

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

PRECIPITAÇÃO INTERNA E INTERCEPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA EM ÁREA
RECUPERADA COM *Tibouchina mutabilis* Cogn.

Federico Nakagawa

Prof. Dr. Chang Hung Kiang

Rio Claro (SP)

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

FEDERICO NAKAGAWA

PRECIPITAÇÃO INTERNA E INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA

EM ÁREA RECUPERADA COM

Tibouchina mutabilis Cogn.

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Rio Claro - SP

2018

581.5 Nakagawa, Federico
N163p Precipitação interna e interceptação da chuva em área recuperada com
Tibouchina mutabilis Cogn. / Federico Nakagawa. - Rio Claro, 2018
38 f. : il., figs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia Ambiental)
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências
Exatas
Orientador: Chang Hung Kiang
Coorientador: Maurício Ranzini, Francisco Carlos Soriano Arcova

1. Ecologia vegetal. 2. Partição da chuva. 3. Interceptação. 4.
Precipitação interna. 5. Tibouchina mutabilis. 6. Parque Estadual Serra do
Mar Cunha. I. Título.

FEDERICO NAKAGAWA

PRECIPITAÇÃO INTERNA E INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA
EM ÁREA RECUPERADA COM
Tibouchina mutabilis Cogn.

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio
Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Engenheiro Ambiental.

Comissão Examinadora
Prof. Dr. Chang Hung Kiang (orientador)
Dr. Maurício Ranzini
Me. Pedro Grava

Rio Claro, 18 de junho de 2018

Agradecimentos

Agradeço a toda minha família, principalmente aos meus pais, Andrés e Emília por todo o apoio e incentivo, e por acreditarem em mim em todos os momentos da minha vida. Também à minha irmã Caro por todos os anos de união, e sempre me aguentando.

Também à Pepi, minha melhor amiga e companheira por todos os momentos incríveis, apoio e amor recebidos.

Aos meus grandes companheiros de quase 6 anos de Reública Refúgio pela amizade, boas risadas e lembranças, e às meninas da República Cabeças pela parceria.

Aos meus amigos de sala, que sempre estivemos juntos enfrentando as aulas e a vida universitária desde o início, em 2012, e futuros melhores empregos.

Aos meus amigos de longa data do Kai, pelos anos de aprendizado, amizade e ótimas memórias construídas.

Às inesquecíveis amizades que o intercâmbio me proporcionou, que mesmo distantes mantemos contato sempre que possível, em especial a galera do 37 e do Hollies pelos momentos inacreditáveis e experiências extraordinárias, muita amizade e amor envolvidos.

À amizade mais nerd que tenho, dos meus colegas do Colégio Objetivo, que mesmo tomando caminhos diferentes seguimos nos encontrando e divertindo.

Aos professores e funcionários da UNESP, que foram responsáveis pelo aprendizado, de extrema importância para minha formação. Ao meu orientador Chang por ceder o seu tempo e boa vontade para me orientar.

Ao Maurício e ao Francisco pela ótima orientação no desenvolvimento deste trabalho, disposição e conselhos científicos.

E agradeço a todos que fizeram parte da minha vida e que de alguma forma construíram a pessoa que me tornei hoje, sou grato por todas as oportunidades e ótimas amizades na minha vida.

Resumo

Em área recuperada com *Tibouchina mutabilis* Cogn. no Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Cunha, a precipitação interna foi quantificada e a interceptação estimada, a partir do fim do mês de fevereiro até o fim de abril. Com esse intuito 10 pluviômetros foram instalados em duas parcelas, uma com 20° e outra com 30° de inclinação. Para medir a precipitação no aberto um pluviômetro foi alocado na estação meteorológica do parque, a 100 m das parcelas. O escoamento pelo tronco não foi medido. A precipitação no aberto, precipitação interna média e interceptação média totalizaram 351,5 mm, 276,1 mm e 75,5 mm, respectivamente. Portanto, 21,47% da precipitação no aberto foram interceptados e 78,53% chegaram ao piso do reflorestamento como precipitação interna. As regressões lineares simples calculadas mostram um bom ajuste, por terem o R^2 próximo de 0,80 para a interceptação e de 0,99 para a precipitação interna, tomando como base a precipitação no aberto.

Palavras-chave: partição da chuva; interceptação, precipitação interna, *Tibouchina mutabilis*, Parque Estadual Serra do Mar, Cunha.

Abstract

Throughfall and interception were measured and estimated, respectively, from February to April, in a restored area by *Tibouchina mutabilis* Cogn. in Serra do Mar State Park – Cunha, São Paulo. Ten pluviometers were installed in two parcels, with terrain inclination of 20° and 30°. In order to measure gross precipitation an additional pluviometer was installed in the meteorological station 100 meters away from the parcels. Stemflow was not measured. Gross precipitation, throughfall and interception totalized 351,6 mm, 276,1 mm and 75,5 mm, respectively. Therefore, 21,47% of gross precipitation was intercepted and 78,53% dropped on the reforestation floor as throughfall. Simple linear regressions calculated showed a good fit, as revealed by their R^2 of approximately 0.80 for interception and 0.99 for throughfall, based on gross precipitation.

Keywords: partitioning of rainfall, interception, throughfall, *Tibouchina mutabilis*, Parque Estadual Serra do Mar, Cunha.

Lista de Figuras

Figura 1. Representação de uma bacia hidrográfica	13
Figura 2. Representação dos principais processos hidrológicos em uma bacia florestada	16
Figura 3. <i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.	18
Figura 4. Distribuição da <i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn. no Brasil.....	19
Figura 5. Fotografias das parcelas recém plantadas	21
Figura 6. Localização geográfica do Parque no Estado de São Paulo	23
Figura 7. Fotografia aérea do Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Cunha	23
Figura 8. Pluviômetro Nakaasa Corporation.....	25
Figura 9. Componentes do pluviômetro.....	25
Figura 10. Representação da disposição dos pluviômetros em cada parcela	26
Figura 11. Pluviômetro instalado na parcela	27
Figura 12. Histórico de precipitação do Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Cunha	29
Figura 13. Regressão linear simples	31
Figura 14. Regressão linear logarítmica	33
Figura 15. Fotografia da bromélia sobre o pluviômetro	34

Lista de Tabelas

Tabela 1. Valores da precipitação no aberto, precipitação interna e interceptação	30
Tabela 2. Tabela comparativa entre outros meios florestais	30
Tabela 3. Registro da precipitação interna por pluviômetro	34

Sumário

1. Introdução.....	10
2. Objetivos	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos Específicos.....	12
3. Revisão Bibliográfica.....	13
3.1. Bacia Hidrográfica.....	13
3.2. Hidrologia Florestal	14
3.3. Influência da Cobertura Vegetal no Ciclo Hidrológico	15
3.4. <i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.	18
3.5. Projeto de cooperação JICA.....	19
4. Material e Métodos	22
4.1. Área de Estudo.....	22
4.2. Material	24
4.3. Metodologia.....	26
5. Resultados e Discussão	29
6. Conclusões	36
7. Considerações Finais	37
8. Referências Bibliográficas	38

1. Introdução

De acordo com a Lei Federal Nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, sendo seu uso destinado, prioritariamente, ao consumo humano e a dessedentação animal. Assim, é necessário refletir sobre os efeitos positivos e negativos da água, um elemento essencial à vida, insubstituível. Um recurso que é limitante para o desenvolvimento de uma região, e a possibilidade de escassez crescente produz novos olhares sobre a água (GALIZONI, 2005).

No ano de 2014, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) passou por uma crise hídrica, quando a precipitação do mês de janeiro no Sistema Cantareira foi abaixo de 67% da média histórica. A crise não vem apenas das condições climáticas anormais, mas também da falta de eficiência na gestão do recurso natural (MARENGO et al, 2015).

Ao contrário da escassez de água, o excesso pode também ter impacto negativo, principalmente se ocorre em áreas com ocupação irregular, sendo o melhor exemplo a inundação em área urbana. Esse fenômeno é uma ocorrência antiga que se desenvolve quando as águas dos rios e riachos transbordam e atingem áreas da cidade, como moradia, transporte, recreação, entre outros. Podem ser causados por intensa precipitação, superando a capacidade de infiltração, inundando as áreas próximas dos rios (TUCCI, 2003). O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal provocando efeitos que alteram o ciclo hidrológico natural.

É possível diminuir o impacto causado por secas e inundações se integrarmos a gestão de uso e ocupação do solo com o manejo de áreas florestadas, nas bacias hidrográficas, de forma a manter a produção de água mais estável ao longo do ano (BALBINOT, 2008). A presença de cobertura vegetal também auxilia na redução e retardamento dos picos de enchente e controla a erosão da bacia (TUCCI, 2003).

