

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA EM FLORESTA  
ESTACIONAL DECIDUAL EM SANTA MARIA, RS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Elis Helene de Andrade Deon**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

# **INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL EM SANTA MARIA, RS**

**Elis Helene de Andrade Deon**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Área de Concentração em Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Ambiental.**

**Orientador: João Batista Dias de Paiva, Dr.**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Deon, Elis Helene de Andrade  
Interceptação da Chuva em Floresta Estacional Decidual  
em Santa Maria, RS / Elis Helene de Andrade Deon.-2015.  
61 p.; 30cm

Orientador: João Batista Dias de Paiva  
Coorientadora: Eloisa Maria Calduro Dias de Paiva  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Ambiental, RS, 2015

1. Precipitação Incidente 2. Precipitação Interna 3.  
Escoamento pelo Tronco 4. Interceptação I. de Paiva, João  
Batista Dias II. de Paiva, Eloisa Maria Calduro Dias  
III. Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Elis Helene de Andrade Deon. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: elishdeon@gmail.com

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA EM FLORESTA  
ESTACIONAL DECIDUAL EM SANTA MARIA, RS**

elaborada por  
**Elis Helene de Andrade Deon**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Ambiental**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**João Batista Dias de Paiva, Dr.  
(Presidente/Orientador)**

**Irani dos Santos, Dr. (UFPR)**

**Francisco Forgiarini Rossarolla, Dr. (UFSM)**

**Santa Maria, 29 de Janeiro de 2015**

Ao meu falecido pai que sempre me fez ver que o  
conhecimento é a base de tudo.

## AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos por DEUS, já que Ele colocou pessoas tão especiais a meu lado, sem as quais certamente não teria dado conta!

Aos meus filhos Bernardo e Natália, pelo amor incondicional, paciência, carinho e compreensão da minha ausência em muitos momentos.

A minha mãe Vera e meu padrasto Fidel, meus irmãos Larianne e Marcelo pelo apoio em minhas decisões e compreensão nos momentos de angústia.

Aos meus orientadores Professora Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva (*in memoriam*) e ao Professor João Batista Dias de Paiva pela oportunidade e orientação na realização do presente trabalho e pelo apoio.

A Professora Jussara Cabral Cruz pela oportunidade e orientações quando ministrei docência orientada, e ao aluno da Engenharia Civil Junior Felice.

A Universidade Federal de Santa Maria, pelo ensino gratuito e de qualidade proporcionado ao longo do ensino médio, da graduação e da pós-graduação.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, o coordenador Professor Daniel Alasia e secretárias Claudiane e a Rosa.

Ao Seu Amaral (*in memoriam*) e ao Professor Maciel, proprietários das áreas experimentais;

Aos amigos do mestrado, em especial ao Rafa, Rê, Dani, Diego, Graci, Larissa, Joana e Marianne ....Obrigada por dividirem comigo as angústias e alegrias e ouvirem minhas bobagens. Foi bom poder contar com vocês!

A Mariana Barros e família pela força e apoio com as crianças;

Aos meus colegas de graduação, Kelen, Jana, Gica, Jéssica e Jardel. Acreditem mais uma vez fiz jus ao apelido carinhoso, Fênix.

A todas as pessoas que me ajudaram nas árduas atividades de campo e de laboratório.

A todas as demais pessoas que não foram citadas, mas que contribuíram de forma construtiva ou não no desenvolvimento desta pesquisa, com certeza vocês também impulsionadores para o alcance desse objetivo.

Ao CNPq, à CAPES e ao RHIMA, pelo suporte financeiro na realização desta pesquisa.

**Isso também vai passar!**  
**Chico Xavier**

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental  
Universidade Federal de Santa Maria

### INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL EM SANTA MARIA, RS

Autor: Elis Helene de Andrade Deon  
Orientador: João Batista Dias de Paiva  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de janeiro de 2015.

Em regiões de florestas nativas a interceptação da precipitação pela vegetação é um importante variável no balanço hídrico. Esta pesquisa analisou o processo de interceptação em duas áreas de floresta estacional decidual, na região de Santa Maria - RS, na cabeceira da bacia do Rio Vacacaí Mirim. As variáveis monitoradas no período de março/2013 a março/2014 foram: precipitação incidente, escoamento pelo tronco e precipitação interna. A precipitação incidente foi monitorada por um pluviógrafo tipo cubas-basculantes e por um pluviômetro. A precipitação interna foi monitorada nas duas áreas (I e II), com dimensões de 12 m x 50 m e 13 m x 45 m, respectivamente. As estacas foram instaladas a 40 ou 60 cm do solo. Nas duas áreas foram alocadas 101 estacas para disposição de 40 interceptômetros, sendo que 20 permaneceram fixos e 20 foram rotacionados. O escoamento pelo tronco foi determinado por meio de monitoramento do escoamento em três árvores escolhidas dentro de cada área e a interceptação foi calculada pela diferença entre precipitação e a soma da precipitação interna e o escoamento pelo tronco. O maior valor de interceptação foi verificado na área I. O escoamento pelo tronco na área II foi inferior aos valores verificados por outros autores, revelando que essa variável não pode ser descartada o estudo da interceptação. Já as faixas de variação de precipitação interna e da interceptação ficaram próximas àquelas registradas em outros estudos. As médias da precipitação interna por interceptômetros fixos e móveis não foi significativa. A interceptação na área experimental I foi 46,63% da precipitação incidente e na área experimental II foi 43,93% da precipitação incidente. Os resultados mostraram que a interceptação é um componente fundamental do ciclo hidrológico e, em geral, subestimada pelos modelos hidrológicos. A pesquisa conclui que o estudo da interceptação em solos com cobertura florestal é fundamental para a determinação do balanço hídrico de determinada área.

**Palavras-chave:** Precipitação Incidente; Precipitação Interna; Escoamento pelo Tronco; Interceptação.



## **ABSTRACT**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental  
Universidade Federal de Santa Maria

### **RAIN INTERCEPTION IN DECIDUOUS FOREST IN SANTA MARIA, RS**

Author: Elis Helene de Andrade Deon  
Advisor: João Batista Dias de Paiva  
Santa Maria, January 29<sup>th</sup>, 2015.

In areas of native forests, interception of rain precipitation through the vegetation is an important variable of the water balance. This research analyzed the interception process in two areas of deciduous forest at Santa Maria – RS; along river Vacacaí Mirim. The variables monitored from March / 2013 to March / 2014 were: incident precipitation, stemflow and throughfall. The incident precipitation was monitored by a rain gauge type vats-tipper and a rain gauge, and also checked by INMET. The internal precipitation was monitored in both areas (I and II), with dimensions of 12 m x 50 m and 13 m x 45 m respectively. The stakes were installed at 40 or 60 cm of height. In both areas 101 stakes were allocated for disposal of 40 interceptômetros. There were 20 of these remained fixed and 20 were rotated. The stemflow was determined by monitoring the flow in three trees chosen within each area and the interception was calculated as the difference between precipitation and the sum of throughfall and stemflow. The highest interception was found in the area I. The stemflow in area II was lower as reported by other authors, showing that this variable can not be ruled of interception study. The internal precipitation variation ranges and interception were similar to those reported in other studies. The average of rainfall for the internal fixed and mobile interceptômetros was not significant. The interception in the experimental area I was 46.63% of the incident rainfall and the experimental area II was 43.93% of the incident rainfall. The results showed that the interception is a key component of the hydrological cycle and generally underestimated by hydrological models. The research concludes that the study of interception in soils with forest cover is essential for determining the water balance of an area.

**Keywords:** Incident Precipitation; Internal Precipitation; Stemflow; Interception.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das áreas experimentais, inseridas na bacia do Vacacaí Mirim. ....	24
Figura 2 - Pluviógrafo eletrônico, localizado na área experimental II. ....	25
Figura 3 - Pluviômetro localizado na área experimental I. ....	25
Figura 4 - Localização das áreas de estudo e da estação meteorológica automática do INMET/UFSM. ....	27
Figura 5 - Imagem detalhada, com delimitação aproximada de cada área experimental. ....	27
Figura 6 - Componentes do interceptômetro. ....	29
Figura 7 - Interceptômetro utilizados para captação da precipitação interna, instalado na área experimental II. ....	30
Figura 8 - Croqui da área experimental I. ....	31
Figura 9 - Croqui da área experimental II. ....	32
Figura 10 - Pesagens das coletas. ....	35
Figura 11 - Troncos arbóreos na área experimental I. ....	36
Figura 12 - Troncos arbóreos na área experimental II. ....	37
Figura 13 - Precipitações por coletas através dos dados do INMET, do pluviógrafo e do pluviômetro instalado na área I. ....	40
Figura 14 - Comportamento do escoamento pelo tronco em função da precipitação incidente (total), na área experimental I. ....	49
Figura 15 - Comportamento do escoamento pelo tronco em função da precipitação incidente (total) na área experimental II. ....	50
Figura 16 - Gráfico da relação entre interceptação e precipitação total, na área I. ..	54
Figura 17 - Gráfico da relação entre interceptação e precipitação total, na área II. .	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tamanho e tipologia florestal das áreas experimentais. ....	26
Tabela 2 - Altitude das áreas de estudo e da estação meteorológica localizada na UFSM. ....	26
Tabela 3 - Resumo das características do processo de monitoramento em cada área. ....	30
Tabela 4 - Resumo do número de coletas de precipitação interna para cada estaca na área I. ....	33
Tabela 5 - Resumo do número de coletas de precipitação interna para cada estaca na área II. ....	33
Tabela 6 - Espécies arbóreas em que foi realizado escoamento pelo tronco. ....	35
Tabela 7 - Diâmetro dos troncos selecionados para monitoramento do escoamento pelo tronco, medidos a 1,50 m da superfície do solo CAP - Diâmetro do tronco a 1,50 m da superfície do solo (m). ....	37
Tabela 8 - Raio médio das copas dos troncos selecionados para monitoramento do escoamento pelo tronco nas áreas estudadas. ....	38
Tabela 9 - Precipitações em milímetros nos pontos monitorados. ....	39
Tabela 10 - Resumo dos resultados da precipitação interna em milímetros, por coleta nos interceptômetros fixos, área experimental I. ....	41
Tabela 11 - Resumo dos resultados da precipitação interna em milímetros, por coleta nos interceptômetros fixos, área experimental II. ....	42
Tabela 12 - Resumo dos resultados da precipitação interna em milímetros, por coleta nos interceptômetros móveis, área experimental I. ....	43
Tabela 13 - Resumo dos resultados da precipitação interna em milímetros, por coleta nos interceptômetros móveis, área experimental II. ....	44
Tabela 14 - Resumo do resultado da precipitação interna entre os interceptômetros fixos e móveis nas duas áreas experimentais. ....	45
Tabela 15 - Período e precipitação interna média em milímetros, por coleta na área experimental I e II. ....	46
Tabela 16 - Resumo dos valores encontrados e o período para a variável escoamento pelo tronco nas coletas monitoradas na área I. ....	47
Tabela 17 - Resumo dos valores encontrados e o período para a variável escoamento pelo tronco nas coletas monitoradas na área II. ....	48
Tabela 18 - Escoamento pelo tronco registrado para os três troncos monitorados na área. ....	51
Tabela 19 - Escoamento pelo tronco registrado para os três troncos monitorados na área. ....	51
Tabela 20 - Resultados da variável interceptação em milímetros e em porcentagem para cada coleta, na área experimental I. ....	53
Tabela 21 - Resultados da variável interceptação em milímetros para cada coleta, na área experimental II. ....	55

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	15
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	15
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
<b>3.1 Bioma Mata Atlântica</b> .....	16
<b>3.2 Floresta Estacional Decidual</b> .....	17
<b>3.3 Ciclo hidrológico e balanço hídrico</b> .....	18
<b>3.3 Influência hidrológica na interceptação e cobertura florestal</b> .....	20
<b>3.4 Precipitação pluviométrica e interceptação</b> .....	21
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	23
<b>4.1 Descrição das áreas experimentais</b> .....	23
<b>4.2 Monitoramento da precipitação e das variáveis meteorológicas</b> .....	24
<b>4.3 Monitoramento da precipitação interna</b> .....	26
<b>4.4 Monitoramento do escoamento pelo tronco</b> .....	35
<b>4.5 Determinação da interceptação</b> .....	38
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	39
<b>5.1 Precipitação incidente</b> .....	39
<b>5.2 Análise da precipitação interna</b> .....	41
<b>5.3 Análise do escoamento pelo tronco</b> .....	47
<b>5.4 Análise da interceptação</b> .....	52
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	57
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	58

# 1 INTRODUÇÃO

A natureza disponibiliza recursos renováveis como a água e a floresta, dando ao homem acesso a eles para que os utilize nas mais diversas necessidades. A água é utilizada para diversos tipos de abastecimentos, mesmo que o público seja prioritário, demais demandas como o abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, lazer, aquicultura, geração de energia elétrica, entre outros mais variados, entram também na divisão desse recurso.

Por sua vez, a floresta também se apresenta como de usos múltiplos pelo homem ao longo da sua história. Embora seu potencial madeireiro tenha sido o mais explorado, inúmeros outros produtos e subprodutos tiveram e ainda têm importante significado econômico. Além disso, a floresta apresenta valor de uso também em função de outros serviços que presta, como o da conservação da água, em qualidade e vazão.

Diante da realidade dos fatos, a disponibilidade hídrica encontra-se cada vez mais no foco da atenção social e econômica, devido a recorrentes problemas influenciados pelo crescimento populacional. As atividades antropogênicas aliadas ao uso desordenado do solo acabam comprometendo a qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Nesse contexto destaca-se o Bioma Mata Atlântica que, tendo ocupado cerca de 15% do território nacional, atualmente está reduzido a 7% da sua cobertura original, sendo considerada uma das áreas mais ricas em biodiversidade e mais ameaçada do Brasil, onde 60% da população brasileira vive em seus limites. Ela garante o abastecimento de água para cerca de 112 milhões de pessoas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013).

