

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL NAS SUB-BACIAS QUE INTEGRAM À BACIA DO ATLÂNTICO – TRECHO SUDESTE

Francisco F. N. Marcuzzo¹ & Maurício D. Melati²

Resumo – O conhecimento e o entendimento da distribuição mensal da precipitação pluviométrica em bacias hidrográficas, visando um adequado planejamento e gerenciamento do potencial dos recursos hídricos disponíveis, são de suma importância para o trabalho dos gestores. O objetivo deste estudo foi o de caracterizar e estudar a precipitação pluvial mensal das sub-bacias pertencentes à bacia hidrográfica do Atlântico – Trecho Sudeste (8) em sua parte brasileira, utilizando médias temporais de estações pluviométricas especializadas na região de estudo com uma série histórica de 30 anos (1977 a 2006). Foram utilizados dados médios de precipitação das séries históricas da bacia hidrográfica do Atlântico – Trecho Sudeste, obtidos do Atlas Pluviométrico do Brasil. Avaliou-se os dados para diferenciação da média de precipitação durante os meses do ano e os períodos mais úmidos e menos úmidos, já que nas sub-bacias não se observou claramente nenhum mês precisamente seco. Verificou-se que a sub-bacia 88, a mais meridional na área estudada, no extremo sul do Rio Grande do Sul, apresentou a menor precipitação média anual, com $1482,2\text{mm}\cdot\text{ano}^{-1}$, e que a menor precipitação média mensal foi observada na sub-bacia 81, com um valor de $57,8\text{mm}\cdot\text{ano}^{-1}$, em agosto. Já a sub-bacia 80, a mais setentrional da bacia do Atlântico – Trecho Sudeste, apresentou a maior precipitação média anual, com $2510,3\text{mm}\cdot\text{ano}^{-1}$, e que a maior precipitação média mensal foi de $323,6\text{mm}\cdot\text{ano}^{-1}$, em janeiro, na mesma sub-bacia 80. Com os dados analisados, conclui-se que a amplitude de precipitação média anual entre as sub-bacias pertencentes à bacia do Atlântico – Trecho Sudeste, em sua parte brasileira, foi de $1028,1\text{mm}\cdot\text{ano}^{-1}$.

Palavras-Chave – hietograma, pluviograma, ano hidrológico.

MONTHLY RAINFALL IN SUB-BASINS BELONGING IN THE ATLANTIC WATERSHED – STRETCH SOUTHEAST

Abstract – Knowledge and understanding of the monthly distribution of rainfall in watershed areas, to ensure an appropriate planning and potential management of available water resources, are of paramount importance to the work of managers. The objective of this study was to characterize and study the monthly rainfall of sub-basins belonging to the basin of the Atlantic - Southeast Portion (8) in its Brazilian part, using time averages of specialized rainfall stations in the study region with a historical series 30 years (1977-2006). Means were used in precipitation of the historical series of river basin of the Atlantic - Stretch Southeast obtained from Rainfall Atlas of Brazil. Evaluated the data to mean differentiation of rainfall during the months of the year and the wettest and less humid periods, since the sub-basins are not clearly observed precisely no dry month. It was found that the sub-basin 88, the southernmost in the study area, in southern Rio Grande do Sul state, had the lowest average annual rainfall, with $1482,2\text{mm}\cdot\text{year}^{-1}$, and that the lowest monthly average rainfall was observed in the sub -basin 81, with a value of $57,8\text{mm}\cdot\text{year}^{-1}$ in August. Have the sub-basin 80, the northernmost of the Atlantic Watershed - Southeast Stretch, had the highest average annual rainfall, with $2510,3\text{mm}\cdot\text{year}^{-1}$, and the highest monthly average rainfall was $323,6\text{mm}\cdot\text{year}^{-1}$ in January, in the same sub-basin 80. With the data analyzed, it appears that the range of average annual rainfall among sub-basins was $1028,1\text{mm}\cdot\text{year}^{-1}$.

Keywords – hietogram, pluviogram, hydrological year.

1) Pesquisador em Geociências, 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, Tel.:(51)3406-7300. francisco.marcuzzo@cprm.gov.br.
2) Engenheiro Ambiental, ex-estagiário do projeto de Regionalização de Vazões, CPRM / SGB. mauriciomelati@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A variação do volume mensal da precipitação pluviométrica média pode determinar o início e o fim do ano hidrológico em algumas bacias hidrográficas, portanto o seu conhecimento é de suma importância para um adequado gerenciamento do uso dos recursos hídricos disponíveis.