O início do ciclo hidrológico em uma floresta se dá quando a chuva atinge o dossel, dividindo-se em três fluxos, a interceptação (água retida nas copas e evaporada), precipitação interna (água que goteja das copas ou passa diretamente por elas) e o escoamento pelo tronco (ARCOVA et al, 2013). O volume de interceptação não é desprezível, uma vez que se trata de um processo evaporativo que resulta em perdas de água (LIMA; NICOLIELO, 1983). Por exemplo, na Amazônia a interceptação foi estimada de 7,2% a 22,6% e na Mata Atlântica de 8,4% a 20,6% (GIGLIO, 2013; GIGLIO; KOBİYAMA, 2013).

O tipo de floresta influencia na partição da chuva devido às características como: capacidade de armazenamento do dossel (e suas mudanças através das estações); propriedades físicas da folha (área da folha, ângulo e superfície), e projeção das copas das árvores. Há também a participação do clima através de fatores como intensidade da chuva, direção dos ventos, duração do evento, temperatura e umidade do ar (CROCKFORD; RICHARDSON, 2000).

Giglio e Kobiyama (2013) realizaram uma revisão bibliográfica de estudos brasileiros sobre partição da chuva, concluindo que estão concentrados na Mata Atlântica e na Amazônia. Sugerem que sejam feitos mais estudos tanto em regiões pouco estudadas quanto em vegetações sem pesquisas registradas. Balbinot (2008) conclui em seu trabalho que há a necessidade de mais estudos envolvendo a relação da vegetação com o ciclo hidrológico.

A área delimitada para o estudo é dominada por *Tibouchina mutabilis* Cogn., também conhecida popularmente como Manacá-da-serra. A espécie é característica de regiões da Serra do Mar, sendo encontrada desde Santa Catarina até o Rio de Janeiro, na floresta pluvial da encosta atlântica. Predomina em mata secundária, e é considerada uma espécie pioneira e útil em reflorestamento heterogêneo (LORENZI, 2002). O local se encontra no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich (LHFWE) no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha (PESM – Cunha), a leste do Estado de São Paulo, aonde diversas pesquisas hidrológicas vêm sendo realizadas por diferentes instituições.

O presente projeto possui relevância no tema abordado, visto se tratar de um estudo básico de hidrologia florestal, mais especificamente sobre partição de água da chuva em plantio com *Tibouchinha mutabilis* Cogn., espécie da Mata Atlântica ainda pouco conhecida.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

- Destacar a importância de estudos hidrológicos como base para o manejo de bacias hidrográficas e gestão de águas.

2.2. Objetivos Específicos

- Quantificar a precipitação interna em área recuperada com predominância de *Tibouchina mutabilis* Cogn.;
- Estimar a interceptação da chuva pela espécie *Tibouchina mutabilis* Cogn. e;
- Estabelecer equações matemáticas simples relacionando a interceptação e a precipitação interna com a precipitação no aberto.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Bacia Hidrográfica

Bacia hidrográfica pode ser entendida, de uma forma geral, como o conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando rios e riachos, ou infiltram no solo para a formação do lençol freático (TEODORO, 2007). O fluxo de sedimento, água, nutrientes e poluentes é guiado dentro dos contornos da bacia, dinâmica estabelecida pela água, tornando-a uma unidade ideal para a gestão integrada de recursos naturais (KOBİYAMA, 1999).

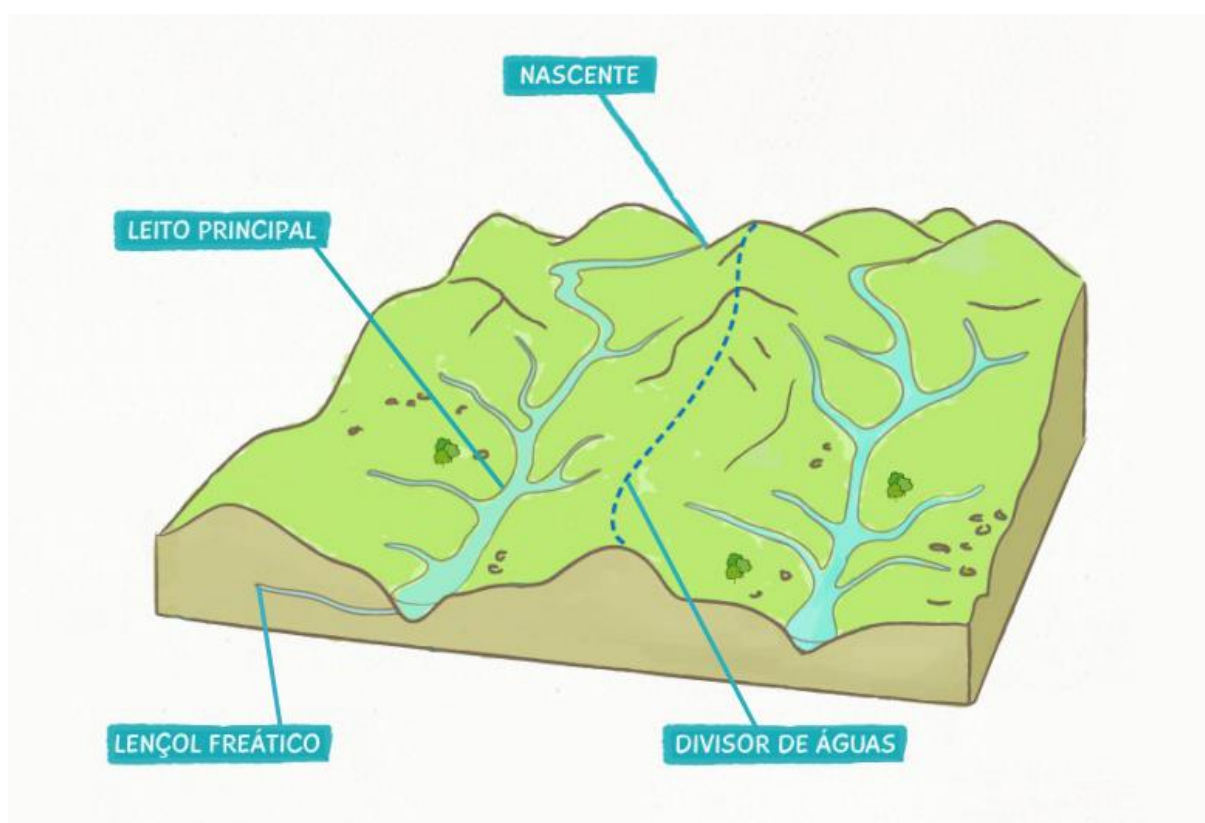


Figura 1. Representação de uma bacia hidrográfica.

Fonte: adaptado de <http://www.cuidadosrios.eco.br/bacia-hidrografica/>. Acesso em: 30 maio. 2018

Com o intuito de proporcionar o uso múltiplo das águas, a Lei 9.433/97 transforma a bacia hidrográfica em uma unidade territorial de planejamento e gerenciamento. Como ferramenta criam-se os Comitês de Bacias Hidrográficas, que são órgãos colegiados,

democráticos, constituídos por representantes do poder público, dos usuários de águas e das organizações civis, tal composição contribui para que os setores da sociedade tenham representantes e poder de decisão sobre a recuperação e gestão dos recursos hídricos. As principais competências são: aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia; arbitrar conflitos de uso da água, estabelecer mecanismos e sugerir valores da cobrança pelo uso da água (COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 2018).

Em uma escala menor às bacias hidrográficas temos as microbacias. Porém esse termo não expressa bem sua caracterização, pois não existe um tamanho definido e possui duas definições de acordo com o interesse:

- a) do ponto de vista hidrológico: microbacia é aquela com área pequena o suficiente para que a rede de drenagem não reduza a sensibilidade às chuvas de alta intensidade e aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo (LIMA; ZAKIA, 2000).
- b) do ponto de vista político: em programas de manejo de microbacia é caracterizado pelo uso administrativo (LIMA; ZAKIA, 2000). A interpretação do item “a” se adapta melhor no entendimento deste trabalho, uma vez que os impactos causados na vegetação são mais sensíveis em microbacias.

3.2. Hidrologia Florestal

Estuda as relações floresta-água, importante para os profissionais que se preocupam com o manejo integrado da microbacia hidrográfica (LIMA; ZAKIA, 2000). É possível observar, mesmo em escala muito pequena, o papel fundamental de uma floresta na distribuição de energia e água na superfície, influenciando nos processos de interceptação, infiltração, escoamento e erosão (BALBINOT, 2008). O ecossistema florestal apresenta funções de extrema importância para a conservação de recursos hídricos, como mitigação do hidrograma (redução da enchente e recarga do rio); controle de erosão (evitando assoreamento de corpos hídricos), e melhora da qualidade de água (KOBAYAMA, 1999).

A revisão bibliográfica de Hibbert (1967) analisou 39 estudos de diferentes países, regiões e climas, onde a cobertura vegetal foi alterada e os efeitos na produção de água na bacia analisados, e mostrou que, de forma geral, a presença de floresta diminui o volume de água produzido e a redução da cobertura contribui para uma maior produção de água. Relatou também que os resultados dos diferentes tipos de alterações na vegetação são muito variáveis e imprevisíveis.

