

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### MONITORAMENTO DE ALTA RESOLUÇÃO REVELA A DINÂMICA DE INTERCEPTAÇÃO EM RESTINGA ARBÓREA

Luiz Felipe Pereira de Brito <sup>1</sup> ; Ewerthon Cezar Schiavo Bernardi <sup>2</sup> & Pedro Luiz Borges Chaffe <sup>3</sup>

**Abstract:** The rainfall interception process has been widely analyzed in native Brazilian forests such as the Amazon and the Atlantic Forest. However, its dynamics in coastal ecosystems remain poorly understood, particularly when using high-resolution spatial and temporal data. This study investigated interception processes within a 100 m<sup>2</sup> plot of sandbank vegetation in Florianópolis, Brazil. We combined high-resolution monitoring (75 funnel-type collectors, 8 troughs, and stemflow measurements on two trees) with simulations from five interception models. The results showed that interception losses accounted for 33.7% of total precipitation. Relative throughfall stabilized around 65%, while stemflow increased progressively, and interception losses approached a limit of 30%. Intra-event analysis indicated that interception was higher in the early hours of rainfall events, decreasing as the canopy became saturated. The spatial distribution of throughfall was highly heterogeneous, with recurring patterns associated with canopy structure, suggesting the presence of preferential drainage pathways. All five models performed well in simulating throughfall but tended to underestimate values, especially during higher-intensity events, likely due to parameter uncertainty and field measurement limitations. Despite showing good fit, simplified models still face significant limitations when applied to heterogeneous vegetation, such as sandbank vegetation. These findings underscore the importance of high-resolution monitoring for capturing the variability of rainfall interception.

**Resumo:** O processo de interceptação da chuva tem sido analisado em diversas florestas nativas brasileiras, como na floresta amazônica e na Mata Atlântica. No entanto, ainda é necessário analisar a dinâmica desse processo em ecossistemas costeiros utilizando dados com alta resolução espacial e temporal. Neste estudo, investigamos a dinâmica da interceptação em uma parcela com vegetação de Restinga Arbórea de 100 m<sup>2</sup> em Florianópolis-SC. Para isso, combinamos monitoramento de alta resolução (75 pluviômetros, 8 calhas coletoras e escoamento pelo tronco em duas árvores) com a simulação de cinco modelos de interceptação. Os resultados mostraram que as perdas por interceptação representam 33,7% da precipitação total. A chuva interna relativa estabilizou-se em torno 65%, enquanto o escoamento pelo tronco apresentou tendência de aumento, e as perdas por interceptação se aproximaram de um limite de 30%. Na análise intra-evento, a interceptação foi maior nas primeiras horas, diminuindo com a saturação da vegetação. A distribuição espacial da chuva interna foi altamente heterogênea, com padrões recorrentes associados à estrutura da copa, sugerindo a presença de caminhos preferenciais de drenagem. Os cinco modelos apresentaram bom desempenho na simulação da chuva interna, mas com tendência à subestimativa, especialmente em eventos de maior intensidade, possivelmente devido à incerteza nos parâmetros e limitações de medições em campo. Apesar de apresentarem bom ajuste, os modelos simplificados ainda enfrentam limitações quando aplicados à vegetação heterogênea como a Restinga. Esses resultados destacam a importância do monitoramento de alta resolução para representar a variabilidade do processo de interceptação.

**Palavras-Chave** – interceptação da chuva, restinga, modelos de interceptação

1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, britofelipe85@gmail.com

2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, ewerthon.bernardi@gmail.com

3) Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, pedro.chaffe@ufsc.br

## INTRODUÇÃO

A redistribuição da precipitação pela vegetação, por meio do processo de interceptação, afeta diretamente o ciclo hidrológico e os ciclos biogeoquímicos (Ponette-González *et al.*, 2020). Durante a interceptação, parte da chuva é retida pela vegetação, alterando a quantidade de água que chega no solo (Gerrits *et al.*, 2010; Keim *et al.*, 2005; Zimmermann *et al.*, 2009) e, consequentemente, influencia a dinâmica dos demais processos hidrológicos, como a geração de escoamento superficial, a infiltração de água no solo e o transporte de nutrientes (Ponette-González *et al.*, 2020).

As perdas por interceptação em floresta amazônica e na Mata Atlântica variam entre 8% e 21%, enquanto a precipitação interna representa de 78% a 97% e o escoamento pelo tronco varia de 0,2% a 3,3% da precipitação total (Giglio e Kobiyama, 2013). Entretanto, a maior parte dessas estimativas refere-se a florestas úmidas densas ou estacionais, havendo escassez dessas informações em vegetações com estrutura aberta e heterogênea, como a vegetação de Restinga.

A vegetação de Restinga, uma formação típica da zona costeira brasileira, compostas por formações pioneiras adaptadas a condições adversas de solo e clima, têm grande relevância ecológica, pois atuam contra a erosão costeira, estabilizando dunas e abrigando uma biodiversidade única (Azevedo *et al.*, 2017; Lima *et al.*, 2011). Essa vegetação de transição forma um gradiente linear com diferentes fisionomias e comunidades vegetais distribuídas de forma não-homogênea, conforme as características do solo. Por ser uma vegetação com espécies em diferentes estágios de desenvolvimento, a interceptação na Restinga será influenciada pela diversidade de espécies presentes e suas características específicas. Nesse contexto, as contribuições da chuva interna e o escoamento pelo tronco podem variar significativamente, exigindo uma análise detalhada para compreender melhor como a água da chuva é redistribuída nessa vegetação.