A cobertura florestal apresenta estreita relação com o ciclo hidrológico em uma bacia hidrográfica. A floresta atua no recebimento da chuva através de sua copa, iniciando o processo de fracionamento, sendo uma parte retida temporariamente pela árvore, sem chegar ao solo da floresta, e outra evaporada para a atmosfera. A interceptação corresponde a uma das variáveis do balanço hídrico, sendo também responsável pela relação de disponibilidade, variabilidade e planejamento do uso dos recursos hídricos de um local. A soma desse processo com o restante da água da

chuva que chega ao solo por precipitação interna ou escoamento pelo tronco das árvores é denominada de precipitação efetiva (ARCOVA *et al.*, 2003).

O formato da cobertura vegetal, a área foliar e a estrutura da casca são considerados fatores-chaves para se determinar a capacidade de armazenamento da água pela vegetação. Dentre os fatores que interferem na interceptação destacam-se: características da precipitação (intensidade, volume precipitado, chuva antecedente), condições climáticas, tipo e densidade da vegetação, grau de desenvolvimento vegetal e período do ano (TUCCI, 2002).

A característica da chuva para Nalon e Vellardi (1993) é de grande importância. Em seus estudos foi verificado que um período caracterizado por apresentar chuva com pouca abrangência territorial, intensidade e frequência baixa, foi o que registrou maior taxa de interceptação.

Na floresta, a interceptação da água acima do solo garante a formação de novas massas atmosféricas úmidas, enquanto a precipitação interna atinge o solo e suas folhas. De toda a água que chega ao solo, uma parte tem escoamento superficial, chegando de alguma forma aos cursos d'água ou aos reservatórios de superfície. A outra parte sofre armazenamento temporário por infiltração no solo, podendo ser liberada para a atmosfera, manter-se como água no solo por mais algum tempo ou percolar como água subterrânea. De qualquer forma, a água armazenada no solo que não for evapotranspirada, termina alimentando os mananciais hídricos e possibilita os seus usos múltiplos.

Estudos relacionados à interceptação da água da chuva pela vegetação em florestas, ainda são necessários, porém alguns pesquisadores relatam que a floresta nativa, entre os ecossistemas vegetais, atua no ciclo hidrológico de maneira mais significativa, pois proporciona melhores condições de infiltração da água da chuva (OLIVEIRA JÚNIOR e DIAS, 2008).

Pesquisas que tragam dados sobre interceptação pluvial são de grande relevância, visto que ajuda a definir a quantidade de chuva captada, sendo fundamental no cálculo do balanço hídrico. O monitoramento da interceptação se faz importante ainda para acompanhar o grau de cobertura vegetal e sua eficiência na atividade de retenção da água, e também no surgimento de eventuais problemas como a erosão do solo.

Esta pesquisa foi realizada com o intuito de dar continuidade ao monitoramento realizado por Sari (2011), proporcionando maior número de dados necessários à calibração de futuras modelagens nas determinadas bacias, a partir da compreensão dos seus processos hidrológicos.

Este estudo faz parte do projeto intitulado “Rede de Pesquisa em Monitoramento e Modelagem de Processos Hidrossedimentológicos em Bacias representativas Rurais e Urbana do Bioma Mata Atlântica” (RHIMA), com a participação do Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (GHIDROS/UFSM).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar o processo de interceptação da chuva em duas áreas experimentais em Floresta Estacional Decidual, inserida no Bioma Mata Atlântica em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- a) Monitorar as variáveis relacionadas à interceptação da chuva: precipitação incidente total, precipitação interna e escoamento pelo tronco;
- b) Analisar a precipitação interna entre estacas fixas e móveis;
- c) Analisar a interceptação da chuva.



## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica que se estende principalmente ao longo da costa litorânea do Brasil é um dos biomas florestais mais importantes (MORELLATO; HADDAD, 2000).

Distribuído ao longo de 23° de latitude sul, com grandes variações no relevo e na pluviosidade, a Mata Atlântica é composta de uma série de tipologias ou unidades fitogeográficas, constituindo um mosaico vegetal que proporciona a grande biodiversidade reconhecida para o bioma (CAPOBIANCO e LIMA, 1997).

Desde as primeiras etapas da colonização do Brasil, a Mata Atlântica tem passado por uma série de mudanças, de conversão de florestas naturais para outros usos, principalmente madeireiros, cujo resultado final observa-se nas paisagens hoje fortemente dominadas pelo homem (INSTITUTO BIO ATLÂNTICA, 2009).

A Mata Atlântica ocupou cerca de 15% do território nacional, e atualmente está reduzida a 7% da sua cobertura original. A Mata Atlântica abrangia uma área equivalente a 1.315.460 km<sup>2</sup> e estendia-se originalmente ao longo de 17 Estados (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí) (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013).

Além da biodiversidade a Mata Atlântica possui enorme importância, pois é na sua área que é produzido cerca de 70% do PIB nacional, 62% da população brasileira vive em seus limites e garante o abastecimento de água para cerca de 112 milhões de pessoas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013).

As regiões da Mata Atlântica têm alto índice pluviométrico devido às chuvas de encosta causadas pelas montanhas que barram a passagem das nuvens, suas florestas têm um papel vital para a manutenção dos processos hidrológicos (SALEMI et. al. 2013).

Mas o fato de 62% da população brasileira estar concentrada em regiões de domínio da Mata Atlântica resulta em grande pressão sobre a biodiversidade e os recursos hídricos do bioma, que já enfrenta em diversas regiões problemas de crise

hídrica, associados à escassez, ao desperdício, à má utilização da água, ao desmatamento e à poluição (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, 2014).

Considerando a importância da Mata Atlântica e diante do exposto, a quantificação da interceptação, diretamente relacionada a vegetação florestal, é fundamental para o gerenciamento das bacias hidrográficas.

### **3.2 Floresta Estacional Decidual**

A Floresta Estacional Decidual ocorre na região noroeste e central do estado do Rio Grande do Sul. A fração central está presente na vertente sul da Serra Geral e em diversas áreas dos rios Jacuí, Ijuí e Ibicuí (LEITE & KLEIN, 1990). Em seus estágios iniciais, médios e avançados de sucessão, ocupa uma área de 11.762,45 km<sup>2</sup> (1.176.245 ha), o que representa 4,16% da superfície do Estado e 23,84% da área total coberta com florestas naturais (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

De acordo com o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2002), esta formação compreende as florestas das porções médias e superiores do vale do Rio Uruguai, da maior parte da vertente sul da Serra Geral e de diversas áreas dispersas pelas bacias dos Rios Ijuí, Jacuí e Ibicuí, cobrindo, no sul do Brasil, uma superfície territorial de aproximadamente 47.000 km<sup>2</sup>. As espécies integrantes da Floresta do Alto Uruguai coincidem, com a Fralda da Serra Geral, mas apesar disso, ocorre certo número de espécies próprias.

A composição específica de florestas estacionais é fortemente influenciada por dois contingentes florísticos diferentes, um coincidente com as florestas atlânticas do leste e outro com as florestas paranaense-uruguaias do oeste (JARENKOW e WAECHTER, 2001). Neste Estado, a Floresta do Alto Uruguai começava nas margens do rio Ijuí, desenvolvendo-se no extremo noroeste do Estado. Ligava-se à mata da Fralda da Serra Geral, ao longo dos afluentes do rio Taquari, e reduzia-se a um cordão marginal do rio Pelotas. A sua ramificação se prolongava por todos os vales do Rio Uruguai, até altitudes compreendidas entre 500 e 600 m, onde entrava em contato com a mata dos pinhais (RAMBO, 1956; KLEIN, 1972).

A esta vegetação se caracteriza principalmente por apresentar elevada porcentagem de espécies exclusivas da floresta subtropical, número relativamente pequeno de espécies arbóreas altas e sobre tudo pela quase ausência de epífitas. Quanto à estrutura, podem-se distinguir três estratos arbóreos, além de um estrato 13 arbustivo e um herbáceo. As árvores do estrato superior (30 a 40 m de altura) não formam uma cobertura contínua, ocorrendo muitas vezes como árvores emergentes. O estrato médio, com árvores de 15 a 25 metros de altura, é bastante denso e contínuo, constituído na sua maioria por espécies perenifólias. Já o estrato das arvoretas é formado por um número relativamente pequeno de árvores medianas, com altura entre 6 e 15 metros (KLEIN, 1972).

A denominação decidual reflete o fato de mais de 50% das árvores do estrato superior perderem as folhas durante a estação fria (KLEIN, 1984).

Segundo Vaccaro e Longhi (1995) essa formação florestal, no Rio Grande do Sul encontra-se fragmentada em pequenas manchas espalhadas entre lavouras, principalmente de milho, trigo e, sobretudo soja. Além disso, Leite e Klein (1990) comentam que os poucos povoamentos de Florestas Estacionais Deciduais restantes na Região Sul do Brasil, estão alterados e parcialmente descaracterizados. Nesse sentido Marchiori (1991) menciona que as florestas nativas neste Estado, são apenas pálidas sombras do que foram no passado.

### **3.3 Ciclo hidrológico e balanço hídrico**

O ciclo hidrológico é um fenômeno global de circulação fechado da água, entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e a rotação terrestre. O ciclo hidrológico só é fechado a nível global.

Os volumes evaporados em um determinado local do planeta não precipitam necessariamente no mesmo local, porque há movimentos contínuos, com dinâmicas diferentes, na atmosfera e também da superfície terrestre. Da precipitação que ocorre nos continentes, por exemplo, parte é evaporada e o restante escoado para os

oceanos. À medida que se considere áreas menores de drenagem, fica caracterizado o ciclo hidrológico como um ciclo aberto a nível local (SILVEIRA, 2007).

Segundo Lima (1976), a umidade atmosférica precipita-se tanto nos oceanos como nos continentes, e nos continentes a água precipitada pode ser interceptada pela vegetação, pode escoar pela superfície dos terrenos, ou pode infiltrar-se no solo, de onde pode ser transpirada pelas plantas.

O ciclo hidrológico é o tema principal da hidrologia e envolve diversos processos hidrológicos, sendo condensação, precipitação, evapotranspiração, infiltração e percolação, exemplos de processos verticais, e os escoamentos superficial e sub-superficial, exemplos de processos horizontais. (LIMA, 1976; KOBIYANA, 1999).

Em nível de bacia hidrográfica o balanço hídrico é o próprio ciclo hidrológico. Segundo Buriol (2009), o balanço hídrico consiste na contabilidade hídrica do solo, quando se computam, sistematicamente, todos os fluxos hídricos positivos (entradas de água) e negativos (saída de água), fluxos estes decorrentes de trocas com a atmosfera (condensação, precipitação, evaporação e evapotranspiração) do deslocamento da água na superfície, (escoamento superficial) e em parte subterrânea do solo (drenagem lateral e profunda). É a determinação de todos os ganhos e perdas hídricas que ocorrem num determinado local ou área, de modo a estabelecer a quantidade de água disponível em certo momento. Conforme este autor, o balanço hídrico numa microbacia hidrográfica é calculado conforme a equação 1.

$$\frac{dV}{dT} = P \cdot A - Q - E \cdot A \quad (1)$$

Em que, V é o volume de água armazenado na microbacia hidrográfica, t é o tempo, P é a precipitação pluviométrica incidente, E é a evaporação ou evapotranspiração, Q é a vazão e A é a área da bacia hidrográfica.

### 3.3 Influência hidrológica na interceptação e cobertura florestal

Uma das principais influências da floresta no ciclo hidrológico ocorre já no recebimento das chuvas pelas copas das árvores, quando se dá o primeiro fracionamento da água, onde uma parte é temporariamente retida pela massa vegetal e em seguida evaporada para a atmosfera, processo denominado de interceptação (ARCOVA et al, 2003).

Balbino *et al.*(2008) fez uma revisão sobre “O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas” e concluiu que a presença ou não da vegetação e que o tipo de vegetação tem grande influência na distribuição da água em um manancial. Sendo assim, os autores recomendam que para analisar os efeitos desta vegetação sobre a quantidade de água ofertada em bacia hidrográfica, deve-se estudar sua influência nos vários compartimentos do processo, interceptação, precipitação interna, escoamento pelo tronco e fluxos de água no solo, por exemplo, e não somente o deflúvio final da bacia.

Segundo Fontana (2007), em áreas vegetadas a infiltração é favorecida pelas raízes que abrem caminho para a água descendente no solo. A cobertura florestal também exerce importante função no retardamento de parte da água que atinge o solo, através da interceptação, sendo o excesso lentamente liberado para a superfície do solo por gotejamento. Por outro lado, nos ambientes mais densamente florestados, cerca de 1/3 da precipitação interceptada sofre evaporação antes de atingir o solo.

Tucci e Clarke (1997) revisaram na literatura o “impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento”, e classificam como mudanças da superfície do solo o desmatamento, o reflorestamento e a impermeabilização. Os autores relatam que, com a retirada da floresta os fluxos envolvidos no ciclo hidrológico se alteram. Ocorrem maiores flutuações na temperatura, menor volume evaporado devido à redução da interceptação vegetal, menor umidade nas camadas mais profundas do solo e concluíram por meio dos trabalhos hidrológicos em bacias experimentais que o desmatamento, para utilização de culturas anuais, aumenta o escoamento de longo período e a vazão média.

### 3.4 Precipitação pluviométrica e interceptação

O estudo pioneiro sobre a interceptação pluviométrica foi realizado por Horton (1919). O autor lançou as bases das técnicas de medidas experimentais de interceptação da repetição pela vegetação, com a distribuição de diversos pluviômetros em diferentes situações e posições, e interceptômetros artesanais para determinar o escoamento pelos troncos. Ainda hoje suas técnicas são aplicadas com algumas modificações propostas pelas novas tecnologias desenvolvidas.

A precipitação é entendida em hidrologia como toda a água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre, neblina, chuva, granizo, orvalho, geada e neve são formas diferentes de precipitação. O que diferencia essas formas de precipitação é o estado em que a água se encontra. As características principais da precipitação são a altura pluviométrica, duração e distribuição temporal e espacial. O total precipitado não tem significado se não estiver ligado a uma duração (BERTONI e TUCCI, 2007).

