

Sazonalidade e Distribuição Espaço-Temporal das Chuvas no Bioma do Cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul

Francisco F. N. Marcuzzo, Denise C. R. Melo

CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Goiânia/GO
francisco.marcuzzo@cprm.gov.br, denise.melo@cprm.gov.br

Helen C. Costa

PUC-GO – Pontifícia Universidade Católica de Goiás - Goiânia/GO
helencosta1@gmail.com

Recebido 25/08/10 - revisado: 17/12/10 - aceito: 30/09/11

RESUMO

O mapeamento da distribuição das chuvas no bioma do Cerrado é de substancial importância já que o mesmo, conhecido como berço das águas do Brasil, é responsável pela formação de seis importantes regiões hidrográficas brasileiras - Parnaíba, Paraná, Paraguai, Tocantins-Araguaia, São Francisco e Amazônica. Com o objetivo de analisar a variação espacial e sazonal da precipitação pluvial no bioma do Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul, realizou-se um estudo da variabilidade espacial e temporal das chuvas. Analisou-se também a intensidade da sazonalidade utilizando o Índice de Anomalia de Chuva (IAC). A interpolação matemática utilizada para a espacialização das faixas de chuva foi o Topo to Raster. Nos resultados nota-se uma maior pluviosidade nas regiões de maior altitude, como a Serra da Bodoquena. Com o IAC verificou-se 3,61% de meses extremamente secos, 22,22% de meses muito secos, 30,56% de meses secos, 1,94% de meses sem anomalias, 25,83% de meses chuvosos, 10,56% de meses muito chuvosos e 5,28% de meses extremamente chuvosos para o período de 30 anos estudado.

Palavras-chave: pluviometria, interpolação, precipitação, índice de anomalia de chuva.

INTRODUÇÃO

A área do Cerrado, incluindo a região central e os encaves em outros biomas, incide sobre os estados de Amapá, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Piauí, Rondônia, Roraima, São Paulo e Tocantins, totalizando 1.445 municípios. Conta ainda com uma população de mais de 25 milhões de pessoas (15% da população nacional), sendo que, desses, 83% vivem nas zonas urbanas (Grupo de Trabalho do bioma Cerrado, 2004).

O clima predominante no domínio do Cerrado é o Tropical sazonal, de inverno seco. A temperatura média anual fica em torno de 22-23°C, sendo que as médias mensais apresentam pequena estacionalidade. As máximas absolutas mensais não variam muito ao longo dos meses do ano, podendo chegar a mais de 40°C. Já as mínimas absolutas mensais variam bastante, atingindo valores próximos ou até abaixo de zero, nos meses de maio, junho e ju-

lho. A ocorrência de geadas no Domínio do Cerrado não é fato incomum, ao menos em sua porção austral. (Coutinho,2000).

Em geral, a precipitação média anual fica entre 1200 e 1800 mm. Ao contrário da temperatura, a precipitação média mensal apresenta uma grande estacionalidade, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa. Curtos períodos de seca, chamados de veranicos, podem ocorrer em meio a esta estação, criando sérios problemas para a agricultura. No período de maio a setembro os índices pluviométricos mensais reduzem-se bastante, podendo chegar a zero. (Coutinho,2000)

Mello *et al* (2008), em um estudo de continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais, observaram 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 & Alvarez, 1998).

Com todas as abordagens descritas acima, este estudo tem como objetivo principal analisar a variação espacial e sazonal da precipitação pluvial no Cerrado Sul-Mato-Grossense, e como ocorre a variabilidade espaço-temporal das chuvas. Para verificar a intensidade da sazonalidade das chuvas utilizou-se o Índice de Anomalia de Chuva.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Os municípios presentes no Cerrado Sul-Mato-Grossense, totalizam uma população estimada de 2.032.027 de habitantes (IBGE, 2007).

No que se refere à cobertura vegetal o estado do Mato Grosso do Sul apresenta três tipos de biomas (SEMAG, 2009). O Cerrado ocupa 23,92 % do território brasileiro (IBGE, 2004) com uma área de aproximadamente 2.036.448 km², ocupando 60,58% do estado do Mato Grosso do Sul (Figura 1).

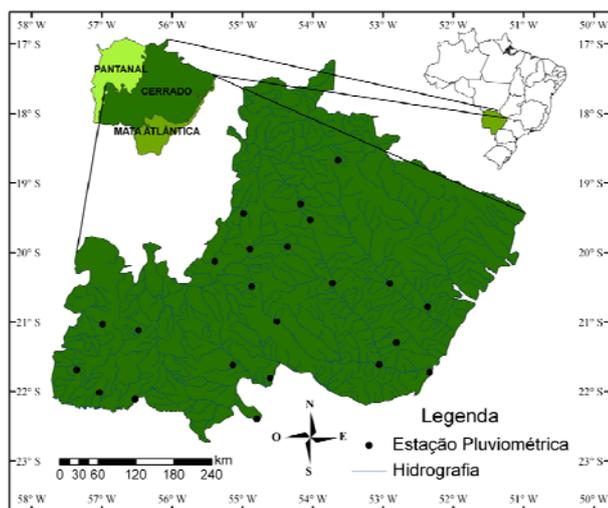


Figura 1 – Biomas do estado do Mato Grosso do Sul e localização das estações pluviométricas do estado.

