

Espacialização da recomendação de novas estações pluviométricas na sub-bacia 87 segundo os critérios de densidade da Organização Mundial de Meteorologia

Maurício Dambrós Melati ^{1,2}
Francisco Fernando Noronha Marcuzzo ²

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS/IPH
Acadêmico do curso de Eng. Ambiental – C. P.: 15029, CEP 91501-970 - Porto Alegre/RS
mauriciomelati@gmail.com

² CPRM / SGB - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil
Rua Banco da Província, no105 - Santa Teresa - Porto Alegre/RS - CEP 90840-030
francisco.marcuzzo@cprm.gov.br

Abstract. Whereas the rains are the main form of input water into a basin, its correct monitoring with a number of correct and adequate rainfall stations scattered, it is of paramount importance. The objective of this study is to evaluate the density of existing rainfall stations in the sub-basin 87 and map the recommendations of new stations that are missing according to the recommendations of the World Meteorological Organization (WMO) and the technical criteria for the national hydrometeorological network. The region of sub-basin 87 was framed in two distinct physiographic units, according to his relief and recommendations of the WMO. The Middle Coast sub-basin was classified as coastal regions, while the remainder of the sub-basins was framed as flat / undulating to hilly characteristics. It aimed to examine criteria for spatial arrangement of new rainfall stations and pluviographic proposals, through spatial analysis of existing and pluviographic rainfall stations in operation, in order to complement the existing monitoring network, in addition, other criteria for selecting the right site were analyzed as flat land, potential observer, distance of obstacles and proximity of roads. It was concluded that the evaluation of the influence of water bodies such as drainage area of sub-basins is critical for assessing the density distribution of new monitoring stations, which could cause a reduction of costs for monitoring precipitation of sub-basins by responsible agencies.

Palavras-chave: hidrologia, rede hidrometeorológica, pluviometria, hydrology, hydrometeorological network, pluviometric.

1. Introdução

A precipitação é a principal forma de entrada de água em uma bacia hidrográfica, fornecendo subsídios para a quantificação do abastecimento de água, irrigação, controle de inundação, erosão do solo, etc. (COLLISCHONN e DORNELLES, 2013). Portanto o correto monitoramento das chuvas com um número de estações pluviométricas recomendadas e adequadamente espalhadas na área é de suma importância para a rede hidrometeorológica.

Simon *et al.* (2013) estudando hietogramas médios de estações pluviométricas da sub-bacia 87, visando a determinação do ano hidrológico, cita que foi possível visualizar que as precipitações não possuem grande variação de mês para mês, não sendo explícito um período de maior pluviosidade durante o ano. Qualificam condições de declividade, comprimento de encostas e configuração superficial dos terrenos, que afetam as formas de modelado (formas topográficas) de áreas de ocorrência das unidades de solo (EMBRAPA, 2006).

O objetivo deste trabalho é avaliar a densidade de estações pluviométricas 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 a 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.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização Geral da Área de Estudo

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

mm e 87 mm, na região leste da sub-bacia 87, próximo ao limite norte da Lagoa dos Patos. Quanto aos meses que apresentaram as maiores precipitações foram julho e outubro, com 185 mm e 191 mm respectivamente, na região norte da sub-bacia 87.

2.2. Modelo Digital de Terreno e Cálculo das Áreas dos Tipos de Relevo

Em relação à caracterização altimétrica da sub-bacia 87, de acordo com Tschiedel *et al.* (2012), ocorrem altitudes elevadas no contorno do Rio Camaquã, próximo as fronteiras sul, sudoeste e oeste da sub-bacia 87. As altitudes mais elevadas de toda a sub-bacia ocorrem ao norte, atingindo 1000 metros em determinadas regiões, pois compreende parte da serra do Rio Grande do Sul. O restante da sub-bacia apresenta altitudes mais baixas, próximas ao nível do mar nas regiões litorâneas e no entorno da Lagoa dos Patos.

De acordo com a EMBRAPA (2006), 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 (ESRI, 2013; *ArcGIS* versão 10.1) foi a geração das declividades utilizando a ferramenta *SLOOPE* no modelo digital de elevação SRTM com 90 metros de resolução de pixel (MIRANDA, 2005). Através da análise da distribuição das declividades para cada sub-bacia, classificaram-se as unidades fisiográficas para cada sub-bacia seguindo as orientações da EMBRAPA.

