

MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO EM FLORIANÓPOLIS: IDENTIFICAÇÃO DE LACUNAS E DIRETRIZES DE EXPANSÃO

Jéssica Aurora Bernardo¹; Christian Strack²; Patrícia Kazue Uda³ & Alexandra Rodrigues Finotti⁴

Palavras-Chave – monitoramento, rede pluviométrica, planejamento urbano.

INTRODUÇÃO

Florianópolis, que até a década de 1970 era isolada e contava com cerca de 140 mil habitantes, passou por intensas transformações urbanas nas últimas décadas. Com uma taxa média anual de crescimento populacional de 2,0%, o município hoje abriga aproximadamente 537.277 pessoas (PMF, 2024). A rápida expansão urbana trouxe desafios relacionados à ocupação de áreas de risco (Luiz; Bini, 2021), à sobrecarga da infraestrutura (Caprario, 2022) e ao aumento das inundações (Herrmann, 2014).

Diante desse cenário, entender a dinâmica do clima urbano e sua relação com as demandas populacionais é essencial para a gestão pública (Pereira; Nascimento Junior, 2020). Informações confiáveis sobre a distribuição da precipitação são fundamentais para políticas públicas eficazes, especialmente em drenagem urbana, gestão de recursos hídricos e adaptação às mudanças climáticas (ANA, 2016). A escassez ou má distribuição de estações compromete o monitoramento e a resposta a eventos extremos.

As diretrizes da Organização Meteorológica Mundial (OMM) orientam a instalação de redes pluviométricas com base nas características fisiográficas das regiões, destacando a importância da distribuição uniforme e do uso de ferramentas computacionais para seu planejamento (WMO, 2008). Em Florianópolis, o relevo acidentado e as variações climáticas locais exigem uma cobertura que conte com todas as bacias hidrográficas, essenciais para o escoamento e controle de cheias (Piroli, 2022; Schussel; Nascimento Neto, 2015).

Este estudo visa avaliar a cobertura atual da rede pluviométrica de Florianópolis e propor uma distribuição espacial complementar, conforme critérios técnicos e diretrizes da OMM. Os objetivos específicos incluem: (i) analisar a densidade e distribuição atual das estações; (ii) estimar a quantidade ideal de equipamentos; e (iii) propor uma rede otimizada, sensível às especificidades do município.

METODOLOGIA

O município de Florianópolis, capital de Santa Catarina, está localizado no litoral sul do Brasil e possui uma área de 438,5 km², composta principalmente pela Ilha de Santa Catarina, cujo relevo é marcado por um maciço rochoso com orientação nordeste-sudoeste. Essa configuração fisiográfica influencia diretamente a distribuição espacial da precipitação na região. A rede hidrográfica é formada por pequenas bacias, que somam 753 Ottobacias, sendo agrupadas em 22 unidades consideradas estratégicas para o planejamento urbano e ambiental.

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

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

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

4) Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. alexandra.finotti@ufsc.br

As informações sobre as estações pluviométricas foram obtidas na plataforma HidroWeb do SNIRH, e, até junho de 2025, o município contava com 10 estações operacionais, cujas localizações e entidades responsáveis foram sistematizadas.

Para a elaboração do mapa de densidade, foram consideradas as coordenadas geográficas das estações pluviométricas em operação até junho de 2025. Adotou-se como critério espacial um raio de cobertura de 2,52 km ao redor de cada estação, correspondente a uma área aproximada de 20 km², calculada pela fórmula da área do círculo (πr^2). Esse parâmetro foi definido com base nas diretrizes da OMM, que recomenda, para áreas urbanas, uma densidade mínima de uma estação para cada 10 a 20 km², visando garantir a representatividade dos dados e evitar distorções na estimativa da precipitação (WMO, 2008). O mapa resultante permite visualizar, de forma espacializada, as áreas com maior e menor cobertura pluviométrica no município, identificando lacunas na rede de monitoramento atual e subsidiando propostas para sua otimização.