O Cerrado Sul-Mato-Grossense está em duas regiões hidrográficas do Brasil. A do Paraná, que

ocupa uma área total de 169.488,663 km², e a região Hidrográfica do Paraguai, constituída pela bacia do rio Paraguai a oeste, que ocupa uma área de 187.636,301 km² (Figura 1).

Segundo Nimer (1989), a região Centro-Oeste do Brasil tem clima caracterizado por invernos secos e verões chuvosos. O tempo seco no meio do ano (inverno) tem sua origem na estabilidade gerada pela influência do anticiclone subtropical do Atlântico Sul e de pequenas dorsais que se formam sobre a parte continental sul americana. O período de chuva está associado ao deslocamento para sul da Zona de Convergência Intertropical. Sobre a porção central da América do Sul a CIT (Convergência Intertropical) avança mais para sul do que nas regiões costeiras gerando instabilidade em todo o Brasil central nos meses de verão. Para Köppen (1948) este clima tropical com estação seca recebe a denominação de “Aw” em sua classificação. A letra “A” corresponde à zona climática tropical úmida, ocupada pela categoria florística das megatermas, caracterizada por vegetação tropical com temperaturas e umidade relativa do ar sempre elevadas. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C, temperatura crítica para a flora tropical. A letra “w” corresponde, na região, a uma precipitação anual entre 1000 e 1500 mm, com total mensal médio do mês mais seco inferior a 40 mm.

Dados utilizados

Utilizaram-se dados de 30 anos de médias mensais e anuais sazonais de precipitação das séries históricas pluviométricas do Cerrado Sul-Mato-Grossense, obtidos no sistema hidroweb (Hidroweb, 2010) da ANA (Agência Nacional das Águas).

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)

O Índice de Anomalia de Chuva (IAC) classifica a intensidade dos períodos secos ou úmidos (Quadro 1) de acordo com a média local. Utilizou-se neste trabalho o IAC desenvolvido e testado por Rooy (1965), o qual é apresentado pelas seguintes equações:

$$IAC = 3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(M - \bar{N})} \right], \text{ para anomalias positivas} \quad (1)$$

$$IAC = -3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(X - \bar{N})} \right], \text{ para anomalias negativas} \quad (2)$$

em que, N - precipitação mensal atual (mm.mês⁻¹); \bar{N} - precipitação média mensal da série histórica (mm.mês⁻¹); \bar{M} - média das dez maiores precipitações mensais da série histórica (mm.mês⁻¹) e \bar{X} - média das dez menores precipitações mensais da série histórica (mm.mês⁻¹).

Quadro 1 - Nível de pluviosidade segundo o IAC.

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Classificação da Pluviosidade
$X \geq 4$	Extremamente Chuvoso
$X \geq 2$ e $X < 4$	Muito Chuvoso
$X > 0$ e $X < 2$	Chuvoso
$X = 0$	Sem Anomalia
$X < 0$ e $X > -2$	Seco
$X \leq -2$ e $X > -4$	Muito Seco
$X \leq -4$	Extremamente Seco

Interpolação matemática

A função Topo to Raster é um método de interpolação baseado no programa ANUDEM desenvolvido por Hutchinson (1997), que foi especificamente feito para a criação de Modelos de Elevação Digital (*Digital Elevation Models* - 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 por:

$$z_i = f(x_i, y_i) + w_i \varepsilon_i \tag{3}$$

em que, $f(x,y)$ 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 por:

$$w_i = h s_i / \sqrt{12} \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^n [(z_i - f(x_i, y_i)) / w_i]^2 + \lambda J(f) \tag{5}$$

em que, 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) ; J é a função de suavização da função $f(x_i, y_i)$; λ - é o parâmetro de suavização. Detalhada por Hutchinson (1997), 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 adaptive*), 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da Precipitação Pluviométrica Mensal no Cerrado Sul-Mato-Grossense

Nas Figuras de distribuição espacial da precipitação, apresentadas a seguir, o modelo (equações 3, 4 e 5) usa suas restrições para garantir uma estrutura de dados conectada para a geração das isoietas. Com isso, as isolinhas tentam alcançar mais pontos de dados. Essa característica é muito útil ao gerar mapas de relevo hidrologicamente corretos.

As Figuras de distribuição espacial da precipitação mostram o resultado homogêneo de áreas da interpolação matemática, pelo método do Topo-to-Raster, segundo as faixas de quantidade de chuvas pré-estabelecidas por heurística. Isso se deve a função $f(x,y)$ da equação 5, que é estimada pela aproximação na grade regular (equação 3) via método das diferenças finitas que minimiza a somatória. Observa-se que neste caso o modelo (equações 3, 4 e 5) não usa as restrições para garantir uma estrutura espacial conectada, como se os níveis de chuvas fossem altitudes no relevo, gerando um mapa mais correto que outros métodos de interpolação matemática, como a krigagem. As isolinhas geradas são bem suaves, e com alguns pontos em áreas de valores diferentes, devido ao possível erro de discretização que se deve a quantidade finita de representações de chuva no

domínio computacional em relação à quantidade real de chuvas possíveis no domínio real.

