

Introdução

O monitoramento adequado das precipitações com um número de estações pluviométricas e pluviográficas recomendadas e corretamente distribuídas na bacia hidrográfica é de grande importância para a coleta de informações válidas para rede hidrometeorológica nacional.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar a densidade de estações pluviométricas e pluviográficas existentes na sub-bacia 87 e mapear as recomendações de novas estações que estejam faltando segundo as recomendações da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) e os critérios da rede hidrometeorológica nacional. Buscou-se também avaliar a influência da área dos corpos d'água Lago Guaíba e Lagoa dos Patos no cálculo da densidade de estações pluviométricas e pluviográficas.

Material e Métodos

Localizada na porção leste do estado do Rio Grande do Sul, a sub-bacia 87 divide-se em oito sub-bacias principais mais a sub-bacia do Baixo Jacuí, de grande peculiaridade, visto que seu divisor de águas corta o Rio Jacuí a partir da confluência com o Rio Taquari. Da totalidade, pode-se afirmar que quatro bacias são de cabeceira (sub-bacia do Rio Caí, do Rio Gravataí, do Rio dos Sinos e do Rio Camaquã). As três primeiras, somadas à sub-bacia do Baixo Jacuí são contribuintes da sub-bacia do Lago Guaíba, que por sua vez é contribuinte (assim como a sub-bacia do Rio Camaquã) da sub-bacia Lagoa dos Patos. Ressalta-se ainda que a sub-bacia 87 apresenta outras duas sub-bacias que drenam diretamente para o Oceano Atlântico (sub-bacia do Rio Tramandaí e sub-bacia do Litoral Médio), conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1. Sub-bacias e hidrografia com os principais cursos d'água da sub-bacia 87.

As classes de relevo são divididas em cinco tipos, e são obtidas através da declividade predominante na região de estudo. O procedimento adotado no programa com Sistema de Informação Geográfica, criador e gerenciador de mapas utilizado, foi a geração das declividades utilizando a ferramenta *slope* (ArcGIS 10.1) no modelo digital de elevação SRTM com 90 metros de resolução de pixel. Através da análise da distribuição das declividades para cada sub-bacia, classificaram-se as unidades fisiográficas para cada sub-bacia seguindo as orientações técnicas da EMBRAPA.

De acordo com as recomendações da OMM relativas à densidade mínima de redes pluviométricas e pluviográficas, a sub-bacia 87, bem como algumas de suas sub-bacias principais são deficitárias, a Tabela 1 apresenta a densidade mínima para cada tipo de estação de acordo com a respectiva unidade fisiográfica (relevo).

Tabela 1. Recomendação de densidade mínima de estações, por tipo de estação (OMM).

Unidades Fisiográficas	Pluviômetro	Pluviógrafo	Evaporação	Vazão	Sedimentos	Qualidade da Água
Litoral / Região Costeira	900	9.000	50.000	2.750	18.300	55.000
Montanhas	250	2.500	50.000	1.000	6.700	20.000
Planícies Interiores	575	5.750	5.000	1.875	12.500	37.500
Ondulada / Montanhosa	575	5.750	50.000	1.875	12.500	47.500
Peguenas Ilhas (< 500 km ²)	25	250	50.000	300	2.000	6.000
Áreas Urbanas	-	10 a 20	-	-	-	-
Polar / Árida	10.000	100.000	100.000	20.000	200.000	200.000

Resultados

As Tabelas 2 e 3 apresentam a densidade atual da rede pluviométrica e pluviográfica em operação e o número de novas estações que devem ser instaladas.

Tabela 2. Densidade de estações pluviométricas e pluviográficas das regiões litorâneas (região costeira) da sub-bacia 87, recomendação de densidade da OMM, e o número de novas estações a serem instaladas.

