



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UFES**

**JUAN FELIPE BARRIOS LÓPEZ**

**INTERCEPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UM FRAGMENTO DE MATA  
ATLÂNTICA DA RESERVA BIOLÓGICA DE DUAS BOCAS, CARIACICA (ES)  
BRASIL.**

**VITÓRIA**

**2016**

**JUAN FELIPE BARRIOS LÓPEZ**

**INTERCEPTAÇÃO DE AGUAS PLUVIAIS EM UM FRAGMENTO DE MATA  
ATLÂNTICA DA RESERVA BIOLÓGICA DE DUAS BOCAS, CARIACICA (ES)  
BRASIL.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Eberval Marchioro

VITÓRIA

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

B275i Barrios López, Juan Felipe, 1986-  
Interceptação de águas pluviais em um fragmento florestal de  
Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica  
(ES) Brasil / Juan Felipe Barrios López. – 2016.  
163 f. : il.

Orientador: Eberval Marchioro.  
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal  
do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Hidrologia florestal. 2. Precipitação (Meteorologia). 3.  
Dosséis florestais. I. Marchioro, Eberval . II. Universidade Federal  
do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. III.  
Título.

CDU: 91


---

**“INTERCEPCÃO DE AGUÁS PLUVIAIS EM UM  
FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA DA RESERVA  
BIOLÓGICA DE DUAS BOCAS, CARIACICA (ES)  
BRASIL.”**

**JUAN FELIPE BARRIOS LÓPEZ**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em 23 de Junho de 2016.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eberval Marchioro – Orientador – UFES

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª. Jacqueline Albino – UFES

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Felipe Zamborlini Saiter – IFES/Santa Teresa/ES

## AGRADECIMENTOS

Entrego este trabalho como agradecimento a Deus e meus pais como os primeiros em guiar e apoiar meu desenvolvimento acadêmico e cognitivo, através de desafios e novas experiências em locais cada vez mais distantes de minha pátria.

A mi madre Luz Marina López Hernández, mujer luchadora, siempre preocupada por el bienestar de sus hijos, enfrentando toda adversidad y cualquier tipo de dificultad, sin importar tiempo, recursos y distancia.

A mi padre Rafael del Cristo Barrios Acosta y mi hermano Juan Sebastián Barrios López, quienes están hoy orgullosos de haber compartido momentos fuera de casa llenos de alegrías, emoción y algunas lágrimas.

A mi familia en general, por el apoyo y seguimiento durante las diferentes etapas de mi vida, compartiendo con felicidad, aceptación, superación y mucho esfuerzo, a lo largo de dos años de investigación, llevando conmigo el título de maestre en geografía de la Universidad Federal de Espírito Santo.

A minha namorada Ketlen Victor Bastos quem ajudou incansavelmente nas etapas do trabalho, desde as coletas de dados até pequenos erros ortográficos, as noites de desvelo e a infinita paciência para tingir o resultado final.

O meu orientador professor Eberval Marchioro, que confiou o desenvolvimento de uma pesquisa no processo inicial a um desconhecido que não conseguia falar português corretamente.

A todos os professores que colaboraram no ensino e uso de novas técnicas e conhecimentos que fomentaram o correto diagnóstico, desde a análise da paisagem, avaliação ambiental até testes estatísticos, todas ferramentas úteis na hora de discernir, e principalmente ao professor Dr. André Luiz Nascentes Coelho e o professor Dr. Felipe Zamborlini Saiter.

Meus amigos e colegas sendo colaboradores e sempre prestativos durante este longo processo. Como Lina Maria Prada, Daniel Bulhões, James Ulisses, Wallace Cupertino, Rafael Monteiro, Rafael Fafa, Wesley Correa, Fernando Lemos, Julia Effgen, Deliane Pereira e muitos mais que ajudaram na coleta dos dados, manutenção das estações e fortes campos na Reserva Biológica de Duas Bocas

Aos funcionários do serviço de transporte da Universidade Federal de Espírito Santo, sendo sempre prestativos para cada dia de campo ao longo do período de coleta e muitos mais eventos dentro da Reserva Biológica de Duas Bocas.

A todo o pessoal da Reserva Biológica de Duas Bocas, liderado por Eduardo Chagas, colega sempre disposto nas pesquisas e o senhor Francisco, guarda florestal.

E por fim, agradeço às entidades de pesquisa e financeiras como CAPES, FAPES e o CNPq pela concessão de recurso para elaboração do presente trabalho, ao projeto de Ecohidrologia e gestão de recursos hídricos coordenado pelo prof. Dr. Gilberto Fonseca Barroso e a instituição Embrapa mediante as orientações do pesquisador Alexandre Ortega Gonçalves.

## EPIGRAFE

### La Lluvia

La lluvia cae, las gotas caen en el piso, a nadie le gusta, pero para mí es un paraíso.

La lluvia cae, sobre la acera, sobre la calle, pero cuando cae sobre el techo es música para mis  
oídos.

Para muchos es un problema, también para otros es todo un tema.

Para mí es un baño con discreción y amor. ¡Es un momento eterno que no se olvida!

Franco y Brian

## RESUMO

A interceptação é o primeiro processo pelo qual a água da chuva passa na bacia hidrográfica, sendo seu monitoramento fundamental no sistema hidrológico. Em função disto, este trabalho analisa a interceptação das águas pluviais em um fragmento de Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas (RBDB), no município de Cariacica, ES, Brasil, no período compreendido entre setembro de 2014 e setembro de 2015. Para atingir os objetivos foram instaladas quatro estações termopluviométricas automáticas, sendo três delas captadoras de precipitação interna (Pi - E1, E2 e E3), estando sob o dossel da floresta primária e, uma de precipitação total (PT - EC) a céu aberto; todas compostas por pluviômetros automáticos com monitoramento de dados a cada 5 minutos. Concomitante ao monitoramento da interceptação foi realizado o acompanhamento mensal da área do dossel da cobertura florestal por meio de fotografias hemisféricas, utilizando lente olho de peixe modelo Bower F 3,5CS(AE). A obtenção da área do dossel foi efetuada mediante uso do software *Gap Leaf Area* (GLA®) para os três pluviômetros sob floresta. Como metodologia para definir a localização das estações foram evitadas as clareiras e procurou-se semelhanças nos dosséis na instalação de três parcelas experimentais com 3 subparcelas cada uma, com uso do clinômetro foram obtidos dados de altura das árvores, e com cinta métrica, Circunferência à Altura do Peito (CAP) e Diâmetro à Altura do Peito (DAP), considerando apenas as árvores com CAP maior que 10 cm. Posteriormente foram instaladas as estações termopluviométricas para estimativa de interceptação e uso do modelo proposto por Horton (1919), Blake (1975) e Lima; Nicolielo (1983). Além disso os dados de chuva foram classificados por evento segundo sua intensidade e quantidade, seguindo os intervalos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), eventos fracos de 0 a 5 mm, intermediários de 5,1 – 25 mm e eventos fortes 25,1mm >. Os resultados de índices pluviais, evidenciaram dominância na E1 ao obter maiores perdas por interceptação com registro de Pi 239,4mm anuais, com 344 eventos e 175,6mm de chuvas não interceptadas, seguida da estação 2 com 511,6mm, 481 eventos e 226,6mm de chuva não interceptada, e finalmente na estação 3 apresentou-se 613,8 de chuva anual, 631 eventos e 371,2mm de chuva não interceptada, todos os dados foram obtidos a partir das informações pluviométricas da estação controle (EC). Os dados de cobertura vegetal apontaram que a estação 1 possui maior percentual de cobertura no dossel em relação aos demais pontos da floresta, com uma média de 85 % de área protegida e 4,57 m/m<sup>2</sup> de Índice de Área Foliar (IAF) seguida da estação 2 com 84,25% e 4,53 m/m<sup>2</sup> enquanto a estação 3 possui 80,09% de área coberta e 3,97 m/m<sup>2</sup> de IAF. A interceptação pluvial, objeto principal do presente trabalho, evidenciou que a E1 também obteve maiores percentuais de interceptação, 57,85%, seguida da estação 2 com 51,74 %, enquanto a estação 3 apresentou 38,1%. Em relação ao número de eventos pluviométricos, 96,6% foram classificados como fracos apresentando interceptações de até o 98,4% nas três estações. Os eventos intermediários e fortes corresponderam a 2,7% e 0,6% respectivamente do total de eventos (2223). Portanto é verificado que fatores como dossel, intensidade, número de eventos e os índices pluviométricos interferem na quantificação da interceptação, constatado nas correlações moderas, fortes e muito fortes.

**Palavras chave:** Hidrologia de floresta. Precipitação. Dossel Arbóreo.

## SUMMARY

The rain interception is the first process by which rainwater reaches a watershed, therefore its study and control is essential in the hydrological cycle. This paper determines the interception of rainwater in a section of the Atlantic Forest in the Duas Bocas Biological Reserve (DBBR) in the municipality of Cariacica, ES, Brazil. The period of analysis and data collection starts in September 2014 and ends in September 2015. In order to accomplish the main goal, four thermo-pluviometric automatic stations were installed, three of which capture internal precipitation under the canopy and one captures rainfall from the open sky. The stations include automatic rain gauges with data collection every 5 minutes. In addition, monthly monitoring of precipitation below the canopy was conducted with the internal stations, and through hemispherical photographs using a fish-eye lens F 3,5CS Bower (AE) and Gap Leaf Area (GLA) software. The photographs were obtained in the time interval from 07: 00h to 09: 00h, thus avoiding direct sun and high intensity. In order to define the location of the stations while avoiding significant open spaces in the treetops, and seeking similarities in the tree canopies, three parcels were selected with three plots each. The heights of the trees were measured in each plot using an inclinometer, and circumference at breast height (CBH) converted into diameter at breast height (DBH). Considering only the trees with DBH greater than 10 cm. Thermo-pluviometric stations were installed for data collection and application of the interception model proposed by Horton (1919), Blake (1975) and Lima; Nicolielo (1983). Additionally, the rains were classified according to the parameters of the National Institute of Meteorology (INMET), considering 0-5mm storm events as weak, 5.1-25mm as intermediate, and 25.1mm and over as strong. The results show that the station 1 had the greatest losses of annual rainfall intercepted (239.4mm), with 344 events and 175.6mm of rain not intercepted, followed by station 2 with 511,6mm, 481 events and 226.6mm of rain not intercepted, and last was station 3 with 613.8mm, 3. 631 events and 371,2mm of rain not intercepted. All data were acquired through the control monitoring station. In the case of canopy stations, it was shown that the station 1 had better results compared to the other stations in the forest, with an average monthly coverage of 84.8% and 4.58 m / m<sup>2</sup> of Leaf Area Index (LAI), followed by station 2 with 83.2% and 4.39 m / m<sup>2</sup>, and station 3 with 77.4% of covered area and 3.83 m / m<sup>2</sup>. The rain interception, which was the main goal of this paper, showed that station 1 obtained the highest values, with 57.8% and average monthly 43.7mm of rain intercepted, followed by the station 2 with 51.7% and 36. 9 mm of rain intercepted, and station 3 obtained 38.1% and 26.1 mm of rain intercepted in monthly averages. In relation to rainfall events, 96.6% were classified as weak and intercepted at the three stations. Intermediate and strong events correspond respectively to 2.7% and 0.6% of total 2223 events. Therefore was found that factors such as canopy, intensity, number of rainfall events interfere on quantification of interception, showed moderate correlations, strong and very strong respectively.

**Keywords:** Florets hydrology. Rainfall. Canopy Tree.



## RESUMEN

La interceptación pluvial es el primer proceso por el cual el agua lluvia llega a una cuenca hidrográfica, así su estudio y control es esencial en el ciclo hidrológico. Debido a esto, este trabajo determina la interceptación de agua lluvia en un fragmento de Mata Atlántica en la Reserva Biológica de Duas Bocas (RBDB) en el municipio de Cariacica, ES, Brasil. El período de análisis y obtención de datos comienza a partir de septiembre de 2014 hasta septiembre 2015. Para cumplir el objetivo principal, fue necesario instalar cuatro estaciones automáticas termopluviométricas, 3 de ellas capturan precipitación interna al encontrarse debajo del dosel arbóreo y 1 precipitación total a cielo abierto, las estaciones están compuestas por pluviómetros automáticos con captación de datos a cada 5 minutos. Paralelo a ello, se realizó monitoreo mensual del dosel arbóreo de las estaciones de precipitación interna, a través de fotografías hemisféricas utilizando un lente ojo de pescado *Bower F 3,5CS (AE)*. y el software *GLA (Gap Leaf Area) ®*. Las fotografías se obtuvieron en el intervalo horario de 07: 00h a 09: 00h. Evitando así, perpendicularidad del sol y alta intensidad. Como metodología para definir la ubicación de las estaciones evitando clareras significativas (espacios abiertos en la copa de los arboles) y procurando semejanzas en los doseles arbóreos, conjuntamente fueron seleccionadas tres parcelas experimentales con 3 subparcelas cada una. De cada parcela fueron colectadas la altura de los árboles, utilizando clinómetro, y circunferencia a la altura del pecho (CAP.), convertidos a DAP (diámetro a la altura del pecho). Considerado sólo los árboles con CAP. mayor de 10 cm. Posteriormente fueron instaladas las estaciones termopluviométricas para colecta de datos y utilización del modelo de interceptación propuesto por Horton (1919), Blake (1975) e Lima; Nicolielo (1983). Adicionalmente, las lluvias registradas fueron clasificadas siguiendo los parámetros del Instituto Nacional de Meteorología (INMET), considerando eventos pluviales de 0-5mm como débiles, intermediarios de 5,1-25mm y eventos fuertes a partir de 25,1mm. Los resultados muestran que la estación 1 obtuvo mayores pérdidas por lluvia interceptada con 239,4mm anuales, con 344 eventos y 175,6mm de lluvia no interceptada, seguida de la estación 2 con 511,6mm, 481 eventos y 226,6mm de lluvia no interceptada, y finalmente la estación 3 registró 613,8mm, 631 eventos y 371,2mm de precipitación no interceptada, todos los datos fueron adquiridos a través de las informaciones pluviométricas de la estación control. En el caso de dosel arbóreo de las estaciones, fue evidenciado que la estación 1 posee mayores resultados en comparación con las otras estaciones del bosque, con un promedio de cobertura mensual de 84,8% y 4,58 m/m<sup>2</sup> de Índice de Área Foliar (IAF). Seguida por la estación 2 con 83,2% y 4,39 m/m<sup>2</sup> y la estación 3 posee 77,4% de área cubierta y 3,83 m/m<sup>2</sup> de IAF. La interceptación pluvial, objeto principal del presente trabajo, permitió percibir que la estación 1 obtuvo los mayores valores, con 57,8 % y 43,7mm de promedio mensual de lluvia interceptada, seguida por la estación 2 con 51,7 % y 36,9 mm de lluvia interceptados, y la estación 3 obtuvo 38,1% y 26,1 mm de promedio mensual de lluvia interceptada. En relación a los eventos pluviométricos, el 96,6% fueron clasificados como eventos débiles y totalmente interceptados en las tres estaciones. Los eventos intermediarios y fuertes corresponden respectivamente a 2,7% e 0,6% del total de 2223 eventos. Por lo tanto, fueron evidenciados factores como dosel, intensidad, número de eventos e índices pluviométricos interfieren en la estimativa de la interceptación, evidenciando correlaciones moderadas, fuertes y muy fuertes, respectivamente.

**Palabras clave:** Hidrología forestal. Precipitación. Dosel Arbóreo.

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Modelo de Horton (1919) para quantificação da interceptação, mediante perdas de água.....	28
Equação 2 – Modelo de Meriam 1960 para quantificação da interceptação .....	28
Equação 3 – Quantificação de perdas por interceptação no dossel. ....	28
Equação 4 – Quantificação de perdas por interceptação porção evaporada. ....	28
Equação 5 – Quantificação da precipitação efetiva.....	28
Equação 6 – Modelo de Rutter (1971) para quantificação da interceptação mediante logaritmos de fatores influenciadores.....	29
Equação 7 – Modelo de Rutter et al. (1971) condição do logaritmo da taxa de drenagem, ocorre quando a quantidade de água nas folhas torna-se igual ou maior da capacidade de armazenamento.....	30
Equação 8 – Quantificação de interceptação segundo conceitos e elementos influenciadores na interceptação Blake 1975.....	30
Equação 9 – Modelos de Schnock e Galoux (1967), para quantificação de precipitação total e componentes de interceptação .....	32
Equação 10 – Capacidade de armazenamento proposto por Gash 1979 .....	33
Equação 11 – Quantificação de interceptação proposto por Gash 1979 .....	33
Equação 12 – Quantificação de precipitação interna do Modelo Sparse de Rutter 1997.....	34
Equação 13 – Quantificação do escoamento pelo tronco do Modelo Sparse de Rutter 1997 .....	34
Equação 14 – Calculo de CAP a partir dos resultados de DAP. ....	76
Equação 15 – Calculo de DAP a partir das medições de CAP.....	76
Equação 16 – Fórmula para calcular a área de um círculo a partir do raio. ....	76
Equação 17 – Fórmula utilizada para quantificar o raio a partir do diâmetro (DAP). ....	76
Equação 18 – Fórmula para calcular a área a partir do diâmetro (DAP).....	76
Equação 19 – Fórmula para quantificação de chuva interceptada e/ou perdas por interceptação. ....	77
Equação 20 – Fórmula para quantificar porcentagem de perdas por interceptação. ....	77
Equação 21 – Fórmula para quantificação do escoamento pelo tronco a partir da precipitação total da estação controle.....	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comportamento pluviométrico mensal da interceptação de árvores frutíferas no período de acréscimo florestal no Norte de EUA, 1955.....	8
Figura 2 - Porcentagem de capacidade de interceptação e quantidade de chuva, numa cultura de árvores de maçã, Norte de EUA, 1955 .....	9
Figura 3 – Componentes e elementos do ciclo hidrológico, do processo da interceptação pluvial que interagem com os diferentes fenômenos atmosféricos. ....	11
Figura 4 - Fluxograma de definições e elementos da precipitação pluvial durante o processo de interceptação, para todo tipo de floresta. ....	13
Figura 5 – Identificação do ponto de inflexão e ponto de saturação a partir da regressão de precipitação total e interna para determinar início do processo de escoamento pelo tronco nos estudos de interceptação pluviométrica. ....	20
Figura 6 - Mecanismos dos fluxos de escorregamento na serrapilheira e no solo através do sistema radicular das árvores, O <sub>1</sub> , primeira camada intermalha de raízes, O <sub>2</sub> , fluxos de curta extensão e duração. ....	22
Figura 7 – Esquema visual das características físicas para captação e interceptação segundo a influência da forma, tamanho, textura e tipo de vegetação após evento chuvoso. ....	25
Figura 8 - Modelo de Helvey e Patric (1965) com variações sazonais para quantificação da interceptação com uso das equações 3, 4, e 5.....	29
Figura 9 - Modelo de Rutter (1971), fluxograma de entradas e elementos influenciadores do processo da interceptação pluvial. ....	29
Figura 10 - Relação entre interceptação, intensidade e precipitação numa cultura de pinus, identificando relação inversamente proporcional (Blake 1975).....	31
Figura 11 - Fluxograma do modelo Sparse de Rutter com entradas e elementos influenciadores do processo da interceptação pluvial. (adaptado por Valente 1997) .....	35
Figura 12 - Distribuição da utilização dos diferentes modelos de interceptação em diferentes tipos de vegetação no mundo, identificados na análise de Muzylko, et. al., (2009). ....	37
Figura 13–Fator de correlação entre precipitação interna e Precipitação total (Pi/PT) [a]. Fator de correlação de escoamento pelo tronco e Precipitação total (Et/PT) [b] em povoamentos de Eucalipto e Pinheiros .....	39

Figura 14 - Componentes e momentos do processo da interceptação num fragmento florestal de espécies da Mata Atlântica no Maciço da Tijuca (RJ). .....	41
Figura 15 - Localização das estações termopluviométricas para quantificação da interceptação, córregos principais e reservatório da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. .	48
Figura 16 - Vista parcial ao longo do reservatório da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, (ES). Local próximo ao ponto central do reservatório (b).....	49
Figura 17–Ponto ao longo do córrego Pau Amarelo próximo à represa velha (a). Desembocadura córrego Sertão Velho (b) da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, (ES).....	49
Figura 18 – Comportamento térmico ao longo do ano do município de Cariacica ES. ....	51
Figura 19 – Índice pluviométrico mensal da normal climatológica (1983-2013) para Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica (ES).....	51
Figura 20 – Distribuição e espacialização das chuvas no período de 1983-2013 na Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas com identificação da Reserva Biológica Duas Bocas, Cariacica (ES).....	52
Figura 21 – Mapa de declividade da área de estudo localizada na Reserva Biológica de Duas Bocas .....	53
Figura 22 – Comportamento sazonal dos sistemas atmosféricos na América do Sul .....	54
Figura 23 - Rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas, Cariacica ES.....	56
Figura 24 - Perfil esquemático dos tipos de formações vegetais da Floresta Ombrófila Densa, possivelmente encontradas na RBDB com formação Montana (2) e Submontana (3). ....	58
Figura 25 – Fluxograma metodológico das etapas e atividades desenvolvidas durante o período monitorado de setembro 2014 a setembro 2015, para quantificação da interceptação pluvial na RBDB. ....	60
Figura 26 – Perfil esquemático comparativo da localização das estações termopluviométricas de precipitação total e interna na RBDB. ....	61
Figura 27 - Esquema metodológico das parcelas amostrais por estação termopluviométrica. Apresentando 3 subparcelas (A,B e C) de 10 m <sup>2</sup> cada uma, obtendo dados de altura e CAP da população arbórea por subparcela da RBDB.....	62
Figura 28 – Registro fotográfico do esquema metodológico para obtenção dos dados de Circunferência a Altura do Peito (CAP) das arvores nas subparcelas amostrais ao redor da estação termopluviométrica que influenciam a quantificação da interceptação pluvial. ....	63

Figura 29 - Registro fotográfico da estação termopluviométrica controle de Precipitação Total com registro das copas das arvores (a <sub>1,2</sub> ) e aos redores com diferentes espécies arbóreas e vegetação e entorno da estação (b <sub>1,2</sub> ) da RBDB. ....	64
Figura 30– Registro fotográfico da estação termopluviométrica 1 e aos redores com diferentes espécies vegetais na RBDB. ....	65
Figura 31- Registro fotográfico da estação termopluviométrica 2 e aos redores com diferentes espécies vegetais na RBDB. ....	66
Figura 32- Registro fotográfico da estação termopluviométrica 3 e aos redores com diferentes espécies vegetais na RBDB. ....	66
Figura 33 - Registro fotográfico do pluviômetro e seus componentes, funil externo e/ou principal capta o primeiro momento da chuva (a <sub>1,2</sub> ), funil secundário e/ou interno receptor do funil principal e báscula dupla com marcador de caçamba (b).Sensor de umidade e temperatura (c). Elementos utilizados nas estações termopluviométricas de precipitação total e precipitação internana RBDB. ....	68
Figura 34 - Esquema dos elementos e sensores que compõem as estações termopluviométricas de precipitação interna e precipitação total na RBDB. ....	68
Figura 35 – Programação e controle dos dados coletados das estações termopluviométricas nas expedições de campo na RBDB .....	70
Figura 36 - Esquema de atividades para descarga e tratamento de dados pluviométricos nas estações termopluviométricas de precipitação interna e total na RBDB. Descarga de índices pluviométricos em .txt (a), verificação de eventos pluviométricos registrados nos dados brutos (b) e depuração, filtragem e identificação dos eventos chuvosos registrando quantidade e tempo (intensidade) (c). ....	71
Figura 37 - Esquema metodológico e registro fotográfico para captura de fotografia hemisférica nas estações termopluviométricas de Precipitação total e interna na RBDB. Posicionamento da câmera e da lente para captura das fotos (a), esquema horário para captura da fotografia hemisférica (b), fotografia hemisférica da estação 1 (c), fotografia hemisférica da estação 2 (d), fotografia hemisférica da estação 3 (e) fotografia hemisférica da estação controle, no topo (f)...	73
Figura 38 – Processamento de imagens no software GLA para quantificação de IAF da fotografia hemisférica da estação temo pluviométrica controle na RBDB. ....	74

Figura 39 – Comparação pluviométrica da estação controle com a normal climatológica (1983-2013) na RBDB. ....	79
Figura 40- Comportamento pluviométrico e comparativo das estações termopluviométricas na RBDB .....	81
Figura 41–Correlação linear de intensidade e precipitação para todas as estações termopluviométricas da RBDB .....	83
Figura 42 – Correlação da intensidade e precipitação ao longo do ano amostral, catalogadas por tipos de evento, fracos, intermediários e fortes na RBDB.....	85
Figura 43 – Comportamento pluviométrico na estação seca da normal climatológica e estação controle, dados de precipitação total na RBDB.....	86
Figura 44 – Comportamento pluviométrico na estação úmida com a normal climatológica e estação controle, dados de precipitação total na RBDB.....	87
Figura 45 – Comportamento mensal da distribuição pluvial e do dossel nas estações termopluviométricas da RBDB .....	104
Figura 46 – Comportamento pluviométrico e comparativo da intensidade e IAF das estações na RBDB durante o período amostral. ....	107
Figura 47 – Relação linear mensal de precipitação total com interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos da estação 1 na RBDB.....	113
Figura 48 - Relação linear mensal entre precipitação total e interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos da estação 2 na RBDB. (continua).....	114
Figura 49 - Relação linear mensal entre precipitação total e interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos da estação 3 na RBDB. (continua).....	115
Figura 50 - Relação linear anual entre precipitação total e interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos das estações 1,2 e 3 na RBDB. ....	117
Figura 51 – Gráfico comparativo de interceptação e fatores atuantes durante o período de estudo na RBDB .....	123

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Evolução temporal dos estudos de interceptação em florestas tropicais .....	14
Quadro 2 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em bosque de silviculturas .....	16
Quadro 3 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em florestas temperadas .....	17
Quadro 4 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em outro tipo de florestas (Bosques urbanos) .....	19
Quadro 5 - Estudos sobre interceptação feitos em diferentes tipos de vegetação no Brasil.....	42
Quadro 6 -Síntese de experimentos de interceptação pluvial, com características descritivas de cada estudo feito na Mata Atlântica e diferentes formações florestais .....	43
Quadro 7 – Coordenadas e características comparativas das estações termopluviométricas dentro da RBDB. ....	61
Quadro 8 – Evolução do percentual de cobertura do dossel e do Índice de Área Foliar (IAF) nas três estações termopluviométricas (precipitação interna) da RBDB durante o período de 09/2014 – 09/2015.....	99

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da intensidade dos eventos pluviométricos quantificados nas estações termopluviométricas da RBDB durante o período monitorado de 09/2014 – 09/2015.....	80
Tabela 2 – Análise estatística dos dados de precipitação total (EC) e precipitação interna (E1, E2, E3) na RBDB.....	82
Tabela 3 – Análise estatístico descritiva dos dados pluviométricos comparando a normal climatológica e a estação controle para a estação úmida e seca.....	88
Tabela 4 - Análise estatística das subparcelas amostrais da estação 1 de precipitação interna na RBDB durante período de monitoramento.....	90
Tabela 5 - Análise estatística das subparcelas amostrais da estação 2 de precipitação interna na RBDB durante período de monitoramento.....	92
Tabela 6 - Análise estatística das subparcelas amostrais da estação 3 de precipitação interna na RBDB durante período de monitoramento.....	94
Tabela 7 - Análise e avaliação estatística entre-parcelas e subparcelas amostrais de todas as estações de precipitação interna na RBDB durante período de monitoramento. ....	96
Tabela 8 – Análise estatísticas dos resultados de Índice de Área Foliar e porcentagem de cobertura do dossel nas estações termopluviométricas da RBDB.....	98
Tabela 9 – Resultados estatístico comparativos do comportamento do dossel (IAF) com os índices pluviométricos das estações termopluviométricas de PI e PT na RBDB.....	102
Tabela 10 – Análise estatística comparativa dos dados de PT (EC), Pi (E1, E2, E3), intensidade e IAF na RBDB.....	106
Tabela 11 – Análise estatístico-comparativa dos dados pluviométricos e fatores influentes na interceptação pluvial na RBDB.....	109
Tabela 12 – Resultados mensais, anuais e análise estadística dos parâmetros de Interceptação, percentuais por perdas interceptadas, PT, Pi, Et e precipitação não interceptada na RBDB.....	111
Tabela 13 – Intervalo de interceptação médio por estação (E1, E2 e E3) seguindo a categorização pluvial do INMET na RBDB.....	120
Tabela 14 – Análise comparativa e de validação dos fatores de interceptação durante o período amostral na RBDB.....	124



**LISTA DE SIGLAS**

AB - Área Basal

ARA - Bacia Experimental do Rio Araponga

ASAS - Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul

BHRDB - Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas

CAP - Circunferência à Altura do Peito

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil

DAP - Diâmetro à Altura do Peito

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUA - Estado Unidos de América

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

FLONA - Floresta Nacional

FOD - Floresta Ombrófila Densa

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

GLA - Gap Ligth Analyzer

HSD - Diferença Honestamente Significativa (Inglês)

IAF - Índice de Área Foliar

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

LAI - Leaf Area Index

LCGGEO - Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologia

MME - Ministério de Minas e Energia

RBDB - Reserva Biológica de Duas Bocas

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UTM - Universal Transversa de Mercator

WMO - Organização Mundial de Meteorologia (Inglês)

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

## SUMARIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	3
2.1.	Objetivo Geral.....	3
2.2.	Objetivos Específicos. ....	3
3.	Referencial literário e Estado da arte.....	4
3.1.	Referencial literário e teórico.....	4
3.2.	Conceitos para o desenvolvimento da interceptação .....	10
3.2.1.	Precipitação total-PT ( <i>Gross Rainfall</i> ) .....	11
3.2.2.	Precipitação Efetiva-PE ( <i>Net rainfall</i> ).....	12
3.2.3.	Precipitação interna-Pi ( <i>Throughfall</i> ).....	12
3.2.4.	Escoamento pelo tronco ( <i>Stemflow</i> ) .....	13
3.2.5.	Cobertura Vegetal.....	21
3.2.6.	Índice de Área Foliar (IAF) .....	22
3.3.	Fatores influenciadores da interceptação de águas pluviais .....	23
3.3.1.	Clima e condições meteorológicas .....	24
3.3.2.	Vegetação .....	24
3.3.3.	Fatores climáticos condicionantes da vegetação .....	27
3.4.	Modelos para quantificação da interceptação pluvial.....	27
3.5.	Interceptação de chuva no Brasil, na geografia e no domínio morfoclimático da Mata Atlântica .....	38
4.	Área De Estudo.....	47
4.1.	Dinâmica atmosférica e climatológica da região.....	50
4.1.1.	Massas de ar e ventos dominantes.....	54
4.2.	Hidrografia.....	55

4.3.	Uso e cobertura da terra na Reserva Biológica de Duas Bocas .....	57
5.	Materiais e Método .....	59
5.1.	Localização das parcelas e estações termopluviométricas.....	62
5.1.1.	Estação termopluviométrica a céu aberto, Estação Controle .....	64
5.1.2.	Estação termopluviométrica 1 .....	65
5.1.3.	Estação termopluviométrica 2 .....	65
5.1.4.	Estação termopluviométrica 3 .....	66
5.2.	Configuração das estações termopluviométricas .....	67
5.3.	Coleta dos dados para interceptação pluvial nas estações termopluviométricas .....	69
5.4.	Cobertura vegetal e Índice de Área Foliar .....	72
5.5.	Diferenças na estrutura florestal vertical e horizontal entre parcelas experimentais.....	75
5.6.	Modelo para quantificar o processo de interceptação na RBDB de Duas Bocas .....	77
6.	Resultados e discussão .....	79
6.1.	Variações pluviométricas da RBDB.....	79
6.1.2	Variação pluviométrica sazonal da RBDB.....	86
6.2.	Estrutura vertical (altura das árvores) e horizontal (DAP) da RBDB.....	89
6.3.	Análise da evolução do Índice de Área Foliar na RBDB.....	97
6.4.	Fatores atuantes na Interceptação pluvial na RBDB .....	105
6.5.	Interceptação pluvial na RBDB .....	108
6.6.	Validação dos dados e fatores de interceptação na RBDB .....	122
7.	Conclusões e recomendações .....	128
8.	REFERÊNCIAS .....	131

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Lima e Nicolielo (1983), o processo de interceptação é de extrema importância na hidrologia de uma área e desempenha um importante papel na distribuição da energia e da água, repercutindo sobre a recarga de águas subterrâneas, na dinâmica das encostas e dos canais fluviais (CAVALHEIROS et al., 2004; De MIRANDA; MILDE, 1986; LIMA; NICOLIELO, 1983).

De acordo com Savenije (2004), a omissão ou subestimativa de estudos de interceptação contribuirá para possíveis equívocos na interpretação da relação chuva-vazão e do balanço hidrológico. De acordo com a Organização Mundial de Meteorologia (WMO; 2008) os estudos sobre o processo de interceptação evidenciam forte influência nos balanços hídricos, visto que as perdas por chuva interceptada atingem até 25%, corroborando sua relevância no desenvolvimento da quantificação dos processos hidrológicos nas bacias.

Segundo Ferreira et al. (2005) existe uma forte relação entre interceptação e cobertura florestal, representada mediante uma parcela de água que cai sob a floresta em forma de chuva, retornando parte desta à atmosfera por evaporação antes de chegar ao solo, contribuindo assim diretamente para a massa de vapor de água precipitável na atmosfera. A atuação da cobertura florestal no ciclo hidrológico condiciona o retardamento da movimentação da água em direção aos cursos de água por meio de processos de interceptação, que permitem a reciclagem de água pela atmosfera, retenção e recarga por parte do solo, absorção, transpiração, infiltração e percolação (Lima, 1976; Castro et al., 1983).

Sendo a interceptação confirmada como um importante elemento para os balanços hídricos das bacias hidrográficas, Coelho Netto (1995) destaca que seu monitoramento no tempo e no espaço são relevantes para o entendimento do processo de precipitação e sua inter-relação com a cobertura vegetal. Leopoldo e Conte (1985) salientam que a quantidade de água envolvida no processo de interceptação é variável e depende de fatores relacionados com a cobertura vegetal e das condições climáticas do local.

As pesquisas sobre interceptação pluvial começaram na Floresta Amazônica em culturas de cana-de-açúcar, eucalipto e pinheiros (ARCOVA et al., 2003; LEOPOLDO; SOUSA; TAUCEK FILHO, 1981; LIMA; NICOLIELO, 1983; MOURA et al., 2009) constituíram-se como trabalhos pioneiros no continente Sul-Americano, caracterizados como relevantes para o conhecimento do processo da

interceptação pluvial nos balanços hídricos e no ciclo hidrológico; isto é o início no Brasil no final da década de 70. A partir daí, tem sido verificado um avanço na produção de estudos sobre perdas por interceptação nos diversos domínios morfoclimáticos do país.

Um dos primeiros trabalhos de quantificação da interceptação na Mata Atlântica foi realizado por Castro et al. (1983). No trabalho é enfatizada a chuva precipitada sobre uma floresta e segue dois caminhos: volta à atmosfera por evapotranspiração (perda de água do solo por evaporação e a perda de água da planta por transpiração, ocorrendo concomitantemente) ou atinge o solo através da folhagem ou do tronco das árvores. De toda a água que chega ao solo uma parte é direcionada por 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 através da evapotranspiração, manter-se como água no solo durante algum tempo ou permanecer como água subterrânea. De qualquer forma, a água armazenada no solo que não for evapotranspirada escoará devagar pela floresta, compondo o chamado deflúvio, sustentando os mananciais hídricos e recarregando aquíferos (OLIVEIRA DE FREITAS et al., 2013).

A quantidade de água envolvida no processo de interceptação pluvial é variável e depende de vários fatores relacionados tanto com as características da vegetação como as condições climáticas do local (LEOPOLDO; CONTE, 1985). Portanto o presente trabalho visa contribuir com a temática através do desenvolvimento de uma pesquisa em um fragmento de domínio da Floresta Ombrófila Densa Montana de Mata Atlântica, (IBGE, 2012; VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991) também conhecida como o Conjunto Vegetacional Arboreto, climático perenifólio localizado na cordilheira marítima da Província Atlântica (FERNANDEZ, 2007), situada na Reserva Biológica de Duas Bocas (ES).

É feita a escolha da Reserva Biológica de Duas Bocas (RBDB) por sua grande importância no desenvolvimento populacional ao abastecer aos moradores da região e emprestar serviços ambientais referentes a conservação da biodiversidade (fauna e flora), o papel nas pesquisas e o fomento à educação ambiental, corrobora-se seu fácil acesso e proximidade com áreas urbanizadas da Grande Vitória ao fornecer segurança dos equipamentos, representando pontos favoráveis para o monitoramento ambiental das 4 estações termoplúviométricas instaladas na RBDB e utilizadas para quantificação da interceptação pluvial, eixo principal deste trabalho.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.Objetivo Geral.**

Avaliar a interceptação das águas pluviais por evento na Reserva Biológica de Duas Bocas (RBDB) no período compreendido entre setembro de 2014 e setembro de 2015.

### **2.2.Objetivos Específicos.**

- 2.2.1.** Analisar o regime das chuvas do período amostral classificando e identificando as variações pluviométricas que interferem na interceptação.
- 2.2.2.** Descrever a estrutura vertical (altura das arvores) e horizontal (DAP) da floresta e realizar comparações entre pontos amostrais.
- 2.2.3.** Descrever a evolução do Índice de Área Foliar e sua influência no processo de interceptação pluvial nos pontos amostrais.
- 2.2.4.** Verificar e discutir os fatores atuantes na interceptação de chuvas na área de estudo

### 3. Referencial literário e Estado da arte.

#### 3.1. Referencial literário e teórico

O primeiro estudo sobre interceptação de chuva foi realizado no ano 1919 por Robert Elmer Horton, hidrólogo, ecólogo e pesquisador da morfologia e conservação do solo. Estadunidense nascido em Parma, Michigan, foi considerado por muitos como o pai da hidrologia a partir da formulação do conceito de *infiltration excess overland flow*, mais conhecido como fluxo hortoniano. Também formulou os primeiros passos do processo hidrológico, interceptação que consistiu na subtração da chuva que atravessa a floresta com a precipitação que atinge o topo da floresta, considerando tempo, evaporação e capacidade de saturação.

Dentro dos primeiros estudos desenvolvidos sobre interceptação, Horton liderou pesquisas no campo da consultoria e engenharia. No seu artigo *Rainfall Interception*, de 1919, estabeleceu o processo da interceptação de águas pluviais como perda de água, interferindo na disponibilidade desse recurso para o solo.

Horton(1919) subdividiu o processo de interceptação em dois momentos: a) o balanço da interceptação, ou a média de água interceptada, e b) a evaporação durante a chuva. Apesar de não considerar todos os fatores influenciadores no processo de interceptação, o trabalho de Horton (*op. cit.*) reconheceu capacidade do dossel arbóreo, duração e intensidade da chuva, taxa de precipitação e evaporação durante evento chuvoso, portanto mostrou a influenciados fatores no processo de perdas por interceptação e que podem captar até 100% da chuva, sempre e quando a capacidade do dossel não atinja o ponto de saturação.

Em anos seguintes a pesquisa sobre interceptação foi ganhando adeptos, tal como o trabalho realizado por Forest (1923), que investigou a relação de fatores como velocidade do vento, umidade e cobertura vegetal como elementos que influenciam no processo. Para isso foi instalada uma série de pluviômetros para quantificação da interceptação; os mesmos foram distribuídos a céu aberto, no interior de uma plantação de cana-de-açúcar e também entre juncos próximo da cultura. Os pluviômetros capturaram um terço e um oitavo das chuvas respectivamente.



Em condições normais, o pluviômetro localizado na cultura de cana-de-açúcar obteve aumento de 300% de chuva em relação ao localizado a céu aberto. Em tempestades, o mesmo medidor mostrou um incremento de mais de 1000% (DE FOREST, 1923).

Na década de 1930 os estudos e pesquisas realizados foram baseados na produção científica dos pesquisadores supracitados. No trabalho de O.M. Wood (1937), os trabalhos de Horton (1919), Zon (1927) e Burger (1933) foram apresentados como pesquisas inovadoras. Outros pesquisadores como Mitchell (1930), Simson (1931) e Beall (1934) estudaram a interceptação replicando o modelo de Horton (1919). Todos os trabalhos foram desenvolvidos em locais e vegetação diferentes (WOOD, 1937).

Evidenciando grande interesse pelo processo da interceptação pluvial e quantificação das águas pluviométricas que atingem o solo, foram contemplados fatores vegetais e características da floresta como influenciadores na precipitação, assim como a velocidade do vento. Pode-se considerar essas variáveis exclusivas para cada tipo de floresta, já que a classificação vegetacional, sistema fisionômico-ecológico, idade e o estágio da floresta interferem na diferenciação dos dados pluviométricos (FERNANDES, 2007; WOOD, 1937).

Wood (1937) estabeleceu uma importante conclusão sobre a interceptação pluvial, pois no início da sua pesquisa pensava-se que as leituras sucessivas feitas quando a chuva cessava e em intervalos curtos forneceriam a medida de precipitação que atingiria o solo. No entanto, ele constatou que as quantidades de chuva depois de gotejamento foram insignificantes e talvez não fosse tão representativo no ciclo hidrológico.

Além dos dados de precipitação, Wood (1937) está entre os primeiros a abordar o conceito de copas das árvores, posteriormente chamado de Dossel da Árvore ou Dossel Arbóreo, que é o estrato superior das florestas relacionado à cobertura vegetal. Em seu trabalho, Wood correlacionou dados de precipitação e dossel arbóreo, sendo que a análise estatística apresentou uma diferença significativa para todos os pluviômetros utilizados, 4 pluviômetros inseridos na floresta e 2 em clareiras a céu aberto, mostrando desvio padrão e erro médio dos dados coletados em campo.

Após 3 anos do trabalho de Wood (1937), Orix R. Clark (1940) continuou a pesquisa sobre interceptação pluvial em diferentes tipos de vegetação ao longo de um ano. Ele também estabeleceu variáveis que interferem no processo hidrológico, tais como: a densidade da cobertura foliar, as

condições ambientais, a velocidade do vento e a evaporação; porém sua quantificação nos modelos de interceptação depende da disponibilidade dos dados e equipamentos.

O processo de interceptação encontra-se diretamente relacionado com a intensidade da chuva e o tipo de floresta. Nesse sentido, no trabalho de Clark(1940) foram identificados 2 tipos de gramíneas com 2 momentos de interceptação. A capacidade da *Andropogon furcatus*<sup>1</sup> para interceptar o 47% num período de chuva com tempo superior à uma hora, enquanto em 30 minutos foi de 50% da chuva interceptada pela *Agropyron smithii*<sup>2</sup>. Além da relação direta entre a intensidade da chuva e o processo de interceptação foi demonstrado que galhos, folhas, troncos e demais estruturas físicas da cobertura florestal contribuem para interceptar entre 9% e 50% da chuva de acordo com a intensidade. Porém Clark (1940) concluiu também que toda chuva pode ser interceptada até o ponto de saturação, passando a zero após esse momento. O maior índice de interceptação pluvial obtido foi de 97%, sendo importante destacar a desconsideração de fatores influenciadores como umidade antecedente, vento e a evaporação nas gramíneas.

Outro trabalho feito por Horton (1945) estabeleceu um maior enfoque na erosão e manejo das drenagens em uma bacia hidrográfica, além de enfatizar a capacidade da floresta de trabalhar como camada protetora para o solo, diminuindo a erosão pela existência do dossel arbóreo. Como parte da cobertura vegetal, o dossel reduz o impacto das gotas da chuva e sua energia, evitando o processo conhecido como erosão por salpicamento (*splash erosion*) também conhecido como “efeito splash”.

Já na década de 1950, Hoover (1953) desenvolveu seu experimento em uma plantação de pinus, onde o processo hídrico é descrito em dois momentos: a ação que o dossel faz durante a chuva, retendo e mantendo parte dela, e, num segundo momento, a água da chuva que encontra-se retida passa a ser evaporada, o que gera um retorne para atmosfera, dando continuidade ao ciclo hidrológico.

Hoover (1953) instalou um total de 4 pluviômetros, 2 no interior da floresta e 2 a céu aberto, mas apresentou-se com uma particularidade: ele utilizou pluviômetros móveis que mediam a água que

---

<sup>1</sup>*Andropogon Furcatus*: É uma espécie de gramínea ou planta herbácea na família *Poaceae* é nativa do centro das grandes planícies e pradarias de América do Norte.

<sup>2</sup>*Agropyron Smithii*: Grama de formação rizomatoso, perene, que é nativa e comum na América do Norte. Ela cresce em pastagens e prados sendo dominante e da família *Poaceae*.

atravessava o dossel (*throughfall*) em uma linha de locomoção seguindo as estações do ano, gerando, assim, uma base de dados com características aleatórias ao redor das linhas de locomoção dos pluviômetros.

O seguinte estudo em 1955 foi desenvolvido pelo professor Hachiro Kira, no Texas (EUA), que procurou identificar a capacidade de interceptação de árvores frutíferas, como maçã, pêssego, uva e pinho, tendo em conta sua relação com a evaporação e as perdas por água interceptada. Ainda segundo Kira (1955), quando a chuva atinge o dossel as gotas de água são particuladas no momento que batem nas folhas, ficando quase completamente retidas pela sua rugosidade e pelos galhos das árvores. A partir desse processo forma-se uma capa fina de água, que contribui para o aumento do processo de evapotranspiração, visto que as partículas espalhadas e retidas pela morfologia da árvore possuem um tamanho menor, facilitando sua evaporação.

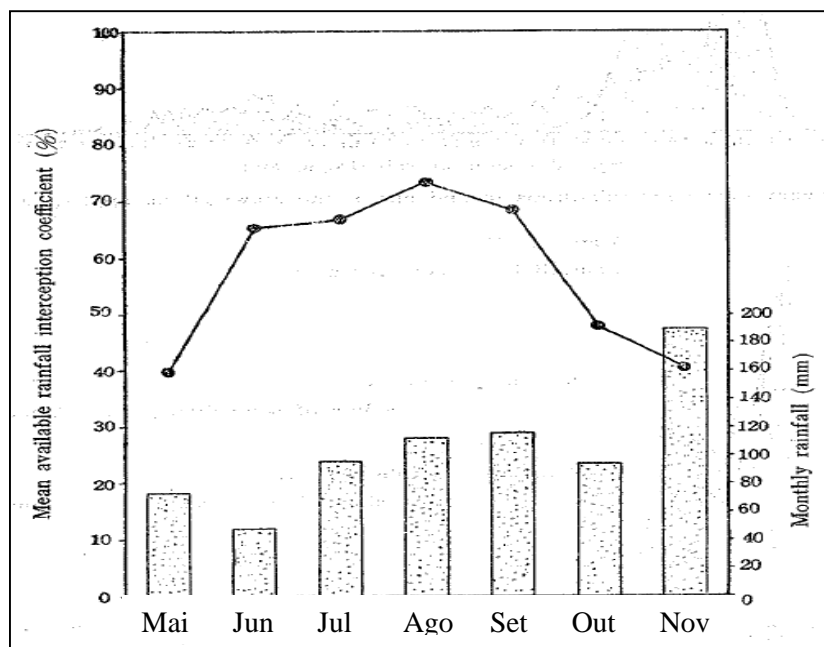
Vale ressaltar que, no momento em que as gotas atingem as folhas gera-se salpicamento, e a quantidade de água que começa a escoar pelos galhos, ramos e tronco é mínima se comparada à quantidade inicial da gota. Além disso, com a saturação da folha e/ou saturação da cobertura arbórea, o tempo de escoamento passa a ser maior, sendo também considerado como ponto de partida para o início do processo de escoamento pelo tronco (DE CÁSSIA SOUSA et al., 2014; KIRA, 1955; MOURA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2008a).

No momento da saturação do dossel ocorre a diminuição do processo de interceptação pluvial. Ausência do vento permite a acumulação da água até que atinja um peso significativo, gerando sua queda para um nível mais baixo de folhas, passando a um novo estrato vegetal onde a gota será direcionada ao solo. Ao mesmo tempo em que o dossel encontra-se saturado e deixa de interceptar pode seguir com sua particularidade de projetar e diminuir a energia cinética das gotas de chuva. Durante seu trabalho, Kira (1955) demonstra que o processo de evapotranspiração não é instantâneo, sendo ainda menor durante o evento de chuva (KIRA, 1955; TRICART, 1977).

Kira (1955) estabeleceu equações empíricas e coeficientes de correlação identificando a quantidade de chuva interceptada durante um período de sete meses, o mesmo período que acontece a floração e crescimento de folhas e frutos, portanto na figura 1 mostra-se o coeficiente meio de interceptação das árvores frutíferas e quantidade pluviométrica mensal. Nesta figura pode-se observar que a interceptação oscila entre 40 e 70%, cabe ressaltar que é o coeficiente meio de interceptação e as árvores obtiveram resultados que atingiram diferentes porcentagens dependendo do tipo: como a

árvore da maçã que conseguiu interceptar 56,3%, seguida do pinho com 53,9%, da uva com 33,1% e do pêsego com 32,2%. No entanto, a variação da densidade do dossel arbóreo apresenta-se como um fator que interfere no processo, dependendo de elementos naturais e humanos como a época da colheita, a desfolhação, queda de frutos, crescimento das árvores e mudanças sazonais (KIRA, 1955).

