



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

GRAZIELA GRAPSKI

**INFLUÊNCIA DA FLORESTA NA INTERCEPTAÇÃO E NA QUALIDADE DA
ÁGUA DA CHUVA INTERNA E DO ESCOAMENTO DE TRONCO**

CHAPECÓ

2019

GRAZIELA GRAPSKI

**INFLUÊNCIA DA FLORESTA NA INTERCEPTAÇÃO E NA QUALIDADE DA
ÁGUA DA CHUVA INTERNA E DO ESCOAMENTO DE TRONCO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Prof.^a Aline de Almeida Mota

CHAPECÓ

2019

GRAZIELA GRAPSKI

**INFLUÊNCIA DA FLORESTA NA INTERCEPTAÇÃO E NA
QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA INTERNA E DO
ESCOAMENTO DE TRONCO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: **Profa. Aline de Almeida Mota**

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 02 / 12 / 2019

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Aline de Almeida Mota – UFFS



Prof. Dr. Geraldo Ceni Coelho – UFFS



Prof. Dr. Fernando Grison - UFFS

INFLUÊNCIA DA FLORESTA NA INTERCEPTAÇÃO E NA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA INTERNA E DO ESCOAMENTO DE TRONCO

INFLUENCE OF THE FOREST ON THE INTERCEPTION AND QUALITY OF TROUGHFALL AND STEMFLOW

Graziela Grapski¹
Aline de Almeida Mota²

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a influência da vegetação de uma parcela de remanescente de Floresta Ombrófila Mista (FOM) na interceptação e na qualidade da água da chuva. O monitoramento da chuva se deu através de um sistema de baixo custo com a utilização de pluviômetros artesanais. A coleta da água da chuva foi realizada após cada evento pluviométrico significativo. Os parâmetros físicos de qualidade analisados foram: cor, turbidez e condutividade. Os parâmetros químicos analisados foram pH, cálcio e magnésio. A chuva interna foi em média 74,8% da precipitação total, o escoamento de tronco foi em média 1,4% e a interceptação foi em média 23,8%. Percebeu-se grande variabilidade espacial da chuva na área analisada. Os parâmetros cálcio, magnésio, cor, turbidez e condutividade foram maiores no escoamento de tronco, já o pH foi menor. Através desse trabalho percebeu-se a influência da interceptação no ciclo hidrológico e no acréscimo de nutrientes ao solo.

Palavras-chave: Hidrologia florestal; Interceptação; Qualidade da água da chuva. Floresta Ombrófila Mista.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the influence of the vegetation of a fragment of Mixed Ombrophilous Forest (FOM) on the interception and on the quality of rainwater. Rain was monitored through a low-cost system using handmade rain gauges. Rainwater was sampled after each significant rainfall event. The physical quality parameters color, turbidity and conductivity were analyzed. The chemical parameters pH, calcium and magnesium were analyzed. Throughfall averaged 74.8% of total rainfall, stemflow averaged 1.4% and interception averaged 23.8%. Great spatial variability of precipitation was observed in the analyzed area. Calcium, magnesium, color, turbidity and conductivity parameters were higher in stemflow, whereas pH was lower. Through this work we observed the influence of interception on the hydrological cycle and on the nutrient addition to the soil.

Keywords: Forest Hydrology; Interception; Rainwater quality; Mixed Ombrophilous Forest.

¹ Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul; graziela.grapski@gmail.com

² Professora do curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul; aline.mota@uffs.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A precipitação, importante processo do ciclo hidrológico, provoca significativas alterações no ambiente. Os constituintes da atmosfera, como partículas de cinza, poeira, aerossóis, entre outros, são carregados pela chuva. Segundo Souza et al. (2007), as partículas sólidas em suspensão da atmosfera sofrem interferência de fontes naturais e antrópicas, que dão características específicas à precipitação, e que geralmente são similares aos constituintes do solo da bacia hidrográfica. Para Backes (2007), a atmosfera é fundamental para a ciclagem de nutrientes minerais. Hagemann e Gastaldini (2016) explicam que as características da atmosfera e a superfície por onde a água escoar afetam a qualidade da água.

Alguns estudos avaliaram a qualidade da água da chuva no estado de Santa Catarina (JAQUES, 2005; MARTINS, 2008; SANTOS 2018). Porém a maioria dos estudos, senão todos, foram realizados na região do município de Florianópolis ou sul do estado. Sabendo-se que as atividades antrópicas e características locais influenciam a qualidade da água da chuva, estudos sobre este tema na região oeste do estado são relevantes.

A interceptação é influenciada pelas condições climáticas e regime pluviométrico, que é heterogêneo no estado de Santa Catarina, sendo os maiores índices pluviométricos mensais e anuais registrados nas regiões Oeste e Extremo Oeste do Estado (GOTARDO et al., 2018).

No ambiente florestal, a interceptação influencia o ciclo hidrológico por meio dos processos de chuva interna (T_f) e escoamento de tronco (S_f). Em uma floresta, o contato da chuva com a vegetação, principalmente com a copa das árvores, pode acarretar num acréscimo considerável de nutrientes relevantes para o ecossistema local, influenciando, por exemplo, no desenvolvimento de organismos (VIDAL; NETO, 2014) e na manutenção da produtividade da floresta e na ciclagem de nutrientes (LIMA, 1985). Também, se a floresta é afetada com poluição difusa, a precipitação pode promover o transporte de poluentes (PINHEIRO et al., 2014).

Cada tipo de floresta tem suas características específicas, e a Floresta Ombrófila Mista (FOM), a maior região fitoecológica de Santa Catarina (VIBRANS et al., 2013), já foi objeto de estudos para avaliação da interceptação (GIGLIO, 2013; SÁ, 2015; SÁ; CHAFFE; OLIVEIRA, 2015) e da qualidade da água da chuva interna e escoamento de tronco (SÁ, CHAFFE; QUILLET, 2016). Sabe-se ainda que características como estágio de regeneração do remanescente florestal e presença de árvores de determinadas espécies podem influenciar no processo de interceptação (LORENZON; DIAS; LEITE, 2013; NICOLETTI, 2016).

Diferentemente dos demais estudos, a parcela florestal estudada neste trabalho se encontra em estágio avançado de regeneração e possui uma Araucária, que foi incluída no monitoramento de escoamento de tronco.

A elaboração satisfatória de projetos de estimativa e modelagem hidrológica e conservação de recursos hídricos e florestais dependem do entendimento dos processos hidrológicos e fatores intervenientes na região de aplicação dos mesmos.

Neste sentido, este estudo teve por objetivo analisar a influência da floresta na interceptação e na qualidade da chuva interna e escoamento de tronco em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, situado no oeste de Santa Catarina.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

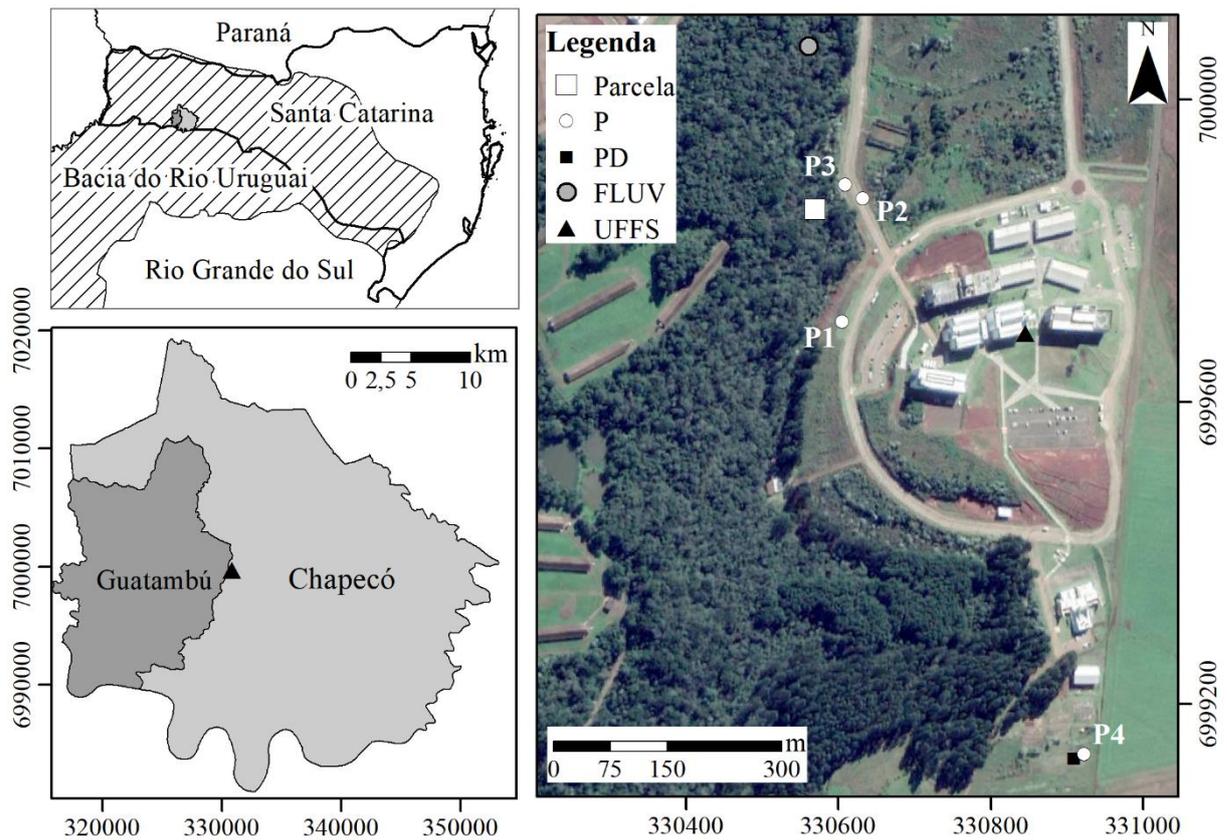
2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada entre os municípios de Chapecó e Guatambu, no oeste de Santa Catarina (SC). De acordo com Alvares et al. (2013), a região possui clima correspondente ao tipo Cfa - Mesotérmico Úmido (Köppen), com verões muito quentes e longos