Segundo Davie (2008) a precipitação é a maior estrada de água para uma área de bacia hidrográfica e possui necessidade de avaliação cuidadosa em qualquer estudo hidrológico. Embora a precipitação seja relativamente simples de medir é notoriamente difícil de medir com precisão e, para agravar o problema também é extremamente variável dentro de uma bacia hidrográfica.

Um efeito hidrológico mais significativo da floresta no que diz respeito à precipitação está relacionado com o processo de interceptação das chuvas, pelo qual a precipitação incidente é redistribuída pela copa da floresta e parte é perdida por evaporação direta da água interceptada (LIMA, 1976).

Lima (2008), descreve que eventos com pouca chuva precipitada, com cerca de 5 mm por exemplo, quase toda a água será retida pelas copas e de lá evaporada diretamente. Seria a quantidade de chuva “gasta” para cobrir toda a superfície das folhas e só depois então, haver o deslizamento da gota, que irá contribuir para a precipitação interna. Moura (2007) enfatiza que precipitações inferiores a 3,45 mm são totalmente interceptadas pela cobertura vegetal e devolvidas à atmosfera por evaporação.

Sem a presença da vegetação o processo de infiltração poderá diminuir, intensificando o escoamento superficial, causando erosão e podendo aumentar a vazão das bacias de drenagem. A influência da floresta no recebimento e distribuição das chuvas no balanço hídrico de uma determinada bacia é significativo (LIMA, 2008).

A interceptação da chuva pelo dossel depende de vários fatores; características da precipitação (quantidade, intensidade e duração), condições climáticas (velocidade do vento, direções durante e após eventos, a temperatura e a umidade do ar), tipo e densidade da vegetação e época do ano, (SINGH 1976, TUCCI, 2007; ZENG *et al.*, 2000).

Segundo Arcova *et al.* (2003), a precipitação interna é a precipitação que atinge o piso florestal, incluindo gotas que passam diretamente pelas aberturas existentes entre as copas e gotas que respingam do dossel.

O monitoramento da precipitação interna tem sido medido com uma variedade de dispositivos, de diversos tamanhos, com calhas, coletor de plástico e padrão de disposição de chuva. Sua estimativa é geralmente difícil, pois a precipitação interna é muito variável no interior das florestas.

Além da precipitação interna que atinge o solo, outro percentual da precipitação total pode atingir o solo através do escoamento pelo tronco, O escoamento pelo tronco tem importância no ciclo hidrológico por ser eficiente na reposição de água no solo, pois chega à superfície com baixa velocidade devido ao atrito com a casca dos vegetais, e se direciona próximo às raízes o que reduz o escoamento superficial. Essa água infiltra mais facilmente no solo e favorece o reabastecimento do lençol freático (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

A interceptação da chuva pela cobertura florestal pode ser quantificada através da equação da continuidade do sistema de interceptação, equação 2.

$$I = P - P_i - E_{sct} \quad (2)$$

Onde: I é a precipitação interceptada; P é a precipitação; P<sub>i</sub> é a precipitação que atravessa a vegetação (precipitação interna) e E<sub>sct</sub> é a parcela que escoar pelo tronco das árvores.

## **4 METODOLOGIA**

Essa pesquisa compreendeu um ano de monitoramento do processo de interceptação florestal da precipitação pluviométrica em duas áreas experimentais. Para tanto, ocorreu o monitoramento da precipitação incidente e a precipitação interna, escoamento pelo tronco.

A seguir são apresentados a descrição das áreas experimentais e os processos de monitoramento da precipitação, bem como se deu os monitoramentos da precipitação interna, escoamento pelo tronco e a determinação da interceptação.

### **4.1 Descrição das áreas experimentais**

O monitoramento foi realizado em remanescente florestal de tipologia Estacional Decidual do Bioma Mata Atlântica na região central do Estado do Rio Grande do Sul, entre os paralelos 29° 36' e 29° 40' de latitude sul e os meridianos 53° 47' e 53° 46' de longitude oeste, conforme Figura 1, localizada na cabeceira do rio Vacacaí Mirim, em Santa Maria, região fisiográfica da Depressão Central.



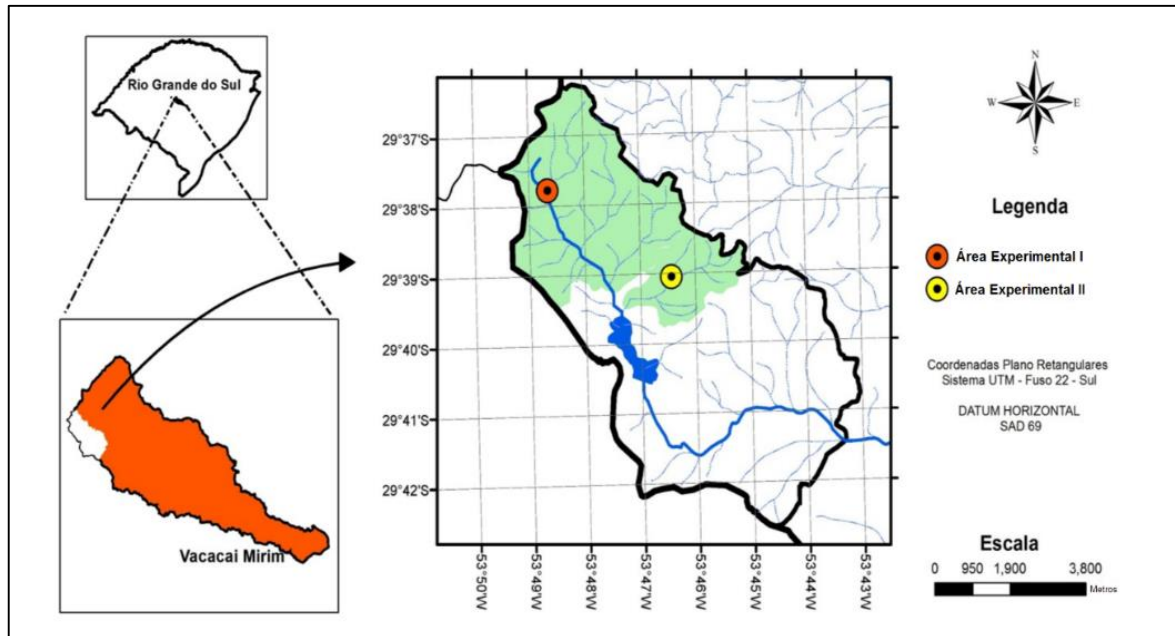


Figura 1 - Localização das áreas experimentais, inseridas na bacia do Vacacaí Mirim. Fonte: Adaptado de Feltrin (2013).

A área experimental I foi alvo da pesquisa de Sari (2011), e foi escolhida para este estudo com o intuito de dar continuidade ao monitoramento realizado. Já a área experimental II foi instalada em fevereiro de 2013, para se ter uma maior abrangência de monitoramento de interceptação florestal na bacia. As áreas possuem a mesma tipologia florestal, conforme Tabela 1.

## 4.2 Monitoramento da precipitação

As informações pluviométricas utilizadas para a determinação da precipitação incidente e das variáveis meteorológicas, foram obtidas, também, por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisado Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), além das registras nas áreas experimentais. A precipitação incidente também foi determinada por um pluviógrafo eletrônico de balança, localizado na área experimental II e por um pluviômetro instalado na área experimental I, como ilustrado nas figuras 2 e 3.



Figura 2 - Pluviógrafo eletrônico, localizado na área experimental II.



Figura 3 - Pluviômetro localizado na área experimental I.

O pluviógrafo eletrônico foi instalado em 01/09/2011 pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (GHIDROS), e o seu monitoramento é realizado quinzenalmente, tendo seus dados baixados e enviados ao Banco de Dados Hidrológicos do GHIDROS. Quanto ao monitoramento do pluviômetro, os dados foram aferidos a partir da sua instalação em março de 2013, sendo realizado após cada evento de chuva, junto com o monitoramento da precipitação interna e escoamento pelo tronco.

### 4.3 Monitoramento da precipitação interna

O monitoramento da precipitação interna foi realizado nas duas áreas experimentais após cada evento de chuva. A Tabela 1 traz a descrição das características destas áreas.

Tabela 1 - Tamanho e tipologia florestal das áreas experimentais.

<b>Áreas</b>	<b>Dimensão aproximada</b>	<b>Bioma</b>	<b>Tipologia Florestal</b>
Área I	12 m x 50 m	Mata Atlântica	Floresta Estacional Decidual
Área II	13 m x 45 m	Mata Atlântica	Floresta Estacional Decidual

A Tabela 2 mostra as altitudes de cada ponto localizado na figura 4, que indicam as áreas I, II e a estação meteorológica UFSM/INMET, vistas por imagem de satélite. A distância entre cada ponto são as seguintes: entre os pontos I e II – 4,36 Km; entre os pontos II e estação meteorológica – 9,5 Km e entre os pontos I e estação meteorológica – 13,53 Km. As distâncias entre os pontos serão utilizadas para discutir as diferenças entre as precipitações registradas em cada área.

Já a figura 5 mostra uma imagem aproximada, demonstrando a dimensão de cada área. Para estruturar os mapas (figuras 4 e 5), foi utilizado uma imagem da órbita 324, ponto 101, quadrante D com data de 08/11/2014 do satélite *ResourceSat-2*, obtido do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Tabela 2 - Altitude das áreas de estudo e da estação meteorológica localizada na UFSM.

<b>Áreas</b>	<b>Altitude (m)</b>
I (Puviômetro)	198
II (Pluviógrafo)	224
Estação INMET/UFSM	105



Figura 4 - Localização das áreas de estudo.

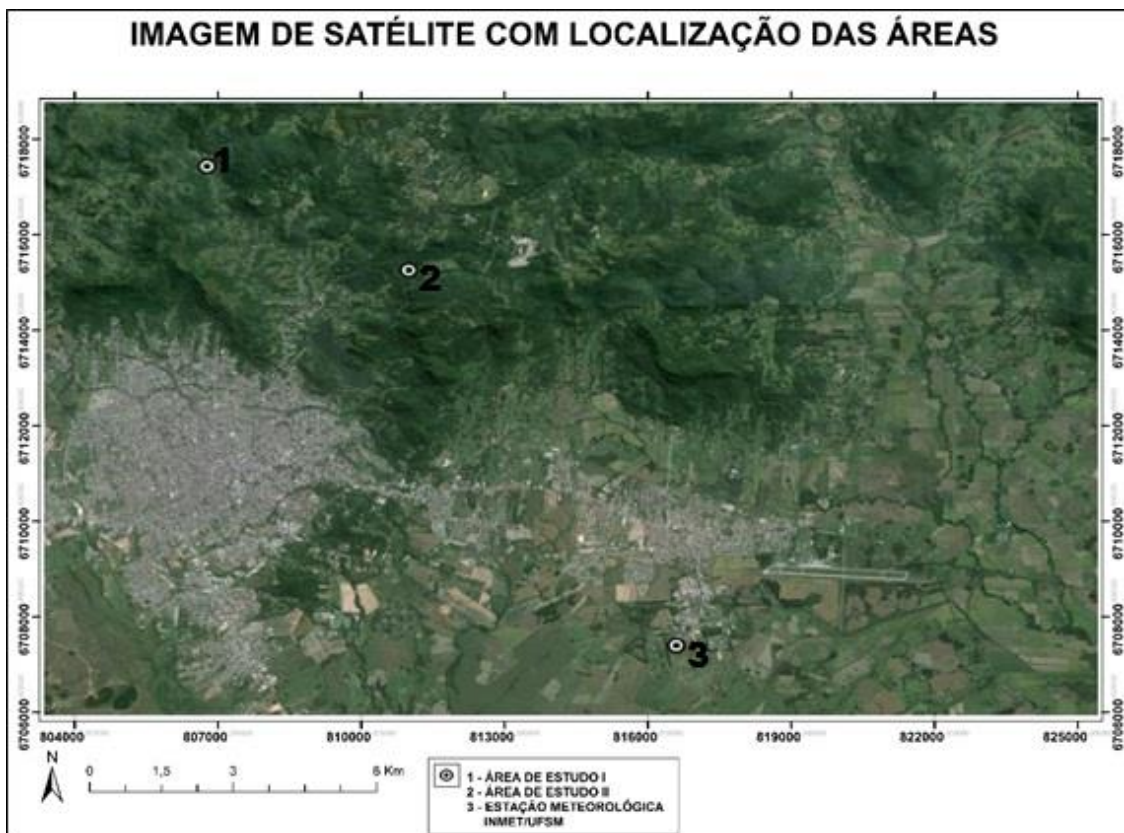


Figura 5 - Imagem detalhada, com delimitação aproximada de cada área experimental e da estação meteorológica automática do INMET/UFSM.

Para fins de caracterizar as espécies arbóreas de cada área, foi realizado o levantamento florístico na área experimental II e conferido o levantamento da área I, realizado por Sari (2011) (Quadro 1). A identificação das espécies na área experimental II ocorreu apenas com os indivíduos com DAP (diâmetro a altura do peito) a partir de 0,15 m (Quadro 2).

Quadro 1 - Descrição da família, nome científico e nome popular das espécies vegetais presentes na área I.

Área I		
Família	Nome Científico	Nome Popular
<i>Loganiaceae</i>	<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	Anzol-de-lontra
<i>Annonaceae</i>	<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	Ariticum
<i>Fabaceae</i>	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabriúva
<i>Sapindaceae</i>	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco
<i>Lauraceae</i>	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá
<i>Salicaceae</i>	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Carvalhinho
<i>Sapindaceae</i>	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Chal-chal
<i>Rutaceae</i>	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Coentrilho
<i>Cannabaceae</i>	<i>Celtis</i> sp.	Esporão-de-galo
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Mull.Arg.	Laranjeira-do-mato
Liana	Liana	Liana
NI	NI	NI
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-do-mato
<i>Sapotaceae</i>	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	Sombra-de-touro
<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Timbaúva
<i>Phytolaccaceae</i>	<i>Phytolacca dioica</i> L.	Umbú
<i>Fabaceae</i>	somente a nível de família	Unha-de-gato
<i>Urticaceae</i>	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	Urtigão

Fonte: Sari (2011).