O processo de interceptação pode ter uma dinâmica que é rápida no tempo e heterogênea no espaço, refletindo a interação entre a estrutura da vegetação e as características do evento de chuva (Gerrits *et al.*, 2010). Para representar adequadamente essa variabilidade, é importante utilizar um monitoramento com alta resolução temporal e espacial, capaz de capturar os padrões de redistribuição da chuva pela vegetação. Além disso, os modelos desenvolvidos para representar o processo de interceptação apresentam limitações importantes, como a escassez de estudos comparativos entre diferentes abordagens. Outra limitação está na baixa representatividade de ecossistemas com vegetação heterogênea (Muzylo *et al.*, 2009), nos quais podem ocorrer caminhos preferenciais de escoamento (Kunadi *et al.*, 2024), alterando a dinâmica do processo. A baixa densidade de equipamentos ou a falta de controle da distribuição espacial dos pluviômetros podem subestimar a variabilidade da interceptação, comprometendo as estimativas.

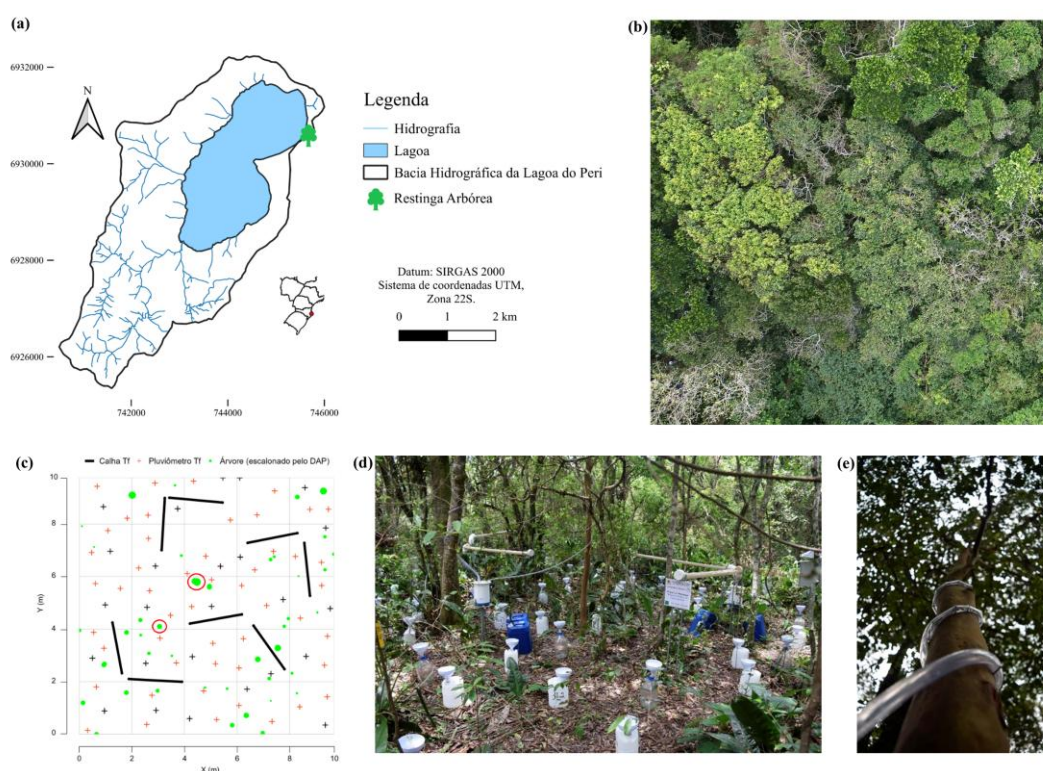
Neste trabalho, combinamos monitoramento de alta resolução temporal e espacial com simulações de diferentes modelos de interceptação para investigar a dinâmica do processo de interceptação da chuva em uma parcela com vegetação de Restinga Arbórea. Buscamos compreender como a interceptação varia ao longo do tempo dentro dos eventos de precipitação, como a chuva interna se distribui espacialmente e como diferentes modelos representam esse processo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo e monitoramento de interceptação

Analizou-se uma parcela com vegetação de Restinga Arbórea localizada na bacia hidrográfica da Lagoa do Peri, na região sul da Ilha de Santa Catarina, no município de Florianópolis, nas coordenadas 27° 44' latitude Sul e 48° 31' de longitude Oeste (Figura 1a). A bacia hidrográfica da Lagoa do Peri possui uma área de aproximadamente 20 km<sup>2</sup> e apresenta diferentes tipos de cobertura, incluindo Restinga na porção Leste e Floresta Ombrófila Densa nas demais regiões (Chaffe *et al.*, 2021). A parcela estudada, denominada Restinga Arbórea, possui uma área de 100 m<sup>2</sup>.