e invernos curtos e gelados. A temperatura média anual é em torno de 18 °C - 20 °C. O regime pluviométrico anual se mantém em torno de 2.200 mm. As características referentes aos solos predominantes da região de Chapecó sob o aspecto geológico compreendem elementos dos domínios Rochas Efusivas da Formação da Serra Geral. A classe de solo predominante em Chapecó é a de Latossolo Bruno/Roxo (ATLAS DE SANTA CATARINA, 2007). A região é caracterizada por Floresta Ombrófila Mista (FOM), com áreas de reflorestamento com predominância de Pinus, possui maior ocupação do solo por pastagens e lavouras, e possui também alguns loteamentos (CAUVILLA; GRISON; MOTA, 2017).

A área experimental de análise foi instalada próxima ao exutório da Bacia Hidrográfica do Rio da Divisa e está inserida no *campus* Chapecó da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). O estudo da interceptação foi realizado em uma parcela de remanescente de FOM com área de aproximadamente 113 m². Esta parcela foi definida por possuir uma Araucária, por estar na área do *campus* e possibilitar acesso ao monitoramento. Ainda assim, o acesso à esta parcela foi escolhido por não ser tão facilitado, para que não houvesse interferência de pessoas que circulam pelo *campus*. A Figura 1 representa a área de estudo e onde foram alocados os pontos de monitoramento da chuva no *campus* da UFFS.

Figura 1 – Área de estudo.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Nota: Parcela é onde foi feito o monitoramento de T_f (chuva interna) e S_f (escoamento de tronco) PD é pluviômetro digital. P1, P2, P3 e P4 são pluviômetros artesanais para monitoramento da chuva externa. FLUV é a localização do exutório da Bacia Hidrográfica do Rio da Divisa, e UFFS indica a localização do *campus* Chapecó da UFFS.

2.2 MONITORAMENTO DA PRECIPITAÇÃO

Para o monitoramento da chuva foram confeccionados pluviômetros artesanais e coletores de escoamento de tronco de acordo com a metodologia proposta por Giglio, Mota e Kobiyama (2017). Os pluviômetros artesanais (Figura 2(a)) foram utilizados para a coleta e armazenamento de chuva externa (P) e chuva interna (Tf). Os coletores (Figuras 2(b) e 2(c)) foram utilizados para a coleta e armazenamento do escoamento de tronco (Sf).

Figura 2 – Sistema de monitoramento de interceptação e coleta de água. (a) Pluviômetro artesanal utilizado para medição de chuva externa e interna; (b) Coletor tipo espiral e (c) tipo colar de escoamento de tronco.



Fonte: própria autora.

Os pluviômetros artesanais foram constituídos por um funil, com abertura média de $0,0161 \text{ m}^2$ e um recipiente de polietileno tereftalato (PET) com volume de 5 L, instalados na superfície do solo e apoiados por 3 estacas. A água coletada foi medida em duas provetas graduadas de 1.000 mL e 250 mL, garantindo precisão de 0,12 mm às medições de chuva. Os dados coletados foram obtidos em unidade volumétrica (mililitro – mL), porém, estes foram transformados para altura pluviométrica (milímetro – mm), dividindo o volume coletado pela área de abertura do funil.

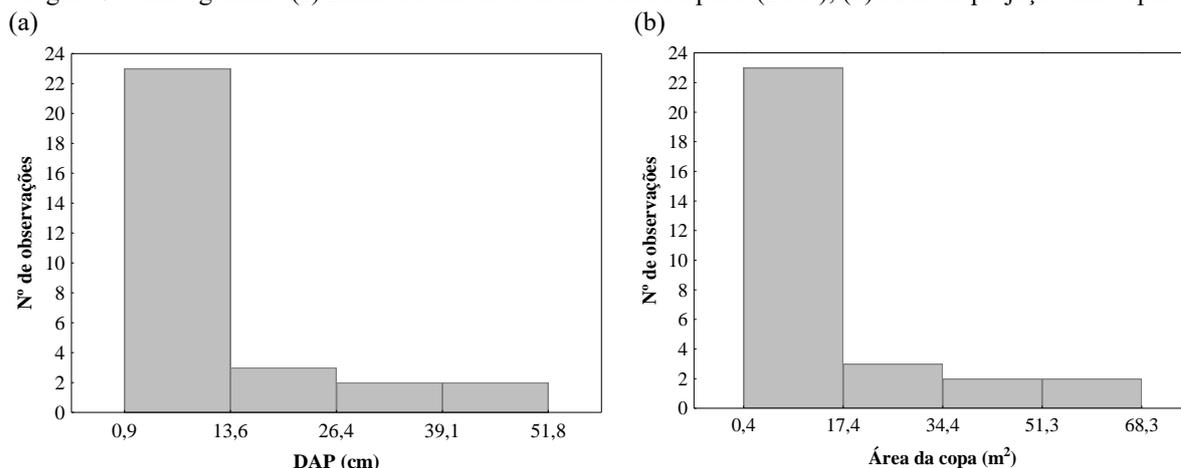
A chuva externa (P) foi monitorada em um pluviômetro digital (PD) e em 4 pluviômetros artesanais (denominados $P1$, $P2$, $P3$ e $P4$), sendo instalados um ao lado do pluviômetro digital (para comparação) e três ao redor da parcela florestal analisada e livre da interferência de obstáculos (Figura 1).

O monitoramento da chuva interna foi realizado com 17 pluviômetros alocados ao redor de uma Araucária. Estes foram distribuídos em círculos concêntricos, de raios 2 m (A), 4 m (B) e 6 m (C), sendo o centro na Araucária (Figura 3), para melhor representatividade e abrangência da área da parcela. A Figura 4 mostra os pluviômetros artesanais para monitoramento de chuva interna instalados na parcela analisada.

de uma trena, os quais deram origem aos vértices do polígono de projeção da copa.

Após a caracterização da parcela (APÊNDICE A), oito árvores foram selecionadas para instalação do escoamento de tronco. As árvores foram selecionadas de acordo com o histograma de diâmetro das árvores na altura do peito (DAP) analisando-se também o histograma da área de projeção das copas (APC), distribuídos de acordo com a ocorrência em cada intervalo (Figura 5). Foram selecionadas quatro árvores com DAP menor que 13,6 cm; duas com DAP entre 13,6 cm e 26,4 cm; uma com DAP entre 26,4 cm e 39,1; e uma com DAP entre 39,1 cm e 51,8 cm e (Tabela 1).

Figura 5 – Histogramas: (a) Diâmetro das árvores na altura do peito (DAP); (b) Área de projeção das copas.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Tabela 1 – Caracterização das árvores monitoradas no escoamento de tronco.

| Árvore | Nome científico | Nome popular | H (m) | Hic (m) | DAP (cm) | Área da copa (m ²) |
|--------|--|-----------------|-------|---------|----------|--------------------------------|
| 28 | <i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg | Guabiroba | 2,80 | 0,56 | 1,66 | 1,95 |
| 7 | <i>Matayba eleagnoides</i> Radlk. | Camboatá-branco | 2,99 | 0,99 | 2,67 | 0,44 |
| 17 | <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. | Erva-mate | 4,43 | 1,90 | 4,77 | 2,85 |
| 24 | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilho | 8,72 | 3,66 | 12,54 | 13,65 |
| 19 | <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Kuntze | Araucária | 14,81 | 10,66 | 19,29 | 17,72 |
| 22 | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilho | 12,23 | 5,31 | 19,93 | 23,84 |
| 12 | <i>Ateleia glazioviana</i> Baill. | Timbó | 17,33 | 10,87 | 39,15 | 53,57 |
| 21 | <i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez | Canela-lageana | 15,18 | 4,16 | 51,82 | 68,29 |

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Nota: H é a altura total da árvore; Hic é a altura até a primeira bifurcação da árvore; DAP é o diâmetro na altura do peito.

Os coletores para o escoamento de tronco foram constituídos por um dispositivo coletor que direciona a água para um recipiente de armazenamento. Os coletores são do tipo espiral para as árvores com DAP igual ou maior que 10 cm e coletores do tipo colar para árvores com

DAP inferior a 10 cm. Os coletores do tipo espiral (Figura 2(b)) foram instalados em cinco árvores (12, 19, 21, 22 e 24) e os coletores do tipo colar (Figura 2(c)) em três árvores (7, 17 e 28).