A precipitação pluviométrica é um dos elementos meteorológicos que exerce maior influência sobre as condições ambientais (EMBRAPA, 2002). A informação dos períodos mais e menos úmidos, além da densidade das estações tem grande relevância em estudos hidrológicos (MELATI e MARCUZZO, 2015). Em um estudo temporal e de espacialização mensal e anual das chuvas na bacia do Rio Paraguai, Cardoso e Marcuzzo (2012) concluíram o período úmido vai de setembro a maio, e os meses referentes ao período seco são junho, julho e agosto. Com base em um estudo sobre a precipitação irregular do nordeste do Brasil, observou-se a necessidade do monitoramento pluviométrico por meio de emprego de índices climáticos (DA SILVA, 2009).

O presente estudo teve o objetivo caracterizar e estudar a precipitação pluvial mensal das sub-bacias pertencentes à bacia hidrográfica do Atlântico – Trecho Sudeste (bacia 8).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização geral da área de estudo

A bacia 8 (Figura 1) é chamada bacia do Atlântico – Trecho Sudeste (ANA, 2009).

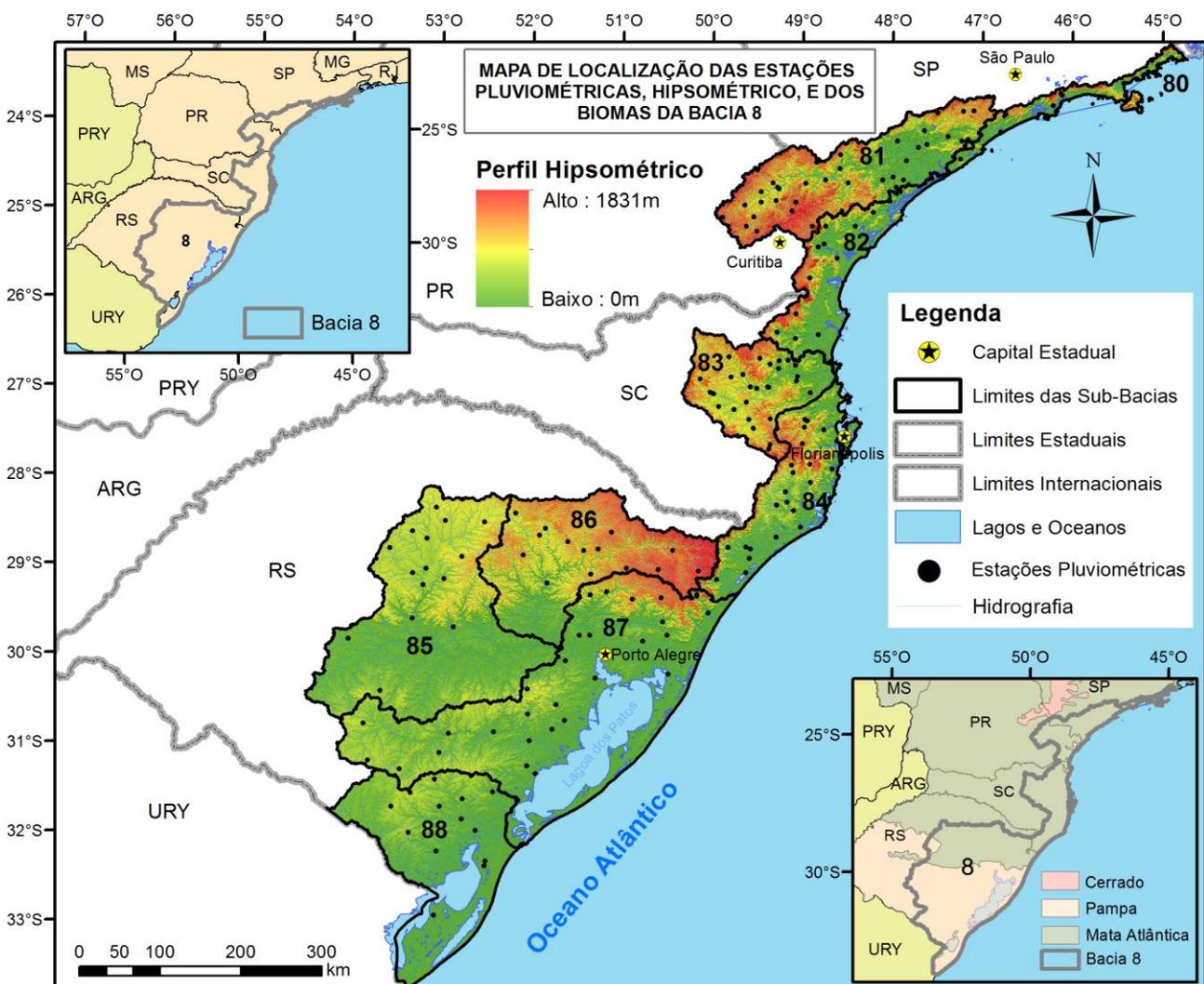


Figura 1. Localização das estações pluviométricas utilizadas nas sub-bacias da bacia 8.