Sub-Bacia	Área (km ²)	Declividade do Rio Principal (%)	Classificação do Relevo	Número de Estações					
				Pluviômetros em Operação	Pluviógrafos em Operação	OMM (Pluviômetro)	OMM (Pluviógrafo)	Pluviômetros a Instalar	Pluviógrafos a Instalar
Litoral Médio	1404,5	1,46	Plano	1	0	2	0	1	0

Tabela 3 - Densidade de estações pluviométricas e pluviográficas das regiões classificadas como planas e onduladas (montanhosas) da sub-bacia 87, considerando e desconsiderando os corpos d'água na drenagem direta da Lagoa dos Patos e Lago Guaíba, juntamente com a recomendação da OMM.

Sub-Bacia	Área (km ²)	Declividade do Rio Principal (%)	Classificação do Relevo	Número de Estações					
				Pluviômetros em Operação	Pluviógrafos em Operação	OMM (Pluviômetro)	OMM (Pluviógrafo)	Pluviômetros a Instalar	Pluviógrafos a Instalar
Gravataí	2043,1	4,57	Plana	6	0	4	0	0	0
Camaquã	17587,6	8,17	Plana	15	1	31	3	16	2
Baixo Jacuí	3006,3	8,29	Plana	4	0	5	1	1	1
Sinos	3687,1	16,74	Ondulado	3	0	6	1	3	1
Caí	4975,8	16,16	Ondulado	11	0	9	1	0	1
Lago Guaíba ¹	2935,4	-	Plana	4	0	5	1	1	1
Lagoa dos Patos ²	19916,2	-	Plana	11	0	35	3	24	3
Tramandaí	2883,1	13,47	Plana	3	0	5	1	2	1
Lago Guaíba ³	2429,3	-	Plana	4	0	4	0	0	0
Lagoa dos Patos ⁴	10289,0	-	Plana	11	0	18	2	7	2

¹ Considerando a área do corpo d'água Lago Guaíba e trecho do rio Jacuí.

² Considerando a área referente ao corpo d'água Lagoa dos Patos.

³ Desconsiderando a área do corpo d'água Lago Guaíba e trecho do rio Jacuí.

⁴ Desconsiderando a área referente ao corpo d'água Lagoa dos Patos.

Na sub-bacia do Lago Guaíba, o exutório é o canal de encontro do Lago com a Lagoa dos Patos, nessa situação o corpo d'água Lago Guaíba faz parte da área de drenagem da sub-bacia. O mesmo acontece para a sub-bacia da Lagoa dos Patos, que tem seu exutório no encontro com o oceano, sendo toda a área referente ao corpo d'água Lagoa dos Patos parte da área de drenagem da sub-bacia. Quando os corpos d'água são considerados como área de drenagem, a densidade de estações acaba sendo bastante elevada em certas partes da sub-bacia, visto que não é possível a sua instalação nas áreas ocupadas pelos corpos d'água Lago Guaíba e Lagoa dos Patos.

Observa-se que a área com drenagem direta para o Lago Guaíba considerando a área do corpo d'água Lago Guaíba como área de drenagem são necessárias duas novas estações, enquanto que desconsiderando o corpo d'água Lago Guaíba não é necessária a instalação de novas estações, já para a drenagem direta da sub-bacia da Lagoa dos Patos considerando o corpo d'água da Lagoa dos Patos como área de drenagem são necessárias 27 novas estações, e desconsiderando o corpo d'água Lagoa dos Patos são necessárias apenas 9 novas estações.

As recomendações das Tabelas e da Figura 2 foram determinadas e especializadas com base nos cálculos de densidade de estações (Tabelas 1, 2 e 3) baseadas nas estações em operação segundo o inventário da Agência Nacional de Águas de agosto de 2014, segundo os critérios estabelecidos pela Organização Mundial de Meteorologia.

A Figura 2 mostra a densidade de estações calculada considerando a área do corpo d'água do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos nas áreas de contribuição (drenagem) das sub-bacias do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos, respectivamente, o que resultou em uma maior quantidade de estações conforme as recomendações da Tabela 1.

A mesma Figura 2 mostra a densidade de estações calculada desconsiderando a área do corpo d'água do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos nas áreas de contribuição (drenagem) das sub-bacias do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos, respectivamente, o que resultou em uma menor quantidade de estações.