A estimativa de altura pluviométrica de escoamento de tronco foi feita a partir da divisão do volume coletado no escoamento de tronco pela área de projeção da copa para cada árvore.

A interceptação na parcela foi estimada através da Equação 1, sendo que foram utilizados os dados médios de chuva externa (P_{med}) monitorados nos pluviômetros artesanais $P1$, $P2$ e $P3$, por estes estarem instalados mais próximos a parcela. Os pluviômetros artesanais e o pluviômetro digital, para medição de chuva externa (P), também serviram para avaliar distribuição e variabilidade espacial da chuva nas proximidades da parcela de monitoramento.

$$I = P - Tf - Sf \quad (1)$$

Onde I é a parcela de chuva interceptada; P é a chuva externa; Tf é a chuva interna; Sf é o escoamento de tronco, todos em mm.

O monitoramento ocorreu no período de 03/09/2019 a 03/11/2019. Foram realizadas sete medições e coletas de amostras de chuva para análise durante esse período, após cada evento pluviométrico.

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas nas estruturas laboratoriais da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – *Campus* Chapecó. A determinação dos parâmetros foi para P , Tf e Sf , durante dois meses no período de 03/09/2019 a 03/11/2019, totalizando sete coletas.

As análises dos parâmetros de P foram obtidos a partir de uma amostra composta pelas amostras coletadas em $P1$, $P2$, $P3$ e $P4$.

Para as análises físico-químicas de Tf foram considerados três grupos: $Tf-A$ (águas coletadas nos pluviômetros de chuva interna do raio de 2 m da Araucária); $Tf-B$ (águas coletadas nos pluviômetros instalados no raio de 4 m da Araucária); e $Tf-C$ (águas coletadas nos pluviômetros de raio 6 m da Araucária).

Para as análises físico-químicas de Sf misturou-se um mesmo volume de água coletada nos oito coletores instalados, devido a alguns eventos pluviométricos não fornecerem o volume mínimo necessário de escoamento de tronco para a realização de todas as análises laboratoriais desenvolvidas.

Para as análises físicas foram determinados os seguintes parâmetros: cor, turbidez e condutividade elétrica. A cor aparente foi medida por colorímetro Del Lab DLA-COR. A turbidez foi medida com turbidímetro PoliControl AP 2000. A condutividade elétrica foi medida por condutivímetro Gehaka CG 1800.

Nas análises químicas foram determinados os parâmetros: pH, cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}). O pH foi determinado por pHmetro MS Tecnopon Instrumentação mPA210. Os parâmetros cálcio e magnésio foram determinados por titulação de acordo com Garcez (2004).

Os parâmetros cor, turbidez, condutividade e pH foram determinados imediatamente após cada coleta de chuva. A determinação do restante dos parâmetros ocorreu em no máximo uma semana depois que as amostras foram coletadas, durante este intervalo as amostras foram conservadas em geladeira a 4 °C.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os eventos referentes a cada período de coleta foram caracterizados de acordo com os seguintes parâmetros utilizando os dados medidos no pluviômetro digital:

- Duração do período: intervalo de tempo entre duas coletas e medição da chuva;
- Altura pluviométrica: valor acumulado de chuva no pluviômetro digital para cada coleta analisada;
- Intensidade média: a média de intensidade pluviométrica no período de cada coleta analisada;
- Intensidade máxima: a máxima intensidade pluviométrica de cada coleta analisada;
- Duração do evento: duração do maior evento com chuva em cada coleta;
- Nº de eventos de chuva no período: quantidade de eventos de chuva significativa em cada coleta;
- Período sem chuva: período total, no intervalo de cada coleta analisada, sem chuva;
- Período máximo consecutivo sem chuva: maior intervalo de tempo consecutivo, durante cada coleta analisada, sem chuva.

A análise estatística dos dados obtidos para a chuva externa, chuva interna e escoamento de tronco foi realizada no software Statistica 10.

O tratamento estatístico foi descritivo, com medidas de posição (média e mediana) e medidas de dispersão (variância, desvio padrão e coeficiente de variação).

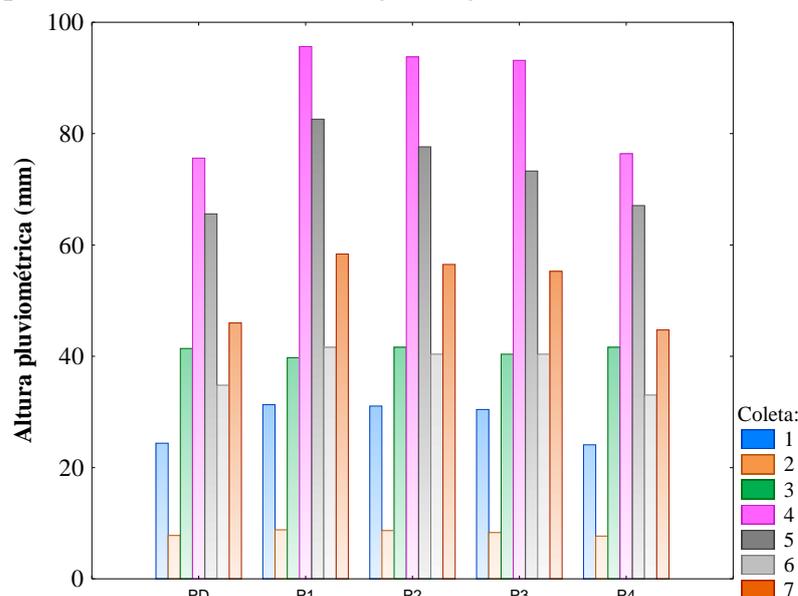
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MONITORAMENTO DA INTERCEPTAÇÃO

3.1.1 Chuva externa

A Figura 6 apresenta os valores de chuva observados para chuva externa em todos os pontos monitorados. O acumulado médio de chuva, durante o período de análise, registrado pelos pluviômetros artesanais foi 335,9 mm e o acumulado registrado pelo *PD* foi 295,6 mm.

Figura 6 – Volume de chuva externa por componente em cada coleta analisada.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Os eventos monitorados para a análise apresentam características com variabilidade significativa, o que possibilita a investigação da influência de características pluviométricas no fenômeno de interceptação (Tabela 2).

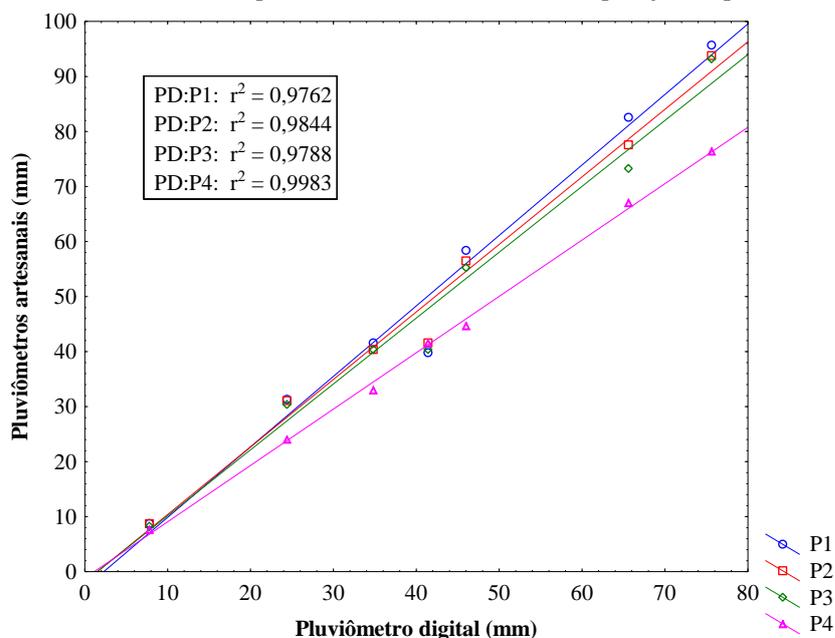
Tabela 2 – Características pluviométricas dos períodos analisados no ano de 2019 estimados a partir dos dados do pluviômetro digital.

| Coleta | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Data da coleta | | 03/09 | 13/09 | 24/09 | 08/10 | 22/10 | 30/10 | 03/11 |
| Duração do período | (dias) | 14 | 10 | 11 | 14 | 14 | 8 | 4,1 |
| Altura pluviométrica | (mm) | 30,9 | 8,6 | 40,6 | 94,2 | 77,8 | 40,8 | 56,7 |
| Intensidade média | (mm/h) | 4,7 | 2,0 | 4,4 | 3,7 | 4,5 | 5,4 | 5,8 |
| Intensidade máxima | (mm/h) | 16,8 | 4,8 | 25,2 | 27,6 | 25,2 | 36,0 | 44,4 |
| Duração do evento | (min) | 160 | 80 | 210 | 200 | 120 | 120 | 270 |
| Nº de eventos de chuva no período | (-) | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Período sem chuva | (dias) | 7 | 6 | 5 | 12 | 7 | 5 | 3 |
| Período máximo consecutivo sem chuva | (%) | 54 | 62 | 44 | 89 | 52 | 66 | 71 |

Fonte: Elaborado pela própria autora.