A bacia hidrográfica do Atlântico – Trecho Sudeste (Figura 1), com área territorial aproximada de 230.167 km² (calculada por SRTM 90m para este estudo) em sua parte brasileira, esta inserida nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. A bacia também tem parte do seu território na região hidrográfica de número 12, denominada região hidrográfica do Atlântico Sul, pela classificação da Agência Nacional de Águas (ANA). Observa-se na Figura 1 que não há sub-bacia 89 no território brasileiro (ANA, 2009).

2.2. Dados utilizados no estudo

Foram utilizados dados médios de precipitação das séries históricas de dados pluviométricos das bacias hidrográficas do Atlântico – Trecho Sudeste (bacia 8), obtidos de Pinto *et al.* (2011), também disponibilizados como dados brutos pela Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2013).

2.3. Meses secos, úmidos e determinação do ano hidrológico

Estudos voltados à determinação do ano hidrológico necessitam da caracterização de períodos denominados de “seco” e “úmido” (MARCUIZZO 2013; MARCUIZZO e GOULARTE, 2013; MARCUIZZO e CARDOSO, 2013), ganhando importância a partir da proposta de Bagnouls e Gausson (1953), que estabeleceu alguns critérios para determinação dos meses secos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização da Precipitação Anual e Mensal e Pluviogramas das Sub-Bacias 80 a 88

Verifica-se na Tabela 1 que a maior área territorial é a da sub-bacia 87 (58.489km²) e a menor é a da sub-bacia 80 (5.496km²). A maior densidade de estações foi na sub-bacia 80, com uma área média de apenas 458 km² por estação, considerando séries completas de 1977 a 2006. Já a com menor densidade de estações neste estudo foi a sub-bacia 85, com 2.637km² por estação. Verificou-se que a sub-bacia 88 apresentou a menor precipitação média anual (1482,2mm.ano⁻¹) e que a menor precipitação média mensal foi observada, com um valor de 57,8mm.ano⁻¹, em agosto. Já a sub-bacia 80, apresentou a maior precipitação média anual (2510,3mm.ano⁻¹) e que a maior precipitação média mensal foi de 323,6mm.ano⁻¹, em janeiro, na mesma sub-bacia 80.

Tabela 1. Área, número de estações, chuva média anual e mensal nas sub-bacias da bacia 8.

Sub-Bacia ^a	Área (km ²) ^{b,d}	Nº de Estações ^c	Área (km ²) ^b / Nº de Estações ^c	Precipitação Anual Média	Média da Precipitação Mensal na Sub-Bacia (mm)											
					Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
88	27378	14	1956	1482,2	114	141	113	143	123	121	143	110	135	124	112	103
87	58489	27	2166	1530,4	124	132	111	129	115	133	149	117	139	141	120	121
81	24377	36	677	1575,1	235	206	176	96	101	84	78	58	120	126	123	172
83	15111	25	604	1586,0	189	168	125	93	109	95	123	101	139	162	130	152
84	17150	21	817	1640,3	199	198	147	101	104	87	115	109	137	147	137	160
86	26459	15	1764	1702,7	149	143	109	133	121	137	168	132	158	174	142	138
85	42188	16	2637	1751,5	145	136	120	158	141	144	162	120	165	186	150	125
82	13520	13	1040	2138,2	304	273	242	141	124	106	121	91	169	177	170	220
80	5496	12	458	2510,3	324	284	307	221	148	118	101	95	200	211	228	273
Média	25574	20	1286	1768,5	198	187	161	135	121	114	129	103	151	161	146	163
Soma	230167	179	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^a Não existe área da sub-bacia 89 no território brasileiro; ^b Calculada pelo Modelo Digital de Elevação SRTM 90m (MIRANDA, 2005); ^c Número de estações pluviométricas utilizadas no projeto Atlas Pluviométrico do Brasil (PINTO *et al.*, 2011); ^d Shapes do IBGE (IBGE 2004; 2007). ^e Os limites da sub-bacia 80 gerados pelos MDE SRTM 30 e 90 apresentaram problemas na parte norte da sub-bacia 80, onde estão localizadas as represas Billings e Ponte nova, dessa forma, utilizou-se o shape disponibilizado pela ANA para delimitação da área da sub-bacia ao norte.

Os doze postos pluviométricos analisados na sub-bacia 80 apresentaram uma média de precipitação pluviométrica entre os meses do ano de 209,2mm. Observa-se na Figura 2 que seis meses ficaram acima da média de 209,2mm. O mês de agosto apresentou a menor média entre os postos estudados, com 95,3mm. Já o mês de janeiro apresentou a maior média, com 323,6mm. Os 36 postos pluviométricos apresentados na sub-bacia 81 apresentaram uma média de chuva entre os meses do ano de 131,3mm. Observa-se na Figura 2 que quatro meses ficaram acima da média de 131,3mm. O mês de agosto apresentou a menor média, com 57,8mm. Já o mês de janeiro apresentou a maior média, com 234,7mm. Os 13 pluviômetros estudados na sub-bacia 82 mostraram uma média de chuva entre os meses do ano de 178,2mm. Observa-se na Figura 2 que quatro meses ficaram acima da média de 178,2mm. O mês de agosto apresentou a menor média entre os postos estudados, com 90,9mm, e o mês de janeiro a maior média, com 214,9mm.