Figura 1 – (a) Localização da bacia hidrográfica da Lagoa do Peri, (b) Vista aérea da parcela, (c) Croqui da parcela. As cruzes indicam a posição dos pluviômetros artesanais de *Tf*, com os pluviômetros do primeiro delineamento experimental em preto e os do segundo em vermelho. Os pontos verdes representam as árvores da parcela, com o tamanho proporcional ao DAP. As linhas pretas representam as calhas. Os círculos vermelhos destacam as duas árvores utilizadas no monitoramento de *Sf*, (d) Vista interna da parcela e (e) detalhe da mangueira de PVC enrolada no tronco



Segundo a base de dados do GeoPortal da Prefeitura de Florianópolis (Geoportal, [s. d.]), a área de Restinga no município é de aproximadamente 64,9 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 15% da área total do município (~432,9 km<sup>2</sup>) e 8,1% da área de Restinga do Estado de Santa Catarina. Na bacia hidrográfica da Lagoa do Peri, a área de Restinga é de 0,7 km<sup>2</sup>, representando 3,5% da área da bacia e 1% da área de Restinga do município. A Restinga Arbórea apresenta uma fisionomia arbustivo-arbórea, caracterizada por arbustos que podem atingir até 4 metros de altura e árvores que chegam a 6 metros. A vegetação é enriquecida por epífitas, predominantemente bromélias desenvolvidas, além de espécies de orquídeas, samambaias e cactáceas. As trepadeiras são diversificadas e os principais elementos da flora vascular são a capororoca, seca-ligeiro, canema, embaúba, jacatirão-do-brejo, carobinha, canelinha-da-praia e pau-angelim.

A perda por interceptação da chuva foi estimada a partir do monitoramento de três variáveis: (1) a precipitação total, que é a precipitação que incide diretamente sobre a copa das árvores; (2) a chuva interna, que corresponde a parte da precipitação que atravessa a vegetação e atinge o solo; e (3) o escoamento pelo tronco, que é a água que escoar pelos troncos das árvores até o solo. A

interceptação foi calculada indiretamente por meio de um balanço hídrico, conforme representado na Equação (1).

$$I = P - (Tf + S) \quad (1)$$

em que  $I$  é a perda por interceptação;  $P$  é a precipitação total;  $Tf$  é a chuva interna (do inglês *throughfall*); e  $Sf$  é o escoamento pelo tronco (do inglês *stemflow*).

A precipitação total foi medida por um pluviógrafo de báscula instalado no Parque Municipal da Lagoa do Peri. As medições de chuva interna foram realizadas por meio de um sistema de calhas conectadas ao pluviógrafo, pluviômetros artesanais e calhas ligadas a galões com medição manual. Inicialmente, o número de pluviômetros artesanais era 25 e um par de calhas conectadas ao pluviógrafo. Nesse arranjo, além de coletar dados pelo pluviógrafo, foi possível registrar a chuva interna acumulada nos galões conectados às saídas do pluviógrafo. Posteriormente, foram adicionados mais 50 pluviômetros artesanais e 6 calhas com medição manual, totalizando 75 pluviômetros artesanais e 4 pares de calhas. O delineamento experimental dos pluviômetros foi realizado em uma grade de amostragem dentro da parcela, dividida em 25 quadrados de 2 x 2 metros (Figura 1b), garantindo uma distribuição uniforme e representativa dos pontos de monitoramento. O monitoramento do escoamento pelo tronco foi realizado em duas árvores da parcela: (i) *Psidium cattleyanum* (Araçazeiro) e (ii) *Myrsine coriacea* (Capororoca), com DAP de 8,9 cm e 16,2 cm, respectivamente. Para isso, foram utilizadas mangueiras de PVC, cortadas a meia seção ligadas a um pluviógrafo.

## Modelos de interceptação e calibração

Foram avaliados cinco modelos para representar o processo de interceptação da chuva: Regressão linear, Rutter (Rutter *et al.*, 1971; Rutter *et al.*, 1975), Rutter esparso (Valente *et al.*, 1997), Rutter esparso modificado (adaptado de Valente *et al.*, 1997) e Gash esparso (Gash *et al.*, 1995; Valente *et al.*, 1997). Os dados de entrada necessários para os modelos são a precipitação total e evapotranspiração potencial. As simulações foram realizadas utilizando dados de entrada com resolução temporal de 10 minutos.

A calibração dos modelos de interceptação e a estimativa das incertezas associadas aos parâmetros foram realizadas utilizando o método *Generalized Likelihood Uncertainty Estimation* (GLUE), proposto por Beven e Binley (1992). A série de dados foi dividida em duas partes: uma destinada à calibração, com o objetivo de obter os valores dos parâmetros dos modelos, e outra destinada à validação, para avaliar o desempenho dos modelos em reproduzir os dados observados. Os eventos foram ordenados em função do valor da precipitação total. A partir dessa classificação, os eventos ímpares foram destinados para a série de calibração, enquanto os eventos pares foram utilizados para a série de validação. A série de calibração foi composta por 21 eventos ímpares, enquanto a série de validação foi formada por 21 eventos pares.

Os resultados das simulações foram avaliados a partir de duas funções objetivos: o coeficiente de Nash-Sutcliffe (Nash e Sutcliffe, 1970), e a Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE, do inglês *Root Mean Square Error*).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise dos eventos de interceptação