A Figura 7 apresenta a comparação entre todos os pluviômetros artesanais para medição da chuva externa com o pluviômetro digital. Nesta figura é possível perceber que quanto maior o volume precipitado, maior é a variabilidade espacial. Em relação ao *PD*, a chuva externa variou até 28,3% nos pontos monitorados com pluviômetros artesanais (APÊNDICE B). Considerando a heterogeneidade da chuva, e pelo fato de os pluviômetros artesanais *P1*, *P2* e *P3* estarem instalados mais próximos à parcela florestal, a altura pluviométrica da chuva externa foi considerada como uma média entre eles (P_{med}) para as análises e cálculos de chuva interna, escoamento de tronco e interceptação.

Figura 7 – Chuva externa medida nos pluviômetros artesanais em comparação ao pluviômetro digital (PD).

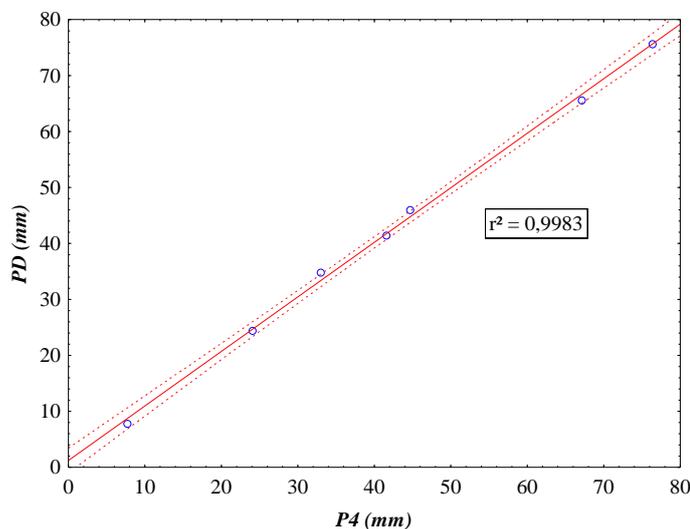


Fonte: Elaborado pela própria autora.

A Figura 8 apresenta a comparação entre o pluviômetro digital e o pluviômetro artesanal que estava mais próximo a ele, o *P4*, podendo ser desconsiderada a variabilidade espacial da

chuva. Para um intervalo de confiança de 95%, as medidas entre *PD* e *P4* são equivalentes. Portanto, constata-se que é válido utilizar os pluviômetros artesanais para a medição do volume de chuva.

Figura 8 – Chuva medida no pluviômetro digital (*PD*) e no pluviômetro artesanal 4 (*P4*) e intervalo de confiança de 95%.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

3.1.2 Chuva interna

A Tabela 3 apresenta os volumes médios de chuva interna (*Tf*), por raio, observados na área da parcela de FOM analisada. A altura pluviométrica média acumulada entre todos os pluviômetros para medição de chuva interna foi 265,6 mm.

Tabela 3 – Características volumétricas da chuva interna.

| Coleta | <i>Tf-A</i> | | <i>Tf-B</i> | | <i>Tf-C</i> | | <i>Tf^{méd}</i> | | Desvio padrão | Coef. de variação | Variância |
|--------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------------------------|------|---------------|-------------------|-----------|
| | mm | % | mm | % | mm | % | mm | % | | | |
| 1 | 21,0 | 67,9 | 23,0 | 74,4 | 24,3 | 78,5 | 22,8 | 73,6 | 5,3 | 0,07 | 28,6 |
| 2 | 4,2 | 48,5 | 4,9 | 57,2 | 5,9 | 68,3 | 5,0 | 58,0 | 9,9 | 0,17 | 98,5 |
| 3 | 35,7 | 87,9 | 37,6 | 92,6 | 40,9 | 100,8 | 38,0 | 93,7 | 6,5 | 0,07 | 42,6 |
| 4 | 66,3 | 70,4 | 71,1 | 75,5 | 74,5 | 79,1 | 70,7 | 75,0 | 4,4 | 0,06 | 19,1 |
| 5 | 54,0 | 69,4 | 54,7 | 70,3 | 56,8 | 73,0 | 55,2 | 70,9 | 1,9 | 0,03 | 3,5 |
| 6 | 28,0 | 68,5 | 33,1 | 81,2 | 34,3 | 84,0 | 31,8 | 77,9 | 8,3 | 0,11 | 68,1 |
| 7 | 40,5 | 71,4 | 43,6 | 76,8 | 42,3 | 74,6 | 42,1 | 74,3 | 2,7 | 0,04 | 7,5 |
| Total | 249,6 | 69,1 | 268,1 | 75,4 | 279,0 | 79,8 | 265,6 | 74,8 | 5,6 | 0,08 | 38,3 |

Fonte: Elaborado pela própria autora.

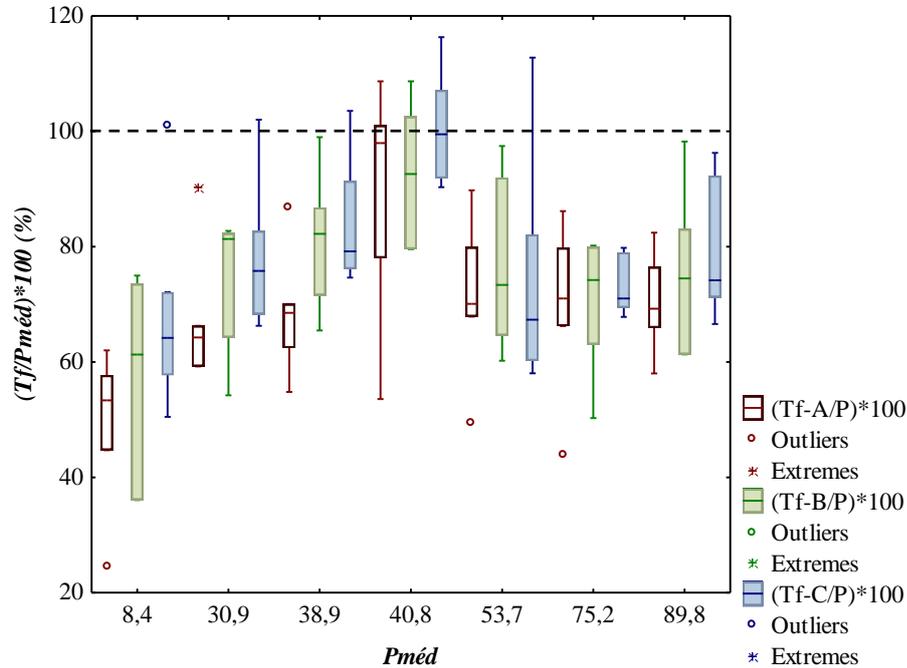
Nota: *Tf-A*, *Tf-B*, *Tf-C* indicam a média de chuva interna medida nos pluviômetros artesanais posicionados nos raios A, B e C, respectivamente; *Tf^{méd}* é a precipitação média interna em todos os pluviômetros analisados.

O coeficiente de variação da proporção de *Tf-A*, *Tf-B* e *Tf-C* em relação à *P^{méd}* foi em média 8% e o desvio padrão médio foi 5,6%, comparando as 7 coletas de chuva analisadas, o que indica também em média baixa variabilidade espacial comparando os raios analisados (A, B e C).

A Figura 9 ilustra que existe variabilidade nas medições de *Tf*, representando de 20 a 120% da chuva externa. Em geral a porcentagem de chuva interna aumenta do raio A para o

raio C. Possivelmente, isso pode estar associado ao fato de que a vegetação pode agir como concentradora de chuva.

Figura 9 - Distribuição dos resultados de chuva interna (T_f) por raio em proporção à chuva externa ($P_{méd}$).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Também se percebe que nos pluviômetros do raio A as medidas são menos dispersas em comparação com os outros raios, ou seja, há menos variabilidade entre as alturas pluviométricas medidas. Possivelmente isso ocorre porque o espaçamento entre os pluviômetros desse raio é três vezes menor que o espaçamento entre os pluviômetros do raio C.

Percebeu-se que para alturas pluviométricas de até aproximadamente 40 mm a proporção de chuva interna em relação a chuva externa aumenta. Esta proporção se manteve em aproximadamente 75% para chuvas com altura pluviométrica maior.

