

Introdução

O monitoramento adequado das descargas líquidas com um número de estações fluviométricas 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 estudo é avaliar a densidade de estações fluviométricas existentes na sub-bacia 87 (Lagoa dos Patos) e mapear as recomendações de novas estações que estejam faltando segundo as recomendações da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) e os critérios técnicos para a rede hidrometeorológica nacional. Avaliou-se também a influência dos corpos d'água Lago Guaíba e Lagoa dos Patos em suas áreas de contribuição e, por conseguinte, o efeito no cálculo da densidade de estações fluviométricas.

Material e Métodos

Encontrada na porção leste do estado do Rio Grande do Sul, a sub-bacia 87 (Figura 1) 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 a do Litoral Médio), conforme a Figura 1.

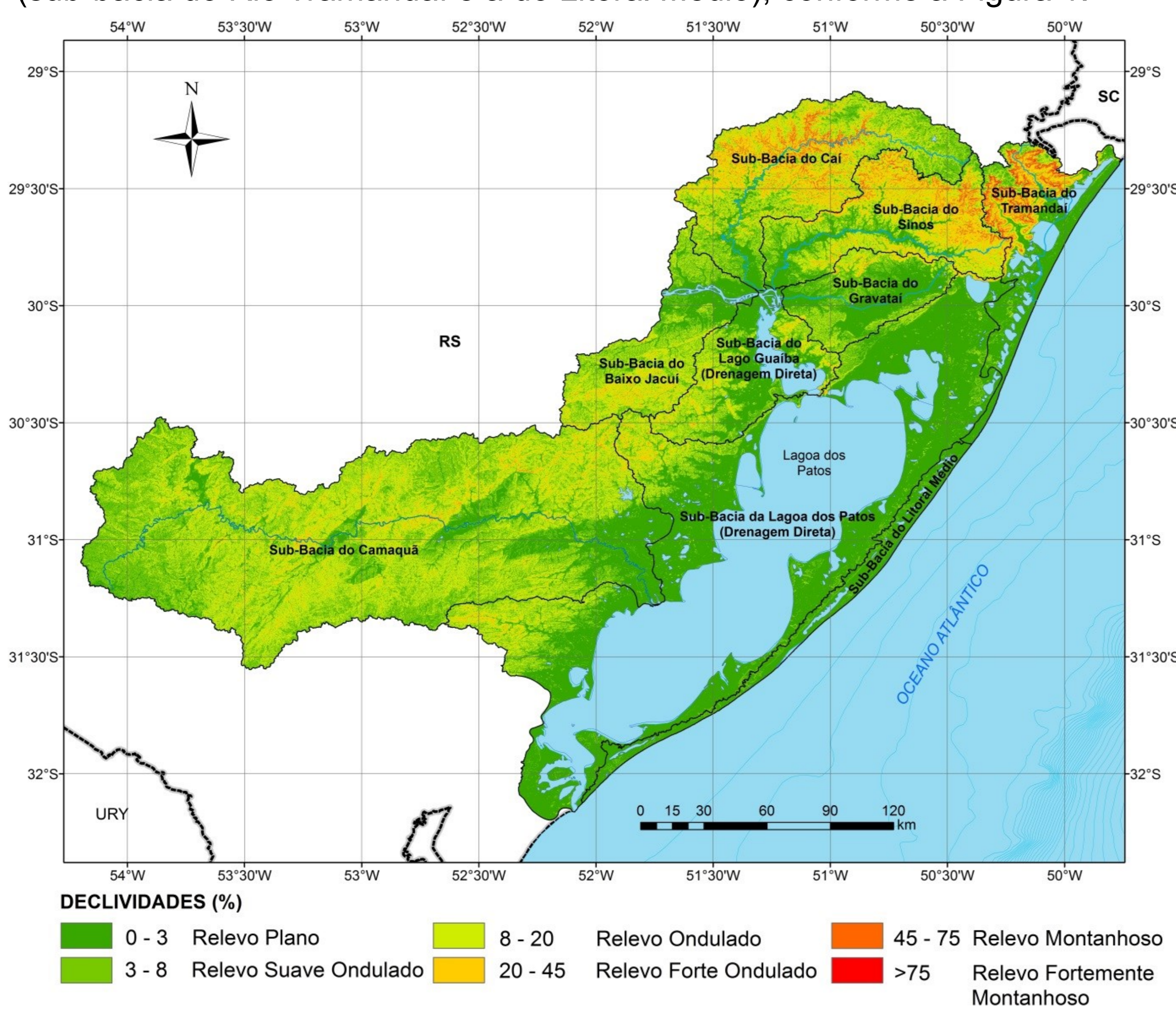


Figura 1. Relevo das principais sub-bacias formadoras da sub-bacia 87.

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, conforme observado na Figura 1.

De acordo com as recomendações da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) relativas à densidade mínima de estações fluviométricas com medição de descarga líquida, 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 fluviométrica em operação e o número de novas estações que devem ser instaladas.

Tabela 2. Densidade de estações fluviométricas (FD) das regiões litorâneas (costeira).

Sub-Bacia	Área (km ²)	Declividade do Principal Rio (%)	Classificação do Relevo	Número de Estações Fluviométricas com Medição de Descarga Líquida		
				Estações FD em Operação	Recomendação OMM	Estações FD a Instalar
Litoral Médio	1404,5	1,46	Plano	0	1	1

Tabela 2. Densidade de estações fluviométricas (FD) das regiões litorâneas (costeira).

