

Distribuição temporal da frequência de chuvas no bioma Pantanal

Francisco Fernando Noronha Marcuzzo¹
Murilo Raphael Dias Cardoso^{1,2}
Denise Christina de Rezende Melo¹

¹ CPRM - Serviço Geológico do Brasil
Rua 148, n. 485 - Setor Marista
CEP 74170-110 – Goiânia - GO, Brasil
fmarcuzzo@go.cprm.gov.br

² UFG - Universidade Federal de Goiás
Campus Samambaia (Campus II)
CEP 74001-970 – Caixa Postal: 131 – Goiânia – GO, Brasil
muriloshinobi@gmail.com

Resumo. É importante compreender a distribuição temporal e a frequência das chuvas no bioma Pantanal por este ser a maior planície inundável do mundo e tal fenômeno, de alagamento, ser intrínseco a precipitação pluviométrica, o que fundamenta a relevância deste estudo. O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição temporal e a frequência das chuvas na região do bioma Pantanal. Foram utilizados dados de 12 estações pluviométricas distribuídas pelo território do bioma Pantanal e esses dados foram tratados em uma planilha eletrônica onde foram gerados coeficientes de variação e linhas de tendência para analisá-los. Também foram gerados mapas espacializando as estações e um mapa de altimetria. O estudo demonstrou que ao longo dos 30 anos propostos, de 1977 à 2006, os maiores índices de precipitação ocorreram nas estações presentes nas regiões mais altas. Os meses em que se concentraram os maiores valores precipitados foram dezembro, para as estações mais baixas, e janeiro nas estações com maiores valores altimétricos.

Palavras-chave: Precipitação pluviométrica, geoprocessamento, climatologia, meteorologia, pluviometria.

Temporal distribution of rainfall frequency in the Pantanal biome

Abstract. It is important to understand the temporal distribution and frequency of rainfall in the Pantanal biome for this to be the largest wetlands in the world and this phenomenon of flooding, be inherent in rainfall, which substantiates the relevance of this study. The aim of this study was to analyze the temporal distribution and frequency of rains in the Pantanal biome. We used data from 12 rainfall stations distributed throughout the territory of the Pantanal biome and data were processed in a spreadsheet where they were generated coefficients of variation and trend lines to analyze them. Maps were also generated spatialising stations and a map altimetry. The study showed that over the 30 years proposed from 1977 to 2006, the highest levels of precipitation occurred in the stations present in the higher regions. The months that have focused greater values were precipitated in December to lower the seasons, and in January at stations with higher altimetry values.

Key-words: Rainfall, geoprocessing, climatology, meteorology, pluviometric.

1. Introdução

É importante compreender a distribuição temporal e a frequência das chuvas no bioma Pantanal por este ser a maior planície inundável do mundo e tal fenômeno, de alagamento, ser intrínseco a precipitação pluviométrica, o que fundamenta a relevância deste estudo. A caracterização da variabilidade temporal é imprescindível no sentido de se quantificar os efeitos ocasionados por sua ação sobre o bioma.

Segundo Cruciani et al. 2002, o grande desafio não é simplesmente quantificar o efeito de um evento hidrológico que acaba de ocorrer mas, essencialmente, a capacidade de se prever a ocorrência de tais eventos e suas consequências. Dentre os principais fenômenos que podem ser desencadeados pelas precipitações, causando significativos danos sócio-econômicos, destacam-se principalmente as inundações e os escoamentos (Herrmann, 2001). As principais ameaças naturais no Brasil estão associadas a fenômenos de movimentos de massa, enchentes, erosão linear e inundações que têm crescido muito em anos recentes (Nunes et al., 1989).

As atuais mudanças na precipitação têm implicação no ciclo hidrológico e nos recursos hídricos. Espera-se que as mudanças climáticas alterem a temperatura média e os valores da precipitação e que aumentem a variabilidade desses eventos, que poderão causar inundações e secas mais intensas e frequentes (Souza et al., 2009).

Atualmente, a utilização de modelos matemáticos tem se popularizado associados a sistemas de informação geográfica (SIG) que permitem uma descrição detalhada e espacializada da área do projeto. A análise dos dados ambientais pode ser feita através de estudos de geoestatística ou por modelagem espacial, ambos utilizados como recurso em geoprocessamento. A vantagem em se utilizar a modelagem espacial está na promoção dos recursos de visualização na espacialização dos fenômenos, uma vez que conformação espacial pode resultar em novas leituras dos resultados (Barbosa, 2007).

O geoprocessamento é uma ferramenta de espacialização de variáveis que integra em seu escopo um banco de dados. Os mapas resultantes são modelos de uma realidade que está em constante mudança. As variáveis são dados espaciais que descrevem fenômenos que esteja associados a alguma dimensão espacial. Dados geográficos, ou georreferenciados, são dados espaciais em que a dimensão espacial está associada a sua localização na superfície da Terra, num determinado instante ou período do tempo (Câmara, 1996)

2. Objetivo

O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição temporal e a frequência das chuvas na região do bioma Pantanal utilizando estações pluviométricas com 30 anos de dados.