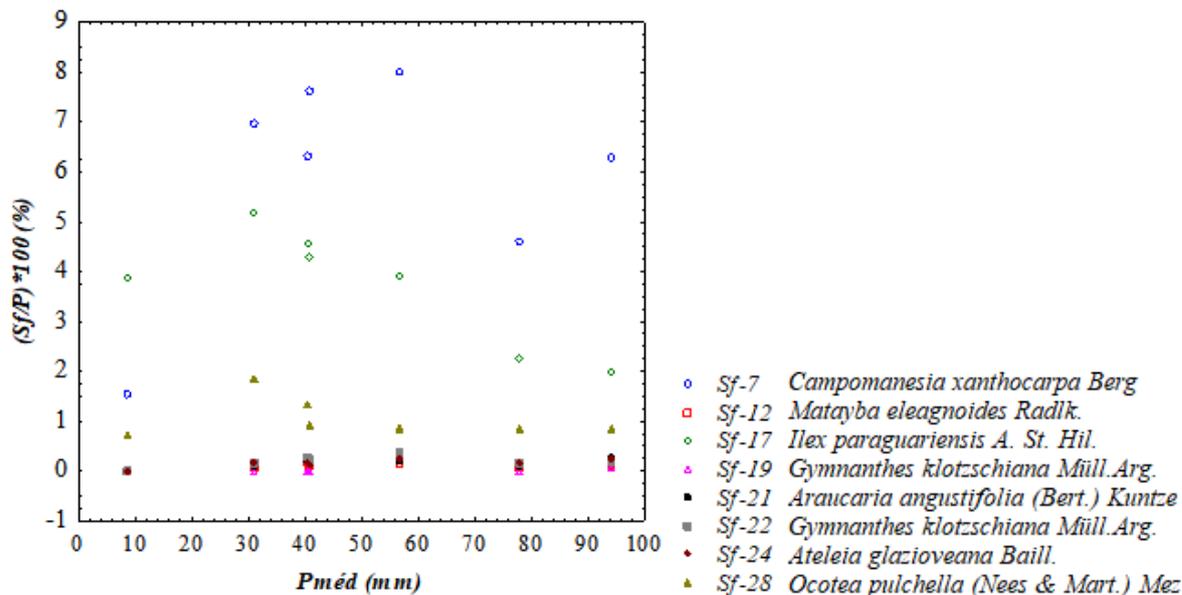
De acordo com Bruijnzeel (1990), a chuva interna varia de 75% a 96% da precipitação total. Giglio (2013) observou que a chuva interna foi 84,4% da chuva externa em Floresta Ombrófila Mista. Sá, Chaffe e Quillet (2016) obtiveram o valor de 89,6% também em FOM. No estudo de Diniz et al. (2013) a chuva interna correspondeu a 76,87% em Floresta Secundária de Mata Atlântica.

Basicamente, as condições climáticas e as características da vegetação influenciam na precipitação florestal. A quantificação e qualificação da chuva interna, para Loecher, Powers e Oberbauer (2002), começa com a coleta do volume de precipitação. Os referidos autores sugerem que as grandes copas florestais e as aberturas no dossel são responsáveis pela grande variabilidade espacial na chuva interna. Para Konishi et al. (2006), a distribuição espacial da chuva interna depende de diversos mecanismos que variam desde o tamanho de copas individuais até o tamanho das clareiras. Também argumentam que a chuva interna alcança maiores médias sob aberturas na copa e que os altos valores são oriundos de pontos com alto índice de abertura da copa e os baixos índices resultam em valores dispersos. Há também, outros estudos - Cuartas et al. (2007); Hewlett (1982); Lloyd e Marques (1988); Loescher et al. (2002) - que relatam que o coletor também influencia nos resultados de chuva interna.

3.1.3 Escoamento de tronco

A Figura 10 mostra a porcentagem de escoamento de tronco em relação a chuva externa no período monitorado. O *Sf* representou em média $(1,42 \pm 2,28)$ % da precipitação total, com coeficiente de variação de 1,62 (mm/mm), demonstrando que cada árvore apresenta características bem particulares. A Araucária (*Sf-19*), árvore central da parcela florestal, durante o período analisado, representou em média 0,05% da chuva externa. Já o escoamento no tronco do Camboatá-branco (*Sf-7*) chegou a 8,01%.

Figura 10 – Proporção de escoamento de tronco equivalente a chuva externa.

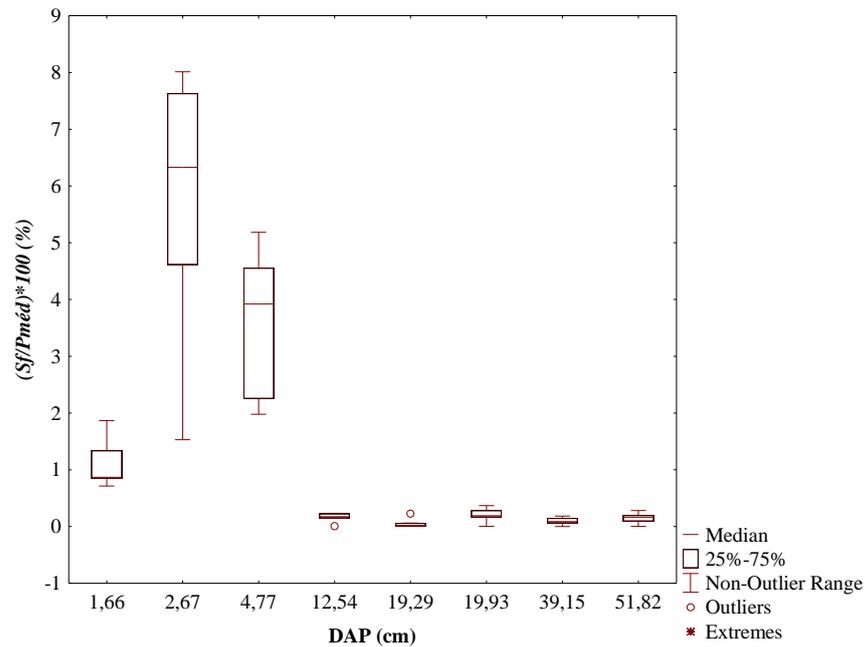


Fonte: Elaborado pela própria autora.

Os valores obtidos para escoamento de tronco foram similares ao encontrado por outros autores. O escoamento de tronco, segundo Tucci (2009), representa uma pequena parcela do total de precipitação, cerca de 1% a 15%. No estudo de Sá, Chaffe e Quillet (2016), em FOM, esse componente foi de 0,4%. De acordo com Giglio e Kobiyama (2013), em florestas brasileiras desenvolvidas esse valor varia de 0,2% a 10%.

Através da Figura 11 é possível perceber que quanto menor o diâmetro, maior é o escoamento de tronco. Isso pode ser devido às árvores com DAP menor, geralmente apresentarem, também, menor área de copa. Os parâmetros Altura da árvore, Altura até a primeira bifurcação e Área de projeção das copas se relacionam com o escoamento de tronco da mesma maneira.

Figura 11 – Comportamento do escoamento de tronco em relação ao diâmetro dos troncos na altura do peito (DAP).



Fonte: Elaborado pela própria autora.

A grande variabilidade no escoamento de tronco é consequência da influência da floresta. Na maioria das árvores analisadas os ramos não são tão inclinados, principalmente os da araucária, que estão em posição horizontal, não favorecendo o afunilamento do escoamento. De acordo com Sari, Paiva e Paiva (2016), deve-se levar em conta nos troncos, ramos e caules a presença de musgos, líquens, fungos e outras espécies, o que torna a árvore com característica esponjosa, diminuindo o escoamento de tronco. A Erva-Mate (*Sf-17*), na maioria das vezes, apresentou o maior volume coletado de água, isso devido ao seu tronco ter característica lisa e estar em um ponto em que a copa era aberta.

Segundo Oliveira Júnior e Dias (2005), apesar do percentual do escoamento de tronco em relação a chuva total ser baixo, ele é considerado muito importante, pois favorece a infiltração da água no solo, devido à quantidade e velocidade do escoamento de tronco serem baixas. Isso afeta a quantidade e qualidade da água no solo, principalmente em períodos com menos chuva.

3.1.4 Intercepção

Para a chuva externa utilizou-se a média entre *P1*, *P2* e *P3*, por estarem instalados mais próximos a parcela. Para a chuva interna utilizou-se a média entre os valores de *Tf-A*, *Tf-B* e *Tf-C*. Para o escoamento de tronco foi utilizada a média entre todas as árvores analisadas. Os valores de intercepção estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores médios (mm e %) do volume de precipitação monitorado nos pluviômetros artesanais 1, 2 e 3 (*P*), chuva interna média (*Tf média*), escoamento de tronco médio (*Sf média*) e interceptação média (*I*).

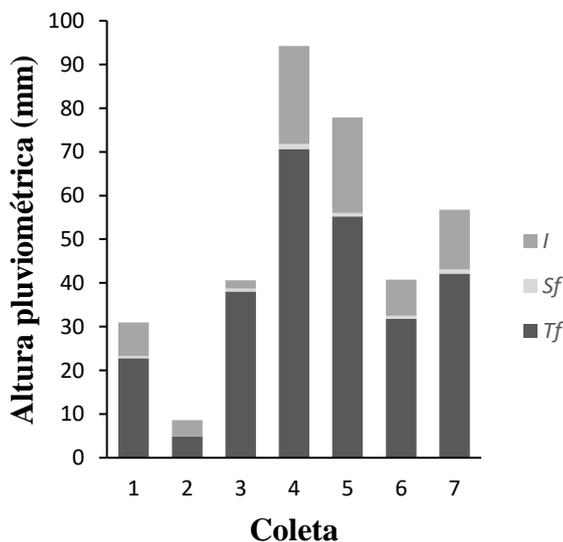
| Coleta | Data da coleta | <i>P</i> | | <i>Tf média</i> | | <i>Sf</i> | | <i>I</i> | |
|--------|----------------|----------|-------|-----------------|------|-----------|-----|----------|------|
| | | mm | % | mm | % | mm | % | mm | % |
| 1 | 03/09/2019 | 30,9 | 100 | 22,8 | 73,6 | 0,6 | 1,8 | 7,6 | 24,6 |
| 2 | 13/09/2019 | 8,6 | 100 | 5,0 | 58,0 | 0,1 | 0,8 | 3,6 | 41,3 |
| 3 | 24/09/2019 | 40,6 | 100 | 38,0 | 93,7 | 0,7 | 1,6 | 1,9 | 4,6 |
| 4 | 08/10/2019 | 94,2 | 100 | 70,7 | 75,0 | 1,2 | 1,2 | 22,4 | 23,7 |
| 5 | 22/10/2019 | 77,8 | 100 | 55,2 | 70,9 | 0,8 | 1,0 | 21,8 | 28,1 |
| 6 | 30/10/2019 | 40,8 | 100 | 31,8 | 77,9 | 0,7 | 1,7 | 8,3 | 20,4 |
| 7 | 03/11/2019 | 56,7 | 100 | 42,1 | 74,3 | 1,0 | 1,7 | 13,6 | 24,0 |
| TOTAL | | 349,7 | 100,0 | 265,6 | 74,8 | 4,9 | 1,4 | 79,2 | 23,8 |

Fonte: Elaborado pela própria autora.

