

Estudo da sazonalidade e distribuição espaço-temporal das chuvas no bioma da Mata Atlântica do estado do Mato Grosso do Sul

Luis Tomás Azevedo de Mello¹
Francisco Fernando Noronha Marcuzzo¹
Helen Camargos Costa²
Denise Christina de Rezende Melo¹
Murilo Raphael Dias Cardoso³

¹ Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Rua 148, nº 485 - Setor Marista - Goiânia - GO, Brasil
{luis.mello, francisco.marcuzzo, denise.melo}@cprm.gov.br

² Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Av. Universitária, nº 1.440 - Setor Universitário - Goiânia - GO, Brasil
helen_costa1@hotmail.com

³ Universidade Federal de Goiás
Instituto de Estudos Sócio-Ambientais - Goiânia – GO, Brasil
muriloshinobi@gmail.com

Abstract. Currently, more than 100 million Brazilians benefit from the water that rises from the Atlantic Forest and forms many rivers that supply many Brazilian cities and metropolises; it regulates the flow of water springs, protects the water sources, regulates the weather, the temperature, the humidity, the rainfall and protects steep hillsides. Aiming to analyze the seasonal variation of the pluvial precipitation in Mato Grosso do Sul state, in Brazil, it was made a study of temporal and space variability of the rainfall. The interpolation method used was the Topo to Raster. To the statistical treatment were calculated the temporal mean precipitation for the 30 year period, needed for the RAI calculation, which is used to classify periods of years as dry or wet according to the local mean. As results are presented the spatial and temporal seasonal distribution of the rainfall. In the Atlantic Forest of Mato Grosso do Sul, it appears that it rained more in the south during the period analyzed. This occurred because in southern Mato Grosso do Sul the climate is tropical of altitude, which in Brazil is the biggest influence Atlantic tropical air mass, a mass of warm humid air, which brings heavy rain to the region.

Palavras-chave: Rainfall, interpolation, precipitation.

1. Introdução

Um dos mais ricos conjuntos de ecossistemas em termos de diversidade biológica do planeta, a Mata Atlântica se distribui da região litorânea aos planaltos e serras do interior, ao longo de 15% do território brasileiro. Em sua configuração original, a Mata Atlântica se estendia por 17 estados brasileiros, do Ceará ao Rio Grande do Sul, chegando a atingir a Argentina e o Paraguai (Aliança para a proteção da Mata Atlântica, 2010).

O significado dessa mata para mais de 70% da população brasileira que vive em seu domínio é incalculável. Nas cidades, áreas rurais, comunidades caiçaras e indígenas, a Mata Atlântica regula o fluxo dos mananciais de água, protege nascentes, regula o clima, a temperatura, a umidade, as chuvas, assegura a fertilidade do solo e a proteção de escarpas e encostas de morros. Rios e lagos compõem uma intrincada rede de bacias de importância nacional e regional, sendo que sete das nove maiores bacias hidrográficas do país estão na Mata Atlântica (Aliança para a proteção da Mata Atlântica, 2010).

A precipitação é um dos elementos meteorológicos que exerce maior influência sobre as condições ambientais. Além do efeito direto sobre o balanço hídrico, exerce influência indiretamente sobre outras variáveis como: temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar e a radiação solar, que no conjunto atuam como fatores básicos para crescimento e desenvolvimento das plantas (Embrapa, 2002).

Mello et al (2008), em um estudo de continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais, observou que um dos principais ramos de pesquisa em hidrologia e climatologia consiste da aplicação do geoprocessamento, por meio da análise de técnicas para uma melhor interpolação espacial da chuva intensa, gerando mapas com boa aplicabilidade aos projetos.

O processo mais utilizado para essa representação é o traçado das isoietas, que são curvas que unem os pontos de igual altura de precipitação para um período determinado. O conhecimento do regime pluviométrico geral da região e dos fatores que podem influenciar na distribuição é imprescindível para um traçado razoável das curvas isoietas (Garcez e Alvarez, 1998).