3. Material e Métodos

3.1. Caracterização geral da área de estudo

O bioma Pantanal está localizado dentro da bacia do Alto Paraguai (Silva et al. 1998) entre os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e ocupa uma área de 151.313 km², aproximadamente e um perímetro total de 3380 km, cerca de 2% do território brasileiro (IBGE, 2007). 13 municípios compõem o bioma, sendo seis no Mato Grosso e sete no Mato Grosso do Sul (**Figura 1**). Sua população total é de 366.113 habitantes, cerca de 1 habitante por km². A cobertura vegetal remanescente no bioma é de 83,1% segundo MMA/IBAMA, 2010. O bioma Pantanal possui uma extensa quantidade de águas fluviais, com a extensão de seus principais rios chegando aproximadamente 4000 km

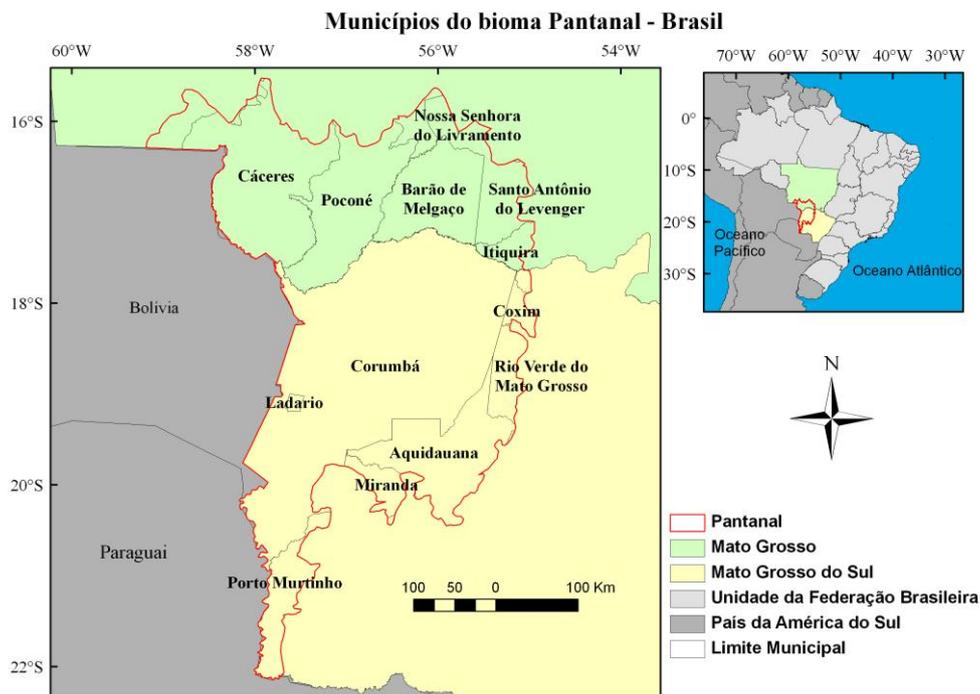


Figura 1. Divisão territorial dos municípios do bioma Pantanal com sua respectiva localização geográfica na divisão federativa do Brasil e continente Sul Americano. (Fonte: IBGE)

O bioma Pantanal é uma planície com altitude média de 80m a 150m e declividade de 2,5 a 5,0 cm.km⁻¹ no sentido norte-sul (Garcia, 1984). Observa-se, no entanto, que a variação total altimétrica do bioma do Pantanal brasileiro vai de 75m a 1029m (**Figura 2**).

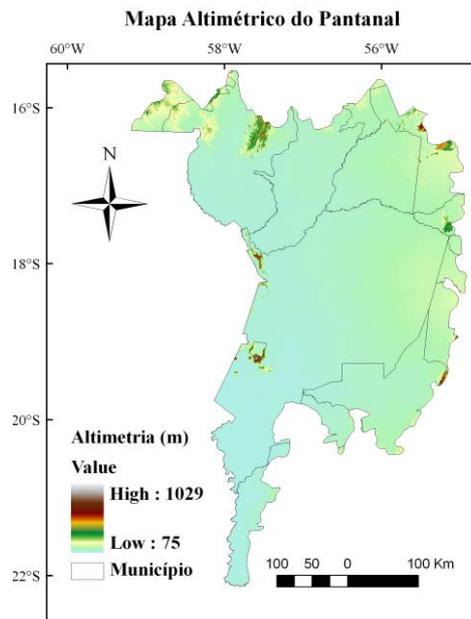


Figura. 2. Hipsometria do bioma do Pantanal brasileiro. (Fonte: NASA)