A estimativa da quantidade ideal de estações pluviométricas para o município de Florianópolis foi calculada a partir da relação entre a área total do município, em quilômetros quadrados, e a área de cobertura recomendada por estação, conforme as diretrizes do Guide to Hydrological Practices da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Considerando o critério mais restritivo (10 km²), foi adotado um raio de influência de 1,78 km, que corresponde aproximadamente ao raio de um círculo com área de 10 km² (calculado pela fórmula $A = \pi r^2$). Utilizou-se a ferramenta “Random Points Inside Polygons”, também no QGIS, para distribuir pontos simulados dentro do limite municipal, com distância mínima de 3,56 km entre eles, evitando sobreposição de áreas de cobertura e respeitando o raio de influência de 1,78 km por estação. O total de pontos gerados representou a configuração mínima necessária para assegurar uma cobertura adequada do território.

Em seguida, realizou-se a otimização locacional da rede simulada, incorporando as estações já existentes e realocando os pontos sobrepostos para bacias submonitoradas. A priorização foi dada a áreas sem nenhuma estação ou com cobertura insuficiente, garantindo que todas as bacias relevantes tivessem pelo menos uma estação. Foram realizados ajustes pontuais com o apoio de imagens de satélite do Google Earth integradas ao QGIS, visando adequar a localização dos pontos simulados a locais acessíveis, planos e apropriados à instalação dos equipamentos, conforme boas práticas técnicas. Além disso, foram considerados aspectos operacionais e estratégicos, como a proximidade a vias de acesso e áreas urbanas, bem como a posição em relação ao maciço central, buscando representar adequadamente as diferentes faces da ilha.

O resultado desse processo foi uma proposta de rede pluviométrica otimizada, tecnicamente robusta e sensível às características territoriais, hidrológicas e socioambientais de Florianópolis, com potencial para subsidiar ações futuras de ampliação e qualificação do sistema municipal de monitoramento da precipitação.

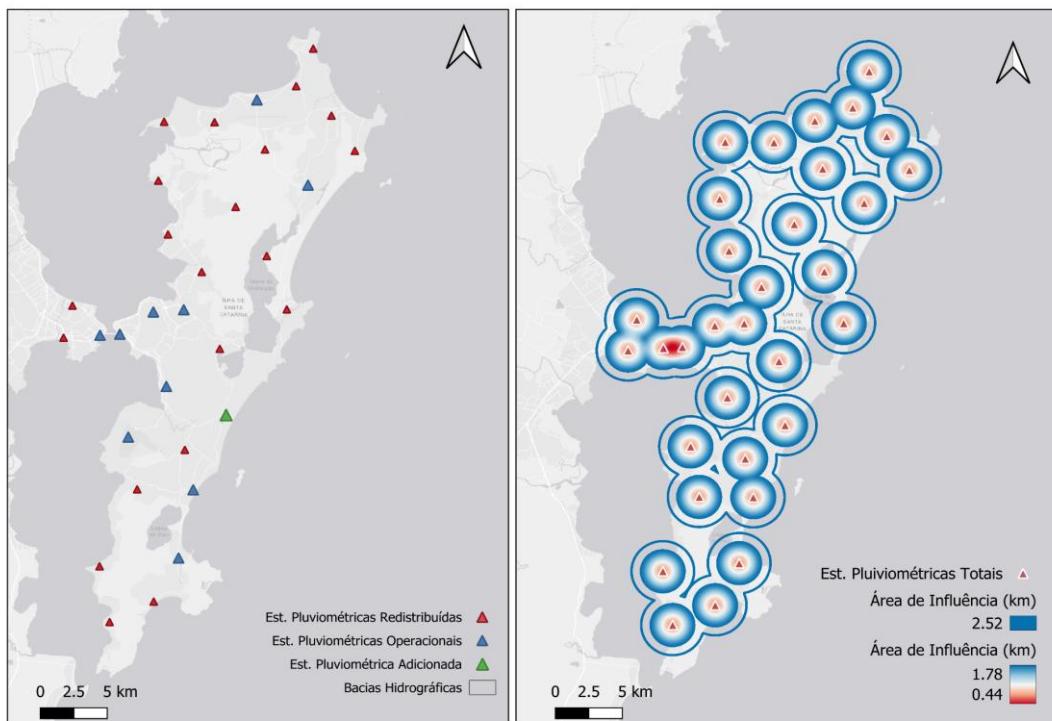
RESULTADOS

A análise da rede pluviométrica atual de Florianópolis revelou uma distribuição desigual, com alta concentração de estações na área central e vazios significativos nas regiões norte e sul. De acordo com as diretrizes da OMM, o município deveria ter entre 22 e 44 estações; no entanto, possui apenas 10, o que representa um déficit de cerca de 55%.