Quadro 2 – Descrição da família, nome científico e nome popular das espécies vegetais presentes na área II.

Área II		
Família	Nome científico	Nome popular
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela -guaicá
Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabriúva
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre
Meliaceae	<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	Triquilia
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	Aguai leiteiro
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Açoita cavalo
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico

Para a captação da precipitação interna, água que passa sob as copas da vegetação, foi utilizado aparelho interceptômetro, confeccionado conforme a metodologia proposta por Baumhardt *et al.* (2009), composto por conexões comerciais utilizadas em tubulações de esgoto, como ilustram as figuras 6 e 7.

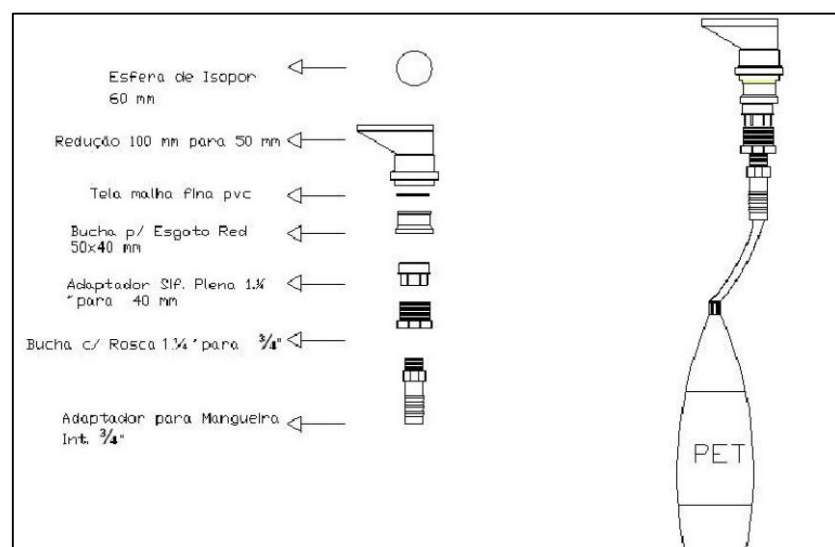


Figura 6 - Componentes do interceptômetro.  
Fonte: Baumhardt *et al.* (2009)





Figura 7 - Interceptômetro utilizados para captação da precipitação interna, instalado na área experimental II.

Cada instrumento foi disposto em uma estaca de madeira fixado por braçadeiras de Nylon, a 40 e 60 cm da superfície do solo. As coletas ocorreram após cada evento de chuva, considerando que as perdas por evaporação não foram significativas, pois as coletas ocorreram após a precipitação ou da sequência de eventos. Os dados coletados foram organizados em planilhas, conforme Apêndice 1 e 2.

Em ambas as áreas experimentais foram alocadas 101 estacas, espaçadas de metro em metro, para a disposição de 40 interceptômetros, sendo que 20 permaneciam fixos (parcela fixa) e 20 eram rotacionados (parcela móvel), os quais ocuparam aleatoriamente as 81 estacas restantes, conforme ilustram as Figuras 8 e 9.

A Tabela 3 resume o processo de monitoramento da precipitação interna nas áreas experimentais.

Tabela 3 - Resumo das características do processo de monitoramento em cada área.

Áreas	N de estacas	N de interceptômetros	Posições	Processo de rotação
Área I	101	40	20 fixos e 20 móveis	Aleatório
Área II	101	40	20 fixos e 20 móveis	Aleatório

A parcela fixa foi identificada com etiquetas vermelhas para proporcionar maior agilidade no momento da coleta. Na área experimental I foram mantidas as mesmas estacas fixas, que foram: 05, 07, 10, 13, 15, 17, 21, 27, 29, 31, 34, 35, 37, 39, 41, 44, 49, 50, 53 e 57. Na área experimental II as estacas fixas, foram: 1, 3, 9, 11, 14, 26, 27, 30, 31, 35, 36, 38, 49, 54, 76, 77, 78, 87, 93 e 94, as quais foram determinadas através de sorteio. As demais estacas são consideradas móveis, e são realocadas de forma aleatória após cada evento.

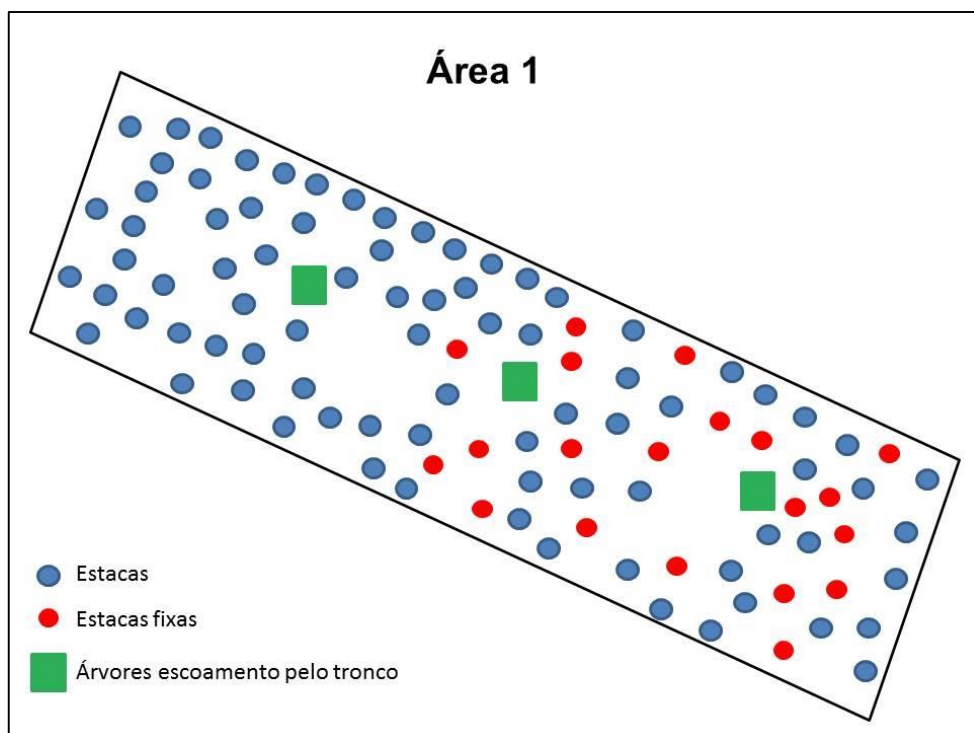


Figura 8 – Croqui da área experimental I.



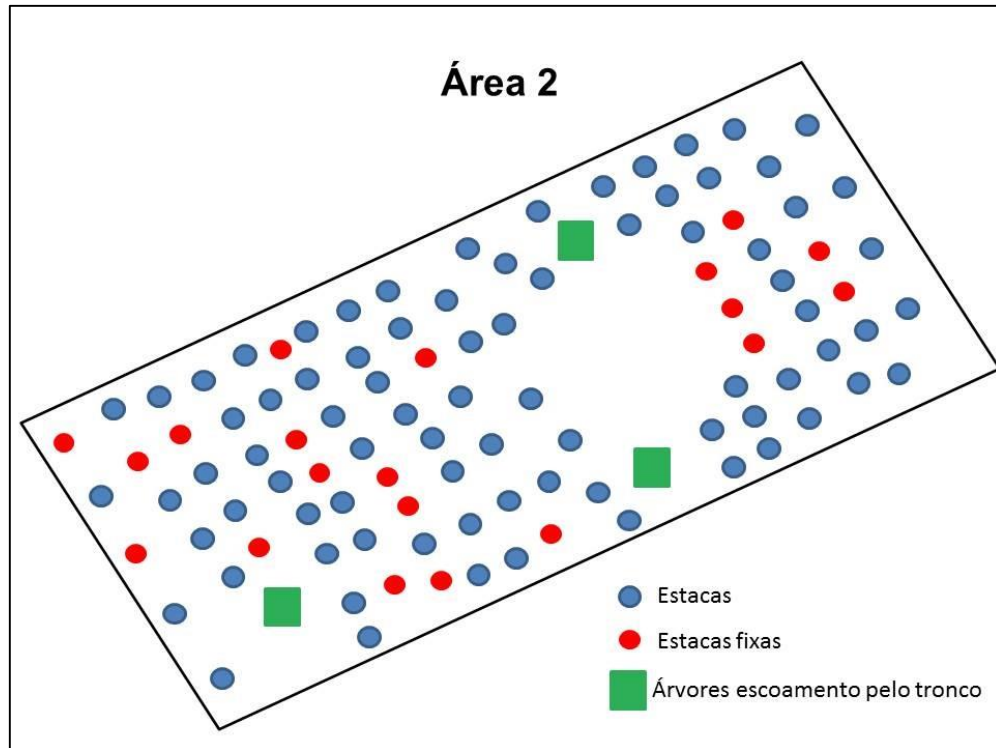


Figura 9 – Croqui da área experimental II.

Os usos dos instrumentos rotacionados permitem a ocupação de pontos ocasionais, com objetivo de assegurar maior representatividade das amostras coletadas, e ainda evitar pontos de maior intensidade foliar, que mascaram os dados, diminuindo a precisão experimental. As Tabelas 4 e 5 demonstram a rotatividade que foi realizada de forma aleatória nas estacas com os interceptômetros móveis.

Tabela 4 - Resumo do número de coletas de precipitação interna para cada estaca na área I.

N° da Estaca	Repetições	N° da Estaca	Repetições	N° da Estaca	Repetições	N° da Estaca	Repetições	N° da Estaca	Repetições
1	10	21	25	41	25	61	11	81	5
2	6	22	6	42	1	62	7	82	10
3	7	23	6	43	5	63	4	83	5
4	10	24	9	44	25	64	7	84	5
5	25	25	6	45	4	65	9	85	6
6	9	26	8	46	11	66	7	86	8
7	25	27	25	47	12	67	8	87	7
8	4	28	5	48	10	68	6	88	4
9	9	29	25	49	25	69	3	89	5
10	25	30	4	50	25	70	6	90	8
11	11	31	25	51	2	71	13	91	9
12	7	32	5	52	7	72	4	92	2
13	25	33	9	53	25	73	2	93	7
14	8	34	25	54	2	74	4	94	4
15	25	35	25	55	5	75	1	95	3
16	8	36	4	56	10	76	3	96	2
17	25	37	25	57	25	77	6	97	1
18	11	38	2	58	6	78	11	98	2
19	6	39	25	59	5	79	10	99	1
20	12	40	3	60	7	80	9	100	2
								101	1
Média coletas por estacas	6,17								
Menor número de coleta por estaca	1								
Maior número de coleta por estaca	13								

Interceptômetros fixos

Na área I a estaca móvel com maior número de coletas de precipitação interna apresentou 13 registros e a com menor número somente 1 registro, com uma média de 6,17 coletas por estaca.

Tabela 5 - Resumo do número de coletas de precipitação interna para cada estaca na área II.

N° da Estaca	Repetições	N° da Estaca	Repetições	N° da Estaca	Repetições	N° da Estaca	Repetições	N° da Estaca	Repetições
1	25	21	3	41	2	61	5	81	6
2	2	22	5	42	3	62	4	82	8
3	25	23	7	43	5	63	1	83	3
4	8	24	7	44	1	64	7	84	4
5	25	25	3	45	6	65	5	85	6
6	9	26	25	46	8	66	9	86	3
7	3	27	25	47	9	67	5	87	25
8	5	28	4	48	10	68	2	88	7
9	25	29	25	49	25	69	10	89	1
10	6	30	25	50	14	70	6	90	5
11	25	31	25	51	5	71	9	91	1
12	6	32	2	52	3	72	3	92	4
13	2	33	3	53	7	73	2	93	25
14	25	34	13	54	25	74	5	94	25
15	4	35	25	55	6	75	1	95	3
16	8	36	25	56	8	76	25	96	3
17	10	37	5	57	10	77	25	97	2
18	11	38	25	58	2	78	25	98	2
19	9	39	3	59	3	79	8	99	1
20	11	40	3	60	7	80	7	100	9
								101	8
Média coletas por estacas	5,29								
Menor número de coleta por estaca	1								
Maior número de coleta por estaca	14								

Interceptômetros fixos

Na área II a estaca móvel com maior número de coletas de precipitação interna apresentou 14 registros e a com menor número somente 1 registro, com uma média de 5,29 coletas por estaca.

A água captada pelos instrumentos foi armazenada em recipientes de politereftalato de etileno com capacidade de dois litros, identificados com etiquetas conforme Figura 10, que são substituídas por recipientes vazios, no momento da coleta.

Após as coletas, os recipientes eram pesados em balança de precisão e os valores transformados em milímetros de chuva, conforme equação 3. Em que CCPi é a chuva coletada em L/m<sup>2</sup>, o que equivale a lâmina de água dada em mm de chuva; X é o volume de água coletada, em litros e; Rpluv é o raio do interceptômetro utilizado na coleta, em metros.

$$CCPi = \frac{X}{(Rpluv)^2} \quad (3)$$

Considerando que a densidade da água da chuva é, aproximadamente, igual a 1g/cm<sup>3</sup> e que 1 kg de água = 1 dm<sup>3</sup> de água = 1 L de água e, 1L / m<sup>2</sup> = 1 mm de lâmina de água. Então, o valor em gramas de água sendo automaticamente convertido em litros resulta na equação 4, em que a constante 0,007854 é a área predefinida do pluviômetro (m<sup>2</sup>).

$$CCPi = \frac{X}{0,007854} \quad (4)$$

A Figura 10 ilustra a pesagem das amostras coletadas.



Figura 10 - Pesagens das coletas.

#### 4.4 Monitoramento do escoamento pelo tronco

O monitoramento do escoamento pelo tronco foi realizado a partir da seleção de três árvores que caracterizassem a área experimental, conforme tabela 6. Nelas foram arranjados recipientes de coleta ao redor dos troncos, com o intuito de captar e acondicionar (em bombonas de 20 litros) a água escoada, como mostram as Figuras 11 e 12.