3.2. Caracterização climatológica da área

O Pantanal apresenta um clima Tropical típico, Aw na classificação de Köppen, que caracterizasse por duas estações bem definidas, uma seca, no inverno, e outra chuvosa, no verão (Garcia, 1984). Sua temperatura média anual está em torno de 25°C e a umidade relativa é, em média, de 82%. Devido às atuais mudanças climáticas globais, a frequência, durabilidade e intensidade dos períodos seco e chuvoso sofrem alternância, no entanto não são observadas tendências sistemáticas em longo prazo que induza a condições mais secas ou chuvosas, sendo mais importantes variações interanuais e interdecadais, associadas à variabilidade do clima, na mesma escala temporal de variabilidade de fenômenos interdecadais dos oceanos Pacífico e Atlântico tropical, (Marengo, 2008). A precipitação pluviométrica no bioma Pantanal é resultante do acoplamento de vários sistemas atmosféricos, como o Sistema Convectivo (Couto et al., 2009), a Zona de Convergência do Atlântico Sul, a Alta da Bolívia e os Sistemas Frontais. A inconstância pluviométrica e suas relativas quantidades de precipitações, com seus regimes sazonais ou diários, distribuição temporal e as intensidades de chuvas individuais ($\text{volume} \cdot \text{duração}^{-1}$), são algumas das características que afetam de alguma maneira, principalmente, o meio natural, (Souza et al. 2009).

Outro fator relevante na dinâmica das chuvas no Pantanal é o comportamento das massas de ar que atuam na região. Ainda que com uma geomorfologia considerada limitada, a altura das serras tem efeitos significativos sobre o clima, em decorrência do fato das massas de ar, que atuam na região, serem instáveis e muito úmidas com efeitos perceptíveis em sua temperatura e precipitação (Brasil, 1979). O anticiclone do Atlântico subtropical produz ventos de NE a NW, que defletem as massas de ar continentais equatoriais no Pantanal. Com as baixas temperaturas do verão dos Andes, os ventos que são produzidos defletem massas de ar úmido. Os ventos são geralmente fracos nas baixadas, exceto durante as tempestades. Os ventos frios vindos da região sul do país, com origem antártica, não alcançam todo o bioma, se localizando mais ao sul. Acontecem com frequência e são importantes para as frentes quentes, que causam ascensão das massas de ar continental equatorial sobre o ar polar, o que se traduz em clima úmido (DNOS, 1974).

3.3. Dados utilizados no estudo

Neste estudo foram utilizados dados de 12 estações pluviométricas, com 30 anos de monitoramento, distribuídas no território do bioma Pantanal, sendo cinco localizadas no Mato Grosso e sete no Mato Grosso do Sul (**Figura 3**). Os dados foram obtidos da Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional de Águas (ANA). As estações utilizadas e seus demais códigos podem ser encontrados no **Quadro 1**, assim como sua altimetria e suas coordenadas geográficas.

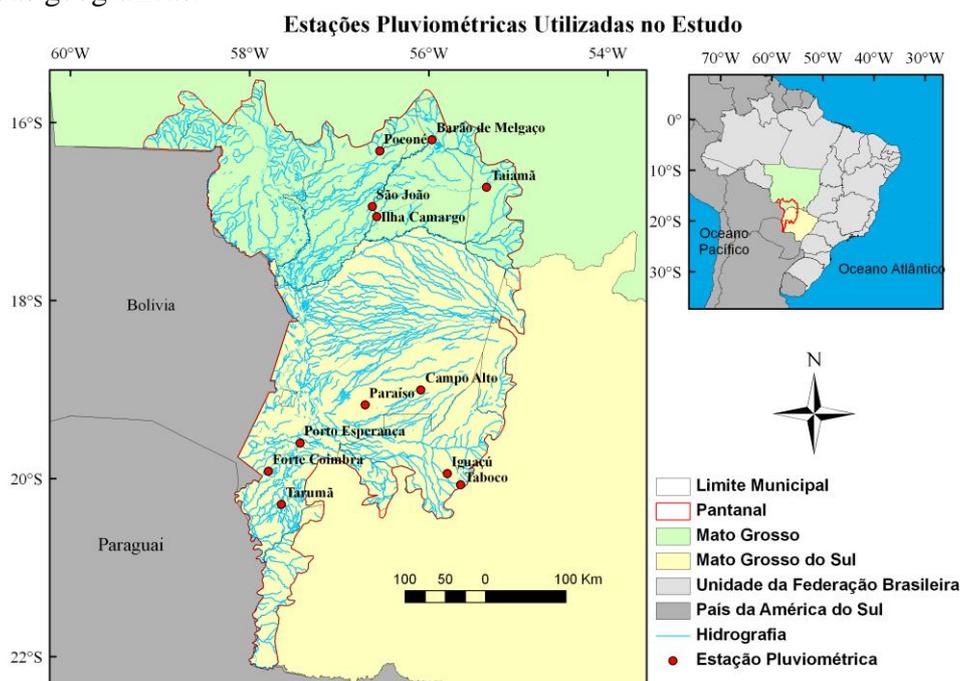


Figura 3. Distribuição geográfica dos principais cursos d'água e estações pluviométricas (com dados de 1977 a 2006) do bioma Pantanal. (Fonte: IBGE e ANA)

Quadro 1. Código, nome da estação e município, estado, coordenadas e altimetria.