Sub-Bacia	Área (km ²)	Declividade do Principal Rio (%)	Classificação do Relevo	Número de Estações Fluviométricas com Medição de Descarga Líquida		
				Estações FD em Operação	Recomendação OMM	Estações FD a Instalar
Gravataí	2043	4,57	Plana	3	1	-
Camaquã	17587	8,17	Plana	2	9	7
Baixo Jacuí	3006	8,29	Plana	0	2	2
Sinos	3687	16,74	Ondulado	3	2	-
Caí	4975	16,16	Ondulado	5	3	-
Lago Guaíba ¹	2935	-	Plana	1	2	1
Lagoa dos Patos ¹	19916	-	Plana	0	12	12
Tramandaí	2883	13,47	Plana	1	2	1
Lago Guaíba ²	16647	11,58	Plana	12	9	-
Lago Guaíba ³	2429	-	Plana	1	1	-
Lagoa dos Patos ⁴	13224	-	Plana	0	7	7

¹ Drenagem direta, considerando os corpos d'água e desconsiderando as bacias contribuintes a montante.

² Drenagem para o exutório do Lago Guaíba, considerando as sub-bacias contribuintes a montante dos rios Caí, Gravataí, dos Sinos e Jacuí.

³ Drenagem direta do Lago Guaíba, desconsiderando a área do corpo d'água Lago Guaíba.

⁴ Drenagem direta da Lagoa dos Patos, 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 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 para a área com drenagem direta para o Lago Guaíba considerando a área do corpo d'água Lago Guaíba como área de drenagem é necessária uma nova estação FD, 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 12 novas estações, e desconsiderando o corpo d'água Lagoa dos Patos são necessárias sete novas estações.

As recomendações das Tabelas e da Figura 2 foram determinadas e especializadas com base nos cálculos de densidade de estações fluviométricas (Tabelas 1, 2 e 3) baseadas nas estações em operação segundo o inventário da Agência Nacional de Águas de junho de 2013, 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 1:1.000.000, 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.