Com todas as abordagens descritas acima, este estudo tem como objetivo principal analisar a variação sazonal da precipitação pluvial na Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense, e como ocorre a variabilidade espaço-temporal de suas chuvas.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterizações da vegetação, clima e dos mecanismos de formação de chuvas na Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de florestas tão diversas como as florestas ombrófila densa e ombrófila mista, a floresta estacional semidecidual, os campos de altitude e ecossistemas associados como manguezais, restingas e brejos interioranos, além de várias ilhas oceânicas. Tamanhas variações são reflexo direto da grande extensão ao longo da costa, de mudanças de altitudes, diferenças de solo, relevo e exposição a ventos oceânicos, que contribuem para a formação de diferentes paisagens, com processos ecológicos interligados. Hoje restam entre 12 a 16% da cobertura florestal original da Mata Atlântica, com apenas 7% em melhor estado de proteção (Aliança para a proteção da Mata Atlântica, 2010).

No que se refere à cobertura vegetal o estado do Mato Grosso do sul apresenta três tipos, sendo a Mata Atlântica o mais prejudicado dos biomas, restando ocorrência apenas 22% de sua formação vegetal original, o bioma cerrado por sua vez, encontra-se em situação semelhante, pois restam somente 32% de sua vegetação original. Já a região pantaneira encontra-se em situação diferente onde se registra a ocorrência de cerca de 91% da ocorrência de sua cobertura vegetal original (SEMAC, 2009), o bioma da Mata Atlântica ocupa 13,04% do território brasileiro com uma área aproximada de 1.110.182 Km². (IBGE, 2004). No estado do Mato Grosso do Sul o bioma da Mata Atlântica ocupa uma área de aproximadamente 59.273 km², 14,59% do território Sul-Mato-Grossense .

A Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense está em uma das doze regiões hidrográficas do Brasil (Figura 1), Região Hidrográfica do Paraná, que ocupa uma área total de 169.488,663 km², o que representa aproximadamente 47,46% da área do estado (SEMAC, 2009). São 41 municípios presentes na Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense, totalizando uma população estimada de 954.209 habitantes (IBGE, 2009).

Por possuir uma posição geográfica intracontinental, a região Centro-Oeste sofre influências da dinâmica atmosférica que afeta a América do Sul, determinando assim um padrão climático do tipo clima tropical úmido (Campos, 2002).

A SEMAC, 2008, em estudo sobre o Zoneamento Ecológico Econômico para o estado do Mato Grosso do Sul concluí que o clima predominante no estado é o clima tropical úmido, com inverno seco apresentando estação chuvosa no verão, e nítida estação seca no inverno, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C e precipitações superiores a 750 mm anuais.

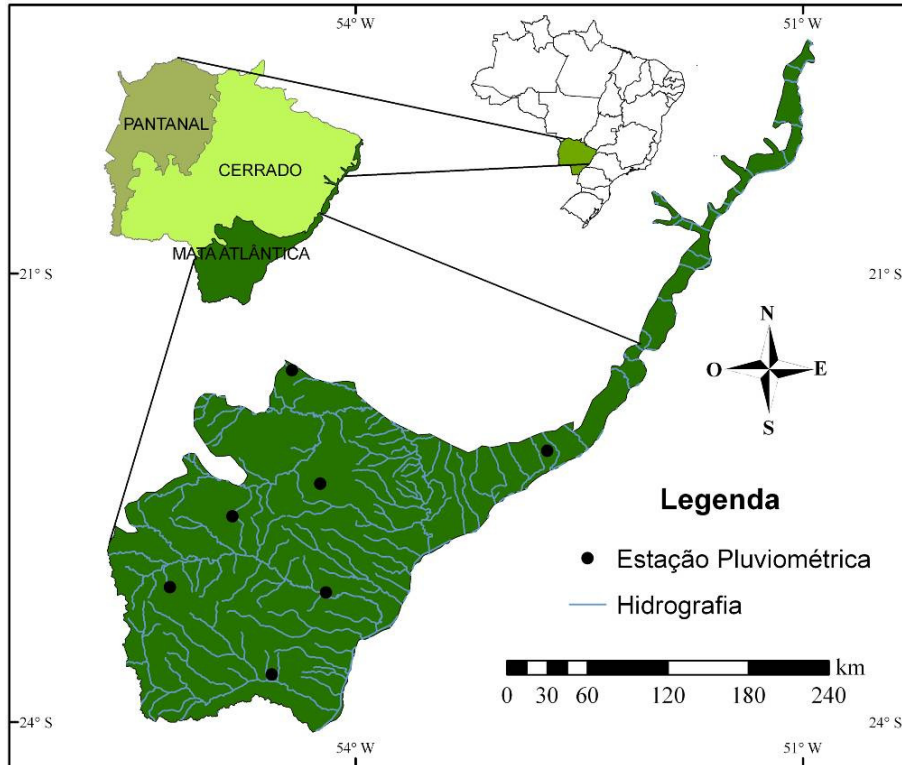


Figura 1 – Localização das estações pluviométricas com série histórica de 30 anos de coleta de dados diários, bioma da Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense.