Código	Estação Pluviométrica	Município	UF	Latitude	Longitude	Altitude
				-- Graus Decimais --	--	-- m --
1656002	Poconé	Poconé	MT	-16,32	-56,55	126
1655002	B. de Melgaço	Barão de Melgaço	MT	-16,19	-55,97	125
1656004	São João	Poconé	MT	-16,94	-56,63	113
1756000	Ilha Camargo	Barão de Melgaço	MT	-17,06	-56,58	109
1655003	Taiamã	St°. Antônio do Leverger	MT	-16,73	-55,36	163
1956004	Campo Alto	Corumbá	MS	-19,00	-56,09	118
1956001	Paraiso	Corumbá	MS	-19,17	-56,71	97
1957006	Porto Esperança	Corumbá	MS	-19,60	-57,44	83
1957004	Forte Coimbra	Corumbá	MS	-19,92	-57,79	79
2057000	Tarumã	Corumbá	MS	-20,29	-57,65	81
2055004	Taboco	Aquidauana	MS	-20,07	-55,65	146
1955000	Iguazu	Aquidauana	MS	-19,94	-55,79	129

4. Resultados e Discussão

A partir dos dados gerados pelas estações pluviométricas durante 30 anos de observações, de 1977 à 2006, pode-se afirmar que em todo o Pantanal as chuvas ocorrem com uma frequência mensal similar, como pode ser observado nas linhas de tendência polinomiais de segunda ordem das **Figuras 4 e 5**. Nota-se na **Figura 4** que os maiores índices de precipitação ocorreram na Estação Barão de Melgaço (**Figura 3**), onde também houve maior discrepância

entre o período úmido e o período seco. Um período seco caracteriza-se pelos meses que chovem no máximo 50mm. As estações Poconé e Ilha Camargo foram as que apresentaram um período seco com menores níveis de precipitação. Em quase todas as estações o mês de Janeiro foi o que apresentou maiores níveis de precipitação, apenas para a estação Taiamã ocorreu diferente, tendo Dezembro como o mês com maior média de precipitação. Esta estação também apresentou o maior período de meses, de maio a setembro, com média de precipitação abaixo de 50 mm, o que caracteriza esse período como seco.