A floresta pode reduzir a produção de água de uma bacia momentaneamente, porém regulariza a vazão do rio ao longo do tempo, em função do escoamento superficial ser relativamente pequeno, evitando o aumento brusco da vazão nos eventos de chuva e abastecendo lentamente o rio na estiagem (KOBAYAMA, 1999), é importante ressaltar as florestas como o melhor uso e ocupação do solo para questões de qualidade da água.

3.3. Influência da Cobertura Vegetal no Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre (SILVEIRA, 1997, apud BALBINOT, 2008). Envolve processos hidrológicos como: condensação, precipitação, evapotranspiração, infiltração e percolação, exemplos de processos verticais; e escoamento superficial e sub-superficial, exemplos de processos horizontais (KOBAYAMA, 1999).

As características físicas e bióticas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando a infiltração, deflúvio, evapotranspiração, escoamento superficial, dentre outros (TEODORO, 2007). Assim, o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica possui estreita relação de influência com o tipo de vegetação presente (SOUSA et al, 2011). O tipo de floresta, cobertura do solo, chuvas e clima determinam a quantidade de precipitação que alcança o solo.

Uma das interações fundamentais da floresta no ciclo hidrológico ocorre logo no contato da chuva com as copas das árvores, quando há divisão do fluxo de água em três partes (CROCKFORD; RICHARDSON, 2000):

- a) a que permanece na vegetação e evapora durante ou depois do evento de chuva (interceptação);
- b) a que escoia pelos galhos e troncos das árvores em direção ao solo (escoamento pelo tronco), e
- c) a que pode ou não entrar em contato com a copa das árvores, atravessa o dossel e chega ao solo da floresta (precipitação interna).

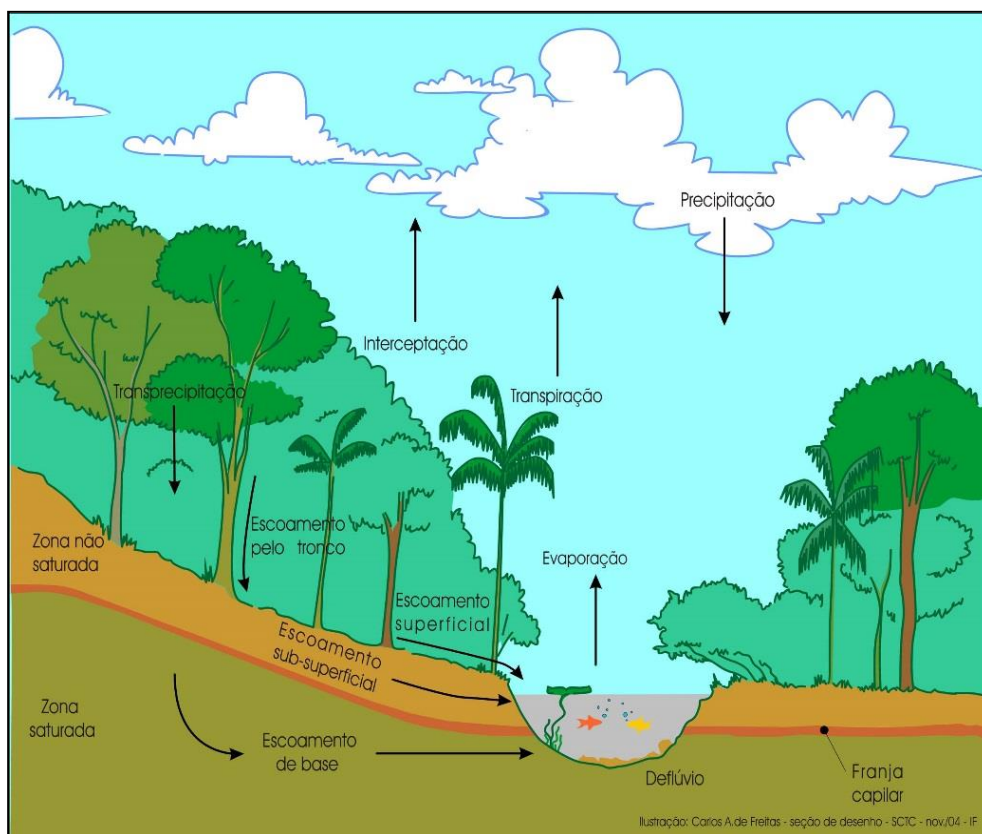


Figura 2. Representação dos principais processos hidrológicos em uma bacia florestada.

Fonte: ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Manejo de bacias hidrográficas.
In: HONDA, E. A.; GUENJI, Y. (Org). **25 anos de cooperação**. São Paulo: Imprensa oficial, 2005. p. 40.

A interceptação é um processo evaporativo, que resulta em perdas de água que de outra forma atingiriam o solo, portanto é um processo extremamente importante na hidrologia (LIMA; NICOLIELO, 1983). Além disso, quando o dossel está molhado as taxas de evaporação da água interceptada ocorrem de 2 a 3 vezes mais elevadas do que taxas de transpiração, isso ocorre devido à baixa condutância dos estômatos e à alta condutância na superfície das folhas (JARVIS; STEWART, 1979). Sendo assim, é necessário o estudo da interceptação no processo de evapotranspiração durante a estimativa do balanço hídrico local (LIMA; NICOLIELO, 1983).

Os fatores climáticos que podem afetar a interceptação são: quantidade, intensidade e duração das chuvas; direção e velocidade dos ventos; e temperatura e umidade do ar (CROCKFORD; RICHARDSON, 2000). Conjuntamente, características da vegetação que exercem influência na interceptação são: capacidade de retenção de água pela vegetação; índice de área foliar; inclinação e forma da folha; cobertura da copa; rugosidade das

superfícies; características sazonais (perene ou decídua); idade, densidade e saúde da vegetação (GIGLIO, 2013; RICHARD; CROCKFORD, 2000).

Esses fatores resultam em diferentes volumes interceptados para um mesmo tipo de vegetação em uma mesma região. Inclusive, é possível notar um aumento na interceptação com a presença de epífitas (briófitas, líquens, e plantas vasculares, como as bromélias), muito presentes em biomas brasileiros (FLEISCHBEIN et al, 2005).

A precipitação interna deve ser medida com um número elevado de pluviômetros, uma vez que o tamanho da cobertura da copa das árvores e suas características físicas aumentam a variabilidade da distribuição da água da chuva (CROCKFORD; RICHARDSON, 2000). Assim pode ocorrer maior precipitação em determinados pontos, inclusive superando a precipitação no aberto. Além disso, em florestas expostas aos nevoeiros, a precipitação oculta pode contribuir para o incremento da precipitação interna (BRUIJNZEEL, 2001). Quando a precipitação efetiva (precipitação interna mais o escoamento pelo tronco) é maior que a precipitação pluviométrica em área aberta, ocorre a chamada interceptação negativa (ARCOVA, 2013).

Parte da água da chuva que chega ao solo se origina do escoamento pelo tronco, e embora corresponda a pouca porcentagem da precipitação total, é fundamental para muitas espécies arbóreas (LORENZON et al, 2015). Características físicas afetam esse processo, tais como: tipo de folha, características da casca, idade, posição e ângulo dos ramos, espaços entre as copas das árvores e a capacidade de saturação do tronco e galhos (CROCKFORD; RICHARDSON, 2000). Em florestas úmidas, como é o caso deste trabalho, existe o fator da presença de líquens, briófitas e epífitas vasculares nos galhos e troncos das árvores, o que diminui drasticamente o escoamento pelo tronco (FLEISCHBEIN et al, 2005).

Podemos observar os impactos de uma floresta no ciclo hidrológico em uma pesquisa que buscou quantificar as alterações provocadas pela extração seletiva de madeira no ciclo hidrológico através da análise da precipitação interna e da interceptação da água da chuva (FERREIRA et al, 2005). O estudo foi realizado na região central da Amazônia, nas parcelas monitoradas foram realizados experimentos silviculturais, que consistiram no corte seletivo, removendo as árvores das espécies com potencial madeireiro com um diâmetro à altura do peito (DAP) maior que 50 cm. Como resultado, a pesquisa revelou que o corte seletivo resultou em um aumento pouco significativo na precipitação interna (em média 10% a mais no volume total precipitado). Por outro lado a interceptação teve uma diminuição na quantidade de água retida pelo dossel (atingindo a média de aproximadamente 50% na redução do volume total retido).

3.4. *Tibouchina mutabilis* Cogn.