O clima do Mato Grosso do Sul é o tropical semi-úmido e, em algumas áreas, tropical de altitude, apresentando um verão chuvoso e inverno seco. Devido à posição longitudinal da América do sul, a dinâmica atmosférica da região está vinculada à atuação dos centros de ação inter e extratropicais positivos com suas altas pressões subtropicais e negativos, representados pelas depressões Amazônica e do Chaco. Estes centros negativos estão associados a duas massas de ar ciclônicas que atuam com máxima intensidade no verão: massa equatorial continental e a tropical continental. Os encontros a massa equatorial continental com a polar atlântica são responsáveis pelas chuvas frontais (Campos, 2002).

2.2 Dados utilizados

Foram utilizadas médias mensais e anuais sazonais de precipitação das séries históricas de dados pluviométricos da Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense, obtidos da ANA (Agência Nacional das Águas). Estes dados foram submetidos a uma análise para avaliação das séries históricas e posteriormente consistidos. Foram utilizadas apenas estações pluviométricas com séries de, no mínimo, 30 anos de dados, resultando em sete pontos de observação (Figura 1) na região da Mata Atlântica.

2.3 Interpolação matemática

A função Topo to Raster é um método de interpolação baseado no programa ANUDEM desenvolvido por Hutschinson, que foi especificamente feito para a criação de Modelos de Elevação Digital (DEM) hidrologicamente corretos.

O programa interpola os dados de elevação em uma grade regular, de modo iterativo, gerando grades sucessivamente menores, minimizando a soma de uma de penalização de

rugosidade (roughness penalty) e a soma dos quadrados dos resíduos (diferenças das elevações medidas e calculadas pela função).

Cada elevação em um determinado local é dada pela equação 1.

$$z_i = f(x_i, y_i) + w_i \varepsilon_i \quad (1)$$

Na equação 1, $f(x,y)$ é a função de interpolação, definida por uma função B-spline, cada w_i é uma constante positiva que representa o erro de discretização do ponto i e cada ε_i é uma amostra de uma variável aleatória de média zero e desvio padrão igual a um.

Assumindo que cada ponto está localizado aleatoriamente dentro da célula do modelo, a constante w_i é definida pelas equações 2 e 3.

$$w_i = h s_i / \sqrt{12} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \left[(z_i - f(x_i, y_i)) / w_i \right]^2 + \lambda J(f) \quad (3)$$

Nas equações apresentadas, h é o espaçamento da grade; s_i é a medida de inclinação da célula da grade associada com o ponto (x_i, y_i) . A função $f(x,y)$ é então estimada resolvendo uma aproximação na grade regular via método das diferenças finitas que minimiza a somatória. A constante w_i varia com cada iteração, em uma característica adaptativa local (local adapte future), já que a cada iteração do programa um novo valor de inclinação (s_i) é disponibilizado para cada célula da grade conforme o método iterativo avança.

O programa utiliza o método multi-grid simples para minimizar a equação em resoluções cada vez melhores, começando de uma grade inicial larga até uma grade que tenha resolução definida pelo usuário, respeitando restrições que garantem uma estrutura de drenagem conectada.

2.4. Confecção dos mapas de precipitação utilizando programa SIG

A confecção dos mapas mensais de chuvas do bioma da Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense foram feitas utilizando técnicas de geoprocessamento manipulados sobre uma plataforma de programa GIS. Para se espacializar de forma total na área delimitada os dados de chuva foi utilizado um interpolador no qual o tipo de interpolação utilizado foi o Topo to Raster, como já citado anteriormente. Assim, o interpolou-se os pontos que continham as informações da precipitação pluviométrica referentes as estações pluviométrica e obteve-se os resultados, no caso os mapas da espacialização das chuvas apresentados nesse estudo.