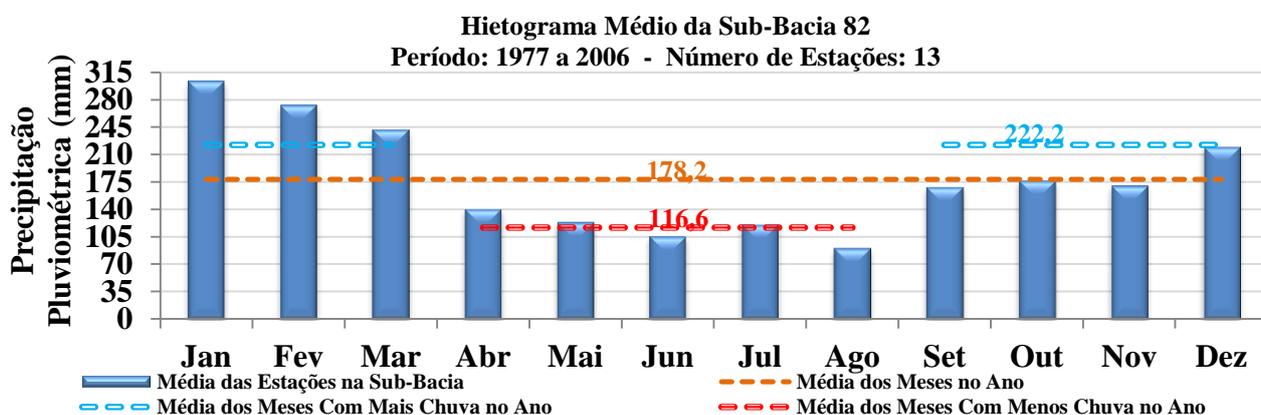
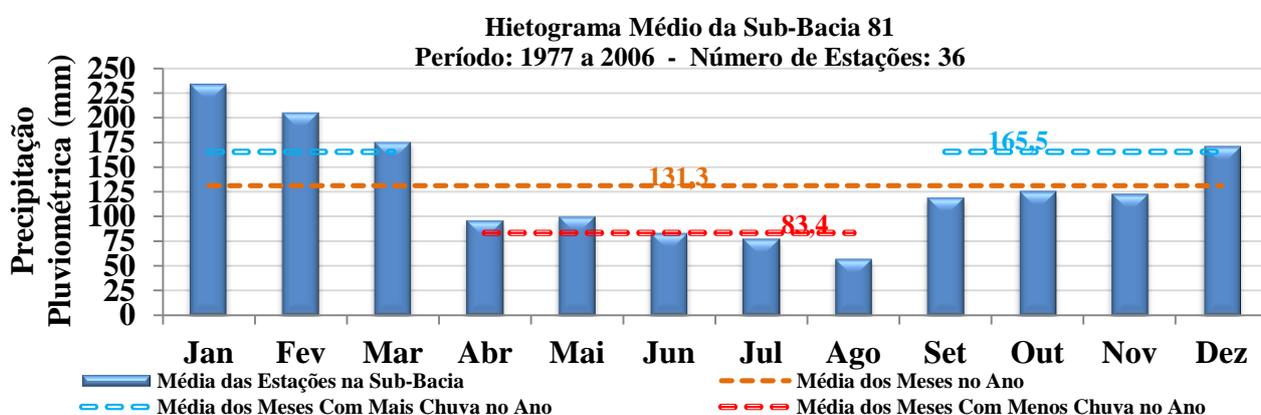
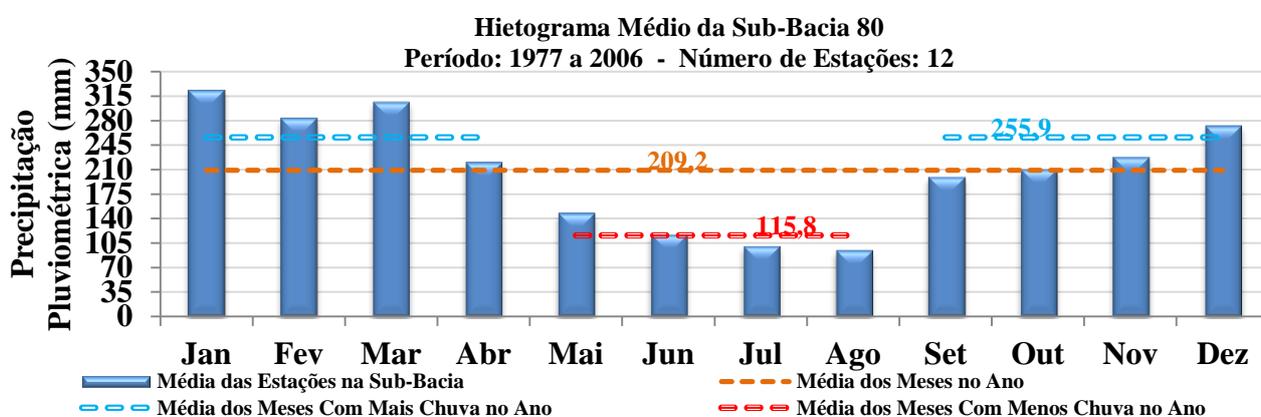