A espécie, também conhecida popularmente como Manacá-da-Serra, possui altura de 7 a 12 m, tronco de 20 a 30 cm de DAP. Tem as folhas rígidas e suas flores mudam de cor ao envelhecer e seus frutos têm formato de cápsulas, contendo um número elevado de sementes minúsculas. É característica de regiões da Serra do Mar, sendo encontrada de Santa Catarina até o Rio de Janeiro, na floresta pluvial da encosta atlântica. Predomina em mata secundária, e é considerada uma espécie pioneira e resistente à luz direta, logo, é útil em reflorestamento heterogêneo para áreas de preservação. Ótima para paisagismo em geral, pois a árvore é ornamental por conta da sua bela floração. Apesar da madeira produzida pela espécie ser de qualidade inferior, é empregada em vigas, obras internas e postes para lugares secos (LORENZI, 2002).



Figura 3. *Tibouchina mutabilis* Cogn.

Fonte: <http://asarvoresdobrasil.blogspot.com.br/2011/07/manaca-da-serra-tibouchina-mutabilis.html>. Acesso em: 25 maio 2018.

Em um estudo sobre a importância de espécies pioneiras em clareiras naturais em floresta atlântica montana (TABARELLI; MANTOVANI, 1999), a *Tibouchina mutabilis* Cogn. foi encontrada em 23% das clareiras, sendo o segundo indivíduo mais numeroso no total amostrado para o grupo de árvores, demonstrando ser uma espécie relevante para a colonização de áreas a serem reflorestadas na região da Mata Atlântica e comprovando a alta taxa de germinação, com a necessidade de incidência luz e sem apresentar nenhum tipo de dormência (SIMÃO et al, 2007).



Figura 4. Distribuição da *Tibouchina mutabilis* Cogn. no Brasil (área em verde).
Fonte: elaborado pelo autor. 2018.

3.5. Projeto de cooperação JICA

É importante ressaltar a relevância do projeto de cooperação da Japan International Cooperation Agency – JICA e o Instituto Florestal para a realização desta pesquisa. Os órgãos mantiveram a proveitosa cooperação, durante 25 anos (de 1979 a 2004), focados em pesquisas nas áreas de manejo de bacias hidrográficas, mecanização da exploração florestal, sensoriamento remoto, utilização de madeira de pequeno diâmetro, recuperação de florestas e controle de erosão do solo. Paralelamente foi acordada a disseminação dos conhecimentos

gerados aos países da América do Sul e Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP). Como exemplos de resultados dos trabalhos se destacam a elaboração do livro *Plantas do Cerrado Paulista*, que contém descritas mais de 400 espécies que ocorrem no bioma; e a instalação do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, localizado no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha (HONDA, 2005).

Nesse laboratório foram construídos 2 lisímetros (tanques de concreto completamente vedados, utilizados para estudos da evapotranspiração) contendo plantio de *Pinus ellioti* e *Eucalyptus urophylla*, separadamente; três microbacias experimentais recobertas por floresta ombrófila densa, equipadas para monitorar continuamente as chuvas e cotas fluviométricas. Para a medição das chuvas e das cotas foram instalados pluviógrafos de caçamba e linígrafos de bóia abrigados nas estações fluviométricas na saída das microbacias.

Além da infraestrutura foram implementadas áreas demonstrativas de sistemas de controle de erosão do solo em terrenos declivosos. Um total de 16 parcelas, metade com inclinação de 20° e a outra parte com 30° de desnível. Essas áreas foram recobertas com diferentes espécies, utilizando-se diferentes técnicas de plantio (semeadura direta; semeadura em sacos biodegradáveis preenchidos com solo e adubo mineral; e plantio de mudas) e com o número de indivíduos também distintos. Dentre essas espécies está o Manacá-da-Serra, ou *Tibouchina mutabilis* Cogn.



Figura 5. Fotografia das parcelas recém plantadas, em 1986.

Fonte: ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Manejo de bacias hidrográficas. In: HONDA, E. A.; GUENJI, Y. (Org). **25 anos de cooperação**. São Paulo: Imprensa oficial, 2005. p. 39.

Atualmente as parcelas estão totalmente recuperadas e cada árvore de Manacá com aproximadamente 10 metros de altura. A quantidade inicialmente plantada foi reduzida naturalmente devido à competição pelo espaço, luz, água e nutrientes.

Além de conhecimento e estruturas físicas, equipamentos japoneses de monitoramento perduram ao longo dos mais de 25 anos de cooperação, aparelhos que ainda são utilizados para pesquisas e cursos no laboratório dos quais diversos institutos usufruem do legado.

4. Material e Métodos

4.1. Área de Estudo

A área de estudo se localiza no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, no Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Cunha, na região leste do Estado de São Paulo. As coordenadas geográficas do parque estão entre os paralelos 23°13' e 23°16' de latitude sul e os meridianos 45°02' e 45°05' de longitude oeste, com altitude de 1040m a 1160m. A região é montanhosa, com encostas com declividade superior a 15°, sendo a vegetação original de Floresta Ombrófila Densa – Mata Atlântica. A área sofre forte influência da altitude e dos efeitos orográficos da Serra do Mar. Atualmente predomina a vegetação secundária em fase de regeneração (CICCO et al, 2007).

Anteriormente denominado Reserva Florestal de Cunha, o Núcleo Cunha foi criado junto com a inauguração do Parque Estadual Serra do Mar, em 1977. Possui mais de 13 mil hectares, abrigando a maior biodiversidade dentre os núcleos. A grande característica do núcleo são os ambientes de grandes altitudes (nebulares), onde ainda se encontram remanescentes de Mata Atlântica. O núcleo oferece diversos serviços ecossistêmicos para a região, como contribuição na qualidade do ar, proteção dos morros, encostas e solos, polinização, abrigo de mananciais e nascentes que abastecem cidades próximas, como Vale do Paraíba, até mais distantes, como Rio de Janeiro. Além disso, o parque é aberto à visitas, contendo trilhas de diferentes dificuldades, cachoeiras e centro de visitantes (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2018).

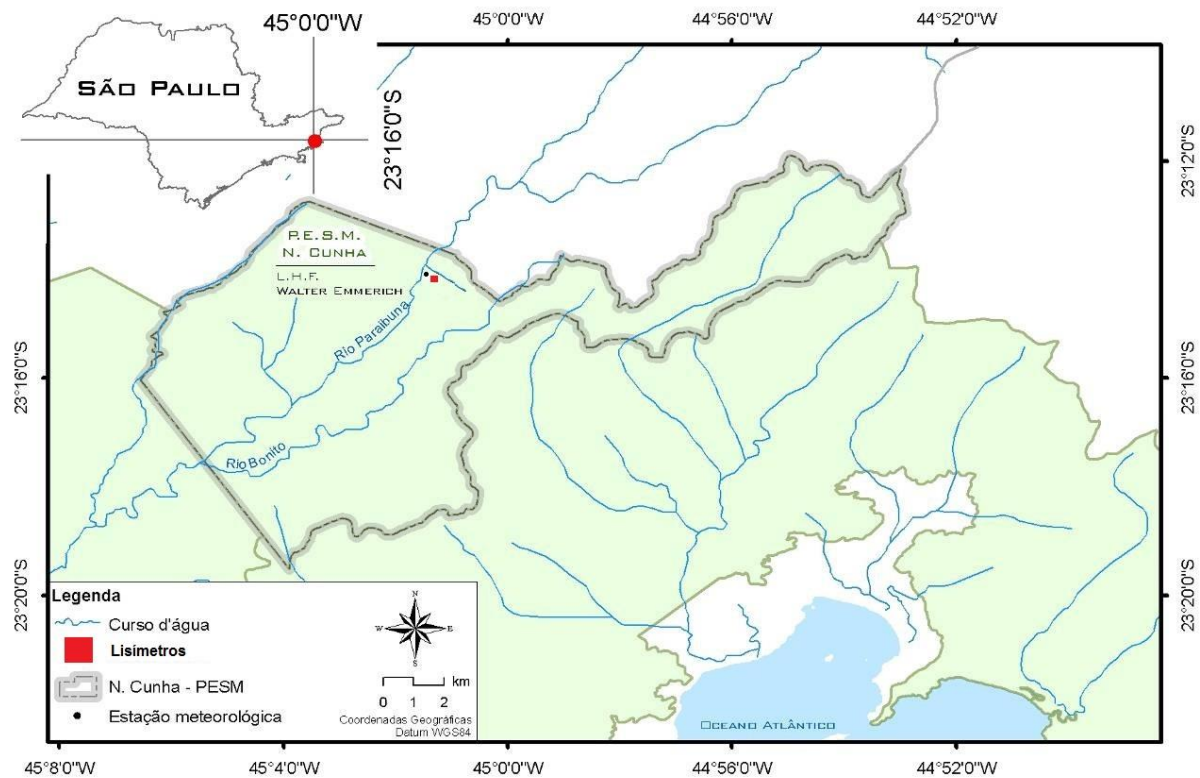


Figura 6. Localização geográfica do Parque no Estado de São Paulo.

Fonte: adaptado de ARCOVA, 2013.



Figura 7. Fotografia aérea do Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Cunha.

Fonte: <http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/nucleos/cunha/sobre/>. Acesso em: 20 maio. 2018.