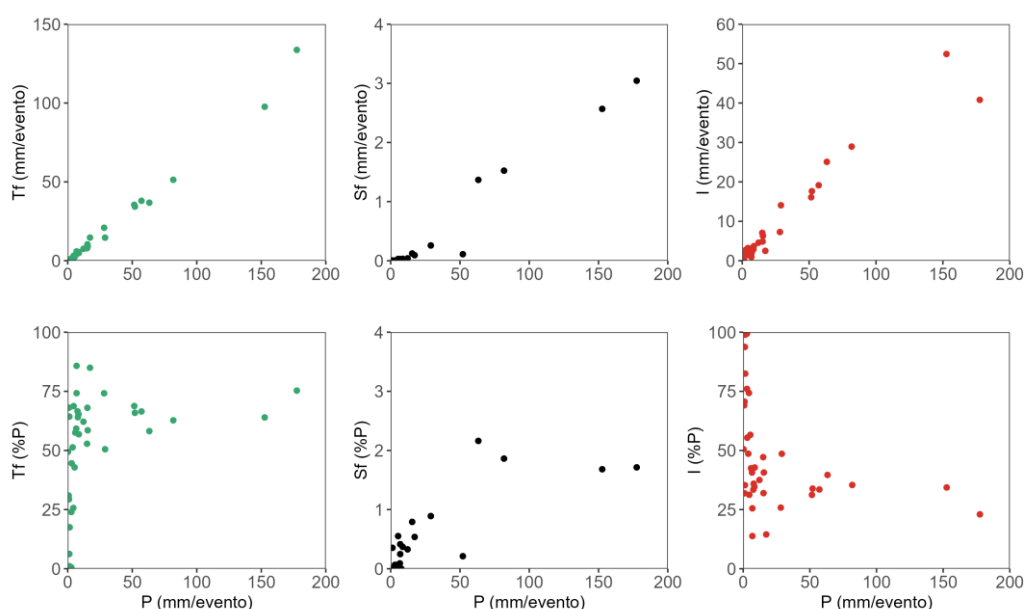
Os valores totais de precipitação total ( $P$ ), chuva interna ( $Tf$ ), escoamento pelo tronco ( $Sf$ ) e perda por interceptação ( $I$ ) são apresentados na Tabela 1. As perdas por interceptação correspondem a 33,7% da precipitação total.

Tabela 1 – Valores estimados de  $P$ ,  $Tf$ ,  $Sf$  e  $I$  na Restinga Arbórea

	Total	
	mm	% $P$
Precipitação total	864,4	100,0
Chuva interna	564,2	65,3
Escoamento pelo tronco	9,2	1,0
Perda por interceptação	291,0	33,7

A chuva interna, escoamento pelo tronco e perdas por interceptação aumentam com o aumento da precipitação total do evento (Figura 2). Observa-se que o valor de  $Tf$  relativa (% $P$ ) é menor para eventos pequenos, mas apresenta alta variabilidade, aumentando com  $P$  até estabilizar em torno de 65%. Por outro lado, o escoamento pelo tronco relativo (% $P$ ) também aumenta com  $P$ , mas não tende à estabilização. Já as perdas por interceptação relativas (% $P$ ) aproximam-se de uma assíntota em torno de 30%.

Figura 2 – Totais por evento de chuva interna ( $Tf$ ), escoamento pelo tronco ( $Sf$ ) e perdas por interceptação ( $I$ )