A interceptação no período analisado foi 79,2 mm o que corresponde a 23,8% da chuva total. Esse resultado está muito próximo do que vem sendo monitorado em outras parcelas florestais do bioma mata atlântica.

Sá (2015) também determinou, em estudo em Floresta Ombrófila Mista, perda por interceptação de 23%. Giglio (2013) estimou a perda por interceptação em FOM que variou de 12,3% a 15,1% da chuva externa anual. Sari, Paiva e Paiva (2016) analisaram a interceptação em duas parcelas de florestas do Bioma Mata Atlântica, onde estimaram os valores de interceptação de 17,76% e 16,90% e em uma parcela de floresta de eucalipto com interceptação de 14,56% da chuva externa.

Figura 12 – Medidas de chuva interna (*Tf*), escoamento de tronco (*Sf*) e Interceptação (*I*) em cada coleta analisada.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Através da Figura 12 percebe-se que as coletas 3 e 6 tiveram quase mesma altura pluviométrica, porém interceptação muito diferente. Possivelmente isso é devido a coleta 6 ter tido chuva de maior intensidade e período máximo sem chuva maior que a coleta 3, o que possibilitou a copa restabelecer sua capacidade de armazenamento de água e resultando na coleta 6 ter maior interceptação (Tabela 2).

3.2 QUALIDADE

Para as análises de qualidade da água, a seguir, não foram consideradas as amostras de da segunda coleta. Devido à precipitação ter sido pouca, o volume disponível para coleta era muito pequeno, o que torna os resultados pouco confiáveis. Pôde-se perceber nesta coleta que os valores dos parâmetros analisados foram muito superiores aos das outras coletas. Isso pode ser explicado pelo fato de as amostras possuírem nutrientes de forma mais concentrada, devido ao pouco volume de chuva. Por não ter outras coletas com valores semelhantes, optou-se por não considerar a segunda coleta nas análises de qualidade, que são apresentadas a seguir.

Durante o período analisado, em média, a chuva externa apresentou pH de $(6,6 \pm 0,4)$ e cálcio (Ca^{+2}) de $(0,57 \pm 0,70)$ mg/L (APÊNDICE C), resultados que são semelhantes aos encontrados por Sá, Chaffe, Quillet (2016). Já a cor teve média de $(1,3 \pm 3,4)$ Pt/Co e a média da turbidez foi $(4,3 \pm 2,2)$ NTU, os autores anteriormente citados encontraram, respectivamente, 2,0 Pt/Co a 42,9 Pt/Co e 0 NTU a 3,5 NTU. A condutividade média observada foi de $8,4 \mu\text{S}/\text{cm}$, o que representa certa de 2,3 vezes menor do que o observado por Backes (2007). A média de magnésio (Mg^{+2}) foi de 0,16 mg/L, o que foi semelhante ao encontrado por Scheer (2009).

À medida que a água passa pela vegetação, os parâmetros Cálcio, Magnésio, Cor e Condutividade aumentam e são ainda maiores no escoamento de tronco (Figura 13), a Turbidez apresentaria o mesmo comportamento se não fosse pelo raio A. Já o parâmetro pH foi menor no pH escoamento de tronco.

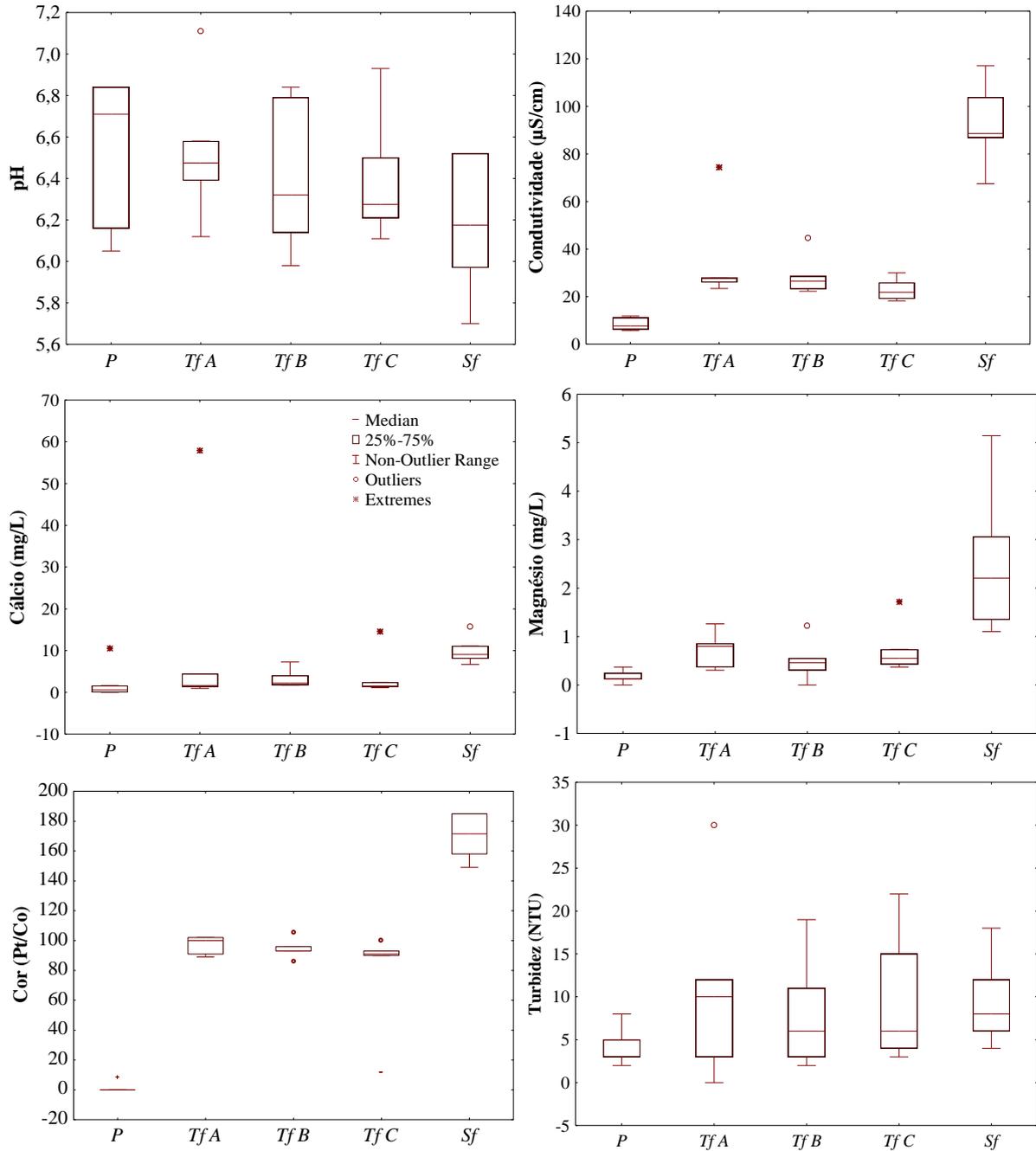
Os valores de condutividade elétrica aumentam consideravelmente ao passar pelo dossel florestal e, principalmente, ao passar pelos troncos das árvores, indicando que há aumento na concentração de nutrientes na água e os valores de pH diminuem, não variando muito, o que de acordo com Souza et al.(2007), ocorre devido à lixiviação de compostos ácidos pelo fuste das árvores.

Cálcio e magnésio apresentaram alta tendência ao arraste da vegetação pela água da chuva, o que de acordo com Scheer (2009) isso ocorre devido à lavagem de exsudados e decomposição da vegetação. Esse comportamento para o cálcio se assemelha ao encontrado no estudo de Sá, Chaffe e Quillet (2016), porém para o magnésio, o comportamento é o oposto, onde nos estudos dos autores supracitados, o magnésio teve a tendência de ficar retido na vegetação.

A cor foi maior no escoamento de tronco, Souza et al. (2007) explicam que isso ocorre devido aos troncos proporcionarem maiores taxas de compostos solúveis. A turbidez foi maior nas amostras de *Tf-A* e do *Sf*, o que de acordo com esses mesmos autores, pode ser devido ao potencial do dossel em acumular partículas atmosféricas. Sá, Chaffe e Quillet (2016) comentam que isso ocorre devido à influência da interceptação.