No local de estudo existem duas parcelas de 7 metros de largura por 10 metros de comprimento, com duas inclinações, de 20° e 30°. Onde, há 30 anos, foram plantadas 70 mudas de *Tibouchina mutabilis* Cogn., em 7 linhas com espaçamento de aproximadamente 70 cm (JICA, 1986). O objetivo inicial do plantio foi a demonstração de técnicas de restauração com o intuito de contenção da erosão do solo. Atualmente o número de exemplares de Manacá-da-Serra diminuiu comparado à época do plantio.

A precipitação média anual no LHFWE é de 1.997 mm, de acordo com o registro histórico de 1982 a 2012. Com o tipo climático Cwb, clima temperado com chuvas no verão, inverno seco, temperatura média do mês mais quente de 22°C e a do mês mais frio de 18°C. As chuvas se distribuem de forma diferente nos períodos chuvosos (outubro a março) e menos chuvosos (abril a setembro), sendo os eventos mais intensos e concentrados no período chuvoso e mais uniformes e menos concentrados no período menos chuvoso (ARCOVA et al, 2018).

4.2. Material

Os materiais utilizados para o desenvolvimento da pesquisa foram: 11 pluviômetros da Nakaasa Corporation (contêm a abertura de 20 cm de diâmetro com uma peneira para evitar a obstrução da passagem por folhas e galhos, um recipiente de vidro para onde a água escoar, para possíveis casos de transbordo o recipiente está inserido em um suporte de metal que funciona como um balde, e se houver o transbordo desse balde existe o corpo externo do pluviômetro, totalizando a capacidade máxima de 400mm), provetas específicas para o pluviômetro utilizado (converte diretamente o volume em milímetros de chuva), suportes de PVC para sustentar os aparelhos na altura desejada, estacas de madeira, trena, barbante, nível e marreta, os 5 últimos itens mencionados auxiliaram na instalação dos pluviômetros.



Figura 8. Pluviômetro Nakaasa Corporation.
Fonte: acervo do autor, 2018.



Figura 9. Componentes do pluviômetro.
Fonte: acervo do autor, 2018.

Durante as medições, tabelas para uso em campo foram elaboradas contendo o número do pluviômetro, volume coletado, precipitação no aberto, data e hora da coleta.

4.3. Metodologia

Para quantificar a precipitação interna foram instalados 10 pluviômetros, 5 em cada parcela, fixados a 1,30 m do solo com auxílio de estacas e utilizando os suportes de PVC. Para a distribuição dos pluviômetros por parcela, uma bordadura de 1 m foi demarcada, resultando em uma área de 5 x 8 m, que foi subdividida em 4 retângulos iguais, dispondo um aparelho no centro de cada retângulo, e por fim um quinto pluviômetro no centro da parcela. O procedimento foi o mesmo para ambas as parcelas (figura 10).

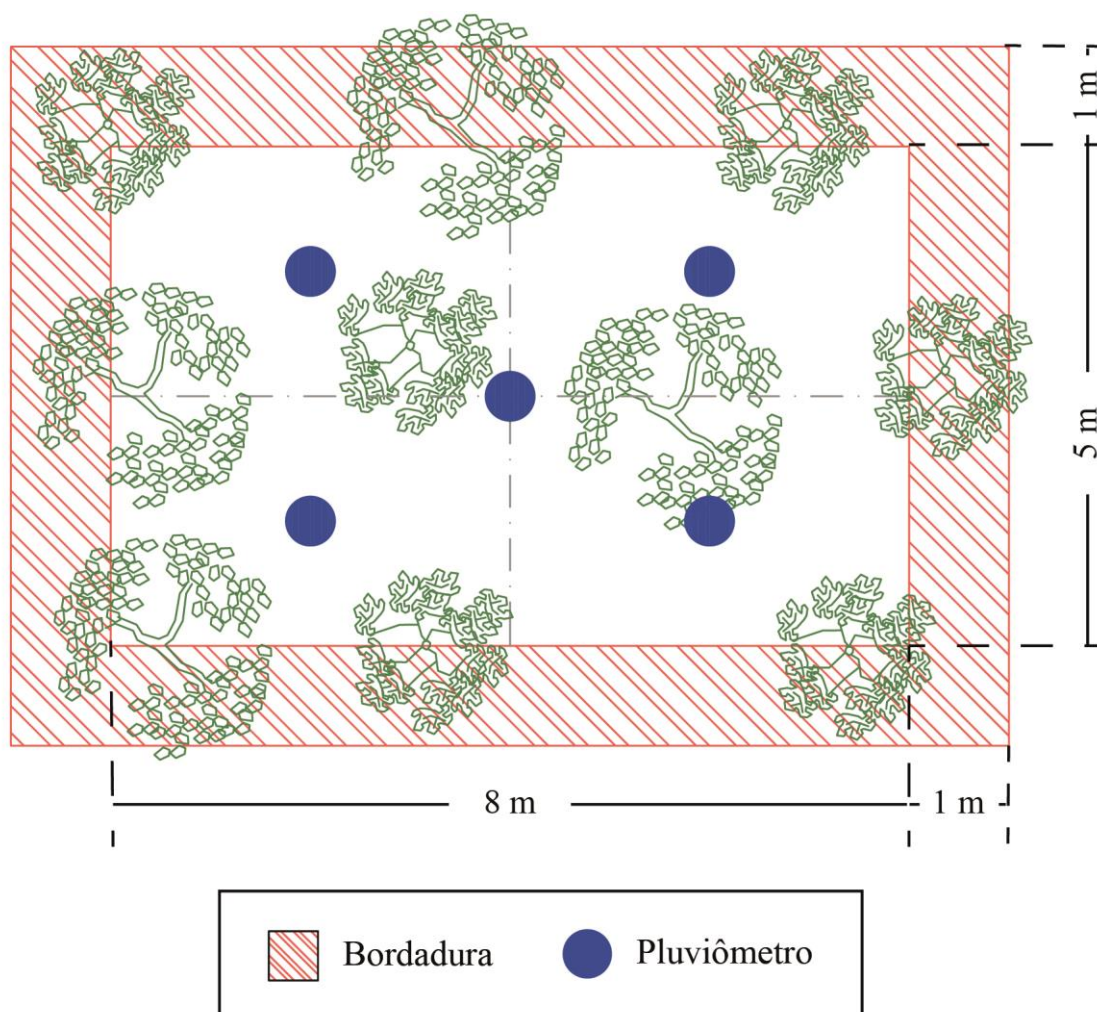


Figura 10. Representação da disposição dos pluviômetros em cada parcela.*Obs: as árvores são meramente ilustrativas.

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.



Figura 11. Pluviômetro instalado na parcela.
Fonte: acervo do autor, 2018.

A aproximadamente 100 m do local a ser estudado localiza-se o posto meteorológico do Laboratório, onde foi posicionado um pluviômetro, que determinou a precipitação no aberto, sem interação com a vegetação.

As coletas de dados dos pluviômetros foram feitas às segundas-feiras entre 8 e 9 horas da manhã, ou seja, semanalmente. A instalação dos equipamentos foi no dia 21 de fevereiro e a última coleta no dia 23 de abril.

O escoamento pelo tronco não foi quantificado pela indisponibilidade de material, dificuldade na medição e pelo baixo volume normalmente amostrado. Sendo assim, a interceptação foi estimada pela diferença entre a precipitação no aberto e a precipitação interna, conforme equação (1) abaixo (SOUZA et al, 2016):

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

onde: I = interceptação (mm); P = precipitação no aberto (mm), e P_i = precipitação interna (mm)

Os dados coletados foram digitalizados no programa Microsoft Excel[®] para a produção de gráficos, análise de estatísticas dos fluxos hídricos, e obtenção das regressões lineares e suas equações matemáticas.

5. Resultados e Discussão

Ao comparar a série histórica de precipitação com a atual, registrada pelo pluviógrafo da estação meteorológica (figura 12), verificamos que em fevereiro a altura foi cerca de 30 mm acima da média. Quanto aos meses de março e abril foram, respectivamente, 95 mm e 60 mm abaixo da média. No gráfico é possível verificar que os dados utilizados no presente trabalho foram os de transição do período chuvoso para o menos chuvoso.

