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, 2012.

HELVEY, J. D.; PATRIC, J. H. Canopy and litter interception of rainfall by hardwoods of eastern United States. **Water Resources Research**, v. 1, p. 193-206, 1965.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de Geomorfologia. In: **Manuais Técnicos em Geociências**, 2ª ed. n.5, Rio de Janeiro, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. In: **Manuais Técnicos em Geociências**, Rio de Janeiro, 2ª ed. n. 1, 2012.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) – SP/MG. **Relatório técnico** n°96.581-205, p. 01-55, 2008.

IVANAUSKAS, N.M. e ASSIS, M.C. Formações florestais brasileiras. In: MARTINS, S.V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: UFV, 2012. p. 107-140.

JARENKOW, J.A. e BUDKE, L.C. Padrões florísticos e análise estrutural de remanescente de Florestas com Araucária no Brasil. In: FONSECA, C.R.; SOUZA, A.F.; LEAL-ZANCHET, A.M.; DUTRA, T.; BACKES, A. e GANADO, G. *Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável*, Ribeirão Preto: Holos. 2009. p. 113-125.

LIMA, A.L. **O papel ecológico da neblina e a absorção foliar de água em três espécies lenhosas de Matas Nebulares, SP – Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, 2010.

LIMA, P.R.A. **Retenção de água de chuva por mata ciliar na região central do estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu, 1998.

LIMA, W.P. Interceptação da chuva em povoamento de eucalipto e de pinheiro. **IPEF**, n. 13, p. 75-90, 1976.

LIMA, W.P. **Hidrologia florestal ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.

LIMA, W.P. e NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, n. 24, p. 43-46, 1983.

LOPES, M.I.M.S. **Fluxo de água, balanço químico e alterações no solo da Floresta Atlântica atingida pela poluição aérea de Cubatão, SP, Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2001.

LOPES, P.M.O; VALERIANO, D.M.; SILVA, B.V.; MOURA, G.B.A. e da SILVA, A.O. Simulação do saldo de radiação na Serra da Mantiqueira. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 17, n. 7, p. 780-789, 2013.

MARENCO, J.A. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

MARTINS, C.A **Estimativa da evapotranspiração no estado de São Paulo com o modelo da biosfera SiB2**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2011.

MÄHLER JUNIOR, J.K.F. e LAROCCA, J.F. Fitofisionomias, desmatamento e fragmentação da Floresta com Araucária. In: FONSECA, C.R.; SOUZA, A.F.; LEAL-ZANCHET, A.M.; DUTRA, T.; BACKES, A. e GANADO, G. **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**, Ribeirão Preto: Holos. 2009. p. 243-252.

MEIRELES, L.D. **Florística das fisionomias vegetacionais e estrutura da Floresta Alto-Montana de Monte Verde, Serra da Mantiqueira, MG**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, 2003.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim mensal de monitoramento do sistema elétrico brasileiro**. Brasília, 2014.

MOREIRA, M.; BARETTA, D.; TSAI, S.M. e CARDOSO, E.J.B.N. Spore density and root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi in preservedor disturbed *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Ecosystems. **Sci. Agric.** v. 63, n. 4, p. 380-385, 2006.

MOURA, A.E.S.S.; CORREA, M.M.; SILVA, E.R.; FERREIRA, R.L.C.; FIGUEIREDO, A.C. e POSSAS, J.M.C. Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta da Mata Atlântica na Bacia do Prata, Recife, PE. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 461-469, 2009.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. e KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NALON, M.A. e VELLARDI, A.C.V. Estudo do balanço hídrico nas escarpas da Serra do Mar, região de Cubatão, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 5, n. 1, p. 39-58, 1993.

OLIVEIRA-JÚNIOR, J.C. e DIAS, H.C.T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 9-15, 2005.

PELISSARI, G. e ROMANIUC NETO, S. *Ficus* (Moraceae) da Serra da Mantiqueira, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 1, p. 91-111, 2013.

PEREIRA, D.R.; YANAGI, S.N.M.; MELLO, C.R.; SILVA, A.M. e SILVA, L.A. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região da Serra da Mantiqueira, MG. **Ciência Rural**, v. 39, n. 9, p. 2488-2493, 2009.

PIVOTT, C. **O turismo e a produção social do espaço urbano. Estudos sobre Campos do Jordão, SP.** Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

POLISEL, R.T. **Análise fitossociológica do sub-bosque de florestas com araucárias e sua relação fitogeográfica com outras formações da Floresta Atlântica s.l.** Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, 2011.

PORTES, M.C.G.O. e GALVÃO, F. A floresta Altomontana do sul do Brasil: considerações climáticas, pedológicas e vegetacionais. **Cadernos de Biodiversidade**, v. 3, n. 1, p. 44-50, 2002.