Souza et al. (2007), em seu estudo, analisaram que a chuva interna aumentou a condutividade elétrica, o que indica maior lixiviação de íons, e teve maior taxa de turbidez, em relação a chuva externa e o escoamento de tronco, o que se explica devido ao potencial do dossel florestal em acumular partículas atmosféricas.

Figura 13 – Comportamento dos parâmetros de qualidade por componente observada.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo foi analisada a influência de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista na interceptação e na qualidade da água da chuva interna e escoamento de tronco.

Muitos estudos utilizam apenas um pluviômetro para medição da chuva externa. Os resultados deste trabalho evidenciaram a importância de se monitorar a chuva externa o mais próximo possível da parcela florestal, bem como em diversos pontos garantindo a medição confiável da mesma. Ficou evidente que quanto maior for o volume precipitado, maior é a variabilidade espacial da chuva externa. Analisar a heterogeneidade da chuva é importante para a elaboração satisfatória da estimativa de chuva para projetos, pois se a variabilidade não for

considerada a estimativa de chuva pode acarretar erros de projetos. Um diferencial do trabalho, foi a análise da qualidade da água da chuva da região Oeste de SC, já que até o momento, não se tinha conhecimento de nenhum outro estudo sobre isso na região.

A chuva interna foi em média 74,8% da precipitação total, o escoamento de tronco foi em média 1,4% e a interceptação foi em média 23,8%. As taxas de cálcio, magnésio, cor, turbidez e condutividade ficaram maiores ao passar pela vegetação da floresta, isso indica um acréscimo de nutrientes a esses parâmetros, porém o pH diminuiu, possivelmente devido à lixiviação de compostos acidificados presentes nas copas e troncos da parcela.

De forma geral, conclui-se que a qualidade da água da chuva é afetada pela vegetação de Floresta Ombrófila Mista influenciando no ciclo hidrológico através da interceptação e acarretando num acréscimo de nutrientes ao solo.

Recomenda-se realizar novos estudos analisando um período maior e levando em consideração a influência das estações do ano, além de analisar em diferentes parcelas de Floresta Ombrófila Mista com diferentes estágios de regeneração e também analisar a influência individual de cada espécie de árvore no escoamento de tronco.

Para a Engenharia Ambiental e Sanitária este trabalho fornece entendimento do processo hidrológico de interceptação da Floresta Ombrófila Mista e sua influência na qualidade da água da chuva interna e escoamento de tronco, o que pode ser aplicado para estimativa de disponibilidade hídrica, através de modelos hidrológicos, e conservação de recursos hídricos, além de fornecer subsídios para a tomada de decisões sobre técnicas de manejo e conservação florestal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente à minha orientadora, prof.^a Aline, por todo auxílio, confiança, paciência e companheirismo. À minha família, por todo o amor que tem por mim, principalmente aos meus pais, Domicilia e Floriano, por sempre estarem me incentivando a correr atrás dos meus objetivos. Aos meus amigos e colegas pelo companheirismo, principalmente à Grazi Rossi pela amizade e apoio emocional. À equipe técnica das unidades laboratoriais da UFFS. E a todos os meus professores pelo conhecimento me passado e por me fazerem chegar até aqui. Obrigada!

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ATLAS GEOGRÁFICO DE SANTA CATARINA. **Fascículo 2: Diversidade da Natureza**. 2007. Disponível em: <https://sites.google.com/a/spg.sc.gov.br/atlas-geografico-de-santa-catarina/fasciculo2>. Acesso em: 18 nov. 2019.

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

BRUIJNZEEL, L. A. The hydrological cycle in moist tropical forest. In: BRUIJNZEEL, L. A. **Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: a state of knowledge review**. Amsterdam, 1990. p. 5-38.

CAUVILLA, V. B.; GRISON, F.; MOTA, A. A. Geometria hidráulica de seção transversal do Rio da Divisa, entre Chapecó e Guatambú (SC). In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2017. p. 1-8.

CUARTAS, L.A. et al. Interception water-partitioning dynamics for a pristine rainforest in Central Amazonia: Marked differences between normal and dry years. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 145, n. 1-2, p. 69–83, 2007.

DINIZ, A. R. et al. Precipitação e aporte de nutrientes em diferentes estádios sucessionais de Floresta Atlântica, Pinheiral – RJ. **Ciência Florestal**, v.23, n.3, p.389-399. 2013.

GARCEZ, L. N. **Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais Voltados para análises de águas, esgoto sanitário e industrial**. São Paulo: Escola Politécnica de Universidade de São Paulo, 105p., 2004.

GIGLIO, J. N. **Interceptação da chuva em pequena bacia experimental coberta por Floresta Ombrófila Mista**. 2013. 195 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GIGLIO, J. N.; KOBAYAMA, M. Interceptação da chuva: uma revisão com ênfase no monitoramento em florestas brasileiras. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2013.

GIGLIO, J. N.; MOTA, A. A.; KOBAYAMA, M. Sistema de baixo custo para monitoramento de interceptação. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2017. p. 1-8.

GOOGLE EARTH. Google Earth website. <http://earth.google.com>, 2019.

GOTARDO, R. et al. Distribuição espacial e temporal das chuvas no Estado de Santa Catarina. **Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 67, p. 253-276, 2018.

HAGEMANN, S. E.; GASTALDINI, M. C. C. Variação da qualidade da água de chuva com a precipitação: aplicação à cidade de Santa Maria – RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 525-536, 2016.

HEWLETT, J.D. **Principles of forest hydrology**. Georgia: University of Georgia Press Athens, 1982. 183p.

JAQUES, R. C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. 2005. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

KONISHI, S. et al. Characteristics of spatial distribution of throughfall in a lowland tropical rainforest, Peninsular Malaysia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.224, n. 1-2, p.19–25, 2006.

LIMA, W. P. Ação das chuvas no ciclo biogeoquímico de nutrientes em plantações de pinheiros tropicais e em cerradão. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)**, n.30, p.13-17, 1985.

- LLOYD, C.R.; MARQUES F., A. de O. Spatial variability of throughfall and stemflow measurements in amazonian rainforest. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.42, n. 1, p.63–73, 1988.
- LOESCHER, H.W.et al. Spatial variation of throughfall volume in an old_growth tropical wet forest, Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.18, n. 3, p.397–407, 2002.
- LORENZON, A. S.; DIAS, H. C.; LEITE, H. G. Precipitação efetiva e interceptação da chuva em um fragmento florestal com diferentes estágios de regeneração. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 1, p. 619-627, 2013.
- MARTINS, R. F. **Avaliação da qualidade das águas de chuva de Florianópolis, Tubarão, Criciúma e São Martinho, com ênfase na caracterização das influências marinhas e continentais simuladas utilizando o modelo HYSPLIT**. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- NICOLETTI, A. L. **Interceptação e escoamento superficial em diferentes estágios de regeneração de uma Floresta Ombrófila Densa da Mata Atlântica**. 2016. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau-SC.
- OKI, V. K. **Impactos da colheita de *Pinus taeda* sobre o balanço hídrico, a qualidade da água e a ciclagem de nutrientes em microbacias**. 2002. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba.
- OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 9-15, 2005.
- PINHEIRO, A. et al. Acurácia na medição da altura de precipitação em pluviômetros de balança. **Revista de estudos ambientais**, v. 16, n. 1, p. 38-44, 2014.
- SÁ, J. H. M. **Monitoramento e modelagem do processo de interceptação da chuva de uma bacia coberta por Floresta Ombrófila Mista**. 2015. 129 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SÁ, J. H. M.; CHAFFE, P. L. B.; QUILLET, M. J. J. The influence of the interception process on the precipitation quality in a catchment covered by subtropical Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, no. 4, p. 742-751, 2016.
- SÁ, J. H. M.; CHAFFE, P. L. B.; OLIVEIRA, D. Y. Análise comparativa dos modelos de Gash e de Rutter para a estimativa da interceptação por Floresta Ombrófila Mista. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 20, n. 4, Porto Alegre, p. 1008 – 1018, 2015.
- SANTOS, O. N. dos. **Avaliação da qualidade da água de chuva do município de Florianópolis/SC**. 2018. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SARI, V.; PAIVA, E. M. C. D.; PAIVA, J. B. D. Interceptação da chuva em diferentes formações florestais na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 21 n. 1 Porto Alegre, p. 65 – 79, 2016.

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

SOUZA, V. V.; et al. Análise da qualidade das águas das precipitações em aberto e efetiva em um fragmento secundário de Mata Atlântica, no município de Viçosa MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 4, p.737-743, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4 ed., Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009.

VIBRANS, A. C. et. al. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Vol. III: Floresta Ombrófila Mista**. Blumenau: Edifurb, 2013, 448 p.

VIDAL, T. F.; NETO, J. C. Caracterização limnológica e influência da precipitação em reservatório de abastecimento público da região metropolitana de Fortaleza/CE. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 2, p. 298-312, 2014.