2.3. Recomendações de Densidade de Estações Pluviométricas da OMM e Critérios de Locação das Estações

De acordo com as recomendações da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) relativas à densidade mínima de redes pluviométricas e pluviográficas (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2008), 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.

Tabela 1. Recomendação de densidade mínima de estações para rede hidrometeorológica (WMO, 2008).

Unidades Fisiográficas	Pluviômetro	Pluviógrafo
	km ² .(estação) ⁻¹	
Litoral / Região Costeira	900	9000
Montanhas	250	2500
Planícies Interioranas	575	5750
Ondulada / Montanhosa	575	5750
Pequenas Ilhas (< 500 km ²)	25	250
Áreas Urbanas	-	10 a 20
Polar / Árida	10000	100000

A região da sub-bacia 87 foi enquadrada em duas unidades fisiográficas distintas, segundo o seu relevo e as recomendações da OMM (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2008), a sub-bacia do Litoral Médio foi classificada como região costeira, enquanto que o restante das sub-bacias foi enquadrado como plana/ondulada com características montanhosas.

Para a proposta de novas estações, o procedimento adotado no programa com Sistema de Informação Geográfica, criador e gerenciador de mapas utilizado (ESRI, 2013; *ArcGIS* versão 10.1), foi o de análise da distribuição espacial das sub-bacias pertencentes a sub-bacia 87, onde se buscou analisar critérios para disposição espacial das novas estações pluviométricas e pluviográficas propostas, através da análise espacial das estações pluviométricas e pluviográficas existentes em operação, com o intuito de complementar a atual rede de

monitoramento, além disso, outros critérios para escolha do local adequado foram analisados, como terrenos planos, observador em potencial, distância de obstáculos e proximidade de estradas. As coordenadas planimétricas das estações propostas foram obtidas no sistema de referência WGS-84 (*World Geodetic System*; Sistema Geodésico Mundial). Os corpos d'água da Lagoa dos Patos e Lago Guaíba ficam a montante do exutório das sub-bacias, sendo assim, são considerados no cálculo de densidade de estações pluviométricas.

3. Resultados e Discussão

3.1. Avaliação da Densidade Considerando e Desconsiderando a Área dos Corpos D'Água

A rede de estações pluviométricas e pluviográficas em operação apresentada foi levantada do inventário de 22 de agosto de 2014 disponibilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA) e obtida através do HIDROWeb (BRASIL, 2013). As Tabelas 2 e 3 apresentam a densidade atual da rede pluviométrica e pluviográfica em operação na sub-bacia 87, juntamente com o número de novas estações que devem ser instaladas para satisfazer os critérios de densidade da Organização Mundial de Meteorologia (OMM).

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
Gravatá	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
Tramandai	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.

De acordo com Tucci (2002), bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. Portanto para a 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.

Dentro do contexto de cálculo de densidade de estações para as sub-bacias, 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. A Tabela 3 mostra que para 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 33 novas estações, e desconsiderando o corpo d'água Lagoa dos Patos são necessárias apenas 14 novas estações, o que representa uma grande diminuição de novas estações a serem instaladas.

3.2. Espacialização das Novas Estações Pluviométricas e Pluviográficas Considerando e Desconsiderando a Área dos Corpos D'Água

As novas estações pluviométricas e pluviográficas propostas para a sub-bacia 87 estão apresentadas nos Quadros 1 e 2 e nas Figuras 2 e 3 para as duas situações apresentadas anteriormente, considerando e desconsiderando a área dos corpos d'água como área de drenagem direta das sub-bacias.