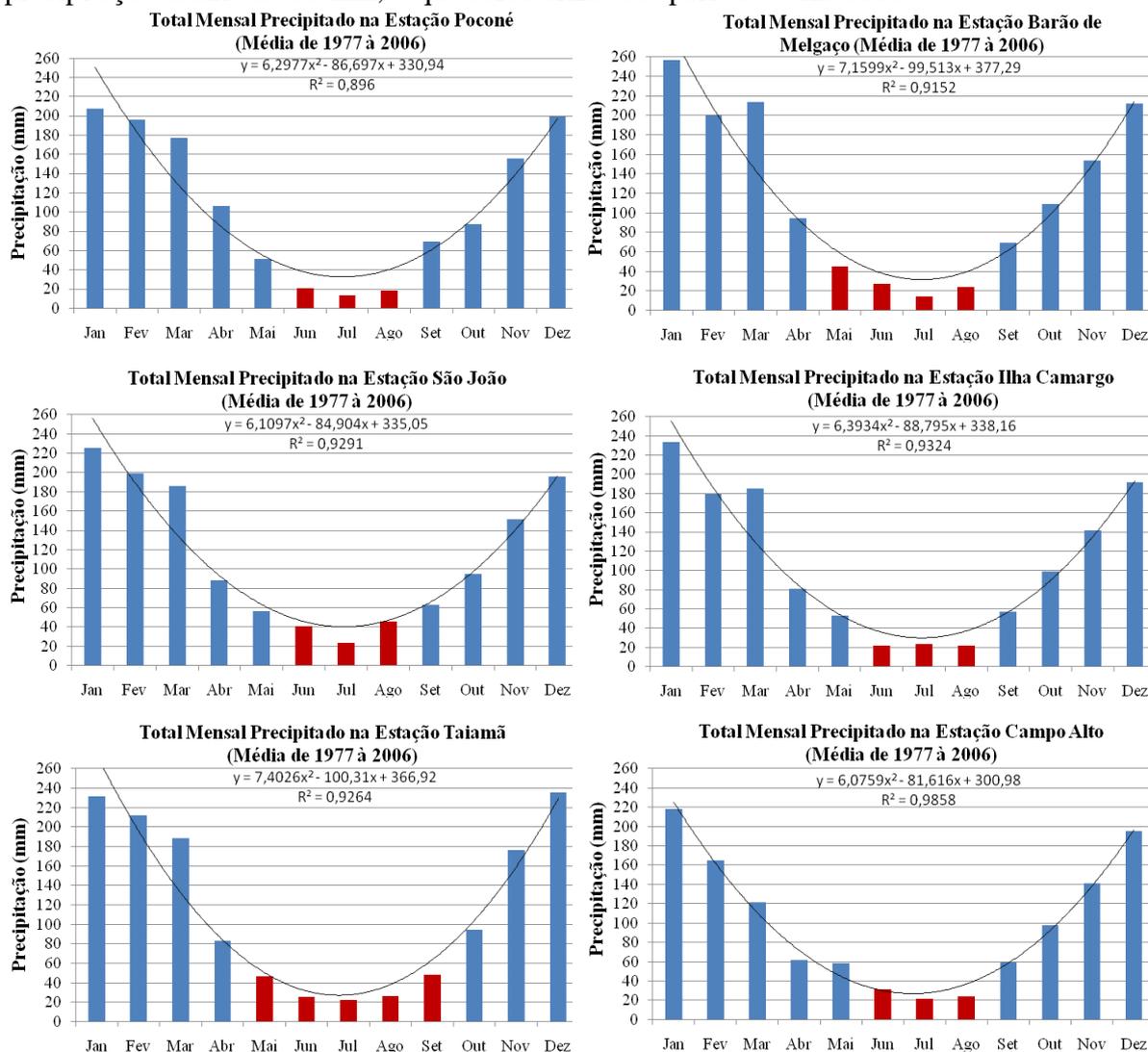


Figura 4. Histogramas da média dos totais mensais precipitados nas estações pluviométricas na região norte e central do Pantanal brasileiro.

Na **Figura 5** observa-se que os maiores índices de precipitação foram coletados pela estação Taboco e os menores índices na estação Porto Esperança no período úmido. Durante o período seco as estações Tarumã e Porto Esperança apresentaram o maior período de precipitação média, com esse período durando de junho à setembro. A estação Iguazu foi a que apresentou maior média de precipitação durante o período seco. Quase todas as estações tiveram o mês de Dezembro como mês de maior precipitação, apenas as estações Iguazu e Porto Esperança tiveram Janeiro como mês de maior média de precipitação ao longos dos 30 anos monitorados neste estudo. O maior coeficiente de variação foi apresentado pela estação Iguazu, 0,95, e o menor pela estação Tarumã, 0,86.

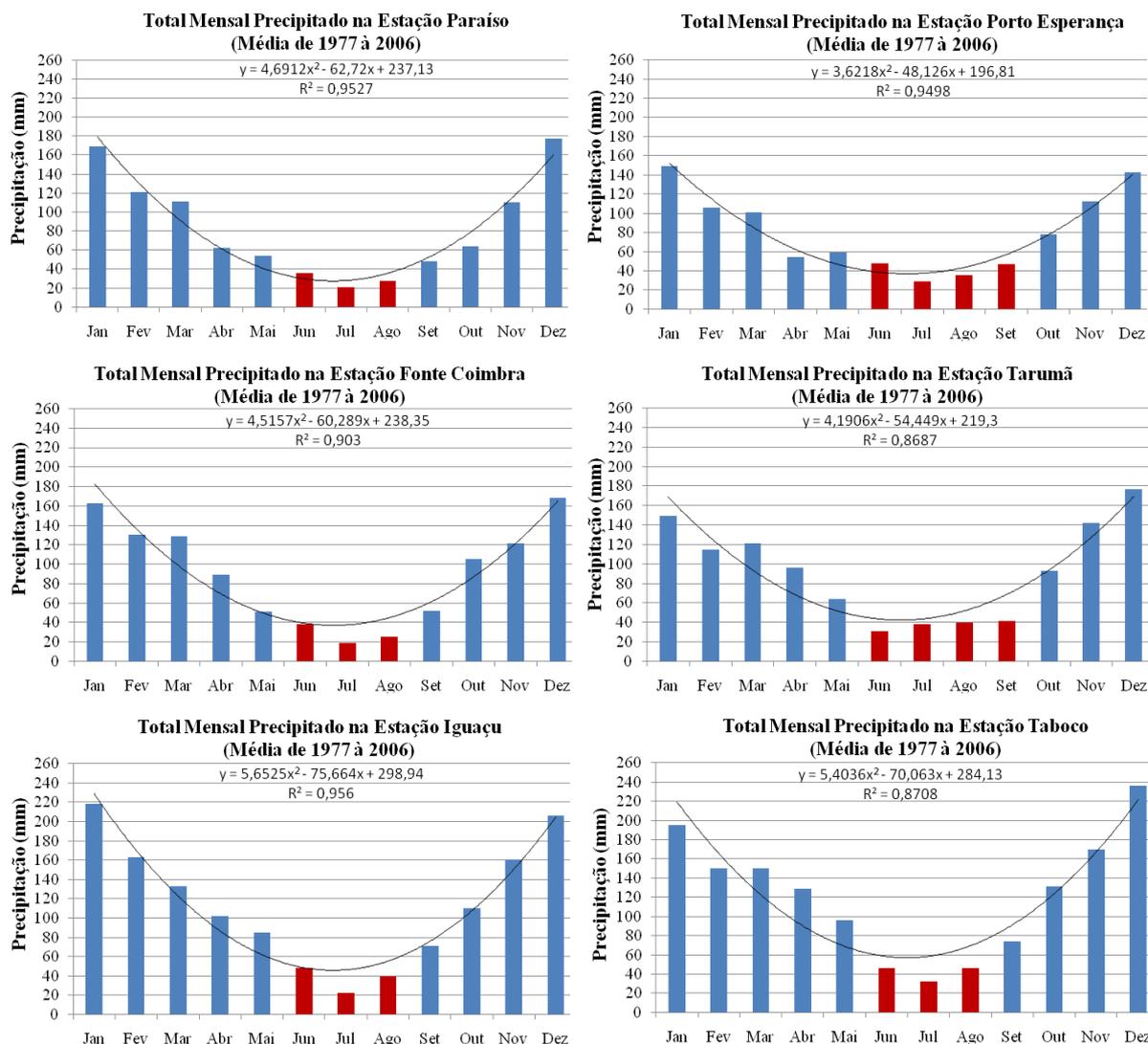


Figura 5. Histogramas da média dos totais mensais precipitados nas estações pluviométricas na região central e sul do Pantanal brasileiro.