Figura 2. Hietograma médio mensal com a média no ano e as médias dos períodos mais e menos úmidos das sub-bacias 80 e 82.

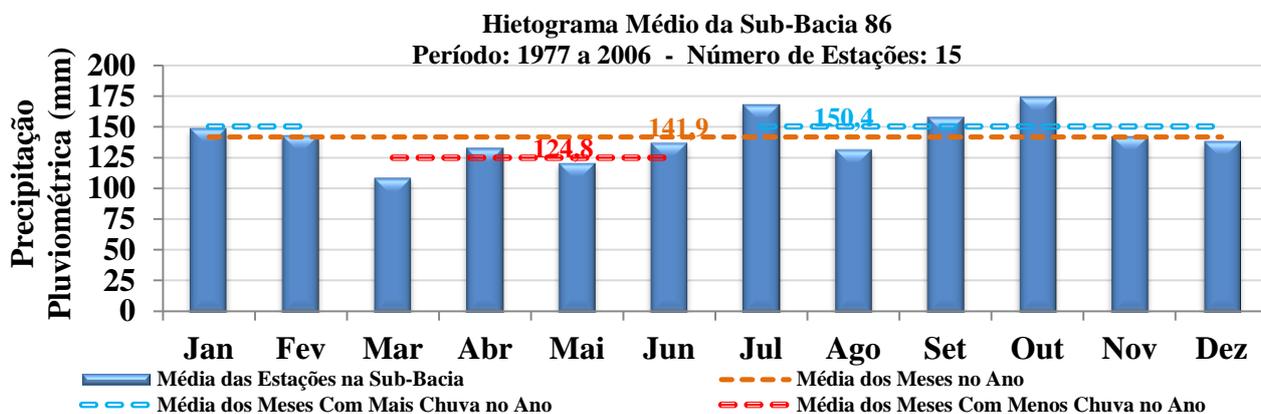