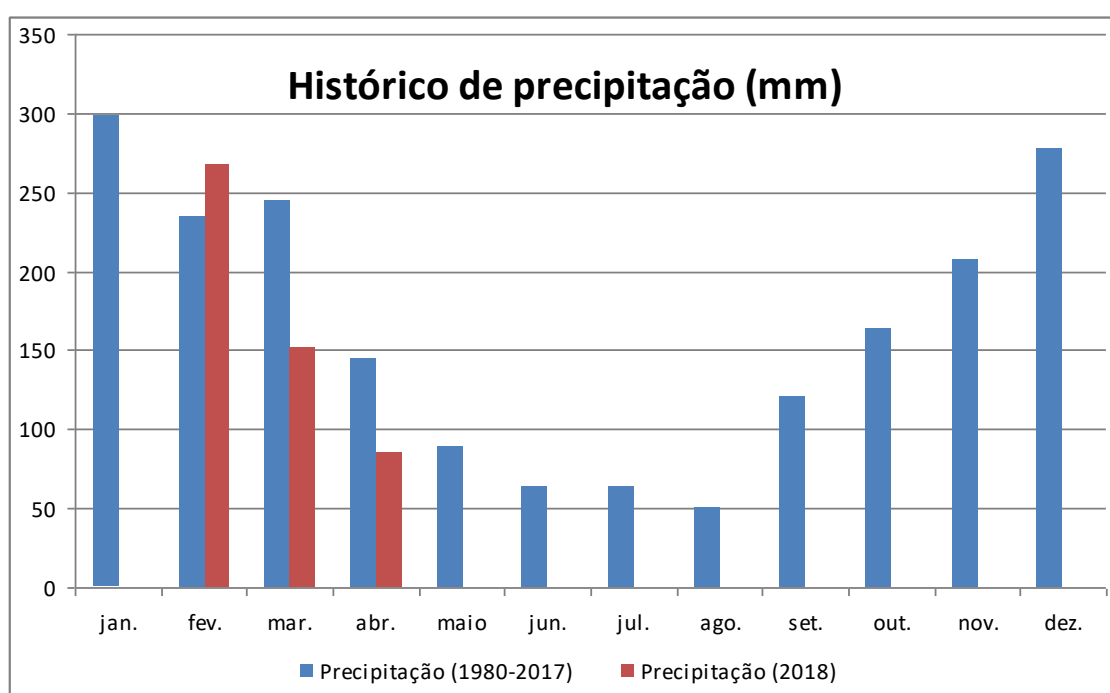


Figura 12. Histórico de precipitação no Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Cunha. Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

No período de 21 de fevereiro a 23 de abril de 2018 foram efetuadas 9 coletas. A precipitação no aberto totalizou 351,6 mm. A tabela 1 contém os valores semanais dos três processos hidrológicos analisados. Houve grande variação dos percentuais da precipitação interna (49,1% a 97,0%) e da interceptação (3,0% a 50,9%). A precipitação interna média e interceptação média somaram 276,1 mm e 75,5 mm, respectivamente, correspondendo a 78,5% e 21,5% da precipitação no aberto. Por esse ser o primeiro estudo de partição da chuva em Manacá-da-serra não há como comparar os valores ora obtidos com resultados de estudos anteriores. Porém, eles podem ser confrontados com os de outras fisionomias vegetais. A precipitação interna foi intermediária aos valores determinados na Mata Atlântica - MA

(47,6%-97,4%) e na Amazônia - AM (76,8%-91,0%), e a interceptação foi ligeiramente superior aos maiores valores observados na Mata Atlântica (MA=8,4%-20,6%), e se encontra dentro do intervalo para a Floresta Amazônica (AM=7,2%-22,6%) (GIGLIO; KOBIYAMA, 2013), como é possível observar na tabela 2. Há de se considerar que a interceptação pode ser menor que a estimada no presente estudo, uma vez que os fluxos de escoamento pelo tronco não foram medidos.

Tabela 1. Valores de precipitação no aberto, precipitação interna e interceptação.

Data	Precipitação no aberto	Precipitação Interna*		Interceptação	
	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
26/02/18	53,8	45,56	84,68	8,24	15,32
05/03/18	54,2	41,23	76,07	12,97	23,93
12/03/18	33,6	25,49	75,86	8,11	24,14
20/03/18	57,7	45,59	79,01	12,11	20,99
26/03/18	60,6	47,37	78,17	13,23	21,83
03/04/18	10	4,91	49,10	5,09	50,90
09/04/18	21	14,79	70,43	6,21	29,57
16/04/18	51,1	41,85	81,90	9,25	18,10
23/04/18	9,6	9,31	96,98	0,29	3,02
Total	351,6	276,1	78,53	75,5	21,47

*Média dos dez pluviômetros.

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 2. Tabela comparativa entre outros meios florestais.

Local	Pi (%)	I (%)	Et (%)
<i>Tibouchina mutabilis</i>	78,5	21,5	-
Ombrófila Densa (AM)	78,4	21,3	0,3
Estacional Semidecidual (MA)	81,6	17,1	1,2
Ombrófila Densa Mont. (MA)	80,7	18,2	1,1
Secundária Preservada (MA)	91,1	8,6	0,3
<i>Eucalyptus grandis</i>	78,4	14,3	7,3
<i>Pinus caribaea</i>	90,4	6,6	3
Mata Atlântica	47,6-97,4	8,4-20,6	0,2-3,3
Amazônia	76,8-91	7,2-22,6	0,6-1,8

MA = Mata Atlântica; AM = Amazônia

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

A regressão linear permite estimar valores da interceptação e da precipitação interna em função da precipitação no aberto. Os dados transcritos na figura 13 demonstram a correlação dos processos (em milímetros). Houve um bom ajuste dos modelos. A quantidade

de chuva foi responsável por aproximadamente 99% da variação da precipitação interna ($R^2=0,9884$) e 81% ($R^2=0,8058$) da interceptação. A tendência de elevada correlação entre a precipitação no aberto e a precipitação interna é dominante nos estudos de partição (LIMA, 1976; ARCOVA et al., 2003; SOUSA et al., 2016). Já a relação entre a precipitação no aberto e a interceptação é bastante variável. Em alguns tipos de vegetação foram encontrados valores baixos de R^2 e valores elevados em outros (TONELLO et al., 2014). Isso mostra que, além da quantidade de chuva incidente, a interceptação é influenciada por outros fatores ambientais.

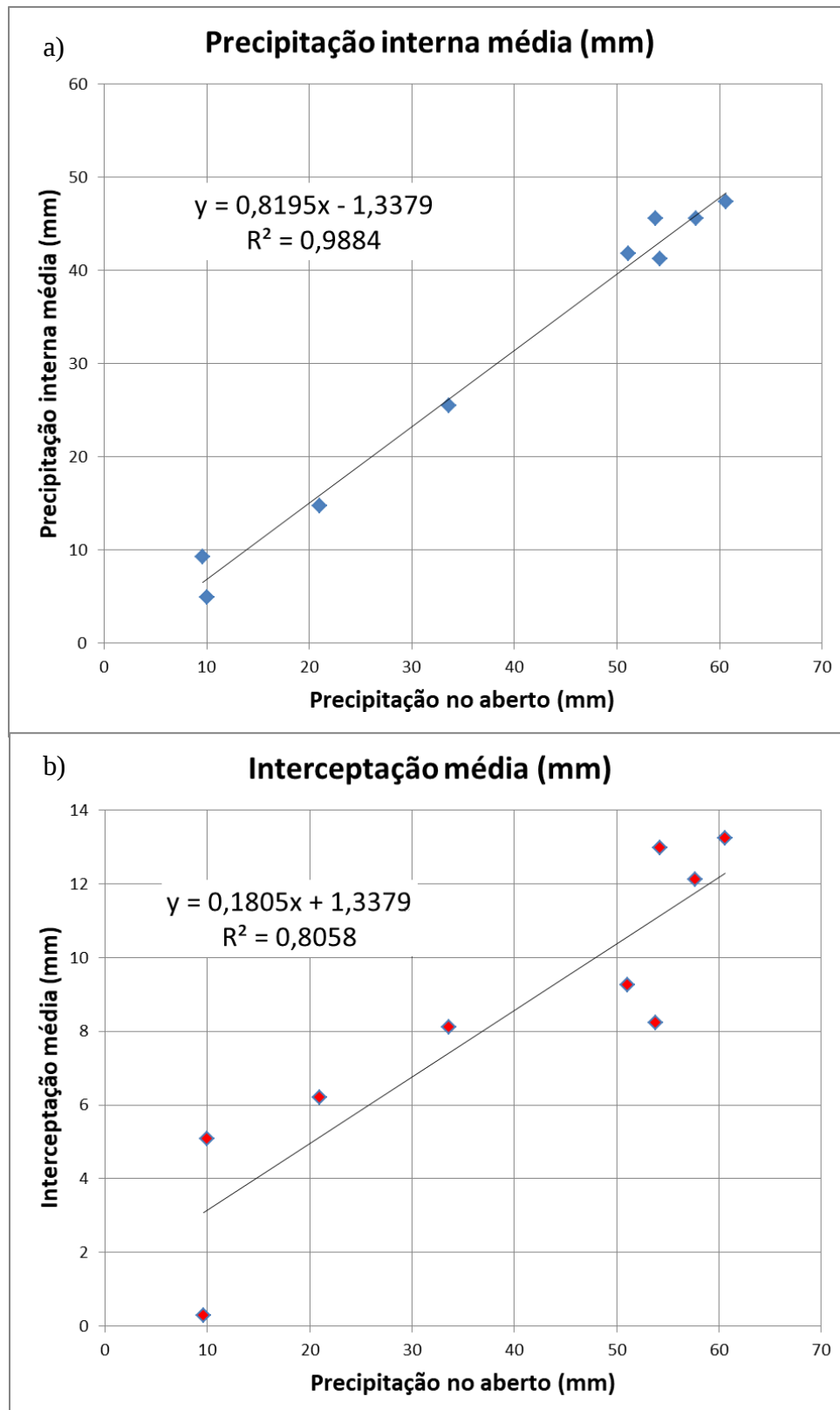


Figura 13. Regressão linear simples. a) entre precipitação interna (mm) e precipitação no aberto (mm); b) entre interceptação (mm) e precipitação no aberto (mm).