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise da Precipitação Pluviométrica Mensal na Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense

A Figura 2 composta pelos mapas de chuva de janeiro (a) e fevereiro(b), meses de verão no hemisfério sul, com a massa de ar equatorial continental (quente e úmida) predominante, explica a maior precipitação na região norte registrando índice de pluviosidade máxima de 225 mm e mínima de 165 mm. Na mesma Figura, ocorrem índices de precipitação mínima de 135 mm e máxima de 210 mm na região da Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense para o mês de fevereiro, com uma concentração um pouco maior na região norte devido à massa de ar equatorial continental (Figura 3 – b).

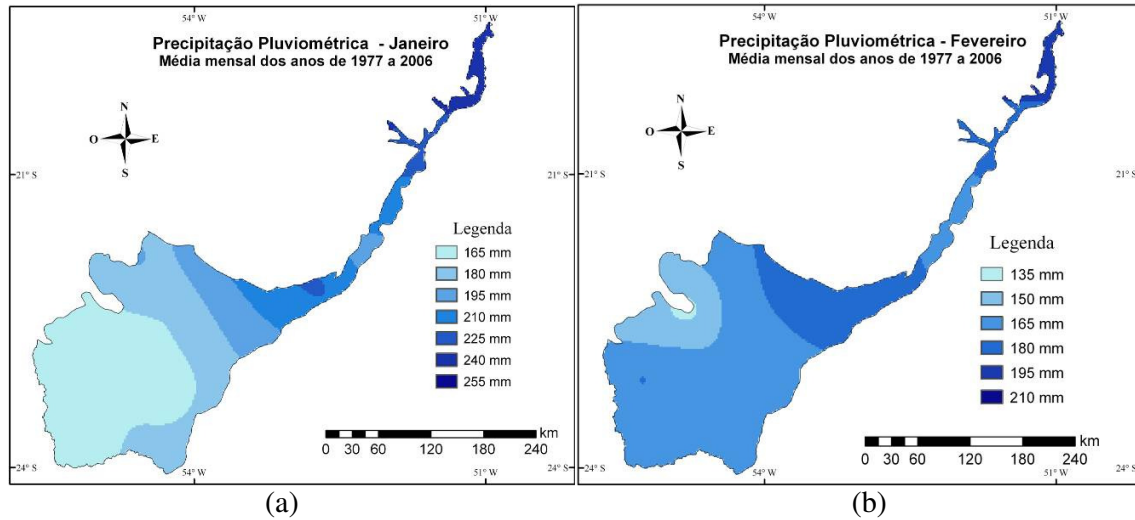


Figura 2 - Precipitação pluviométrica total nos meses de janeiro (a) e fevereiro (b), para o bioma da Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense. Média do período histórico de 1977 a 2006.

A Figura 3 refere-se à precipitação média dos meses de março (a) e abril (b), que é o fim do verão e o início do outono. Nesse período ocorre um declínio na quantidade de chuvas com um índice de 165 a 180 mm em março (a) e abril (b), na região sudoeste. As máximas ficaram em aproximadamente 180 mm para o mês de março (a) e para mês de abril (b) na região.