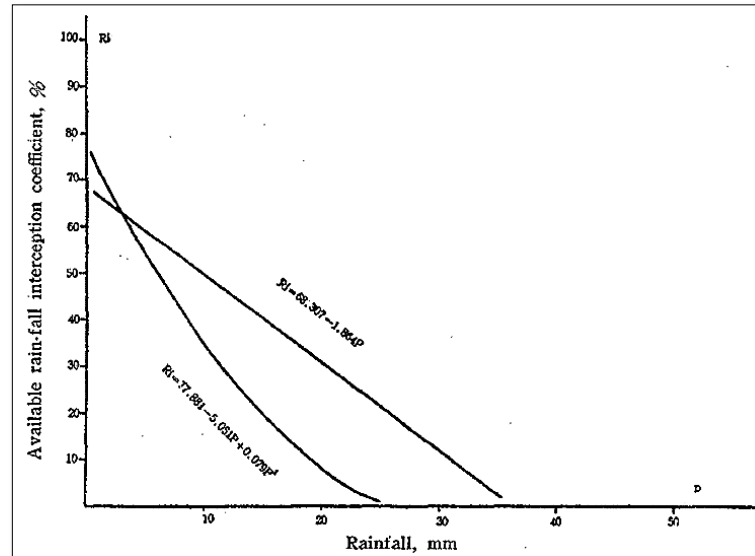
Figura 1- Comportamento pluviométrico mensal da interceptação de árvores frutíferas no período de acréscimo florestal no Norte de EUA, 1955



Fonte: Kira (1955)

Kira (1955) conseguiu demonstrar a relação entre o coeficiente da interceptação de chuva disponível e a cobertura florestal mediante análise de variância e equação da curva de regressão parabólica, apresentando uma relação inversamente proporcional entre interceptação, quantidade e intensidade de chuva como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Porcentagem de capacidade de interceptação e quantidade de chuva, numa cultura de árvores de maçã, Norte de EUA, 1955



Fonte: Kira(1955)

No mesmo ano, Moul e Buell (1955) elaboraram mais um trabalho acerca da interceptação, que permitiu um novo direcionamento dentro das pesquisas; apresentando uma nova característica do processo hidrológico, a resistência dos pinhos e árvores de folhas maiores a incêndios florestais, pois possuem uma maior quantidade de água. Foi a primeira pesquisa na literatura que tentou estabelecer a relação entre interceptação e resistência a incêndios florestais. Mostrou-se o papel dos musgos e líquens no processo da interceptação na floresta, constatando sua capacidade de reter água e resistência a incêndios florestais, o resultado da pesquisa apontou que os musgos interceptam aproximadamente 50% da água da chuva e os líquens 25%, somando sua capacidade de reprodução em qualquer área da floresta sob qualquer condição (MOUL; BUELL, 1955).

Na década de 1960 os questionamentos sobre o processo de interceptação tiveram início no Simpósio Internacional de Hidrologia de 1965, onde Helvey e Patric (1965) estabeleceram seu inconformismo com o desenvolvimento dos conceitos de interceptação apresentados até o momento, como foi descrito por Giglio (2013):

Helvey e Patric (1965) comentaram que entre os hidrólogos existia confusão quanto à definição de interceptação. Para exemplificar, os autores mencionam as seguintes definições: de Kittredge (1948, citado por HELVEY e PATRIC, 1965), que pode incluir ou não o escoamento de tronco no cálculo das perdas por interceptação da copa; de Colman (1953,

citado por HELVEY e PATRIC, 1965) e de Hoover (1962, citado por HELVEY e PATRIC, 1965), que incluem nas perdas por interceptação a água retida não só pela copa como também pela serrapilheira e, portanto, indisponível ao solo; e de Hamilton e Rowe (1949), que chamam de “total de perdas por interceptação” a soma das perdas por interceptação na copa e na serrapilheira, e consideram o escoamento de tronco no cálculo da interceptação da copa. Esta é a definição adotada por Helvey e Patric (1965), e depois utilizada em muitos trabalhos seguintes.<sup>3</sup>

Após as discussões, questionamentos e novos conceitos debatidos no simpósio de hidrologia, foram desenvolvidos novos modelos a partir desse momento, marcando a evolução da interceptação pluvial. O primeiro estudo de interceptação realizado após o simpósio foi feito por Zinkey (1967), o qual concluiu que o processo de interceptação se inicia pela captura de água da chuva que chega na floresta e parte dela é retida pelas folhas, ramos e troncos das árvores, e outra é devolvida à atmosfera por evaporação. Dessa maneira, considera-se que a presença de cobertura florestal pode alterar significativamente processos como interceptação, percolação, erosão e infiltração.

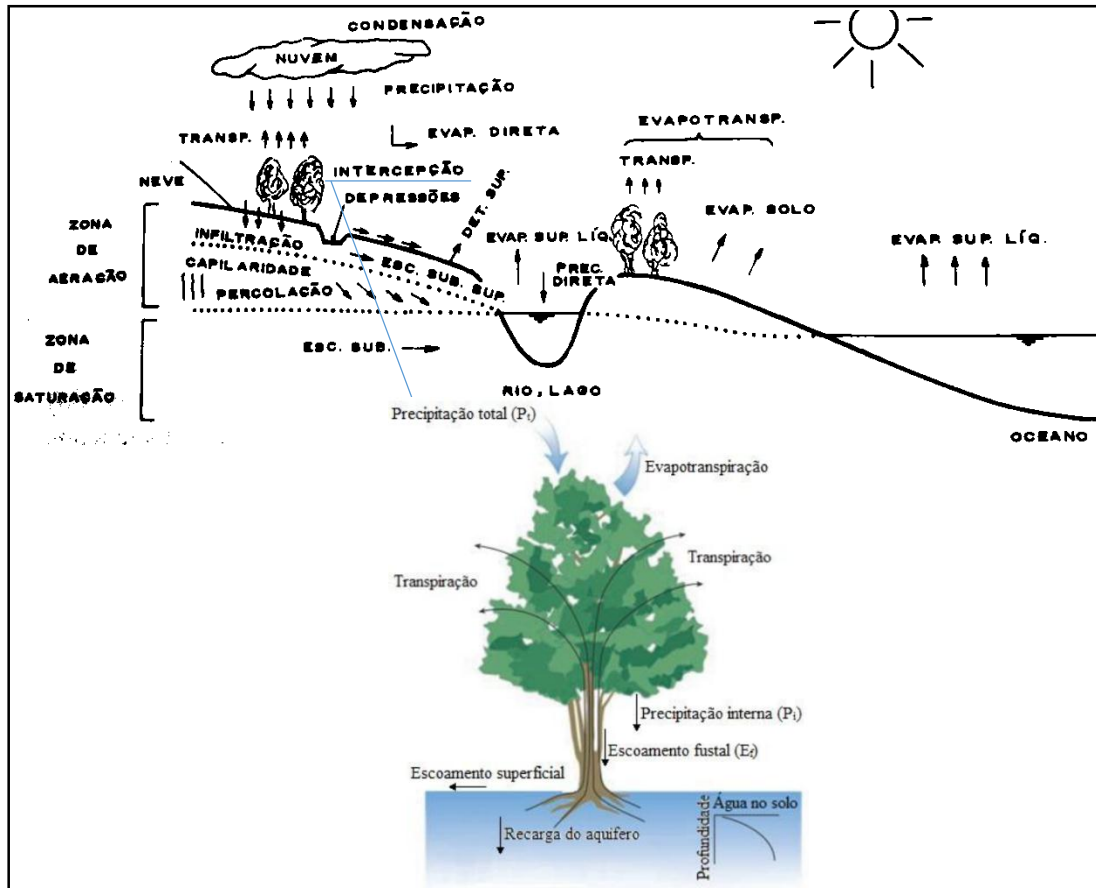
### **3.2. Conceitos para o desenvolvimento da interceptação**

Após definir o contexto em que o processo de interceptação foi discutido, e partindo de várias perspectivas através das quais tornou-se conhecida sua relação com a floresta, com a cobertura vegetal e com o dossel, é importante a categorização e a definição dos conceitos a serem trabalhados nessa pesquisa. Portanto, mostra-se na Figura 3 o papel do processo de interceptação no âmbito do ciclo hidrológico, apresenta-se a interação de cada elemento do ciclo e os componentes principais do processo de interceptação.

---

<sup>3</sup> GIGLIO, J. N. **Interceptação da chuva em pequena bacia experimental coberta por floresta ombrófila mista.** [s.l.] Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental. Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis, 2013. p 37-38

Figura 3 – Componentes e elementos do ciclo hidrológico, do processo da interceptação pluvial que interagem com os diferentes fenômenos atmosféricos.



Fonte: MARTINS FILHO; LUCAS; WENDLAND, (2013) adaptado de Bonan; (2008)SILVEIRA, (2000)

### 3.2.1. Precipitação total-PT (*Gross Rainfall*)

É a precipitação pluvial por evento em um espaço aberto ou acima do dossel arbóreo (topo florestal) ou precipitação incidente que atinge o solo. No caso das florestas pode ser quantificada em terrenos adjacentes a ela (FERREIRA; LUIZÃO; DALLAROSA, 2005; LIMA, 2008; OLIVEIRA et al., 2008a; OLIVEIRA JÚNIOR; DIAS, 2005; SILVA, 2008; SWANK, 1968). Porém o espaçamento entre as estações superior a 1 km é questionável metodologicamente, já que os dados obtidos podem ser considerados como não representativos devido às condições orográficas e às precipitações de chuvas convectivas em locais adjacentes (VIEIRA; PALMIER, 2006).

### **3.2.2. Precipitação Efetiva-PE (*Net rainfall*)**

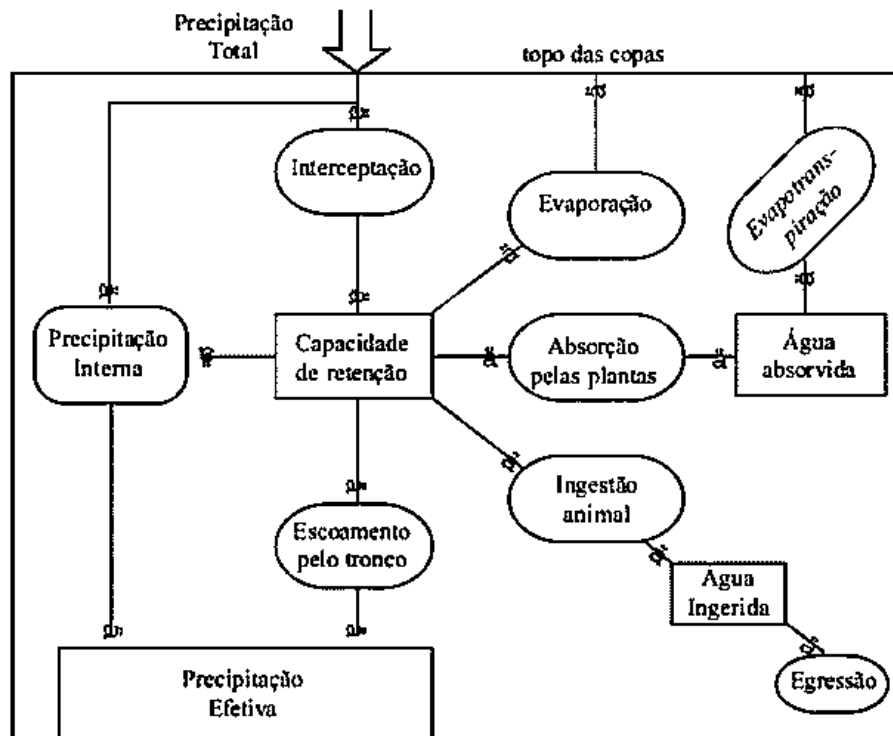
É toda água precipitada após penetrar no dossel e escoar, atingindo o solo e aportando minerais. Fazendo parte da interceptação e, contribuindo na infiltração, percolação, absorção, transpiração e ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. Também é dada pela soma de precipitação interna e escoamento pelo tronco, sendo diretamente proporcional à Precipitação Total (PT) (ARCOVA; CICCIO; ROCHA, 2003; LIMA, 1976; OLIVEIRA JÚNIOR; DIAS, 2005; SOUSA et al., 2009; SWANK, 1968).

### **3.2.3. Precipitação interna-Pi (*Throughfall*)**

Sua definição corresponde ao total de precipitação que atinge diretamente a serrapilheira ou o solo após atravessar o dossel arbóreo, seja por espaços abertos ou gotejamento de folhas, galhos e caules. É perceptível que a cobertura vegetal e o estágio florestal influenciam fortemente a sua estimativa. Considera-se em florestas tropicais que a precipitação interna (Pi) não é uniforme, e apresenta heterogeneidade entre resultados dos pluviômetros que tentam estimá-la. A localização e o número de medidores influenciam o erro na estimativa de Pi (ARCOVA; CICCIO; ROCHA, 2003; FERREIRA; LUIZÃO; DALLAROSA, 2005; GIGLIO, 2013; LIMA, 2008; OLIVEIRA et al., 2008a; OLIVEIRA JÚNIOR; DIAS, 2005; SILVA, 2008; SWANK, 1968; VIEIRA; PALMIER, 2006), na Figura 4 apresenta-se um fluxograma com os conceitos, componentes e momentos da precipitação que interagem no ciclo hidrológico e concomitantemente no processo de interceptação pluvial.



Figura 4 - Fluxograma de definições e elementos da precipitação pluvial durante o processo de interceptação, para todo tipo de floresta.



Fonte: LIMA, 2008

### 3.2.4. Escoamento pelo tronco (*Stemflow*)

É a parte da precipitação total (PT) que é retida no dossel arbóreo e atinge a serrapilheira ou o solo por escorregamento através das folhas, galhos, caules e troncos (SWANK, 1968). Também pode ser definido como a precipitação que chega ao solo através da estrutura das árvores (troncos, galhos, ramos, folhas) (DE CÁSSIA SOUSA et al., 2014).

É sabido que o escoamento pelo tronco tem como característica o fato de ser pouco representativo. Resultados de uma variedade de medições em diferentes trabalhos de interceptação apontam a possibilidade de desconsiderar sua quantificação. No Quadro 1, 2, 3 e 4, estão relacionados estudos mundiais subdivididos pôr tipo como floresta tropical, bosques de silviculturas, floresta temperada e outro tipo de floresta (urbana), apresentando resultados referentes à interceptação, precipitação interna (*troughfall*) e escoamento pelo tronco (*stemflow*).

Quadro 1- Evolução temporal dos estudos de interceptação em florestas tropicais (Continua)

Vegetação / Local	Interceptação (Ic)	Precipitação Interna (Pi) ( <i>Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Autor (ano)
Região Amazônica, floresta tropical úmida na Amazônia Venezuelana	Informações não proporcionadas pelos autores	87%	8%	Jordan & Heuvelop (1981) Marques et al. (1977)
Floresta Amazônica	24,5%	74%	0,4%	Leopoldo (1981)
Mata secundária, na região de Viçosa, Minas Gerais	12,4%	87,4%	0,2%	Castro et al. (1983)
Maciços florestais com características de cerradão	16,6%	80,5%	2,9%	Leopoldo & Conte (1985)
Reserva Florestal Ducke Floresta Amazônica	45,7%	67,7%	2,8%	Franken & Leopoldo (1986/87)
Floresta Natural Secundária no Parque Estadual da Serra do Mar	18,2%	80,7%	1,1%	Cicco et al. (1986/88)
Região da floresta amazônica	3,6 - 8,9 %	3,5 - 89 %	1 - 1,8 %	Lloyd, Gash & Shuttleworth (1988)
Reserva florestal de Ducke, floresta amazônica	7,2% ( $\pm 3\%$ )	90% ( $\pm 2\%$ )	1,8% ( $\pm 1\%$ )	Lloyd & Marques Filho (1988)

Fonte: LIMA, (1998) adaptado pelo autor

Quadro 1 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em florestas tropicais (Continua)

Vegetação / Local	Interceptação (Ic)	Precipitação Interna (Pi) ( <i>Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Autor (ano)
Floresta tropical da reserva do TAI, na Costa do Marfim	9,2%	90,5%	0,3%	Hutjes, Wierda & Veen (1990)
Floresta tropical em Veracruz, México	57,0%	82,0%	1,0%	Kellman & Roulet (1990)
Reserva Florestal Ducke Floresta Amazônica	19,8%	80,0%	0,0%	Franken et al. (1992)
Povoamento florestal na Venezuela	19 - 12%	74,1% ( $\pm 1,1\%$ ) a 81,8% ( $\pm 1,2\%$ )	1,1% ( $\pm 0,2\%$ ) a 0,4% ( $\pm 0,00\%$ )	San Jose & Montes (1992)
Parque Estadual da Serra do Mar, região de Cubatão, São Paulo	9,7%	89,6%	0,6%	Nalon & Vellardi (1993)
Reserva Florestal Ducke Floresta Amazônica	53,3%	67,7%	11,3%	Leopoldo, Franken & Villa Nova (1995)
“Microbacia experimental B” do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo.	13,9%	85,8%	0,3%	Arcova; Cicco; Rocha, (2003)
Floresta Densa de Terra Firme Estação Experimental de Manejo Florestal do INPA, Manaus	19,2%	80,2%	-	Ferreira; Luizão; Dallarosa (2005)
Florestal estacional semidecidual tropical, parte caducifólia. do Fragmento secundário da Mata Atlântica	18,3%	80,0%	1,7%	Júnior; Dias (2005)
Reserva Biologica Cuieras, INPA, Manaus	16,5%	82,9%	0,6%	CUARTAS et al. (2007)

Fonte: LIMA, (1998) adaptado pelo autor

Quadro 1 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em florestas tropicais (Conclusão)

Vegetação / Local	Interceptação (Ic)	Precipitação Interna (Pi) ( <i>Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Autor (ano)
Remanescentes da Mata Atlântica Pernambuco	12,7%	84,9%	0,4%	Moura, (2007)
Fragmento de floresta da Mata Atlântica na Bacia do Prata, Recife	12,7%	84,9%	0,4%	Moura et al., (2009)
Parque Estadual das Fontes do Ipiranga São Paulo	21,6 % - 24 %	78,4 % - 76 % Pi	-	Cicco, (2009)
Floresta Ombrofila Mista Secundaria	15,1%	84,4%	2,7%	Giglio (2013)
Floresta Estacional Semidecidual	22,8%	76,2%	1,0%	Tonello et al., (2014)

Fonte: LIMA, (1998) adaptado pelo autor

Quadro 2 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em bosque de silviculturas (Continua)

Vegetação / Local	Interceptação (Ic)	Precipitação Interna (Pi) ( <i>Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Autor (ano)
Eucaliptos ( <i>Eucalyptus saligna</i> ) e Pinheiros ( <i>Pinus caribaea</i> ), com 6 anos de idade	6,6 - 12,6%	83,6 - 90,5 %	3 - 4,2 %	Lima (1976)
Cultura canieira	39,6%	56,7%	4,1%	Leopoldo, Sousa & Tuacek Filho (1981)
Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia	15%	83%	2%	Miranda (1984)

Fonte: LIMA, (1998) adaptado pelo autor

Quadro 2 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em Silviculturas (Conclusão)

Vegetação / Local	Interceptação (Ic)	Precipitação Interna (Pi) ( <i>Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Autor (ano)
Povoamentos jovens de <i>Acácia auriculiformis</i> , com idade de 4 e 5 anos, no oeste de Java, Indonésia	11 - 18 %	75 - 81 %	7 - 8 %	Bruijnzeel & Wiersum (1987)
Ensaio com espécies arbustivas do semiárido do nordeste do México	27,2%	77,8%	3,1%	Návar & Bryan (1990)
Montanha Sierra Nevada cultura de carvalho, Campus Davis, Universidade de California EUA	15,0%	85,0%	9,0%	XIAO et al., (2000)
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	13,8%	85,2%	1,0%	Tonello et al., (2014)
<i>Pinus caribea</i> var. <i>hondurensis</i>	15,0%	84,0%	1,0%	Tonello et al., (2014)

Fonte: LIMA, (1998) adaptado pelo autor

Quadro 3 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em florestas temperadas (Continua)

Vegetação / Local	Interceptação (Ic)	Precipitação Interna (Pi) ( <i>Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Autor (ano)
Povoamento de <i>Pinus wallichiana</i> , em região temperada da Índia	21,0%	76,2%	2,7%	Singh (1987)

Fonte: LIMA, (1998) adaptado pelo autor

Quadro 3 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em florestas temperadas (Conclusão)

Vegetação / Local	Interceptação (Ic)	Precipitação Interna (Pi) ( <i>Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Autor (ano)
Bosque adulto de <i>Pinus radiata</i> , no sul do Chile	15,3 ± 4%	73,9 ± 2,6%	10,8 ± 1,9%	Huber & Oyarzún (1990)
Florestas, na montanha da Escócia, de 50 anos de idade	28,0%	69,0%	3,0%	Johnson (1990)
Povoamento florestal, no sudoeste da Inglaterra	12,0%	86% - 82 %	6% - 2 %	Neal et al. (1991)
Bosque florestal na Itália, no período de 12 anos - período sazonal	14 - 47%	40 - 71%	11 - 16 %	Giacomin & Trucchi (1992)
Floresta sempre verde do sul do Chile	29,3%	69,2%	1,4%	Huber & Oyarzún (1992)
Povoamento florestal no sudoeste da França	21 - 12,6%	83 - 77%	6 - 1%	Loustau et al. (1992)
Povoamento florestal, realizado no sul da Inglaterra	16 - 14%	Informações não proporcionadas pelos autores	5,0%	Neal et al. (1993)
Povoamento florestal, na França, com mais de 90 anos de idade	34,2%	65,7%	0,5%	Viville et al. (1993)
Floresta de Lês Landes	11,9%	87,1%	1,0%	Gash, Lloyd & Lachaud (1995)

Fonte: LIMA, (1998) adaptado pelo autor

Quadro 4 - Evolução temporal dos estudos de interceptação em outro tipo de florestas (Bosques urbanos)

Vegetação / Local	Interceptação (Ic)	Precipitação Interna (Pi) ( <i>Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Autor (ano)
Florestada na região metropolitana de Belo Horizonte - MG	23,0%	67,0%	10,0%	Vieira & Palmier (1997)
Floresta de Mata ciliar São Paulo	37,0%	61,0%	0,9%	Lima (1998)
Espécies de Sibipiruna ( <i>Caesalpinia pluviosa</i> DC .) e Tipuana ( <i>Tipuana tipu</i> O . kuntze) Piracicaba - SP	17,0%	81,0%	1,0%	Da Silva, (2008)

Fonte: LIMA, (1998) adaptado pelo autor

Além dos dados de interceptação e precipitação interna, o escoamento pelo tronco passa por muitas condições que geram questionamentos sobre sua medição. Como pode ser visto nos Quadros 1, 2, 3 e 4 alguns estudos demonstram que cerca de 1% e 2% das chuvas totais (PT) são convertidas em escoamento pelo tronco (Et). Além disso, ainda com base no quadro 1, os 50 experimentos de interceptação supracitados apresentam uma média de 3,0% referente ao Et, com isso pode ser considerado um parâmetro de pouca relevância para trabalhos na área (ARCOVA; CICCIO; ROCHA, 2003; BRUIJNZEEL, 1991; OYARZÚN, C; HUBER, 1999).

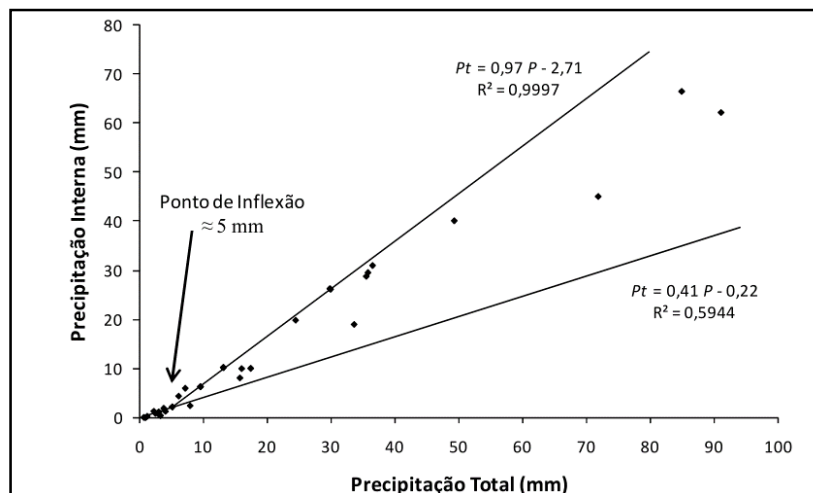
A fase de escoamento pelo tronco é afetada pela intensidade da chuva. O atraso no tempo do início do Et depende da aspereza ou rugosidade, posição e ângulo dos ramos, da quantidade e taxa de fluxo no tronco, acúmulo de líquens e fungos, bem como da quantidade e duração da precipitação, além da temperatura da precipitação e do grau de umidade antecedente. A frequência da precipitação é quem determina o grau de umidade antecedente e influencia no escoamento pelo tronco das espécies de casca áspera (LIMA, 1998; OYARZÚN, C; HUBER, 1999).

Além de fatores como vento, clima e evaporação, o ponto de saturação da cobertura vegetal é considerado como o início do escoamento, sendo que ocorre quando a quantidade de água supera

a capacidade do dossel e perde sua capacidade de captura, influenciado fortemente pelos fatores atmosféricos supracitados (KOBİYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009; LANKREIJER et al., 1999).

Para encontrar o ponto de saturação do dossel arbóreo, Kobiyama et.al.,(2009) e Leyton et. al., (1967) estabeleceram uma metodologia de cálculo que é feita através de uma dispersão dos dados de Precipitação Total (PT) e Precipitação Interna (Pi). Os resultados possibilitam observar o ponto de inflexão entre PT e Pi (Figura 5). Esse ponto é caracterizado por dividir os eventos em dois grupos: os eventos que não alcançaram a capacidade máxima de armazenamento da copa e, o outro, é a precipitação que chega ao solo sem ser interceptada (KOBİYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009).

Figura 5 – Identificação do ponto de inflexão e ponto de saturação a partir da regressão de precipitação total e interna para determinar início do processo de escoamento pelo tronco nos estudos de interceptação pluviométrica.



Fonte: KOBİYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009; LIMA, 1976; LIMA; NICOLIELO, 1983

Pode-se verificar que a capacidade de armazenamento (retenção) da floresta possui um ponto em que ela atinge o máximo e, caso a chuva permaneça, ocorre o aumento da perda por interceptação devido à continuação da evaporação, embora em taxas menores (LIMA, 2008). Porém a interceptação após ponto de saturação será zero.

A perda total por interceptação, desta forma, vai variar com o clima. Em regiões de regime pluviométrico caracterizado pela ocorrência de chuvas prolongadas de pouca intensidade,



ou seja, em condições tais que a copa da floresta permanece molhada durante longa parte do ano, a perda anual por interceptação pode ser alta.<sup>4</sup>

### 3.2.5. Cobertura Vegetal

Oliveira de Freitas et al.(2013) e muitos outros, perceberam a grande importância da cobertura vegetal no processo de interceptação, ao observar uma estreita relação entre a cobertura vegetal e o escoamento de água, a diminuição de processos erosivos e a retenção de umidade. Além disso, a cobertura vegetal tem a capacidade de alterar a dinâmica de entrada de água no solo, influenciando sua disponibilidade numa bacia hidrográfica.

Sem importar o tipo de cobertura vegetal, todas têm a capacidade de retenção de água, permitindo o retorno de parte desta à atmosfera por evaporação e evapotranspiração antes de chegar ao solo. Dessa forma, contribui diretamente para massa de vapor de água no ambiente, e possui um papel importante na redução do volume de água escoada na superfície do solo (FERREIRA; LUIZÃO; DALLAROSA, 2005; OLIVEIRA DE FREITAS et al., 2013).

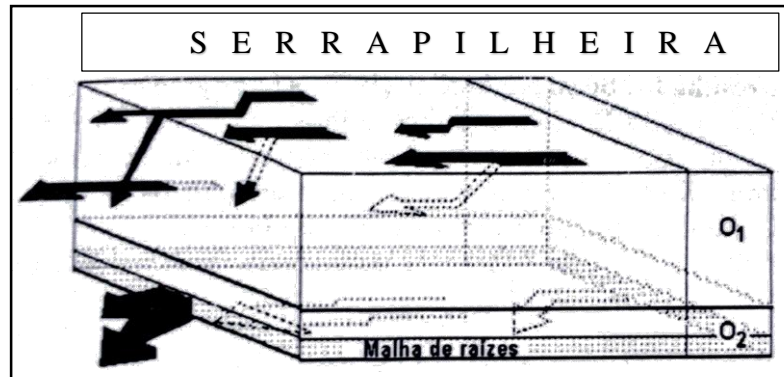
Ainda sobre as características da cobertura vegetal, Mingoti (2012) relata suas atribuições no aumento da chuva, diminuição da evaporação, regulação do escoamento total, redistribuição do escoamento superficial e subterrâneo, redução da amplitude sazonal das vazões dos cursos d'água e até prevenção e mitigação das inundações e enchentes.

Dessa maneira, a redução da cobertura florestal de uma bacia hidrográfica reflete no possível aumento do escoamento total, estabelecido como a somatória dos escoamentos que contribuem nos cursos d'água. Uma cobertura que tenha evapotranspiração baixa em áreas de solos permeáveis e profundos, é susceptível a gerar uma maior infiltração de água influenciada pelo sistema radicular das árvores (Figura 6) e um menor consumo d'água durante os períodos de estiagem (LIMA, 2008; MINGOTI, 2012; COELHO NETTO, 1995; STEDNICK, J. D. 2008).

---

<sup>4</sup>LIMA, W. DE P. HIDROLOGIA FLORESTAL APLICADA AO MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. Piracicaba-São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008. P. 97 – 98.

Figura 6 - Mecanismos dos fluxos de escoamento na serrapilheira e no solo através do sistema radicular das árvores, O<sub>1</sub>, primeira camada intermalha de raízes, O<sub>2</sub>, fluxos de curta extensão e duração.



Fonte: COELHO NETTO (1995) adaptado pelo autor

Frente aos argumentos da cobertura vegetal e sua relação com eventos pluviais, tempo e sazonalidade, é ratificada sua influência e grande importância no processo hidrológico de interceptação de chuva e para a quantificação da mesma.

### 3.2.6. Índice de Área Foliar (IAF)

A relação entre a área foliar de toda vegetação e a unidade de área de solo ocupada por essa vegetação é denominada de Índice de Área Foliar (IAF). Segundo Andrade, (2005) e Pereira; Machado (1987) definem o IAF como o fator que depende da fenologia da vegetação, número, tamanho das folhas e seu estágio de desenvolvimento. Evidenciado no trabalho de XIAO e McPHERSON (2002) duas florestas com valores de 6,1 e 3,7 de IAF m/m<sup>2</sup>, em bosques de 15 metros e 10 metros de altura das árvores respectivamente, verificou maior capacidade de interceptação e de retenção de água da chuva, além de demonstrar uma relação diretamente proporcional entre altura das árvores e sua capacidade, também comprovado por Silva (2008)

É importante ressaltar que o IAF é também o índice de aglutinação entre os parâmetros mais importantes da cobertura vegetal, e que podem ser estimados usando uma imagem de alta resolução ou foto hemisférica da área de interesse. É definido como metade da área total da superfície da folha por unidade de área de superfície do solo, projetada no local de referência horizontal (Lang, 1991; Chen e Black, 1992). Um importante parâmetro da morfologia do dossel exigido na maioria de modelos fotossintéticos (GONSAMO; WALTER; PELLIKKA, 2010).

A quantificação é realizada considerando cada parâmetro do dossel arbóreo e a fração dos raios solares, ou seja, a penetração solar direta e indireta dispersada em qualquer direção da copa arbórea. O cálculo é feito com base na fração de céu aberto não obstruída por elementos do dossel. Em outros termos, é a razão entre o número de pixels brancos (céu ou espaço descoberto) e o número total de pixels pretos (folhagem, solo ou área coberta). A união dos dois tipos de pixels representa uma imagem binária que termina sendo uma imagem hemisférica em preto e branco pronta para quantificar o IAF (GONSAMO; WALTER; PELLIKKA, 2010).

Atualmente existem vários softwares para a quantificação de IAF e pode-se encontrar um bom número de mecanismos e equipamentos para esta tarefa. No presente trabalho utilizou-se um software chamado *Gap Light Analyzer* (GLA)<sup>5</sup>, que emprega as imagens hemisféricas para quantificar o IAF. Durante o processo é feita a identificação do dossel mediante análise de área ocupada identificada com pixels pretos, e da área aberta ou de clareiras no dossel representada com pixels brancos. É feita a quantificação binária dos espaços abertos e ocupados, resultando disto o índice de área foliar (FRAZER, 1999; GONSAMO; WALTER; PELLIKKA, 2010). Este procedimento será apresentado de forma mais detalhada na metodologia do presente trabalho.

### **3.3.Fatores influenciadores da interceptação de águas pluviais**

Para especificar os fatores que interferem e influenciam no processo de interceptação recebem destaque dois grupos: o primeiro é o clima e as condições meteorológicas (físicas) como intensidade, duração, estação do ano, velocidade do vento, radiação solar, tamanho da gota, umidade e temperatura do ar. O segundo grande grupo de fatores são a vegetação, seu estado, estágio de desenvolvimento e relação sazonal (GIGLIO, 2013; KOBAYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009).

---

<sup>5</sup>Gap Light Analyzer, Software para o cálculo das dimensões foliares, considera diferentes parâmetros da cobertura vegetal e a área com base na escala e na resolução da fotografia hemisférica. Software capaz de extrair a estrutura do dossel arbóreo e índices de luz atravessando a cobertura vegetal a partir de fotografia hemisférica. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, CANADA 1999.

### **3.3.1. Clima e condições meteorológicas**

O fator de maior influência no processo de interceptação considerado por Klaassen, et al., (1996) foi a intensidade das chuvas, sendo influenciada pelo vento. Os pesquisadores identificaram uma relação de primeira ordem pela significância do vento durante e após os eventos chuvosos, percebendo que os ventos verticais são influenciadores no peso e densidade das gotas de chuva, que incrementam sua queda no solo. Como metodologia para o cálculo dos ventos, Klaassen, et al., (1996) utilizaram a equação de Reynolds e, no caso dos ventos horizontais, foram contemplados como constantes.

Segundo Lima (2008), durante eventos chuvosos, o vento também exerce influência sobre a fragilidade das gotas, pois tem a capacidade de quebra das forças de adesão entre a água e a superfície das folhas. Assim, é de se esperar que em ausência de vento a saturação do dossel seja mais rápida sob condições de baixa temperatura do ar e pouca intensidade solar.

Ainda tratando os diferentes fatores que influenciam a interceptação pluvial, a vegetação de florestas apresenta microclimas, caracterizados por alta umidade relativa, esta alta concentração de vapor sugere uma maior possibilidade de ocorrência de chuva, gerando aumento ou diminuição na evapotranspiração. Além disso, encontra-se diretamente relacionada com o momento de início da chuva e a evaporação, ao representar o componente principal da perda por interceptação. À medida que a chuva continua, as condições microclimáticas (temperatura, gradiente de pressão de vapor e disponibilidade de energia) na região das copas se modificam, tendendo a diminuir a taxa de evaporação (LIMA, 2008; SILVA, 2008).

### **3.3.2. Vegetação**

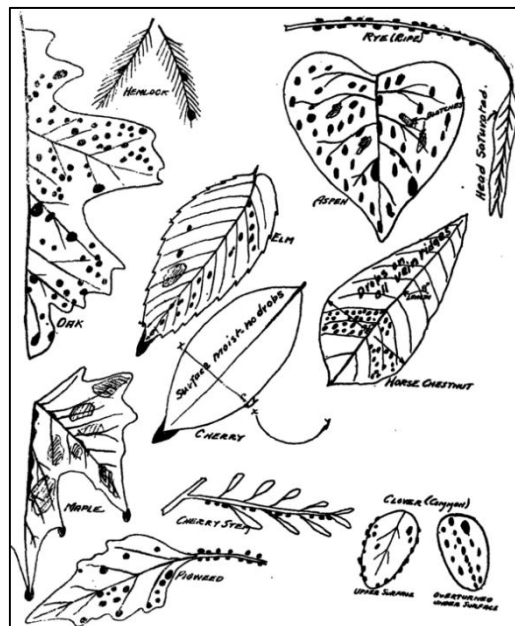
Pode-se destacar a influência da vegetação nas perdas por interceptação pluvial, nesse processo depende das características da espécie vegetal, como rugosidade, tamanho e estágio de desenvolvimento. Em maior escala são consideradas as estações do ano e a velocidade do vento como fatores que influenciam nos resultados (HORTON, 1919; LIMA, 1998).

Vale ressaltar ainda que a influência das folhas e de seu tamanho, ao reter e manter uma maior quantidade de água em um mesmo intervalo de tempo, pode incrementar de 3 a 20 vezes mais esse

efeito de retardo ou aumento de captação; além do tamanho, sua influência também pode ser vista em diferentes estratos vegetais dentro de cultivos e florestas.

Na Figura 7, é apresentada a primeira análise sobre captação de água das folhas por suas características vegetais numa floresta decidual (EUA) em que o tamanho, a rugosidade, a textura das folhas, os galhos e a morfologia das árvores influenciam no resultado da interceptação (HORTON, 1919).

Figura 7 – Esquema visual das características físicas para captação e interceptação segundo a influência da forma, tamanho, textura e tipo de vegetação após evento chuvoso.



Fonte : Horton(1919)

Horton (1919) apresentou em seus trabalhos a vegetação como elemento influenciador na interceptação, e as pesquisas desenvolvidas em florestas e/ou culturas possibilitaram o conhecimento de uma característica importante das folhas: o efeito potencializador gerado pela acumulação de água da chuva no dossel até atingir o ponto de saturação. O tamanho da gota consegue alcançar uma medida maior em quantidade, aumentando seu peso e queda, portanto, a quantidade de energia cinética também aumenta (HEWLETT, 1982; HOOVER, 1953; HORTON, 1919; TRICART, 1977; WOOD, 1937).

Após análises realizadas em florestas de pinhos, carvalhos e angiospermas, foram destacados 3 grupos de fatores relacionados à vegetação: o primeiro relaciona-se com a área coberta pela vegetação, que é estabelecida pela porcentagem do dossel e pelo Índice de Área Foliar (IAF) junto com a sazonalidade do local e o tipo de floresta decidual ou semidecidual (*non-deciduous*). O segundo é estabelecido mediante características da vegetação como rugosidade, suavidade, permeabilidade e capacidade de absorção. O terceiro grupo de fatores influenciadores tem relação com a morfologia da árvore, como galhos, ramos, folhas e textura do tronco, que dependendo da sua altura e tamanho variam na influência sobre interceptação (HEWLETT, 1982).

Para o caso de Florestas tropicais Oliveira et al., (2011) caracterizou a Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã, Pará, na Amazônia Oriental, durante as épocas chuvosas e secas do ano de 2004, analisou um hectare dividido em subparcelas de 10m X 10m, catalogando 526 exemplares vegetais com diâmetro à altura do peito (DAP) maiores que 0,1 m. Foram identificados dois momentos influenciados pela cobertura vegetal: a) o primeiro, a redistribuição de chuvas formando um sistema de amortecimento e, b) o segundo, o direcionamento e retenção das gotas que chegam ao solo afetando a dinâmica do escoamento superficial e o processo de infiltração (OLIVEIRA JÚNIOR; DIAS, 2005).

Kellman e Roulet, (1990) consideram a cobertura vegetal como fator influenciador, podendo alterar significativamente processos atmosféricos, além de intensificar a interceptação, infiltração, percolação e erosão. Porém, são as árvores jovens e arbustos do estrato inferior os responsáveis desse fator influenciador e da intensificação de alguns processos hidrológicos, como é o caso do escoamento pelo tronco, sendo significativamente aumentado de até dez vezes a mais em comparação com os estratos superiores (SILVA JUNIOR, 2008).

Sendo a vegetação um fator influenciador, Tonello et al. (2014) estabeleceu que o tipo de vegetação, seu estágio de regeneração e a área basal da mesma podem fornecer um indicativo do volume de água efetivamente precipitada na superfície da bacia hidrográfica. Depois de comparações entre a FLONA de Ipanema, a floresta semidecidual, cultura de pinho e eucalipto, foi estabelecido que a cobertura vegetal possui influência direta sobre a redistribuição da água da chuva, as copas das árvores formam um sistema de amortecimento e direcionamento das gotas, que atingem o solo de forma mais suave e menos impactante. O tipo de vegetação caracteriza a

quantidade de gotas que cada folha pode reter, e a densidade da mesma indica o volume retido na superfície da bacia hidrográfica (TONELLO et al., 2014).

### **3.3.3. Fatores climáticos condicionantes da vegetação**

Balbinot et al., (2008) e Coelho Netto (1995), observaram que nas estações menos chuvosas o processo de interceptação aumenta, influenciado pelas mudanças nas características das chuvas menos intensas, quantidade de água menor e maior demanda pela vegetação. Os aspectos fisionômicos vegetativos em períodos de estiagem tendem a acumular água no interior da sua folhagem, o que é mais um fator influenciador na interceptação.

Segundo Junior, (2008), fato é que as variações nos valores de interceptação devem-se não somente às variações na vegetação, mas também ocorrem em função das variáveis climáticas tais como intensidade de chuva, radiação solar e velocidade do vento, sendo que a radiação solar possui uma relação diretamente proporcional e influência nos processos de evaporação, evapotranspiração (LIMA, 2008) e a velocidade dos ventos.

Todos esses fatores afetam a capacidade das folhas de armazenar água (intensidade de chuva, velocidade do vento), bem como a duração do processo de evaporação (quantidade de água na folha, radiação solar, velocidade do vento, dentre outros).

### **3.4. Modelos para quantificação da interceptação pluvial**

Historicamente, o primeiro modelo foi desenvolvido por Horton (1919), sendo a base de pesquisas e utilizado até hoje, expressado na equação 1. Esse modelo foi muito utilizado na época em que foi desenvolvido, mostrando sucesso na quantificação da interceptação; porém, só após o simpósio internacional de hidrologia em 1965 é que ocorreu o auge nos modelos de quantificação da interceptação pluvial.

$$J = S_j + K_1 E t T \quad (\text{Equação 1})$$

Onde **J** é = Perdas totais por interceptação. **S<sub>j</sub>** = Capacidade de armazenamento de interceptação de uma determinada área. **K<sub>1</sub>** = Radio e superfície de evaporação. **E t** = Taxa de evaporação média em tempo durante evento chuvoso. **T** = Duração do evento chuvoso em horas.

Fonte: Horton (1919)

Após anos e diferentes trabalhos sobre interceptação pluvial, o modelo desenvolvido por Meriam (1960) introduziu um fator de relação entre Precipitação Total (PT) e capacidade de armazenamento de interceptação no modelo inicial de Horton (1919), com isso foi possível perceber uma mudança na quantificação da interceptação (TUCCI, 2000), conforme apresentado na equação 2:

$$I = S [1 - \exp(-P/S)] + E.T \quad (\text{Equação 2})$$

Onde **I** é = Perdas por interceptação. **S** = Capacidade de armazenamento de interceptação. **P**= Precipitação Total. **E** = Taxa de evaporação média durante evento chuvoso. **T** = Duração do evento chuvoso em horas.

Fonte: Meriam 1960; Tucci, 2000.

Após o desenvolvimento do modelo de Meriam (1960), foi proposto por Helvey e Patric (1965) um novo modelo, como reflexo dos questionamentos e inconformidades sobre os conceitos da interceptação, apresentados igualmente no Simpósio de Hidrologia de 1965. O modelo constituía-se em equações de regressão para cada tipo de floresta, seguida da sazonalidade do local e sua relação com a precipitação total (PT), precipitação interna (Pi) (*throughfall*), escoamento pelo tronco (*stemflow*) e demais componentes da interceptação, todos apresentados no conjunto de equações 3, 4 e 5 que são complementadas com índices sazonais da figura 8.

$$C = P - (T + S) \quad (\text{Equação 3})$$

$$L = (T + S) - R \quad (\text{Equação 4})$$

$$R = P - (C + L) \quad (\text{Equação 5})$$

Onde **C** é = Perdas por interceptação no dossel. **P** = Precipitação Total. **T** = Precipitação interna. **S** = escoamento pelo tronco. **L** = Perdas por interceptação porção evaporada. **R** = Precipitação Efetiva.

Fonte: HELVEY; PATRIC, (1965)



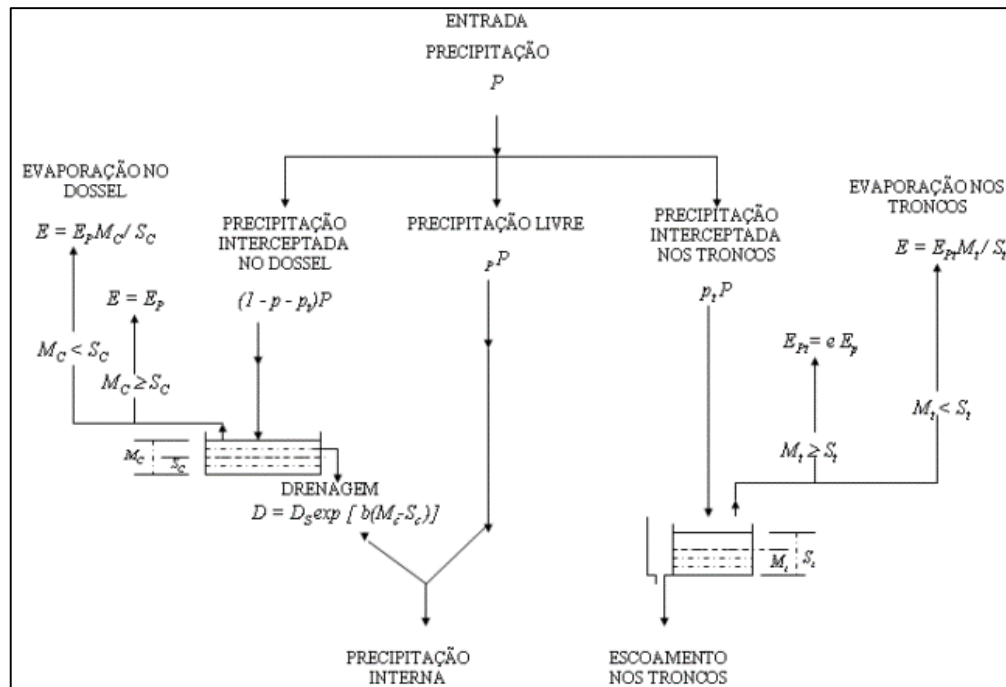
Figura 8 - Modelo de Helvey e Patric (1965) com variações sazonais para quantificação da interceptação com uso das equações 3, 4, e 5.

Valores sazonais	Começo sazonal	Final Sazonal
Throughfall	$\Sigma T = 0.901(\Sigma P) - 0.031(n)\dagger$	$\Sigma T = 0.914(\Sigma P) - 0.015(n)$
Stemflow	$\Sigma S = 0.041(\Sigma P) - 0.005(n)$	$\Sigma S = 0.062(\Sigma P) - 0.005(n)$
Litter interception loss	$\Sigma L = 0.025(\Sigma P)$	$\Sigma L = 0.035(\Sigma P)$
Net rainfall	$\Sigma R = 0.917(\Sigma P) - 0.036(n)$	$\Sigma R = 0.941(\Sigma P) - 0.020(n)$
Interception loss	$\Sigma I = 0.083(\Sigma P) + 0.036(n)$	$\Sigma I = 0.059(\Sigma P) + 0.020(n)$

Fonte: HELVEY; PATRIC, (1965) adaptado pelo autor

O seguinte modelo desenvolvido no ano 1971 foi proposto por A. J. Rutter et. al. Sua pesquisa ocorreu em uma floresta de *Pinus* e contemplou, dentro do modelo, variáveis como evaporação, drenagem, armazenamento pelo dossel arbóreo, quantidade de água e ponto de saturação mediante a relação entre Precipitação Total (PT) e Precipitação interna (Pi). Como resultado da junção de todas as variáveis obteve-se uma nova fórmula para a quantificação de interceptação, como pode ser visto na figura 9 e nas equações 6 e 7.

Figura 9 - Modelo de Rutter (1971), fluxograma de entradas e elementos influenciadores do processo da interceptação pluvial.



Fonte : OLIVEIRA et al., 2008b

$$(1 - p - p_t) \int R dt + \int E dt + \Delta C \quad (\text{Equação 6})$$

$$D = \begin{cases} D_s \exp[b(C - S)], & \text{Si } C \geq S \\ 0, & \text{Si } C < S \end{cases} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde  $p$  é = Chuva que atinge o solo sem ser retida pela vegetação.  $p_t$  = Chuva que é desviada para os troncos.  $(1-p-p_t)$  = Taxa de entrada de água para as folhas.  $D$  = Drenagem.  $E$  = Evaporação.  $\Delta C$  = Variação na quantidade de água.  $D$  = Taxa de drenagem.  $C$  = Água armazenada na copa.<sup>6</sup>  $S$  = Capacidade de armazenamento da folha<sup>7</sup>

Fonte: VALENTE; DAVID; GASH, (1997); VIEIRA; PALMIER, (2006).

Validação e testes foram feitos após o desenvolvimento de cada modelo, encontrando vantagens e desvantagens e resultando na continuação de pesquisas em busca de um modelo considerado melhor. Assim, surgiu um novo modelo criado por Blake (1975), que apresentou uma forte semelhança com o modelo de Horton (1919) (Equação 8).

$$Si = P - T - C \quad (\text{Equação 8})$$

Onde  $Si$  é = Precipitação Interceptada.  $P$  = Precipitação.  $T$  = Precipitação que atravessa a vegetação.  $C$  = Parcela que escoia pelo tronco das árvores.

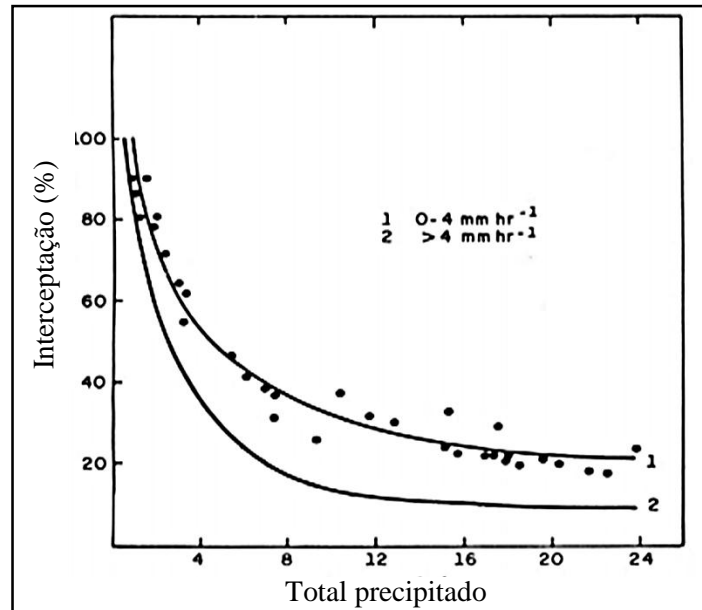
Fonte: Blake, (1975); Tucci, (2000)

As análises realizadas por Blake foram representadas em curvas determinadas pela vegetação, mostrando a quantidade total de chuva e a quantidade interceptada para diferentes tipos de intensidade. Foi evidenciado que para uma mesma quantidade de chuva, a interceptação diminui com aumento da intensidade, mostrando uma relação inversamente proporcional (Blake, 1975; Tucci, 2000) como se apresenta na figura 10.