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

Para relacionar o volume de chuvas com a precipitação interna e a interceptação foi feita a análise dos valores em porcentagem com base na regressão linear logarítmica (figura 14). Os gráficos demonstram curvas inversas, onde a porcentagem da precipitação interna cresce com o aumento da precipitação no aberto e tende a se estabilizar em torno 80% para chuvas acima de 50 mm, enquanto a interceptação diminui para o mesmo aumento da precipitação no aberto até se estabilizar. Os valores da precipitação interna e da interceptação coletados no dia 23 de abril fugiram à tendência observada para toda a série de dados. A precipitação no aberto de 9,6 mm gerou precipitação interna de 9,3 mm (97%) e interceptação de apenas 0,3 mm (3%). Ao excluirmos esse dado as equações mostram bom ajuste, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,86. A tendência de estabilização dos percentuais de precipitação interna e da interceptação a partir de um patamar da quantidade de chuva foi observada por Cicco et al. (1986-1988). Em floresta secundária de Mata Atlântica, esses autores concluíram que para eventos de precipitação no aberto superiores a 40 mm houve incrementos mais suaves da precipitação interna, ficando praticamente constante em 80%. Para a interceptação a estabilização se deu em torno de 20%. Outras pesquisas corroboram essa tendência (GÊNOVA et al., 2007; Giglio, 2013).

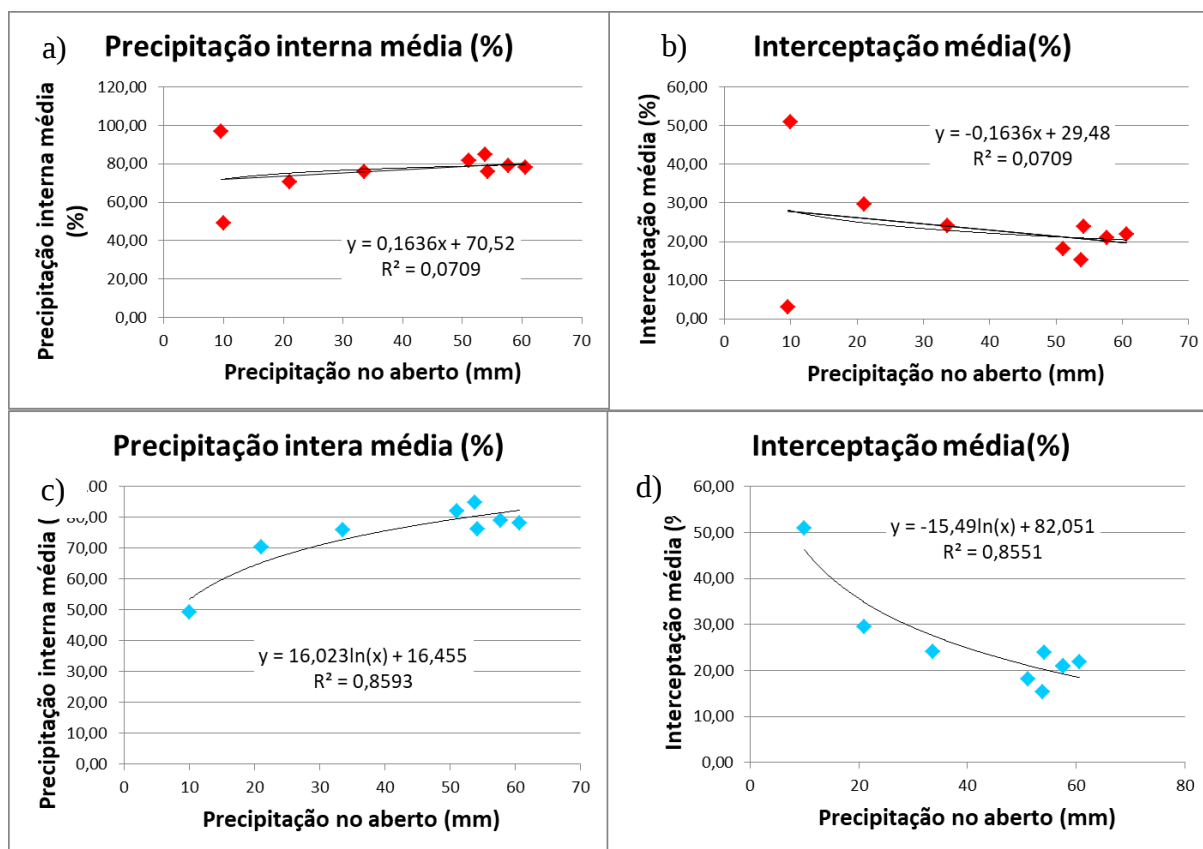


Figura 14. Regressão linear logarítmica. a) entre precipitação interna (%) e precipitação no aberto (mm); b) entre interceptação (%) e precipitação no aberto (mm); c) entre precipitação interna (%) e precipitação no aberto (mm), sem o dado de 23 de abril; d) entre interceptação (%) e precipitação no aberto (mm), sem o dado de 23 de abril.

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

É possível observar na tabela 2 a quantidade de chuva medida em cada pluviômetro instalado dentro do plantio, e seu valor em porcentagem em relação ao total da precipitação no aberto, junto com o número de eventos e a frequência de precipitação interna superior à precipitação no aberto. Notam-se valores destoantes de três aparelhos. Os pluviômetros 3 e 8 apresentam interceptação negativa, uma vez que o volume da precipitação interna registrado é maior que a precipitação no aberto, como apontado também em outros estudos em regiões montanhosas (ARCOVA et al, 2018; SOUZA et al, 2016). Isto se deve à provável convergência de fluxos de água por galhos e folhas para o local onde os aparelhos foram instalados. Outra possível situação é o entrelaçamento de galhos criando caminhos preferenciais e gotejamento da água (TONELLO et al, 2014).

Tabela 2. Registro da precipitação interna por pluviômetro.

Pluviômetro	Nº eventos	Pi>P	Total (mm)	Pi (%)
1	9	0	277,4	78,90
2	9	0	264,2	75,14
3	9	8	401,1	114,08
4	9	0	237,2	67,46
5	9	0	74,6	21,22
6	9	0	265,3	75,46
7	9	0	225,1	64,02
8	9	3	355,7	101,17
9	9	3	341,7	97,18
10	9	0	318,7	90,64

Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

O mesmo desvio pode diminuir a quantidade de chuva coletada, como se nota no pluviômetro 5, cujos valores estão muito abaixo da média, resultado da influência da vegetação situada acima do aparelho. No caso, a presença de uma bromélia impede que a água da chuva alcance o pluviômetro ao acumulá-la em seu interior. Ademais, folhas largas divergem a água que chegaria ao aparelho.



Figura 15. Fotografia da bromélia sobre o pluviômetro.

Fonte: acervo do autor, 2018.

6. Conclusões

De 21 de fevereiro a 23 de abril de 2018 a precipitação no aberto totalizou 351,6 mm, a precipitação interna média foi de 276,1 mm, e a interceptação média foi estimada em 75,5 mm, esses valores correspondem, respectivamente, a 78,53% e 21,47% da precipitação no aberto para o plantio de *Tibouchina mutabilis* Cogn. no PESM - Cunha. A partir disso podemos afirmar que a precipitação interna do plantio se enquadra nos valores registrados na Mata Atlântica, onde o estudo foi realizado. Quanto à interceptação observamos que se enquadra aos valores mais altos do mesmo bioma.

A precipitação interna possui forte relação linear simples com a precipitação no aberto como demonstrado pelo coeficiente de determinação obtido ($R^2 = 0,99$). E a interceptação confere um ajuste confiável de R^2 (0,81), logo sua relação também é expressiva.

Quanto às regressões lineares logarítmicas (alcançadas com análise entre as porcentagens da precipitação interna e da interceptação; e a precipitação no aberto em milímetros), é possível observar uma tendência de estabilização para os dois processos estudados através de um coeficiente com bom ajuste, de aproximadamente 0,85 para ambos os processos. Portanto, podemos concluir que existe um ponto em que a proporção de água precipitada internamente e interceptada se torna constante, que fica entre 80% e próximo a 20%, respectivamente, para chuvas acima de 50 mm. Então, a partir destas equações, é possível simular o comportamento e tendências da área recuperada para determinadas chuvas.