Tabela 6 – Espécies arbóreas em que foi realizado escoamento pelo tronco.

##### Espécies arbóreas - Escoamento pelo tronco

Área	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3
I	Actinostemon concolor (Spreng.) Mull. Arg.	Phytolacca dioca L.	Actinostemon concolor (Spreng.) Mull. Arg.
II	Ocotea puberula (Rich.) Nees	Ocotea puberula (Rich.) Nees	Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan

A metodologia utilizada para confecção desses dispositivos foi semelhante à adotada por Santos (2009). Fez-se uso de uma mangueira com diâmetro  $\frac{3}{4}$  de polegadas, dividida à meia seção e fixada nos troncos a 1,50 m de distância da

superfície do solo, por meio de pregos e silicone, completando uma volta e meia ao redor do tronco, de maneira que a água coletada escoasse, por gravidade, até o recipiente de armazenamento.

Após a coleta dos recipientes, a água de cada um dos seis troncos era pesada e o valor obtido para cada tronco era determinado por meio da equação 5. Onde  $CC_{est}$  é a chuva coletada em  $L/m^2$ , o que equivale a lâmina de água dada em mm de chuva;  $Y$  é o volume de água coletada (litros) e;  $R$  é o raio da projeção da copa da árvore onde o dispositivo de coleta está instalado (metros).

$$CC_{est} = \frac{Y}{\pi.(R_{copa})^2} \quad (5)$$



Figura 11 - Troncos arbóreos na área experimental I.



Figura 12 - Troncos arbóreos na área experimental II.

A Tabela 7 apresenta a circunferência média desses troncos verificados à altura do peito (CAP) em cada parcela monitorada. Esses dados foram obtidos a 1,50 m da superfície do solo com utilização de fita métrica.

Tabela 7 - Diâmetro dos troncos selecionados para monitoramento do escoamento pelo tronco, medidos a 1,50 m da superfície do solo CAP - Diâmetro do tronco a 1,50 m da superfície do solo (m).

<b>CAP - Circunferência a altura do peito (m)</b>			
<b>Área monitorada</b>	<b>Tronco 1</b>	<b>Tronco 2</b>	<b>Tronco 3</b>
<b>Área I</b>	0,25	0,90	0,27
<b>Área II</b>	1,30	1,50	1,67

Uma adversidade que pode ocorrer nesse sistema de coleta é no caso da ocorrer de grandes escoamentos pelo tronco ocasionado por uma precipitação intensa, poderá acontecer extravasamento de parte da água que está escoando e, dessa forma, diminuir o total captado, subestimando os resultados.

Para definir o raio de copa a mesma foi considerada como circular e o raio considerado como sendo a média dos raios medidos nos quatro direções da copa, a partir do caule até o ponto onde se observava os últimos galhos. Essa medida foi realizada considerando um ponto do caule a uma altura de 1,50 metros da superfície do solo.

A Tabela 8 apresenta os raios médios determinados para os três troncos selecionados dentro das áreas experimentais.

Tabela 8 - Raio médio das copas dos troncos selecionados para monitoramento do escoamento pelo tronco nas áreas estudadas.

<b>Raio médio da copa (m)</b>			
<b>Área monitorada</b>	<b>Tronco 1</b>	<b>Tronco 2</b>	<b>Tronco 3</b>
Área I	1,59	2,67	1,89
Área II	8,5	7,45	10,2

#### **4.5 Determinação da interceptação**

O processo de interceptação florestal foi determinado pela diferença entre a precipitação incidente e a precipitação interna somada ao escoamento pelo tronco, acordo com a equação 2.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Precipitação incidente

O monitoramento da precipitação incidente foi realizado por coletas a partir de três pontos de monitoramento, conforme item 4.2 da metodologia.

Para as análises da interceptação na área experimental I foi considerado os dados do pluviômetro já instalado na mesma área, e para a área experimental II foi considerado os dados do pluviógrafo também instalado próximo a sua área. A Tabela 9 demonstra a variação de precipitações nos pontos observados.

Tabela 9 - Precipitações em milímetros nos pontos monitorados.

Coletas	Precipitações (mm)		
	PINMET	Pluviógrafo	Pluviômetro
1	14,7	17,3	56,17
2	53,2	73,93	112,78
3	71,9	84,02	88,40
4	7,6	17,52	17,57
5	11,2	13,23	15,75
6	16,8	21,08	36,89
7	37,5	39,48	54,12
8	6,1	16,28	24,28
9	21,4	11,13	13,73
10	50,6	64,87	40,59
11	8,8	9,68	21,38
12	73,9	87,37	96,30
13	39,6	37,39	70,16
14	30,3	54,26	94,06
15	9,6	13,68	19,36
16	6,2	6,92	10,66
17	56,8	61,85	132,41
18	16,8	21,76	31,79
19	25,6	30,97	27,07
20	14,9	19,1	16,41
21	56,7	77,18	91,34
22	15,4	21,19	25,74
23	128,2	96,69	159,94
24	26,6	34,8	87,75
25	35,2	42,98	41,24
Total	835,60	974,66	1385,89
Média	33,42	38,99	55,44
Mediana	25,60	30,97	40,59
Desvio padrão	28,57	27,87	41,66
Maior P	128,20	96,69	159,94
Menor P	6,10	6,92	10,66



A partir desses dados foi gerado um gráfico, ilustrado na Figura 13, para melhor análise dos resultados.

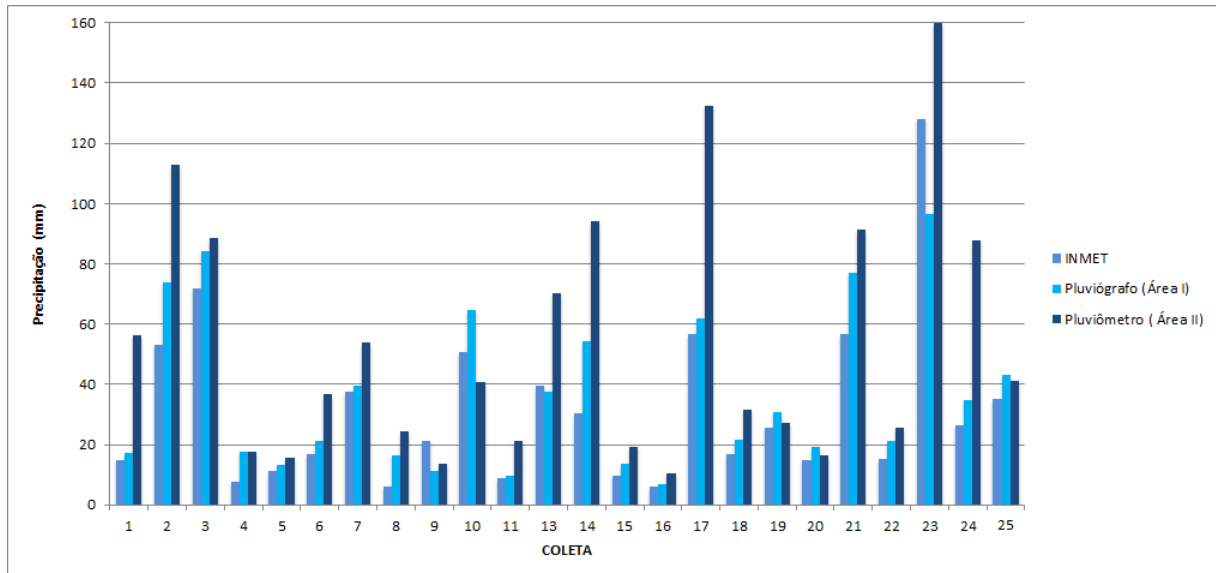


Figura 13 - Precipitações por coletas através dos dados do INMET, do pluviógrafo e do pluviômetro instalado na área I.

A precipitação média pelo INMET para o período de coletas observado foi de 835,60 mm, no mesmo período para o pluviógrafo foi de 974,66 mm e para o pluviômetro foi de 1385,89 mm.

Pode-se observar que foi registrada uma maior precipitação no pluviômetro, instalado na área experimental I, isso pode ser explicado devido sua localização em área que tem predominância de mata nativa de 47,62%, que influencia na umidade relativa do ar, alterando diretamente o micro clima local (FELTRIN, 2009). A diferença dos volumes de precipitação também pode ser justificada pelo efeito orográfico, pelas diferenças de altitude e a distância entre pontos de monitoramento.

Foi possível verificar que os volumes encontrados das precipitações estavam dentro do esperado para os períodos coletados, pois a precipitação média anual nessa região central do Rio Grande do Sul varia de 1700 mm à 1.800 mm (MORENO, 1961). Também foi verificado pelo no Banco de Dados Meteorológicos do INMET que no período de março de 2013 e março de 2014 a precipitação total foi de 1799 mm (INMET, 2014).

## 5.2 Análise da precipitação interna

Durante o período de monitoramento pluviométrico foram realizadas 25 coletas de precipitação interna. Para a determinação da precipitação incidente na área I foi considerado os dados pluviométricos do pluviômetro instalado na área. Na área II considerou-se os dados do pluviógrafo também localizado em sua área.

Foram analisadas as precipitações internas nos interceptômetros considerando o monitoramento nos interceptômetros dispostos em estacas fixas e móveis, por coleta. As Tabelas 10 e 11 resumem os resultados obtidos nas estacas fixas das áreas I e II, respectivamente, e as Tabelas 12 e 13 os resultados obtidos nas estacas móveis das áreas I e II, respectivamente.

Tabela 10 – Resumo dos resultados da precipitação interna em milímetros, por coleta nos interceptômetros fixos, área experimental I.

Precipitação interna interceptômetros fixos (mm) – Área I					
Coleta	Média interna Total	Média interna fixa	Desvio Padrão	Maior Valor	Menor Valor
1	29,9	30,92	21,17	89,51	3,59
2	79,5	69,49	52,04	219,10	18,21
3	64,12	63,95	27,23	133,61	19,12
4	6,34	5,90	3,14	12,73	0,40
5	10,78	10,92	4,71	21,89	3,13
6	15,83	15,94	12,13	60,63	2,53
7	34,53	33,51	12,88	61,20	7,46
8	12,49	11,98	4,03	22,80	3,94
9	5,96	6,21	3,19	13,43	1,02
10	20,08	17,71	9,81	42,62	3,98
11	7,41	8,32	10,95	55,03	2,87
12	60,79	60,33	29,19	123,27	13,11
13	32,95	32,96	14,63	69,91	11,23
14	34,45	34,97	16,37	79,40	6,13
15	9,22	8,68	5,30	22,11	1,52
16	2,66	2,54	1,32	4,70	0,17
17	53,73	54,78	27,11	144,73	25,04
18	14,9	14,23	7,30	34,53	3,31
19	21,8	21,87	7,75	46,41	13,16
20	9,17	7,44	3,87	15,97	0,85
21	56,13	56,14	20,84	86,65	15,29
22	7,79	6,85	3,07	12,36	1,75
23	93,38	87,44	36,50	166,75	39,23
24	16,71	54,77	18,30	88,96	19,38
25	19,57	18,42	7,90	36,01	7,92
<b>Média</b>	<b>28,80</b>	<b>29,45</b>			
<b>Desvio padrão</b>			<b>24,36</b>		
<b>Maior Valor</b>				<b>219,10</b>	
<b>Menor Valor</b>					<b>0,17</b>

Tabela 11 – Resumo dos resultados da precipitação interna em milímetros, por coleta nos interceptômetros fixos, área experimental II.

<b>Precipitação interna interceptômetros fixos (mm) – Área II</b>					
<b>Coleta</b>	<b>Média Interna total</b>	<b>Média interna fixa</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Maior valor</b>	<b>Menor valor</b>
1	13,31	12,86	4,68	23,23	7,94
2	63,53	60,57	18,94	106,07	33,00
3	64,2	58,82	17,15	99,41	36,84
4	5,73	5,34	1,82	10,25	2,59
5	8,62	8,44	5,69	31,04	3,86
6	15,27	15,07	4,00	22,68	6,13
7	31,14	31,17	17,39	90,28	8,39
8	11,3	10,83	2,74	17,66	6,80
9	7,16	7,64	2,50	11,14	2,16
10	17,96	16,06	9,42	44,71	1,22
11	6,8	6,79	4,84	25,23	4,08
12	64,73	64,28	13,49	116,22	19,85
13	18,55	18,80	3,47	25,23	7,51
14	30,66	29,52	13,02	79,36	8,40
15	7,79	8,94	3,42	12,32	2,27
16	3,98	3,75	3,52	7,92	1,02
17	45,29	44,36	13,09	90,23	12,38
18	11,57	12,37	9,75	50,67	6,58
19	18,94	18,57	9,59	70,61	2,38
20	8,21	9,03	4,88	33,75	0,92
21	52,87	50,21	16,91	88,32	17,53
22	9,64	9,58	2,79	42,22	0,67
23	65,81	61,58	18,39	114,78	34,14
24	20,33	20,65	5,00	58,12	11,85
25	28,21	27,09	6,22	78,69	7,43
<b>Média</b>	<b>25,26</b>	<b>24,49</b>			
<b>Desvio padrão</b>			<b>20,04</b>		
<b>Maior P</b>				<b>116,22</b>	
<b>Menor P</b>					<b>0,67</b>

Na área I verificaram-se os valores de precipitação interna média nos interceptômetros fixos em cada coleta, obteve-se uma média de 28,80 mm por coleta com desvio padrão de 29,45 mm, maior valor obtido por estaca foi de 219,10 mm (coleta 2) e mínimo de 0,17 mm (coleta 16).

Na área II verificaram-se os valores de precipitação interna média nos interceptômetros fixos em cada coleta, obteve-se uma média de 25,26 mm por coleta com desvio padrão de 20,04 mm, maior valor obtido por estaca 116,22 mm (coleta 12) e mínimo de 0,67 mm (coleta 22).

Tabela 12 – Resumo dos resultados da precipitação interna em milímetros, por coleta nos interceptômetros móveis, área experimental I.