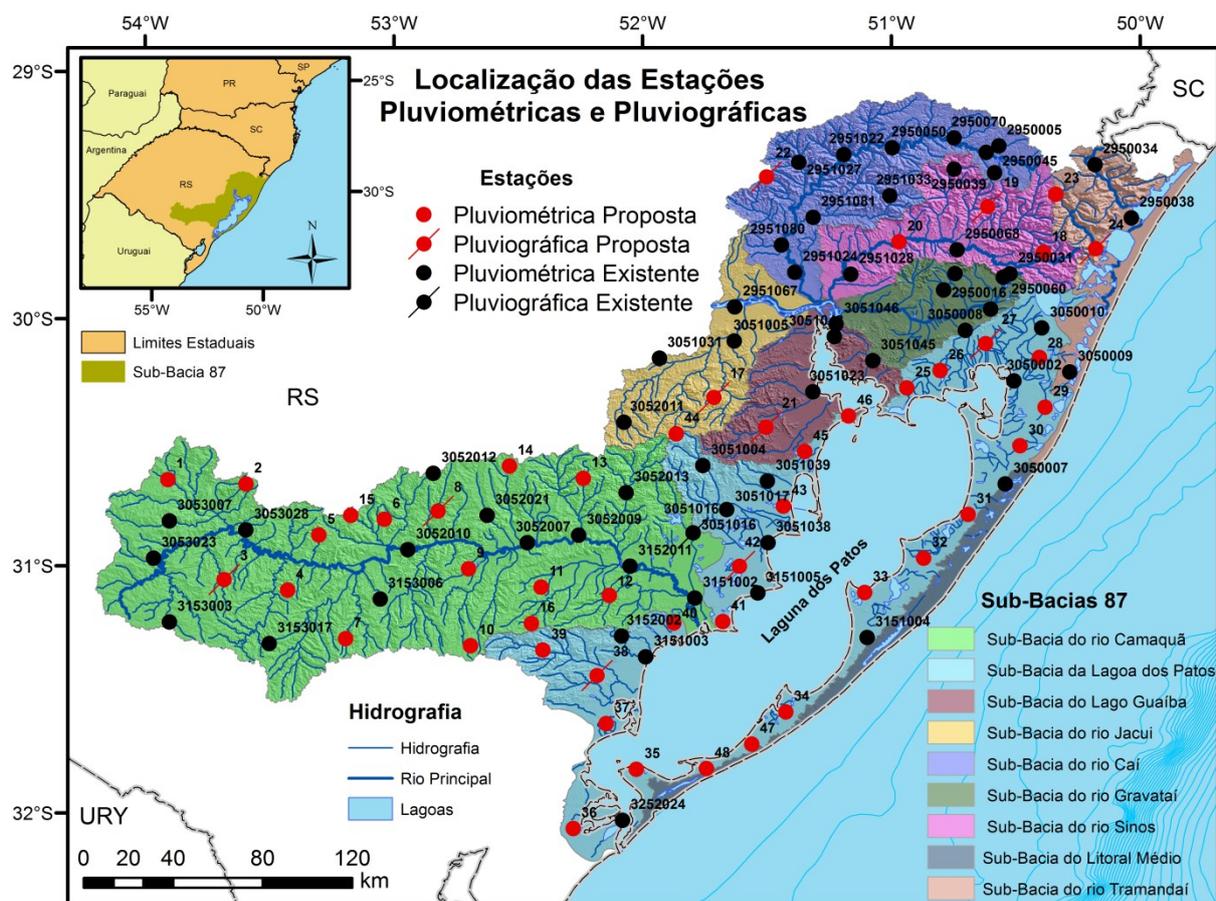


Figura 2 - Densidade de estações calculada considerando as áreas dos corpos d'água do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos nas áreas de contribuição (drenagem) das suas sub-bacias.