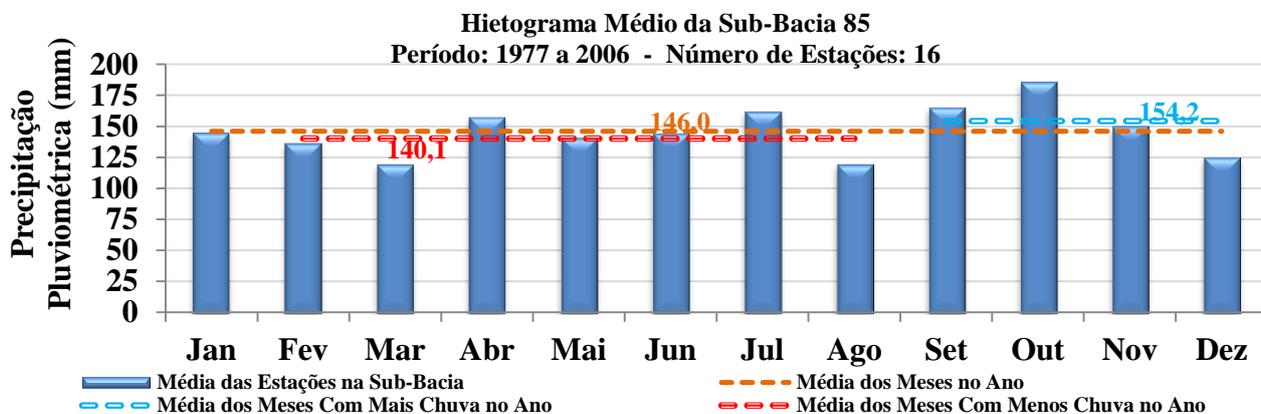
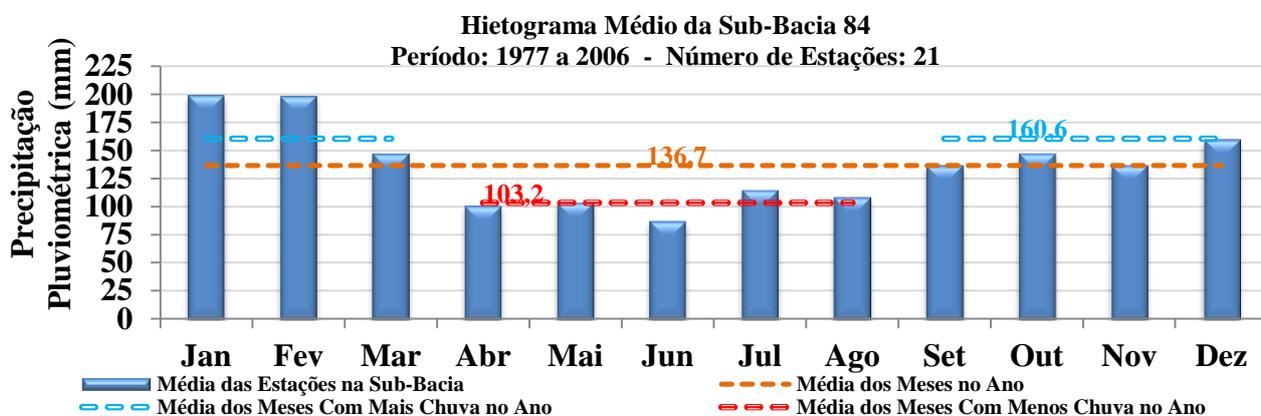
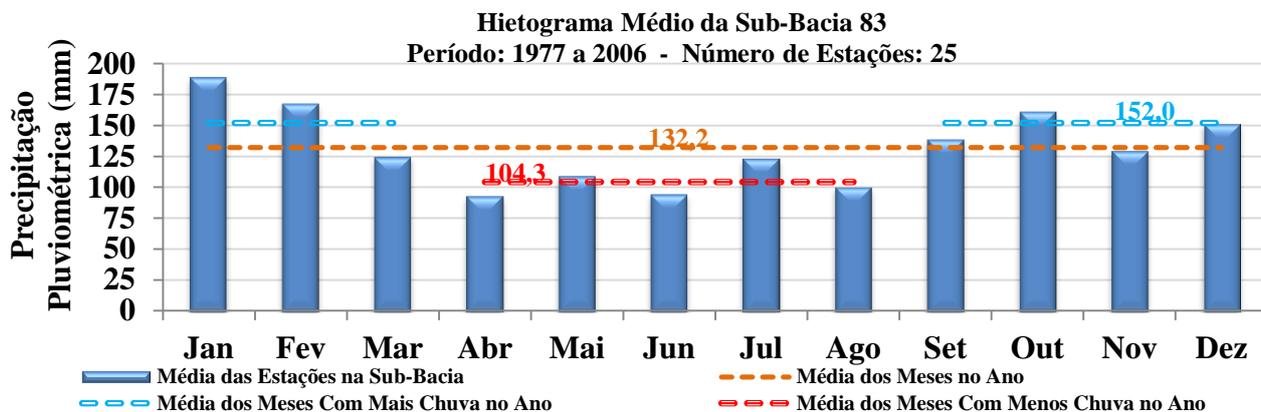