Os mapas na escala 1:1.200.000, mais detalhados e para melhor visualização podem ser obtidos gratuitamente, através da solicitação pelo e-mail dos autores deste trabalho ou na publicação sobre a regionalização de vazões da sub-bacia 87 que esta em fase final de editoração.

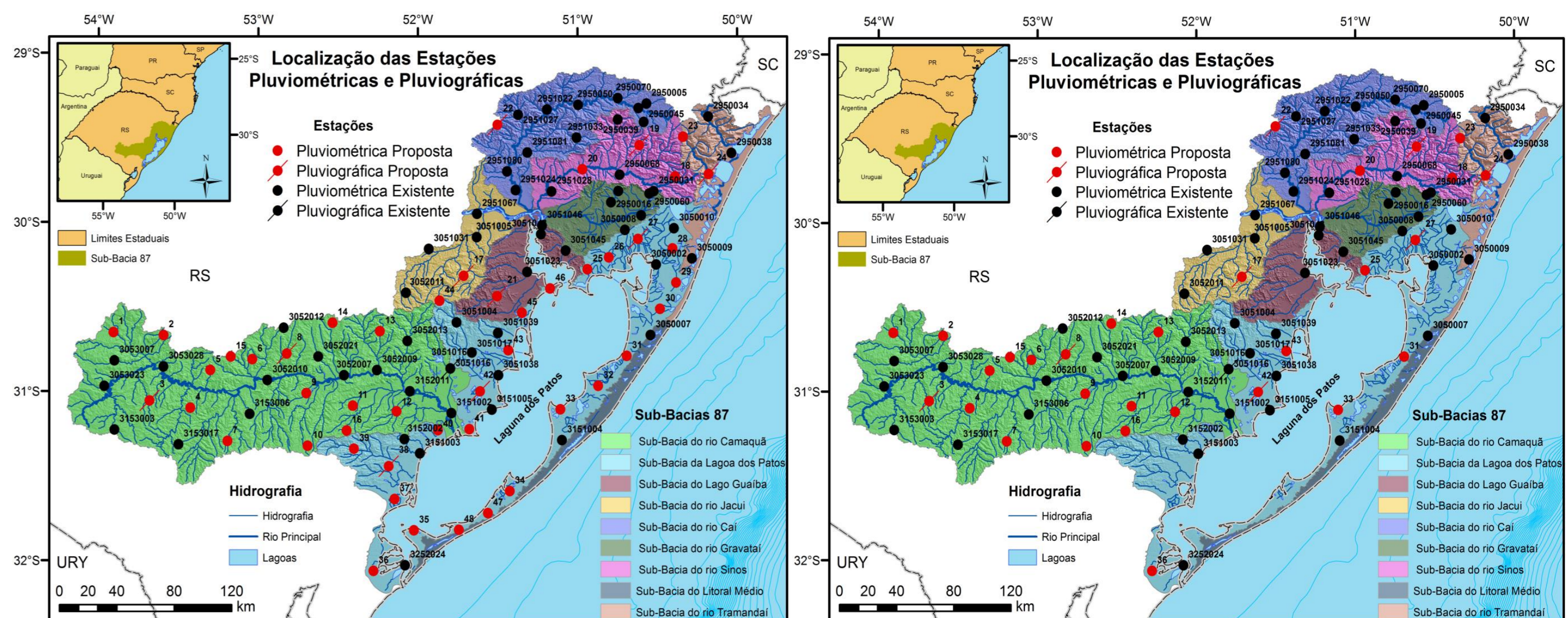


Figura 2. Densidade de estações P e Pr calculadas considerando e desconsiderando as áreas dos corpos d'água do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos nas áreas das sub-bacias.

Considerações Finais

A avaliação da atual rede de monitoramento de precipitações apresentou regiões com baixa densidade de estações em operação, sendo as sub-bacias do Camaquã e Lagoa dos Patos as mais deficitárias.

Além disso, concluiu-se que a avaliação da influência de corpos d'água como área de drenagem de sub-bacias é fundamental para avaliação da densidade na distribuição de novas estações de monitoramento, podendo ocasionar em uma redução de custos para monitoramento de precipitação das sub-bacias pelos órgãos responsáveis.