<sup>6</sup>VALENTE, F.; DAVID, J. S.; GASH, J. H.; **Modelling interception loss for two sparse eucalypt and pine forests in central Portugal using reformulated Rutter and Gash analytical models**, Lisboa, Portugal. 1997. p 142-143.

<sup>7</sup>VIEIRA, C.; PALMIER, L.; **Medida e Modelagem da Interceptação da Chuva em uma Área Florestada na Região Metropolitana de Belo Horizonte**, Minas Gerais. 2006. p 105-106.

Figura 10 - Relação entre interceptação, intensidade e precipitação numa cultura de pinus, identificando relação inversamente proporcional (Blake 1975)



Fonte: BLAKE, 1975 e TUCCI, 2000.

Após Blake (op. cit.), Alvera (1977), recebeu grande atenção por contemplar novas variáveis do processo de interceptação, sendo elas físicas e estatísticas, permitindo conhecer diferenças metodológicas e analíticas sobre classificação de chuvas, sua relação sazonal e a localização dos pluviômetros. Em sua pesquisa, estabeleceu uma interceptação máxima de 43,8 % e mínima de 20,2 % em uma floresta de pinhos, diferença relacionada com as mudanças sazonais do local.

Como resultado final do trabalho, criticado na época, Alvera (1977) confirmou a importância de fatores influenciadores como vento, temperatura, estado físico da água (neve), intensidade, sazonalidade e número de pluviômetros para quantificação da interceptação pluvial. Classificou as chuvas e a relação com sua capacidade de ser interceptadas pela floresta, começando com: chuvas entre 0-10 mm possuem uma interceptação média de 58%, precipitação entre 10-20 mm 44% e eventos chuvosos entre 20-30 mm são interceptados em até 22%. Reiterando que todos dados foram obtidos numa floresta de pinus e utilizando o modelo francês proposto por Schnock e Galoux (1967) (Equação 9).

$$P = Pd + G + E + I \quad (\text{Equação 9})$$

Onde  $P$  é =Precipitação bruta (que atinge a floresta).  $Pd$ =Penetração direta (água que abrange o solo sem ter contato com o dossel atravessando as clareiras).  $G$ =Água que alcança folhas e galhos para depois chegar ao solo (Precipitação interna - *throughfall*).  $E$ =Água que escoar pelo tronco e consegue infiltrar na serrapilheira e solo (*stemflow*).  $I$ = Intercepção, a água que molha as superfícies vegetais, onde é evaporada e retornando à atmosfera.<sup>8</sup>

Fonte: Alvera (1977)

O seguinte modelo pertence ao pesquisador Gash (1979), que estabeleceu um dos mais utilizados até a década de 1990, adaptado por Valente (1997). No modelo proposto em 1979 alguns parâmetros foram modificados em relação ao modelo de Rutter 1971, em que a intercepção calculada era feita mediante a integração analítica da taxa de evaporação no tempo. No modelo de Gash (1979) a intercepção é estabelecida mediante a substituição da integração das taxas de evaporação por uma taxa média de chuva e evaporação deduzida e aplicável para cada evento chuvoso registrado (CARLYLE-MOSES; PRICE, 1999; VIEIRA; PALMIER, 2006).

O modelo de Gash (1979) apresentou uma série de particularidades ao ser comparado com Rutter (1971). Gash (op. cit.) realizou uma nova análise de parâmetros estruturais das folhas e tronco e foi feita uma relação entre taxa média de precipitação e de evaporação por tempo de chuva até atingir o ponto de saturação do dossel. Além disso possui uma forte afinidade com conceitos de regressão linear (KOBAYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009; VALENTE; DAVID; GASH, 1997; VIEIRA; PALMIER, 2006).

O modelo de Gash (1979) permite identificar a quantidade possível de água captada pela floresta, ou seja, a capacidade do dossel arbóreo até atingir a saturação, além de possibilitar a quantificação da intercepção, como pode ser visto nas equações 10 e 11.

---

<sup>8</sup>ALVERA, B. *Intercepción De Las Precipitaciones Atmosféricas En Un Pinar Altoaragonés: 1 " Año De Observaciones (1971-1972)"*. Huesca, España, 1977. p 7-8.

$$P'_G = \left( -\frac{R_a S}{E_a} \right) \ln \left\{ 1 - \left( \frac{E_a}{R_a} \right) (1 - p - p_t)^{-1} \right\} \quad (\text{Equação 10})$$

Onde  $P'_G$  é a Taxa de saturação da floresta.  $R_a$ = Taxa média de precipitação.  $S$  = Capacidade de armazenamento da folha.  $E_a$ = Taxa média de evaporação.  $p$  = Proporção de chuva que atinge o solo sem ser retida pela vegetação.  $p_t$  = A proporção de chuva que é desviada para os troncos<sup>9</sup>.

Fonte: Vieira; Palmier, (2006)

$$I = \left( \frac{E}{R} \right) P'_G + \left( S \int_0^{t'} E dt \right) \left\{ 1 - \left( \frac{E_a}{R_a} \right) (1 - p - p_t)^{-1} \right\} \quad (\text{Equação 11})$$

Onde  $I$  é Taxa de Interceptação pluviométrica.  $E$ = Taxa média de evaporação.  $R$ = Taxa média de precipitação.  $P'_G$  = Taxa de saturação da floresta.  $S$  = Capacidade de armazenamento da folha.  $p$  = Proporção de chuva que atinge o solo sem ser retida pela vegetação.  $p_t$  = A proporção de chuva que é desviada para os troncos<sup>10</sup>

Fonte: Gash, (1979)

Alguns pesquisadores consideram o modelo de Gash (1979) como uma versão do modelo de Rutter, (1971) com conceitos de regressão linear mais marcados (KOBAYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009). Referente a isso é apresentado um terceiro fluxograma que toma elementos dos modelos de Gash (op. cit.) e Rutter (op. cit.) com modificações. Uma delas é a existência de subparcelas, uma com o dossel arbóreo abundante, fechado, com um Índice de Área Foliar alto, e a outra a céu aberto.

Mostra-se outro elemento decisivo que é o entendimento do escoamento e da evaporação acontecendo no mesmo momento de eventos chuvosos, pois antes acreditava-se que só ocorreriam após a saturação do dossel arbóreo. Esse processo é conhecido como “*wetting up*”, (molhar-se) e representa o intervalo de tempo entre o evento de chuva e a saturação da cobertura vegetal, que, em seguida, apresenta-se como escoamento pela morfologia da árvore (KOBAYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009; VALENTE; DAVID; GASH, 1997; VIEIRA; PALMIER, 2006).

<sup>9</sup>VIEIRA, C.; PALMIER, L.; **Medida e Modelagem da Interceptação da Chuva em uma Área Florestada na Região Metropolitana de Belo Horizonte**, Minas Gerais. 2006. p 105-106.

<sup>10</sup>GASH, J. **An analytical model of rainfall interception by forests**, Wallingford, Oxfordshire, EUA. 1979. P 44.

Além de novas características, no modelo de Rutter (1997), foi desenvolvida uma série de equações junto com fluxograma em que são identificados e verificados novos parâmetros fundamentais para o entendimento do modelo (equação 12 e 13).

$$Tf = (1 - cp_d)P_g - (1 - p_d)S - (1 - p_d)c \int E_c dt \quad (\text{Equação 12})$$

$$Sf = \frac{p_d}{(1 - p_d)} [Tf - (1 - c)P_g] - S_t - c \int E_c dt \quad (\text{Equação 13})$$

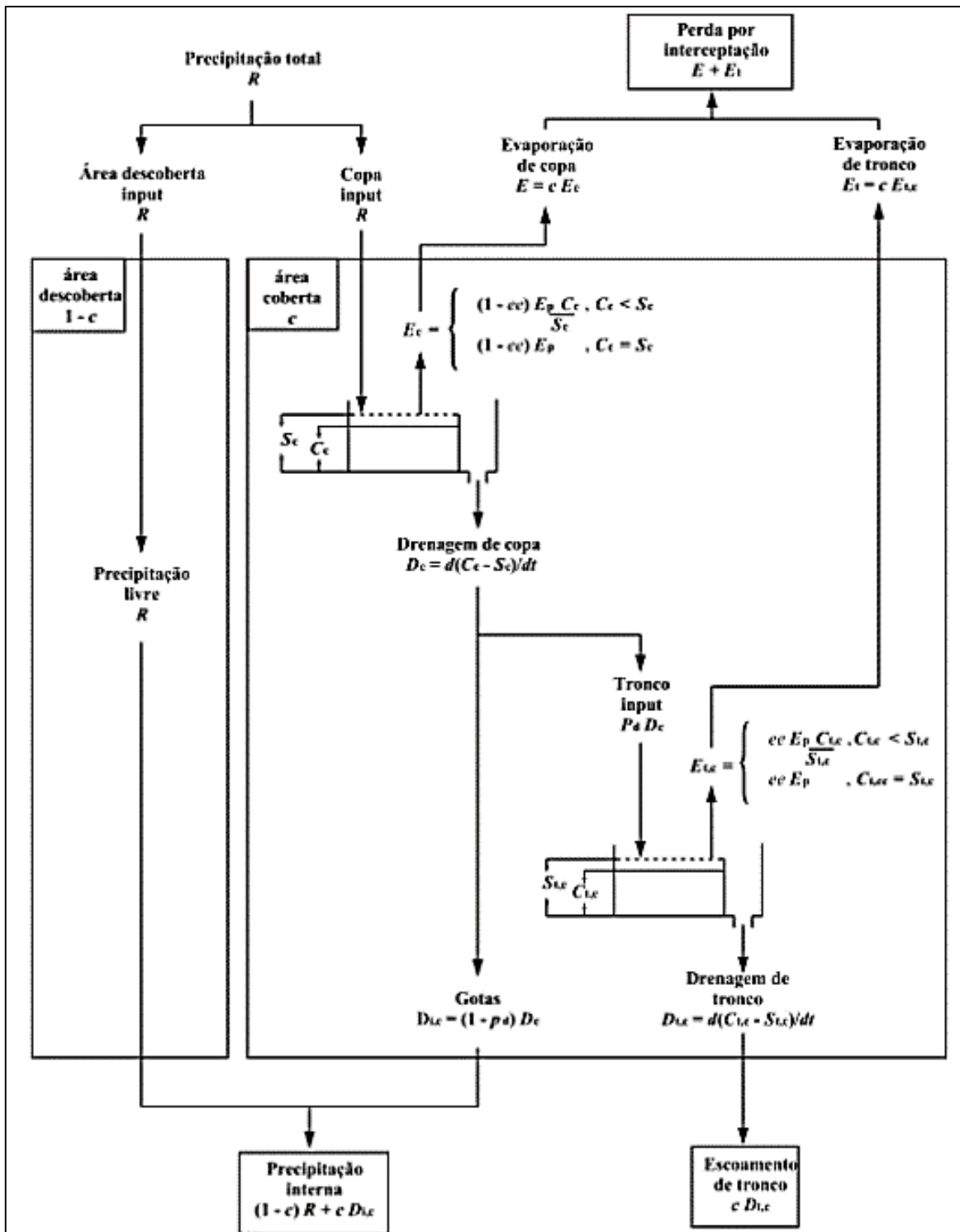
Onde  $Tf$  é *Throughfall*, Precipitação interna.  $Sf$  = *Stemflow*, Escoamento pelo tronco.  $D$  = Drenagem.  $p_d$  = Coeficiente de drenagem.  $c$  = Parcela de escoamento arbóreo.  $S_t$  = Taxa de saturação.  $E_c$  = Taxa média de evaporação.  $P_g$  = Precipitação total

Fonte: VALENTE; DAVID; GASH, (1997)

O seguinte modelo é o esparso de Rutter (1997), ou seu nome em inglês *Sparce Rutter Model*. Sua forte característica é que vários parâmetros são trabalhados em um mesmo momento e com novas variáveis e propostas para quantificar as perdas por interceptação (KOBİYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009).

O modelo *Sparse* visa quantificar de maneira mais realista, considerando todos os elementos influenciadores e ações que interferem no processo de interceptação ou perdas por interceptação. Na figura 11 apresenta-se o fluxograma onde podem ser visualizadas as relações entre cada um dos parâmetros supracitados (KOBİYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009; VALENTE; DAVID; GASH, 1997).

Figura 11 - Fluxograma do modelo *Sparse* de Rutter com entradas e elementos influenciadores do processo de interceptação pluvial. (adaptado por Valente 1997)



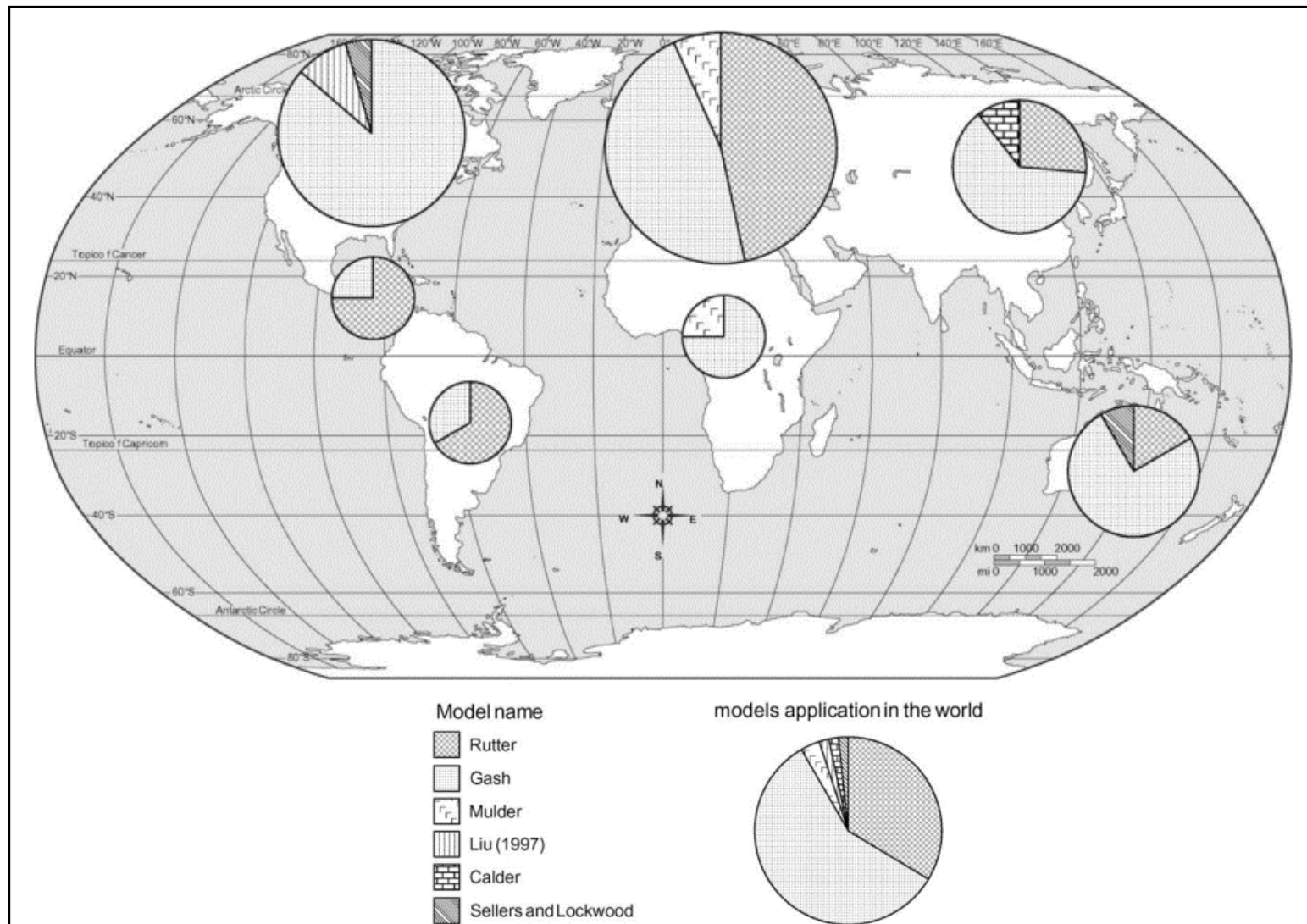
Fonte: KOBIYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009; VALENTE; DAVID; GASH, 1997

Seguindo a linha do tempo de trabalhos sobre interceptação pluvial, o seguinte é desenvolvido por Muzylo et al., (2009). A pesquisa realiza uma análise sobre a utilização dos modelos no mundo inteiro; foram revisados cerca de 130 trabalhos sobre interceptação e após as análises constatou-se que 69 deles utilizaram o Modelo Esparso de Gash (*Sparse Gash models*), seguido por 42 trabalhos com o Modelo Esparso de Rutter (*sparse Rutter models*) e 11 deles, que têm recebido muito menos atenção, com o Modelo de Mulder.

O trabalho feito por Muzylo (op. cit.) destaca-se também por trazer até 15 diferentes modelos para quantificação de interceptação e, na figura 12, pode-se evidenciar a distribuição pelo mundo na utilização dos modelos de interceptação pluvial, além da avaliação dos autores, revela a necessidade de mais uma modelagem para florestas decíduais, e progressivamente, em florestas dispersas (*sparse forest*) tipo cerrado, em regiões de tempestades intensas e com elevados índices pluviométricos. A revisão realça também desvantagens de modelos anteriores e identifica a falta de validação de modelos, poucos estudos comparativos e falta de certezas em medições de parâmetros com maior influência como vento, evapotranspiração entre outros. Portanto, as incertezas em dados de entrada do modelo são raramente tidas em conta na modelagem da interceptação pluviométrica (MUZYLO et al., 2009).



Figura 12 - Distribuição da utilização dos diferentes modelos de interceptação em diferentes tipos de vegetação no mundo, identificados na análise de Muzylo, et al., (2009).



Fonte: Muzylo et al., 2009; adaptado pelo autor

De maneira geral foram abordados os diferentes trabalhos sobre interceptação pluviométrica ao longo do tempo e no mundo, e no próximo item serão apresentados os estudos realizados no Brasil, começando por uma das primeiras abordagens da temática do processo de interceptação desenvolvido por Lima (1976) durante a produção de um artigo científico sobre precipitação efetiva e interceptação pluviométrica numa cultura de eucaliptos e pinheiros, no Córrego Monte Olimpo, pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

### **3.5. Interceptação de chuva no Brasil, na geografia e no domínio morfoclimático da Mata Atlântica**

Na geografia, as primeiras abordagens do conceito de interceptação foram desenvolvidas por Jean Tricart (1977), geógrafo francês especializado em geomorfologia, que considerava as águas pluviais como parte do processo erosivo. Ele descreveu as gotas de chuva com uma carga de energia cinética que impacta na vegetação. Esse impacto sobre as plantas possui um efeito dispersor da energia, diminuindo a ação erosiva da precipitação (Tricart, 1977).

O conceito trabalhado por Tricart (op. cit.) foi um pilar para a geografia física no desenvolvimento do processo de interceptação pluvial e sua relação com a hidrologia, climatologia e sedimentologia, associando elementos e fatores que interagem ao longo do ciclo hidrológico com a evaporação, retenção de água, distribuição hídrica e lençol freático.

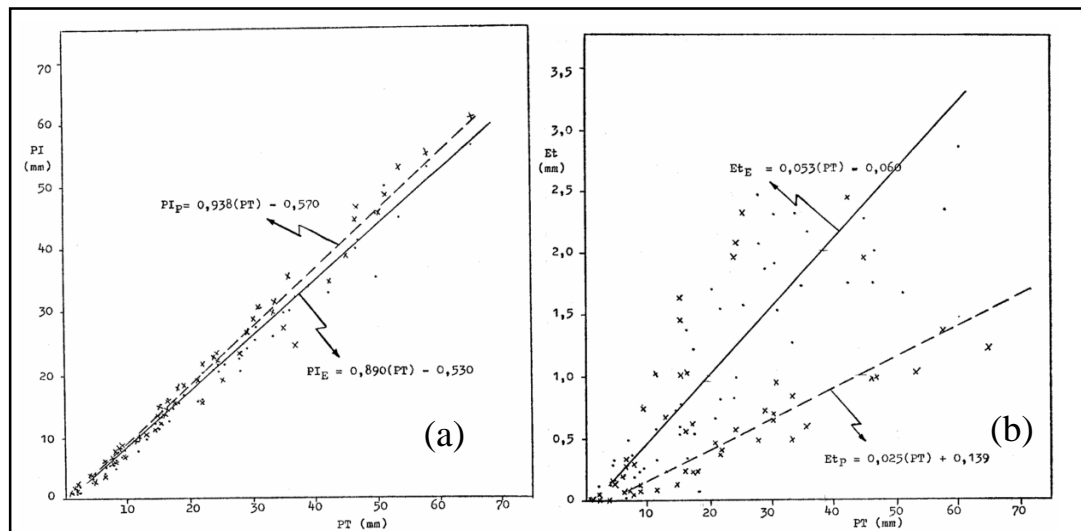
O trabalho de Coelho Netto (1985), geógrafa pioneira na pesquisa sobre interceptação pluvial no Brasil, estabeleceu a importância de desenvolver o conceito, por ser diretamente influenciado pela cobertura florestal e possuir grande importância na quantificação do balanço hídrico de um local, sendo que pode alterar o mecanismo de entrada de água na superfície do solo. Em sua pesquisa foi demonstrada a capacidade da floresta de espécies reflorestadas, e como resultado obteve-se uma interceptação pluvial de 11,4% e uma relação diretamente proporcional entre a precipitação a céu aberto e a precipitação efetiva.

Segundo Moura et al. (2009) e Calheiros et al. (2004), a interceptação é uma das fases mais importantes na quantificação do balanço hídrico, por influenciar na recarga de aquíferos através da alteração da entrada de água no solo. A disponibilidade hídrica vai depender da cobertura da terra, se há vegetação, ou se a mesma se encontra exposta, aumentando a infiltração ou escoamento superficial respectivamente, isto considerando o enfoque geográfico e da engenharia agrícola.

Retomando o início da interceptação no Brasil, os engenheiros e pioneiros foram Lima (1976) e Leopoldo (1981). Lima (op. cit.) ressaltava a importância de fatores como índice de área foliar, precipitação interna, precipitação efetiva, escoamento pelo tronco e rugosidade das folhas, elementos determinantes para quantificar a interceptação de qualquer floresta. Considerando que toda modificação no dossel antropogênica ou consequência de ações naturais, afeta a quantidade de água que infiltra e percolação (LIMA, 1976; LIMA; NICOLIELO, 1983).

Na pesquisa de Lima (1976) foram identificadas as chuvas de 10 mm-20 mm como dominantes nos povoamentos de eucalipto e de pinheiros e, estabeleceu as relações entre precipitação total (PT), precipitação interna (Pi), escoamento pelo tronco (Et), precipitação efetiva (PE) e interceptação (I), ao utilizar o método de regressão linear simples, mostrado na figura 14. Além de desenvolver uma equação para estimar Pi, PE e Et a partir da medição de PT (LIMA, 1976).

Figura 13—Fator de correlação entre precipitação interna e Precipitação total (Pi/PT) [a]. Fator de correlação de escoamento pelo tronco e Precipitação total (Et/PT) [b] em povoamentos de Eucalipto e Pinheiros



Fonte: Lima, (1976)

Posteriormente de Lima (1976), Leopoldo (1981) em uma cultura de cana-de-açúcar, seguindo os parâmetros propostos por Helvey e Patric (1965) conseguiu estabelecer o valor das perdas por interceptação, resultado importante para trabalhos de irrigação, visão, planejamento e quantificação da água para o desenvolvimento vegetal e agropecuário. Mostrou resultados de interceptação pluvial de 4% e o escoamento pelo tronco 40% e, corroborou que a morfologia da cana de açúcar interfere fortemente nas perdas por interceptação (LEOPOLDO; SOUSA; TUACEK FILHO, 1981).

Lima e Nicolielo, (1983) desenvolveram seu trabalho numa floresta de pinheiros e no cerrado, demonstraram valores de interceptação entre 12% e 27%. A justificativa apresentada relacionou o papel da interceptação, que junto com a evapotranspiração interfere na proporção de água que atinge o solo. Singh; Szeicz, (1979) e Stewart (1977) estabeleceram uma taxa aproximada 3 vezes maior no dossel seco por evapotranspiração que no solo por transpiração, sob as mesmas condições ambientais, ou seja, a perda d'água no dossel é 3 vezes maior que a perda d'água no solo.

O ano de 1986 é considerado um ótimo ano no que tange aos estudos do processo de interceptação, devido à realização do I Simpósio do Trópico Úmido em Belém do Pará, foi desenvolvido um trabalho sobre interceptação que demonstrou uma forte relação entre a densidade foliar, sazonalidade e identificou uma diferença nas perdas por interceptação que correspondem a 42% no verão e 16 % no inverno (DE MIRANDA; MILDE, 1986).

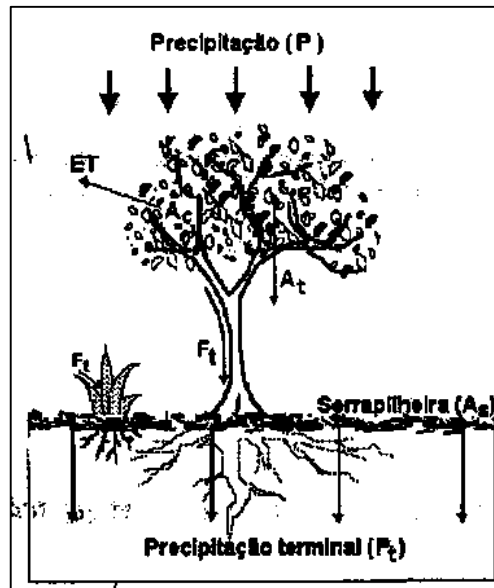
O resultado apresentado no trabalho de Miranda e Milde (1986) demonstrou uma similaridade com o trabalho de Leopoldo et. al. (1981) ao estabelecer que a fenologia da planta possui uma maior influência sobre sua capacidade de interceptação quando comparada às classes de chuvas. Além disso, estabeleceu que a porcentagem de interceptação é diretamente proporcional à densidade da copa, ou seja, o índice de área foliar influencia fortemente as perdas por interceptação (DE MIRANDA; MILDE, 1986).

Na geografia brasileira Coelho Netto (1986) é considerada primeira geógrafa em desenvolver e trabalhar com o processo de interceptação pluvial e escoamento pelo troco. Em sua pesquisa Coelho Netto (op.cit.) estabeleceu o fluxo total da chuva, desde o momento que atinge à copa da árvore até chegar no solo, contando com variações espaço-temporais da interceptação como a cobertura vegetal, (tipo, forma, densidade, e declividade da superfície) e características físicas das chuvas como intensidade. Em seu trabalho foi possível observar que quanto maior a densidade florestal ou a demanda de água pela vegetação, menor será a quantidade de água que atingirá o solo (COELHO NETTO, 1986; COELHO NETTO et al., 2001).

Também Coelho Netto (2001) ressaltou que além da quantidade de chuva e suas características físicas, a forma, a densidade e os estratos vegetais constituem importantes variáveis no controle do processo de interceptação, mediante análise de um fragmento florestal de espécies da Mata Atlântica no Maciço da Tijuca (RJ), Coelho Netto (2001) identificou o fluxo da água da chuva, as

diferenças de precipitação e os componentes da interceptação na floresta, que podem-se observar na figura 14.

Figura 14 - Componentes e momentos do processo da interceptação num fragmento florestal de espécies da Mata Atlântica no Maciço da Tijuca (RJ).



Fonte: COELHO NETTO (1995)

Até a década de 1990 foram realizados em maior número estudos voltados para a Floresta Amazônica. Franken et. al., (1992) elaboraram um dos primeiros trabalhos desenvolvidos na região. Estabeleceram que a cobertura vegetal da Floresta Amazônica do tipo terra firme tem a capacidade de interceptar quase 20% da água precipitada seguindo o modelo de Helvey e Patric (1965).

Mediante análise dos dados de precipitação total pode-se estabelecer, segundo a regressão estimada, que os fatores que interferem na interceptação são o estado de saturação da floresta, a intensidade das chuvas e a ocorrência de ventos durante e após as precipitações (FRANKEN et al., 1992).

No quadro 5 apresenta-se um resumo elaborado pela engenheira Joana Giglio, em 2013, com algumas atualizações sobre os estudos de interceptação realizados nos diferentes domínios morfoclimáticos brasileiros.

Quadro 5 - Estudos sobre interceptação feitos em diferentes tipos de vegetação no Brasil.

<b>Vegetação</b>	<b>Total de estudos</b>	<b>Est. Prep. Int. e Esc. Tr.</b>	<b>Com. Sazonal</b>	<b>Dis. Esp. e Inf. Veg.</b>
Floresta Amazônica	11	8	3	5
Mata Atlântica	16	8	8	8
Cerrado	3	2	0	1
Caatinga	1	1	0	0
Cultura de Pinheiros	6	2	2	3
Cultura de Cacau	1	0	1	0
Cultura de Cana	3	3	0	2
Cultura de Eucaliptos	5	3	1	2

Nota Aspectos: Est. Prep. Int. e Esc. Tr.: Estudos de precipitação interna e escoamento pelo tronco. Com. Sazonal: Trabalhos com comportamento Sazonal e Dis. Esp. e Inf. Veg.: Pesquisas analisando a distribuição espacial e influência da vegetação.

Fonte: GIGLIO; KOBIYAMA, 2013, adaptado pelo autor

Ainda de acordo com o quadro 5 e segundo Giglio (2013), verifica-se maior concentração de pesquisas no domínio da Mata Atlântica e na Floresta Amazônica, como exemplo os trabalhos de Coelho Neto (1986), de Cesar et al. (1990), Nalhon e Vellardi (1992), Cicco Arcova (1998) entre muitos outros.

Giglio (2013) tenta demonstrar em seu trabalho as características principais dos experimentos sobre interceptação feitos ao longo do tempo nas diferentes florestas do Brasil. Visando contribuir para a compreensão dos estudos evolutivos do processo da interceptação no domínio florestal da Mata Atlântica, apresenta-se no quadro 6 uma síntese dos principais resultados identificados pela autora.

Quadro 6 - Síntese de experimentos de interceptação pluvial, com características descritivas de cada estudo feito na Mata Atlântica e diferentes formações florestais (continua)

Local	Vegetação	Escala/Duração	Resultados e observações				Autor (ano)
			Interceptação (Ic)	Precipitação Total (PT) / Precipitação Interna (Pi) ( <i>Storage Net Rainfall / Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Observações	
Maciço da Tijuca/Brasil (RJ) Vale	Floresta plantada com algumas espécies endêmicas da Mata Atlântica	Parcela de 100 m <sup>2</sup> 1 ano	(Ic) Tende a aumentar nos períodos menos chuvosos e decrescer nos períodos de chuvas intensas	Ocorrência de registros pontuais de Pi maior que PT	O Et nem sempre é completo a água pode gotejar continuamente a partir de galhos convergentes	O tamanho das gotas é maior sob as copas que na Precipitação externa, isto justifica a Pi e o Et	Coelho Netto et al. (1986)
Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich/Brasil (SP)	Mata Atlântica, secundária	Bacia de 36,7 - 56 ha. 6 meses - 1 ano	Maior % de Ic no período de pouca chuva	Dados anuais, Pi = 81,2 Dados mensais, Pi = 53,6 - 88,2 O percentual de Pi aumenta no ritmo da chuva	Escoamento pelo tronco (Et) (Stemflow) só começa depois de 4,5 mm de chuva	Informações não proporcionadas pelos autores	Cicco Arcova (1998) Arcova et al. (2003); Cicco et al. (2007)
Cubatão, Parque Estadual da Serra do Mar/Brasil (SP)	Mata Atlântica, secundária	1 ha 1 ano	Informações não proporcionadas pelos autores	Período muito chuvoso, Pi = 97,4 % Período Chuvoso, Pi = 76 % Período pouco chuvoso, Pi = 70,7 %	Período muito chuvoso, Et = 0,3 % Período Chuvoso, Et = 0,5 % Período pouco chuvoso, Et = 0,5 %	Informações não proporcionadas pelos autores	Cesar et al. (1990)

Fonte: GIGLIO, 2013; adaptado pelo autor

Quadro 6 - Síntese de experimentos de interceptação pluvial, com características descritivas de cada estudo feito na Mata Atlântica e diferentes formações florestais (continua)

Local	Vegetação	Escala/Duração	Resultados e observações				Autor (ano)
			Interceptação (Ic)	Precipitação Total (PT) / Precipitação Interna (Pi) ( <i>Storage Net Rainfall / Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Observações	
Cubatão, Parque Estadual da Serra do Mar/Brasil (SP)	Mata Atlântica, secundária	Informações não proporcionadas pelos autores	Menor proporção de Ic nos períodos mais chuvosos, e maior Ic no período menos chuvoso	Comportamento regido pela Pi	Informações não proporcionadas pelos autores	Informações não proporcionadas pelos autores	Nalon & Vellardi (1992)
Cubatão/ Brasil (SP)	Mata Atlântica, secundária e Mata Atlântica, Degradada	1 ano	Informações não proporcionadas pelos autores	Pi tem forte correlação com Chuva externa. Pi = 65,5% na floresta preservada e Pi = 72,2% na floresta degradada.	Informações não proporcionadas pelos autores	Informações não proporcionadas pelos autores	Timoti (1992)
Mata de Dois Irmãos/Brasil (PE) Floresta	Mata Atlântica, primária	Parcela (3000 m <sup>2</sup> ); 8 meses	Informações não proporcionadas pelos autores	Eventos com Pi maior que chuva externa;	Informações não proporcionadas pelos autores	chuvas do mesmo tamanho mas em épocas distintas foram redistribuídas diferentemente	Moura et al. (2009)
Floresta Estadual do Palmito/Brasil (PR)	Mata Atlântica Litorânea, 22 anos idem, 35 anos idem, mais de 60 anos	Pontual. 4 anos	Informações não proporcionadas pelos autores	Pi menor quanto maior o estágio de regeneração da floresta.	Informações não proporcionadas pelos autores	Informações não proporcionadas pelos autores	Souza & Marques (2010)

Fonte: GIGLIO, 2013; adaptado pelo autor



Quadro 6 - Síntese de experimentos de interceptação pluvial, com características descritivas de cada estudo feito na Mata Atlântica e diferentes formações florestais (conclusão)

Local	Vegetação	Escala/Duração	Resultados e observações				Autor (ano)
			Interceptação (Ic)	Precipitação Total (PT) / Precipitação Interna (Pi) ( <i>Storage Net Rainfall / Troughfall</i> )	Escoamento pelo tronco (Et) ( <i>Stemflow</i> )	Observações	
Bacia experimental do rio Araponga (ARA), do Laboratório de Hidrologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Floresta Ombrófila Mista secundária	Bacia de 50 ha.  1 ano	0 a 28,7 mm ao longo do ano, representando em média 12,3 a 15,1% da chuva externa.	PT: 1621 mm no período de 368 dias e 88 eventos chuvoso Pi: 1368 mm, ou 84,4 %	1,9 mm, ou 2,7 % da chuva externa.	0,2 e 9,9 mm, de acordo com o local na bacia Media de 3,4 mm	Giglio (2013)
Floresta Nacional de Ipanema (FLONA Ipanema), Iperó-SP	Floresta Estacional Semidecidual, o Cerrado e a Floresta Ombrófila Densa, além de <i>Eucalyptus sp</i> e <i>Pinus caribea var. hondurensis</i> .	Informações não proporcionadas pelos autores	I = 22,8%) quando comparada à <i>E. cloeziana</i> (13,8%) e <i>P. caribea var. hondurensis</i> (15,0%)	PT : <i>E. cloeziana</i> 520,4 mm; <i>P. caribea var. hondurensis</i> , 499,3 mm e Floresta Estacional Semidecidual, 540,1 mm, Media de 37% da precipitação média anual da região. Pi: Media de 76,2%	1,00%	Informações não proporcionadas pelos autores	TONELLO GASPAROTO SHINZATO VALENTE, OLIVEIRA, DIAS, H. (2014)

Fonte: GIGLIO, 2013; adaptado pelo autor

Cabe ressaltar que alguns dos estudos apresentados no quadro anterior não possuem algumas informações que fazem parte do processo da interceptação, um exemplo é o escoamento pelo tronco. O fato de que nem todos os estudos abordaram a interceptação, mas trabalhavam somente com precipitação interna (*throughfall*) acompanhando a evolução e desenvolvimento da vegetação.

Foi observado que outros trabalhos no quadro 6, realizaram apenas uma análise sobre os parâmetros físico-químicos da qualidade da água, considerando insignificante o possível resultado de escoamento pelo tronco e fazendo omissão de sua medição, portanto é evidenciado mais uma vez, o fato de desconsiderar a quantificação de escoamento pelo tronco, além de estabelecer sua pouca representatividade na maioria das pesquisas sobre interceptação pluvial mostradas nos quadros 1,2,3 e 4.

#### 4. Área De Estudo

A Reserva Biológica de Duas Bocas (RBDB) possui uma área total de 2.910 ha (IEMA 2008), localizada no município de Cariacica e fazendo limite com Viana e Santa Leopoldina, igualmente inserida na Região Metropolitana da Grande Vitória, ES. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 20° 16' 18,308" a 20°17' 29,027" latitude sul e 40° 32' 45,247" a 40° 28' 34,964" longitude Oeste e, coordenadas UTM 24 S 7760000, 775500 e 340000, 345000, como pode ser visto na figura 16 e ilustrada a RBDB nas figuras 16 e 17.

Sua história começa em 1894, com a construção de um sistema de captação de água para o abastecimento da população da sede de Cariacica. Seu processo de criação segue assim:

- 1894 - Construção de um sistema rudimentar para captação de água do Córrego Pau Amarelo, pelo presidente da intendência (prefeito) de Cariacica, senhor Manoel Lopes Loureiro, para o abastecimento da população da sede de Cariacica.
- 1908 - Projeto de utilização dos recursos hídricos dos rios Formate, Bubu, Duas Bocas, Santa Maria e Braço Sul do rio Jucu para abastecimento da cidade de Vitória pelo engenheiro civil Ceciliano Almeida.
- 1912 - O governo do Estado adquiriu parte das sesmarias de Pau Amarelo, Samambaia e Naia-Assú, e a prefeitura de Vitória a sesmaria de Taquara-Assú ao redor do Córrego Pau Amarelo, com a finalidade de construir uma represa para o abastecimento da população.
- 1918 - Inauguração da represa Velha.
- 1950 - A represa velha esteve em funcionamento até a década de 1950.
- 1951 - Getúlio Vargas inaugurou a represa que iria abastecer a cidade de Vitória.
- 1965 - Criação da Reserva Florestal de Duas Bocas, por meio da Lei nº 2.095, de 12 de janeiro de 1965, em uma área de 2.910 hectares.
- 1991 - A Reserva Florestal adquiriu o *status* de Reserva Biológica no 2 de janeiro de 1991 através da Lei nº 4.503.

O histórico foi baseado nos trabalhos de Barroso e Marchioro (1999); Boni (2012); Caus (2012); Delazari-Barroso (2007); Espírito Santo, (1996); FUNASA (2007); Marchioro, (1996); Perrone, (1995) e Novelli, (2010).

Figura 15 - Localização das estações termopluviométricas para quantificação da interceptação, córregos principais e reservatório da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil.

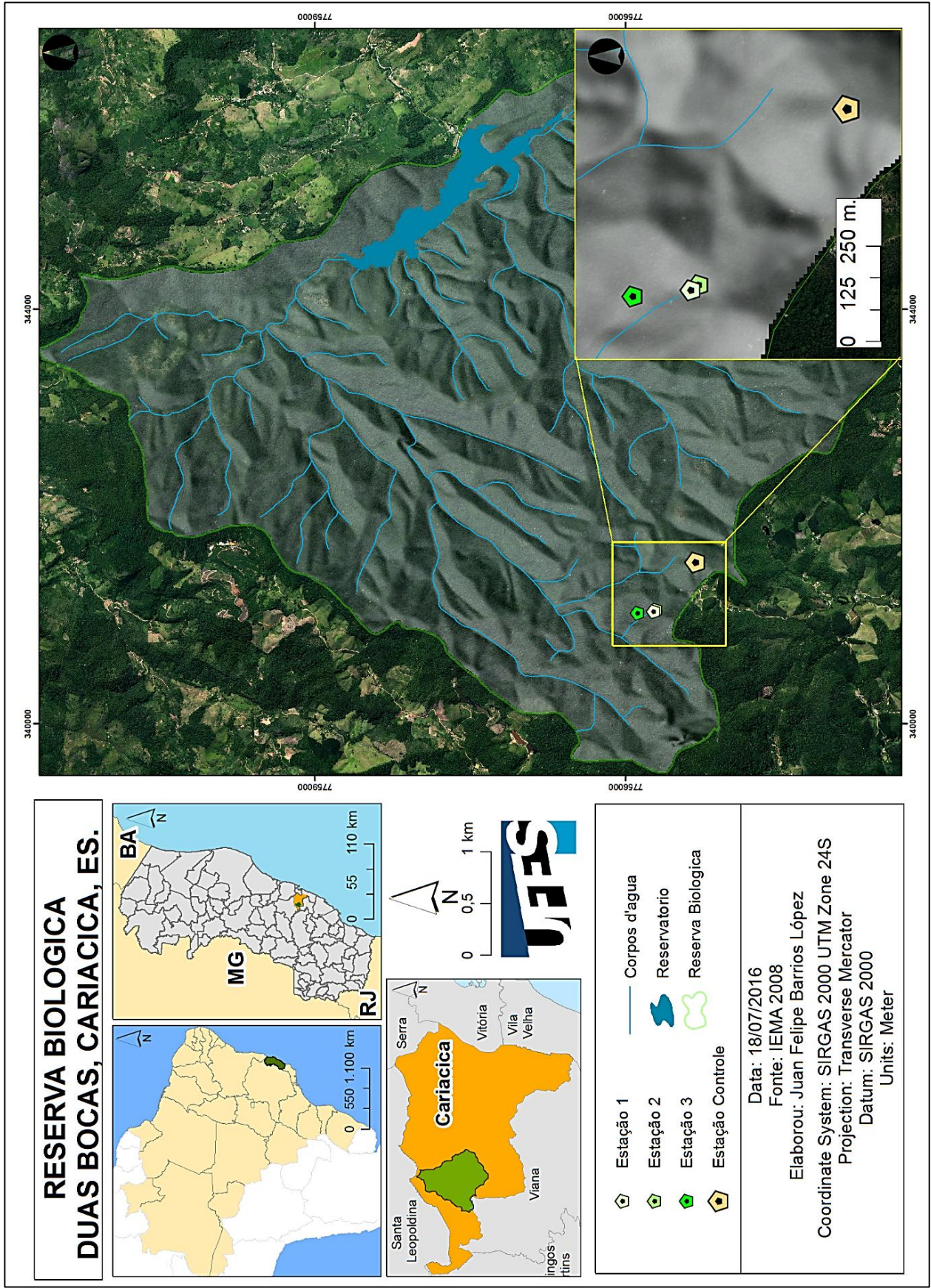
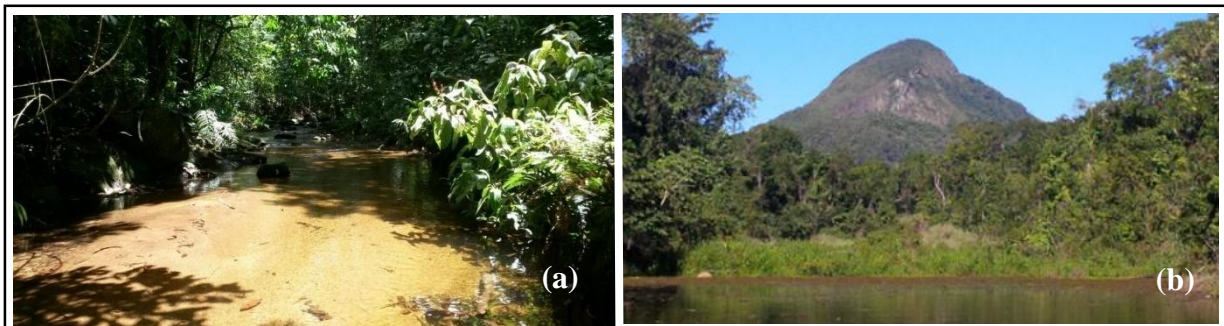


Figura 16 - Vista parcial ao longo do reservatório da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, (ES). Local próximo ao ponto central do reservatório (b).



Fonte: Acervo fotográfico pessoal.

Figura 17—Ponto ao longo do córrego Pau Amarelo próximo à represa velha (a). Desembocadura córrego Sertão Velho (b) da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, (ES).



Fonte: Acervo fotográfico pessoal.

A unidade de conservação possui um Plano de Manejo elaborado em 1996 e as principais atividades desenvolvidas são fiscalizações, recepção de escolas (Educação Ambiental) e realização de

pesquisas como esta. A reserva faz parte do corredor ecológico Duas Bocas-Mestre Álvaro e a origem de seu nome deve-se ao encontro dos rios Panelas e Naia-assú (; FUNASA, 2007; IEMA, 2014; LIMA; SOARES, 2003).

Ao encontrar-se a RBDB no meio do corredor Central da Mata Atlântica (Duas Bocas-Mestre Álvaro) constitui um sendeiro ecológico prioritário para a conservação de flora e fauna, ao possuir grande quantidade de fragmentos florestais e nascentes em seu interior. Sua altitude está entre 200-800 m, proporcionando condições apropriadas para o desenvolvimento de ecossistemas como Floresta Ombrófila Densa (FOD), Sub-Montana e Montana (BONI; NOVELLI; SILVA, 2009; FUNASA, 2007; IBGE, 2012; LIMA; SOARES, 2003).

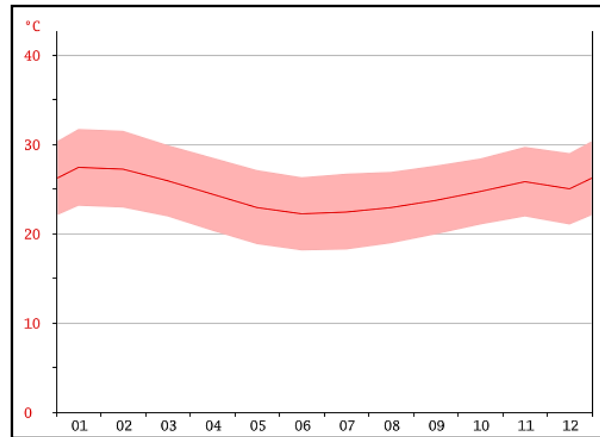
Com a criação da Unidade de Conservação houve a possibilidade de aumentar o controle legal do uso e ocupação da terra, amenizando o avanço da malha urbana, consequência do adensamento populacional, rumo às áreas rurais do município onde está inserida a RBDB.

#### **4.1. Dinâmica atmosférica e climatológica da região**

A Região Sudeste do Brasil é uma região de transição entre climas quentes nas latitudes baixas, e climas mesotérmicos de tipo temperado nas latitudes baixas médias, com regime de chuvas tipicamente de ritmo tropical (CORREA, 2014; NIMER; BECKER, 1972). O município de Cariacica, segundo a classificação de Köppen, (Danni-Oliveira e Mendonça, 2007) mostra predomínio do Clima Tropical Chuvoso (A), e, de acordo com Oliveira Filho (2010), apresenta subtipos que também são identificados na região de acordo com as particularidades do regime pluviométrico florestal, ou seja, clima tropical chuvoso de floresta (Af) caracterizado por presença de umidade o ano todo e a não ocorrência de estação seca <50,00mm (DANNI-OLIVEIRA E MENDONÇA, 2007; OLIVEIRA FILHO, 2010).

A temperatura do município de Cariacica onde está inserida a RBDB, apresenta temperaturas da ordem de 24° C, e nos meses mais quentes durante o verão podem ultrapassar os 33° C, sendo janeiro o mês de maior temperatura (Figura 18). Mostram-se ventos de duas formas, numa predomina ventos do quadrante nordeste (NE) ao longo do ano modificados, entretanto, a entrada de massas de ar frio oriundas do sul altera os ventos para os quadrantes sudeste (SE) e sul (S) entre abril e setembro (CORREA, 2011; MARCHIORO, 1996, 2012; NIMER, 1973; OLIVEIRA FILHO, 2010; SANT'ANNA NETO, 2005; SILVA, 2013).

Figura 18 – Comportamento térmico ao longo do ano do município de Cariacica ES.

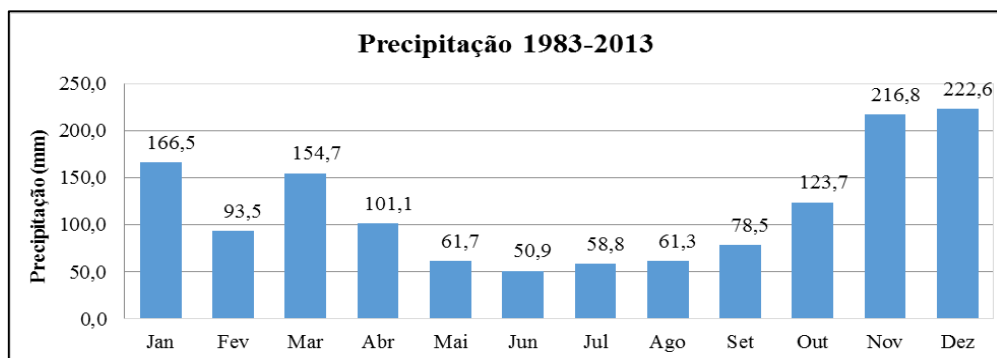


Fonte: SCHWARZ 2016.