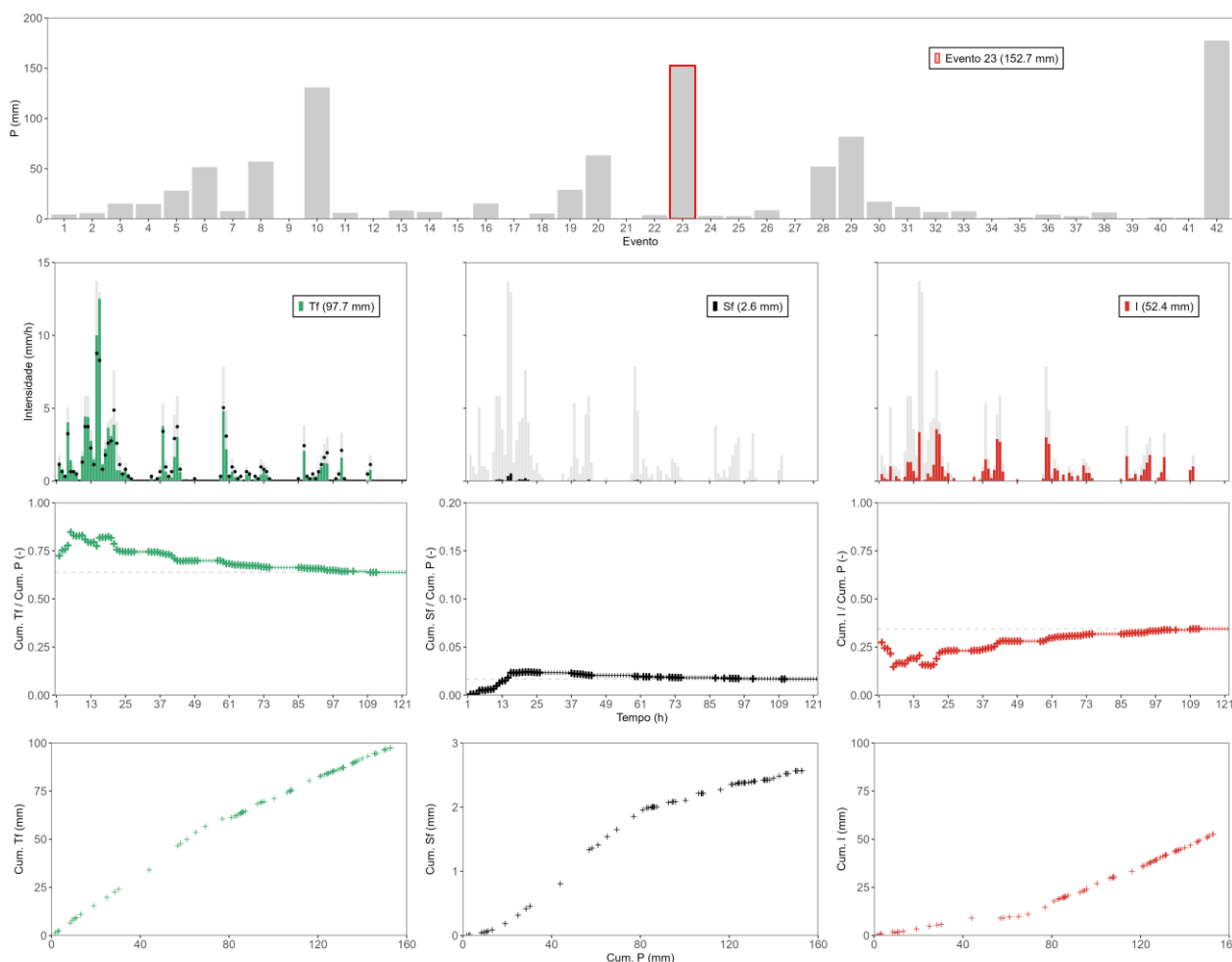


À medida que a precipitação total aumenta, o incremento da chuva interna é maior do que o aumento do escoamento pelo tronco e das perdas por interceptação. Esse comportamento pode ser justificado pela capacidade de armazenamento da copa e fator de cobertura florestal. Para eventos com maior precipitação total, a capacidade de armazenamento da copa pode ser excedida, gerando mais chuva interna. Além disso, a partir do momento que a copa satura, sua capacidade de interceptação é praticamente nula, fazendo com que  $Tf/P$  também aumente com relação a  $P$ . Por outro lado, para eventos com menor precipitação total, a capacidade de armazenamento da copa pode ser o principal controle da quantidade de precipitação que chega ao solo.

A análise da variação horária da chuva interna, do escoamento pelo tronco e da interceptação ao longo dos eventos revelou padrões distintos, influenciados pelas características de cada evento. Como exemplo, foi selecionado o evento 23 (Figura 3), pois além de ter um dos maiores valores de  $P$  (152,7 mm), foi o mais longo, com duração de 111 horas. O período sem precipitação anterior ao evento foi de aproximadamente 3 dias. Na primeira hora do evento, os valores de  $Tf/P$  e  $Sf/P$  apresentaram-se baixos, aumentando ao longo do tempo. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que, no início, a vegetação estava seca, permitindo a interceptação de uma maior

quantidade de água da precipitação total. À medida que a vegetação se saturava, uma maior quantidade de água era drenada para o solo.

Figura 3 – Variação temporal da interceptação da chuva ao longo do evento nº 23 ( $P = 152,7$  mm e duração = 111 horas). 1º painel: Distribuição dos eventos de precipitação e o evento nº 23 destacado em vermelho. 2º painel: Variação das intensidades da chuva interna ( $Tf$ ), escoamento pelo tronco ( $Sf$ ) e interceptação ( $I$ ) com a intensidade da precipitação total (fundo cinza) durante o evento. 3º painel: Relação dos acumulados de  $Tf/P$ ,  $Sf/P$  e  $I/P$  ao longo do tempo. 4º painel: Relação dos acumulados da  $Tf$ ,  $Sf$  e  $I$  com o acumulado de  $P$