Para corrigir isso, foi desenvolvida uma rede simulada com 22 novos pontos, respeitando critérios técnicos e espaciais. Posteriormente, essa simulação foi ajustada manualmente com base em imagens de satélite e características locais de cada bacia hidrográfica, priorizando acessibilidade, uso do solo e risco de inundações.

Como resultado, chegou-se à configuração final da rede otimizada (Figura 1), composta por 32 estações estrategicamente distribuídas. Isso incluiu a realocação de 10 estações existentes para atender 8 bacias antes sem cobertura, além da inclusão de uma estação extra no Campeche, região estratégica entre as duas bacias com maior número de inundações registradas.

Figura 1 – Proposta rede pluviométrica otimizada para planejamento urbano e gestão hídrica em Florianópolis



CONCLUSÕES

Os resultados revelam que a rede pluviométrica atual de Florianópolis está aquém das recomendações da OMM, sobretudo nas áreas periféricas. A metodologia aplicada possibilitou propor uma rede otimizada com 32 estações, distribuídas de forma mais equilibrada e sensível à variabilidade da precipitação local. A proposta incorpora critérios técnicos, territoriais e socioambientais, contribuindo para o fortalecimento do planejamento urbano e da gestão de riscos.

Embora centrado em critérios espaciais e hidrológicos, o estudo reconhece a necessidade de aprofundar aspectos operacionais, como custos, manutenção e integração tecnológica. Recomenda-se que pesquisas futuras avancem na análise de viabilidade e integração com sistemas de alerta. Por fim, a proposta apresenta um modelo replicável, destacando o monitoramento como investimento estratégico na resiliência urbana e adaptação climática.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Código de Financiamento 001, Projeto 165485/2024-8) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC (Edital 61/2024) pelo apoio financeiro, por meio das bolsas de estudo concedidas, que viabilizaram a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANA. *Mudanças climáticas e recursos hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação*. Brasília, DF: ANA, GGES, 2016.

CAPRARO, Jakcemara. *Desenvolvimento de ferramentas metodológicas para apoio à gestão e manejo de águas pluviais urbanas considerando a perspectiva das mudanças climáticas e a resiliência das cidades*. 2022. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

HERRMANN, Maria Lúcia de Paula. *Atlas de desastres naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010*. 2. ed. Florianópolis: Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina, 2014.

PEREIRA, Emilly Lais; NASCIMENTO JÚNIOR, Lindberg. *As chuvas em Florianópolis/SC: um ensaio sobre a gênese, dinâmica e distribuição espaço-temporal das precipitações*. Revista Brasileira de Climatologia, Vitória, v. 30, p. 248–273, 16 fev. 2022.

LUIZ, Edna Lindaura; BINI, Graziela Maziero Pinheiro. *Análise cadastral das ameaças do meio físico na comunidade do Rio Cachoeira – Bairro Saco dos Limões, Florianópolis/SC*. Geography Department University of São Paulo, São Paulo, v. 41, p. e176918, 14 set. 2021.

PIROLI, Edson Luís. *Água e bacias hidrográficas: planejamento, gestão e manejo para enfrentamento das crises hídricas*. São Paulo: Editora UNESP, 2022.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. *Floripa em números: cadernos de planejamento e projetos urbanos de Florianópolis*. Florianópolis, 2024.

SCHUSSEL, Zulma; NASCIMENTO NETO, Paulo. *Gestão por bacias hidrográficas: do debate teórico à gestão municipal*. Ambiente & Sociedade, Campinas, v. 18, n. 3, p. 137–152, set. 2015.

WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *Guide to hydrological practices*. 6. ed. Geneva: WMO, 2008. v. 1.