<b>Precipitação interna interceptômetros móveis (mm) – Área I</b>					
<b>Coleta</b>	<b>Média Interna total</b>	<b>Média Interna móvel</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Maior Valor</b>	<b>Menor Valor</b>
1	29,9	29,78	17,35	74,95	8,37
2	79,5	81,19	24,22	8,37	46,40
3	64,12	67,04	25,28	139,94	49,36
4	6,34	7,49	3,12	11,53	1,83
5	10,78	10,33	3,37	17,39	3,39
6	15,83	15,03	8,52	38,80	7,43
7	34,53	34,84	15,07	85,50	17,27
8	12,49	13,06	4,05	24,62	7,18
9	5,96	5,79	2,37	11,03	1,45
10	20,08	21,60	13,30	57,29	6,57
11	7,41	5,64	2,40	11,05	2,32
12	60,79	60,80	29,29	139,69	5,88
13	32,95	33,59	11,06	47,30	8,68
14	34,45	33,74	13,04	68,30	12,06
15	9,22	9,49	4,32	20,88	4,70
16	2,66	2,76	1,30	4,84	0,17
17	53,73	52,22	16,00	88,12	20,48
18	14,90	18,02	8,16	37,42	0,31
19	21,80	28,77	7,80	46,72	19,37
20	9,17	9,48	3,88	16,88	3,03
21	56,13	52,32	17,94	84,88	5,73
22	7,79	9,14	4,70	18,80	2,59
23	93,38	98,89	47,77	248,02	53,22
24	16,71	57,59	30,80	124,07	13,06
25	19,57	21,38	10,97	46,46	5,56
<b>Média</b>	<b>28,80</b>	<b>31,20</b>			
<b>Desvio padrão</b>			<b>26,10</b>		
<b>Maior valor</b>				<b>248,02</b>	
<b>Menor valor</b>					<b>0,17</b>

Tabela 13 – Resumo dos resultados da precipitação interna em milímetros, por coleta nos interceptômetros móveis, área experimental II.

<b>Precipitação interna interceptômetros móveis (mm) – Área II</b>					
<b>Coleta</b>	<b>Média Interna total</b>	<b>Média interna móvel</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Maior valor</b>	<b>Menor valor</b>
1	13,31	13,11	4,12	24,75	5,21
2	63,53	62,60	38,39	205,06	19,57
3	64,2	61,86	16,91	96,26	46,79
4	5,73	5,68	1,90	13,87	1,04
5	8,62	7,10	2,36	12,70	3,85
6	15,27	15,36	8,96	47,09	6,25
7	31,14	29,44	8,88	54,60	14,86
8	11,3	11,07	2,52	17,79	6,98
9	7,16	6,85	2,49	12,22	2,28
10	17,96	19,12	19,85	99,93	5,65
11	6,8	5,81	2,20	10,26	0,12
12	64,73	64,89	17,88	121,06	15,24
13	18,55	18,49	2,35	22,99	11,84
14	30,66	28,53	14,78	77,33	13,81
15	7,79	7,65	3,41	12,67	1,84
16	3,98	4,04	5,85	9,81	0,93
17	45,29	45,98	8,33	71,09	12,55
18	11,57	12,25	1,98	29,35	2,71
19	18,94	18,99	8,63	57,21	4,66
20	8,21	8,76	3,79	36,24	0,77
21	52,87	51,75	14,92	90,74	27,49
22	9,64	9,70	1,85	15,88	2,61
23	65,81	64,87	19,21	150,72	21,47
24	20,33	20,37	6,23	85,13	6,97
25	28,21	28,36	7,44	49,27	12,93
<b>Média</b>	<b>25,26</b>	<b>25,15</b>			
<b>Desvio padrão</b>			<b>21,34</b>		
<b>Maior valor</b>				<b>205,06</b>	
<b>Menor valor</b>					<b>0,12</b>

Na área I verificaram-se os valores de precipitação interna média nos interceptômetros móveis em cada coleta, obteve-se uma média de 31,20 mm por coleta com desvio padrão de 26,10 mm, o maior valor por estaca foi de 248,02 mm (coleta 23) e mínimo de 0,17 mm (coleta 16).

Na área II verificaram-se os valores de precipitação interna média nos interceptômetros móveis em cada coleta, obteve-se uma média de 25,26 mm por coleta com desvio padrão de 25,15 mm, o maior valor por estaca foi de 205,06 mm (coleta 2) e mínimo de 0,12 mm (coleta 11).

A precipitação interna por coleta na área I, a partir de 41 coletas obteve uma média de 41,73 mm, com desvio padrão de 40,67 mm, com maior média de 147,0 mm e com menor médio de 1,15 mm; por Sari (2011).

A partir da análise dos resultados do monitoramento da precipitação interna fixa e móvel verificou-se que o maior e o menor valor apresentado por coleta foi nos interceptômetros móveis. Isto se justifica pelo fato de dos mesmos abrangerem maior número de estacas distribuídas na área experimental, ressaltando que a área experimental é composta por floresta nativa, com diversidade de portes arbustivos e arbóreos da vegetação presente. A Tabela 14 resume os resultados entre fixos e móveis nas duas áreas.

Tabela 14 - Resumo do resultado da precipitação interna entre os interceptômetros fixos e móveis nas duas áreas experimentais.

<b>Precipitação interna (mm)</b>		
	<b>Interceptômetros fixos</b>	<b>Interceptômetros móveis</b>
<b>Área I</b>	29,45	31,20
<b>Área II</b>	24,49	25,15

A partir do monitoramento da precipitação interna dos 40 interceptômetros (fixos e móveis) os dados foram analisados por período de coleta e calculada a média aritmética para cada coleta, conforme Tabela 15.

Tabela 15 - Período e precipitação interna média em milímetros, por coleta na área experimental I e II.

Coletas	Período	Precipitação interna média	
		Área I	Área II
1	02/04/2013	29,9	13,31
2	05/04/2013	79,5	63,53
3	12/04/2013 e 13/04/2013	64,12	64,2
4	29/04/2013 e 30/04/2013	6,34	5,73
5	04/05/2013	10,78	8,62
6	12/05/2013 a 14/05/2013	15,83	15,27
7	16/05/2013 a 26/05/2013	34,53	31,14
8	29/05/2013 a 30/05/2013	12,49	11,3
9	01/06/2013 e 02/06/2013	5,96	7,16
10	17/06/2013 a 22/06/2013	20,08	17,96
11	29/06/2013	7,41	6,8
12	05/07/2013 a 15/07/2013	60,69	64,73
13	18/07/2013 a 24/07/2013	32,95	18,55
14	21/09/2013 a 25/09/2013	34,45	30,66
15	26/09/2013 a 30/09/2013	9,22	7,79
16	12/10/2013 a 13/10/2013	2,66	3,98
17	21/10/2013 e 22/10/2013	53,73	45,29
18	24/10/2013 a 26/10/2013	14,9	11,57
19	27/10/2013	21,8	18,94
20	21/11/2013 a 28/11/2013	9,17	8,21
21	10/12/2013 a 14/12/2013	56,13	52,87
22	25/01/2014 a 28/01/2014	7,79	9,64
23	31/01/2014 a 28/02/2014	93,38	65,81
24	04/03/2013	16,71	20,33
25	15/03/2013	19,57	28,21
<b>Média</b>		<b>28,80</b>	<b>25,26</b>
<b>Mediana</b>		<b>19,57</b>	<b>17,96</b>
<b>Desvio padrão</b>		<b>25,12</b>	<b>21,24</b>
<b>Maior precipitação média por coleta</b>		<b>93,38</b>	<b>65,81</b>
<b>Menor precipitação média por coleta</b>		<b>2,66</b>	<b>3,98</b>

Considerando-se os valores de precipitação interna média em cada coleta na área I, obteve-se uma média de 28,80 mm por coleta com desvio padrão de 25,12 mm, valor máximo de 93,38 mm (coleta 23) e mínimo de 2,66 mm (coleta 16).

Na área II os valores de precipitação interna média em cada coleta, obteve-se uma média de 25,26 mm por coleta com desvio padrão de 21,24 mm, valor máximo de 65,81 mm (coleta 23) e mínimo de 2,66 mm (coleta 16).

A diferença dos níveis pluviométricos por coletas, explica-se pelas diferenças dos volumes de precipitações em cada coleta monitorada, isso tendo em consideração

que a precipitação interna é, diretamente, influenciada pela intensidade da precipitação e por variáveis meteorológicas.

### 5.3 Análise do escoamento pelo tronco

Para a análise do escoamento pelo tronco foram realizadas 14 coletas, as quais todos os dados obtiveram precisão necessária para a confiabilidade dos resultados obtidos. Não foram consideradas 11 coletas pois ocorreram imprevistos como: extravasamento dos recipientes, recipientes virados, presença de abelhas que impediram a coleta e/ou entradas de animais nas áreas experimentais.

Optou-se por não usar o valor de 1 a 15 % da precipitação incidente onde não há o registro do escoamento pelo tronco indicado por Tucci (2002).

As Tabelas 16 e 17 apresentam o resumo dos valores encontrados para a variável escoamento pelo tronco, considerando as 14 coletas monitoradas, na área experimental I e II respectivamente.

Tabela 16 - Resumo dos valores encontrados e o período para a variável escoamento pelo tronco nas coletas monitoradas na área I.

<b>Coleta</b>	<b>Período</b>	<b>P (mm)</b>	<b>Esct (mm)</b>	<b>Esct (% de P)</b>
<b>1</b>	02/04/2013	56,17	0,80	1,43
<b>4</b>	29/04/2013 e 30/04/2013	17,57	1,43	8,15
<b>5</b>	04/05/2013	15,75	1,03	6,57
<b>6</b>	12/05/2013 a 14/05/2013	36,89	3,21	8,70
<b>7</b>	16/05/2013 a 26/05/2013	54,12	1,29	2,38
<b>8</b>	29/05/2013 a 30/05/2013	24,28	2,74	11,28
<b>9</b>	01/06/2013 e 02/06/2013	13,73	0,91	6,63
<b>10</b>	17/06/2013 a 22/06/2013	40,59	3,18	7,83
<b>13</b>	18/07/2013 a 24/07/2013	70,16	1,62	2,30
<b>14</b>	21/09/2013 a 25/09/2013	94,06	2,18	2,32
<b>15</b>	26/09/2013 a 30/09/2013	19,36	2,86	14,80
<b>16</b>	12/10/2013 a 13/10/2013	10,66	1,61	15,07
<b>20</b>	21/11/2013 a 28/11/2013	16,41	1,81	11,02
<b>25</b>	15/03/2013	41,24	3,98	9,66
<b>Total das coletas registradas</b>		510,99	28,65	<b>5,61</b>
<b>Média das coletas registradas</b>		36,50	2,05	
<b>Maior valor registrado</b>		94,06	3,98	
<b>Menor valor registrado</b>		10,66	0,80	
<b>Desvio padrão das coletas</b>		24,81	0,99	
<b>Valor sugerido na literatura (Esct)</b>		<b>1 a 15 % da precipitação</b>		



O escoamento pelo tronco total monitorado na área I foi igual a 28,65 mm, ou seja, 5,61% da precipitação total registrada ( $P = 510,99$  mm). Esse resultado está muito próximo ao encontrado por Sari (2011) para a mesma área experimental, que foi de 5,66% da precipitação total registrada.

Tabela 17 - Resumo dos valores encontrados e o período para a variável escoamento pelo tronco nas coletas monitoradas na área II.

Coleta	Período	P (mm)	Esct (mm)	Esct (% de P)
1	02/04/2013	17,3	0,18	1,01
4	29/04/2013 e 30/04/2013	17,52	0,23	1,32
5	04/05/2013	13,23	0,20	1,54
6	12/05/2013 a 14/05/2013	21,08	0,17	0,80
7	16/05/2013 a 26/05/2013	39,48	0,19	0,48
8	29/05/2013 a 30/05/2013	16,28	0,15	0,93
9	01/06/2013 e 02/06/2013	11,13	0,15	1,39
10	17/06/2013 a 22/06/2013	64,87	0,25	0,39
13	18/07/2013 a 24/07/2013	37,39	0,21	0,56
14	21/09/2013 a 25/09/2013	54,26	0,25	0,46
15	26/09/2013 a 30/09/2013	13,68	0,16	1,17
16	12/10/2013 a 13/10/2013	6,92	0,11	1,57
20	21/11/2013 a 28/11/2013	19,1	0,13	0,70
25	15/03/2013	21,25	0,23	1,06
<b>Total das coletas registradas</b>		353,49	2,61	0,74
<b>Média das coletas registradas</b>		25,25	0,19	
<b>Maior valor registrado</b>		64,87	0,25	
<b>Menor valor registrado</b>		6,92	0,11	
<b>Desvio padrão das coletas</b>		17,21	0,04	
<b>Valor sugerido na literatura (Esct)</b>		<b>1 a 15 % da precipitação</b>		

O escoamento pelo tronco total monitorado na área II foi igual a 2,61 mm, ou seja, 0,74% da precipitação total registrada ( $P = 353,49$  mm). Arcova et al (2003) para floresta secundária de mata atlântica (4,8% de P); Santos (2009) para vegetação Bioma Mata Atlântica (7,4% de P) e; Braga, Santos, Fernandes e Kobiyama (2013) para reflorestamento de Pinus Taeda (6,11% de P).

O maior valor registrado na área I, em milímetros, foi de 3,98 mm (9,66% de P) para a coleta 25 e o menor foi de 0,80 mm (1,43% de P) para a coleta 1, sendo a média por coleta de 2,05 mm e o desvio padrão de 0,99 mm.

Na área II o maior valor registrado, em milímetros, foi de 0,25 mm (0,46% de P) para as coletas 10 e 14 e o menor foi de 0,11 mm (1,57% de P) para a coleta 16,

sendo a média por coleta de 2,61 mm e o desvio padrão de 0,04 mm. Observa-se que o escoamento foi abaixo do sugerido pela literatura.