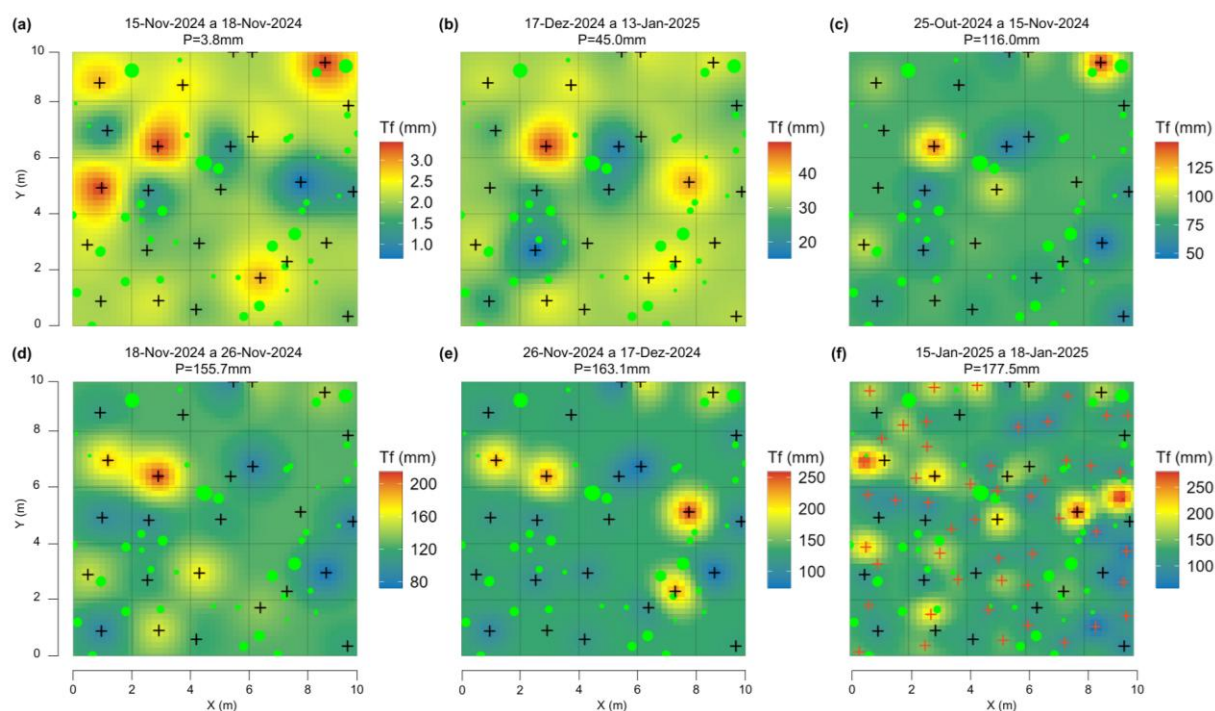


A relação  $Tf/P$  nas primeiras 12 horas foi alta. A saturação da vegetação ocorreu ainda nas primeiras horas. Ao longo do evento, mesmo com a ocorrência de períodos sem chuva e com redução da intensidade da precipitação, a razão  $Tf/P$  manteve-se elevada, influenciada pelos altos valores registrados nas primeiras horas. Essa persistência pode ser atribuída à baixa capacidade de armazenamento da vegetação, associada às intensidades mais altas no início do evento. Observa-se ainda que a relação  $Tf/P$  tende à estabilização ao final do evento.

### Distribuição espacial da chuva interna

A distribuição espacial da chuva interna, obtida por meio da grade de amostragem dos pluviômetros, é apresentada na Figura 4. Foram identificados seis períodos de monitoramento. Um período de monitoramento corresponde a um intervalo de tempo entre duas medições, que podem compreender mais de um evento de precipitação. A ordem da Figura 4 é do menor para o maior período monitorado em termos de precipitação total.

Figura 4 – Distribuição espacial da chuva interna ( $Tf$ ) dos períodos monitorados utilizando krigagem ordinária ajustada pelo modelo esférico. As cruzes indicam a posição dos pluviômetros de  $Tf$ , com os pluviômetros do primeiro delineamento experimental em preto e os do segundo em vermelho. Os pontos verdes representam as árvores na parcela, com o tamanho proporcional ao DAP



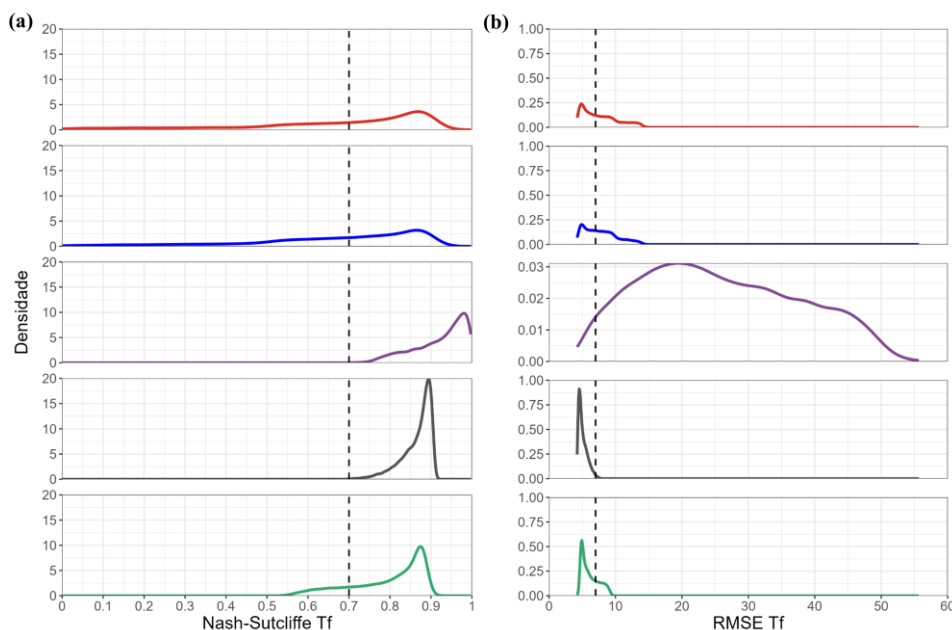
A vegetação claramente influencia a redistribuição da precipitação total na parcela, resultando em uma distribuição espacial heterogênea da chuva interna, como evidenciado na Figura 4. Essa heterogeneidade varia entre os períodos monitorados, apresentando mudanças significativas de um período para outro. Observa-se, contudo, um padrão recorrente de maior concentração de chuva interna em determinadas áreas da parcela, sugerindo a existência de zonas com menor cobertura florestal ou estruturas que favorecem o escoamento direto da água. Essas regiões podem estar associadas a caminhos preferenciais de drenagem na vegetação (*pour points*), frequentemente relacionados a características da copa, como a confluência de galhos ou alterações no ângulo dos ramos, aspectos discutidos por Kunadi *et al.* (2024).

Apesar da variabilidade entre os eventos, algumas áreas mantêm padrões recorrentes de maior ou menor  $Tf$ , indicando a presença de controles estruturais persistentes na interceptação da chuva. Em especial, destaca-se a região do canto superior esquerdo da parcela, onde ocorrem valores mais altos de  $Tf$  ao longo dos diferentes períodos analisados. O aumento do número de pluviômetros de 25 para 75 no sexto período permitiu capturar com detalhe a heterogeneidade espacial da chuva interna, destacando a importância do monitoramento com alta resolução espacial para a representação do processo de interceptação em ecossistemas complexos.