A RBDB possui a maior parte das nascentes da Bacia Hidrográfica do rio Duas Bocas (BHRDB), segundo Bastos, et al. (2015) baseado na normal climatológica do período entre 1983 a 2013 (Figura 19), além de uma variação pluviométrica anual no local entre 1.307,00 a 1.656,00mm. São verificados dois momentos sazonais: úmido e seco, começando a estação úmida em outubro até março, com novembro, dezembro e janeiro como os meses mais chuvosos e, na estação seca, a partir de maio até setembro, sendo junho, julho e agosto os meses mais secos.

Os mais elevados totais pluviométricos estão presente nas maiores altitudes da bacia, com valores oscilando entre 1.587,00 a 1.656,00mm, na cota 600 a diante, os menores estão presentes na porção inferior, com valores oscilando entre 1.307 e 1.377,00mm. (Figura 20 e 21). Tal comportamento indica o efeito da topografia sobre a distribuição pluviométrica da BHRDB

Figura 19 – Índice pluviométrico mensal da normal climatológica (1983-2013) para Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica (ES)



Fonte: BASTOS, et al., 2015.

Figura 20 – Distribuição e espacialização das chuvas no período de 1983-2013 na Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas com identificação da Reserva Biológica Santa Leopoldina

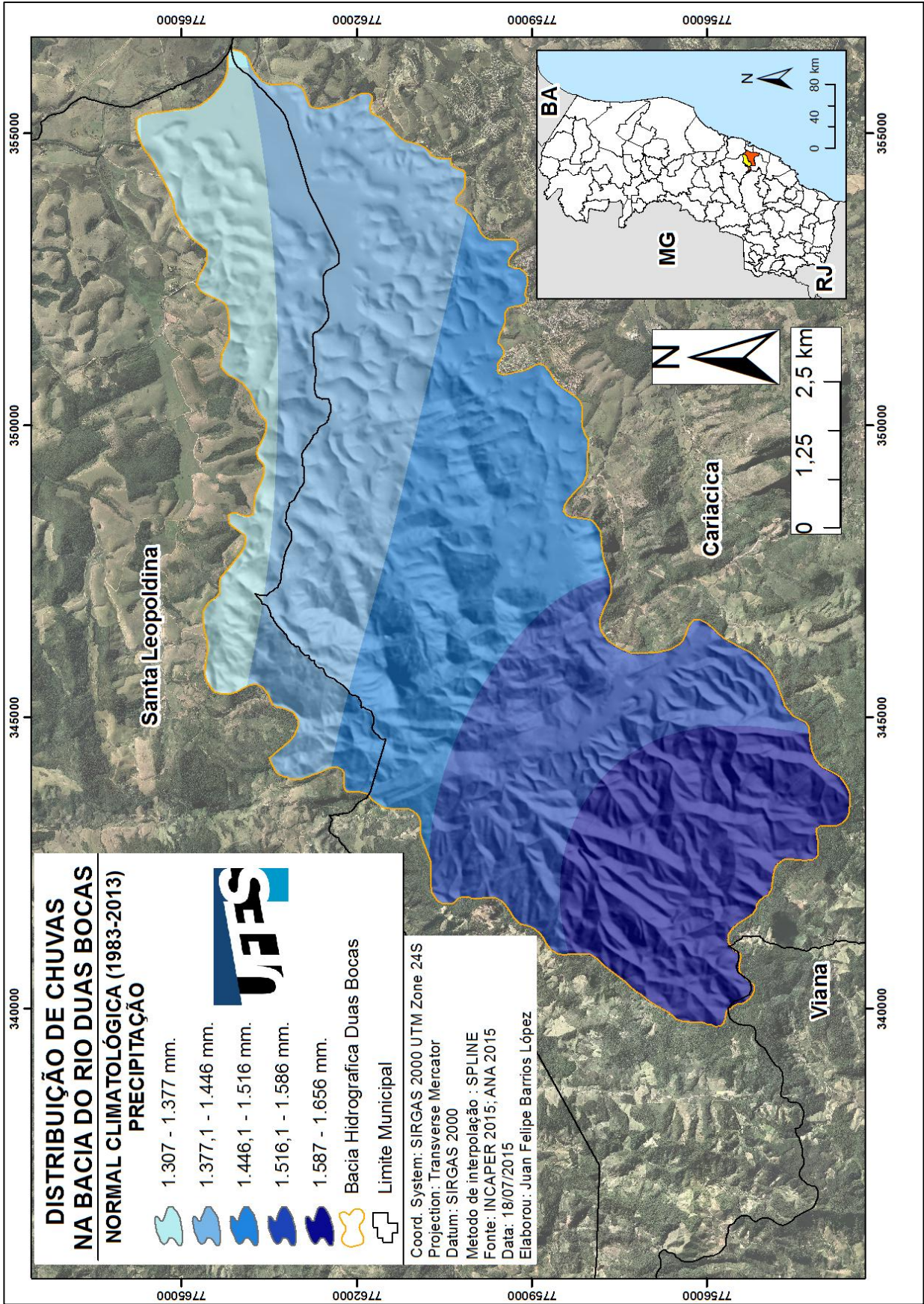
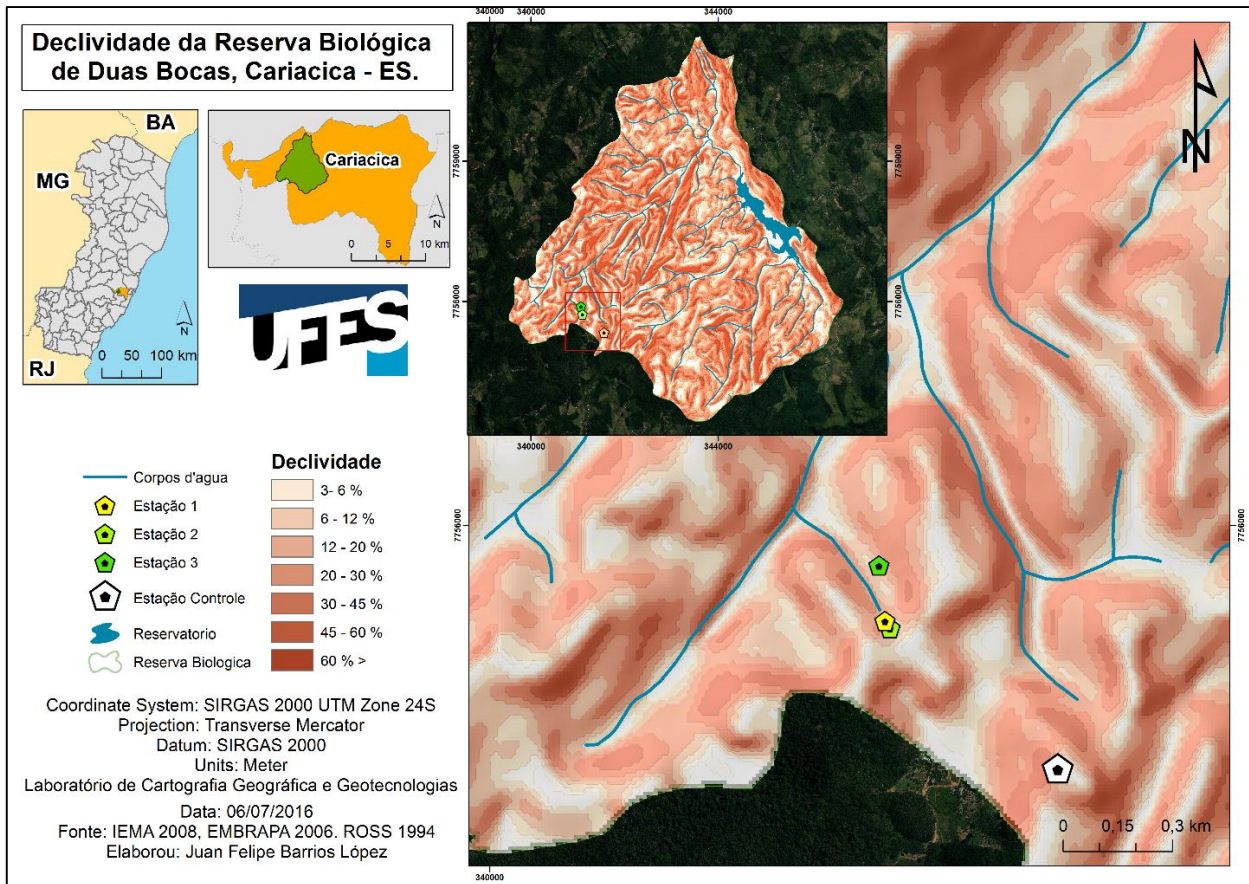




Figura 21 – Mapa de declividade da área de estudo localizada na Reserva Biológica de Duas Bocas



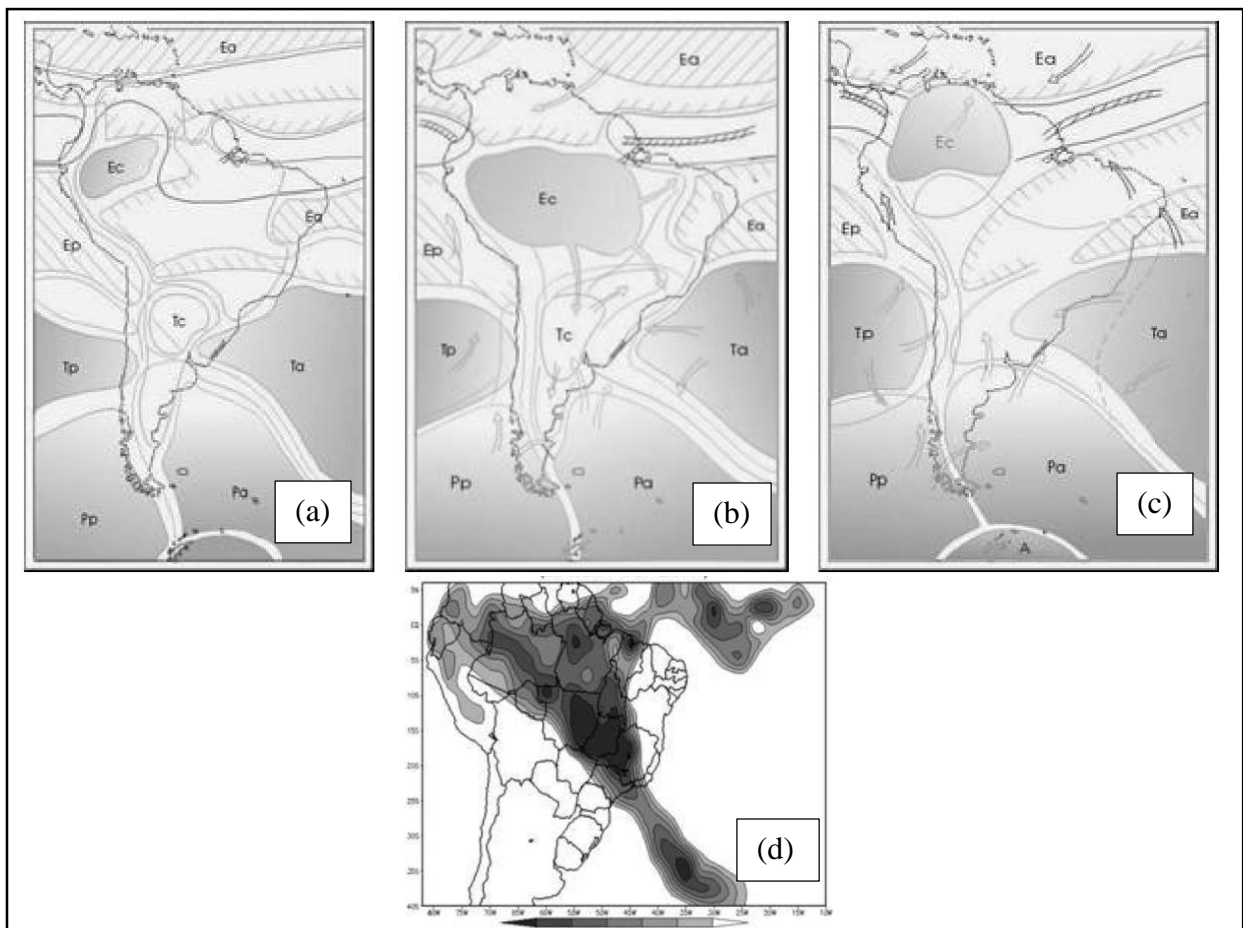
Fonte: Elaborado pelo autor

Portanto na figura 21 percebe-se que a área de estudo é acidentada e amostra alterações na cota 625 entre 690 apresentando diferentes gradientes na rugosidade do local e dobramentos com declividades entre 3 – 45 %. O que possibilitou mostrar o efeito orográfico das chuvas e sua dominância nos locais de maior altitude. Cabe ressaltar que a altimetria muda gradativamente ao longo do fragmento de Mata Atlântica onde estão alocadas as estações termopluviométricas.

#### 4.1.1. Massas de ar e ventos dominantes

A região sudeste é caracterizada pela presença de vários sistemas atmosféricos continentais da baixa troposfera: frentes frias, massas de ar, complexos convectivos e linhas de instabilidade, que ocorrem fundamentalmente no encontro de ar seco do continente com ar úmido do oceano, e ainda da Zona de Convergência do Atlântico Sul, uma das mais influentes da região sazonalmente (Figura 22); sendo um corredor de umidade da massa equatorial continental no sentido noroeste – sudeste (SANT’ANNA NETO, 2005).

Figura 22 – Comportamento sazonal dos sistemas atmosféricos na América do Sul



Nota: (a) posição média anual, (b) posição média de verão, (c) posição média de inverno, (d) distribuição espacial da ZCAS.

Fonte: SANT’ANNA NETO, 2005. Adaptado pelo autor

Segundo Amarante et al., (2009) o estado de Espírito Santo encontra-se no local de transição dos sistemas atmosféricos continentais de escala sinóptica e da circulação planetária; essa região apresenta-se sob influência das massas polares, frentes frias e do centro de alta pressão Anticiclone

Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), além da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) mencionada por Marchioro(2012). Esses fatores geram variações na mesoescala e microescala, devido à variedade das características do terreno, da altitude, cobertura vegetal, albedo e grandes extensões de massas de água, resultando em distintos regimes de ventos locais.

Na região serrana do estado, apresenta-se ventos intensos nos locais de maior altitude, onde é intensificado o efeito de compressão do escoamento atmosférico e brisas montanha-vale, acelerações orográficas, eventuais canalizações do escoamento entre passos de montanhas e outros fenômenos decorrentes da topografia e da complexidade do terreno (AMARANTE et al., 2009).

Além das mudanças dos ventos segundo a orografia, a intensidade e frequência dos mesmos, foram identificados no estado com direção dominante de N e NE pela influência dos alísios ao longo do ano, e de SE associados nas frentes frias. (ALBINO et.al., 2006) Encontrou-se também a mesma orientação eólica dominante (NE) no município de Cariacica, corroborando e observando semelhanças como os resultados obtidos nos trabalhos feitos nos municípios vizinhos como Vitória e Vila Velha, onde foram identificados ventos predominantes no período de 1999 – 2011 de 3,6 a 5,7m/s. com direção N – NE, porém na ocorrência das frentes frias a direção muda de sentido, sendo SSO – S – SSE (CORREA; NASCENTES COELHO; DO VALE, 2015; MARCHIORO, 2012; SILVA, 2013).

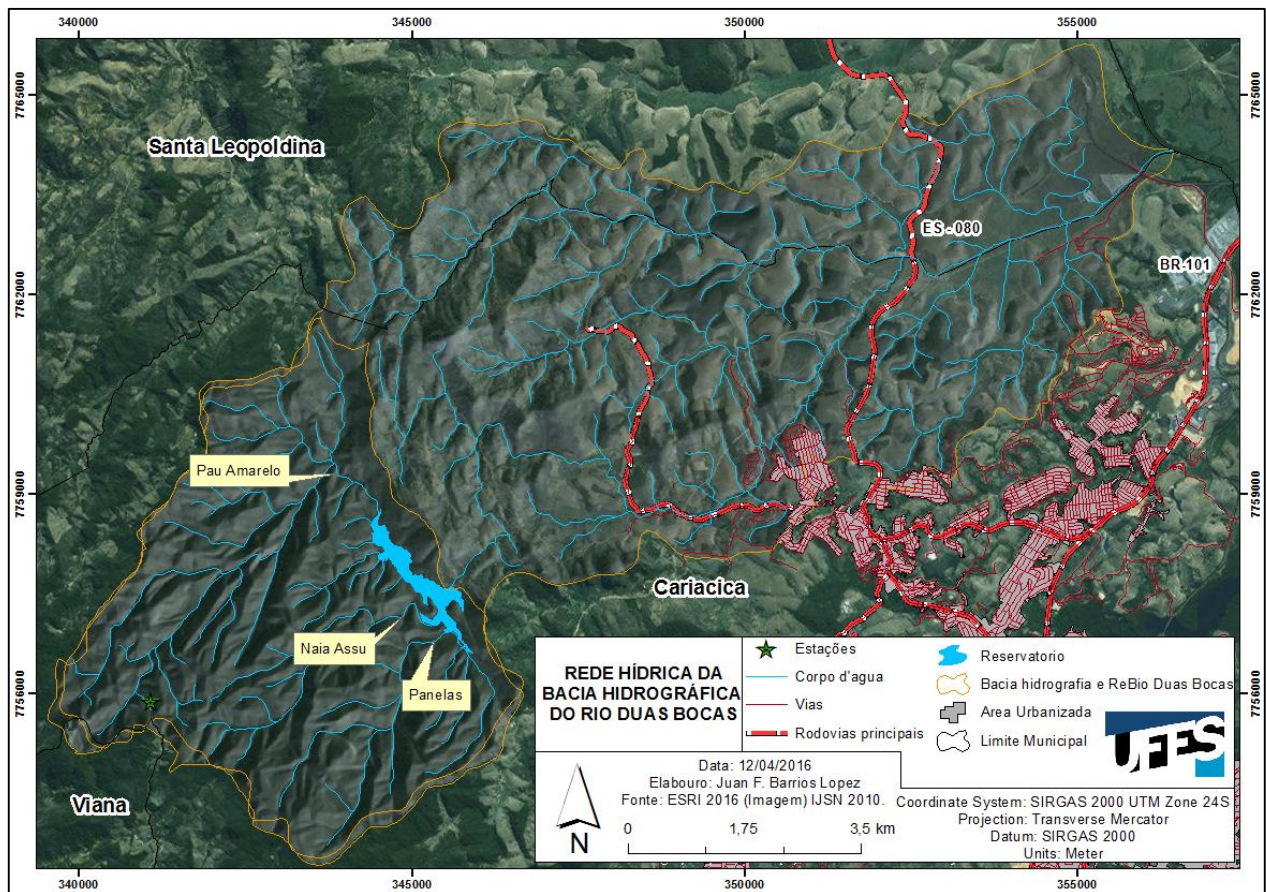
#### **4.2.Hidrografia**

Ao longo da área da RBDB, são encontradas as principais nascente da Bacia Hidrográfica do rio Duas Bocas (BHRDB), que são: Sertão Velho, Pannels, Naiá-Assú e Pau Amarelo. Segundo Perrone (1995) o córrego Pau Amarelo representa o canal principal, e é o maior contribuinte do rio e da represa. Conta com uma área de drenagem de 1.516ha, com 6,5 km de extensão, apresentando quarta ordem hierárquica, magnitude de drenagem de 27 cursos d'água, densidade de 0,002m sendo também maior contribuinte de areia no reservatório, com uma vazão média de 137,5 l/s, uma média de 27 mg/l de sólidos totais dissolvidos, 1,05 mg/l de sólidos totais em suspensão e 44,4 de mg/l sólidos totais com pH neutro a ligeiramente alcalino (CUPERTINO; SANTOS; MARCHIORO, 2015; PERRONE, 1995).

Segundo Marchioro (1996), o córrego Naia-assú apresenta uma vazão média de 50 l/s. com pH neutro a ligeiramente alcalino, uma concentração média de sólidos totais dissolvidos de 21,3mg/l., média de sólidos totais em suspensão 0,8 mg/l., e com uma hierarquia fluvial de segunda ordem. O autor ressalta, ainda, que após percorrer o maciço de Duas Bocas, o rio de mesmo nome une-se ao Córrego do Sabão, formando uma planície aluvionar até sua confluência com o Rio Santa Maria da Vitória, próximo a foz.

Na figura 23 é representada a rede de drenagem na Reserva Biológica de Duas Bocas e na Bacia Hidrográfica do rio Duas Bocas, (BHRDB), de acordo com a base de dados fornecida pelo Instituto Jones Santos Neves (IJSN) e o Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA, 2004) para o ano de 2010, onde são identificados os córregos e rios de maior contribuição supracitados, e os córregos menores e/ou nascentes distribuídos no local, como: córrego da Manteiga, Taquaruçu, Andorinha, Retiro, Pau-Oco, Freio do Burro, Batinga, entre outros (ESPIRITO SANTO, 1996).

Figura 23 - Rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Duas Bocas, Cariacica ES.



Fonte: Elaborado pelo autor

### 4.3. Uso e cobertura da terra na Reserva Biológica de Duas Bocas

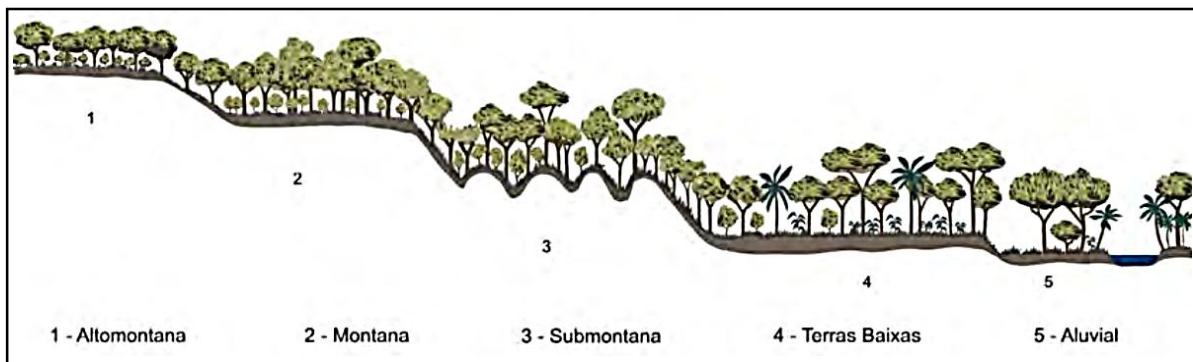
Em termos de uso e cobertura da terra, evidencia-se Mata Atlântica Nativa (primária e secundária) como dominante, representando 96,2% da área total da RBDB, seguida dos corpos d'água, com 1,7%, macega representando 1,2%, reflorestamento com jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus*) 0,65% e afloramentos rochosos representam só 0,2% do total, além de ser uma área protegida da ação antrópica e ao redor dela encontram-se cultivos de banana, café, coco baía, pastagem e silvicultura (SANTOS, 2015).

A RBDB representa um importante fragmento florestal de Mata Atlântica, caracterizada por possuir Floresta Ombrófila Densa (FOD) Sub-montana e Montana (Figura 25), segundo IBGE (2012) encontrando-se de 50m até em torno 500m e de 500m até em 1500m, respectivamente; é também evidenciado um alto grau de conservação nos locais maior altitude pela pouca ação antrópica (MERÇON; PEREIRA; THOMAZ, 2012).

Segundo o sistema de classificação vegetacional de Fernandes (2006), a RBDB pelas suas condições climáticas e locais, possui um conjunto vegetacional arboreto climático perenifólio na cordilheira marítima da província atlântica, caracterizado pelo sistema altitudinal de superfície ondulada com elevações arredondadas, entre 300 – 800 m; dificultando o livre acesso dos alísios provenientes do mar para o interior do continente. A proximidade do mar e a altitude são fatores que estabelecem situações climáticas que geram áreas ecológicas particulares, justificando padrões fisionômicos distintos (FERNANDES, 2006).

Na RBDB é possível distinguir dois tipos de vegetação: Floresta primária (floresta madura com mínimos impactos de antropização, além de alocar os pontos amostrais) e Floresta secundária (existiam cultivos de banana, café e pastagem, hoje em sua maioria recuperada e utilizada para Educação Ambiental). Nela foram realizadas atividades de reflorestamento com jaca, conhecida também como jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus*) o que representa uma ameaça ao ser uma espécie invasora, ocupando uma área total de 19,45 hectares (BONI; NOVELLI; SILVA, 2009).

Figura 24 - Perfil esquemático dos tipos de formações vegetais da Floresta Ombrófila Densa, possivelmente encontradas na RBDB com formação Montana (2) e Submontana (3).



Fonte: IBGE, (2012); VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, (1991)

Existe um importante componente da cobertura vegetal na RBDB, sendo o equilíbrio dos fluxos erosivos e sedimentares gerados pela declividade, vento, chuvas entre outros fatores físicos sobre o solo. Perrone (1995) estabeleceu como o comportamento do córrego Pau Amarelo possui um equilíbrio entre a descarga líquida e o transporte de sedimentos, mantendo proporcionalidade da nascente até a foz do mesmo, evidenciando que a cobertura vegetal diminui gradualmente o transporte de sedimentos e os processos erosivos.

## 5. Materiais e Método

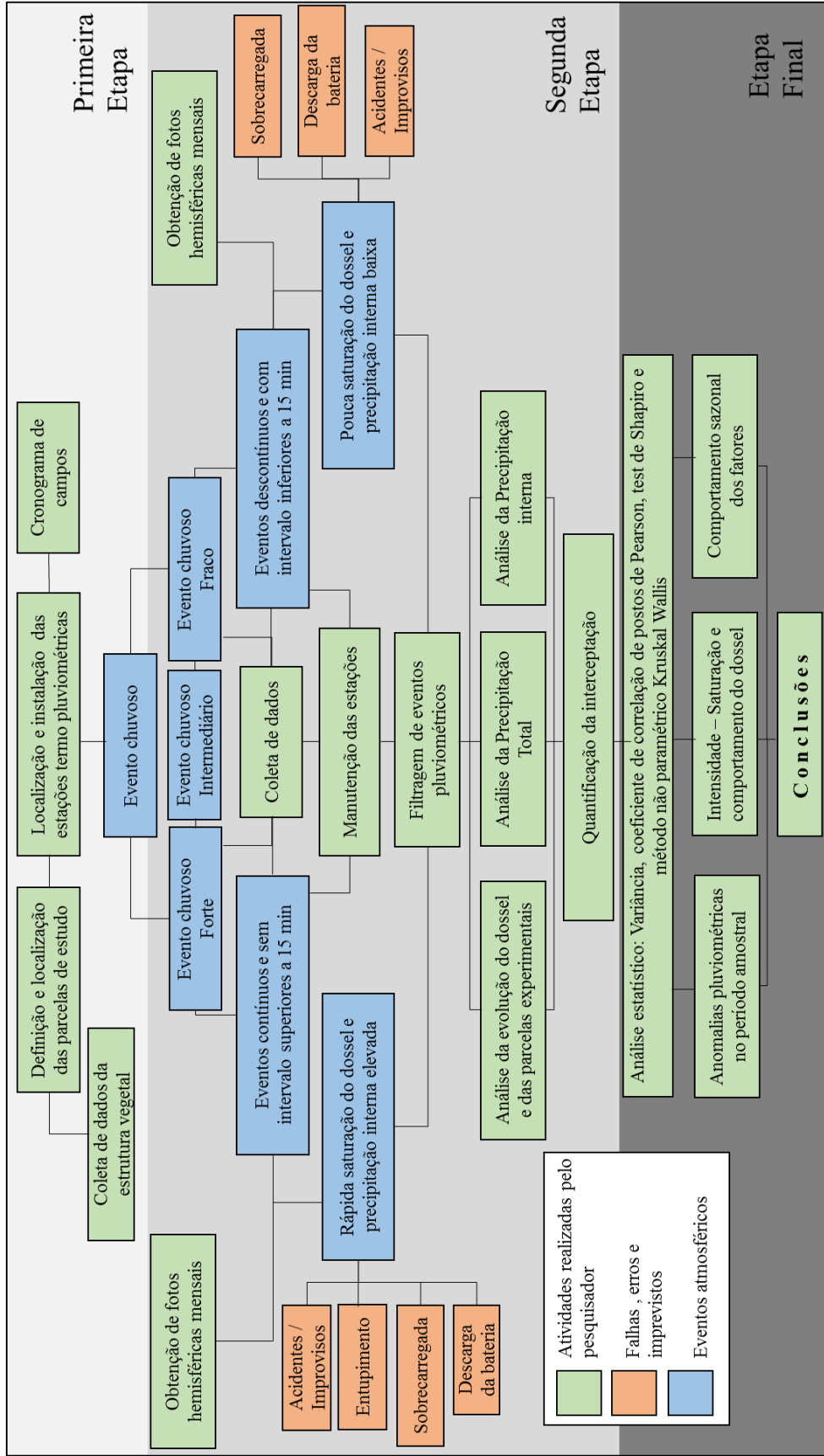
Para auxiliar na compreensão do método dessa pesquisa, inicialmente são apresentados os elementos e equipamentos utilizados durante a realização do presente trabalho junto com as características de cada um a seguir:

Foram necessários diferentes softwares, começando a partir da configuração das estações termopluviométricas, utilizado o *Gerenciador SL2000E8C-PNV Versão 4.0.0.3*, como pacote estatístico, utilizou-se o *Past. V. 2,17c* ferramenta de Paleontologia e análise de dados, *Gap Light Analyzer (GLA), Versão 2.0*, ferramenta para o cálculo das dimensões foliares, mediante cobertura vegetal e área coberta segundo escala e resolução da fotografia hemisférica e *ArcGIS 10.3* e *Google Earth Pro* como softwares auxiliares para georreferenciar as estações e elaboração de mapas.

Como equipamentos, foram necessárias quatro estações termopluviométricas constituídas por *dataloggers*, pluviômetros e baterias, lente olho de peixe para obtenção das fotos hemisféricas e câmera profissional, neste caso a máquina fotográfica *Nikon D3100*.

Além dos equipamentos utilizados apresenta-se na Figura 25 o fluxograma metodológico das etapas e momentos para o desenvolvimento da quantificação do processo de interceptação pluvial na Reserva Biológica de Duas Bocas.

Figura 25 – Fluxograma metodológico das etapas e atividades desenvolvidas durante o período monitorado de setembro 2014 a setembro 2015, para quantificação da interceptação pluvial na RBDB.



Fonte: Elaborado pelo autor



Seguindo as etapas para o desenvolvimento do trabalho apresentadas no fluxograma da figura 26, mostra-se na figura 26 e no quadro 9, a relação das estações termopluviométricas com algumas de suas características e esquema de localização no fragmento de Mata Atlântica na RBDB num setore com altura de 625 – 690m, em concordância com a figura 21.

Figura 26 – Perfil esquemático comparativo da localização das estações termopluviométricas de precipitação total e interna na RBDB.



Fonte: Base de dados cartográficos. Google Earth Pro ®, 2015.

Quadro 7 – Coordenadas e características comparativas das estações termopluviométricas dentro da RBDB.

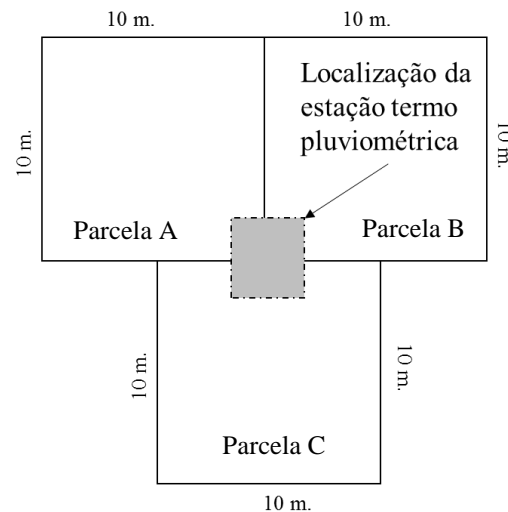
Estações	Coordenada UTM			Distancia entre estações			
	Norte	Este	Altitude (m)	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação Controle
Estação 1	7755686,5	341086,6	651		50 m.	210 m.	572 m.
Estação 2	7755719,0	341099,5	647	50 m.		175 m.	610 m.
Estação 3	7755890,6	341069,6	625	210 m.	175 m.		724 m.
Estação Controle	7755333,2	341560,4	690	572 m.	610 m.	724 m.	

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.1. Localização das parcelas e estações termopluiométricas

Inicialmente foram escolhidos pontos amostrais de 3 parcelas com 3 subparcelas de 10 x 10 m<sup>2</sup> cada uma (Figura 27), com o propósito de assegurar que o ponto escolhido não apresenta alterações significativas na estrutura do dossel, procurou-se ausência de clareiras e acessibilidade para a instalação dos equipamentos, assim mesmo, permitindo semelhanças na captação dos dados de Precipitação Interna (Pi). Para instalação das estações termopluiométricas identificou-se as características da vegetação, ao verificar a estrutura florestal sob dossel de cada parcela das três estações termopluiométricas de Pi.

Figura 27 - Esquema metodológico das parcelas amostrais por estação termopluiométrica. Apresentando 3 subparcelas (A,B e C) de 10 m<sup>2</sup> cada uma, obtendo dados de altura e CAP da população arbórea por subparcela da RBDB.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para cada parcela de amostragem foram obtidos dados segundo a metodologia de *parcelas quadradas* para estimativa de populações, identificando apenas árvores com Circunferência a Altura do Peito (CAP) maior a 10 cm (Figura 28). Com relação às árvores demarcadas no local de cada estação termopluiométrica, as 3 subparcelas totalizam uma área de 300 m<sup>2</sup>.

Figura 28 – Registro fotográfico do esquema metodológico para obtenção dos dados de Circunferência a Altura do Peito (CAP) das árvores nas subparcelas amostrais ao redor da estação termopluviométrica que influenciam a quantificação da interceptação pluvial.



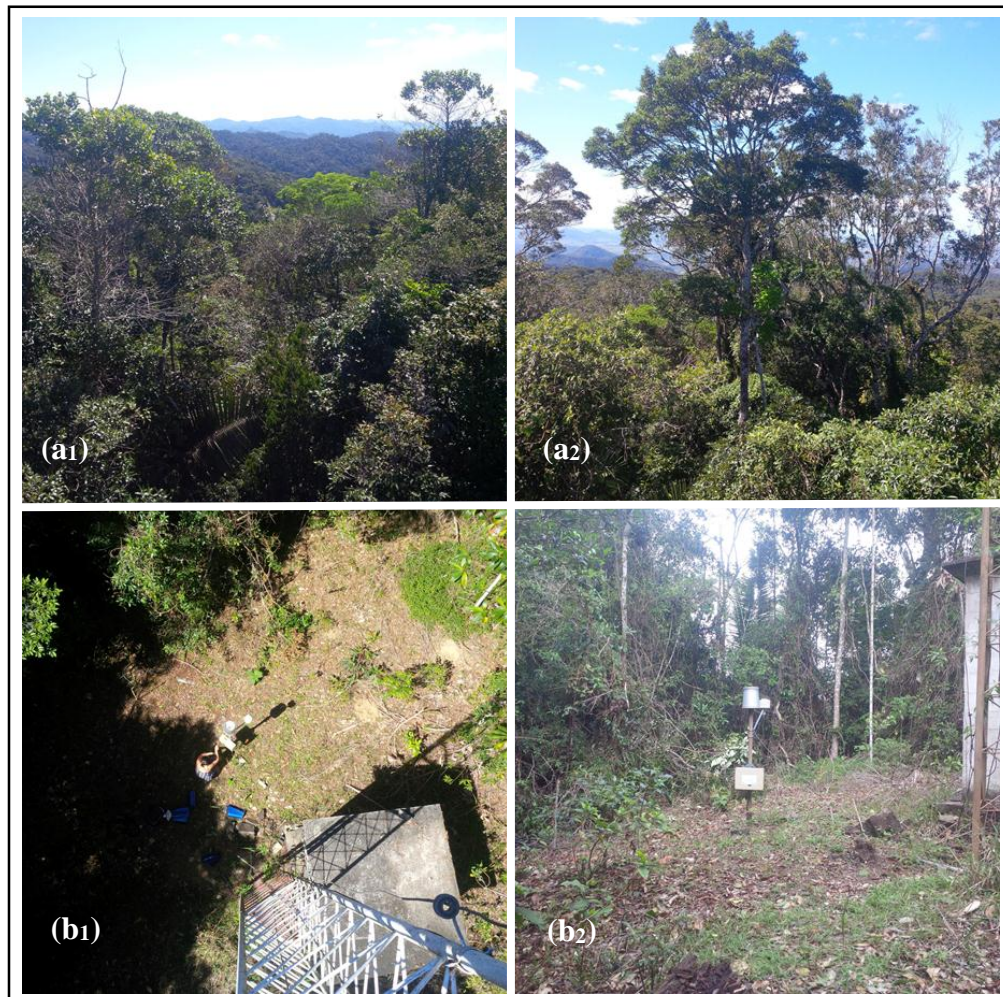
Fonte: Acervo fotográfico pessoal

Os dados tomados para cada parcela foram a altura da árvore e circunferência a altura do peito, a partir dos quais, mediante operações matemáticas e equações, pode-se obter os registros de diâmetro a altura do peito (DAP). Esses dados são necessários para a análise estatística que contribuiu na determinação da semelhança ou diferença da estrutura florestal onde estão localizadas as estações de Pi, essa etapa será descrita no decorrer do trabalho.

### 5.1.1. Estação termopluviométrica a céu aberto, Estação Controle

A estação controle capta dados pluviométricos por evento acima das copas das árvores estabelecendo a Precipitação Total (PT), sendo o total de chuva que atinge o topo da floresta. Está localizada nas coordenadas UTM 24 S 7755333,2N 341560,4E com uma altitude de 690 m. Essa estação é fundamental para medição da interceptação, com a função de comparar os demais dados pluviométricos de Pi com os de PT. Possui um índice de área foliar de 0,31 e 36,6 % de área do solo coberta pelo dossel. Registra toda chuva a céu aberto, além de encontrar-se no topo da encosta numa área de difícil acesso. Na figura 29 observa-se as copas das árvores e a área ao redor do pluviômetro.

Figura 29 - Registro fotográfico da estação termopluviométrica controle de Precipitação Total com registro das copas das arvores (a<sub>1,2</sub>) e aos redores com diferentes espécies arbóreas e vegetação e entorno da estação (b<sub>1,2</sub>) da RBDB.



Fonte: Acervo fotográfico pessoal

### 5.1.2. Estação termopluviométrica 1

A estação termopluviométrica 1 encontra-se localizada nas coordenadas UTM 24 S 7755686,5N 341086,6E com uma altitude de 651 m em uma área íngreme com uma declividade de 37,45%. Na figura 30 pode-se observar a vegetação circundante a ela. A obtenção dos dados de Precipitação interna (Pi) começou a partir do 3 de setembro de 2014. Na parcela e subparcelas amostrais foram registradas 181 árvores ao entorno da estação.

Figura 30– Registro fotográfico da estação termopluviométrica 1 e aos redores com diferentes espécies vegetais na RBDB.



Fonte: Acervo fotográfico pessoal

### 5.1.3. Estação termopluviométrica 2

A estação termopluviométrica número 2 encontra-se localizada nas coordenadas UTM 24 S 7755719N 341099,5E na cota de 647 m, a uma distância de 50 m em linha reta da estação 1, sendo que está no local retilíneo da encosta e pode-se observar que é uma das vertentes do fundo do vale, evidenciado na figura 31. Encontra-se numa área íngreme com declividade de 37,98%, vegetação circundante abundante e foram registradas 148 árvores com CAP>10cm na parcela e subparcelas experimentais.

Figura 31- Registro fotográfico da estação termopluviométrica 2 e aos redores com diferentes espécies vegetais na RBDB.



Fonte: Acervo fotográfico pessoal.

#### 5.1.4. Estação termopluviométrica 3

A estação termopluviométrica número 3 encontra-se nas coordenadas UTM 24 S 7755890,6N 341069,6E, com altitude de 625m, localizada próxima de uma das nascentes do córrego Pau Amarelo. No entanto, o ponto possui uma altitude menor de  $\pm 25$ m em relação às outras estações, e a uma distância de  $\pm 210$ m. A estação 3 está na área de baixa de encosta, apresentado menor índices de declividade (21,32%). Na figura 32 pode-se observar as características físicas ao entorno da estação 3, onde foram contabilizadas 160 árvores na parcela e subparcelas experimentais.

Figura 32- Registro fotográfico da estação termopluviométrica 3 e aos redores com diferentes espécies vegetais na RBDB.



Fonte: Acervo fotográfico pessoal

## 5.2. Configuração das estações termopluviométricas

Já com todos os elementos identificados e equipamentos instalados, foi preciso estabelecer o procedimento para medição e quantificação dos dados. Nesse caso, foi realizada uma programação utilizando o software Gerenciador SL2000E8C-PNV Versão 4.0.0.3 configurado para registrar dados de chuva a cada 5 minutos. Com a programação de campo foram feitas atividades como descarga das informações, manutenção dos equipamentos e análise dos dados pluviométricos.

Para este trabalho as medições são feitas da mesma forma em cada uma das estações termopluviométricas, e, pela configuração de coleta, possibilitam uma estimativa específica e minuciosa para quantificação do processo de interceptação, pois, segundo Giglio e Kobiyama (2013) é a partir dessa escala temporal de análise que se permite compreender com maior acurácia o processo de interceptação, sendo, nesse caso, uma contribuição desse trabalho.

Todos os pluviômetros que fazem parte das estações de Pi e PT são iguais, isto elimina possíveis erros na estimativa pluviométrica e de interceptação. Os pluviômetros são compostos por uma balança dupla com chave magnética, funil de coleta, funil para passagem de água e sensor para precipitação pluviométrica, que quantifica a massa da água que aciona a balança.

Com o pluviômetro associado a um acumulador de dados (*datalogger*) é medida a chuva a cada 5 minutos e a captação do sensor é realizada numa área horizontal nivelada bem definida. Devido à gravidade toda a carga é conduzida a um funil principal, que descarrega sobre um segundo funil interno. Para reduzir o efeito respingo ou “*splash*” a água segue até a balança dupla, que integra o dispositivo de duas caçambas, onde enquanto uma faz a marcação da chuva a outra é posicionada para uma nova marcação. Após este processo, a massa de água é descartada.

No momento em que a balança é movimentada pela chuva, gera um pulso elétrico que é enviado ao *datalogger*, que o integra e armazena na memória, gerando uma medição. Ao mesmo tempo o pulso gerado pela água da chuva na caçamba representa 0,2 mm, cada pulso gerado no período de 5 minutos é somado representando um único evento. Para essa pesquisa adotou-se que na ocorrência de um intervalo sem chuvas que ultrapasse 15 minutos será considerado um novo evento. Na figura 34 podem ser vistas imagens do pluviômetro.

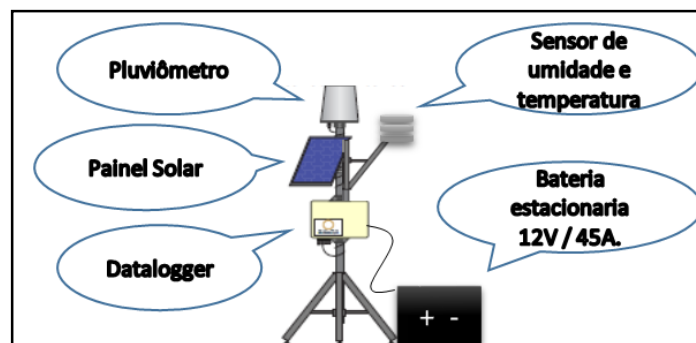
Figura 33 - Registro fotográfico do pluviômetro e seus componentes, funil externo e/ou principal capta o primeiro momento da chuva (a<sub>1,2</sub>), funil secundário e/ou interno receptor do funil principal e bscula dupla com marcador de camba (b). Sensor de umidade e temperatura (c). Elementos utilizados nas estaes termopluviomtricas de precipitao total e precipitao internana RBDB.



Fonte: Acervo fotogrfico pessoal

O tipo de pluvimetro utilizado possui uma rea de captao de 20 cm<sup>2</sup>, est localizado a uma altura de 1,50m e  recoberto por uma tela protetora em polipropileno e uma grade do mesmo material, evitando entupimento por poeira, sementes e folhas. Na figura 34 mostra-se o esquema das estaes e componentes.

Figura 34 - Esquema dos elementos e sensores que compem as estaes termopluviomtricas de precipitao interna e precipitao total na RBDB.



Fonte: Elaborado pelo autor



### **5.3. Coleta dos dados para interceptação pluvial nas estações termopluviométricas**

Como parte da primeira etapa do presente trabalho, foi elaborado o cronograma para coleta dos dados pluviométricos e das fotos hemisféricas, considerando que para a aquisição dos dados é necessária uma logística no transporte, pessoal, ferramentas para coleta e equipamentos como computador, cabos, baterias e todos os componentes fundamentais para o desenvolvimento do estudo.

A coleta de dados é feita conforme a configuração das estações. Os índices pluviométricos são armazenados por um período máximo de 22 dias, sendo esta a capacidade do *datalogger* com a configuração de obtenção de dados a cada 5 min; portanto a periodicidade das coletas e idas a campo não deve ultrapassar esse prazo.

Nesse contexto, foram programadas expedições de campo com um intervalo de aproximadamente 15 dias (Figura 35), evitando assim a perda dos dados. Cada campo consiste em atividades como: descarga de dados pluviométricos (coleta dos eventos chuvosos), verificação do funcionamento normal da estação e manutenção do corpo e do pluviômetro para evitar entupimento (remoção de folhas, galhos e poeira). Após isso é feita a captura de fotos hemisféricas mediante um suporte, utilizado só no momento da captura, que é colocado em cima do pluviômetro da cada estação termopluviométrica, garantindo a horizontalidade durante o processo, que resulta na obtenção do índice de área foliar (IAF) de cada estação. Importante ressaltar que a coleta de dados é parte da segunda etapa do trabalho, identificando o período de coleta entre 03 de setembro de 2014 até 03 de setembro de 2015.

Figura 35 – Programação e controle dos dados coletados das estações termopluviométricas nas expedições de campo na RBDB

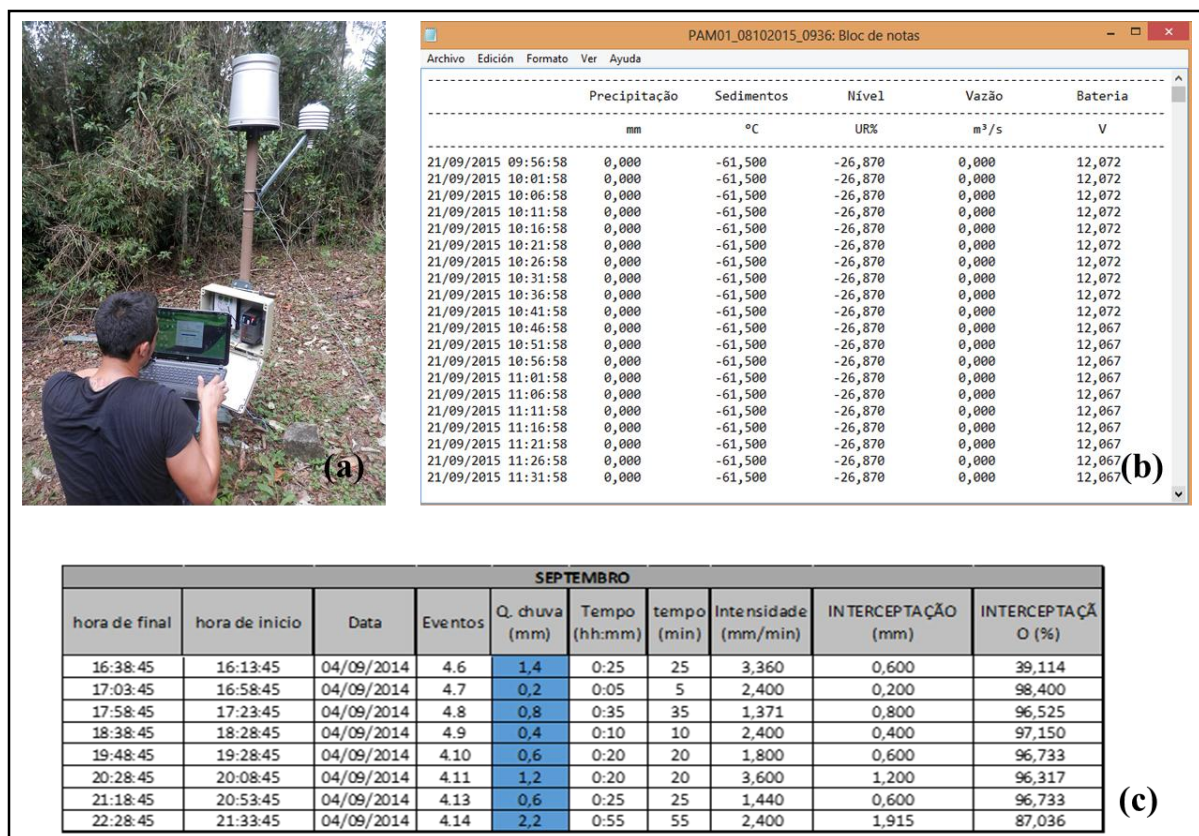
Data de coleta (campo)	Precipitação Total (PT)	Precipitação Interna (Pi)			Fotografia Hemisférica
	Estação Controle	Estação 1	Estação 2	Estação 3	
03/09/2014	✓	⚠	✓	✓	📷
17/09/2014	✓	✓	✓	✓	📷
01/10/2014	✓	✓	✓	✓	
15/10/2014	✓	✓	✓	✓	📷
29/10/2014	✓	✓	✓	✓	⚠
12/11/2014	✓	✓	⚠	⚠	📷
26/11/2014	✓	✓	✓	⚠	
10/12/2014	✓	✓	✓	✓	📷
18/12/2014	✓	✓	✓	✓	
13/01/2015	⚠	⚠	⚠	⚠	
26/01/2015	✓	✓	✓	✓	📷
09/02/2015	✓	✓	⚠	✓	📷
23/02/2015	✓	✓	✓	✗	📷
09/03/2015	✓	✓	✓	✓	📷
23/03/2015	✓	✓	✓	✓	⚠
06/04/2015	✓	✓	✓	✓	📷
29/04/2015	✓	✓	✓	✓	
13/05/2015	✓	⚠	✓	✓	📷
28/05/2015	✓	⚠	⚠	✓	📷
08/06/2015	✓	✓	⚠	✓	📷
22/06/2015	✓	✓	✓	⚠	
06/07/2015	✓	✓	✓	⚠	⚠
20/07/2015	✓	✓	✓	✓	
03/08/2015	✓	✓	✓	✓	📷
19/08/2015	✓	⚠	⚠	✗	
04/09/2015	⚠	✓	✓	✗	
21/09/2015	✗	✓	✓	⚠	📷
08/10/2015	✗	⚠	✓	✗	
26/10/2015	✓	✓	✓	✓	📷

Legenda	✓	⚠	✗	📷	⚠
	Registro de <i>n</i> # de eventos chuvosos sem problemas	Registro de <i>n</i> # de eventos com falhas de 1 a 14 dias	Registro de <i>n</i> # eventos com falhas de 15 dias ou mais	Foto hemisférica em condições normais	Foto hemisférica com condições alteradas, chuva ou muito nublado

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados de chuva captados pelas estações são de tipo texto (.txt) e precisam de um tratamento, portanto após a realização de cada campo os dados baixados são convertidos para o software *Microsoft Office Excel*. Primeiramente, é feita uma filtragem e depuração nos dados, que consiste em descartar aqueles índices pluviométricos com valor zero e identidicar número de eventos chuvosos, intensidade para cada episodio pluviometrico e quantidade de chuva por estação. Somente após esse filtro tem início as análises estatísticas e a quantificação da interceptação (Figura 36).