A Figura 14 mostra o comportamento do escoamento pelo tronco na área I em função da precipitação incidente (total), observa-se que os dados não seguem um padrão claro de variação como apresentado por Sari (2011).

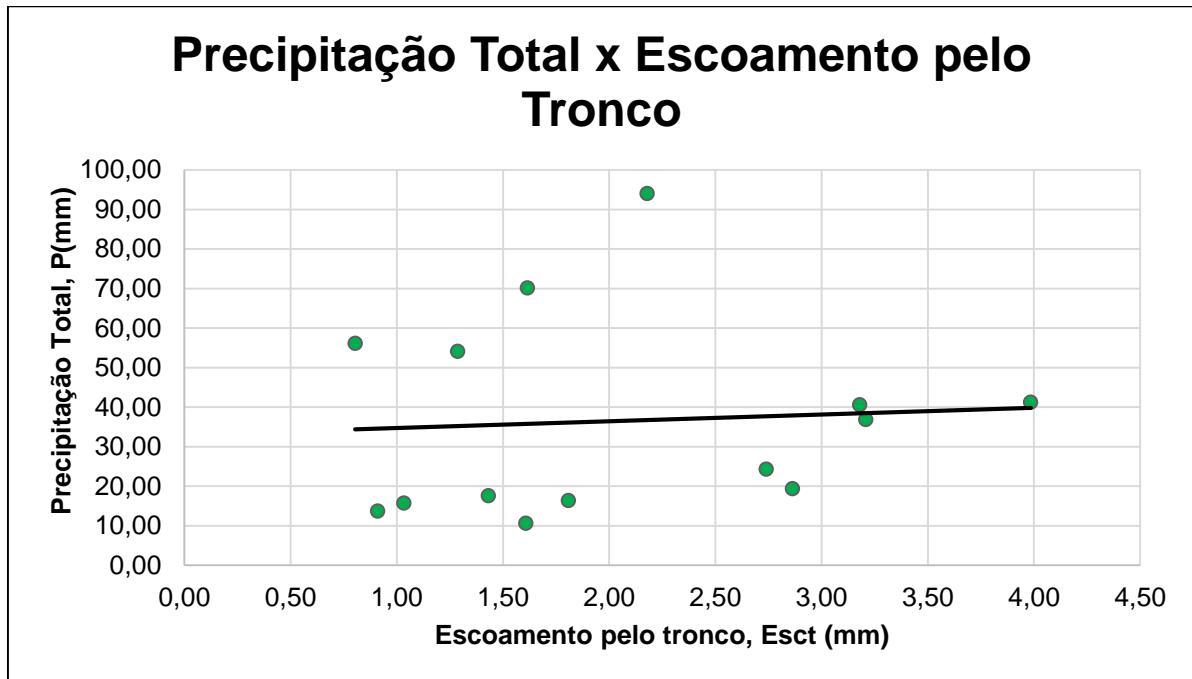


Figura 14 - Comportamento do escoamento pelo tronco em função da precipitação incidente (total), na área experimental I.

Já na figura 15 mostra o comportamento do escoamento pelo tronco na área II em função da precipitação incidente (total), que segue a linha de tendência, como apresentado por Sari (2011).

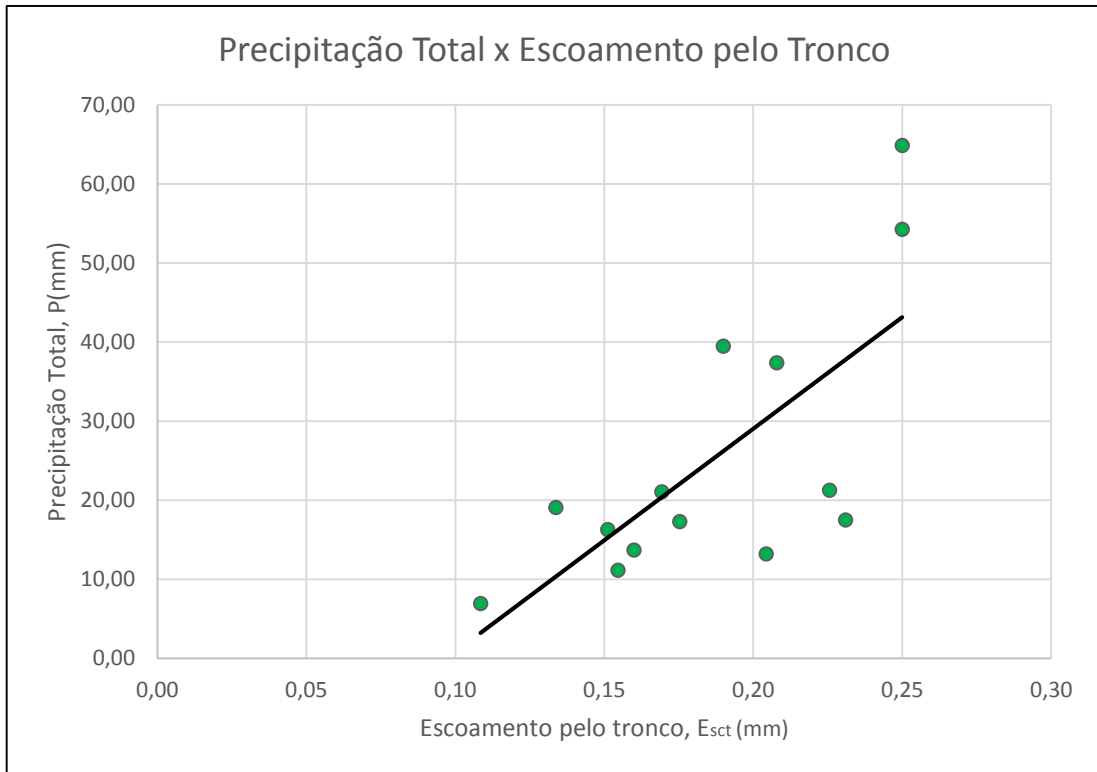


Figura 15 - Comportamento do escoamento pelo tronco em função da precipitação incidente (total) na área experimental II.

As Tabelas 18 e 19 mostram a relação entre o escoamento pelo tronco e a circunferência a altura do peito do tronco (CAP), nos troncos monitorados na área experimental I e II respectivamente.

Tabela 18 - Escoamento pelo tronco registrado para os três troncos monitorados na área experimental I.

Coleta	P (mm)	Esct Tronco 1 (mm)	Esct (% de P)	Esct Tronco 2 (mm)	Esct (% de P)	Esct Tronco 3 (mm)	Esct (% de P)
1	56,17	0,33	0,59	0,24	0,43	0,23	0,41
4	17,57	0,57	3,24	0,44	2,51	0,42	2,4
5	15,75	0,48	3,03	0,23	1,48	0,32	2,05
6	36,89	1,56	4,22	0,62	1,67	1,03	2,8
7	54,12	0,53	0,98	0,34	0,63	0,41	0,76
8	24,28	1,35	5,57	0,6	2,46	0,79	3,25
9	13,73	0,3	2,2	0,22	1,6	0,39	2,83
10	40,59	1,92	4,72	0,84	2,08	0,42	1,04
13	70,16	0,55	0,78	0,21	0,3	1,62	2,31
14	94,06	0,94	1	0,44	0,47	2,18	2,32
15	19,36	1,62	8,36	0,46	2,35	2,86	14,8
16	10,66	0,83	7,79	0,39	3,7	1,61	15,07
20	16,41	0,88	5,36	0,33	2,01	1,81	11,03
25	41,24	1,6	3,88	0,69	1,67	3,98	9,65
<b>Total</b>		13,46		6,06		18,08	
<b>Média</b>		0,96		0,43		1,29	
<b>Desvio padrão</b>		0,55		0,19		1,13	
<b>Maior P</b>		1,92		0,84		3,98	
<b>Menor P</b>		0,30		0,21		0,23	

Tabela 19 - Escoamento pelo tronco registrado para os três troncos monitorados na área experimental II.

Coleta	P (mm)	Esct Tronco 1 (mm)	Esct (% de P)	Esct Tronco 2 (mm)	Esct (% de P)	Esct Tronco 3 (mm)	Esct (% de P)
1	56,17	0,06	0,10	0,07	0,13	0,05	0,09
4	17,57	0,06	0,36	0,11	0,61	0,06	0,34
5	15,75	0,06	0,41	0,11	0,68	0,23	1,47
6	36,89	0,06	0,16	0,09	0,25	0,20	0,55
7	54,12	0,05	0,10	0,06	0,12	0,17	0,31
8	24,28	0,06	0,26	0,08	0,33	0,19	0,78
9	13,73	0,05	0,34	0,08	0,56	0,15	1,10
10	40,59	0,05	0,13	0,06	0,14	0,15	0,38
13	70,16	0,08	0,11	0,11	0,15	0,25	0,36
14	94,06	0,04	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04
15	19,36	0,06	0,29	0,06	0,30	0,04	0,23
16	10,66	0,04	0,35	0,04	0,37	0,03	0,30
20	16,41	0,04	0,24	0,05	0,30	0,04	0,24
25	41,24	0,08	0,19	0,09	0,22	0,06	0,15
<b>Total</b>		0,80		1,06		1,67	
<b>Média</b>		0,06		0,08		0,12	
<b>Desvio padrão</b>		0,01		0,02		0,08	
<b>Maior P</b>		0,08		0,11		0,25	
<b>Menor P</b>		0,04		0,04		0,03	

A partir da análise do escoamento pelo tronco das árvores monitoradas, foi possível observar que a árvore de maior circunferência a altura do peito (tronco 2) captou um menor fluxo de água em comparação com aquelas de menor circunferência.

Entretanto, fatores como textura da casca, contato dos ramos com árvores vizinhas, abundância de plantas trepadeiras e estrutura do dossel (árvores do extrato superior ou inferior) podem influenciar o volume escoado (SILVA JUNIOR, 2008).

#### **5.4 Análise da interceptação**

Considerando os dados monitorados de precipitação incidente, precipitação interna e escoamento pelo tronco foi determinada a variável interceptação da chuva pela diferença entre a precipitação incidente e a precipitação interna somada ao escoamento pelo tronco, de acordo com a equação 2 da metodologia.

A Tabela 20 apresenta os valores médios da interceptação para cada coleta monitorada na área I.

A interceptação na área I média por coleta registrada foi de 17,02 mm com desvio padrão de 14,63, maior valor médio de interceptação igual a 57,43 mm para a coleta 10 e menor de 3,94 mm para a coleta 3.

Tabela 20 - Resultados da variável interceptação em milímetros e em porcentagem para cada coleta, na área experimental I.

Coleta	Precipitação	Precipitação interna	Escoamento troncos	Interceptação	% de P
	incidente	média	médio		
1	56,17	29,9	0,8	25,47	45,34
2	17,57	6,34	1,43	9,79	55,72
3	15,75	10,78	1,03	3,94	25,02
4	36,89	15,83	3,21	17,85	48,39
5	54,12	34,53	1,29	18,3	33,81
6	24,28	12,49	2,74	9,05	37,27
7	13,73	5,96	0,91	6,86	49,96
8	40,59	20,08	3,18	17,33	42,70
9	70,16	32,95	1,62	35,6	50,74
10	94,06	34,45	2,18	57,43	61,06
11	19,36	9,22	2,86	7,27	37,55
12	10,66	2,66	1,61	6,39	59,94
13	16,41	9,17	1,81	5,43	33,09
14	41,24	19,7	3,98	17,56	42,58
<b>Médias</b>	36,5	17,43	2,05	17,02	46,63
<b>Desvio padrão</b>	24,81	11,33	0,99	14,63	58,97
<b>Maior valor</b>	94,06	34,53	3,98	57,43	61,06
<b>Menor valor</b>	10,66	2,66	0,8	3,94	36,96

Em termos de porcentagem o valor interceptado foi de 46,63 % da precipitação incidente de 510,99 mm (100%). A porcentagem de valor interceptado de 39,31 % foi encontrada por Sari (2011). A figura 16 demonstra a relação da intensidade da precipitação e interceptação na área I.

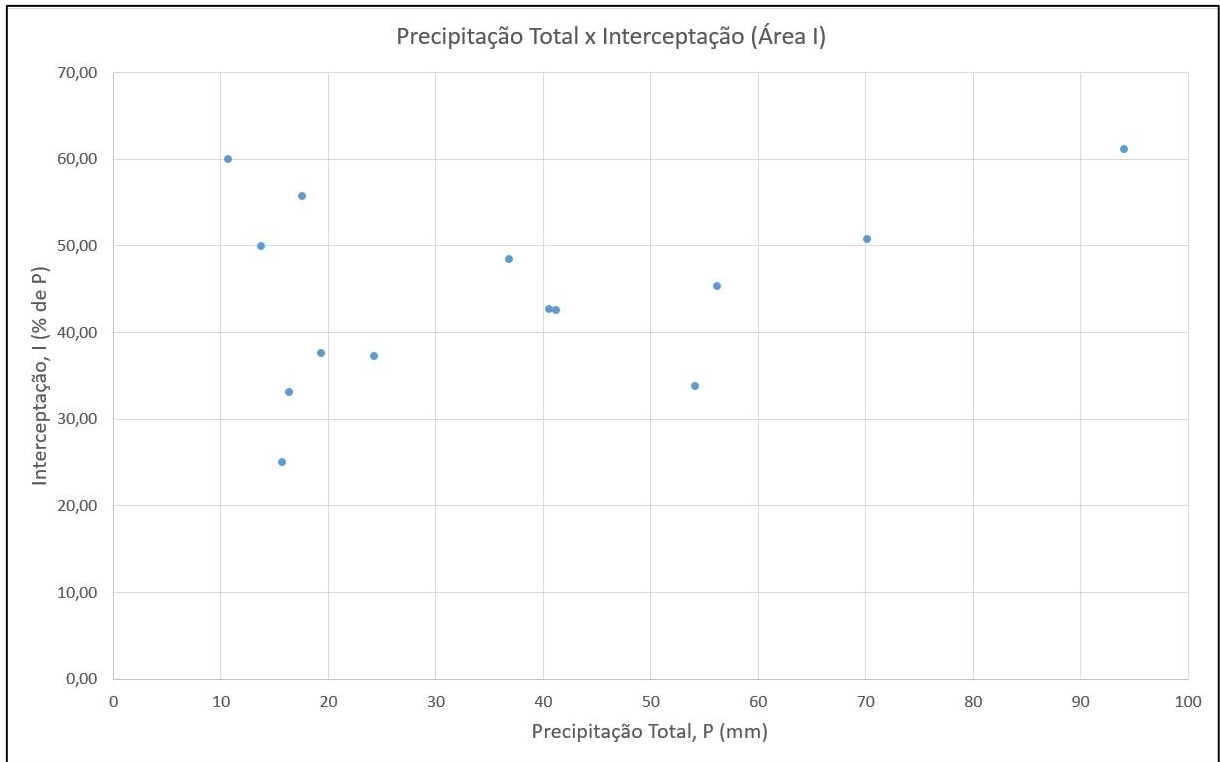


Figura 16 - Gráfico da relação entre intercepção e precipitação total, na área I.