### Comparação dos modelos de interceptação

A densidade de probabilidade dos valores do coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS) e do Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) na simulação da chuva interna ( $Tf$ ) para os diferentes modelos é apresentada na Figura 5. No total, foram 10.000 simulações para cada modelo na calibração dos parâmetros. A Tabela 2, por sua vez, mostra o número de simulações da  $Tf$  em que o valor de NS ficou acima de 0,7 e o número de simulações da  $Tf$  em que o valor do RMSE ficou abaixo de 7.

Figura 5 – Densidade de probabilidade dos valores de (a) Nash–Sutcliffe e da (b) Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) na simulação da chuva interna ( $Tf$ ): Regressão linear (vermelho), Rutter (azul), Gash esparsa (roxo), Rutter esparsa (preto) e Rutter esparsa modificado (verde). A linha tracejada preta indica o limiar de 0,7 em (a) e 7 em (b)



Os resultados indicam que, de maneira geral, todos os modelos apresentaram desempenhos similares na simulação da  $Tf$ , com pequenas diferenças entre eles (Figura 5). No entanto, os modelos de Regressão linear e Rutter demonstraram maior variabilidade no NS em comparação com os outros modelos (Figura 5a), o que implica em uma maior variação na simulação da  $Tf$  para esses modelos. Por outro lado, ao analisar os resultados do RMSE dos modelos (Figura 5b), observa-se que o modelo de Gash esparsa apresentou o maior valor de RMSE, além de uma maior dispersão nos resultados. A análise conjunta do NS com o RMSE revelou que, embora o modelo de Gash esparsa consiga explicar as variações na  $Tf$  (NS alto), ele comete maiores erros nas previsões (RMSE alto), afetando a precisão das simulações.

A simulação da  $Tf$  pelo modelo de Gash esparsa, que apresenta como resposta a simulação total do evento (em vez de uma resolução temporal definida), pode ser mais sensível às variações de cada evento, o que resulta em maior dispersão nos resultados. Em contraste, os outros modelos, que utilizam um balanço hídrico contínuo, tendem a suavizar essas flutuações, resultando em uma performance mais estável, mas possivelmente menos precisa em situações de alta variabilidade dos dados, pois podem não capturar com a mesma precisão os picos ou as quedas rápidas da série de dados.

O modelo Gash esparsa teve o maior número de simulações com  $NS > 0,7$  (10.000), mas apresentou apenas 281 simulações (~3%) com  $RMSE < 7$ , o que indica uma maior dificuldade em atingir baixos valores de erro. Por outro lado, os modelos de Rutter esparsa e Rutter esparsa modificado demonstraram uma boa capacidade de previsão com baixos erros, o que justifica o aumento de complexidade do modelo utilizado para representar o processo de interceptação, em função da melhoria no desempenho obtido. Já os modelos Regressão linear e Rutter apresentaram desempenhos mais modestos, com aproximadamente metade das simulações atendendo aos limiares de  $NS > 0,7$  (5.446 e 4.936 simulações, respectivamente) e  $RMSE < 7$  (4.697 e 4.103, respectivamente), refletindo uma menor capacidade de previsão e ajuste. Esses resultados indicam que o Gash esparsa teve um desempenho melhor em termos de NS, enquanto os modelos de Rutter esparsa e o Rutter esparsa modificado se destacaram por apresentar um número maior de simulações com RMSE abaixo de 7, evidenciando maior precisão nas previsões da chuva interna.

Tabela 2 – Número de simulações da chuva interna ( $Tf$ ) de cada modelo com base no limiar pré-estabelecido para o coeficiente de Nash–Sutcliffe (NS) e a Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE)

Modelo	NS	RMSE
	> 0,7	< 7
Regressão linear	5.446	4.697
Rutter	4.936	4.103
Gash esparso	10.000	281
Rutter esparso	9.994	9.876
Rutter esparso modificado	8.228	7.314

## CONCLUSÃO

Neste trabalho, analisamos a interceptação da chuva por vegetação de restinga arbórea com base em dados de alta resolução temporal e espacial, combinando medições de chuva interna e escoamento pelo tronco com a simulação por diferentes modelos de interceptação. Utilizamos uma abordagem integrada para entender como a vegetação redistribui a precipitação e como diferentes modelos representam a dinâmica da interceptação.

*A análise temporal indicou que a interceptação varia ao longo dos eventos, sendo fortemente influenciada pela saturação da copa e pela distribuição da chuva ao longo do evento.* Entre os eventos analisados, a chuva interna, o escoamento pelo tronco e a interceptação aumentaram com a precipitação total, mas com comportamentos distintos: a fração relativa de chuva interna tende à estabilização em torno de 65%, o escoamento pelo tronco segue aumentando sem tendência clara de estabilização, e as perdas por interceptação aproximam-se de um limite de 30%. Já dentro dos eventos, observou-se que a interceptação é maior nas primeiras horas, quando a vegetação ainda está seca, e tende a diminuir com o tempo à medida que o dossel se satura, permitindo maior escoamento da água para o solo.

*A análise espacial revelou alta heterogeneidade na distribuição da chuva interna.* Apesar das variações entre os períodos monitorados, algumas áreas da parcela apresentaram recorrência de maiores valores, indicando a presença de estruturas vegetais que favorecem a formação de caminhos preferenciais de drenagem. Essas regiões podem estar associadas a características da copa, como confluência de galhos ou mudanças no ângulo dos ramos. O aumento da densidade de pluviômetros foi importante para detectar essas áreas de concentração de escoamento, evidenciando a necessidade de monitoramento de alta resolução espacial para capturar a variabilidade da chuva interna em florestas com estrutura complexa.