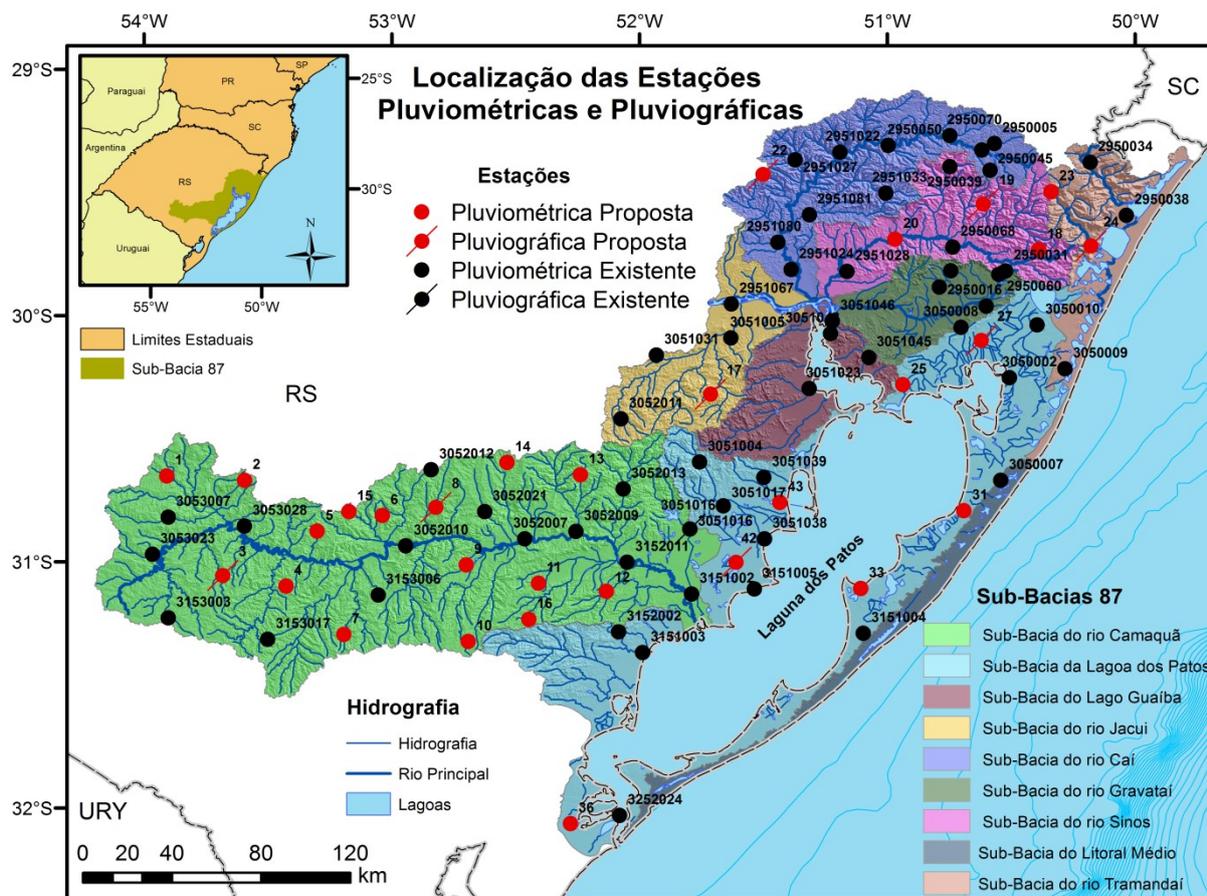


Figura 3 - Densidade de estações calculada desconsiderando as áreas dos corpos d'água do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos nas áreas de contribuição (drenagem) das suas sub-bacias.

Quadro 1 - Estações pluviométricas (P) e pluviográficas (Pr) propostas para as sub-bacias dos rios Camaquã, Baixo Jacuí, Sinos, Caí e Tramandaí, pertencentes a sub-bacia 87.

Sub-Bacia	Código	Tipo de Estação	Município	Coordenadas Geodésicas	
				Latitude Sul	Longitude Oeste
Camaquã	1	P	Lavras do Sul	30°39'04,59"	53°54'24,26"
Camaquã	2	P	Caçapava do Sul	30°40'08,30"	53°35'36,26"
Camaquã	3	Pr	Bagé	31°03'16,56"	53°40'55,33"
Camaquã	4	P	Pinheiro Machado	31°05'51,13"	53°25'32,92"
Camaquã	5	P	Santana da Boa Vista	30°52'28,58"	53°17'59,54"
Camaquã	6	P	Santana da Boa Vista	30°48'38,78"	53°02'13,36"
Camaquã	7	P	Piratini	31°17'39,54"	53°11'34,33"
Camaquã	8	Pr	Encruzilhada do Sul	30°46'41,29"	52°49'17,01"
Camaquã	9	P	Canguçu	31° 0'42,99"	52°41'53,29"
Camaquã	10	P	Canguçu	31°19'23,43"	52°41'23,82"
Camaquã	11	P	Canguçu	31°05'09,58"	52°24'22,28"
Camaquã	12	P	São Lourenço do Sul	31°07'09,74"	52°07'58,34"
Camaquã	13	P	Dom Feliciano	30°38'43,86"	52°14'13,48"
Camaquã	14	P	Encruzilhada do Sul	30°35'44,57"	52°32'02,73"
Camaquã	15	P	Santana da Boa Vista	30°47'42,64"	53°10'18,71"
Camaquã	16	P	São Lourenço do Sul	31°13'58,17"	52°26'46,16"
Baixo Jacuí	17	Pr	Barão do Triunfo	30°19'04,01"	51°42'44,74"
Sinos	18	P	Caraá	29°43'54,87"	50°23'13,25"
Sinos	19	Pr	São Francisco de Paula	29°32'43,67"	50°36'43,77"
Sinos	20	P	Sapiranga	29°41'18,81"	50°58'03,46"
Caí	22	Pr	São Pedro da Serra	29°25'31,77"	51°30'05,01"
Tramandaí	23	P	Maquiné	29°29'44,33"	50°20'14,74"
Tramandaí	24	PPr	Maquiné	29°42'57,30"	50°10'39,45"