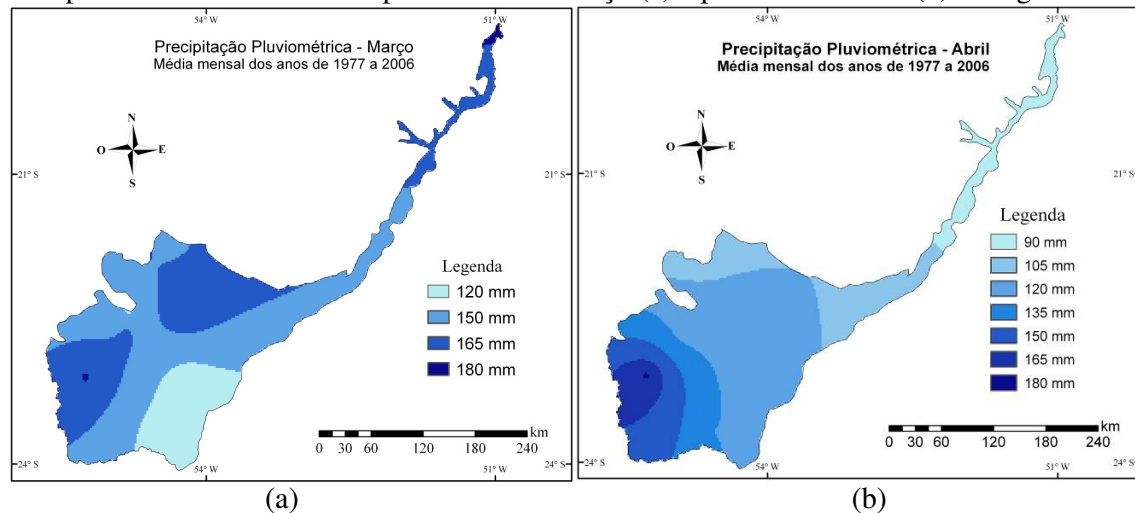


Figura 3 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de março (a) e abril (b), para o Bioma da Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense. Período histórico de 1977 a 2006.

Na Figura 4 tem-se uma transição, com o fim da estação chuvosa no mês de junho (b), onde os índices mais elevados de chuva, 165 mm para maio (a) e 120 mm para junho (b), ocorrem na região sul, isso ocorre porque a região sul está abaixo do tropico de capricórnio, portanto no clima temperado e com um regime de chuvas diferenciado.

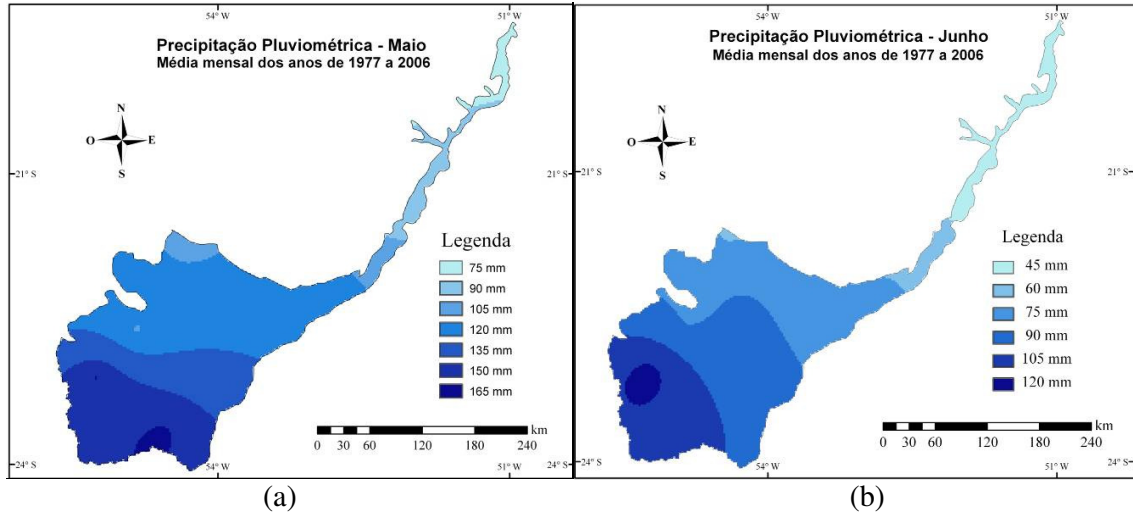


Figura 4 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de maio (a) e junho (b), para o Bioma da Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense. Período histórico de 1977 a 2006.

O mês de junho (Figura 5 - B) caracterizado como início do período seco, a massa de ar polar atlântica (fria e úmida) tem sua maior incidência a partir desse mês.

Na Figura 5, precipitação média mensal dos meses de julho (a) e agosto (b), inverno, sendo o mês de julho (a) caracterizado como período de seca, os índices de precipitação ficaram entre 25 e 60 mm em julho concentrando na região sul os maiores índices de precipitação. O mês de agosto apresenta um pequeno aumento de precipitação, com índices entre 30 e 80 mm, também concentrando na região sul os maiores índices de precipitação.