Figura 3. Hietograma médio mensal com a média no ano e as médias dos períodos mais e menos úmidos das sub-bacias 83 e 86.

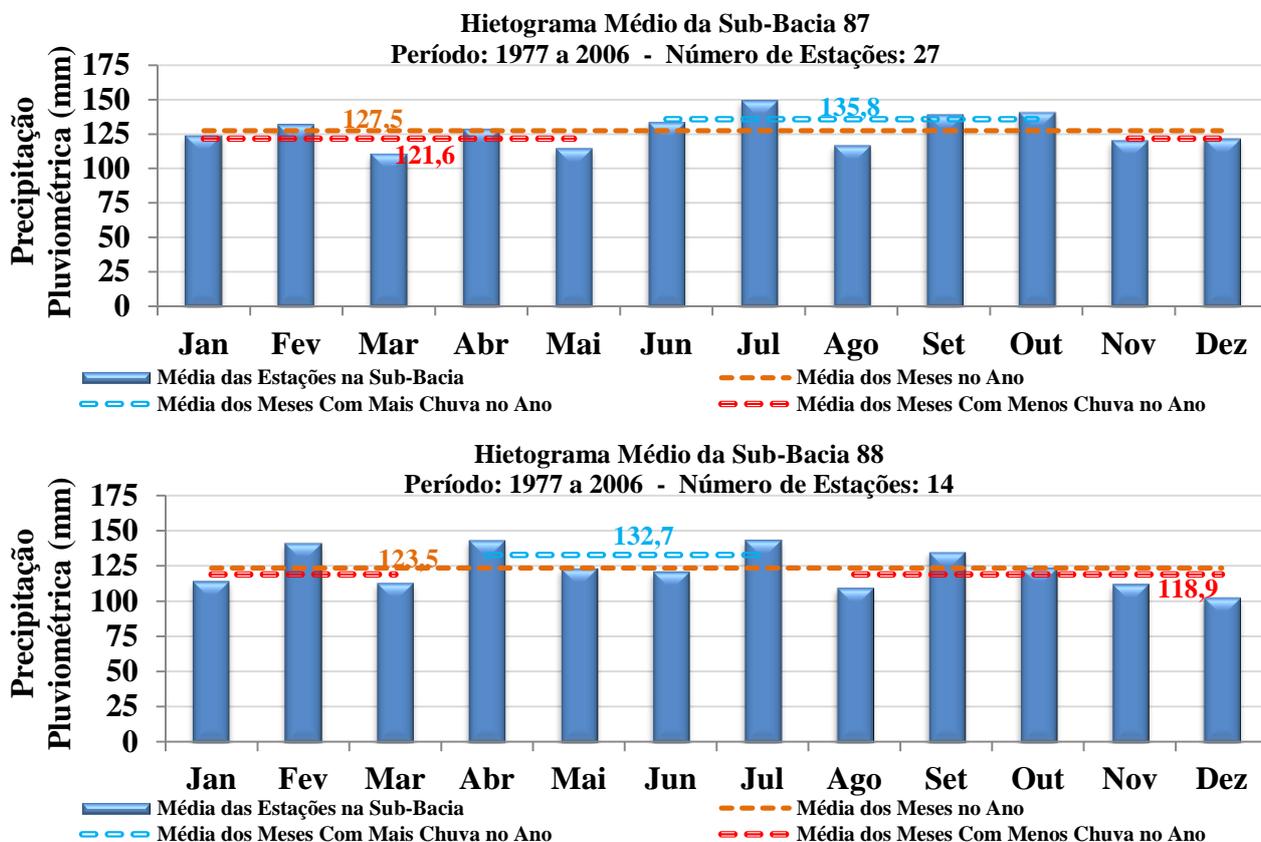


Figura 4. Hietograma médio mensal com a média no ano e as médias dos períodos mais e menos úmidos das sub-bacias 87 e 88.

Os 25 postos pluviométricos estudados na sub-bacia 83 mostraram uma média de precipitação pluviométrica entre os meses do ano de 132,2mm. Observa-se na Figura 3 que cinco meses ficaram acima da média de 132,2mm. O mês de abril apresentou a menor média entre os postos estudados, com 93,3mm. Já o mês de janeiro apresentou a maior média, com 189,2mm. Os 21 pluviômetros apresentados na sub-bacia 84 apresentaram uma média de chuva entre os meses do ano de 136,7mm. Observa-se na Figura 3 que cinco meses ficaram acima da média de 136,7mm, O mês de junho apresentou a menor média, com 87,4mm. Já o mês de janeiro apresentou a maior média, com 198,9mm. Os 16 pluviômetros apresentados na sub-bacia 85 apresentaram uma média de chuva entre os meses do ano de 146,0mm. Observa-se na Figura 3 que cinco meses ficaram acima da média de 146mm. Os meses de abril e agosto apresentaram as menores médias entre os postos estudados, com 119,5mm. Já o mês de outubro apresentou a maior média, com 185,6mm. Os 15 pluviômetros apresentados na sub-bacia 86 mostraram uma média de chuva entre os meses do ano de 141,9mm. Observa-se na Figura 3 que cinco meses ficaram acima da média de 141,9mm. O mês de março apresentou a menor média entre os postos estudados, com 108,6mm. Já o mês de outubro apresentou a maior média, com 174,0mm.

Os 27 pluviômetros apresentados na sub-bacia 87 resultaram numa média de chuva entre os meses do ano de 127,5mm. Observa-se na Figura 4 que cinco meses ficaram acima da média de 127,5mm. O mês de março apresentou a menor média entre os postos estudados, com 110,8mm. Já o mês de julho apresentou a maior média, com 149,2mm. Os 14 pluviômetros apresentados na sub-bacia 88 resultaram numa média de precipitação pluviométrica entre os meses do ano de 123,5mm. Observa-se na Figura 4 que quatro meses ficaram acima da média de 123,5mm. O mês de dezembro

apresentou a menor média entre os postos estudados, com 102,6mm. Já o mês de julho a maior média, com 143,4mm.

3.2. Mapa Para Impressão com os Pluviogramas das Sub-Bacias 80 a 88

Os mapas na escala 1:1.500.000, podem ser baixados gratuitamente pelos endereços (“links”) na internet disponibilizados no Quadro 1, ou solicitando pelo e-mail dos autores deste trabalho.

Quadro 1 – Mapas em versão de impressão (escala 1:1.500.000) para baixar.