Quadro 2 - Estações pluviométricas (P) e pluviográficas (Pr) propostas para a drenagem direta das sub-bacias do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos considerando e desconsiderando a presença dos seus respectivos corpos d'água no cálculo das áreas de contribuição (drenagem).

Sub-Bacia	Código	Tipo de Estação	Município	Coordenadas Geodésicas	
				Latitude Sul	Longitude Oeste
Lago Guaíba	21	Pr	Barra do Ribeiro	29°30'26,20"	50°58'14,12"
Lagoa dos Patos	25 ^{DCD}	P	Viamão	30°16'44,81"	50°56'10,95"
Lagoa dos Patos	26	P	Viamão	30°12'31,86"	50°48'07,79"
Lagoa dos Patos	27	Pr	Capivari do Sul	30° 5'59,80"	50°37'11,37"
Lagoa dos Patos	28	P	Capivari do Sul	30°09'22,17"	50°24'12,50"
Lagoa dos Patos	29	P	Palmares do Sul	30°21'28,53"	50°22'50,74"
Lagoa dos Patos	30	P	Mostardas	30°30'47,24"	50°28'51,88"
Lagoa dos Patos	31 ^{DCD}	P	Mostardas	30°47'30,74"	50°41'21,80"
Lagoa dos Patos	32	P	Mostardas	30°58'05,88"	50°52'06,47"
Lagoa dos Patos	33 ^{DCD}	P	Tavares	31°16'25,10"	51°04'00,26"
Lagoa dos Patos	34	P	São José do Norte	31°35'26,99"	51°25'23,83"
Lagoa dos Patos	35	P	São José do Norte	31°49'22,42"	52° 1'26,85"
Lagoa dos Patos	36 ^{DCD}	P	Rio Grande	32°03'44,61"	52°16'38,50"
Lagoa dos Patos	37	P	Pelotas	31°38'16,01"	52°08'43,07"
Lagoa dos Patos	38	Pr	Turucu	31°26'37,33"	52°10'56,63"
Lagoa dos Patos	39	P	São Lourenço do Sul	31°20'25,82"	52°23'58,13"
Lagoa dos Patos	40	P	São Lourenço do Sul	31°13'52,60"	51°52'24,61"
Lagoa dos Patos	41	P	Camaquã	31°13'31,19"	51°40'35,31"
Lagoa dos Patos	42	Pr	Camaquã	31°00'04,32"	51°36'35,35"
Lagoa dos Patos	43 ^{DCD}	P	Tapes	30°45'28,19"	51°25'58,00"
Lagoa dos Patos	44	P	Barão do Triunfo	30°27'56,46"	51°51'48,24"
Lagoa dos Patos	45	P	Tapes	30°32'14,58"	51°20'48,67"
Lagoa dos Patos	46	P	Barra do Ribeiro	30°23'36,31"	51°10'12,66"
Lagoa dos Patos	47	P	São José do Norte	31°43'15,22"	51°33'37,03"
Lagoa dos Patos	48	P	São José do Norte	31°49'11,52"	51°44'32,23"

^{DCD} – Estação pluviométrica e/ou pluviográfica proposta desconsiderando o corpo d'água das sub-bacias do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos no cálculo das áreas de contribuição de suas respectivas sub-bacias de drenagem direta (Figura 2).