Figura 36 - Esquema de atividades para descarga e tratamento de dados pluviométricos nas estações termopluviométricas de precipitação interna e total na RBDB. Descarga de índices pluviométricos em .txt (a), verificação de eventos pluviométricos registrados nos dados brutos (b) e depuração, filtragem e identificação dos eventos chuvosos registrando quantidade e tempo (intensidade) (c).



Fonte: Elaborado pelo autor

Após filtragem e verificação dos dados, o seguinte passo é a identificação e a separação dos eventos chuvosos segundo quantidade e intensidade. Num terceiro momento, considerado o mais demorado, são filtrados todos os eventos chuvosos provenientes de cada estação e estabelecidas as possíveis relações existentes entre elas, ou seja, a totalização mensal, eventos chuvosos de PT com eventos chuvosos de Pi, além da relação entre Pi com o IAF e demais análises necessárias.

Os dados pluviométricos foram classificados segundo sua quantidade e frequência, portanto é utilizada a metodologia proposta pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), onde os grupos são classificados em intervalos a partir de 0,01-2,5mm, 2,5-5mm, 5-10mm, 10-15mm, 15-25mm, 25-50mm, 50- 100mm e >100mm. Para facilitar a compreensão desses dados, as classes de frequência pluviométrica foram agrupadas seguindo os cálculos de chuva por evento e frequência ao longo do período amostrado, adotando assim: chuva fraca de 0,01mm a 5mm, intermediária, de 5,1mm a 25mm e chuva forte, acima de 25,1mm.

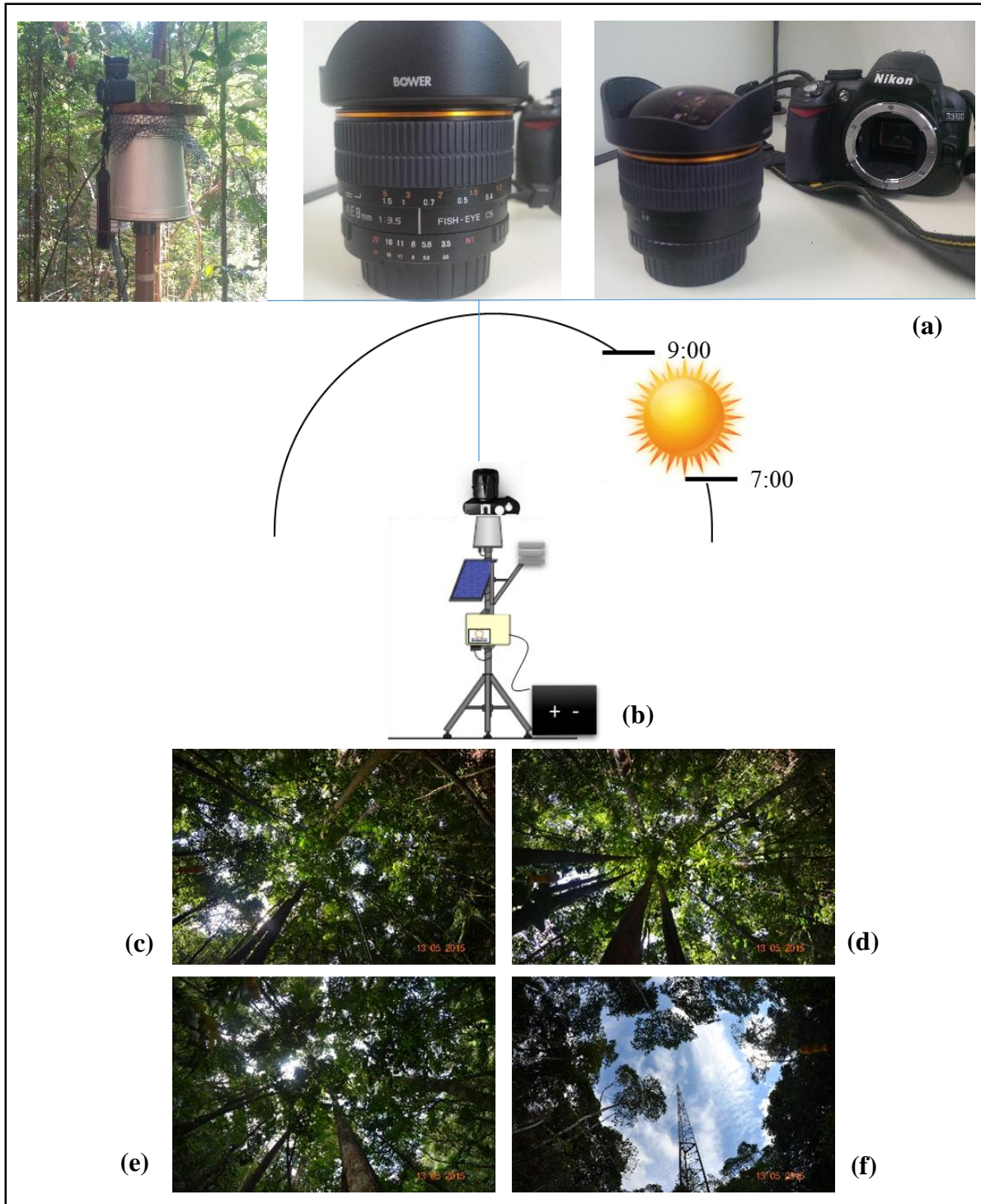
#### **5.4.Cobertura vegetal e Índice de Área Foliar**

Para efetuar o cálculo do Índice de Área Foliar (IAF) foram utilizados uma câmera fotográfica profissional Nikon D3100 com lente olho de peixe e o software *Gap Light Analyzer* (GLA). O modelo de câmera utilizado permite iluminação suficiente para o ângulo de visão do anel de 18 milímetros, com possibilidade de acoplar qualquer tipo de lente; as fotos são obtidas com o flash desligado, permitindo a captura de luz natural ao 100 %.

A lente olho de peixe utilizada foi modelo Bower F 3,5CS(AE), que possui uma distância focal de 8 mm, com maior capacidade de abertura no anel e no foco permitindo fotos com campo angular de  $180^\circ$ - $139,3^\circ$  regulando a quantidade de luz captada. O fator de distância focal dividida pelo diâmetro de abertura efetiva (F) representa a abertura relativa da lente, determinando o enfoque; quanto maior, mais desfocado ficará o fundo. A lente utilizada possui um intervalo de F/3,5 a F/22mm, sendo considerada uma das lentes mais recomendadas para captura de fotografia hemisférica.

A câmera é posicionada a uma altura de 1,80 m, em cima do pluviômetro, diminuindo a variação entre o registro do dossel arbóreo e a chuva que atinge o pluviômetro. Na figura 38 observa-se o esquema metodológico para captura das fotos hemisféricas, procurando padrões similares entre os dados pluviométricos e o IAF. Todas as fotos são tiradas entre 7h e 9h da manhã, evitando assim a incidência perpendicular dos raios do sol.

Figura 37 - Esquema metodológico e registro fotográfico para captura de fotografia hemisférica nas estações termopluviométricas de Precipitação total e interna na RBDB. Posicionamento da câmera e da lente para captura das fotos (a), esquema horário para captura da fotografia hemisférica (b), fotografia hemisférica da estação 1 (c), fotografia hemisférica da estação 2 (d), fotografia hemisférica da estação 3 (e) fotografia hemisférica da estação controle, no topo (f).

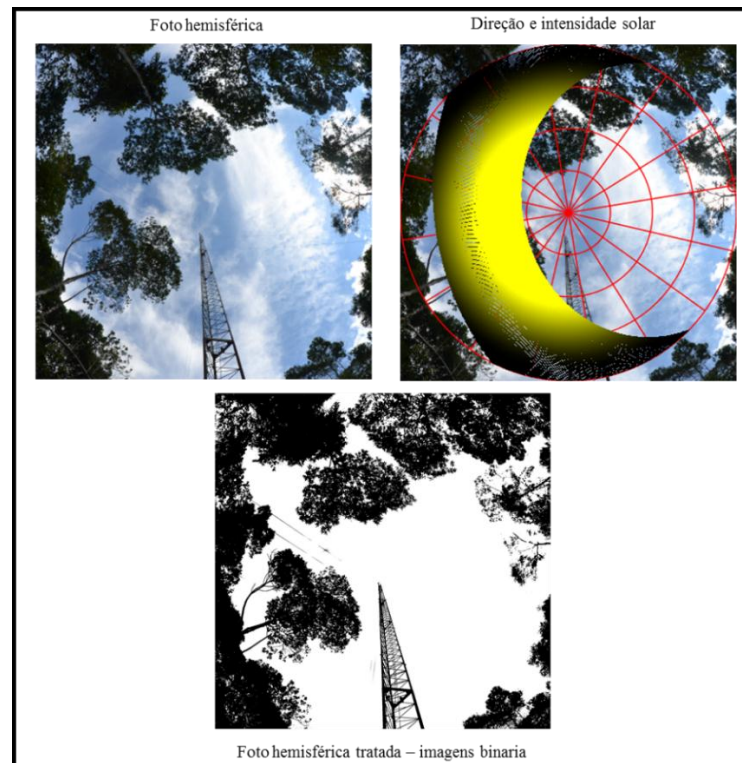


Fonte: Acervo fotográfico pessoal (13/05/2015)

Após a obtenção das fotos, as mesmas foram analisadas e processadas no Software *Gap Light Analyzer* (GLA)®, uma ferramenta para o cálculo das dimensões foliares que considera diferentes parâmetros da cobertura vegetal e área com base na escala e na resolução da fotografia hemisférica (FRAZER, 1999).

Após o processamento das fotografias pelo software GLA, elas passam a dados binários e a imagem fica entre pixels pretos e brancos, os pretos representam a área ocupada por vegetação e elementos da floresta que podem interagir no processo de interceptação e os pixels brancos simulam a área descoberta, céu e espaços livres para a passagem das gotas de chuva (Figura 39).

Figura 38 – Processamento de imagens no software GLA para quantificação de IAF da fotografia hemisférica da estação temo pluviométrica controle na RBDB.



Fonte: Acervo fotográfico pessoal (13/05/2015)

Com a obtenção dos resultados do tratamento das fotos hemisféricas, é possível identificar 2 grupos de dados, sendo um deles a porcentagem da cobertura vegetal protetora do solo e o outro o Índice de Área Foliar (IAF) do dossel. As informações foram analisadas através de ferramentas estatísticas para evidenciar tendências e dispersões, sendo utilizados elementos de tendência central como: a média, a mediana, entre outras. Para o caso da dispersão, utilizou-se o desvio padrão e análise de

variância (ANOVA) com as correções de normalidade, de resíduos e homocedasticidade, quando fosse necessário. Ao possuir dados com mesmo número de amostras é importante considerar o uso de um método paramétrico, corroborando a utilização do ANOVA ou *teste F* e *t*.

É importante considerar o funcionamento da ferramenta de dispersão paramétrica, ANOVA, que é um procedimento estatístico para testar a hipótese nula de uma série de amostras univariadas. A variância é expressada com valores próximos de 1 quando é verdadeira a hipótese ou, falsa (nula) quando o resultado é próximo de 0. Além disso, na ANOVA utiliza-se o “*F*” e “*p*” como fatores de significância, seguindo a simbologia de Cohen (1988) e o *post-Test de Tukey*, caso os dados apresentem diferenças significativas (HAMMER, 2012).

### **5.5.Diferenças na estrutura florestal vertical e horizontal entre parcelas experimentais**

Para identificar as diferenças na estrutura vertical (altura das árvores) e horizontal (CAP-DAP) nas parcelas e subparcelas experimentais das estações termopluviométricas, utilizou-se a estatística descritiva para comparar os dados obtidos de CAP e altura de cada árvore, foram identificadas tendências e dispersões entre eles. Implementou-se as mesmas ferramentas de tendência central dos dados de IAF, sendo média, mediana e moda; no caso da dispersão foi feito o desvio padrão e, ao perceber que o número amostral das parcelas e subparcelas é diferenciado, assomou-se e verificou-se que as amostras rejeitam os pressupostos da normalidade, portanto foi utilizado o método não paramétrico “*test de Kruskal-Wallis*”, constituído como uma ANOVA não-paramétrica, que compara as médias de uma série de grupos univariados (análise intra-parcelas) (HAMMER, 2012) e correlação de pontos de *Spearman rs* para análise entre-parcelas, já que é uma correlação não paramétrica (PONTES, 2010)

Para identificar a normalidade das informações subministradas, foi utilizado o *test de Shapiro – Wilk*, desenvolvido em 1965, sendo o teste preferido por mostrar ser mais poderoso que diversos testes alternativos. Esta ferramenta estatística consiste em elevar os valores amostrais ordenados ao quadrado (LEOTTI; BIRCK; RIBOLDI, 2005), e é uma das mais comumente empregadas nos estudos de interceptação na floresta amazônica, Mata Atlântica e nos balanços hídricos (CICCO, 2009; GIGLIO, 2013; JETTEN, 1996; LOUREIRO; GAMEIRO, 2011; MARIN; BOUTEN; SEVINK, 2000).

Após rejeitar a normalidade, aplicou-se o teste de *Kruskal-Wallis*, que é um teste não paramétrico utilizado na comparação de três ou mais grupos de amostras independentes. Ele indicou se há diferença entre pelo menos dois deles. A aplicação do teste é com base em valores numéricos transformados em postos e amostras agrupadas num só conjunto de dados (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA - INE, 2010). Para o desenvolvimento do presente trabalho, as ferramentas estatísticas são utilizadas mediante o software *Past. V. 2,17c*<sup>11</sup> onde são realizadas as análises estatísticas de distribuição dos grupos amostrais, usando métodos paramétricos e não paramétricos.

Para uso das ferramentas de dispersão supracitadas, foram utilizados os dados de Diâmetro à Altura do Peito (DAP), obtidos com as medições de CAP feitas na locação das parcelas e subparcelas amostrais, utilizando uma serie de equações (14,15,16,17 e 18) permitindo assim obter dados de Área Basal ou Basimétrica também, sendo que é a área de qualquer seção transversal do tronco da árvore, e refere-se a um valor de cobertura, por plantas, de uma determinada área de superfície do solo, sendo também um bom indicador da densidade de vegetação de um ecossistema. A relação entre a superfície de seções normais das árvores de uma determinada massa florestal é expressada em m/m<sup>2</sup> (LEONELLO; GONÇALVES; FENNER, 2012; PEÑA, 2008).

$$C = \pi * D \quad (\text{Equação 14})$$

$$D = \frac{C}{\pi} \quad (\text{Equação 15})$$

$$A = \pi * r^2 \quad (\text{Equação 16})$$

$$r = \frac{D}{2} \quad (\text{Equação 17})$$

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \quad (\text{Equação 18})$$

Onde  $A$  é = área.  $C$  = Circunferência à Altura do Peito.  $D$  = Diâmetro à Altura do Peito.  $r$  = raio e  $\pi$  = 3,1416

Fonte: GRISI, 2011; LEONELLO; GONÇALVES; FENNER, 2012 MARTINS, 1993; PEÑA, 2008.

---

<sup>11</sup>**Past. V. 2,17c.:** Software de paleontologia e pacote estadístico para educação e análise de dados.



### 5.6. Modelo para quantificar o processo de interceptação na RBDB de Duas Bocas

Para garantir o processo de interceptação e seus aportes nas florestas, como ajuda na evapotranspiração, retenção e infiltração de águas pluviométricas, é preciso estabelecer o modo de quantificação. Para este trabalho é utilizado o modelo matemático proposto por Horton (1919), que é o mais usado na história da interceptação (BLAKE, 1975), como também no mais recente experimento de interceptação feito em Mata Atlântica por Tonello et al. (2014), na FLONA de Ipanema. O modelo utilizado para quantificação de perdas por interceptação proposto por Horton (1919) e Blake (1975), aplicado na RBDB é expressado nas equações 19,20 e 21.

$$Si = PT - Pi - Et \quad (\text{Equação 19})$$

$$Si = \left(1 - \frac{Pi + Et}{PT}\right) * 100 \quad (\text{Equação 20})$$

$$Et = 0,041 * PT - 0,005 \quad (\text{Equação 21})$$

Onde *Si* é = Precipitação Interceptada. *PT* = Precipitação Total. *Pi* = Precipitação que atravessa a vegetação. *Et* = Parcela que escoo pelo tronco das arvores

Fonte: BLAKE, 1975; HORTON, 1919; LIMA, 1976; LIMA; NICOLIELO, 1983; MARTINS FILHO; LUCAS; WENDLAND, 2013; TUCCI, 2000.

A interceptação pode causar uma diminuição no total de água de chuva que atinge o solo e, conseqüentemente, uma redução no escoamento superficial (PRICE, 1982; CASTRO et al., 1983; VIEIRA; PALMIER, 1997), permitindo que grande parte d'água que chega ao piso florestal seja retida e infiltrada (FRANKEN; LEOPOLDO, 1986/87).

A escolha do modelo de Horton (1919) e Blake (1975) foi feita devido à disponibilidade dos dados pluviométricos das estações utilizadas para essa pesquisa. Modelos mais novos como o de Rutter (1971), Gash (1979) e o modelo Sparse de Rutter e de Gash, modificado por Valente (1997) requerem algumas variáveis e elementos como evapotranspiração, drenagem no dossel, evaporação no tronco e tamanho das gotas, dados que são obtidos com equipamentos ainda mais especializados.

Para a aplicação do modelo escolhido foi preciso estabelecer as relações entre os dados de precipitação total, precipitação interna e escoamento pelo tronco. Deve-se entender que os dados de PT e Pi são fornecidos pelas estações, mas para obter o último parâmetro deve ser identificado o ponto de saturação da cobertura vegetal, que ocorre quando a quantidade de água supera a capacidade do dossel arbóreo e tem início o processo de escoamento, sendo fortemente influenciado por elementos como vento, clima e evaporação (KOBİYAMA; GIGLIO; CHAFFE, 2009; LANKREIJER et al., 1999).

Isto expressa a necessidade de quantificação dos dados de interceptação encontrando-se, para cada mês e cada estação, uma relação de tempo entre PT e Pi, dada segundo a capacidade de armazenamento do dossel, que é influenciado fortemente pela intensidade pluviométrica, obtida através da divisão entre a quantidade de chuva e o tempo de duração, expressada em mm/h. Sendo um fator latente nos trabalhos de Kobiyama; Giglio; Chaffe, (2009); Lima; Nicolielo, (1983); e Martins Filho; Lucas; Wendland, (2013).

Compreendendo a intensidade um dos fatores de maior influência, sua quantificação é importante para estabelecer e identificar o volume de chuva interceptada por evento registrado, evidenciando variação nos dados e na quantidade dos eventos. Portanto, são identificadas mensalmente as maiores intensidades dos dados pluviométricos, sendo que representam ocasionalmente, o evento de maior índice pluviométrico.

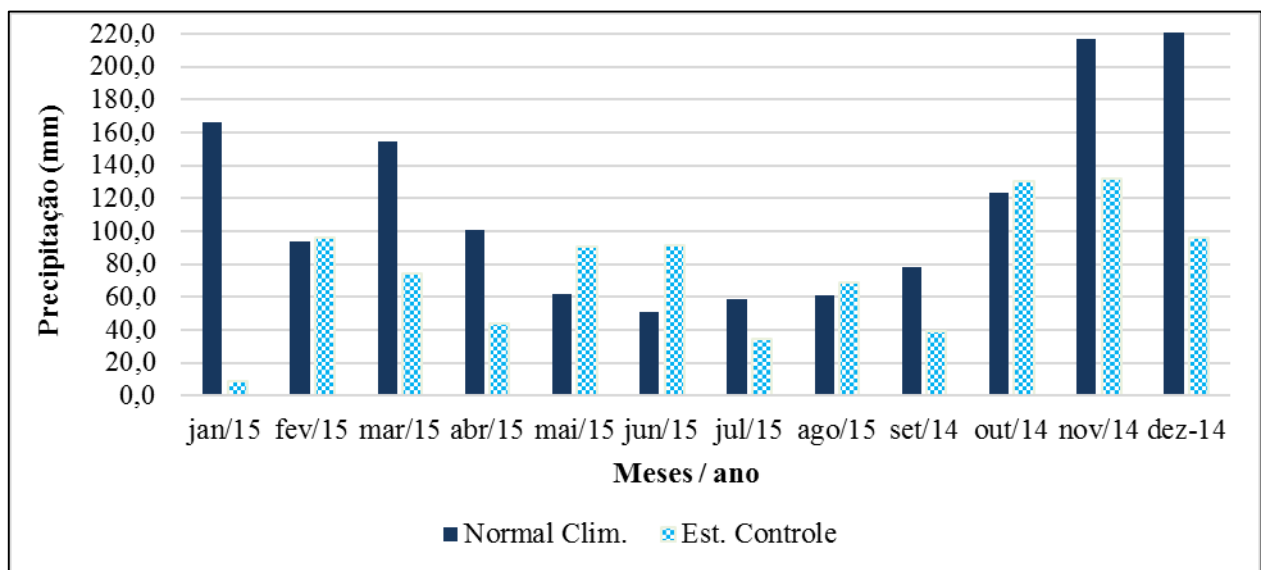
## 6. Resultados e discussão

Os resultados deste trabalho são apresentados seguindo a ordem de ocorrência dos fatores influenciadores do processo de interceptação pluvial, começando pelos dados pluviométricos, intensidade dos eventos chuvosos, suas classes, comportamento pluviométrico mensal e sazonal (estação seca e úmida), diferenças na estrutura florestal do dossel das parcelas experimentais, comportamento do dossel ao longo do período amostral, relação do IAF com a precipitação e resultados do modelo utilizado para quantificação da interceptação por estação de Pi na Floresta Ombrófila Densa Primária (IBGE, 2012), além de apresentar algumas informações adicionais.

### 6.1. Variações pluviométricas da RBDB

Considerando a figura 39 e a tabela 1, pode-se verificar que durante o período estudado foram identificados na estação controle um total de 767 eventos chuvosos, 96% deles catalogados como fracos e, um total pluviométrico acumulado de 912,1 mm. com intensidades médias anuais de 2,4 mm/h, 7,2 mm/h e 11,3 mm/h para eventos fracos, intermediários e fortes, respectivamente.

Figura 39 – Comparação pluviométrica da estação controle com a normal climatológica (1983-2013) na RBDB.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1 – Resultado da intensidade dos eventos pluviométricos quantificados nas estações termopluviométricas da RBDB durante o período monitorado de 09/2014 – 09/2015.

Estação	Intensidade por evento						Intensidade mensal (mm/h)	Total Pluviométrico (mm.)	# Total de eventos
	Fracos	% Ev.	Interm.	% Ev.	Fortes	% Ev.			
E. Controle	735	96%	26	3%	6	1%	12,7	912,1	767
Estação 1	341	99%	2	1%	1	0%	5,4	239,4	344
Estação 2	463	96%	15	3%	3	1%	7,8	511,6	481
Estação 3	609	97%	18	3%	4	1%	8,2	613,8	631
<b>TOTAL</b>	<b>2148</b>	<b>96,6%</b>	<b>61</b>	<b>2,7%</b>	<b>14</b>	<b>0,6%</b>			<b>2223</b>

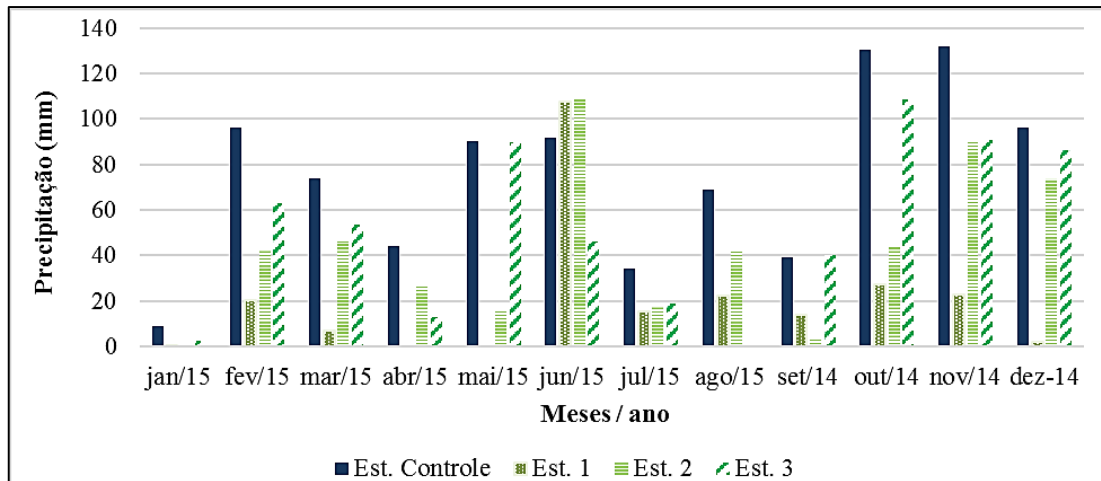
Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme figura 39, foram identificadas variações no comportamento pluviométrico da estação controle, pois pode-se observar novembro como mês mais chuvoso e janeiro como mais seco, com totais pluviométricos de 131,9 e 8,8mm respectivamente. Portanto foi verificada maior variação pluviométrica para o mês de janeiro do ano estudado, já que na normal climatológica ele faz parte do período chuvoso e no período amostral, mostrou-se com o mês de menor índice pluviométrico.

Cabe demonstrar que durante o desenvolvimento deste trabalho foram identificados 2.223 eventos chuvosos ao longo do período monitorado para todas as estações e, observou-se a estação controle com o maior número de eventos além de ter o maior total pluviométrico registrado. Considerando esses valores e, a partir das equações 19, 20 e 21 (Pag. 77), foi quantificada a interceptação e os resultados indicaram que **PT** mostrou-se maior que **Pi** e que **Et**. Na figura 40 é apresentada a distribuição pluviométrica das estações de **PT** e **Pi** registradas durante o período amostral, evidenciando que o mês de junho apresentou uma variação pluviométrica diferenciada, registrando índices pluviais de **Pi** acima de **PT**.

Essa situação atípica registrada no mês de junho, foi consequência de fatores vegetais e climáticos momentâneos (BEGA, et al. 2005; MOTA, 2012), apresentando maior número de estratos vegetais (variação na altura das árvores) nas estações 1 e 2, além de um evento pluvial atípico nas horas da madrugada, com baixas temperaturas, evaporação nula e altas taxas de condensação.

Figura 40- Comportamento pluviométrico e comparativo das estações termopluviométricas na RBDB



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além dos índices pluviométricos, foi possível identificar que houve o predomínio de eventos fracos no período monitorado, representando 96,6% do total de episódios pluviais coletados. A estação 1, localizada no interior da floresta, acumulou 239,4mm em um total de 344 eventos pluviométricos registrados, destes 99% demonstraram ser fracos e apresentaram uma intensidade média de 2,3 mm/h/evento. Somente no mês de junho foram registrados 341 episódios de chuva, podendo ser considerado o mês mais chuvoso com 107,9 mm de Precipitação Interna (Pi), em contrapartida, ao apresentar 0,6 mm de Pi, janeiro pode ser considerado o mês mais seco do período amostral.

Na estação 2, os 481 eventos pluviométricos coletados totalizaram 511,6 mm de Pi ao longo do período amostral. Nessa estação também predominaram os episódios de chuva fraca, 96% do total de eventos registrados apresentaram uma intensidade média de 2,5 mm/h/evento. Nesse ponto junho se apresentou novamente como o mês mais chuvoso da estação com 109 mm de Pi enquanto janeiro com 0,8mm de Pi pode ser considerado o mês mais seco.

Na estação 3 na floresta, foram registrados 631 eventos pluviométricos com um total de 613,8 mm ao longo do período monitorado, evidenciando 609 episódios com intensidade média de 2,4 mm/h/evento, representando 97% do total de eventos e mostrando preponderância de chuvas fracas, além de identificar janeiro (2015) como mês mais seco com 2,8mm. e outubro (2014) mês mais chuvoso com 108,6 mm.

Os dados de **PT** coletados pela Estação Controle e de **Pi**, obtidos pelas Estações 1, 2 e 3, foram validados mediante testes estatísticos de *Shapiro Wilk*, *Kruskal-Wallis* e a correlação de postos de *Spearman rs*. Com os resultados dos testes verificou-se a rejeição da normalidade e diferenças entre as estações, conforme apresentado na tabela 2.

Tabela 2 – Análise estatística dos dados de precipitação total (EC) e precipitação interna (E1, E2, E3) na RBDB

Mês	Est. Controle	Est. 1	Est. 2	Est. 3
jan-15	8,8	0,6	0,8	2,8
fev-15	96,4	20,2	42,8	63,2
mar-15	74	7	46,2	53,4
abr-15	44		26,8	13,2
mai-15	90,4		15,4	90
jun-15	91,8	107,9	109	46,2
jul-15	34,2	15,4	17,2	19
ago-15	69,2	22,2	41,6	
set-14	39,4	14,2	4,2	40,4
out-14	130,6	27,2	44	108,6
nov-14	131,9	22,8	89,8	90,6
dez-14	96,2	2	73,8	86,4
N	12	10	12	11
Min	8,8	0,6	0,8	2,8
Max	131,9	107,9	109,0	108,6
Soma	912,1	239,5	511,6	613,8
Média	75,6	24,0	42,6	55,8
Mediana	82,2	17,8	42,2	53,4
Variância	1460,2	951,0	1134,8	1247,3
Des. Pad.	38,2	30,8	33,7	35,3
Erro Pad.	11,0	9,8	9,7	10,6
<i>Shapiro-Wilk W</i>	0,95	0,65	0,93	0,95
<i>p(normal)</i>	0,68	0,00	0,36	0,62
<i>Kruskal-Wallis</i>	4,23	9,80	3,97	4,23
<i>p(normal)</i>	0,12	0,02	0,05	0,12
<i>Spearman rs</i>	0,88a	0,56c	0,76b	0,88ab

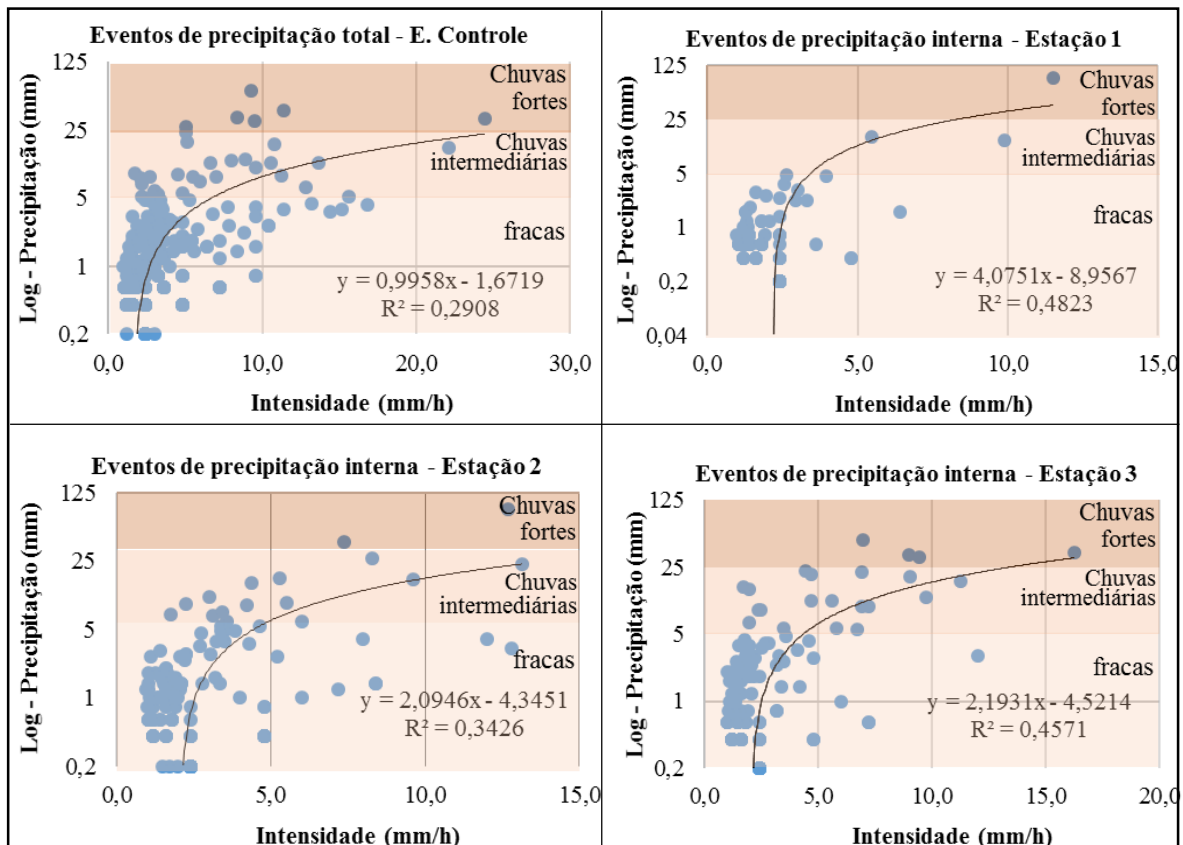
Fonte: Elaborado pelo autor.

Mediante as análises estatísticas desenvolvidas nos dados pluviométricos, apresentaram-se na tabela 2 diferenças estatisticamente significativas para as estações 1 e 2 em relação as estações controle e estação 3, com correlação moderada para a estação 1 e correlação forte nas estações 2, 3 e controle segundo o teste de *Spearman rs*.

As diferenças identificadas e seu grau de significância nas estações 1 e 2 possuem características e fatores diferenciais que podem influenciar nas perdas por interceptação, como estrutura vegetal e florestal (estrutura horizontal, DAP – Área Basal e estrutura vertical, altura das arvores) das estações e fatores climáticos como intensidade, vento, evaporação, evapotranspiração entre outros.

Além das diferenças e correlações obtidas (Tabela 2), os resultados evidenciam a influência da intensidade nos dados pluviométricos de todas as estações. Apresenta-se uma correlação linear dos dados de precipitação/intensidade, sendo eles catalogados segundo a classificação do INMET (SALGADO et al., 2007, p.22; SALGADO; PEIXOTO; MOURA, 2007, p. 12) e apresentados na figura 41. Cabe resaltar que são fatores independentes um do outro.

Figura 41–Correlação linear de intensidade e precipitação para todas as estações termopluiométricas da RBDB



Fonte: Elaborado pelo autor.

A correlação linear evidenciada na figura 41 mostra que a dispersão da quantidade e intensidade dos eventos chuvosos afeta o coeficiente de determinação, sendo que episódios similares possuem uma variação nos valores  $R^2$ , pois a E1 obteve  $R^2 = 0,4823$ , seguida da E3 com  $R^2 = 0,4571$ , na estação 2  $R^2 = 0,3426$  e, na estação controle o  $R^2 = 0,2908$ . Assim, fica evidenciado que a intensidade é responsável pelo aumento ou diminuição da dispersão e heterogeneidade dos eventos pluviométricos, mesmo que outros fatores como dossel, vento, evaporação e evapotranspiração possam acentuar ou minimizar tal relação.

Comparando as diferenças entre o total de eventos monitorados e índices pluviométricos da estação controle com os demais pontos amostrais, observa-se o efeito da interceptação pluvial incidente ao verificar que o número total dos eventos nas estações de **Pi** (E1, E2 e E3) foram influenciados pelo dossel arbóreo, comprovado que a maioria dos dados de **Pi** se apresentaram menores que **PT**, no entanto a influência da intensidade apresenta maior relevância.

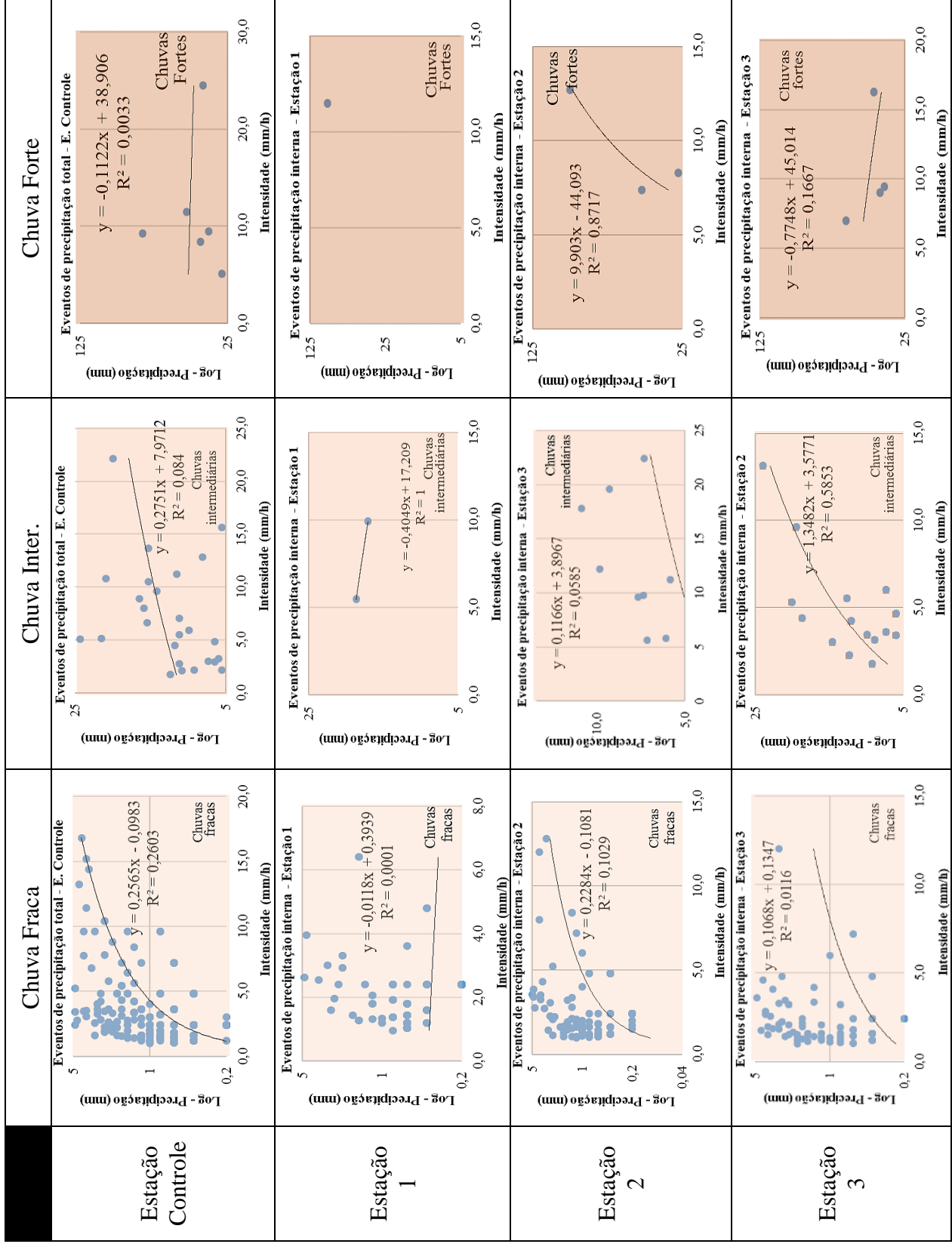
Para perceber a representatividade e complexidade da intensidade nos eventos pluviométricos, apresenta-se na figura 42 a correlação linear dos eventos fracos, intermediários e fortes para cada estação. Portanto a variação da intensidade por cada evento altera os índices pluviométricos de **PT**, **Pi**, **Et** e interceptação pluvial. O exemplo latente são eventos fracos com intensidades medias ou eventos forte com intensidades baixas.

Segundo a figura 42 é perceptível que a intensidade e a precipitação apresentam uma série de variações influentes na correlação e dispersão dos dados, um exemplo são as chuvas fortes com uma correlação positiva e, as chuvas fracas com correlações nulas. Fato que aconteceu na estação 2, visto que chuvas fortes obtiveram coeficiente ( $r^2 = 0,8717$ ) e chuvas fracas ( $r^2 = 0,1029$ ), ou seja, número de eventos pluviométricos associados por totais pluviais e intensidade similares são fatores determinantes para coeficientes positivos, portanto a maior variação e dispersão desses fatores resulta em coeficientes baixos ou nulos.

Porém, na maioria dos casos verifica-se que a correlação é muita baixa ou quase nula, o que aconteceu em todas as estações. Isto denota um baixo grau de associação entre a intensidade e os dados pluviométricos por evento, ou seja, cada evento é único e sua intensidade pode ser influenciada por fatores climáticos momentâneos (MOTA, 2012). Entretanto, sejam os índices pluviométricos variáveis e independentes ente eles, corrobora-se a intensidade como fator determinante na interceptação pluvial.



Figura 42 – Correlação da intensidade e precipitação ao longo do ano amostral, catalogadas por tipos de evento, fracas, intermediárias e fortes na RBDB



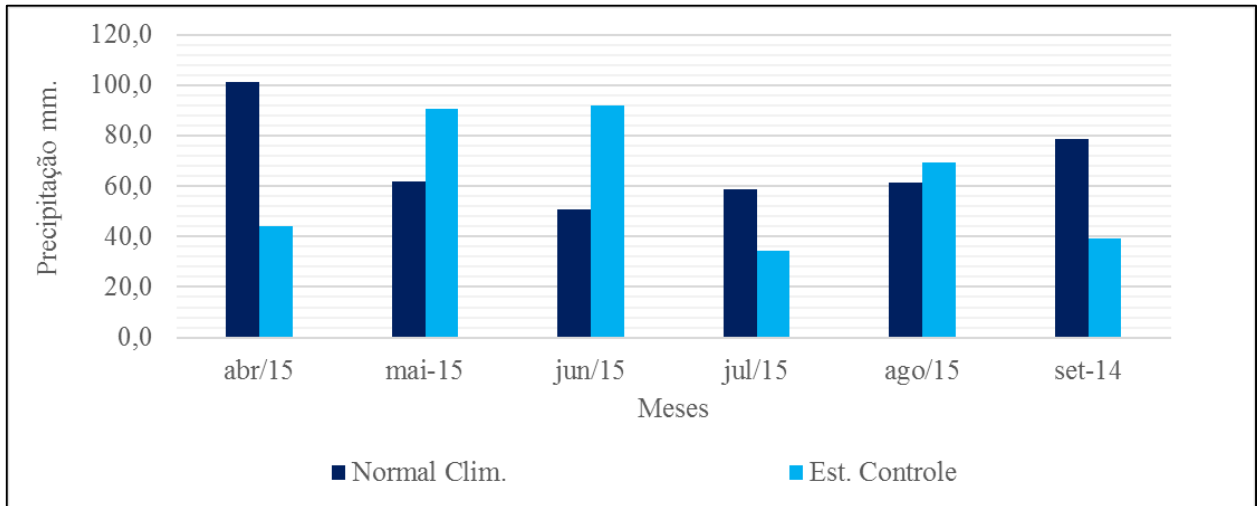
Fonte: Elaborado pelo autor.

### 6.1.2 Variação pluviométrica sazonal da RBDB

Constata-se que no estado de Espírito Santo existem 2 períodos sazonais na distribuição pluviométrica, úmido e seco. O primeiro é formado por chuvas fortes que acontecem na primavera e no verão, durante os meses de outubro a março, já no período seco evidencia-se um ritmo pluviométrico baixo começando em abril até setembro nas estações de outono e inverno (NÓBREGA et al., 2000; ULIANA; SILVA; PIMASSONI, 2010).

Para realizar a análise sazonal é preciso comparar novamente os dados da normal climatológica com as informações obtidas em campo, que é apresentado na figura 43, para o período pluviométrico do período seco. Nesta figura 43, é possível verificar que os dados da estação controle diferiram da normal climatológica na maioria dos meses, conforme evidenciaram os resultados obtidos pelo teste de *Spearman rs*.

Figura 43 – Comportamento pluviométrico na estação seca da normal climatológica e estação controle, dados de precipitação total na RBDB

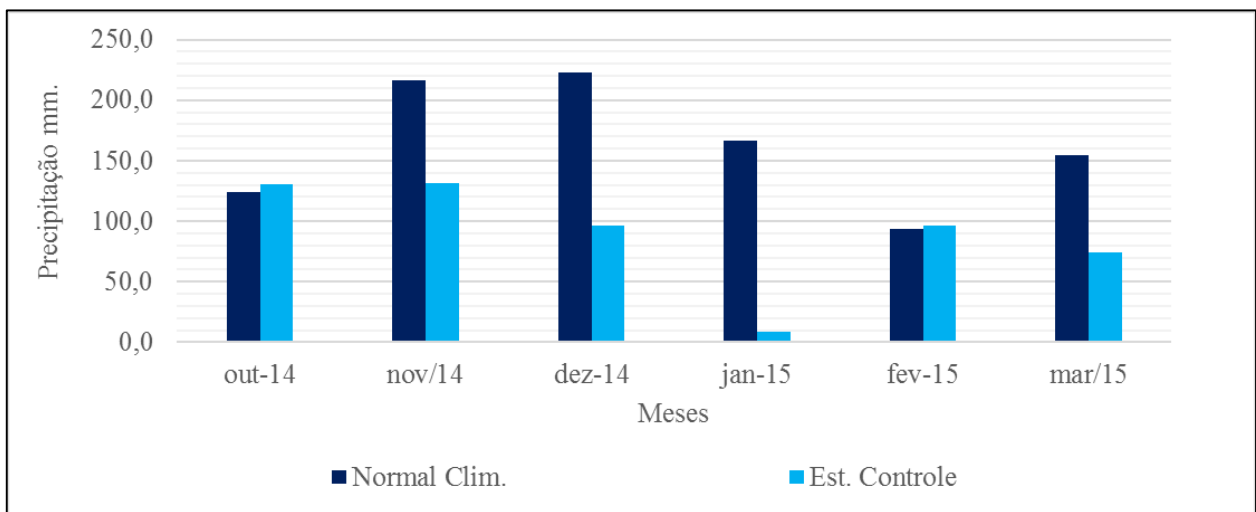


Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar uma diferença marcante em abril, julho e setembro com índices pluviométricos abaixo da normal na estação controle, porém, nota-se no comportamento pluviométrico dos meses de maio e junho, da estação seca, um incremento das chuvas muito acima da normal climatológica, o que pode ser influenciado pela orografia, alturas das árvores, vento, dossel arbóreo e estágios vegetais intraparcels, sendo que índices pluviométricos altos nesse período do ano também são atípicos em relação a normal climatológica supracitada.

O período úmido (Figura 44) também apresentou um comportamento diferenciado da estação controle em relação à normal climatológica. Com exceção dos meses de outubro de 2014 e fevereiro de 2015, que apresentaram similaridade, a grande maioria dos meses da primavera e do verão apresentaram dados pluviométricos muito baixos para a estação úmida (chuvosa) quando comparados com a normal, com destaque para o mês de janeiro de 2015 em que a quantidade de chuva registrada na estação controle foi mínima.

Figura 44 – Comportamento pluviométrico na estação úmida com a normal climatológica e estação controle, dados de precipitação total na RBDB



Fonte: Elaborado pelo autor.

A correlação entre os índices pluviométricos da normal climatológica e os dados mensais da estação controle mostrou-se como fraca para a estação seca ( $r_s = -0,314$ ) e muito fraca para estação úmida ( $r_s = -0,085$ ), indicando que o período de estudo apresentou um padrão de chuvas diferente do ritmo esperado.