*A comparação entre os modelos de interceptação mostrou que, apesar de apresentarem desempenho médio semelhante, houve diferenças relevantes nos resultados.* O modelo de Gash esparso alcançou os maiores valores do coeficiente de Nash-Sutcliffe, mas com erros mais elevados, indicando boa capacidade de explicação, mas menor acurácia. Os modelos de Rutter esparso e Rutter esparso modificado apresentaram menores erros e desempenho consistente, mostrando maior capacidade de prever a chuva interna. Esses resultados indicaram que modelos mais complexos tendem a representar melhor o processo de interceptação em Restinga Arbórea.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), bem como à Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis (FLORAM) pelo apoio nas atividades de campo.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, N.H.; MARTIN, A.M.Z.; OLIVEIRA, A.A.; SCARPA, D.L. (2017). *Ecologia na restinga: uma sequência didática argumentativa*. Portal de Livros Abertos da USP. Disponível em: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/60>
- BEVEN, K.; BINLEY, A. (1992). “The future of distributed models: Model calibration and uncertainty prediction”. *Hydrological Processes*, 6(3), pp. 279–298.
- CHAFFE, P.L.B.; SANTOS, C.I.; PEREZ, A.B.A.; SÁ, J.H.M.; CARLOTTO, T.; HOINASKI, L. (2021). “Observing the critical zone on a critical budget: The Peri Lake experimental catchment”. *Hydrological Processes*, 35(3), p. e14087.
- GASH, J.H.C. (1979). “An analytical model of rainfall interception by forests”. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 105(443), pp. 43–55.
- GASH, J.H.C.; LLOYD, C.R.; LACHAUD, G. (1995). “Estimating sparse forest rainfall interception with an analytical model”. *Journal of Hydrology*, 170(1), pp. 79–86.
- GEOPORTAL. (s.d.). Disponível em: <https://geoportal.pmf.sc.gov.br/downloads/camadas-em-sig-do-mapa>. Acesso em: 6 fev. 2025.
- GERRITS, A.M.J.; PFISTER, L.; SAVENIJE, H.H.G. (2010). “Spatial and temporal variability of canopy and forest floor interception in a beech forest”. *Hydrological Processes*, 24(21), pp. 3011–3025.
- GIGLIO, J.; KOBIYAMA, M. (2013). “Interceptação da Chuva: Uma Revisão com Ênfase no Monitoramento em Florestas Brasileiras”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 18(2), pp. 297–317.
- KEIM, R.F.; SKAUGSET, A.E.; WEILER, M. (2005). “Temporal persistence of spatial patterns in throughfall”. *Journal of Hydrology*, 314(1), pp. 263–274.
- KUNADI, A.S.; LARDNER, T.; SILBERSTEIN, R.P.; LEOPOLD, M.; CALLOW, N.; VENEKLAAS, E.; PURI, A.; SYDNEY, E.; THOMPSON, S.E. (2024). “Introducing Pour Points: Characteristics and Hydrological Significance of a Rainfall-Concentrating Mechanism in a Water-Limited Woodland Ecosystem”. *Water Resources Research*, 60(3), p. e2023WR035458.
- LIMA, R.A.F.; OLIVEIRA, A.A.; MARTINI, A.M.Z.; SAMPAIO, D.; SOUZA, V.C.; RODRIGUES, R.R. (2011). “Structure, diversity, and spatial patterns in a permanent plot of a high Restinga forest in Southeastern Brazil”. *Acta Botanica Brasilica*, 25, pp. 633–645.
- MUZYLO, A.; LLORENS, P.; VALENTE, F.; KEIZER, J.J.; DOMINGO, F.; GASH, J.H.C. (2009). “A review of rainfall interception modelling”. *Journal of Hydrology*, 370(1), pp. 191–206.
- NASH, J.E.; SUTCLIFFE, J.V. (1970). “River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles”. *Journal of Hydrology*, 10(3), pp. 282–290.
- PONETTE-GONZÁLEZ, A.G.; VAN STAN II, J.T.; MAGYAR, D. (2020). “Things Seen and Unseen in Throughfall and Stemflow”, in *Precipitation Partitioning by Vegetation: A Global Synthesis*. Org. por Van Stan II, J.T., Gutmann, E., Friesen, J., Cham: Springer International Publishing, pp. 71–88. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29702-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29702-2_5)
- RUTTER, A.J.; KERSHAW, K.A.; ROBINS, P.C.; MORTON, A.J. (1971). “A predictive model of rainfall interception in forests, I. Derivation of the model from observations in a plantation of Corsican pine”. *Agricultural Meteorology*, 9, pp. 367–384.
- RUTTER, A.J.; MORTON, A.J.; ROBINS, P.C. (1975). “A predictive model of rainfall interception in forests. II. Generalization of the model and comparison with observations in some coniferous and hardwood stands”. *Journal of Applied Ecology*, 12(1), pp. 367–380.
- VALENTE, F.; DAVID, J.S.; GASH, J.H.C. (1997). “Modelling interception loss for two sparse eucalypt and pine forests in central Portugal using reformulated Rutter and Gash analytical models”. *Journal of Hydrology*, 190(1), pp. 141–162.
- ZIMMERMANN, A.; ZIMMERMANN, B.; ELSENBEER, H. (2009). “Rainfall redistribution in a tropical forest: Spatial and temporal patterns”. *Water Resources Research*, 45(11).