REIBOTA, M.S; GAN, M.A.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

RIZZI, N. E. Função da floresta na manutenção da qualidade da água para uso humano. **Revista Floresta**, p.44-50, 1985.

RIZZINI, C.T. e MORS, W.B. **Botânica econômica brasileira**. 2ªed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995. 248p.

ROBIM, M.J e PFEIFER, R.M. Correlações de características do meio biofísico do Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. **Acta Bot. Bras.** v. 2, n. 1, p. 175-181, 1989.

RODERJAN, C.V. e GRODZKI, L. Acompanhamento meteorológico em um ambiente de Floresta Ombrófila Densa Altomontana do Morro Anhangava, Mun. Quatro Barras – PR, no ano de 1993. **Cadernos de Biodiversidade**. v. 2, n. 1, p. 27-34, 1999.

SANT'ANNA NETO, J.L. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 43-60, 2005.

SANTOS, A.M. **Bacias Hidrográficas do município de Campos do Jordão: florestamento compensatório com vista à retenção de água no solo.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Taubaté, 2009.

SANTOS, E.S. **Caracterização da interceptação da precipitação e do escoamento superficial em diferentes tipologias vegetais na Bacia Hidrográfica**

do Rio Salomé – BA. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Santa Cruz, 2007.

SÃO PAULO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO).

Balanco Hídrico. Disponível em:

<<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/BH/LBalancoHidricoLocal.asp>>.

Acesso em 12/02/2014.

SÃO PAULO. Fundação para a conservação e produção florestal do estado de São Paulo (Fundação Florestal). **Parque Estadual de Campos do Jordão.** Disponível em:

<<http://www.ambiente.sp.gov.br/parque-campos-do-jordao>>. Acesso em:

03/11/2013.

SÃO PAULO. INMET. Instituto Nacional de Meteorologia – Dados históricos.

Disponível em

<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/mapas_mensal_sem.php>. Acesso em:

em: 05/01/2015.

SÃO PAULO. IPRS – Índice Paulista de Responsabilidade Social. **Versão 2012.**

Disponível em: <<http://www.iprsipvs.seade.gov.br/view/index.php>>. Acesso em:

11/12/2014.

SCHEER, M. B. Fluxo de nutrientes pela precipitação pluviométrica em dois trechos de Floresta Ombrófila Densa em Guaraqueçaba, Paraná. **Revista Floresta**, v. 39, n. 1, p. 117-130, 2009.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISES DE DADOS. **Banco de dados.** Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/banco-de-dados>>. Acesso em:

11/12/2014.

SILVA, F. DE A. S. e AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SOARES, R.V. e BATISTA, A.C. **Meteorologia e climatologia florestal.** Curitiba: Editor, 2004. 195p.

SOUSA, R.C.; RANZINI, M.; ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V.e CÂMARA, C.D.

Redistribuição das chuvas pelas copas das árvores em plantio de *Araucaria*

angustifolia (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) no Parque Estadual da Serra do Mar, Cunha – SP. **Instituto Florestal**, v. 23, n. 1, p. 27-38, 2011.

SOUSA, R.C.; SOUSA JÚNIOR, W.C.; RIZZI, N.E.; RANZINI, M.; ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. A importância das formações aluviais na produção hídrica. In: II Simpósio de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul. **Anais**, São José dos Campos, 2014.

SOUZA, R. P. M. **Estrutura da comunidade arbórea de trechos de florestas de Araucaria no estado de São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2008.

SOUZA, R.P.M; SOUZA, V.C.; POLISEL, R.T. e IVANAUSKAS, N.M. Estrutura e aspectos da regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista no Parque Estadual de Campos do Jordão. **Hoehnea**, v. 39, n. 3, p. 387-407, 2012.

SUGAHARA, S.; SILVEIRA, R.B. e ROCHA, R.P. Estimativa da probabilidade do evento extremo de precipitação de janeiro de 2000 no Vale do Paraíba, baseada na distribuição generalizada de Pareto. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 28, n. 2, p. 193-208, 2010.

THOMAZ, E.L. Avaliação de interceptação e precipitação interna em capoeira e floresta secundária em Guarapuava – PR. **Geografia**, v. 14, n. 1, p. 47-60, 2005.

VALERIANO, D.D.B. **Dinâmica da Floresta Ombrófila Mista Alto Montana, Campos do Jordão, SP**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2010.

VALERIANO, D.D.B.; AMARAL, S. e VALERIANO, D.M. Abordagem analítica e sequencial para a classificação de ortofotos para o mapeamento de mosaico de Floresta e Campo no Parque Estadual de Campos do Jordão. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**, Foz do Iguaçu, p. 2905-2912, 2013.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 1991. 124p.

ZAKIA, M.J.B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de Bacias Hidrográficas e na recomposição de florestas**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, 1998.