Os mapas na escala 1:1.200.000, para melhor visualização, podem ser baixados gratuitamente pelos endereços (“links”) na internet disponibilizados no Quadro 3, ou através da solicitação pelo e-mail dos autores deste trabalho.

Quadro 3 – Mapas em versão de impressão (escala 1:1.200.000) para baixar.

Mapas da Sub-Bacia 87	Endereços (“links”) para Baixar os Mapas nas Versões de Impressão
Relevo	https://drive.google.com/uc?id=0B6T7sNg_aVgOVfPvVk5fci1vU0k&export=download
Estações P e PPr – Considerando Corpos D'Água	https://drive.google.com/uc?id=0B6T7sNg_aVgOYUZsVGHPWjBtRkE&export=download
Estações P e PPr – Desconsiderando Corpos D'Água	https://drive.google.com/uc?id=0B6T7sNg_aVgOMXV0V0hPTnNENEE&export=download

4. Conclusão

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.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil - empresa pública de pesquisa do Ministério de Minas e Energia) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Agência Nacional de Águas. Hidroweb. Sistema de informações hidrológicas. 2013. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 11 ago. 2014.
- Collischonn, W.; Dornelles, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2013. 336 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.jc.iffarroupilha.edu.br/site/midias/arquivos/2012101910232134sistema_brasileiro_de_classificacao_dos_solos.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2013.
- ESRI – Environmental Systems Research Institute. ArcGIS. Sistema de Informação Geográfica para área de trabalho de computador, versão 10.1. 2013. Disponível em: <<https://www.arcgis.com/features/>>. Acesso em: 09 abr. 2013.
- Köppen, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, G. Handbuch der Klimatologie. C. Gebr, Borntraeger, Berlin, 1936. p. 1–44. Disponível em: <https://www.climond.org/Public/Data/Publications/Koepfen_1936_GeogSysKlim.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2013.
- Menegat, R. (Coord.). **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. cap. 3, p. 37.
- Miranda, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 2 set. 2014.
- Peel, M. C.; Finlayson, B. L.; McMahon, T. A. (2007), Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 11, p. 1633-1644, 2007. Disponível em: <<http://people.eng.unimelb.edu.au/mpeel/koppen.html>>. Acesso em: 6 ago. 2014.
- Pinto, E. J. de A.; Azambuja, A. M. S. de; Farias, J. A. M.; Salgueiro, J. P. de B.; Pickbrenner, K. (Coords.). **Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos**. Brasília: CPRM, 2011. 1 DVD. Escala 1:5.000.000. Equipe Executora: Adriana Burin Weschenfelder; André Luis M. Real dos Santos; Andressa Macêdo Silva de Azambuja; Carlos Eduardo de Oliveira Dantas; Denise Christina de Rezende Melo; Érica Cristina Machado; Francisco Fernando Noronha Marcuzzo; Jean Ricardo da Silva do Nascimento; José Alexandre Moreira Farias; Margarida Regueira da Costa; Paulo de Tarso R. Rodrigues; Vanesca Sartorelli Medeiros; Sistema de Informação Geográfica-SIG - versão 2.0 - atualizada em novembro/2011; Programa Geologia do Brasil; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Isoietas_Totais_Anuais_1977_2006.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2013.
- Simon, F. W.; Pickbrenner, K.; Marcuzzo, F. F. N. Estudo do regime pluvial e fluvial em bacia hidrográfica com precipitação homogênea. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20., 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: ABRH, 2013. Artigos, p. 1-8. CD-ROM. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/22de4a642c2c18259e4809409096e0ff_6f2356d4ea7d3fcab_a0d55bad04e4bea4.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2013.
- Tschiedel, A. da F.; Pickbrenner, K.; Marcuzzo, F. F. N. Análise hidromorfológica da sub-bacia 87. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 11., 2012, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2012. p. 1-20. CD-ROM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento_Analise_Marcuzzo.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2014.
- Tucci, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 256 p.
- WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Methods of observation. In: **Guide to Hydrological Practices: hydrology from measurement to hydrological information**. 6. ed. Geneva, Switzerland, 2008. v. 1, cap. 2, p. 24-27. (WMO - n. 168). Disponível em: <http://www.whycos.org/chy/guide/168_Vol_I_en.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2013.