APÊNDICE A

Caracterização das árvores identificadas na parcela florestal analisada.

| Árvore Nº | Nome científico | Nome popular | H m | Hic m | DAP cm | Área da copa m ² |
|--------------|--|------------------------|--------|----------|-----------|-----------------------------------|
| 1 | <i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britt. | Dalbergia | 5,70 | 1,21 | 2,10 | 2,87 |
| 2 | <i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg | Guabiroba | 2,97 | 0,47 | 2,36 | 1,60 |
| 3 | <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urban | Pessegueiro do mato | 3,05 | 1,82 | 1,27 | 0,66 |
| 4 | <i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Mull. Arg. | Bernardia | 2,08 | 0,67 | 1,40 | 1,43 |
| 5 | <i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Mull. Arg. | Bernardia | 3,53 | 0,06 | 2,74 | 2,47 |
| 6 | <i>Casearia decandra</i> Jacquin | Graçatonga branca | 2,90 | 0,53 | 2,23 | 1,60 |
| 7 | <i>Matayba eleagnoides</i> Radlk. | Camboatá-branco | 2,99 | 0,99 | 2,67 | 0,44 |
| 8 | <i>Casearia sylvestris</i> Sw. | Chá de bugre | 2,79 | 1,28 | 1,78 | 0,81 |
| 9 | <i>Muelleria campestris</i> (Mart. Ex Benth.) Silva & Azevedo | Rabo-de-bugio | 2,46 | 1,50 | 1,27 | 0,61 |
| 10 | <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng. | Branquilha leiteiro | 2,97 | 0,82 | 1,53 | 0,87 |
| 11 | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilha | 9,85 | 13,00 | 11,65 | 14,82 |
| 12 | <i>Ateleia glazioviana</i> Baill. | Timbó | 17,33 | 10,87 | 39,15 | 53,57 |
| 13 | <i>Muelleria campestris</i> (Mart. Ex Benth.) Silva & Azevedo | Rabo-de-bugio | 7,41 | 3,76 | 6,05 | 8,28 |
| 14 | <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng. | Branquilha leiteiro | 1,97 | 0,47 | 0,89 | 0,44 |
| 15 | <i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez | Canela-lageana | 12,37 | 4,96 | 34,70 | 39,11 |
| 16 | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilha comum | 3,69 | 1,88 | 2,74 | 2,21 |
| 17 | <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. | Erva-mate | 4,43 | 1,90 | 4,77 | 2,85 |
| 18 | <i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg | Guabiroba | 4,09 | 1,05 | 2,55 | 2,09 |
| 19 | <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Kuntze | ARAUCÁRIA | 14,81 | 10,66 | 19,29 | 17,72 |
| 20 | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilha | 8,54 | 0,20 | 15,79 | 28,28 |
| 21 | <i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez | Canela-lageana | 15,18 | 4,16 | 51,82 | 68,29 |
| 22 | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilha | 12,23 | 5,31 | 19,93 | 23,84 |
| 23 | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilha | 12,32 | 5,75 | 27,22 | 49,90 |
| 24 | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilha | 8,72 | 3,66 | 12,54 | 13,65 |
| 25 | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilha comum | 3,44 | 1,95 | 1,91 | 1,90 |
| 26 | <i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Mull. Arg. | Bernardia | 3,41 | 1,64 | 2,04 | 1,60 |
| 27 | <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urban | Pessegueiro do mato | 3,83 | 1,96 | 2,07 | 1,57 |
| 28 | <i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg | Guabiroba | 2,80 | 0,56 | 1,66 | 1,95 |
| 29 | <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng. | Branquilha leiteiro | 2,52 | 0,48 | 0,95 | 0,41 |
| 30 | <i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Mull. Arg. | Bernardia | 2,40 | 1,04 | 1,59 | 1,58 |

APÊNDICE B

Diferença da chuva monitorada nos pluviômetros artesanais (*P1*, *P2*, *P3* e *P4*) em relação à chuva monitorada no pluviômetro digital (*PD*).

| Coleta | <i>PD</i> | | <i>P-1</i> | | <i>P-2</i> | | <i>P-3</i> | | <i>P-4</i> | | Desvio padrão | Coef. de variação |
|--------|-----------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|------|---------------|-------------------|
| | mm | mm | % | mm | % | mm | % | mm | % | | | |
| 1 | 24,4 | 31,3 | 28,3 | 31,1 | 27,3 | 30,4 | 24,7 | 24,1 | -1,2 | 15,1 | 0,13 | |
| 2 | 7,8 | 8,8 | 13,1 | 8,7 | 11,5 | 8,3 | 6,7 | 7,7 | -1,3 | 6,5 | 0,06 | |
| 3 | 41,4 | 39,8 | -4,0 | 41,6 | 0,5 | 40,4 | -2,5 | 41,6 | 0,5 | 2,0 | 0,02 | |
| 4 | 75,6 | 95,7 | 26,5 | 93,8 | 24,1 | 93,2 | 23,2 | 76,4 | 1,1 | 13,2 | 0,12 | |
| 5 | 65,6 | 82,6 | 25,9 | 77,6 | 18,4 | 73,3 | 11,7 | 67,1 | 2,3 | 10,9 | 0,10 | |
| 6 | 34,8 | 41,6 | 19,6 | 40,4 | 16,0 | 40,4 | 16,0 | 33,0 | -5,0 | 11,0 | 0,10 | |
| 7 | 46,0 | 58,4 | 26,9 | 56,5 | 22,9 | 55,3 | 20,2 | 44,7 | -2,8 | 13,8 | 0,12 | |
| Total | 295,6 | 358,1 | 21,2 | 349,7 | 18,3 | 341,2 | 15,4 | 294,7 | -0,3 | 10,4 | 0,09 | |

APÊNDICE C

Dados de qualidade da água obtidos em laboratório para cada parâmetro analisado.

| Componente | Coleta | pH | Cálcio (mg/L) | Magnésio (mg/L) | Condutividade (μ S/cm) | Cor (Pt/Co) | Turbidez (NTU) |
|---|--------|-----|------------------|--------------------|--------------------------------|----------------|-------------------|
| <i>P</i> (Chuva externa) | 1 | 6,7 | 1,62 | 0,24 | 11,77 | 0 | 3 |
| | 2 | 6,9 | 10,50 | 0,00 | 32,5 | 0 | 5 |
| | 3 | 6,2 | 1,21 | 0,37 | 8,86 | 8 | 5 |
| | 4 | 6,8 | 0,61 | 0,12 | 6,45 | 0 | 2 |
| | 5 | 6,8 | 0,00 | 0,00 | 5,67 | 0 | 5 |
| | 6 | 6,1 | 0,00 | 0,12 | 6,24 | 0 | 3 |
| | 7 | 6,7 | 0,00 | 0,12 | 11,12 | 0 | 8 |
| <i>Tf</i> (A) (Chuva interna – raio A) | 1 | 6,6 | 4,44 | 0,86 | 74,4 | 100 | 3 |
| | 2 | 6,9 | 57,90 | 0,00 | 147,1 | 197 | 30 |
| | 3 | 6,5 | 0,95 | 1,26 | 28 | 89 | 0 |
| | 4 | 6,1 | 2,83 | 0,31 | 27,5 | 100 | 11 |
| | 5 | 7,1 | 1,41 | 0,73 | 27,7 | 102 | 12 |
| | 6 | 6,4 | 1,41 | 0,86 | 26 | 102 | 10 |
| | 7 | 6,5 | 1,62 | 0,37 | 23,4 | 91 | 9 |
| <i>Tf</i> (B) (Chuva interna – raio B) | 1 | 6,1 | 4,04 | 1,22 | 44,7 | 93 | 3 |
| | 2 | 6,9 | 7,30 | 0,00 | 99,8 | 190 | 19 |
| | 3 | 6,2 | 2,22 | 0,31 | 23,2 | 86 | 2 |
| | 4 | 6,0 | 2,42 | 0,55 | 27,5 | 93 | 4 |
| | 5 | 6,8 | 2,22 | 0,49 | 28,6 | 105 | 11 |
| | 6 | 6,8 | 1,82 | 0,00 | 22,3 | 96 | 8 |
| | 7 | 6,4 | 1,72 | 0,43 | 25,6 | 93 | 6 |
| <i>Tf</i> (C) (Chuva interna – raio C) | 1 | 6,2 | 2,42 | 1,71 | 30 | 90 | 4 |
| | 2 | 6,4 | 14,50 | 0,00 | 112,7 | 500 | 22 |
| | 3 | 6,1 | 1,41 | 0,73 | 19,1 | 11 | 3 |
| | 4 | 6,2 | 1,82 | 0,61 | 18,2 | 90 | 5 |
| | 5 | 6,9 | 1,41 | 0,49 | 25,9 | 100 | 15 |
| | 6 | 6,5 | 1,41 | 0,37 | 21,2 | 93 | 6 |
| | 7 | 6,3 | 1,11 | 0,43 | 22,5 | 92 | 8 |
| <i>Sf</i> (Escoamento de tronco) | 1 | 6,2 | 15,75 | 5,14 | 117,1 | 185 | 10 |
| | 2 | 6,6 | 8,30 | 0,00 | 129,4 | 105 | 12 |
| | 3 | 6,2 | 11,11 | 1,10 | 103,8 | 165 | 4 |
| | 4 | 6,0 | 9,09 | 3,06 | 87,1 | 185 | 8 |
| | 5 | 6,5 | 8,08 | 2,57 | 90,2 | 149 | 7 |
| | 6 | 6,5 | 9,09 | 1,84 | 86,9 | 178 | 18 |
| | 7 | 5,7 | 6,66 | 1,35 | 67,5 | 158 | 6 |