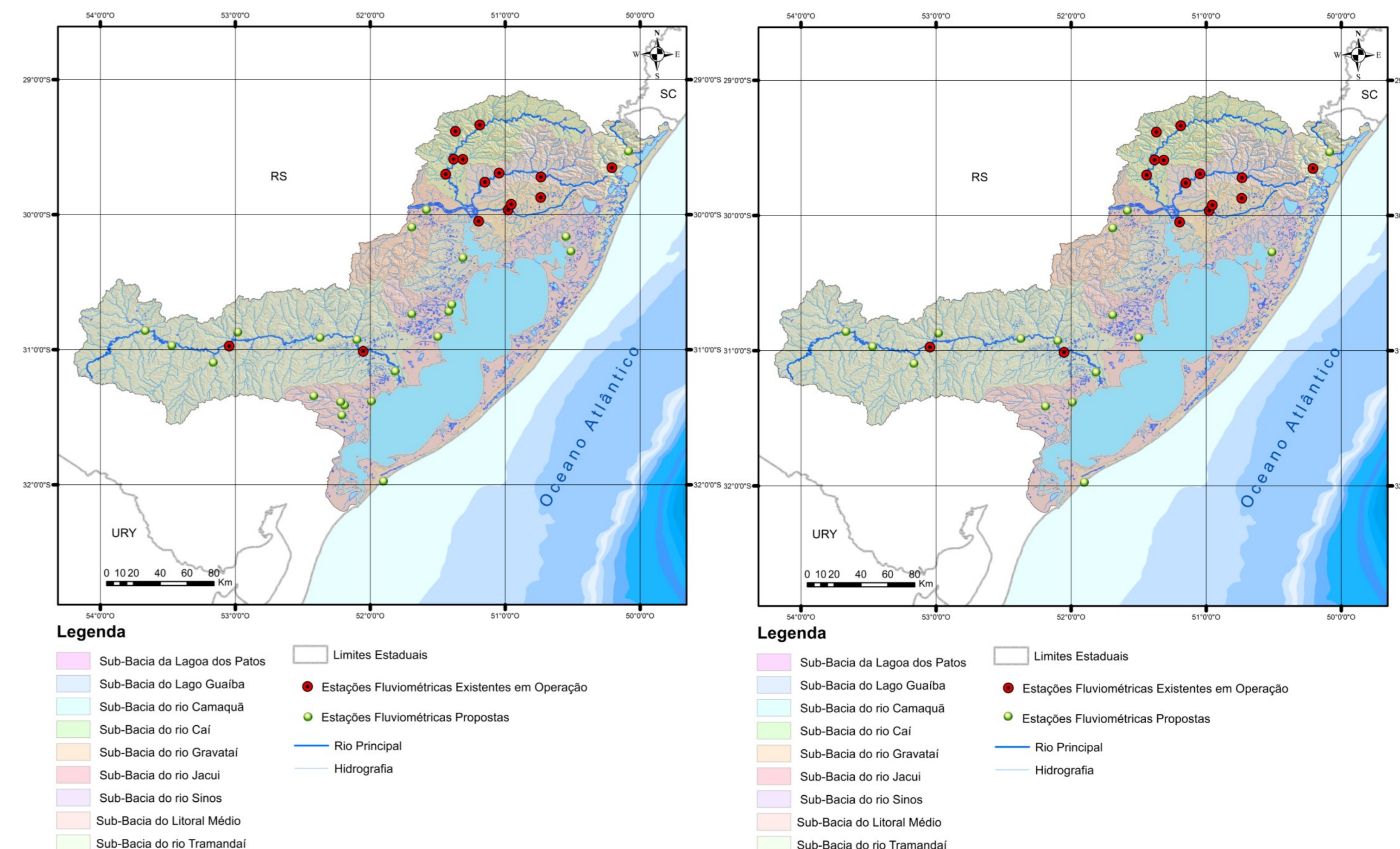


Figura 2. Densidade de estações FD calculada desconsiderando e considerando as áreas dos corpos d'água do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos nas áreas de drenagem das sub-bacias.

Considerações Finais

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

Concluiu-se importante o gestor ponderar sobre a influência de corpos d'água como área de drenagem de bacias hidrográficas para avaliação da densidade na distribuição e a possível instalação de novas estações fluviométricas com descarga líquida.