A Tabela 21 apresenta os valores médios da intercepção na área II, em milímetros e em porcentagem para cada coleta monitorada.

A intercepção média por coleta registrada foi de 11,77 mm com desvio padrão de 11,78 mm, maior valor de intercepção igual a 46,66 mm para a coleta 8 e menor de 2,83 mm para a coleta 12.

Tabela 21 - Resultados da variável interceptação em milímetros para cada coleta, na área experimental II.

<b>Coleta</b>	<b>Precipitação incidente</b>	<b>Precipitação interna média</b>	<b>Escoamento troncos Média</b>	<b>Interceptação</b>	<b>% de P</b>
<b>1</b>	17,3	13,31	0,18	3,81	22,02
<b>2</b>	17,52	5,73	0,23	11,56	65,98
<b>3</b>	13,23	8,62	0,2	4,41	33,33
<b>4</b>	21,08	15,27	0,17	5,64	26,76
<b>5</b>	39,48	31,14	0,19	8,15	20,64
<b>6</b>	16,28	11,3	0,15	4,83	29,67
<b>7</b>	11,13	7,16	0,15	3,82	34,32
<b>8</b>	64,87	17,96	0,25	46,66	71,93
<b>9</b>	37,39	18,55	0,21	18,63	49,83
<b>10</b>	54,26	30,66	0,25	23,35	43,03
<b>11</b>	13,68	7,79	0,16	5,73	41,89
<b>12</b>	6,92	3,98	0,11	2,83	40,90
<b>13</b>	19,1	8,21	0,13	10,76	56,34
<b>14</b>	21,25	28,1	0,23	14,65	68,94
<b>Médias</b>	25,25	14,84	0,19	11,77	46,61
<b>Desvio padrão</b>	17,21	9,29	0,04	11,78	68,45
<b>Maior valor</b>	64,87	31,14	0,25	46,66	71,93
<b>Menor valor</b>	6,92	3,98	0,11	2,83	40,90

Em termos de porcentagem o valor interceptado foi de 46,61 % da precipitação incidente de 375,22 mm (100%). A figura 17 demonstra a relação da intensidade da precipitação e interceptação na área II.



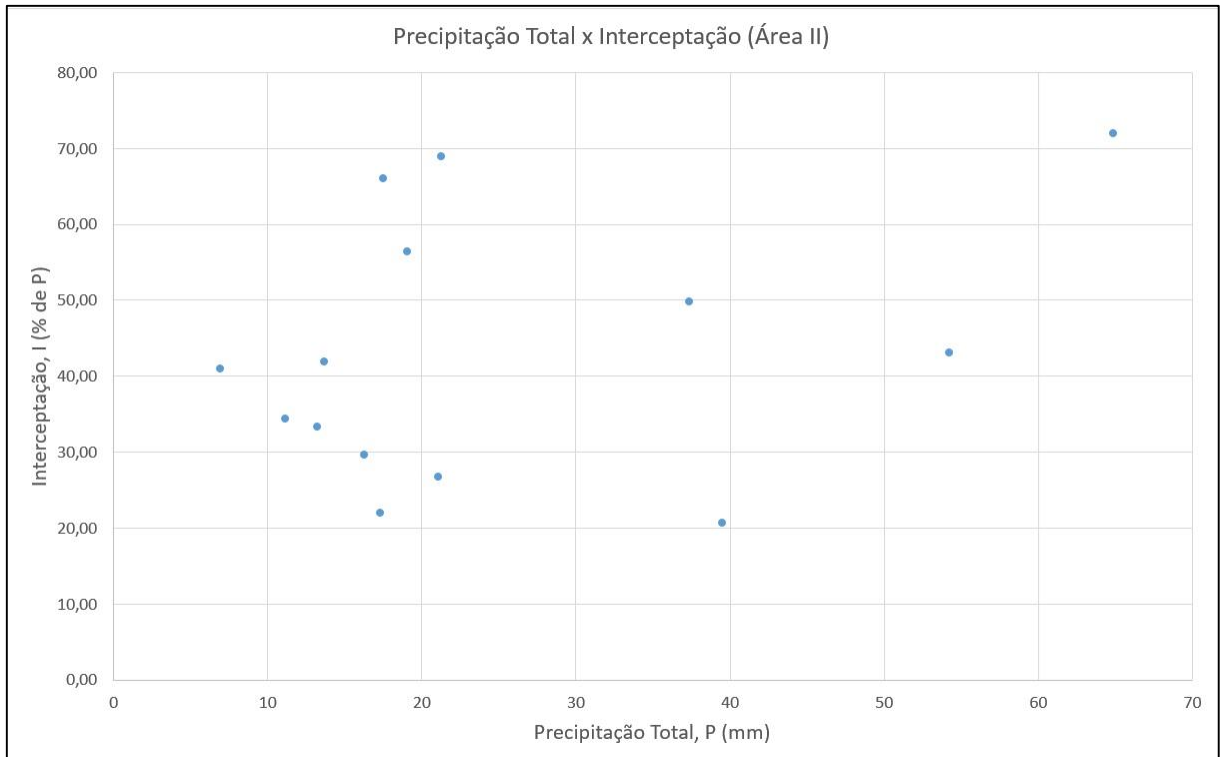


Figura 17 - Gráfico da relação entre intercepção e precipitação total, na área II.

A diferença existente entre as médias registradas ocorre, provavelmente, devido a consequência da variabilidade espacial da vegetação, a qual proporciona distintos valores de precipitação interna; sendo ainda influenciada pelas características de cada evento (intensidade da precipitação, umidade do ar, processo de evaporação) e condições antecedentes à chuva (presença de eventos anteriores, por exemplo).

Segundo Gilido e Kobiyana (2013) na Mata Atlântica 8,4 a 20,6% da chuva é interceptada, 47,6 a 97,4% da chuva atravessa a copa como chuva interna e 0,2 a 3,3% da chuva escoa pelos troncos, porém na revisão apresentada por esses autores não foi relatado pesquisas em Florestas Estacionais Deciduais.

## 6 CONCLUSÕES

De acordo com o objetivo geral dessa dissertação, de monitorar e quantificar o processo de interceptação na Floresta Estacional Decidual, inserida no Bioma Mata Atlântica, através do produto do monitoramento da precipitação incidente, precipitação interna e escoamento pelo tronco, obtiveram-se as seguintes conclusões:

- Os resultados dos monitoramentos da precipitação incidente nas duas áreas e através do INMET, mostraram a importância desse monitoramento próximo às áreas experimentais, devido às diferenças apresentadas na intensidade das precipitações para cada determinado local.

- Observou-se que não ocorrem uma diferença relevante na precipitação interna nas duas áreas no monitoramento entre interceptômetros fixos e móveis, nas duas áreas experimentais. A precipitação interna média na área experimental I foi de 28,80 mm o que equivale a 51,95 % da precipitação incidente média na área que foi de 55,44 mm, para a área experimental II foi de 25,26 mm o que equivale a 64,79 % da precipitação incidente média na área de 38,99 mm.

- A estimativa do escoamento pelo tronco na área experimental I ficou dentro do recomendado pela literatura que foi de 5,61% da precipitação incidente local. Já a estimativa para o escoamento pelo tronco na área experimental II foi de 0,74% da precipitação incidente local, abaixo do relatado na literatura.

- A determinação da interceptação verificou que na área experimental I foi 46,63% do total precipitado foi interceptado e na área experimental II foi 46,61% do total precipitado.

Sendo assim resultados calculados para a interceptação nas duas áreas experimentais mostrou que é fundamental que se considere essa variável nos estudos do balanço hídrico em bacias com cobertura do solo tipo floresta.

## REFERÊNCIAS

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

BALBINOT, R. et al. **O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas**. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 4, n. 1, Jan./Abr. 2008.

BAUMHARDT, E.; MAZIERO, E.; SILVA, A. S.; ANTOLIN, A.T.; SÁ, Y. R. V.; ÁVILA, C. B.; CRUZ, J. C.; MULLER, I.; SILVA, J. C. M. Intensidade de amostragem de interceptômetros em microbacia florestada para validação dos valores de interceptação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2009.

BETONI J. C.; TUCCI, C. E. M. precipitação. In: Tucci, C. E. M. (Org. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 4 ed., Porto Alegre: Ed. Da UFRGS/ ABRH, p. 182, 2007.

BURIOL, G. A. **Balanco Hídrico**. In: RIGHES, A. A.; BURIOL, G. A.; BOER, N (Org.). *Água e educação: Princípios e estratégias de uso e conservação*. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, p. 109-135, 2009.

DAVIE, T. **Fundamentals of hidrology**. 2 ed. 2008. 200p.

FELTRIN, R. M. **Comportamento das variáveis Hidrológicas do balanço hídrico do solo Em lisímetros de drenagem**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

FELTRIN, R. M. **Processos hidrológicos e balanço hídrico em lisímetros de drenagem em campo e mata nativa**. 2013. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

FONTANA, S. V. **Retenção de água da chuva na palha, solo e dossel vegetativo de milho e feijão**. 2007. 101f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GILIDO, N. J.; KOBİYANA, M. Interceptação da Chuva: Uma Revisão com Ênfase no Monitoramento em Florestas Brasileiras. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v.18,n. 2, p. 297-317, 2013.

HORTON, R. E. Rainfall interception. *Mon. Weath. Rev.*, v.47, p. 603-623, 1919.

INMET. **Estações Automáticas**. INMET. 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>. Acesso: Março de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. **Bioma Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica.html>>. Acesso em: 30 mar. 2014.

JARENKOW, J.A.; WAECHTER, J.L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.

KLEIN, R. M. Síntese ecológica da floresta estacional da bacia do Jacuí e importância do reflorestamento com essências nativas (RS). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5, Nova Prata, 1984, **Anais...** Nova Prata, 1984, p.265-278, v.2.

KLEIN, R.M.. Árvores nativas da Floresta Subtropical do Alto Uruguai. **Sellowia**. Itajaí, v. 24, p. 9-62. 1972.

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

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p.113 - 150.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2. Ed. Piracicaba, v. 13, p. 75-90, 1976.

LIMA, A. R.; COPOBIANCO, J. P. R. **A evolução da proteção legal da Mata Atlântica**. In: COPOBIANCO, J.P.R.; LIMA, A. R. (Org.). **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação**. Documentos do ISA, 1997, p. 7.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Apostila LCF/ESALQ. Piracicaba, SP, 1996. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/ABAAAAZFIAJ/hidrologia-florestal-aplicada-ao-manejo-bacias-hidrograficas>>. Acesso: Novembro de 2013.

MORELLATO, L. P. C., HADDAD, C. F. B. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**. 32 (4b), 786–792, 2000.

MARCHIORI, J.N.C. Florestas nativas privadas: uma análise fitogeográfica e histórica do problema no Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO SOBRE A SITUAÇÃO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 1, 1991, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: 1991. p.21-27.

MOURA, A. E. S. S. **Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta Atlântica e avaliação de modelos de predição de vazão na bacia do Prata**. Recife, 2007.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura. 1961.42 p.

NALON, M. A.; VELLARDI, A. C. V. Estudo do balanço hídrico nas escarpas da Serra do Mar, região de Cubatão, SP. **Revista Instituto Florestal**, v. 5, n. 1, p. 39-58, 1993.

OLIVEIRA, L. L. *et al.* Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**. v. 38, p. 723-732, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, 2008.

RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural**. 2. ed. Porto Alegre: Selbach, 1956. 456 p.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretária Estadual do Meio Ambiente. **Inventário do Rio Grande do Sul** [online]. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2002. Available from www:<URL: <http://w3.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>>

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo, Instituto Bio Atlântica, 2009.

SALEMI, L. F. *et al.* Land-use change in the Atlantic rainforest region: Consequences for the hydrology of small catchments. **Journal of Hydrology**, v. 499, 100-109, 2013.

SANTOS, I. **Monitoramento e modelagem de processos hidrogeomorfológicos: mecanismos de geração de escoamento e conectividade hidrológica**. 2009. 167f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SARI, V. **Interceptação da chuva em diferentes Formações florestais na região de Santa Maria - RS**. 2011. 210 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SILVA JUNIOR, M. F. da. **Estudo de interceptação da precipitação incidente em uma mata de galeria, no município de Palmas, Tocantins**. 2008. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2008.

SILVEIRA, A. L. L. **Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica**. In TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. Da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 53-51, 2007.

SOS MATA ATLÂNTICA. **A Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>> Acesso em: 31/03/2014.

TUCCI, C. E. M. **Interceptação; Escoamento superficial**. In: Tucci, C. E. M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 3 ed., Porto Alegre: Ed. da UFRGS/ ABRH, 2002. p. 243-252 e p. 391-484, respectivamente.

TUCCI, C. E. M. **Interceptação**. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/ABRH/EDUSP, v. 4, p. 243-252, 2007.

TUCCI, C. E. M; CLARK, R.T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 2, n. 1, p. 135-152, 1997.

VACCARO, S.; LONGHI, S.J. Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da Floresta do Alto Uruguai, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.5, n.1, p.33-53, 1995.