A variação entre os maiores e menores índices de precipitação pluviométrica ao longo dos 30 anos pode ser explicada pela localização geográfica e altimétrica de cada estação. Podemos observar que as estações onde se obteve maiores índices de precipitação foram as que estão localizadas em locais mais altos e as com menores índices de precipitação as localizadas em regiões de menor altimetria (**Figuras 3, 4 e 5**). Com o gráfico de dispersão apresentado na Figura 6, podemos observar que existe uma correlação entre precipitação e altimetria. Neste caso, o valor do coeficiente de variação foi de aproximadamente 0,7.

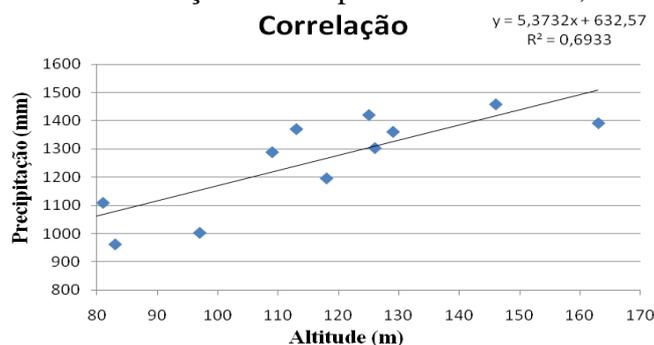


Figura 6. Gráfico de dispersão da correlação entre precipitação e altitude.

Observa-se nos histogramas das **Figura 7 e 8**, que para todas as estações houve uma grande variação quanto a frequência das precipitações. Notou-se que no mês de Janeiro as precipitações entre 85 e 335 mm ocorreram com uma frequência similar ao longo dos anos, sendo observado apenas um ano com chuvas acima de 335 mm. O mês de fevereiro e março apresentou grande variação na precipitação tendo como moda os valores entre 155 e 195 mm de precipitação. Em abril, os houve uma maior incidência dos níveis de precipitação entre 155 à 195, ocorrendo 10 vezes ao longo dos 30 anos. Os meses de junho, julho e agosto, meses secos em coincidentes em todas as estações foram os únicos que apresentaram valores de precipitação iguais a zero durante os três decênios estudados. Todos esses meses apresentaram com maior frequência precipitações abaixo de 20 mm durante todo o mês, ocorrendo apenas duas vezes no mês de agosto, precipitações médias acima de 100 mm. O mês de setembro apresentou maior frequência nos valores entre 50 e 75 mm. Em outubro, mês em que começa apresentar de maneira mais freqüente precipitações acima de 100 mm, os valores entrem 80 e 105 mm foram observados dez vezes. No mês de Novembro o valor mais freqüente esteve concentrado entre 120 e 150mm e, finalmente, no mês de Dezembro houve grande variação quanto aos valores precipitados com frequência bem distribuída para uma precipitação media total entre 100 e 270 mm