Mapas da Bacia 8	Endereços (“links”) para Baixar os Mapas nas Versões de Impressão
Hipsométrico e Localização das Estações Utilizadas no Estudo	https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg_aVgORWxIVmJHMxIyeEU&authuser=0
Pluviogramas das Sub-Bacias	https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg_aVgOWXRRTAxX0NMcTA&authuser=0

4. CONCLUSÃO

A sub-bacia 88, a mais meridional na área estudada, no extremo sul do Rio Grande do Sul, mostrou a menor precipitação média anual, com 1482,2mm.ano⁻¹. Já a menor precipitação média mensal foi observada na sub-bacia 81, com um valor de 57,8mm.ano⁻¹, em agosto. Contudo, a sub-bacia 80, a mais setentrional da bacia do Atlântico – Trecho Sudeste, apresentou a maior precipitação média anual, com 2510,3mm.ano⁻¹, e a maior precipitação média mensal foi de 323,6mm.ano⁻¹, em janeiro, na mesma sub-bacia 80.

Com os dados analisados neste estudo, conclui-se que a amplitude de precipitação média anual entre as sub-bacias pertencentes à bacia do Atlântico – Trecho Sudeste, em sua parte brasileira, foi de 1028,1mm.ano⁻¹, mostrando uma variação da maior (2.510,3 mm.ano⁻¹, sub-bacia 80) para a menor (1.482,2 mm.ano⁻¹, sub-bacia 88) precipitação média anual entre as suas sub-bacias de 41%.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil - Empresa Pública do Ministério de Minas e Energia) pelo fomento.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Inventário das estações fluviométricas**. 2. ed. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/InventariodasEstacoesFluviometricas.pdf>>. Acesso em 26 ago. 2014.
- BAGNOULS, F.; GAUSSEN, H. **Saison Sèche et Indice Xérothermique**. Docum. pour les Cartes des Prod. Végét. Série: Généralité, 1. 1953. 1-49.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Hidroweb**. Sistema de informações hidrológicas. 2013. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 11 ago. 2014.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo Temporal e Espacialização Mensal e Anual das Chuvas na Parte Brasileira da Bacia do Rio Paraguai. In: IV Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2012, Bonito-MS. **Anais do IV Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**. Brasília - DF: INPE e Embrapa Informática, 2012. v. 1. p. 1076-1085. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento_Estudo_Marcuzzo.pdf>. Acesso: 23 out. 2014.
- DA SILVA, D. F. Análise de aspectos climatológicos, agro econômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE). **Tese** (Doutorado em Recursos naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2002). Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Análise da Distribuição da Frequência Mensal de Precipitação para a Sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.** Disponível: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP34.pdf>>. Acesso em: 19 ago. de 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. **Comunicação Social – Mapas de biomas e de Vegetação.** 2004. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=169>. Acesso em: 20 ago. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. **Contagem da População – População recenseada e estimada segundo os municípios – Mato Grosso do Sul.** 2007. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem_final/tabela1_1_24.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2010.

MARCUZZO, F. F. N. Ano Hidrológico e Espacialização da Precipitação dos Períodos Úmido e Seco do Pantanal Sul-Mato-Grossense. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2013. v. 1. p. 1-8. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/25162828ffebcd518fbeatb2ff3b1bdf_b86d7efd7fb737891ce13b9411f229ca.pdf>. Acesso em: 23 out. 2014.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D. Determinação do ano hidrológico e geoespacialização das chuvas dos períodos úmido e seco da sub-bacia 63. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais ...** São José dos Campos: INPE, 2013. v. 1. p. 5612-5619. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0137.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2014.

MARCUZZO, F. F. N.; GOULARTE, E. R. P. Caracterização do Ano Hidrológico e Mapeamento Espacial das Chuvas nos Períodos Úmido e Seco do Estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 91-99, 2013. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/365>>. Acesso: 23 out. 2014.

MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Espacialização da recomendação de novas estações pluviométricas na sub-bacia 87 segundo os critérios de densidade da Organização Mundial de Meteorologia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. (SBSR), 2015, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. 1 DVD. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0075.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2015.

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: Da Costa, Margarida Ragueira; Dantas, Carlos Eduardo de Oliveira; Melo, De Azambuja, Andressa Macêdo Silva; De Rezende, Denise C.; Do Nascimento, Jean Ricardo da Silva; Dos Santos, André Luis M. Real; Farias, José Alexandre Moreira; Machado, Érica C.; Marcuzzo, Francisco Fernando Noronha; Medeiros, Vanesca Sartorelli; Rodrigues, Paulo de Tarso R.; Weschenfelder, Adriana Burin; SIG - versão 2.0 - atualizada em 11/2011; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Isoietas_Totais_Anuais_1977_2006.pdf>. Acesso em: 23 out. 2014.