Para avaliar e quantificar a significância das diferenças encontradas na comparação dos dados pluviométricos da normal e da estação controle nos dois momentos sazonais foram feitas análises da estatística descritiva, com auxílio do teste  $F$  e  $t$  para amostras paramétricas com variâncias diferentes (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise estatística descritiva dos dados pluviométricos comparando a normal climatológica e a estação controle para a estação úmida e seca

ESTAÇÃO SECA			ESTAÇÃO ÚMIDA		
Mês	Normal Clim.	Est. Controle	Mês	Normal Clim.	Est. Controle
abr/15	101,1	44	out/14	123,7	130,6
mai/15	61,7	90,4	nov/14	216,8	131,9
jun/15	50,9	91,8	dez/14	222,6	96,2
jul/15	58,8	34,2	jan/15	166,5	8,8
ago/15	61,3	69,2	fev/15	93,5	96,4
set/14	78,5	39,4	mar/15	154,7	74
N	6	6	N	6	6
Min	50,9	34,2	Min	93,5	8,8
Max	101,1	91,8	Max	222,6	131,9
Soma	412,3	369,0	Soma	977,8	537,9
Média	68,7	61,5	Média	163,0	89,7
Variância	332,9	670,5	Variância	2580,5	2066,4
Des. Pad.	18,2	25,9	Des. Pad.	50,8	45,5
Erro Pad.	7,4	10,6	Erro Pad.	20,7	18,6
Teste	<i>Uneq. var. t :</i>	0,55754	Teste	<i>Uneq. var. t :</i>	2,6343
	<i>(p &gt; 0,05):</i>	0,59078		<i>(p &lt; 0,05):</i>	0,025218

Nota: *Uneq. Var. t = Unequal variance T*, Teste T com variâncias diferentes  
 Fonte: Elaborado pelo autor.

Mostra-se na tabela 3 diferenças nos totais pluviométricos dos meses do ano amostral, sendo que na estação úmida apresentou-se correlação muito fraca, além de diferenças estatisticamente significativas nos dados coletados pela estação controle ( $p < 0,05$ ). Enquanto a estação seca mostrou correlação fraca entre a normal climatológica e os dados da estação controle (PT), mas sem diferenças estatisticamente significativas.

Cabe ressaltar que o comportamento atípico que aconteceu durante a estação úmida nos meses de dezembro e janeiro foi devido ao bloqueio atmosférico sobre o sudeste brasileiro, que reduziu a frequência e a baroclinicidade dos episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que não atuou entre os anos 2014 e 2015 na região (CPTEC/INPE; ESCOBAR, 2015), além de temperaturas extremas que formaram uma massa de ar quente e seca, associada ao sistema de alta

pressão, resultando em níveis de precipitação abaixo do esperado (DE CÁSSIA SOUSA et al., 2014; INCAPER, 2015; MME, 2014).

Detalhadamente a tabela 3 mostra o comportamento pluviométrico da estação controle, evidenciando totais pluviais superiores em relação a normal climatológica em 2 meses, o primeiro no mês de junho, com uma diferença positiva de 40,9 mm e representando 80,2% a mais da chuva obtida por Bastos, et al. (2015) e, maio com 28,7 mm acima da normal climatológica demonstrando um incremento de 46,5%. Observou-se também índices pluviométricos baixos e muito baixos em relação aos totais da normal climatológica em 7 dos meses do ano amostral, começando por janeiro, março, abril, julho, setembro, novembro e dezembro; porém, os meses de maior diferença foram janeiro, abril e dezembro, com índices pluviométricos de 8,8 mm, 44 mm, e 96,2 mm, representando diferenças de 94,7%, 56,4% e 57,7%, respectivamente.

Entretanto, sejam identificados meses com dados pluviométricos acima e abaixo da normal, foram também evidenciados momentos com índices pluviais esperados e semelhantes, ou seja, baixas diferenças com relação a série de dados de 1983 – 2013. Registrado nos meses de fevereiro, agosto e outubro com 0,31% (2,9 mm), 12 % (7,9 mm) e 5,6% (6,9 mm), respectivamente.

## **6.2. Estrutura vertical (altura das árvores) e horizontal (DAP) da RBDB**

A estrutura vertical arbórea, obtida mediante uso do clinômetro, permitiu identificar as características físicas das parcelas e subparcelas experimentais, as mesmas demonstraram semelhanças e diferenças nos dados coletados ao longo do período amostral e na distribuição dos resultados, encontrando-se próximos entre si.

Foi feita a verificação das semelhanças da estrutura vegetal mediante análise e quantificação das características arbóreas *in situ* (CAP, DAP, Altura das árvores e Área Basal) de cada parcela e suas 3 subparcelas experimentais de cada estação termopluviométrica conforme apresentado nas tabelas 4, 5 e 6. Mostra-se nelas as propriedades estatístico-descritivas e tendenciais para os dados amostrais, utilizando a mediana, média, desvio padrão, teste de normalidade *Shapiro Wilk*, sendo que permite evidenciar a disseminação dos dados e rejeição da normalidade, permitindo o uso do

teste *Kruskal-Wallis*, sendo uma ANOVA não paramétrica e mostrando-se como a avaliação mais apropriada para este tipo de premissas.

Tabela 4 - Análise estatística das subparcelas amostrais da estação 1 de precipitação interna na RBDB durante período de monitoramento

ESTAÇÃO 1			
	DAP (cm)	ALTURA (m)	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> )
N	40	40	40
Mín	5,250	10	0,002
Max	54,110	26	0,230
Soma	719,230	687	1,529
Média	17,981	17,175	0,038
Mediana	2,047	0,670	0,009
Variância	167,576	17,943	0,003
Des. Pad.	12,945	4,236	0,055
Erro Pad.	14,165	17	0,016
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,850	0,957 <i>a</i>	0,680
<i>p(&lt;0,05)</i>	$8,89 \times 10^{-5}$	0,128	$4,61 \times 10^{-8}$
N	77	77	77
Mín	4,930	5	0,002
Max	50,610	27	0,201
Soma	1158,310	1100	2,063
Média	15,043	14,286	0,027
Mediana	10,820	12	0,009
Variância	116,102	42,424	0,002
Des. Pad.	10,775	6,513	0,041
Erro Pad.	1,228	0,742	0,005
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,816	0,917 <i>b</i>	0,612
<i>p(&lt;0,05)</i>	$2,16 \times 10^{-8}$	$9,58 \times 10^{-5}$	$5,79 \times 10^{-13}$
N	64	64	64
Mín	5,090	4	0,002
Max	58,250	30	0,266
Soma	973,760	878	1,970
Média	15,215	13,719	0,031
Mediana	10,030	12	0,008
Variância	162,392	41,475	0,003
Des. Pad.	12,743	6,440	0,055
Erro Pad.	1,593	0,805	0,007
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,723	0,900 <i>b</i>	0,560
<i>p(&lt;0,05)</i>	$1,09 \times 10^{-9}$	$7,97 \times 10^{-5}$	$1,48 \times 10^{-12}$
<i>K-Wallis (KW)</i>	2,086	13,44	1,948
<i>p(&lt;0,05)</i>	0,352	0,001	0,377

Fonte: Elaborado pelo autor

Com relação a estação 1, verificou-se que a média e o desvio padrão das estações A, B e C são semelhantes nos dados de DAP e Área Basal, com variações pequenas entre si, além de cumprir as premissas nos resultados do teste *Kruskal - Wallis* com os fatores *KW* próximo de 1 e  $p > 0,05$ , visto que os resultados indicaram  $KW = 2,086$ ,  $p = 0,352$  para DAP e  $KW = 1,948$ ,  $p = 0,377$  para Área Basal, o que denota a inexistência de diferenças estatísticas significativas para esses dois grupos de dados.

Porém, a grande diferença nas subparcelas amostrais da estação 1 foi evidenciada com os fatores *KW* e  $p$  deixando de cumprir as premissas do teste, o resultado obtido  $KW = 13,44$  e  $p = 0,001$ , evidenciando diferenças estatisticamente significativas na altura das árvores e maior discrepância na parcela A com relação as parcelas B e C. Tal característica permite evidenciar uma série de estágios florestais adicionais que podem influir nos dados de interceptação, associado a vertente íngreme e suas diferenças nas altura das árvores. Tal comportamento evidenciado anteriormente, não se aplica a área basal e DAP, que apresentam resultados semelhantes.

Tabela 5 - Análise estatística das subparcelas amostrais da estação 2 de precipitação interna na RBDB durante período de monitoramento

ESTAÇÃO 2			
	DAP (cm)	ALTURA (m)	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> )
N	50	50	50
Min	4,930	4	0,001
Max	64,300	26	0,053
Soma	901,440	616	0,761
Média	18,029	12,320	0,015
Mediana	13,370	11	0,011
Variância	217,869	41,365	0,000
Des. Pad.	14,760	6,432	0,014
Erro Pad.	2,087	0,910	0,002
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,811	0,919 <i>b</i>	0,871
<i>p(&lt;0,05)</i>	$1,61 \times 10^{-6}$	0,002	$6,03 \times 10^{-5}$
N	53	53	53
Min	3,500	3	0,001
Max	92,310	24	0,669
Soma	1105,160	449	2,935
Média	20,852	8,466	0,055
Mediana	16,87	7	0,022
Variância	275,404	22,144	0,010
Des. Pad.	16,595	4,706	0,100
Erro Pad.	2,280	0,646	0,014
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,840	0,911 <i>a</i>	0,511
<i>p(&lt;0,05)</i>	$5,10 \times 10^{-6}$	0,001	$4,95 \times 10^{-12}$
N	45	45	45
Min	5,090	4	0,002
Max	60,160	26	0,284
Soma	772,360	638	1,758
Média	17,164	14,178	0,039
Mediana	9,870	13	0,008
Variância	206,917	42,649	0,004
Des. Pad.	14,385	6,531	0,062
Erro Pad.	2,144	0,974	0,009
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,791	0,941 <i>b</i>	0,658
<i>p(&lt;0,05)</i>	$1,53 \times 10^{-6}$	0,023	$5,48 \times 10^{-9}$
<i>K-Wallis (KW)</i>	1,734	19,61	5,607
<i>p(&lt;0,05)</i>	0,420	$5,33 \times 10^{-5}$	0,060

Fonte: Elaborado pelo autor



Para a estação 2 percebesse a mesma circunstância da estação 1 ao se apresentar nas subparcelas média e desvio padrão semelhantes nos dados de DAP e área Basal para a parcela A, B e C, igualmente rejeitada a normalidade e foi corroborado com o uso do teste de *Kruskal Wallis*,  $KW=1,734$  e  $p = 0,420$ , constatando-se a ausência de diferenças estatisticamente significativas nos resultados de DAP.

Nos dados de Área Basal, as premissas também foram cumpridas, porém seu resultado apresentou valores diferentes em relação aos obtidos por DAP, com  $KW = 5,607$  e  $p=0,060$ . Todavia as diferenças registradas não foram consideradas como significativas, ou seja, a Área Basal das subparcelas amostrais da estação 2 demonstraram semelhanças entre elas.

Além das semelhanças, encontraram-se diferenças na variação da altura das árvores, o que indica aumento ou diminuição nos estratos vegetais intraparcels, os resultados do teste *Kruskal Wallis*, nesse caso  $KW = 19,61$  e  $p < 0,001$ , não atendem as premissas de  $p > 0,05$  e  $KW$  próximo de 1, corrobora-se então, uma diferença estatisticamente significativa entre altura das árvores, evidenciando que a parcela mais discrepante foi a B, em relação as parcelas A e C que apresentaram semelhanças entre si.

As diferenças identificadas na estação 2 demonstraram a existência de um número maior de estratos vegetais, seja pelas condições orográficas do local ou nível de desenvolvimento da floresta onde estão alocadas as subparcelas, além da vertente íngreme, essas diferenças podem influenciar as perdas por interceptação ao possuir também uma maior capacidade do dossel diminuindo os pontos de saturação.

Tabela 6 - Análise estatística das subparcelas amostrais da estação 3 de precipitação interna na RBDB durante período de monitoramento.

ESTAÇÃO 3				
	DAP (cm)	ALTURA (m)	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> )	
N	55	55	55	
Min	1,590	4	0	
Max	159,150	85	1,989	P
Soma	1086,360	764	4,293	A
Média	12,410	10	0,012	R
Mediana	13,370	11	0,011	C
Variância	614,051	136,581	0,079	E
Des. Pad.	24,780	11,687	0,282	L
Erro Pad.	3,341	1,576	0,038	A
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,570	0,593 <i>b</i>	0,263	
<i>p(&lt;0,05)</i>	$1,92 \times 10^{-11}$	$4,28 \times 10^{-11}$	$4,09 \times 10^{-15}$	A
N	53	53	53	
Min	4,930	4	0,002	
Max	195,760	87	3,010	P
Soma	862,260	711	4,068	A
Média	16,269	13,415	0,077	R
Mediana	9,55	9	0,007	C
Variância	725,301	226,248	0,170	E
Des. Pad.	26,931	15,042	0,412	L
Erro Pad.	3,699	2,066	0,057	A
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,377	0,520 <i>a</i>	0,160	
<i>p(&lt;0,05)</i>	$1,17 \times 10^{-13}$	$6,55 \times 10^{-12}$	$8,26 \times 10^{-16}$	B
N	52	52	52	
Min	5,410	3	0,002	
Max	63,980	30	0,322	P
Soma	880,450	696	1,991	A
Média	16,932	13,385	0,038	R
Mediana	9,870	10	0,008	C
Variância	203,721	52,555	0,005	E
Des. Pad.	14,273	7,249	0,069	L
Erro Pad.	1,979	1,005	0,010	A
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,745	0,852 <i>b</i>	0,557	
<i>p(&lt;0,05)</i>	$3,73 \times 10^{-8}$	$1,24 \times 10^{-5}$	$2,72 \times 10^{-11}$	C
<i>K-Wallis (KW)</i>	4,050	4,199	3,803	
<i>p(&lt;0,05)</i>	0,132	0,121	0,148	

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao analisar os dados da estação 3, foram encontradas semelhanças florestais entre suas subparcelas amostrais. Os resultados do teste de *Kruskal Wallis* para DAP, área basal e altura das árvores foram  $KW= 4,050$ ,  $KW= 4,199$  e  $KW= 3,803$  e  $p= 0,132$ ,  $p= 0,121$  e  $p= 0,148$  respectivamente, confirmando a veracidade das premissas do teste, também foram encontrados média, mediana e desvio padrão similares para as três variáveis.

Cabe considerar para as estações 1, 2 e 3 que não existem diferenças estatisticamente significativas nos resultados de DAP e Área Basal, ou seja, os dados obtidos mediante o uso de ferramentas estatísticas, demonstraram proximidade e semelhanças entre si, isto na avaliação intra-parcelas de todas as estações, parcelas e subparcelas experimentais de precipitação interna. Porém, o fator diferencial mostra-se nas parcelas A da Estação 1 (E1) e parcela B da Estação 2 (E2), onde foram obtidas diferenças estatisticamente significativas na altura das árvores, seja por fator orográfico e variação nos estágios (camadas intra-dossel) vegetais ou pelas vertentes onde estão alocadas as estações.

Além da avaliação intra-parcela foi desenvolvida uma análise entre-parcelas (avaliação de todas as parcelas e subparcelas amostrais no mesmo momento), evidenciou-se na tabela 7 as variações estruturais vegetais diferenciadas por estação e por parâmetro estrutural. Os resultados mostraram a não existência de diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros de DAP e área Basal para todas as parcelas e subparcelas das estações de precipitação interna, além de apresentar correlações muito fracas, fracas e moderadas, mostrando um grau de similaridade entre as parcelas.

Porém, os resultados também demonstraram a existência de diferenças estatisticamente significativas na altura das árvores para todas as parcelas e subparcelas das estações de precipitação interna. Tais variações na altura das árvores podem influenciar na interceptação pluvial, conforme apontado por Bega et al (2005).

Tabela 7 - Análise e avaliação estatística entre-parcelas e subparcelas amostrais de todas as estações de precipitação interna na RBDB durante período de monitoramento.

	ESTAÇÃO 1 - DAP			ESTAÇÃO 2 - DAP			ESTAÇÃO 3 - DAP		
	Parcela A	Parcela B	Parcela C	Parcela A	Parcela B	Parcela C	Parcela A	Parcela B	Parcela C
N	40	77	64	50	53	45	55	53	52
Min	5,250	4,930	5,090	4,930	3,500	5,090	1,590	4,930	5,410
Max	54,110	50,610	58,250	64,300	92,310	60,160	159,150	195,760	63,980
Soma	719,230	1158,310	973,760	901,440	1105,160	772,360	1086,360	862,260	880,450
Média	17,981	15,043	15,215	18,029	20,852	17,164	19,752	16,269	16,932
Des. Pad.	12,945	10,775	12,743	14,760	16,595	14,385	24,780	26,931	14,273
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,850	0,816	0,723	0,811	0,840	0,791	0,570	0,377	0,745
<i>p(&lt;0,05)</i>	$8,88 \times 10^{-5}$	$2,16 \times 10^{-8}$	$1,09 \times 10^{-9}$	$1,61 \times 10^{-6}$	$5,09 \times 10^{-6}$	$1,52 \times 10^{-6}$	$1,92 \times 10^{-11}$	$1,17 \times 10^{-13}$	$3,73 \times 10^{-6}$
<i>K-Wallis (KW)</i>	10,170								
<i>p(&gt;0,05)</i>	0,253								
<i>Spearman rs (max)</i>	0,120	0,082	0,283	0,464	0,088	0,464	0,088	0,313	0,145

	ESTAÇÃO 1 - ALT ARV			ESTAÇÃO 2 - ALT ARV			ESTAÇÃO 3 - ALT ARV		
	Parcela A	Parcela B	Parcela C	Parcela A	Parcela B	Parcela C	Parcela A	Parcela B	Parcela C
N	40	77	64	50	53	45	55	53	52
Min	10	5	4	4	3	4	4	4	3
Max	26	27	30	26	24	26	85	87	30
Soma	687	1100	878	616	449	638	764	711	696
Média	17,175	14,286	13,719	12,320	8,466	14,178	13,891	13,415	13,385
Des. Pad.	4,236	6,513	6,440	6,432	4,706	6,531	11,687	15,042	7,249
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,957	0,917	0,900	0,919	0,911	0,941	0,593	0,520	0,852
<i>p(&lt;0,05)</i>	0,128	$9,58 \times 10^{-5}$	$7,97 \times 10^{-5}$	0,002	0,001	0,023	$4,28 \times 10^{-11}$	$6,55 \times 10^{-12}$	$1,24 \times 10^{-5}$
<i>K-Wallis (KW)</i>	61,990								
<i>p(&gt;0,05)</i>	$1,73 \times 10^{-10}$								
<i>Spearman rs (max)</i>	0,052 <sup>a</sup>	0,102 <sup>b</sup>	0,397 <sup>b</sup>	0,396 <sup>bcd</sup>	0,136 <sup>e</sup>	0,397 <sup>abc</sup>	0,155 <sup>bcd</sup>	0,252 <sup>d</sup>	0,169 <sup>bcd</sup>

	ESTAÇÃO 1 - ÁREA BASAL			ESTAÇÃO 2 - ÁREA BASAL			ESTAÇÃO 3 - ÁREA BASAL		
	Parcela A	Parcela B	Parcela C	Parcela A	Parcela B	Parcela C	Parcela A	Parcela B	Parcela C
N	40	77	64	50	53	45	55	53	52
Min	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,000	0,002	0,002
Max	0,230	0,201	0,266	0,053	0,669	0,284	1,989	3,010	0,322
Soma	1,529	2,063	1,970	0,761	2,935	1,758	4,293	4,068	1,991
Média	0,038	0,027	0,031	0,015	0,055	0,039	0,078	0,077	0,038
Des. Pad.	0,055	0,041	0,055	0,014	0,100	0,062	0,282	0,412	0,069
<i>S-Wilk (SW)</i>	0,680	0,612	0,560	0,871	0,511	0,658	0,263	0,160	0,557
<i>p(&lt;0,05)</i>	$4,61 \times 10^{-8}$	$5,79 \times 10^{-5}$	$1,48 \times 10^{-5}$	$4,28 \times 10^{-11}$	$1,24 \times 10^{-5}$	$1,61 \times 10^{-6}$	$6,55 \times 10^{-12}$	$1,17 \times 10^{-13}$	$1,13 \times 10^{-7}$
<i>K-Wallis (KW)</i>	11,510								
<i>p(&gt;0,05)</i>	0,173								
<i>Spearman rs (max)</i>	0,146	0,101	0,273	0,348	0,090	0,348	0,090	0,329	0,146

Nota: *Spearman rs (max)*, apresenta os valores máximos das correlações entre as parcelas

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao analisar a variabilidade dos pontos, parcelas e subparcelas amostrais em relação à altura das árvores, verifica-se que, durante o intervalo de coleta, a rejeição da normalidade na maioria dos grupos amostrais, permite o uso dos testes de *Kruskal Wallis e correlação de pontos de Spearman*. Os resultados apresentam diferenças estatisticamente significativas nas subparcelas A da estação 1, parcelas B na estação 2 e na estação 3, além de correlações muito fracas e fracas entre cada uma das parcelas. Cabe ressaltar que as diferenças na altura das árvores podem ser associadas a topografia e relevo do local, sabe-se que os pontos e parcelas encontram-se em altitudes e declividades diferentes.

### **6.3. Análise da evolução do Índice de Área Foliar na RBDB.**

As variações e resultados do índice de área foliar ao longo do período amostral são apresentados na tabela 8. Mostra-se que não existem diferenças estatisticamente significativas nos dados de porcentagem de cobertura florestal nem nos dados de IAF, o que significa que além das variações pluviométricas registradas ao longo do período amostral, a floresta da RBDB mantém seu dossel arbóreo estável ao longo dos períodos sazonais.

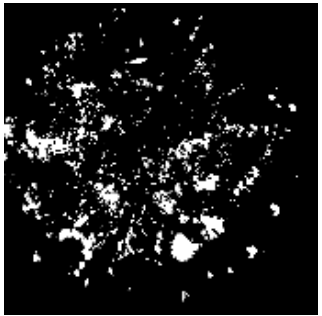
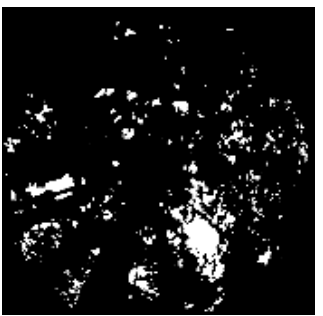
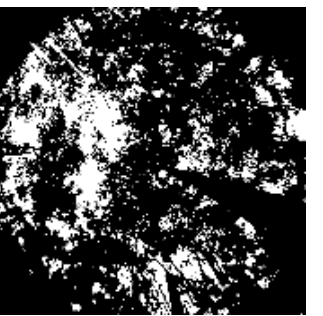
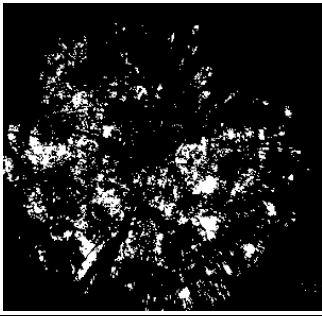
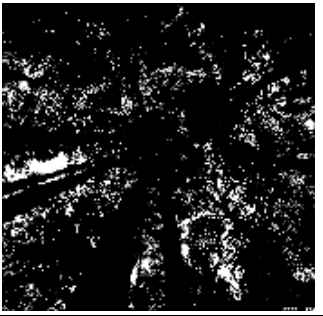
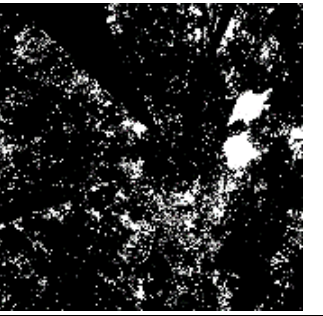

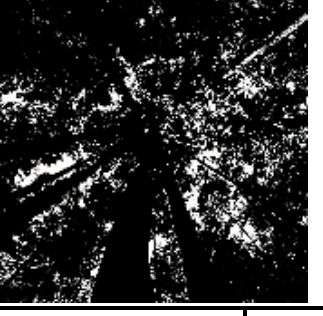

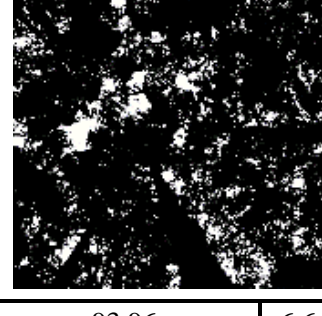
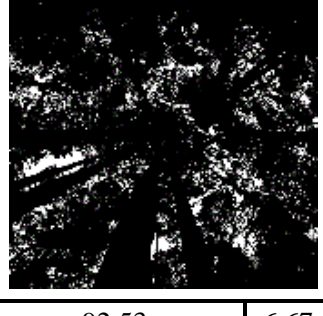
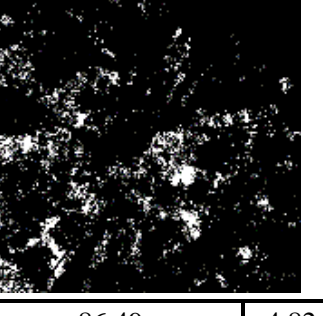
Os dados obtidos de dossel e IAF mostraram normalidade e, portanto, permitiram o uso da *ANOVA*, onde observa-se que a maior variação nos resultados se apresenta na porcentagem de cobertura do dossel (Quadro 8), embora, não sejam diferenças significativas estatisticamente, mostra o comportamento sazonal evidenciado no mês de dezembro com menor porcentagem de cobertura do dossel e, abril e julho as maiores porcentagens de dossel.

Tabela 8 – Análise estatística dos resultados de Índice de Área Foliar e porcentagem de cobertura do dossel nas estações termoplúviométricas da RBDB.

DATA	ESTAÇÃO 3		ESTAÇÃO 2		ESTAÇÃO 1	
	CANOPY TREE (%)	IAF	CANOPY TREE (%)	IAF	CANOPY TREE (%)	IAF
27/08/2014	72,76	2,96	86,21	4,62	89,5	5,68
03/09/2014	83,35	3,98	85,43	4,27	86,98	4,55
17/09/2014	77,25	3,63	88,05	4,98	90,27	5,35
15/10/2014	70,84	2,54	78,19	3,51	75,83	2,99
29/10/2014	79,59	3,32	84,38	4	79,29	3,3
12/11/2014	76,74	3,46	82,39	3,7	83,76	4,1
10/12/2014	66,33	2,36	71,76	2,77	71,34	2,67
26/01/2015	78,44	3,72	85,51	4,43	91,29	5,35
09/02/2015	88,8	4,94	83,9	4,48	88,48	4,88
23/02/2015	86,57	5,07	87,14	4,93	88,24	5,02
09/03/2015	78,39	3,89	85,49	4,9	82,04	4,12
23/03/2015	82,79	4,46	81,5	4,45	82,21	4,34
06/04/2015	86,49	5,07	92,53	6,67	93,96	6,6
13/05/2015	87,87	5,26	91,03	6,04	91,15	5,88
28/05/2015	83,14	4,56	82,45	4,61	83,36	4,4
08/06/2015	76,44	3,41	81,66	4,12	80,36	3,69
06/07/2015	89,87	5,52	87,49	5,22	90,9	5,96
03/08/2015	76,04	3,67	81,34	4,15	81,03	3,98
<b>TOTAL</b>	<b>80,09</b>	<b>3,99</b>	<b>84,25</b>	<b>4,55</b>	<b>85,00</b>	<b>4,60</b>
N	18	18	18	18	18	18
Min	66,33	2,36	71,76	2,77	71,34	2,67
Max	89,87	5,52	92,53	6,67	93,96	6,60
Soma	1441,70	71,82	1516,45	81,85	1529,99	82,86
Média	80,09	3,99	84,25	4,55	85,00	4,60
Mediana	79,02	3,81	84,91	4,47	85,37	4,48
Variância	42,69	0,88	22,26	0,79	36,96	1,17
Des. Pad.	6,53	0,94	4,72	0,89	6,08	1,08
Erro Pad.	1,54	0,22	1,11	0,21	1,43	0,25
<i>Shapiro-Wilk</i>	0,964	0,959	0,947	0,956	0,949	0,984
<i>p(normal)</i>	0,681	0,578	0,381	0,524	0,415	0,983
<i>ANOVA(F)</i>	3,152	2,215	3,152	2,215	3,152	2,215
<i>p(normal)</i>	0,057	0,124	0,057	0,124	0,057	0,124






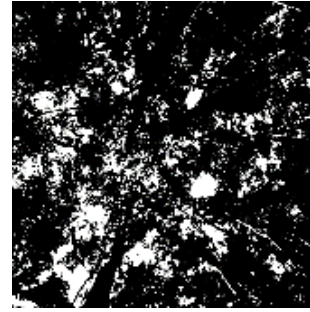

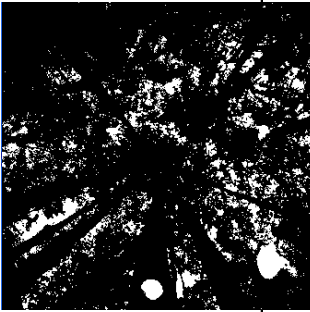
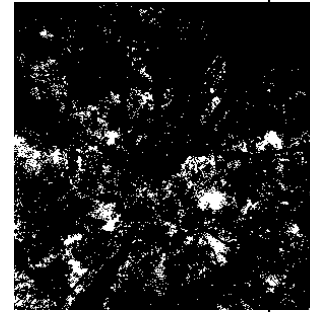


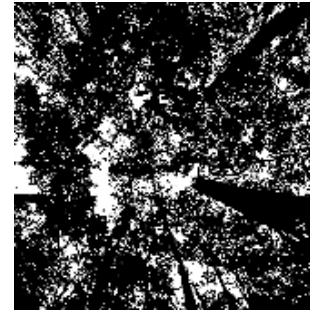
Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 8 – Evolução do percentual de cobertura do dossel e do Índice de Área Foliar (IAF) nas três estações termopluviométricas (precipitação interna) da RBDB durante o período de 09/2014 – 09/2015. (Continua)

DATA	ESTAÇÃO 1		ESTAÇÃO 2		ESTAÇÃO 3	
	Dossel Arbóreo (%)	IAF	Dossel Arbóreo (%)	IAF	Dossel Arbóreo (%)	IAF
jan-15						
	91,29	5,35	85,51	4,43	78,44	3,72
fev - 15						
	87,68	5,03	86,34	4,71	88,36	4,95
mar/15						
	86,36	4,7	86,67	4,73	85,52	4,75
abr/15						
	93,96	6,6	92,53	6,67	86,49	4,82

Fonte: Elaborado pelo autor

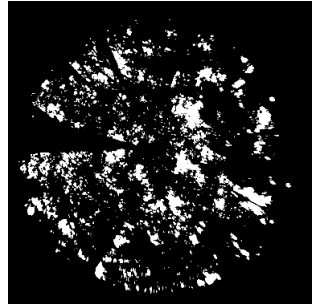

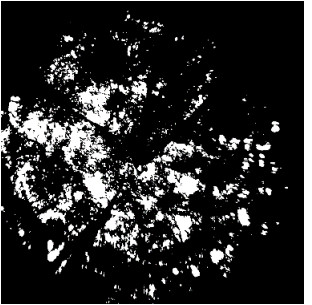
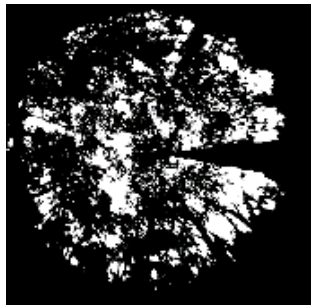

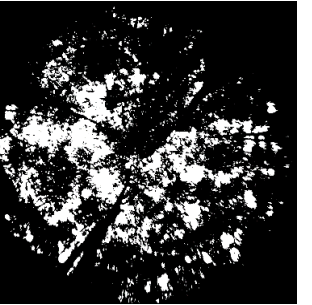
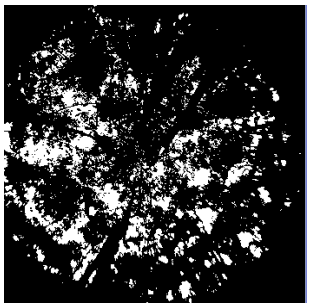
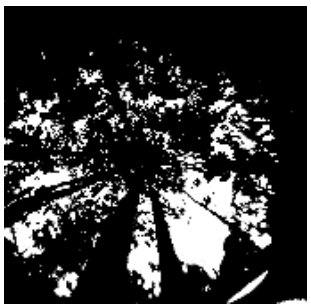
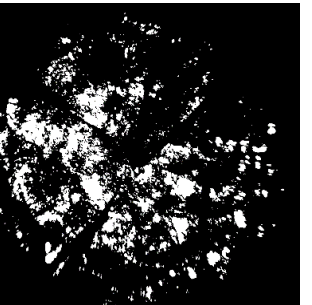
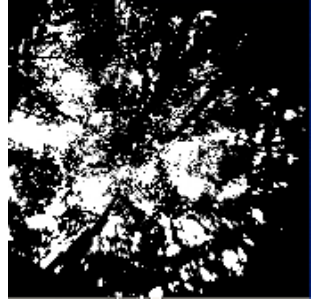
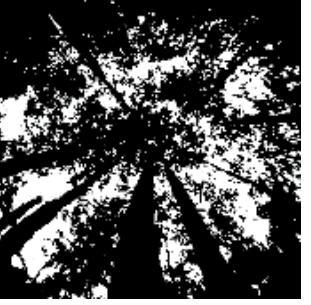
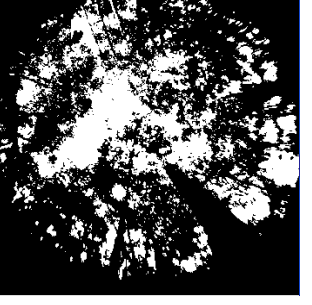
Quadro 8 – Evolução do percentual de cobertura do dossel e do Índice de Área Foliar (IAF) nas três estações termopluviométricas (precipitação interna) da RBDB durante o período de 09/2014 – 09/2015. (Continua)

DATA	ESTAÇÃO 1		ESTAÇÃO 2		ESTAÇÃO 3	
	Dossel Arbóreo (%)	IAF	Dossel Arbóreo (%)	IAF	Dossel Arbóreo (%)	IAF
mai-15						
	85,3	4,66	82,59	4,41	85,5	4,91
jun/15						
	80,36	3,69	81,66	4,12	76,44	3,41
jul/15						
	90,9	5,64	87,49	5,22	88,74	5,43
ago/15						
	82,04	4,12	85,49	4,9	78,39	3,9

Fonte: Elaborado pelo autor



Quadro 8 – Evolução do percentual de cobertura do dossel e do Índice de Área Foliar (IAF) nas três estações termopluviométricas (precipitação interna) da RBDB durante o período de 09/2014 – 09/2015. (Conclusão)

DATA	ESTAÇÃO 1		ESTAÇÃO 2		ESTAÇÃO 3	
	Dossel Arbóreo (%)	IAF	Dossel Arbóreo (%)	IAF	Dossel Arbóreo (%)	IAF
set-14						
	86,98	4,55	85,43	4,27	83,35	3,98
out-14						
	77,56	3,14	81,3	3,75	75,21	2,93
nov/14						
	83,76	4,1	82,39	3,7	76,74	3,46
dez-14						
	71,34	2,67	71,76	2,77	66,33	2,36

Nota: Fotografias hemisféricas com maior Dossel Arbóreo (%) e IAF mensal  
 Fonte: Elaborado pelo autor

Ao perceber o comportamento do dossel e sua estabilidade ao longo do período amostral, foram analisados e comparados com os dados pluviométricos das estações de **PI** (E1, E2 e E3) e **PT**, portanto, os resultados demonstraram a inexistência de diferenças estatisticamente significativas, embora apresentem correlações moderadas e fortes, além disso, percebeu-se a rejeição da normalidade dos dados (Tabela 9) pela E1, o que permite a utilização do teste de *Kruskal Wallis*.

Tabela 9 – Resultados estatístico comparativos do comportamento do dossel (IAF) com os índices pluviométricos das estações termopluviométricas de PI e PT na RBDB

Mês	Est. Controle	Est. 1 (mm)	Est. 1 (IAF)	Est. 2 (mm)	Est. 2 (IAF)	Est. 3 (mm)	Est. 3 (IAF)
jan/15	8,80	0,60	5,35	0,80	4,43	2,80	3,72
fev/15	96,40	20,20	4,88	42,80	4,48	63,20	4,94
			5,02		4,93		5,07
mar/15	74,00	7,00	4,12	46,20	4,9	53,40	3,89
			4,34		4,45		4,46
abr/15	44,00		6,60	26,80	6,67	13,20	5,07
mai/15	90,40		5,88	15,40	6,04	90,00	5,26
			4,4		4,61		4,56
jun/15	91,80	107,90	3,69	109,00	4,12	46,20	3,41
jul/15	34,20	15,40	5,96	17,20	5,22	19,00	5,52
ago/15	69,20	22,20	3,98	41,60	4,15		3,67
			5,68		4,62		2,96
set/14	39,40	14,20	4,55	4,20	4,27	40,40	3,98
			5,35		4,98		3,63
out/14	130,60	27,20	2,99	44,00	3,51	108,60	2,54
			3,3		4		3,32
nov/14	131,90	22,80	4,10	89,80	3,70	90,60	3,46
dez/14	96,20	2,00	2,67	73,80	2,77	86,40	2,36
N	12	10	18	12	18	11	18
Min	8,80	0,60	2,67	0,80	2,77	2,80	2,36
Max	131,90	107,90	6,60	109,00	6,67	108,60	5,52
Soma	906,90	239,50	82,86	511,60	81,85	613,80	71,82
Média	75,58	23,95	4,60	42,63	4,55	55,80	3,99
Mediana	82,20	17,80	4,48	42,20	4,47	53,40	3,81
Variância	1460,17	951,01	1,17	1134,78	0,79	1247,27	0,88
Des. Pad.	38,21	30,84	1,08	33,69	0,89	35,32	0,94
Erro Pad.	11,03	9,75	0,25	9,72	0,21	10,65	0,22
<i>Shapiro-Wilk</i>	0,95	0,65	0,98	0,93	0,96	0,95	0,96
<i>p(normal)</i>	0,68	0,00	0,98	0,36	0,52	0,62	0,58
<i>Kruskal-Wallis</i>				-8,67			
<i>p(normal)</i>				0,95			
<i>Spearman rs (max)</i>	0,88	0,56	0,89	0,76	0,89	0,88	0,77

Nota: *Spearman rs (max)*, apresenta os valores máximos das correlações entre os dados

Fonte: Elaborado pelo autor

Evidencia-se ao longo do ano amostral variações pequenas do dossel, com pouca representatividade. Estas pequenas variações estão associadas a dois fatores dos índices pluviométricos mensais: intensidade e sazonalidade. Isto é, que durante o período úmido a floresta, mais exatamente o dossel arbóreo, manteve pouca oscilação, porém as poucas mudanças registradas sempre tiveram relação com a intensidade, como exemplo, a E3 durante setembro/2014 até fevereiro/2015 (na maioria dos casos) apresentou intensidades maiores e resultados de IAF menores em comparação com as outras duas estações de **Pi**.

Durante o mês de transição que é abril, observou-se a chuva acumulada em um incremento das copas das árvores para todas as estações termopluviométricas, ou seja, a resposta da floresta após chuvas, o que evidencia o crescimento dos dosséis. Esse fenômeno também poder ser apreciado durante o mês de julho, sendo que maio e junho registraram chuvas acima da normal climatológica e a resposta da floresta mostrou-se na diminuição do dossel arbóreo.

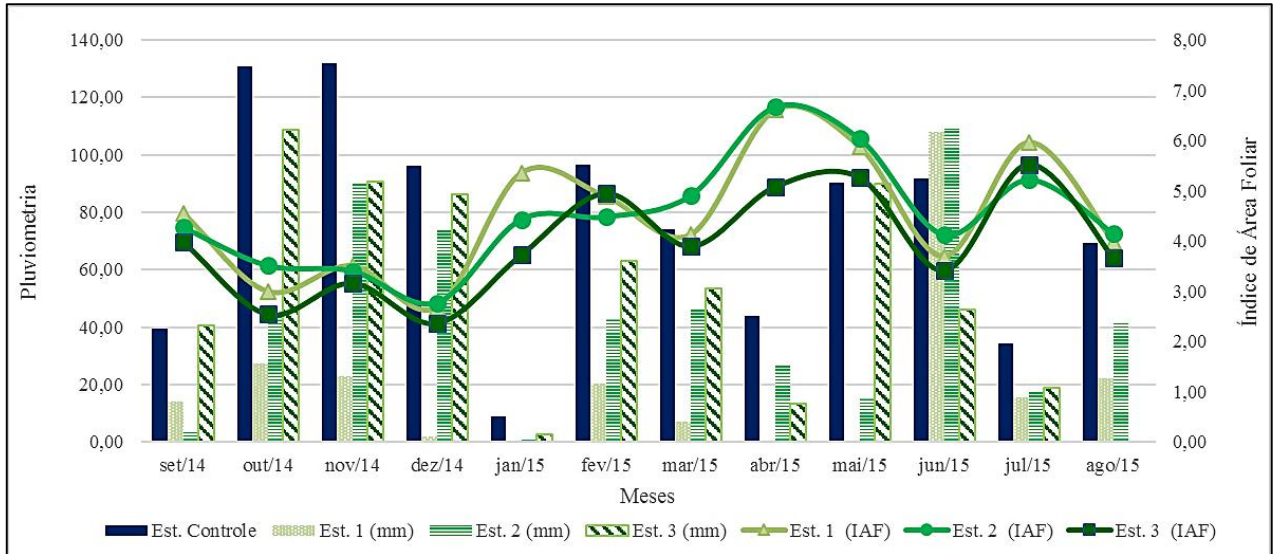
Além dos períodos sazonais (úmido e seco), o dossel da estação 1 e 2 apresentaram similaridade e correlações fortes entre si. Ao longo do ano, a E1 com uma média anual de 4,6 m/m<sup>2</sup> (IAF) e baixo desvio padrão de 1,08, demonstrou proximidade nos dados. Mesmo assim, apresentou-se um dossel maior e dominante com relação as outras estações. A estação 2, apresentou menor variação nos dados (Des. Pad. 0,89) e uma média anual de 4,55m/m<sup>2</sup>. A estação 3 apresentou uma média anual de 3,9 m/m<sup>2</sup> e desvio padrão de 0,94. Embora sejam resultados do dossel arbóreo, as perdas por interceptação podem apresentar similaridade e forte correlação com o comportamento e resposta do dossel.

Cabe ressaltar que o comportamento dos dosséis não apresenta diferenças significativas, como mostrou o teste de *Kruskal Wallis*, utilizado pela rejeição da normalidade nos dados pluviométricos da E1. Portanto, os dados obtidos para as 3 estações termopluviométricas com 18 fotos hemisféricas durante o período amostral, confirmam que as estações estão alocadas sob dosséis similares, sendo que isso minimiza possíveis erros de medição causados por características desiguais dos dosséis. Além disso, os dados e análises das parcelas e subparcelas demonstraram também similaridade no DAP e Área Basal, o que comprovou a existências de semelhanças na cobertura vegetal.

Na figura 45 apresenta-se o comportamento mensal das chuvas e do dossel a longo do período monitorado, mostrando uma série de oscilações condicionadas por fatores climáticos e sazonais. Portanto evidencia-se dois momentos de diminuição do dossel, o primeiro no mês de dezembro,

possivelmente refletindo ao total pluviométrico constante durante os meses de outubro e novembro e, o segundo momento tem a ver com as intensidades do mês de junho, por ter obtido as maiores intensidades no período amostral.

Figura 45 – Comportamento mensal da distribuição pluvial e do dossel nas estações termopluviométricas da RBDB



Fonte: Elaborado pelo autor

Observou-se também um aumento do dossel em três momentos, o maior evidenciado no mês de abril, seguido por julho e janeiro, todos com totais pluviométricos baixos durante os períodos úmido e de estiagem. Este resultado é dado pela forte relação das quantidades pluviométricas antecedentes e pouca intensidade durante os meses evidenciados, ou seja, a variação da densidade foliar é diretamente proporcional com as perdas por interceptação e inversamente proporcional com a intensidade e quantidade pluviométricas, como também evidenciado por Miranda; Milde (1986) e Oliveira, et al. (2008) no Centro de Pesquisas do Cacau, (Ilhéus, Bahia) e na Floresta Amazônica Oriental, FLONA Caxiuanã.

Ao analisar os totais pluviométricos, percebe-se a capacidade da cobertura florestal, mais exatamente do dossel, ao poder dissipar a intensidade pluviométrica, acontecendo ao mesmo tempo uma queda de galhos, folhas e árvores, que como consequência gera diminuições no dossel arbóreo.

Consequentemente aos altos e médios totais pluviométricos, foram registradas fortes intensidades nos eventos chuvosos do período amostral, durante os meses chuvosos de junho, outubro e novembro sendo que o dossel apresenta diminuições nas 3 estações. A perda de folhas foi associada à intensidade das chuvas, do que aos períodos sazonais ou momentos de crises hídricas.

Cabe ressaltar que o índice de área foliar mostrou-se sem diferenças estatisticamente significativas, ou seja, os dados de IAF mantêm estabilidade ao longo do período amostral, embora sejam evidenciadas pequenas variações. Os resultados da variabilidade da área foliar obtidos para a Mata Atlântica da RBDB estão em conformidade como os trabalhos de Collischonn (2001) e Sanches et. al. (2008), ao determinar variações no IAF em florestas decíduais e semidecíduais, onde concluíram para floresta amazônica um índice máximo de 6-7 m/m<sup>2</sup> e uma média anual de 3,21 – 5,54 m/m<sup>2</sup> para floresta de transição Amazônia cerrado. Logo, os resultados obtidos ao longo do período amostral da RBDB de IAF encontram-se coerentes e lógicos com a literatura além de apresentar um bom grau de semelhança com um bosque primário como é a Floresta Amazônica.

#### **6.4.Fatores atuantes na Interceptação pluvial na RBDB**

Ressalta-se na metodologia as equações 19, 20 e 21, provenientes dos modelos de Horton (1919), Blake (1975), Lima (1976) e Lima; Nicolielo (1983) para quantificação da interceptação pluvial, nesses modelos foram identificados como elementos fundamentais a Precipitação total (**PT**), Precipitação interna (**Pi**) e Escoamento pelo Tronco (**Et**), porém, existem fatores influenciadores desses elementos como intensidade e dossel arbóreo, já que podem gerar variações nas porcentagens de interceptação. Portanto, foram feitas as análises estatísticas e correlações pertinentes dos fatores atuantes no modelo de interceptação (Tabela 10).

Evidenciou-se nos resultados obtidos, a rejeição da normalidade dos dados no total pluviométrico da Estação 1 e da intensidade da Estação 2 do período amostral, além disso, apresentam-se diferenças estatisticamente significativas na maioria dos dados e correlações moderadas, fortes e muito fortes.

Além dos fatores vegetais e climáticos a localização e número de medidores influencia o erro na estimativa da interceptação (GIGLIO, 2013), cabe ressaltar que a localização também possui variáveis intrínsecas que podem influenciar e/ ou gerar erros na quantificação de perdas por interceptação como são altitude e sazonalidade.