Por fim conclui-se que a área recuperada com *Tibouchina mutabilis* Cogn. possui a tendência de afetar a distribuição de água de forma relevante, que se enquadra dentro dos valores registrados na Mata Atlântica, com taxas levemente superiores de interceptação para o tipo de vegetação.

7. Considerações Finais

A pesquisa demonstrou a tendência da partição da chuva em uma área recuperada com *Tibouchina mutabilis* Cogn., contudo é necessário que o estudo continue coletando dados por pelo menos um ano completo, sendo possível avaliar aspectos referentes à sazonalidade. Seria interessante também, quantificar o escoamento pelo tronco da espécie para se obter o valor da precipitação efetiva, portanto, informações mais precisas da interceptação.

O dado que se destacou fora da curva merece ser analisado com maiores detalhes, pois existem diversos motivos que podem ter trazido este resultado. É importante saber se é preciso considerá-lo ou se foi apenas algum erro de medição.

No LHFWE se encontram outras parcelas com maior densidade de Manacás-da-Serra inicialmente plantados, não se deve descartar a possibilidade de pesquisas futuras para comparar valores encontrados a partir deste trabalho.

8. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Gestão da água**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/porta/ANA/gestao-da-agua>>. Acesso em: 04 maio 2018

ARCOVA, F. C. S. **Balanço hídrico, características de deflúvio e calibragem de duas microbacias hidrográficas na Serra do Mar, SP**. 155 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais, Piracicaba: ESALQ, 1996.

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

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**. 175 f. Tese (Doutorado em Geografia Física, FFLCH), São Paulo: USP, 2013.

ARCOVA, F. C. S.; RANZINI, M.; CICCIO, V. Partitioning of rainfall in experimental plantations of *Eucalyptus urophylla* e *Pinus elliottii*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 383-392, jul/set. 2018.

BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, Á. F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v. 4, n. 1, jan/abr 2008.

BRUIJNZEEL, L. A. Hydrology of tropical montane cloud forests: a reassessment. **Land use and water research**, Newcastle, v. 1, p. 1-18, 2001.

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

CICCO, V.; ARCOVA, F. C. S.; RANZINI, M.; SANTOS, J. B. A.; FORTI, M. C. Recursos hídricos na Mata Atlântica: estudo de caso do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha – SP. In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico. **Anais...** Taubaté: IPABHi, 2007, p. 25-33.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. **Gestão Comitês**. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/GestaoComites.aspx>>. Acesso em: 04 maio 2018

CROCKFORD, R. H.; RICHARDSON, D. P. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. **Hydrological Processes**, Amsterdam, v. 14, p. 2903-2920. 2000.

FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J.; DALLAROSA, R. L. G. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. **ACTA Amazônica**, Manaus, v. 35, p. 55-62, 2005.

FLEISCHBEIN, K.; WILCKE, W.; GOLLER, R.; BOY, J.; VALAREZO, C.; ZECH, W.; KNOBLICH, K. Rainfall interception in a lower montane Forest in Ecuador: effects of canopy properties. **Hydrological Processes**, Amsterdam, v. 19, p. 1355-1371, 2005

GALIZONI, F. M. **Águas da vida: população rural, cultura e água em Minas Gerais**. 192 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais), Campinas: UNICAMP, 2005.

GASPAROTO, E. A. G.; TONELLO, K. C.; SHINZATO, E. T.; VALENTE, R. O. A. Throughfall in different forest stands of Iperó, São Paulo. **Revista Cerne**, Lavras, v 20, n. 2, p. 303-310, abr/jun. 2014.

GÊNOVA, K. B.; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de Cerrado. **Revista do Instituto Florestal**. v. 19, n. 2, p. 189-200, 2007.

GIGLIO, J. N. **Interceptação da chuva em pequena bacia experimental coberta por floresta ombrófila mista**. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Florianópolis: UFSC, 2013.

GIGLIO, J. N.; KOBİYAMA, M. Interceptação da chuva: uma revisão com ênfase no monitoramento em florestas brasileiras. **Revista RBRH**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 297-317, abr/jun. 2013.

HIBBERT, A. R. Forest treatment effects on water yield. In: SOPPER, W. E.; LULL, H. W. **Forest hydrology**, New York: Pergamon, 1967, p. 527-543.

HONDA, E. A.; YAMAZOE, G. **25 Anos de cooperação JICA – Instituto Florestal**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2005.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **Synthetic report of the Japanese technical cooperation for the forestry research in São Paulo, Brazil**, Tsukuba, 1986.

JARVIS, P. G.; STEWART, J. B. Evaporation of water from plantation forest. In: FORD, E. D.; MACOLM, D. C.; ATTERSON, J. **The ecology of even-aged forest plantations**. Cambridge: Institute of Terrestrial Ecology, 1979.

JÚNIOR, J. C. O.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundária da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 9-15, 2005.

KOBİYAMA, M. Manejo de bacias hidrográficas: conceitos básicos. In: Curso de Manejo de bacias hidrográficas sob a perspectiva florestal, **Apostila...** Curitiba: FUPEF, 1999. p. 29-31.

KOBİYAMA, M.; FRUET, D.; BARCELLOS, M.; ZILIOTTO, M. A. Avaliação do balanço hídrico em uma pequena bacia experimental caracterizada por reflorestamento de pinus através de monitoramento e modelagem. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia. **Anais...** São Luís: UFMA, 2004, p. 1-7.

KOBİYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenções de desastres naturais: Conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006, p. 100-107.

LEOPOLDO, P. R.; CONTE, M. L. Repartição da água de chuva em cobertura vegetal com características de cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS E SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES METROPOLITANAS. **Anais...** São Paulo, 1985: ABRH, v. 3, p. 212-220.

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

LIMA, W. P.; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e intercepção de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **Revista IPEF**, Piracicaba, n. 24, p.43-46, ago. 1983.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO, H. F. **Matas Ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2000, p.33-44.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de estudos da flora, v. 1, p. 254. 2002.

LORENZON, A. S.; DIAS, H. C. T.; TONELLO, K. C. Escoamento da água da chuva pelo tronco das árvores em uma floresta estacional semidecidual. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 423-430, 2015.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M.; MEDIONDO, E. M.; OBRÉGON, G.; SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014 – 2015 de São Paulo. **Revista USP**, São Paulo, n. 106, p. 31-44, jul/ago/set 2015.

MOURA, A. E. S. S.; CORREA, M. M. SILVA, E. R.; LIMA, G. S.; SENA, J. R. FIGUEIRÊDO, A. C. Precipitação efetiva nos períodos chuvoso e pouco chuvoso em um fragmento de Mata Atlântica, Recife – PE. **Revista RBRH**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 7-16, out/dez 2012.

PELLEGATTI, C. H. G.; GALVANI, E. Avaliação da precipitação da Serra do Mar – SP em eventos de diferentes intensidade e duração. **Revista Espaço e tempo**, São Paulo, n. 27, p. 147-158, 2010.

ROUSELL, M. **Protecting water resources: the role of forests**. Ontario: Eastern Ontario Model Forest, 2005.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Parque Estadual Serra do Mar Núcleo Cunha: Sobre o Núcleo**. Disponível em: <<http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pe-sm/nucleos/cunha/sobre/>>. Acesso em 10 maio 2018.

SOUSA, R. C.; RANZINI, M.; ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; CÂMARA, C. D. Redistribuição da chuva pelas copas das árvores em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) no Parque Estadual da Serra do Mar, Cunha – SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 27-38, jun. 2011.

SOUSA, R. C.; RIZZI, N. V.; RANZINI, M.; ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; SILVA, L. R. Interceptação pluviométrica pelo dossel de floresta ombrófila mista alto-montana no Parque Estadual Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 243-250, abr/jun. 2016.

SIMÃO, E. **Estudo da germinação de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (MELASTOMATACEAE)**. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Rio Claro: UNESP, dez. 2005.

SIMÃO, E.; NAKAMURA, T. A.; TAKAKI, M. época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (vell.) Cogn. (Melastomataceae). **Biota Neotropica**, Campinas, v. 7, n 1, jan/abr. 2007. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n1/pt/abstract?article+bn01507012007> ISSN 1676-0603>. Acesso em 03 maio 2018.

TABERELLI, M.; MANTOVANI, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma floresta atlântica Montana. **Revista Brasileira de Biologia**. São Carlos, v. 59, n. 2, p. 251-261, jun 1999.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, v. 11, n. 1, p. 137-157, 2007.

TONELLO, K. C; GASPAROTO, E. A. G.; SHINZATO, E. T.; VALENTE, R. O. A.; DIAS, H; C; T; Precipitação efetiva em diferentes formações florestais na Floresta Nacional de Ipanema. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 38, n. 2, p. 383-390, 2014.

TUCCI, C. E. M., BERTONI, J. C., **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

VILANOVA, M. R. N. Tendências hidrológicas anuais e sazonais na bacia do Rio Paraibuna, Parque Estadual da Serra do Mar (SP). **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 301-316, maio/ago 2014.