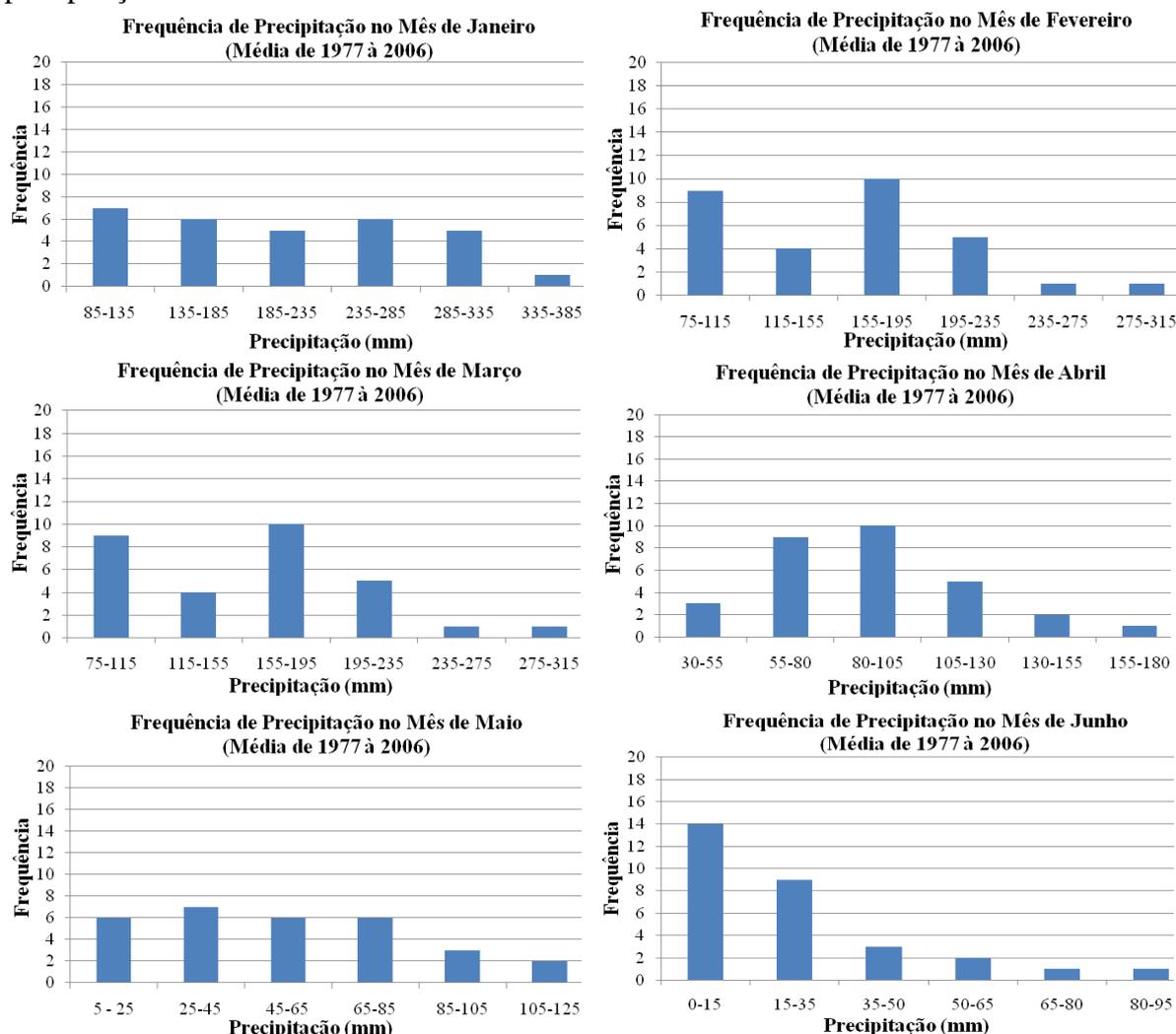


Figura 7. Histogramas das frequências, em anos, dos volumes médios mensais precipitados no primeiro semestre no bioma do Pantanal brasileiro.