Tabela 10 – Análise estatística comparativa dos dados de PT (EC), Pi (E1, E2, E3), intensidade e IAF na RBDB

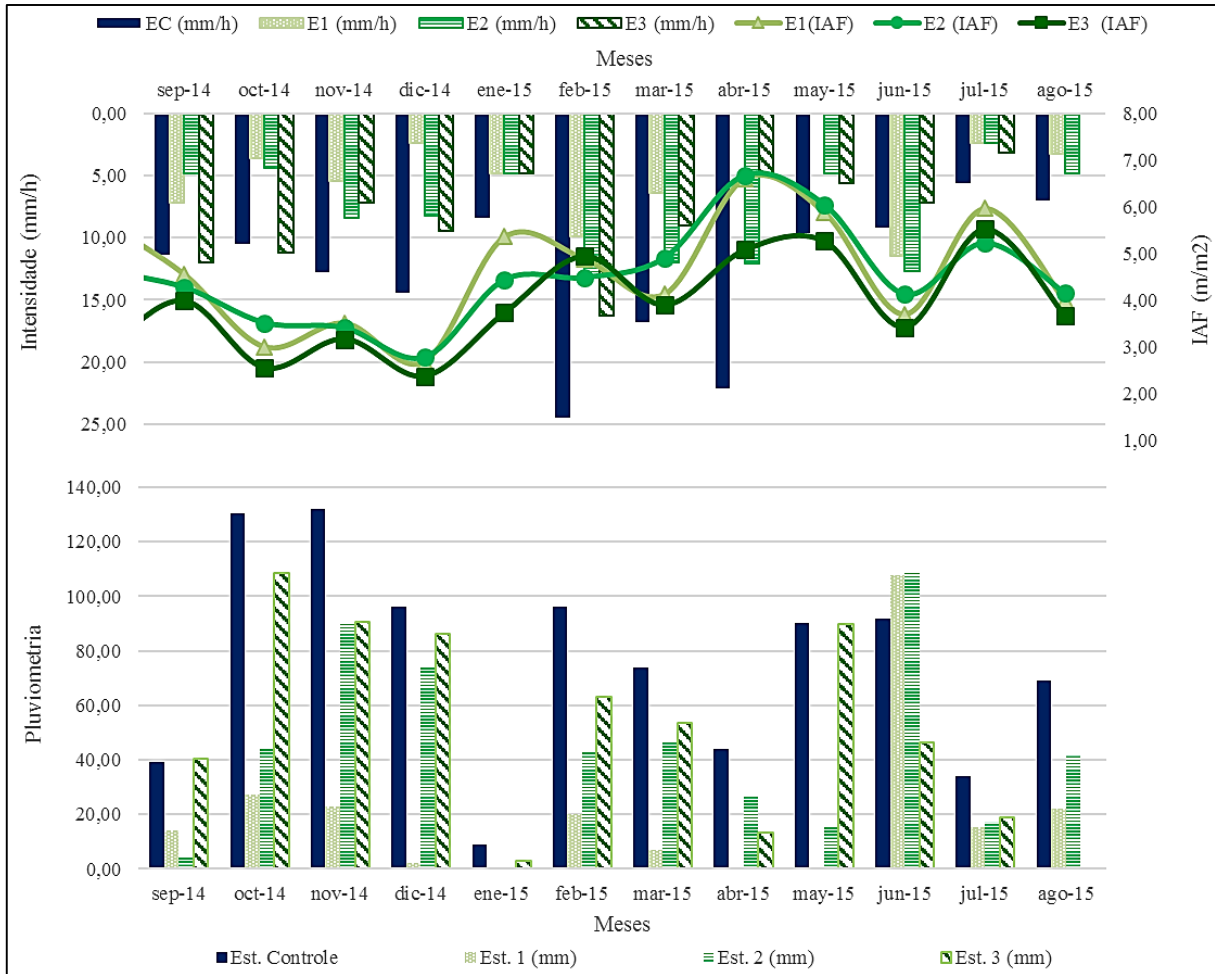
Mês	EC(mm)	EC (mm/h)	E1 (mm)	E1 (mm/h)	E1(IAF)	E2 (mm)	E2 (mm/h)	E2 (IAF)	E3 (mm)	E3 (mm/h)	E3 (IAF)
jan/15	8,80	8,40	0,60	4,80	5,35	0,80	4,80	4,43	2,80	4,80	3,72
fev/15	96,40	24,45	20,20	9,90	4,88 5,02	42,80	13,14	4,48 4,93	63,20	16,24	4,94 5,07
mar/15	74,00	16,80	7,00	6,40	4,12 4,34	46,20	12,00	4,9 4,45	53,40	9,04	3,89 4,46
abr/15	44,00	22,13			6,60 5,88	26,80	12,08	6,67 4,80	13,20	4,80	5,07 5,26
mai/15	95,60	9,60			4,4 5,68	15,40		4,61 4,62	90,00	5,60	4,56 4,56
jun/15	91,80	9,24	107,90	11,49	3,69	109,00	12,69	4,12	46,20	7,20	3,41
jul/15	34,20	5,60	15,40	2,40	5,96	17,20	2,40	5,22	19,00	3,20	5,52
ago/15	69,20	7,00	22,20	3,30	3,98	41,60	4,8	4,15			3,67
ago/14					5,68			4,62			2,96
set/14	39,40	11,40	14,20	7,20	4,55 5,35	4,20	4,80	4,27 4,98	40,40	12,00	3,98 3,63
out/14	130,60	10,52	27,20	3,60	2,99 3,3	44,00	4,39	3,51 4	108,60	11,24	2,54 3,32
nov/14	131,90	12,80	22,80	5,45	3,50	89,80	8,40	3,40	90,60	7,20	3,16
dez/14	96,20	14,40	2,00	2,40	2,67	73,80	8,27	2,77	86,40	9,42	2,36
N	12	12	10	10	18	12	12	18	11	11	18
Min	8,80	5,60	0,60	2,40	2,67	0,80	2,40	2,77	2,80	1,17	2,36
Max	131,90	24,45	107,90	11,49	6,60	109,00	13,14	6,67	108,60	5,43	5,52
Soma	912,10	152,34	239,50	56,94	82,26	511,60	92,57	81,55	613,80	42,33	71,52
Média	75,58	12,70	23,95	5,69	4,57	42,63	7,71	4,53	55,80	3,85	3,97
Mediana	82,20	10,96	17,80	5,13	4,48	42,20	6,54	4,47	53,40	3,80	3,81
Variância	1460,17	34,19	951,01	9,64	1,22	1134,78	15,06	0,82	1247,27	1,72	0,90
Des. Pad.	38,21	5,85	30,84	3,10	1,11	33,69	3,88	0,91	35,32	1,31	0,95
Erro Pad.	11,03	1,69	9,75	0,98	0,26	9,72	1,12	0,21	10,65	0,40	0,22
SW	0,95	0,91	0,65	0,91	0,98	0,93	0,86	0,96	0,95	0,93	0,96
$p(<0,05)$	0,68	0,19	0,00	0,29	0,97	0,36	0,04	0,58	0,62	0,36	0,60
KW						79,68					
$p(<0,05)$						$5,78 \times 10^{-13}$					
Spearman rs (max)	0,88 <sup>a</sup>	0,69 <sup>b</sup>	0,56 <sup>abc</sup>	0,71 <sup>d</sup>	0,89 <sup>de</sup>	0,76 <sup>c</sup>	0,71 <sup>cd</sup>	0,89 <sup>def</sup>	0,88 <sup>abc</sup>	0,54 <sup>df</sup>	0,77 <sup>df</sup>

Nota: SW, Teste de Shapiro Wilk, KW, Teste de Kruskal Wallis. Spearman rs (max), apresenta os valores máximos das correlações entre os dados

Fonte: Elaborado pelo autor

Embora existam diferenças estatisticamente significativas entre índices pluviométricos, IAF e intensidade, encontram-se correlações moderadas e fortes nos dados de intensidade e IAF, portanto mostra-se na figura 46 o comportamento durante o período amostral de todos os elementos que interagem na interceptação segundo os modelos supracitados.

Figura 46 – Comportamento pluviométrico e comparativo da intensidade e IAF das estações na RBDB durante o período amostral.



Fonte: Elaborado pelo autor

Além de ser uma resposta da floresta a chuvas antecedentes, o dossel mantém uma relação inversamente proporcional com a intensidade. Isso pode ser observado durante os meses de janeiro, abril e julho em que se apresentaram índices pluviais menores, com variações na intensidade e dosséis maiores segundo os resultados de IAF, permitindo estabelecer um ritmo de crescimento

positivo para os dosséis das E1, E2 e E3. Em contrapartida, nos meses de junho, outubro e dezembro foram registrados altos totais pluviométricos e, conseqüentemente, o aumento da intensidade nas estações 1 e 2, o que ocasionou um decréscimo no dossel arbóreo, ratificando a relação existente entre eles.

Também foi verificado uma relação diretamente proporcional para alguns momentos do ano amostral, como no mês de fevereiro, com índices pluviométricos normais ou esperados segundo a normal climatológica, com intensidade intermediária dos eventos pluviais. Como resposta o dossel se manteve e não apresentou diferenças estatisticamente significativas, embora sim uma correlação forte no IAF de cada estação.

Cabe ressaltar a influência do dossel sobre os totais pluviométricos e intensidades dos eventos registrados em **PT** e **Pi**. Ao longo do período amostral percebeu-se a diminuição de chuvas e intensidades para todas as estações de **Pi** (E1, E2 e E3), demonstrando a capacidade do dossel de atuar na captação e na redistribuição dos índices pluviométricos, interferindo nas perdas por interceptação da precipitação incidente.

### 6.5. Interceptação pluvial na RBDB

Foram identificados os fatores e elementos atuantes no processo de interceptação, portanto utiliza-se o modelo para quantificação de interceptação segundo os dados de **PT** (EC), subtraindo **Pi** (E1, E2 e E3) e novamente subtração do **Et** ( $0,041 * PT - 0,005$ ), ou seja, o resultado obtido após utilização equações 19,20 e 21, foram a quantidade e percentuais de chuva interceptada pela floresta da RBDB.

Na tabela 11, são apresentados os resultados de interceptação totalizados mensalmente, organizados segundo o modelo e as estações termopluiométricas. Nota-se a rejeição da normalidade pelos dados pluviométricos da E1 e intensidade da E2, ao mesmo tempo percebeu-se diferenças estatisticamente significativas entre estações, fatores e resultados de interceptação, embora tenham sido identificadas correlações moderadas, fortes e muito forte ao longo do período amostral com as variações pluviométrica já identificadas.



Tabela 11 – Análise estatístico-comparativa dos dados pluviométricos e fatores influentes na interceptação pluvial na RBDB

Mês	PRECIPITAÇÃO INTERNA																
	PRECP. TOTAL EC(mm)	EC (mm/h)	E1 (mm)	E1 (E)	E1 In (mm)	E1 (IAF)	E2 (mm)	E2 (E)	E2 It (mm)	E2 (mm/h)	E2 (IAF)	E3 (mm)	E3 (E)	E3 It (mm)	E3 (mm/h)	E3 (IAF)	
jan/15	8,80	8,40	0,60	0,32	7,30	4,80	5,35	0,80	0,32	7,60	4,80	4,43	2,80	0,32	5,70	4,80	3,72
fev/15	96,40	24,45	20,20	3,71	52,30	9,90	4,88	42,80	3,69	49,80	13,14	4,48	63,20	3,65	37,00	16,24	4,94
mar/15	74,00	16,80	7,00	2,78	49,40	6,40	4,12	46,20	2,53	31,30	12,00	4,9	53,40	1,53	25,60	9,04	3,89
abr/15	44,00	22,13	-	-	-	-	4,34	26,80	1,46	22,50	12,08	4,45	13,20	1,45	25,50	4,80	4,46
mai/15	95,60	9,60	-	-	-	-	5,88	15,40	3,15	56,60	4,80	6,04	90,00	2,19	38,60	5,60	5,07
jun/15	91,80	9,24	107,90	3,11	17,67	11,49	4,4	109,00	0,59	19,00	12,69	4,61	46,20	3,37	40,40	7,20	5,26
jul/15	34,20	5,60	15,40	1,01	14,40	2,40	3,69	17,20	1,04	13,10	2,40	4,12	19,00	1,05	11,90	3,20	4,56
ago/15	69,20	7,00	22,20	2,28	44,10	3,30	5,96	41,60	2,18	38,20	4,8	5,22	-	-	-	-	3,41
ago/14							3,98	4,15				4,15					5,52
set/14	39,40	11,40	14,20	1,38	18,20	7,20	5,68	4,20	1,29	29,70	4,80	4,62	40,40	1,57	11,80	12,00	3,67
							4,55	4,27				4,27					2,96
out/14	130,60	10,52	27,20	4,84	67,10	3,60	5,35	44,00	4,87	81,15	4,39	4,98	108,60	3,42	37,10	11,24	3,98
nov/14	131,90	12,80	22,80	4,97	79,50	5,45	2,99	89,80	5,08	67,50	8,40	3,51	90,60	4,88	33,40	7,20	3,63
dez/14	96,20	14,40	2,00	3,66	88,10	2,40	3,3	73,80	3,56	26,30	8,27	4	86,40	3,53	19,90	9,42	2,54
N	12	12	10	10	10	10	18	12	12	12	12	18	11	11	11	11	18
Mín	8,80	5,60	0,60	0,32	7,30	2,40	2,67	0,80	0,32	7,60	2,40	2,77	2,80	0,32	5,70	3,20	2,36
Max	131,90	24,45	107,90	4,97	88,10	11,49	6,60	109,00	5,08	81,15	13,14	6,67	108,60	4,88	40,40	16,24	5,52
Soma	912,10	152,34	239,50	28,06	438,07	56,94	82,26	511,60	29,76	442,75	92,57	81,55	613,80	26,96	286,90	90,74	71,52
Média	76,01	12,70	23,95	2,81	43,81	5,69	4,57	42,63	2,48	36,90	7,71	4,53	55,80	2,45	26,08	8,25	3,97
Mediana	82,90	10,96	17,80	2,95	46,75	5,13	4,48	42,20	2,36	30,50	6,54	4,47	53,40	2,19	25,60	7,20	3,81
Variância	1476,44	34,19	951,01	2,46	824,26	9,64	1,22	1134,78	2,58	508,99	15,06	0,82	1247,27	1,95	151,52	14,74	0,90
Des. Pad.	38,42	5,85	30,84	1,57	28,71	3,10	1,11	33,69	1,61	22,56	3,88	0,91	35,32	1,40	12,31	3,84	0,95
Erro Pad.	11,09	1,69	9,75	0,50	9,08	0,98	0,26	9,72	0,46	6,51	1,12	0,21	10,65	0,42	3,71	1,16	0,22
SW	0,95	0,91	0,65	0,96	0,92	0,91	0,98	0,93	0,94	0,94	0,86	0,96	0,95	0,94	0,90	0,95	0,96
$p(<0,05)$	0,61	0,19	0,01	0,77	0,39	0,29	0,97	0,36	0,55	0,54	0,04	0,58	0,62	0,53	0,21	0,62	0,60
KW								145,90									
$p(<0,05)$								$5,04 \times 10^{-23}$									
Spearman rs (max)	1,00 <sub>a</sub>	0,69 <sub>b</sub>	0,85 <sub>cbf</sub>	1,00 <sub>d</sub>	0,92 <sub>ea</sub>	0,71 <sub>f</sub>	0,89 <sub>f</sub>	0,75 <sub>ce</sub>	0,92 <sub>d</sub>	0,89 <sub>ce</sub>	0,71 <sub>e</sub>	0,89 <sub>f</sub>	0,95 <sub>ace</sub>	0,94 <sub>d</sub>	0,85 <sub>ce</sub>	0,65 <sub>e</sub>	0,77 <sub>f</sub>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Evidenciou-se correlação muito forte nos dados de interceptação de todas as estações e intensidade das E2 e E3, também apresentou-se correlação muito forte para os dados **PT (EC)** e **Et** na maioria das estações, porém mostrou-se dominância na Estação 1. O resultado foi obtido mediante a equação 21. Além das correlações muito fortes, foi verificado correlação forte para intensidade, índices pluviométricos e IAF na estação 1, também foi comprovado correlações fortes nos índices pluviométricos, intensidade e interceptação de todas as estações e, correlação moderada entre as intensidades das estações 2 e 3.

Os resultados obtidos pelo modelo de interceptação (BLAKE, 1975; HORTON, 1919; LIMA;NICOLIELO, 1983) foram satisfatórios e apresentam perdas por interceptação coerentes, ao comparar com resultados de florestas tropicais, portanto foram utilizadas as informações do quadro 1, evolução temporal dos estudos de interceptação em florestas tropicais e o quadro 6, síntese de experimentos de interceptação pluvial na Mata Atlântica, onde foram identificados 22 trabalhos sobre interceptação e, mostraram médias percentuais de interceptação 22,1%, precipitação interna 81,1% e escoamento pelo tronco 1,6%.

Para o caso da Floresta Ombrófila Densa Montana da RBDB apresentou para estação 1, média percentual de interceptação de 57,8 %, de precipitação interna 30,8% e escoamento pelo tronco 3,6%. Seguida da estação 2 com interceptação de 51,7 %, precipitação interna com 50,9% e escoamento pelo tronco de 3,2%. Na estação 3 mostrou média percentual de interceptação de 38,1%, precipitação interna com 67,6% e escoamento pelo tronco de 3,2% (Tabela 12).

Embora não seja objetivo do presente trabalho, durante a utilização do modelo de interceptação também foi possível quantificar os índices pluviométricos não interceptados, conhecidos como precipitação efetiva. Considera-se a chuva não interceptada como a resposta do escoamento após a saturação do dossel, isso pode ocorrer entre 15 – 30 minutos seguintes ao evento pluviométrico seja ele fraco, intermediário ou forte. Ressalta-se que a precipitação efetiva depende dos fatores influentes para a interceptação, como vento, dossel e intensidades pluviométricas, podendo inclusive ocasionar quantidades pluviométricas de **Pi** maiores que **PT**.

Tabela 12 – Resultados mensais, anuais e análise estatística dos parâmetros de Interceptação, percentuais por perdas interceptadas, PT, Pi, Et e precipitação não interceptada na RBDB

Mês	PRECIPITAÇÃO INTERNA																											
	E1						E2						E3															
	# Eve.	PT (mm)	mm/h	Pi (mm)	Et (mm)	Et (%)	# Eve.	Prep NIP* INT (mm)	% Inter	Pi (mm)	Pi (%)	Et (mm)	Et (%)	# Eve.	Prep NIP* INT (mm)	% Inter	Pi (mm)	Pi (%)	Et (mm)	Et (%)	# Eve.	Prep NIP* INT (mm)	% Inter					
Jan.-2015	7	8,8	8,4	0,6	6,8%	0,32	3,6%	2	0,4	7,3	83,0%	0,8	9%	0,32	3,6%	3	0,2	7,6	86,4%	2,8	0,32	0,32	3,6%	9	1,6	5,7	64,8%	
Fev.-2015	48	96,4	24,5	20,2	21,0%	3,71	3,8%	13	1,6	52,3	54,2%	42,6	44%	3,69	3,8%	20	1	49,8	51,7%	63,2	0,66	3,65	3,8%	22	50,2	37	38,4%	
Mar.-2015	50	74,0	16,8	7,2	9,7%	2,78	3,8%	12	8,2	49,4	66,8%	46,2	62%	2,53	3,4%	41	12,8	31,3	42,3%	53,4	0,72	1,53	2,1%	31	37,5	25,6	34,6%	
Abr.-2015	45	44,0	22,1									26,6	60%	1,46	3,3%	44	6,4	22,5	51,1%	13,2	0,30	1,45	3,3%	42	10	25,5	58,0%	
Mai.-2015	135	95,6	9,6									15,4	16%	3,15	3,3%	49	12,8	56,6	59,2%	90	0,94	2,19	2,3%	164	65,4	38,6	40,4%	
Jun.-2015	80	91,8	9,2	107,6	117,2%	3,11	3,4%	55	105	17,7	19,2%	109	119%	0,59	0,6%	54	106,8	19	20,7%	46,2	0,50	3,37	3,7%	102	17	40,4	44,0%	
Jul.-2015	59	34,2	5,6	15,4	45,0%	1,01	3,0%	56	12	14,4	42,1%	17,2	50%	1,04	3,0%	70	13,2	13,1	38,3%	19	0,56	1,05	3,1%	47	7,8	11,9	34,8%	
Ago.-2015	76	69,2	7,0	22,4	32,4%	2,28	3,3%	44	20,6	44,1	63,7%	41,6	60%	2,18	3,2%	66	14	38,2	53,2%									
Set.-2014	43	39,4	11,4	14,2	36,0%	1,38	3,5%	25	7	18,2	46,2%	4,2	11%	1,29	3,3%	6	0,8	29,7	75,4%	40,4	1,03	1,57	4,0%	31	24,6	11,8	29,9%	
Out.-2014	85	130,6	10,5	27,2	20,8%	4,84	3,7%	106	18	67,1	51,4%	44,6	34%	4,87	3,7%	32	4,6	81,5	62,1%	108,6	0,83	3,42	2,6%	80	36,6	37,1	28,4%	
Nov.-2014	84	131,9	12,8	22,6	17,1%	4,97	3,8%	22	2,4	79,5	60,3%	89,8	68%	5,08	3,9%	55	33,2	67,5	51,2%	90,6	0,69	4,88	3,7%	51	50,3	33,4	25,3%	
Dez.-2014	55	96,2	14,4	2	2,1%	3,66	3,8%	8	0,4	88,1	91,6%	73,6	77%	3,56	3,7%	41	20,8	26,3	27,3%	86,4	0,90	3,53	3,7%	52	70,2	19,9	20,7%	
<b>TOTALS</b>	767	912,1	12,7	239,4	30,8%	2,81	3,57%	344	175,6	438,1	57,85%	511,6	50,9%	2,48	3,24%	481	226,6	442,8	51,74%	613,8	67,6%	2,45	3,25%	631	371,2	286,9	38,1%	
N	12	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Mín	7,0	8,8	5,6	0,6	0,3	0,3	0,3	2,0	0,4	7,3	0,8	0,8	0,3	0,3	0,2	3,0	0,2	7,6	2,8	2,8	0,3	0,3	0,3	9,0	1,6	1,6	5,7	
Max	135,0	131,9	24,5	107,6	5,0	5,0	106,0	106,0	105,0	88,1	109,0	109,0	5,1	5,1	70,0	106,8	81,2	442,8	108,6	49	164,0	70,2	40,4	631,0	371,2	286,9	38,1%	
Soma	767,0	912,1	152,3	239,4	28,1	28,1	343,0	175,6	438,1	438,1	511,6	511,6	29,8	29,8	481,0	226,6	442,8	613,8	613,8	27,0	631,0	371,2	286,9	631,0	371,2	286,9	38,1%	
Média	63,9	76,0	12,7	20,0	2,8	2,8	34,3	17,6	43,8	43,8	42,6	42,6	2,5	2,5	40,1	18,9	36,9	55,8	55,8	2,5	57,4	33,7	26,1	57,4	33,7	26,1	28,4%	
Mediana	57,0	82,9	11,0	14,8	2,9	2,9	23,5	7,6	46,8	42,1	42,1	42,1	2,4	2,4	42,5	12,8	30,5	53,4	53,4	2,2	47,0	36,6	25,6	47,0	36,6	25,6	28,4%	
Variancia	990,1	1476,4	34,3	858,9	2,5	2,5	1006,5	995,4	824,1	1134,4	1134,4	1134,4	2,6	2,6	462,3	866,7	509,0	1247,3	1247,3	1,9	1926,9	553,2	151,5	1926,9	553,2	151,5	25,3%	
Des. Pad.	31,5	38,4	5,9	29,3	1,6	1,6	31,7	31,6	28,7	33,7	33,7	33,7	1,6	1,6	21,5	29,3	22,6	35,3	35,3	1,4	43,9	23,5	12,3	43,9	23,5	12,3	25,3%	
Erro Pad.	9,1	11,1	1,7	8,5	0,5	0,5	10,0	10,0	9,1	9,7	9,7	9,7	0,5	0,5	6,2	8,4	6,5	10,6	10,6	0,4	13,2	7,1	3,7	13,2	7,1	3,7	20,7%	
SW	0,93	0,95	0,91	0,64	0,96	0,96	0,87	0,57	0,92	12,00	12,00	12,00	0,94	0,94	0,94	0,61	0,94	0,95	0,95	0,94	0,85	0,94	0,90	0,85	0,94	0,90	20,7%	
p(<0,05)	0,41	0,61	0,19	0,00	0,77	0,77	0,09	0,00	0,39	0,93	0,93	0,93	0,55	0,55	0,51	0,00	0,54	0,62	0,62	0,53	0,04	0,57	0,21	0,04	0,57	0,21	25,3%	
KW																												
p(<0,05)																												
Spearman rs (max)	0,88 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	0,67 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,80 <sup>f</sup>	0,80 <sup>f</sup>	0,80 <sup>f</sup>	0,89 <sup>def</sup>	0,89 <sup>def</sup>	0,95 <sup>ae</sup>	0,95 <sup>ae</sup>	0,94 <sup>bcd</sup>	0,94 <sup>bcd</sup>	0,88 <sup>af</sup>	0,88 <sup>af</sup>	0,95 <sup>efg</sup>	0,75 <sup>eg</sup>	

Nota: Prep. NIP\*, Precipitação Não interceptada e/ou índices pluviométricos superiores aos de precipitação total.  
 # Eve. , Número de eventos pluviométricos.  
 mm/h. Maior intensidade registrada.  
 INT(mm). Interceptação em milímetros de chuva  
 % Inter. Interceptação por porcentagens.  
 Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao observar os resultados percebe-se uma série de diferenças estatisticamente significativas entre os parâmetros, embora, possuam correlações muito fortes, um exemplo são os dados de escoamento de todos as estações, partindo da estação controle para E1 com (1,00), 0,92 e 0,94 para as estações E2 e E3, respectivamente, entretanto foram identificadas diferenças estatisticamente significativas com relação aos índices pluviométricos da estação controle, a intensidade e número de eventos.

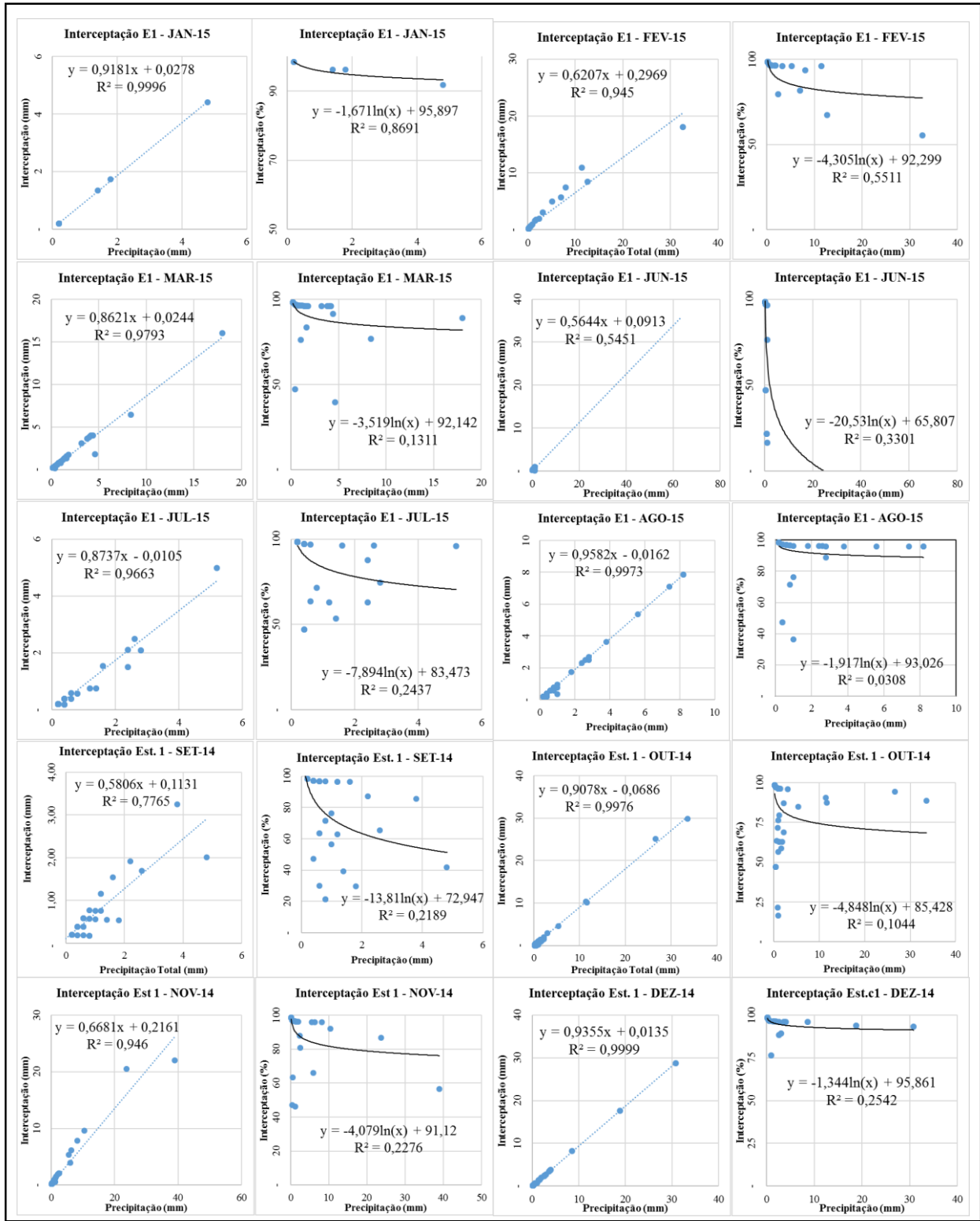
Os índices de interceptação apresentaram também diferenças estatisticamente significativas entre os parâmetros e entre sim, os resultados da estação 1 mostraram variações em todos os parâmetros do modelo de interceptação, com correlações fortes entre interceptação e totais pluviométricos da estação controle, entre  $P_i$  (E1), número de eventos e precipitação não interceptada, mesmo assim a E1 foi a estação diferenciada com maiores índices de interceptação das outras duas estações e mostrou menos diferenças entre todos os parâmetros do modelo, porém as estações E2 e E3 obtiveram diferenças estatisticamente significativas para  $PT$ ,  $P_i$ ,  $Et$ .

A estação 2 foi a seguinte em apresentar correlações fortes entre totais pluviométricos de  $P_i$  (E2), número de eventos, precipitação não interceptada e interceptação, sendo os índices de precipitação total da estação controle e interceptação os que apresentaram o maior coeficiente de correlação das correlações fortes ( $r = 0,797$ ).

Para a estação 3, os resultados mostraram correlação forte no número de eventos da estação controle com os índices de interceptação e de precipitação interna da estação 3, o mesmo aconteceu nos totais pluviométricos da estação 3 com os índices de precipitação não interceptados.

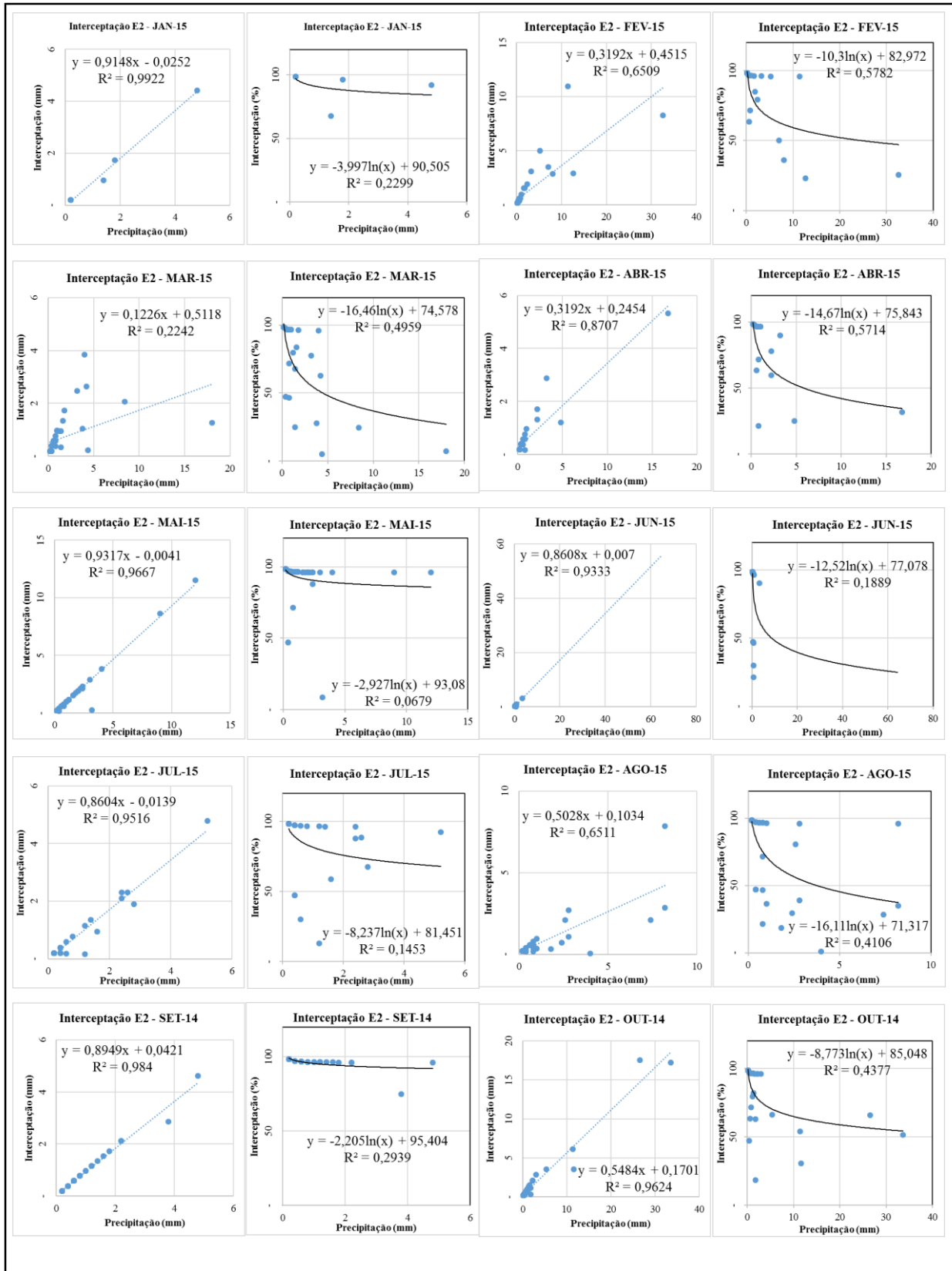
Após as análises estatísticas e verificação dos resultados foram elaborados os gráficos de interceptação, seguindo o modelo de Horton (1919) e Blake (1975). Nas figuras 47, 48, 49 e 50 observa-se o comportamento mensal e anual dos resultados de interceptação, organizados por estações (E1, E2 e E3).

Figura 47 – Relação linear mensal de precipitação total com interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos da estação I na RBDB.



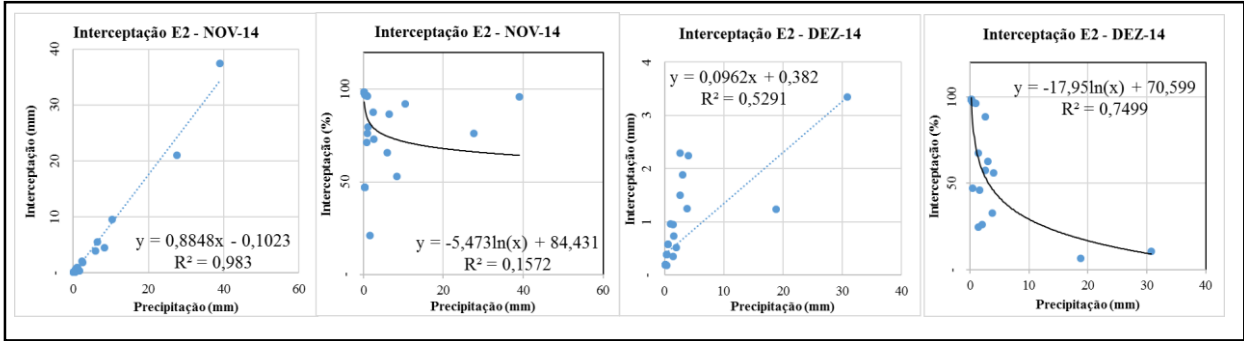
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 48 - Relação linear mensal entre precipitação total e interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos da estação 2 na RBDB. (continua)



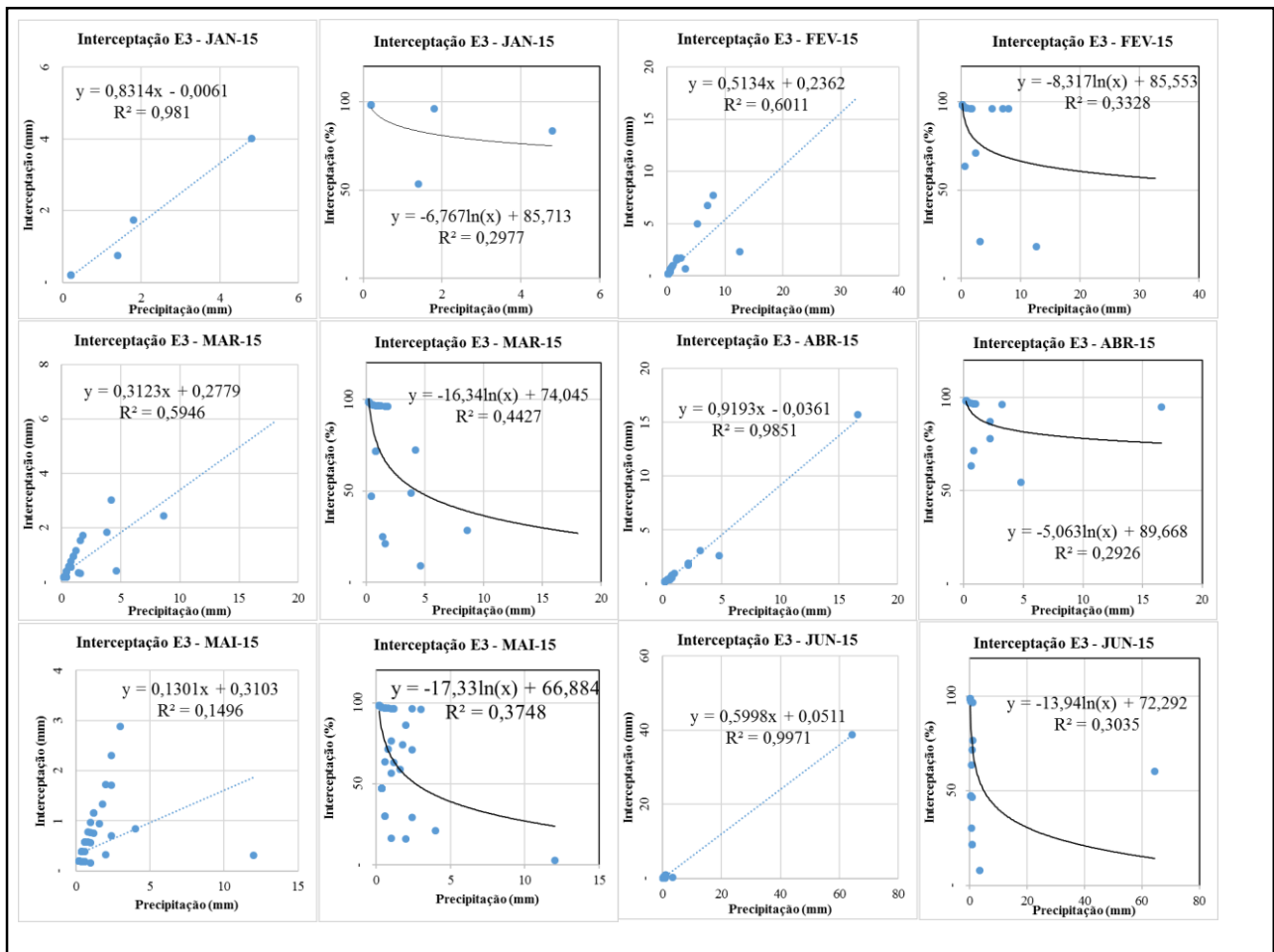
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 48 - Relação linear mensal entre precipitação total e interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos da estação 2 na RBDB. (conclusão)



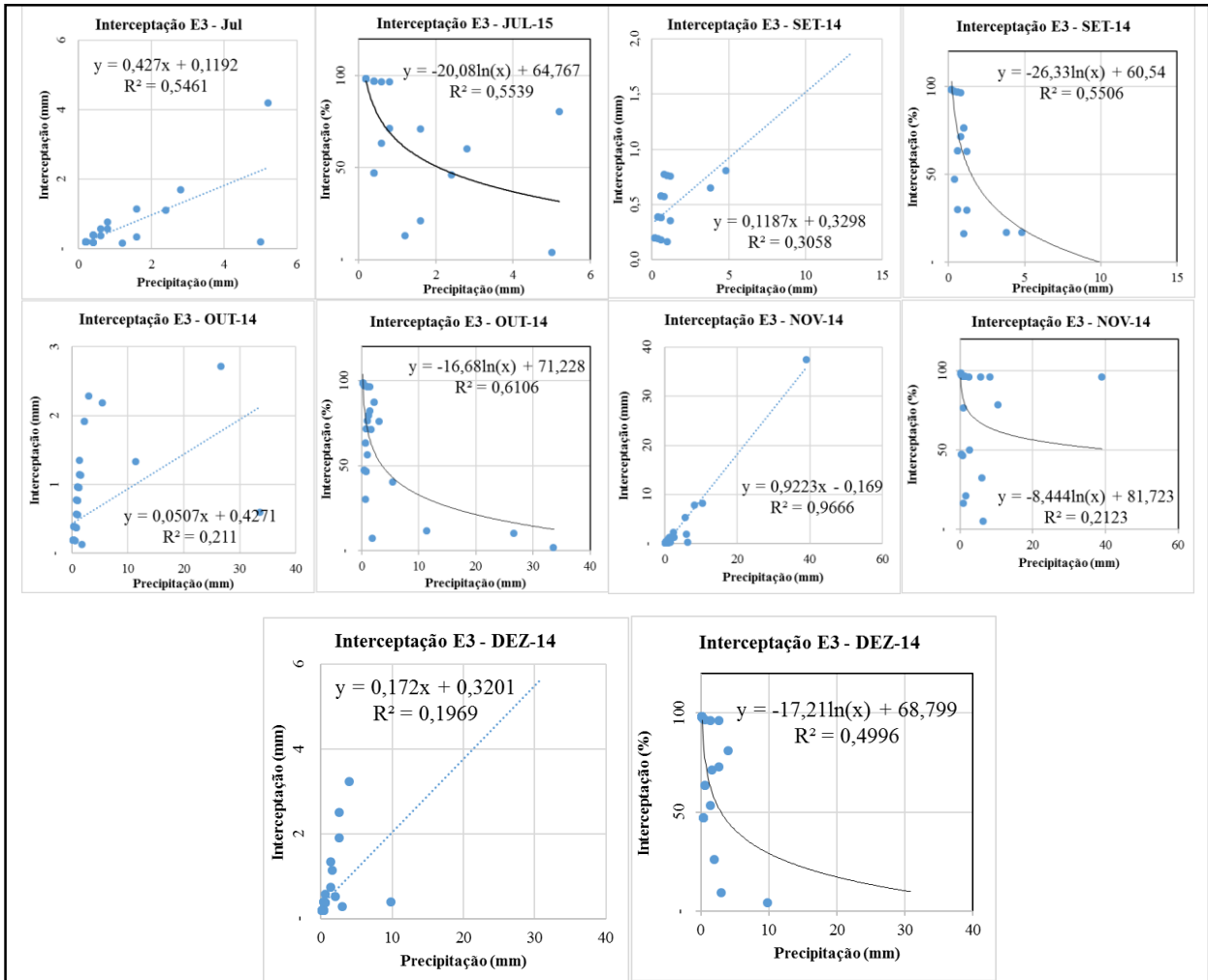
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 49 - Relação linear mensal entre precipitação total e interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos da estação 3 na RBDB. (continua)



Fonte: Elaborado pelo autor

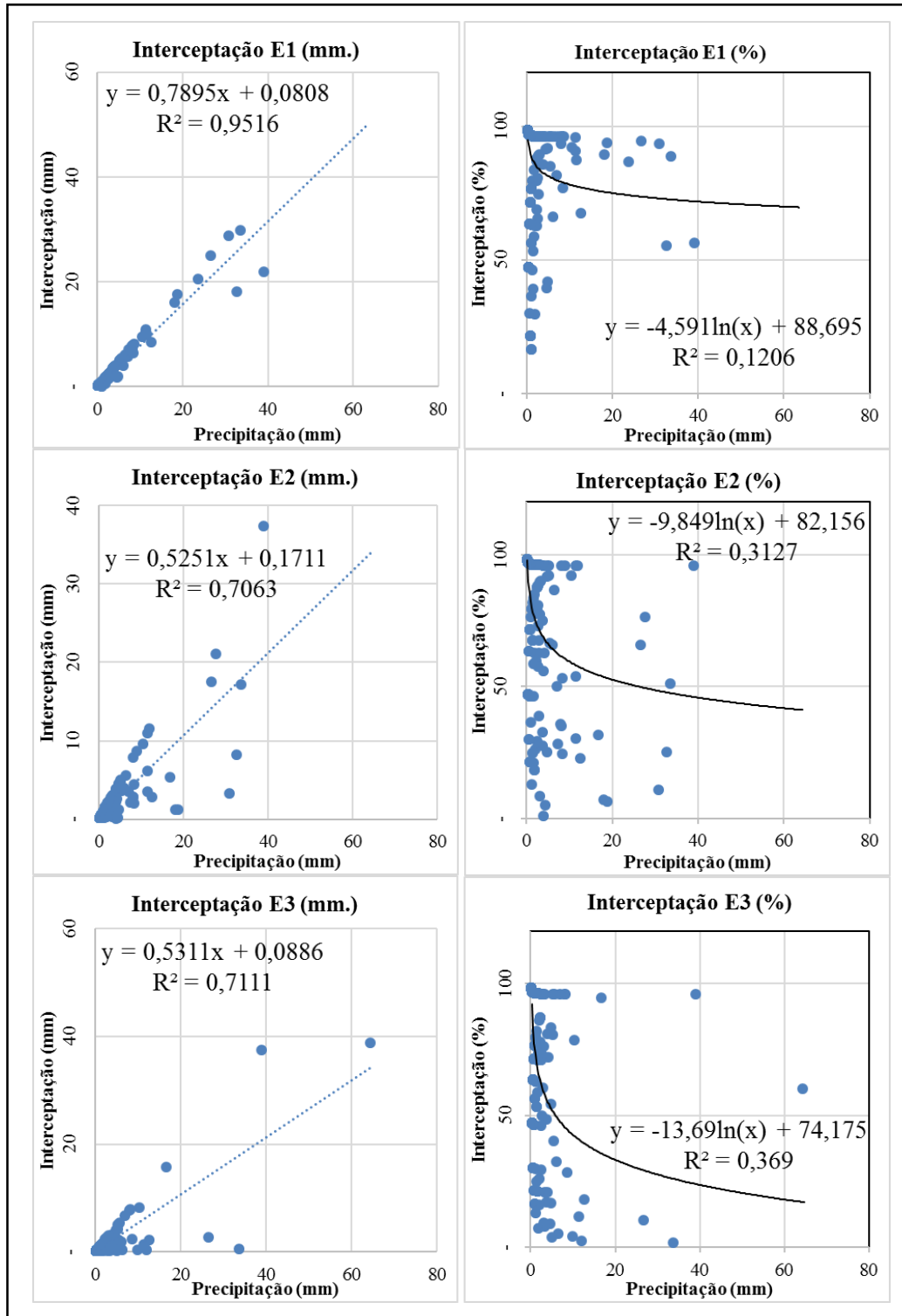
Figura 49- Relação linear mensal entre precipitação total e interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos da estação 3 na RBDB. (Conclusão)



Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 50 - Relação linear anual entre precipitação total e interceptação por quantidade pluviométrica e por percentual interceptado para todos os eventos das estações 1,2 e 3 na RBDB.



Fonte: Elaborado pelo autor

Por meio das figuras 47, 48, 49 e 50, observa-se três comportamentos durante a interceptação pluvial na relação linear por quantidade pluviométrica e por percentual de captação, assim apresentados:

- a) O primeiro, tem a ver com as diferenças de interceptação por estação termopluviométrica, cada evento pluviométrico é particular e único, mesmo assim seja este representado pela média mensal, os resultados de interceptação variam segundo as condições climáticas momentâneas (MOTA, 2012). Porém, baseado na figura 50, percebeu-se que os índices pluviométricos (mm/mm) são inversamente proporcionais aos percentuais pluviométricos (%/mm). Mostra-se na estação 1, a relação linear dos índices pluviométricos (mm/mm) ( $r^2=0,9516$ ) como muito forte entre os dados, porém nos resultados de porcentagem (%/mm) o coeficiente de determinação ( $r^2= 0,1206$ ) apresentou-se como muito baixo, mesmo assim ilustra claramente os eventos e seus percentuais interceptados. Essa relação inversamente proporcional apresentou-se para a grande maioria dos gráficos e figuras ilustrativas de interceptação.
- b) O segundo momento tem a ver com a distribuição dos eventos e sua classificação, pois ao poder influenciar a curva de interceptação, ou seja, número de eventos, pouca intensidade e alto grau de similaridade entre os dados pluviométricos, apresentaram maiores totais de interceptação, como o que acontece na estação 1 (Figura 50), quando a curva de percentuais interceptados (%/mm) mostra seu intervalo percentual de interceptação de 65% - 100%, ao contrário de um número maior de episódios com baixo grau de similaridade entre eles, uma maior variação nos índices pluviométricos por evento, ou seja o que foi evidenciado na mesma figura 50 mas nas estações 2 e 3, sendo que mostraram nas curvas de interceptação, percentuais com índices de interceptação menores de 40% - 20% respectivamente.
- c) Como último momento, são os eventos atípicos que extrapolam e mudam as relações lineares, seja por quantidade pluviométrica ou percentual de captação. Razão disso é a intensidade pluviométrica, encontrando-se implícita nas relações lineares de porcentagem interceptada, como mostra a estação 3 (figura 50), com maior número de eventos fortes que induzem este fato.

O alto coeficiente de determinação ( $r^2$ ) entre precipitação e interceptação deve-se aos eventos de pouca intensidade, que apresentam perdas por interceptação de até 98%, além de ser 96,6% do total de eventos analisados durante o período de 09-2014 até 09-2015. Na figura 50 apresenta-se um menor número de eventos pluviométricos nas estações de Pi em relação a PT, que possuem uma maior relação linear ( $r^2$ ) e maior semelhança na distribuição deles, como por exemplo, nas figuras 48, 49 e 50, no mês de janeiro, que teve 0,6, 0,8 e 2,8 mm com 2, 3 e 9 eventos para as estações E1, E2 e E3 respectivamente com  $r^2$  de 0,9996, 0,9922 e 0,981, comprovando interceptação mensal de 83, 86 e 65 %, sendo uns dos percentagens mais altos de chuva interceptada para cada estação.

No caso dos meses com maior número de eventos as percentagens de interceptação variam muito e dependem da classificação dos episódios pluviométricos, já que pode-se registrar altos índices de interceptação pluvial com um número alto de eventos, como por exemplo maio e junho com maior número de eventos na estação 3 totalizando 164 e 102, com interceptação de 40% e 44 % respectivamente. Neste sentido o mês de junho para as estações E1 e E2 foi o mês com maiores índices pluviométricos e com menores percentuais de interceptação (19%) e (21%) e com coeficientes de determinação ( $r^2$ ) 0,5451, e ( $r^2$ ) 0,9333 respectivamente, além de apresentar uma quantidade média de número de eventos pluviométricos 55 e 54 nas estações E1 e E2. Pode-se observar que o número de episódios pluviométricos não influencia drasticamente como os índices pluviométricos e a intensidade dos eventos pluviais.

Nessa ordem de ideias verifica-se outubro como o mês mais chuvoso da estação E3 com 109mm, percentuais de interceptação de 28%, porém esse resultado é associado aos dados de IAF, demonstrando sua influência ao apresentar para outubro 2,54 e 3,32 m/m<sup>2</sup>. Já para maio e junho registrou-se 5,26 - 4,56 m/m<sup>2</sup> (maio) e 3,41 - 5,52m/m<sup>2</sup>(junho) com coeficientes de determinação percentual (%/mm) ( $r^2$ ) 0,3748 e 0,3035, (Figura 49) respectivamente. Resultado disso é que quanto maior seja a variabilidade dos eventos pluviométricos menor será sua correlação, o que permitiu evidenciar que a interceptação nem sempre é diretamente proporcional ao número de eventos, entretanto tem a ver sim com a intensidade, quantidade pluviométrica, e dossel arbóreo.