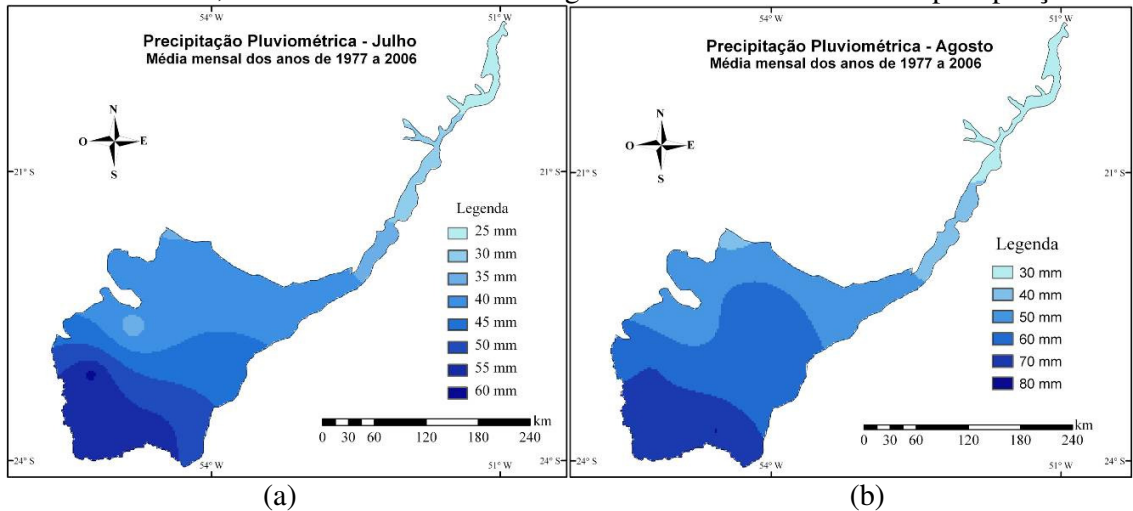


Figura 5 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de julho (a) e agosto (b), para o Bioma da Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense. Período histórico de 1977 a 2006.

O mês de setembro (Figura 6 - a), final do inverno, registra índices de precipitação de 75 a 135 mm. No mês de outubro (b), os índices de precipitação registrados são de 120 a 210 mm, concentrando na região sul os maiores índices de precipitação para ambos os meses.

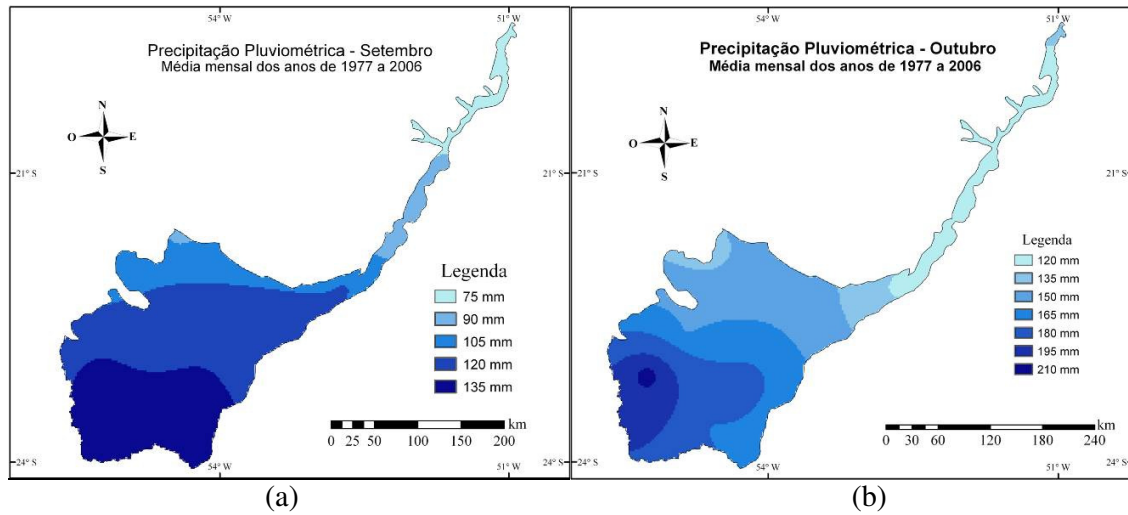


Figura 6 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de setembro (a) e outubro (b), para o Bioma da Mata Atlântica Sul-Mato-Grossense. Período histórico de 1977 a 2006.

A Figura 7, referente à precipitação dos meses de novembro (a) e dezembro (b), primavera, a massa de ar predominante é tropical atlântica caracterizando o período como úmido e de temperatura elevada. Ocorre um aumento na precipitação média dos meses onde se pode observar que em dezembro (b) seguido de janeiro (Figura 2 – a) foram os meses com índices de maior precipitação. No mês de novembro (a) os índices de precipitação ficaram entre 120 e 210 mm, e em dezembro (b) ficaram entre 150 e 240 mm de chuva.