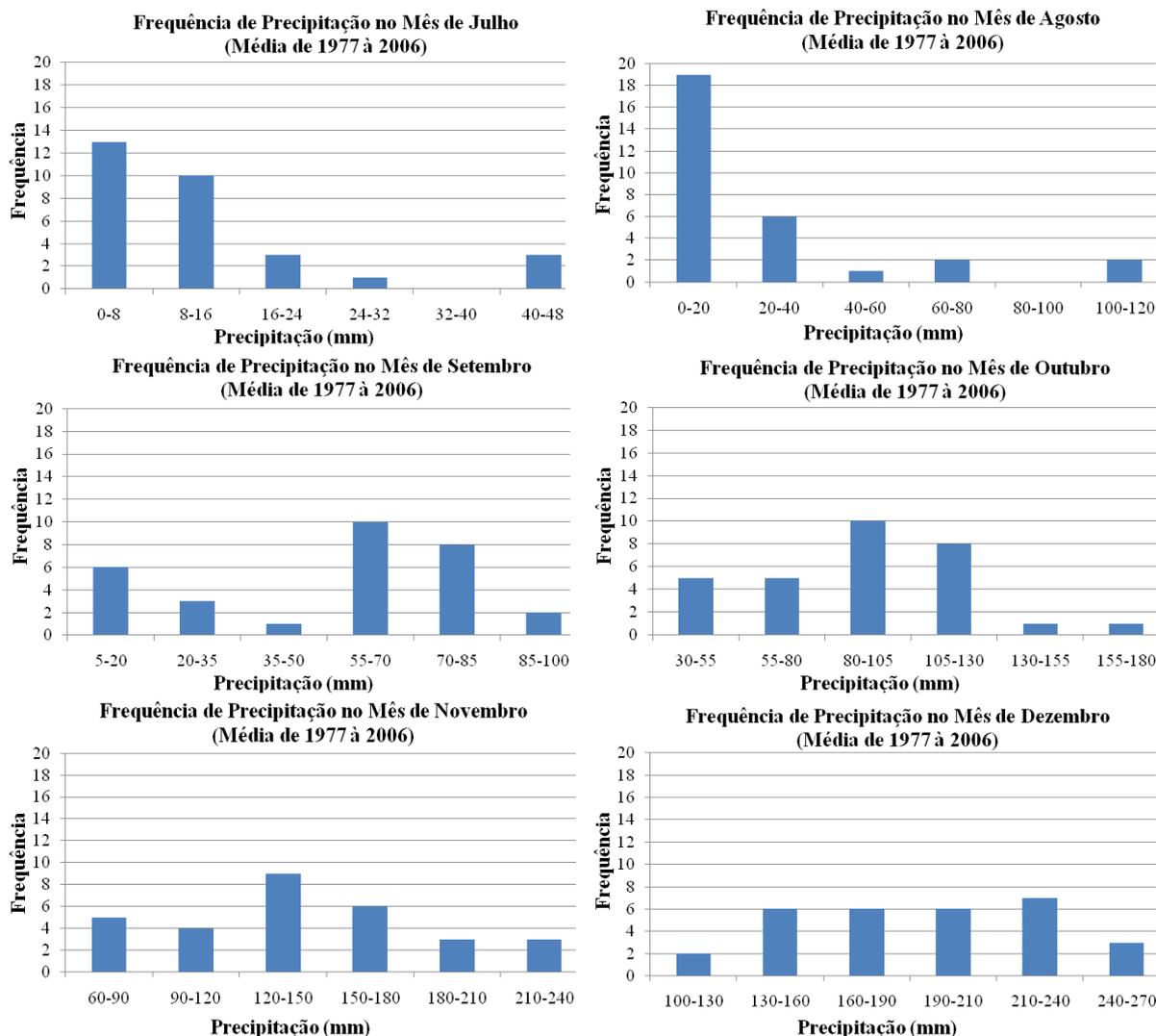


Figura 8. Histogramas das frequências, em anos, dos volumes médios mensais precipitados no segundo semestre no bioma do Pantanal brasileiro.

5. Conclusões

A análise da frequência histórica da precipitação pluviométrica no bioma Pantanal demonstrou que os maiores valores apresentados durante os 30 anos, de 1977 à 2006, tem uma correlação com a altimetria do bioma, mesmo que essa se apresente de forma discreta. Nas estações de maior altitude o mês de janeiro foi o que apresentou os maiores índices de precipitação e nas estações de menor altitude os maiores valores de precipitação ocorrerão no mês de dezembro. No período seco do Pantanal brasileiro, notou-se que, para o período estudado de 30 anos, houve uma elevada frequência de anos com precipitação abaixo de 40mm, sendo junho e julho com 23 anos com volume precipitado abaixo de 35 e 16mm respectivamente e agosto com 25 anos com volume precipitado abaixo de 40mm.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento do estudo.

7. Referências

- BRASIL. Ministério do Interior. Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai. Relatório Técnico. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), v.1. 284p. 1974.
- BRASIL. Ministério do Interior. **Estudo de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Alto Paraguai. Relatório de 1 Fase.** Brasília, Ministério do Interior. SUDECO; EDIBAP. T. II, p. 235. 1979.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Projeto de Monitoramento de Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite. PMDBBS- Pantanal.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília-DF. p. 8-10, 2010.
- BARBOSA, J. P. M.. **Mudanças climáticas e distribuição espacial da precipitação na Serra do Mar – Análise a partir de séries históricas de precipitação e sistemas de informação geográfica (sig).** Caminhos de Geografia. Uberlândia-MG. v. 8, n. 22, p. 72. 2007
- CÂMARA, G., CASANOVA, M., HEMERLY, A., MAGALHÃES, G., MEDEIROS, C. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP., 197p. 1996
- COLTO, F. T. do; FOSTER, P. R. P.; **Utilização de sensoriamento remoto como auxílio em análise meteorológica de um sistema convectivo.** Anais. 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá - MT. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.131-139. nov., 2009.
- CRUCIANI, D. E; MACHADO, R. E.; SENTELHAS, P. C.. **Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba – SP.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande-PB. v.6, n. 1, p.76-82. 2002.
- GARCIA, E. A. C., **O clima no Pantanal Mato-Grossense.**Circular Técnica. n. 14. p. 36 Corumbá-MS. Jan, 1984.
- HERRMANN, M. L. P.. **Levantamento dos desastres naturais ocorridos em Santa Catarina no período de 1980 à 2000.** Florianópolis-SC. IOESC, p. 89. 2001.
- MARENGO, J. A.; **Água e Mudanças Climáticas.** Estudos. Avançados, v.22 n. 63, p. 86-92 São Paulo.2008.
- NUNES, L. H.; MODESTO, R. P.; ALMEIDA, M. C. DE; OGURA, A. T.. **Estudo de episódios pluviais associados a escorregamentos - Município do Guarujá – SP.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 2, Florianópolis: UFSC, v.1, n.1, p.402-408, 1989.
- SOUZA, R. R. de; TOLEDO, L. G.; TOPANOTTI, D. Q.; **Oscilação das chuvas na porção centro oeste do estado de Mato Grosso, entre os anos de 1996 a 2001.** Boletim Goiano de Geografia. Goiânia - Goiás - Brasil v. 27 n. 3 p. 71-89. jul. / dez. 2007.
- SOUZA, A. de; PAVÃO, H. G.; LASTORIA, G.; GABAS, S. G.; PARANHOS FILHO, A. C.; CAVAZZANA, G. H.. **Distribuição espacial da relação precipitação/número de dias de chuva em Campo Grande – MS.** II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba Sul, ANAIS. Taubaté, Brasil. p. 221 – 226. 2009.