É importante considerar o histórico pluviométrico do estado de Espírito Santo, pois o período compreendido entre os meses de outubro a março é considerado de maior pluviosidade e, para os meses de abril a setembro o período de menor precipitação (ULIANA; SILVA; PIMASSONI, 2010). Contudo, o comportamento no ano de 2014 apresentou duas grandes diferenças:

a) janeiro não apresentou chuva significativa em relação aos históricos pelo bloqueio atmosférico e pela ausência de episódios bem configurados da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), associada, entre outros aspectos, à presença anômala de vórtices ciclônicos na média e alta troposfera, que contribuiu para a escassez de chuva na maior parte da região sudeste do Brasil, sendo que houve a formação de uma massa de ar quente e seca associada ao sistema de alta pressão, resultando em níveis de precipitação abaixo do esperado (DE CÁSSIA SOUSA et al., 2014; INCAPER, 2015; MME, 2014), isto considerado anteriormente na relação sazonal dos índices pluviométricos coletados.

b) Maio e junho mostraram alta pluviosidade em período de estiagem, isto deve-se a chuvas orográficas, já que nos locais de maior altitude registraram-se índices pluviométricos acima da média com valores de 100 a 150% a mais (INCAPER, op. cit.). Cabe ressaltar que o ano de 2015 registrou uma diminuição do 60% pluviométrico no estado do Espírito Santo (STUHR, 2016).

Além dos diferentes comportamentos e relações entre os parâmetros de interceptação, foram verificados nos dados de interceptação as categorias e intervalos médios de percentual de captação para cada tipo de chuvas, ou seja, cada estação possui 3 limites pluviométricos que demonstraram a quantidade pluviométrica captada por cada tipo de chuva, o que significa o intervalo de confiança que possui o modelo para as chuvas fracas, intermediárias e fortes, com base nos dados coletados por cada estação (Tabela 13).

Tabela 13 – Intervalo de interceptação médio por estação (E1, E2 e E3) seguindo a categorização pluvial do INMET na RBDB.

Classe de chuva	% de interceptação		
	Estação 1	Estação 2	Estação 3
0,01mm - 5,0mm	92,69	91,87	87,65
5,1mm - 25mm	89,82	57,39	54,48
25,1mm >	77,67	54,37	42,02

Fonte: Elaborado pelo autor

A utilização do modelo de interceptação por evento permitiu identificar e analisar a incidência do dia e noite nos eventos pluviométricos, ao registrar maiores valores de interceptação durante

eventos chuvosos diurnos, o que está relacionado com as taxas de evaporação e evapotranspiração que caem na ausência do sol.

Os resultados apresentaram uma característica única para cada estação com diferentes tipos de porcentagem interceptada, portanto é feito um resumo por estação apresentando seus dados mais relevantes:

A estação 1 registrou a maior porcentagem de eventos fracos (99%), sendo 341 do número total de 344 número, com 2 intermediários e 1 evento forte; menor intensidade média mensal (5,69mm/h), maior Índice de Área Foliar (IAF) anual (4,57m/m<sup>2</sup>), maior porcentagem de interceptação anual (57,85%), maior quantidade pluviométrica interceptada média anual (43,8mm) e total de chuvas anual de 239,4 mm.

Nessa ordem a estação 2 apresentou valores semelhantes, porém com pequenas diferenças, sendo o dossel arbóreo o mais próximo nos resultados com IAF anual (4,53m/m<sup>2</sup>), a porcentagem de interceptação anual (51,74%), quantidade pluviométrica interceptada média anual (36,9mm), intensidade média mensal (7,71mm/h) e número de eventos pluviométricos total de 481; deles 96% (463) são fracos, 3%(15) intermediários e 1% (3) fortes, com um índice pluviométrico total de 511,6mm.

A estação 3 apresentou um índice pluviométrico total de 613,8mm, com uma intensidade média mensal (8,25mm/h), registrando o 97% dos eventos como fracos, ou seja 609 do total de 631, identificando 18 como intermediários (3%) e 4 fortes (1%), com IAF anual de (3,97m/m<sup>2</sup>), quantidade pluviométrica interceptada média anual (26,1mm) e porcentagem de interceptação anual (38,1%)

Para a Estação Controle registrou-se uma intensidade média mensal de 12,7mm/h com um 96% dos eventos classificados como fracos (735) do total de 767, seguido do 3% deles como intermediários (26) e, só 1% como fortes (6), com um total pluviométrico anual de 912,1mm. Nos dados da EC apresentaram grandes diferenças com a estação 1, o que demonstra os maiores índices de interceptação, mesmo assim com perda na coleta de informações durante abril e maio de 2015.

Portanto verificou-se nas parcelas que a Floresta Ombrófila Densa (FOD) (IBGE, 2012) possui capacidade de interceptar até 98% da chuva por evento e na faixa pluviométrica de até 5,0mm,

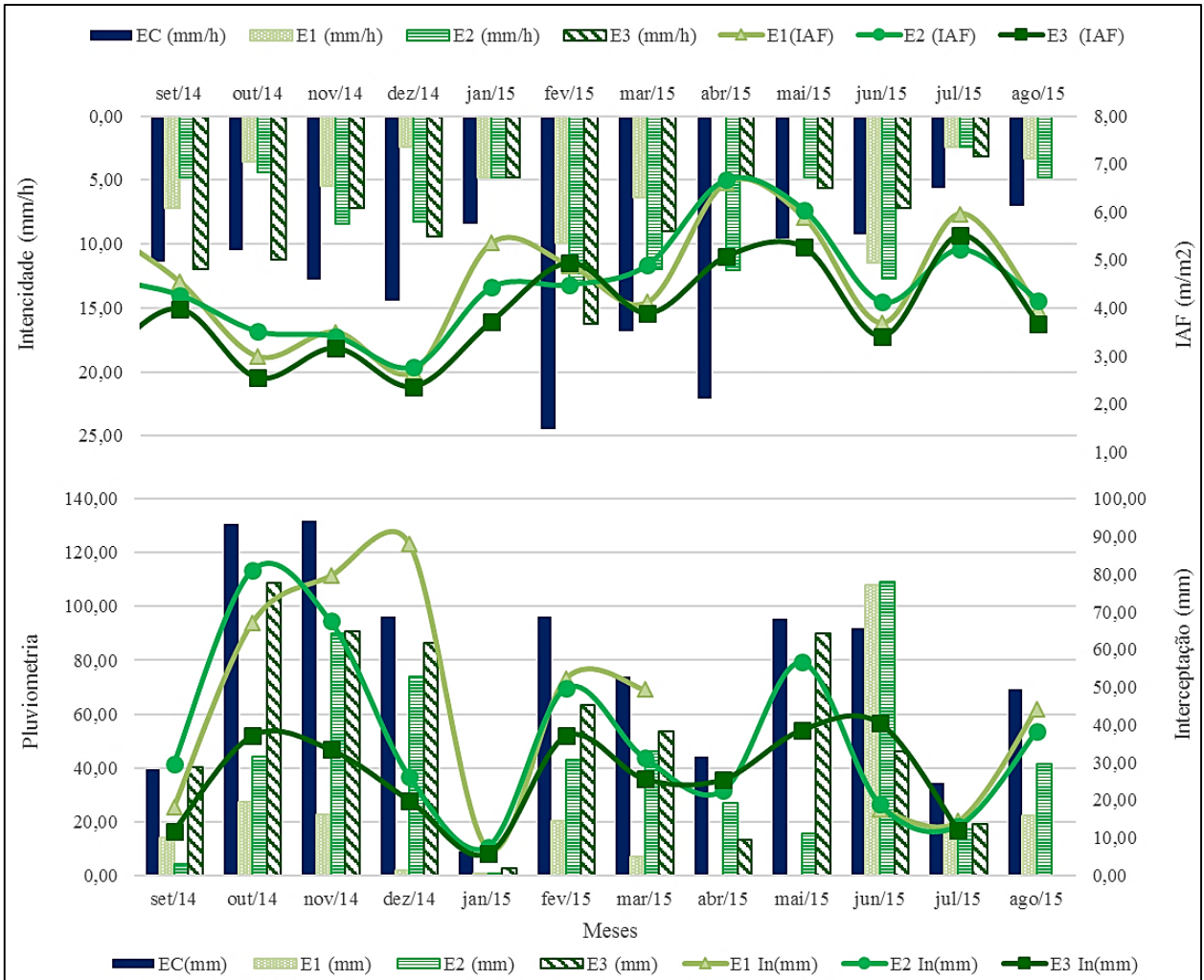
sendo que representam o 96,6% da frequência dos episódios pluviométricos registrados no período deste trabalho. Além de apresentar perdas por interceptação pluvial média anual de 38,1% a 57,8% da precipitação total por evento classificado como fraco mostrando uma relação linear significativa para todos os meses que apresentaram este tipo de chuva. Também constatado nos trabalhos de (BALBINOT et al., 2008; BLAKE, 1975; TUCCI, 2000) o que permitiu verificar que na RBDB há uma maior interceptação nos momentos de chuvas fracas e uma relação inversamente proporcional, quanto maior a intensidade do evento pluviométrico, menor quantidade de água chuva será interceptada.

### **6.6. Validação dos dados e fatores de interceptação na RBDB**

Inicialmente foi verificado cada fator atuante no modelo de interceptação, reconhecendo intensidade, dossel, número de eventos e totais pluviométricos. Ao interpretar as análises estatísticas foi possível verificar correlações fracas, moderadas e fortes, começando pela correlação fraca entre a interceptação das estações de  $P_i$  (E1, E2 e E3) e a intensidade da estação controle, sendo que o teste estatístico verificou a relação entre a interceptação e a intensidade da chuva, como foi salientado em trabalhos de CROCKFORD e RICHARDSON (2000); SILVA et al., (2013); VAN DIJK; BRUIJNZEEL (2001). Além da resposta do dossel arbóreo com variações pela intensidade e sazonalidade durante o período amostral.

Comprova-se na figura 51 e na tabela 14 o resultado dos fatores e dados de interceptação, ao apresentar rejeição da normalidade por parte da precipitação da estação 1 (E1) da intensidade da Estação 2 (E2) e o número de eventos da estação 3 (E3). Cabe ressaltar que a figura 51 foi estruturada seguindo o padrão proposto por Kira (1955), apresentando dados pluviais de PT,  $P_i$  e interceptação no mesmo gráfico, porém adiciona-se intensidade e IAF como fatores influenciadores da interceptação.

Figura 51 – Gráfico comparativo de interceptação e fatores atuantes durante o período de estudo na RBDB



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 14 – Análise comparativa e de validação dos fatores de interceptação durante o período amostral na RBDB

Mês	PRECIP. TOTAL																	
	ESTACÃO CONTROLE				ESTACÃO 1				ESTACÃO 2				ESTACÃO 3					
	EC(mm)	EC #Eve.	EC (mm/h)	EI (mm)	EI #Eve.	EI (mm/h)	E1 (mm)	E1 #Eve.	E1 (mm/h)	E2 (mm)	E2 #Eve.	E2 (mm/h)	E3 (mm)	E3 #Eve.	E3 (mm/h)	E4 (mm)	E4 #Eve.	E4 (mm/h)
jan/15	8,80	7	8,40	0,60	2	4,80	5,35	7,30	0,80	3	4,80	4,43	7,60	2,80	9	4,80	3,72	5,70
fev/15	96,40	48	24,45	20,20	13	9,90	4,88	52,30	42,80	20	13,14	4,48	49,80	63,20	22	16,24	4,94	37,00
mar/15	74,00	50	16,80	7,00	12	6,40	4,12	49,40	46,20	41	12,00	4,9	31,30	53,40	31	9,04	3,89	25,60
abr/15	44,00	45	22,13				6,60	26,80	26,80	44	12,08	6,67	22,50	13,20	42	4,80	5,07	25,50
maí/15	95,60	135	9,60				5,88	15,40	15,40	49	4,80	6,04	56,60	90,00	164	5,60	5,26	38,60
jun/15	91,80	80	9,24	107,90	55	11,49	3,69	17,67	109,00	54	12,69	4,12	19,00	46,20	102	7,20	3,41	40,40
jul/15	34,20	59	5,60	15,40	56	2,40	5,96	14,40	17,20	70	2,40	5,22	13,10	19,00	47	3,20	5,52	11,90
ago/15	69,20	76	7,00	22,20	44	3,30	3,98	44,10	41,60	66	4,8	4,15	38,20				3,67	
ago/14							5,68					4,62					2,96	
set/14	39,40	43	11,40	14,20	25	7,20	4,55	18,20	4,20	6	4,80	4,27	29,70	40,40	31	12,00	3,98	11,80
out/14	130,60	85	10,52	27,20	106	3,60	2,99	67,10	44,00	32	4,39	3,51	81,15	108,60	80	11,24	2,54	37,10
nov/14	131,90	84	12,80	22,80	22	5,45	3,50	79,50	89,80	55	8,40	3,40	67,50	90,60	51	7,20	3,16	33,40
dez/14	96,20	55	14,40	2,00	8	2,40	2,67	88,10	73,80	41	8,27	2,77	26,30	86,40	52	9,42	2,36	19,90
N	12	12	12	10	10	10	18	10	12	12	12	18	12	11	11	11	18	11
Min	8,80	7,00	5,60	0,60	2,00	2,40	2,67	7,30	0,80	3,00	2,40	2,77	7,60	2,80	9,00	3,20	2,36	5,70
Max	131,90	135,00	24,45	107,90	106,00	11,49	6,60	88,10	109,00	70,00	13,14	6,67	81,15	108,60	164,00	16,24	5,52	40,40
Soma	912,10	767,00	152,34	239,50	343,00	56,94	82,26	438,07	511,60	481,00	92,57	81,55	442,75	613,80	631,00	90,74	71,52	286,90
Média	76,01	63,92	12,70	23,95	34,30	5,69	4,57	43,81	42,63	40,08	7,71	4,53	36,90	55,80	57,36	8,25	3,97	26,08
Mediana	82,90	57,00	10,96	17,80	23,50	5,13	4,48	46,75	42,20	42,50	6,54	4,47	30,50	53,40	47,00	7,20	3,81	25,60
Variância	1476,44	990,08	34,19	951,01	1006,46	9,64	1,22	824,26	1134,78	462,27	15,06	0,82	508,99	1247,27	1926,86	14,74	0,90	151,52
Des. Pad.	38,42	31,47	5,85	30,84	31,72	3,10	1,11	28,71	33,69	21,50	3,88	0,91	22,56	35,32	43,90	3,84	0,95	12,31
Erro Pad.	11,09	9,08	1,69	9,75	10,03	0,98	0,26	9,08	9,72	6,21	1,12	0,21	6,51	10,65	13,24	1,16	0,22	3,71
SW	0,95	0,93	0,91	0,65	0,87	0,91	0,98	0,92	0,93	0,94	0,86	0,96	0,94	0,95	0,85	0,95	0,96	0,90
KW	0,61	0,41	0,19	0,00	0,09	0,29	0,97	0,39	0,36	0,51	0,04	0,58	0,54	0,62	0,04	0,62	0,60	0,21
$p(<0,05)$																		
$p(<0,05)$																		
Spearman	0,92 a	0,88 ae	0,69 bc	0,85 bf	0,77 b	0,71 dg	0,89 d	0,92 a	0,70 abe	0,61 be	0,71 bfg	0,89 dg	0,89 be	0,92 abe	0,88 abe	0,57 fg	0,77 d	0,85 be
rs (max)																		

Fonte: Elaborado pelo autor.



Cabe salientar que o mês janeiro mostra-se com os menores índices de interceptação, mas percentualmente e o mês de maior interceptação, isto é consequência dos baixos índices pluviométricos durante o período monitorado (Figura 51), quando comparados ao período da normal climatológica. Os dados pluviométricos coletados pelas 4 estações (EC, E1, E2 e E3) foram muito abaixo da normal climatológica, portanto evidenciou-se essa variação contraditória no mês de janeiro, sendo que EC apresentou 8,8mm e foram interceptados 7,3mm da E1, 7,6mm da E2 e 5,7mm da E3, representando 82,9%, 86,4% e 64,8% respectivamente. O que se repete durante o mês de julho com baixos índices pluviométricos, porém com interceptações de 42%, 38% e 35%, e, perdas por interceptação de 14,4mm, 13,1mm e 11,9mm para E1, E2 e E3 respectivamente.

Importante salientar a ocorrência de falhas das estações em alguns momentos o que prejudica a veracidade dos dados (Figura 35). Desse modo, no mês de janeiro foram identificados uma perda de dados de 3 dias, o que garante ainda uma boa qualidade e quantidade de dados pluviométricos coletados durante esse mês, corroborando assim para o comportamento contraditório da figura 51.

Além do mês de janeiro, a estação 1 (E1) apresentou o maior índice de interceptação em dezembro, com 92% e, perdas por interceptação de 88,1mm. Contudo, o número de eventos coletados foi muito abaixo em comparação das outras duas estações (E2 e E3). Cabe aqui considerar uma possível falha na estação, entretanto os dados coletados foram utilizados e rodados no modelo permitindo identificar os índices de interceptação. A estação 1 também apresentou falhas nos meses de abril e maio, portanto não foi possível quantificar os índices de interceptação durante esses meses.

No mês de abril foram obtidos os maiores resultados de IAF, com interceptação de 51% e 58% e perdas por interceptação de 22,5mm e 25,5mm, com intensidade de 12,08 mm/h e 4,80 mm/h para as estações E2 e E3 respectivamente, considerando assim, a intensidade da estação E2 como fator decresceu o percentual de interceptação durante o mês de abril, enquanto a E3 com intensidades menores apresentou maiores porcentagens de interceptação.

A figura 51 também mostrou que a interceptação sempre depende da precipitação total mesmo quando a precipitação interna seja maior, o que aconteceu durante o mês de junho sendo o mês com menores taxas de interceptação com totais pluviométricos de PT - 91,8mm, Pi com 107,6mm (E1) e 109mm (E2) com perdas por interceptação de 17,7mm e 19mm representando o 19% e 21%

de interceptação na E1 e E2 respectivamente, enquanto o IAF também diminuiu para o mesmo mês com intensidade de 9,24mm/h da estação controle, 11,49mm/h (E1) e 12,69mm/h (E2) já na estação 3 registrou-se 46,2mm de **Pi**, 40,4mm de perdas por interceptação e intensidade 7,2mm/h.

Mostra-se na tabela 14 os dados base da figura 51, ambas apresentam o comportamento diferencial dos dados pluviométricos, no entanto na tabela 14 é possível visualizar as diferenças estatisticamente significativas encontradas através da aplicação dos testes *Kruskal Wallis* e da correlação de pontos de *Spearman rs*, que foram necessários após a rejeição da normalidade dos dados verificados pelo teste *Shapiro Wilk*.

Contudo verifica-se, além das diferenças estatisticamente significativas entre cada fator e dados pluviométricos de interceptação, correlações moderadas, fortes e muito fortes. Mostra-se uma correlação moderada nos dados de intensidade de todas as estações e de interceptação, principalmente da intensidade da EC com a interceptação de E1 com *Spearman rs = 0,67* e com a intensidade da E2, *Spearman rs = 0,69*.

Também foi evidenciada uma correlação moderada nos dados pluviométricos da EC com os registros pluviais das estações E1 e E2. Porém apresenta-se uma correlação moderada inversa com os dados de EC e IAF das estações com *Spearman rs = - 0,53* para E1 e *- 0,51* para E2 e E3. O que permite verificar que a maior quantidade pluviométrica de PT o IAF diminui, o que também está associado a intensidade dos eventos pluviométricos, isso também verificado em trabalhos de interceptação (CHAFFE; KOBAYAMA; GIGLIO, 2009; GIGLIO, 2013).

Conforme as correlações registradas, evidenciou-se na maioria dos resultados correlações moderadas para o número de eventos da estação controle, o número de eventos das estações E1 e E2, os índices pluviométricos de EC, nas perdas por interceptação de E2, na interceptação da E1 com intensidade de EC, nos índices pluviométricos de E2 e na intensidade de E3, portanto corrobora-se que esse tipo de correlações nos fatores do modelo de interceptação, como IAF, intensidade, número de eventos e índices pluviométricos podem influenciar as perdas por interceptação além de interagir entre si o que denota a complexidade dos fatores da interceptação.

As correlações fortes foram identificadas entre vários componentes da interceptação, começando pelos índices pluviais da estação controle (EC) ao apresentar na correlação de *Spearman rs = 0,85*

e 0,79 entre os dados de interceptação da E1 e E2. Verificou-se também correlações fortes entre os fatores de índices pluviométricos da E1 com interceptação de E3 e com número de eventos da E1.

Evidencia-se correlação forte inversa entre interceptação e IAF da estação 1 (E1) o que também se apresentou nos índices pluviais da E2 *Spearman*  $rs = -0,76$  e  $-0,72$  respectivamente. Permitindo verificar que as variações do dossel arbóreo influenciaram nos dados de interceptação, porém essa resposta inversa demonstra uma forte dependência entre os índices pluviais e intensidades da EC.

Finalmente foram verificadas correlações muito fortes entre índices pluviais de E3 com índices da EC (*Spearman*  $rs = 0,92$ ). Se repete a correlação muito forte entre interceptação da E1 e índice pluvial da E3 (*Spearman*  $rs = 0,92$ ). Portanto isso significa que  $P_i$  está totalmente associado a  $P_T$ , ao mesmo tempo que as perdas por interceptação dependem da intensidade, do dossel e da quantidade pluviométrica que atinge a floresta.

## 7. Conclusões e recomendações

Considerando a interceptação como um dos processos hidrológicos mais relevantes que acontecem em uma bacia de drenagem e interagem com atmosfera da mesma, redistribuindo espacial e temporalmente as chuvas ao longo de parcelas amostrais alocadas em um fragmento de Mata Atlântica Primara (Floresta Ombrófila Densa – Montana) foram concluídas as seguintes premissas:

Comprovou-se que a maior variedade de classes de eventos (fracos, intermediários, fortes) aumenta a relação linear entre percentuais de interceptação (%/mm). Porém, existe uma relação inversamente proporcional nos gráficos de interceptação por índices pluviométricos (mm/mm) isto evidenciado nas curvas totais e tendenciais de perdas por interceptação, obtendo resultados individuais por estação durante o ano amostral.

Após as análises estatísticas, verifica-se efetivamente que a quantidade pluviométrica e o dossel interferem nas perdas por interceptação e conseqüentemente nos percentuais de chuva interceptada, embora não sejam tão representativas como a intensidade, cabe considerar que a variação das chuvas (fracas, intermediarias e fortes) e seu comportamento sazonal podem influenciar na quantificação da interceptação, portanto, a avaliação integral de todos os fatores, é uma condicionante chave para a estimativa de perdas por interceptação com alto grau de veracidade.

A variabilidade pluvial ao longo do trabalho apresentou diferenças entre as estações, obtendo-se correlações moderadas e fortes para as estações de precipitação interna e precipitação total, o que significa que, quanto maior PT os índices de Pi também incrementaram, portanto considera-se veracidade nos dados coletados. Além disso, há uma relação muito próxima de Pi e PT, o que garante perdas por interceptação, ainda sem avaliar os fatores atuantes.

Sazonalmente, o período amostral caracterizou-se como atípico ao apresentar baixos índices pluviais com respeito a normal climatológica identificada. Isto permitiu obter perdas por interceptação acima do normal e além de dados obtidos em trabalhos semelhantes. Cabe ressaltar que o nível de detalhe por evento é um condicionante para uma estimativa muito precisa e exata sobre interceptação pluvial.

A estrutura vertical (altura das arvores) e horizontal (DAP – Área Basal) da FOD – Montana mostrou diferenças e semelhanças, respectivamente. Já que nas estações 1 e 2 (E1, E2) obteve-se como fator discrepante a altura das arvores, elemento que aumentou os níveis de escoamento e precipitação interna durante o mês de junho com altos índices pluviométricos e acima de PT. Cabe ressaltar que a declividade do terreno (montanhoso) ajudou na formação de um maior número de estratos vegetais nas estações E1 e E2, obtendo ao mesmo tempo maiores percentuais anuais de interceptação nas estações E1 e E2. Entretanto as semelhanças de DAP e Área Basal permitiram verificar um padrão similar entre as estações e parcelas experimentais, o que garante veracidade nos dados de interceptação ao obter dosséis semelhantes sem diferenças estatisticamente significativas.

A evolução do Índice de Área Foliar não apresentou diferenças estatisticamente significativas durante o período amostral (semelhanças de DAP e Área Basal), o que significou que as variações do dossel seguiram um padrão sazonal durante um período de pouca pluviometria sem mostrar fortes mudanças. Entretanto, as variações registradas foram associadas a intensidades pluviométricas e a resposta da floresta aos índices pluviométricos de PT e Pi, por apresentarem uma relação forte e inversa com os dados de interceptação: quanto maior os índices pluviométricos menores a IAF das estações. Mesmo assim, as maiores perdas por interceptação apresentam-se em diferentes momentos para cada estação e, não necessariamente, com os menores resultados de IAF.

Ao avaliar e estimar a interceptação pluvial na RBDB, verifica-se a complexidade dos fatores atuantes no processo hidrológico. Assim, foi verificado que o dossel, a intensidade, o número de eventos e os índices pluviométricos interferem na quantificação da interceptação, constatado mediante correlações moderadas, fortes e muito fortes entre os fatores respectivamente. Neste sentido, comprovou-se que os índices pluviométricos são os fatores mais influentes no processo hidrológico ao apresentar uma relação de 0,91 de PT e Pi seguido pelo número de eventos pluviométricos (0,77), intensidade (0,71) e dossel arbóreo (-0,76).

Verificou-se dominância nos índices de interceptação da estação 1 (E1) e foi identificado o percentual médio anual de interceptação (57,85%) com perdas por interceptação de 438,1mm, considera-se o maior dossel com 4,57 m/m<sup>2</sup> (IAF) das três estações, menor intensidade (5,69mm/h), maior taxa média de escoamento pelo tronco (2,81mm), menor número de eventos pluviométricos (344) com 99% deles como fracos e menor índice pluviométrico de Pi (239,4mm), entretanto apresentou

a maior variância (824,26) , desvio padrão (28,71) e erro padrão (9,08) dos dados de interceptação, o que está associado as falhas durante os meses de abril e maio.

A estação 2 (E2) mostrou um padrão de comportamento semelhantes com E1. A estimativa do percentual médio anual de interceptação (51,74%) com perdas por interceptação de 442,8mm, , dossel arbóreo com 4,53 m/m<sup>2</sup> (IAF), intensidade 7,71 mm/h, escoamento pelo tronco 2,48mm, número de eventos (481) com 96% deles como fracos e índice pluviométrico de Pi com 511,6mm> Porém, nos dados de interceptação, a variância foi de 508,99, o desvio padrão de 22,56 e, o erro padrão de 6,51., apresentaram taxas menores, o que significa uma melhor acurácia e menor variação entre os dados da E2 para E1.

A estação 3 (E3) apresentou percentual médio anual de interceptação de 38,1%, com perdas por interceptação de 286,9mm, dossel arbóreo com 3,97 m/m<sup>2</sup> (IAF), intensidade 8,25 mm/h, escoamento pelo tronco 2,45mm, número de eventos (631) com 97% deles classificados como fracos e, índice pluviométrico de Pi com 613,8mm. Além disso, os dados de interceptação mostraram variância de 151,52, desvio padrão (12,31) e erro padrão (3,71), sendo as menores taxas das 3 estações, considerando a estação mais estável, com maior acurácia e próxima dos dados de PT, evidenciando que pequenas variações nos fatores atuantes na interceptação interagem significativamente nas perdas por interceptação.

Cabe destacar a interceptação como um dos processos básicos na estimativa de balaços hídricos, portanto sua correta quantificação com alto grau de acurácia dependerá da validação e verificação dos fatores atuantes no processo. Assim, recomenda-se continuar as pesquisas sobre interceptação e considerar, assim como quantificar, o maior número de fatores atuantes que possam influenciar diretamente os percentuais e perdas por interceptação.

## 8. REFERÊNCIAS

- ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A. DO. Espírito Santo. In: **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. [s.l: s.n.]. p. 229 – 264.
- ALVERA, B. Intercepción de las precipitaciones atmosféricas en un pinar altoaragonés: 1 “ año de observaciones (1971-1972)”. **Centro Pirenaico Biológico**, p. 8–11, 1977.
- AMARANTE, O. A. C. DO et al. **Atlas eólico : Espírito Santo**. ASPE. Vitória, ES. 2009: [s.n.].
- ANA – Agência Nacional De Águas. Sistema de informações hidrológicas, in <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/redehidro.aspx>>. Acesso em: 20 ago. 2015
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. DE; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha - São Paulo. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 257–262, 2003.
- BALBINOT, R. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, v. v.4 n.1, p. 131–149, 2008.
- BASTOS, K. V. LOPEZ, J.F.B.; MARCHIORO, E.; GONÇALVES, A. O. **Ritmo Pluviométrico da bacia do rio Duas Bocas (ES)**. Uberaba, MG. Anais ..I Simpósio Internaional de Aguas, Solos e Geotecnologias. 2015.: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.sasgeo.eco.br/index.php/2015/cred/paper/viewFile/164/128>>.
- BEGA R. M.; VIEIRA S. R.; DE MARIA I. C.; DECHEN S. C. F.; DE CASTRO O. M. Variabilidade espacial das precipitações pluviais diárias em uma estação experimental, em pindorama, SP. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 149–156, 2005
- BONI, R.; NOVELLI, F. Z.; SILVA, A. G. Um alerta para os riscos de bioinvasão de jaqueiras, *Artocarpus heterophyllus* Lam., na Reserva Biológica Paulo Fraga Rodrigues, antiga Reserva Biológica Duas Bocas, no Espírito Santo, Sudeste do Brasil. **Natureza on line**, v. 7, n. I, p. 51–55, 2009.

BONI, R. L. Histórico da Reserva Biológica. In: MERÇON, L; PEREIRA, O; THOMAZ, L. **Últimos Refúgios: Reserva Biológica de Duas Bocas**. Série – Áreas Protegidas. Vol. 1. 1ª Edição, Associação Últimos Refúgios. Vitória-ES, 2012

BRUIJNZEEL, L. A. Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state of knowledge review. **Journal of Hydrology**, v. 129, n. 1-4, p. 397–399, 1991.

CALHEIROS, R. DE OLIVEIRA. TAVARI, F.S.V.; VAINER, B.S.; CALAMARI, M. **Preservação e recuperação das nascentes**. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivarí e Jundiá. Piracicaba - São Paulo. CTRN, 2004.

CARLYLE-MOSES, D. E.; PRICE, A. G. An evaluation of the Gash interception model in a northern hardwood stand. **Journal of Hydrology**, v. 214, n. 1-4, p. 103–110, 1999.

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

CAUS, C. L. **Das fontes e chafarizes às águas limpas: Evolução do saneamento no Espírito Santo**. Vitória: Cesan, 2012. 528 p. Disponível em: <<http://www.cesan.com.br/noticias/livro-das-fontes-e-chafarizes-as-aguas-limpas-disponivel-para-download-gratuito-no-site-da-cesan-2/>>.

Acesso em: 16 set. 2015.

CICCO, V. DE. **Determinação da evapotranspiração pelos métodos dos balanços hídrico e de cloreto e a quantificação da interceptação das chuvas na Mata Atlântica : São Paulo , SP e Cunha , SP** . [s.l.] UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2009.

CHAFFE, P. L. B.; KOBAYAMA, M.; GIGLIO, J. N.; Curso de capacitação em hidrologia e hidrometria para conservação de mananciais. 2009.

CLARK, O. R. Interception of rainfall by prairie grasses, weeds, and certain crop plants. **Ecological Monographs**, v. 10, n. 2, p. 243–277, 1940.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia - Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 1995. 472 p. Rio de Janeiro, Rj: Bertrand Brasil, 1995. Cap. 3. p. 93-148.



COLLISCHONN W. **Simulação hidrológica em grandes bacias**. Tese. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001

CORREA, W. S. C. **Comportamento dos elementos climáticos, temperatura e precipitação, no Município de Vitória (ES) no período de 1978 a 2007**. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES. 2011.

CORREA, W. D. S. C. **Campo térmico e higrométrico da regional praia do canto no município de Vitória (ES)**. [s.l.] Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Departamento de Geografia. Universidade Federal de Espírito Santo. Vitória., 2014.

CORREA, W. DE S. C.; NASCENTES COELHO, A. L.; DO VALE, C. C. Influência de distintos sistemas atmosféricos na temperatura de superfície do município de vitória (es). **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 53, p. 37–54, 2015.

COUTINHO, F. N. **Inundação na bacia hidrográfica do rio Duas Bocas (ES)**. 2015. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, Es, 2015.

CPTEC/INPE; ESCOBAR, G. C. J. **Síntese sinótica janeiro de 2015**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/127318>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

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

CUPERTINO, W.; SANTOS, J. R. U.; MARCHIORO, E. **Análise da distribuição granulométrica do reservatório da reserva biológica de Duas Bocas – Cariacica (ES)**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE HIDROSEDIMENTOLOGIA, 1., 2015, Porto Alegre - Rs. Anais... Porto Alegre - RS: UFRGS, 2015. v. 1, p. 56 - 60.

DE CÁSSIA SOUSA, R. SOUSA JUNIOR, W. C.; RIZZI, N. E.; RAZINI, M.; SORIANO

ARCOVA, F.C.; DE CICCO, V. **A importância das formações aluviais na produção hídrica.** II Simpósio de Recursos Hídricos. **Anais...**2014

DE FOREST, H. Rainfall interception by plants: An experimental note. **Ecology**, v. 4, n. 4, p. 417–419, 1923.

DELAZARI-BARROSO, A. “ **Fatores controladores do desenvolvimento do fitoplâncton em um reservatório de abastecimento público no Espírito Santo , com ênfase em cianobactérias** ”.Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro / IBCCF / Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. 2007.

DE MIRANDA, R. A. C.; MILDE, L. C. E. **Variação sazonal das perdas por interceptação.** 1 Simpósio do Trópico úmido. **Anais...**Belém - Pará - Brasil: 1986

ESPIRITO SANTO. PLANAVE S.A. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Duas Bocas Estado do Espírito Santo. Cariacica, ES.1996.

ESRI – Environmental Systems Research Institute. ArcGIS 10.2 Resourcer. User manual: help, comparing interpolation methods. 1999 -2013.

FERNANDES, Afrânio. **Fitogeografia brasileira: províncias florísticas.** 3. ed. Fortaleza - Ceará: Realce Editora e Indústria Gráfica, 2006. 202 p.

FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J.; DALLAROSA, R. L. G. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 55–62, 2005.

FRANKEN, W. LEOPOLDO, P. R.; MATSUI, E.; RIVEIRO M. N. G. Estudo da interceptação da água de chuva em cobertura florestal amazônica do tipo terra firme. **Acta Amazonica**, v. 12, p. 327–331, 1992.

FRANKEN, W., LEOPOLDO, P. R., MATSUI, E.; RIBEIRO, M. N. G. Interceptação das precipitações em floresta amazônica de terra firme. **Acta amazonica**, v.12, p. 15-22, 1982.

FRAZER, G. W. **Gap Light Analyzer ( GLA ). Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs,**

**users manual and program documentation.** Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, CANADA, Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, USA. 1999.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. FUNASA. **Potencial de florações de cianobactérias em um reservatório de abastecimento doméstico no estado do Espírito santo (reservatório Duas Bocas Cariacica - ES).** FUNASA ed. Brasillia - DF: FUNASA, 2007. GASH, J. H. An analytical model of rainfall interception by forests. n. 1979, p. 43 – 55, 1979.

GIGLIO, J. N. **Interceptação da chuva em pequena bacia experimental coberta por floresta ombrófila mista.** [s.l.] Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental. Universidade Federal De Santa Catarina. Florianopolis., 2013.

GIGLIO, J. N.; KOBIYAMA, M. Interceptação da Chuva: Uma Revisão com Ênfase no Monitoramento em Florestas Brasileiras. **RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume**, v. 18, n. N. 2, p. 297–317, 2013.

GONSAMO, A.; WALTER, J.-M. N.; PELLIKKA, P. Sampling gap fraction and size for estimating leaf area and clumping indices from hemispherical photographs. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 40, n. 8, p. 1588–1603, ago. 2010.

GRISI, B. Prática de campo: **Estimativa de área basal de remanescente de Mata Atlântica.** 2011. Disponível em: <[http://ecologiaemfoco.blogspot.com.br/2011/01/pratica-de-campo-estimativa-de-area\\_9553.html](http://ecologiaemfoco.blogspot.com.br/2011/01/pratica-de-campo-estimativa-de-area_9553.html)>. Acesso em: 4 dez. 2015.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia - Uma Atualização de Bases e Conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. 472 p.

HAMMER, O. **Manual de Referência Paleontological Satatistics.** Oslo, Noruega. Universidade de Oslo, , 2012.

HELVEY, J. D.; PATRIC, J. H. Canopy and litter interception of rainfall by hardwoods of eastern United States. **Water Resources Research**, v. 1, n. 2, p. 193, 1965.

HEWLETT, J. D. **Principles of Forest Hydrology**. University ed. Athens, Georgia US: University of Georgia Press - Athens, 1982. v. 64

HOOVER, M. D. **Interception of rainfall in a young loblolly pine plantation**. Asheville, North Carolina U.S., USA: FOREST SERVICE, 1953.

HORTON, R. E. Rainfall Interception. **Monthly Weather Review**, v. 26, n. 653, p. 25–27, 1919.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. IEMA. **Contratação para elaboração do Plano de Manejo da ReBio Duas Bocas**. ES - Brasil., 2014.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL INCAPER –. Estações pluviométricas, in < <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br>>. Acesso em: 20 ago. 2015

\_\_\_\_\_ **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo, v. 1, n. 2, 2015**. Vitória, ES.

Disponível em:

<<http://www.incaper.es.gov.br/sistemas/publicacoes.php/frontend/publicacoes/16>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: 2012.

JETTEN, V. G. Interception of tropical rain forest : performance of a canopy water balance model. v. 685, n. October 1993, p. 671–685, 1996.

KIRA, H. **Interception of rainfall by the crown of a fruit trees**, 1955.

KLAASSEN, W.; LANKREIJER, H. J. M.; VEEN, A. W. L. Rainfall interception near a forest edge. **Journal of Hydrology**, v. 185, n. 1-4, p. 349–361, 1996.

LANKREIJER, H. LUNDBERG, A.; GRELE, A.; LINDROTH, A.; SEIBERT, J. Evaporation and storage of intercepted rain analysed by comparing two models applied to a boreal forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 98-99, p. 595–604, 1999.

LEONELLO, E. C.; GONÇALVES, S. P.; FENNER, P. T. Efeito do tempo de experiência de operadores de harvester no rendimento operacional. **Revista Arvore**, v. 36, n. 6, p. 1129–1133, 2012.

LEOPOLDO, P. R.; SOUSA, A. DE P.; TUACEK FILHO, S. Interceptação da água de chuva em cultura de cana de açúcar. **Brasil açucareiro**, v. 6, p. 405–412, 1981.

LEOTTI, V. B.; BIRCK, A. R.; RIBOLDI, J. Comparação dos testes de aderência à normalidade Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, Cramer-Von Mises e Shapiro-Wilk por simulação. **11.º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica e a 50ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS)**, v. d, 2005.

LIMA, A. L.; SOARES, J. J. Aspectos florísticos e ecológicos de palmeiras (Arecaceae) da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 16, p. 5–20, 2003.

LIMA, P. R. D. A. **Retenção de água de chuva por mata ciliar na região central do estado de São Paulo**. [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, 1998.

LIMA, W. D. P. Interceptação da chuva em povoamentos de eucalipto e de pinheiro. **Ipef**, n. 13, p. 75–90, 1976.

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

LIMA, W. DE P.; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas. **Symposium A Quarterly Journal In Modern Foreign Literatures**, 1983.

LOUREIRO, L. M. DE J.; GAMEIRO, M. G. H. Interpretação crítica dos resultados estatísticos : para lá da significância estatística. **Referência**, v. III, n. 3, p. 151–162, 2011.

MARCHIORO, E. A incidência de frentes frias no município de Vitória (ES). **Revista ACTA Geográfica**, p. 49–60, 2012.

MARCHIORO, E. **Avaliação de sólidos transportados, parâmetros de morfometria e solos de seções fluviais do córrego Naiaçú, na Reserva Biológica de Duas Bocas - ES.** 1996. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1996.

MARCHIORO, E.; BARROSO, G. F. **Avaliação de sólidos transportados, parâmetros da morfometria e solos de seções fluviais do córrego Naiá-Assú (Reserva Biológica de Duas Bocas/ES.** Caderno de Pesquisa (PPGE/UFES), Espírito Santo, v. 01, n.01, p. 185-195, 1996.

MARIN, C. T.; BOUTEN, W.; SEVINK, J. Gross rainfall and its partitioning into throughfall, stemflow and evaporation of intercepted water in four forest ecosystems in western Amazonia. **Journal of Hydrology**, v. 237, n. 1-2, p. 40–57, out. 2000.

MARTINS FILHO, F. M.; LUCAS, L. M.; WENDLAND, E. **Quantificação da interceptação da chuva em uma plantação de eucaliptos novos.** XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais...2013**

MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila.** 2a ed. Campinas, Edit. Unicamp. 1993. 246p.

MINGOTI, R. **Efeitos da espacialização da cobertura florestal e da profundidade dos solos na produção de água de uma bacia hidrográfica.** [s.l.] Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim mensal de monitoramento do sistema elétrico brasileiro.** Brasília, 2014. 36p

MOUL, E. T.; BUELL, M. F. Moss cover and rainfall interception in frequently burned sites in the new jersey pine barrens. **Torrey Botanical Society**, v. 82, n. 3, p. 155–162, 1955.

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

MOTA, A.A. **Tempo de concentração em pequena bacia experimental.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 131p. 2012.

MUZYLO, A.; LLORENS, P.; VALENTE, F.; KEIZER, J. J.; DOMINGO, F.; GASH, J. H. C. A review of rainfall interception modelling. **Journal of Hydrology**, v. 370, n. 1-4, p. 191–206, 2009.

NIMER, E.; BECKER, B. K. Climatologia da Região Centro - Oeste do Brasil. 1972.

NÓBREGA, N. E. F. DA et al. **Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no sul do estado do espírito santo**. INCAPER. 2000.

OLIVEIRA DE FREITAS, J. P. et al. Distribuição da água de chuva em Mata Atlântica Rainfall distribution in the Atlantic Rainforest. n. 12, 2013.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C. DE; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. p. 9–16, 2005.

OLIVEIRA, L. L. DE; DA COSTA, R. F.; DA COSTA A. F.; SALVIANO DE SOUZA, F. A.; BRAGA, A. P. **Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental** *Acta Amazonica*, 2008a.

OLIVEIRA, L. L. DE; DA COSTA, R. F.; DA COSTA A. F.; SALVIANO DE SOUZA, F. A.; BRAGA, A. P. Modelagem da interceptação na Floresta Nacional de Caxiuanã, no Leste da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 3, p. 318–326, 2008b.

OLIVEIRA, L. L.; CUNHA, A. C.; COSTA, A.C.L.; COSTA, R. F. Sazonalidade e interceptação da chuva na Floresta Nacional em Caxiuanã - Amazônia Oriental. **Scientia Plena**, v. 7, n. n. 10, 2011.

OLIVEIRA FILHO, A. G. **Estudo geomorfológico do município de Cariacica – ES com uso de sistemas de informações geográficas**. 2010. 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, Es, 2010.

OYARZÚN, C, E.; HUBER, A. Balance Hídrico En Plantaciones Jóvenes De Eucalyptus Globulus Y Pinus Radiata En El Sur De Chile. **TERRA Latinoamericana**, v. 17, p. 35–44, 1999.

PEÑA, C. L. **Función de distribución diamétrica. parámetros medios de masa. el area basimétrica. muestreo angular relascópico. estructura de la masa florestal.** (Universidad Politecnica de Madrid, Ed.)Dasometría. **Anais...**Madrid: Universidad Politecnica de Madrid, 2008Disponível em: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/dasometria/contenidos-ocw-2008/estereometria/Tema15.pdf/view>

PEREIRA, A. C. (Org.). **MedStatWeb: Curso de estatística medica na web. 2000.** Serviço de Bioestatística e Informática Médica Faculdade de Medicina da Universidade do Porto. Disponível em: <<http://stat2.med.up.pt/>>. Acesso em: 03 dez. 2015.

PERRONE, A. Estudos preliminares sobre a carga de sólidos transportados, parâmetros morfométricos e pluviométricos da bacia do Córrego Pau Amarelo - Reserva Biológica de Duas Bocas - ES. 1995. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1995.

PONTES, A. C. F. **Ensino da Correlação de postos no ensino médio.** Universidade Federal do Acre. 2010.

RUTTER, A.J., KERSHAW, K.A., ROBINS, P.C., MORTON, A.J. A predictive model of rainfall interception in forests, i derivation of the model from observations in a plantation of corsican pine. **Agric. Meteor.**, vol. 9, p. 367-384, 1971

SALGADO, C. M.; CRUZ SILVA, T.; AUGUSTO DE SOUZA, G. C.; CAMELO DE FREITAS, H. Caracterização temporal e espacial da precipitação no entorno do município de São Gonçalo (RJ) considerando a série histórica de 1968 a 2002. **Sociedade & Natureza**, v. 19, n. 1, p. 1968–1980, 2007.

SALGADO, C.; PEIXOTO, M.; MOURA, J. DE. Caracterização espaço-temporal da chuva como subsídio à análise de episódios de enchentes no município de Angra dos Reis, RJ. **Geosul**, v. 22, n. 44, p. 7–26, 2007.



SANCHES L.; ANDRADE N. L. R. D. A.; NOGUEIRA, J. D. S.; BIUDES M. S.; VOURLITIS G. L. Índice de área foliar em floresta de transição Amazonia cerrado em diferentes métodos de estimativa. *Ciência E Natura*, 30(1), 57–69. 2008. Disponível em:

[http://www.engenhariaambiental.unir.br/admin/prof/arq/197\\_CIENCIA\\_E\\_NATURA.pdf](http://www.engenhariaambiental.unir.br/admin/prof/arq/197_CIENCIA_E_NATURA.pdf). Acesso em 01 de ago. de 2016

SANT'ANNA NETO, J. L. S. Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 43–60, dez. 2005.

SANTOS, J. R. U. dos. **Evolução da Vulnerabilidade a erosão dos solos da bacia hidrográfica do Rio Duas Bocas (ES)**. 2015. Trabalho de qualificação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo.

SCHWARZ, T. Climate-data.org. CLIMATE-MODEL (2982-2012) Alemanha, Gernsbach. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/4485/> acessado o 07/04/2016.

SILVA, L. F. DA. **Interceptação da chuva nas espécies de Sibipiruna ( Caesalpinia pluviosa DC .) e Tipuana ( Tipuana tipu O . kuntze )**. [s.l.] Tese (Doutorado Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2008, 2008.

SILVA JUNIOR, M. F. DA. **Estudo de interceptação da precipitação incidente em uma mata de galeria, no município de palmas, tocantins. palmas - to 2008**. [s.l.] Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente). Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Fundação Universidade Federal do Tocantins. Palmas - Tocantins . 2008, 2008.

SILVA, G. M. **A Zona de Convergência do Atlântico Sul e a Precipitação pluvial do município de vila velha (ES): Repercussões sobre as inundações**. [s.l.] Monografia, Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

SILVA, R. W. DA C., SALEMI, L. F., ANDRADE, T. M. B. DE, CAMARGO, P. B. DE, FERNANDES, R. P., MORAES, J. M. DE, & MARTINELLI, L. A. **Estudo da precipitação interna em cultura de cana de açúcar e floresta pipária**. In XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. pp. 1–8. 2013.

SINOH, B. & SZEICZ, O. **The effect of intercepted rainfall on the water balance of a hardwood forest.** *Water Resources Research*, Washington, 15(1): 131-138. 1979

SOUSA, R.; RAZINI, M.; ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; CÂMARA, C. D.. Intercepção em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) no Parque Estadual da Serra do Mar, núcleo Cunha, SP. p. 117–124, 2009.

STEWART, J.B.. **Evaporation from the wet canopy of a pine forest.** *Water Resources Research*, Washington, 13(6): 915-921. 1977.

STUHR, W. **Fala Espírito Santo, Chuvas no ES: Incaper e Defesa Civil em alerta em todo o Estado.** 2016. Entrevista concedida a Juliana Lyra, Vitória, 21/01/2016. disponível em: <http://www.folhavoria.com.br/videos/2016/01/742132908-chuvas-no-es.html> acessado o 04/05/16.

SWANK, W. T. The influence of rainfall interception on streamflow. [**Forest Service Bulletin**], n. 2, p. 101–112, 1968.

TONELLO, K. C. et al. Precipitação efetiva em diferentes formações florestais na floresta nacional de Ipanema. **Revista Árvore**, p. 8, 2014.

TRICART, J. Ecodinâmica. **Série recursos naturais e meio ambiente**, 1977.

ULIANA, E. M.; SILVA, J. G. F. DA; PIMASSONI, L. H. S. **Probabilidade de ocorrência de chuva no estado do Espírito Santo.** XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA. **Anais...**2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA - INE. **Teste de Kruskal-Wallis.** Disponível em: <[http://www.inf.ufsc.br/~verav/Testes\\_de\\_Hipoteses/](http://www.inf.ufsc.br/~verav/Testes_de_Hipoteses/)>. Acesso em: 15 jan. 2016.

VALENTE, F.; DAVID, J. S.; GASH, J. H. Modelling interception loss for two sparse eucalypt and pine forests in central Portugal using reformulated Rutter and Gash analytical models. **Journal of Hydrology**, v. 190, p. 141–162, 1997.

VAN DIJK, A.I.J.M.; BRUIJNZEEL, L.A. **Modelling rainfall interception by vegetation of variable density using an adapted analytical model**. Part 1. Model description. *Journal of Hydrology* (247), pp. 230–238. 2001.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro, IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1991.

VIEIRA, C. P.; PALMIER, L. R. Medida e Modelagem da Intercepção da Chuva em uma Área Florestada na Região Metropolitana de Belo Horizonte , Minas Gerais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, n. 3, p. 101–112, 2006.

WOOD, O. M. The Interception of Precipitation in an Oak-Pine Forest. **Ecological Society of America**, v. 18, p. 251 – 254, 1937.

WOOLHISER, D. A. **Hydrologic characteristics of a semiarid watershed**. [s.l.] Universidade de Arizona. EUA, 1959.

XIAO, Q.; MCPHERSON, E. G. Rainfall interception by Santa Monica ' s municipal. **Urban Ecosystems**, v. 6, p. 291–302, 2002.