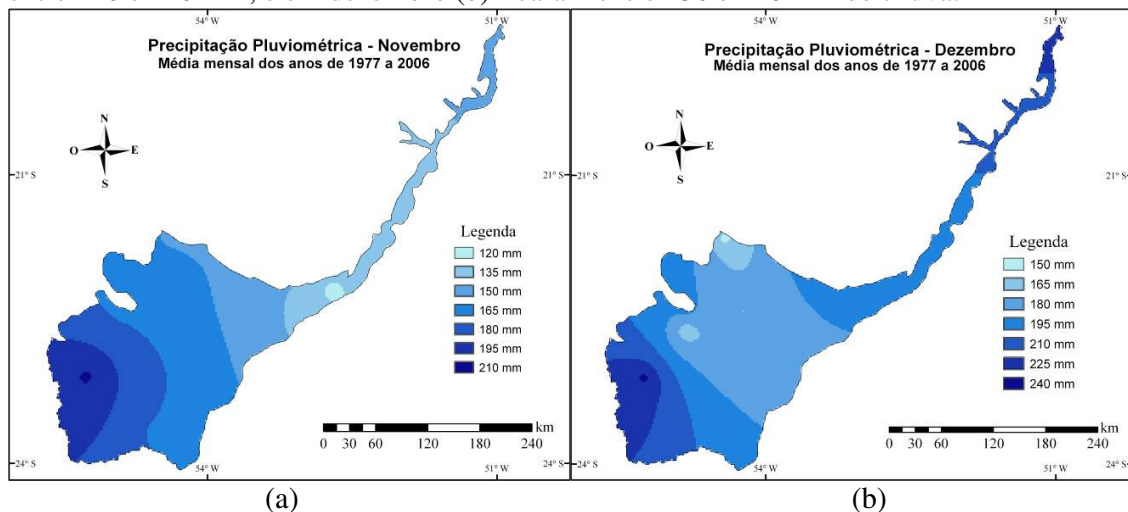


Figura 7 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de novembro (a) e dezembro (b), para o estado do Mato Grosso do Sul. Período histórico de 1977 a 2006.

4. Conclusões

Na mata Atlântica Sul-Mato-Grossense, verifica-se que choveu mais na parte sul durante o período analisado. Isso ocorreu porque no extremo sul do Mato Grosso do Sul o clima é do tipo tropical de altitude, que no Brasil sofre maior influência da massa de ar tropical atlântica, uma massa de ar quente e úmida, o que traz muita chuva para a região.

Agradecimentos

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

Referências

Aliança Para a Conservação da Mata Atlântica, **A mata Atlântica**. Disponível em: <http://www.aliancamataatlantica.org.br/?p=2>. Acesso em 22/07/2010.

Garcez, L.N.; Alvarez, G.A. (1998). **Hidrologia**. São Paulo, Edgard Blucher LTDA, 291p.

Mello, Carlos Rogério de; Viola, Marcelo Ribeiro; Mello, José Marcio de; Silva, Antônio Marciano da. **Continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais**. Ciênc. agrotec. [online]. 2008, vol.32, n.2 [cited 2010-02-24], pp. 532-539. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000200029&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1413-7054. doi: 10.1590/S1413-70542008000200029.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 34. **Análise da Distribuição da Frequência Mensal de Precipitação para a Sub-região da Nheconlândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá – MS, 2002.

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística [homepage]. Comunicação Social – Mapas de Biomas e de Vegetação, 2004 [citado em 20 agosto 2010]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_imprensa.php?id_noticia=169.

Secretaria de estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia - Superintendência de Planejamento [homepage]. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2009. Dados estatísticos de Mato Grosso do Sul, 2009 [citado em 18 maio 2010]. Disponível em: <http://www.semac.ms.gov.br/index.php?inside=1&tp=3&comp=&show=2884>.

Secretaria de estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia - Superintendência de Planejamento [homepage]. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2009 [citado em 18 maio 2010]. Disponível em: <<http://www.semac.ms.gov.br/controle/ShowFile.php?id=42046>>

Superintendência de Planejamento [homepage]. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2008. Zoneamento Ecológico Econômico Mato Grosso do Sul anexo II [citado em 18 maio 2010]. Disponível em: <<http://www.semac.ms.gov.br/controle/ShowFile.php?id=31289>>