Os mapas de distribuição de chuva de janeiro (Figura 2) e fevereiro (Figura 3), com a massa de ar equatorial continental (quente e úmida) predominante, mostram a maior precipitação na região norte e nordeste. Verifica-se também que a elevação altimétrica da área (Serra da Bodoquena) contribui com chuvas orográficas na região sudoeste do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

Os mapas de chuvas de março (Figura 4) e abril (Figura 5), mostram que a transição do verão para o outono provoca uma diminuição da quantidade de chuvas principalmente na região nordeste, e chuvas orográficas na região sudoeste do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

As Figuras 6 e 7, compostas dos mapas de chuvas de maio e Junho respectivamente, mostram uma tendência de redução das chuvas na parte norte e uma maior concentração de chuvas na parte sul do Cerrado do Mato Grosso do Sul. Esta tendência ocorre devido às chuvas frontais que ocorrem com os avanços da massa de ar polar atlântica sobre o continente nesta época do ano.

As Figuras 8 e 9, que mostram a distribuição de chuvas de julho e agosto respectivamente, período de inverno, mostram uma redução acentuada das chuvas em todo o Cerrado Sul-Mato-Grossense, devido à chegada da massa de ar polar cuja característica é trazer secas para a região central do país. As maiores concentrações de chuvas neste período estão na região sul, numa latitude acima de 21 graus, devido a algumas incursões da Massa de Ar Tropical Atlântica que consegue trazer alguma umidade para a região.

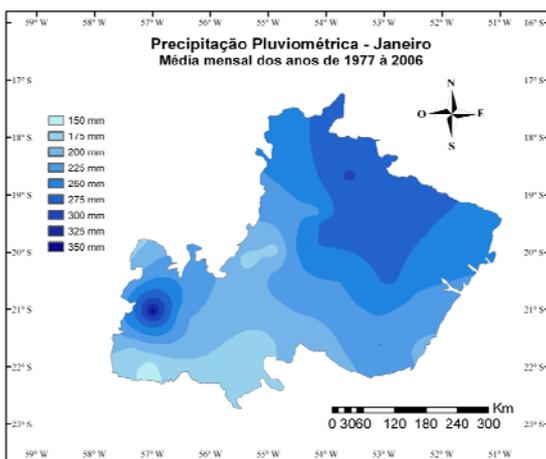


Figura 2 - Precipitação em janeiro no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

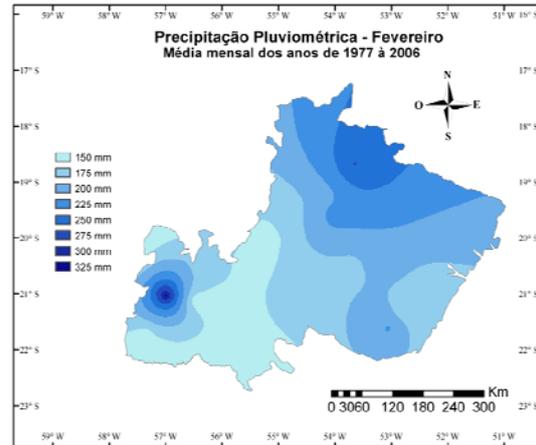


Figura 3 - Precipitação em fevereiro no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

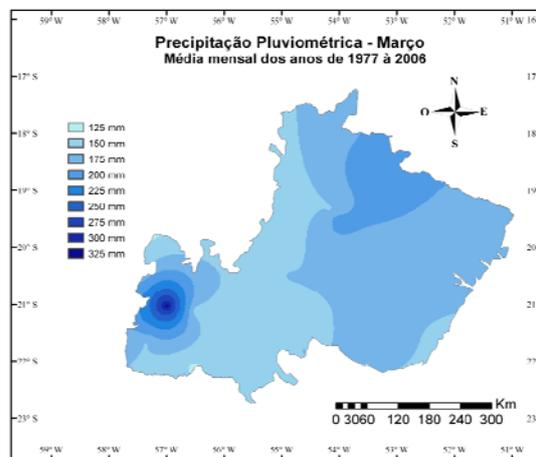


Figura 4 - Precipitação em março no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

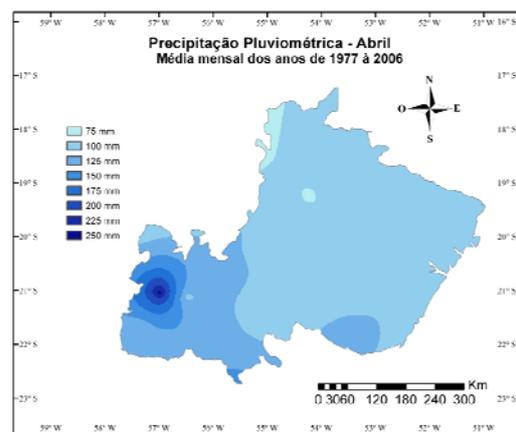


Figura 5 - Precipitação em abril no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

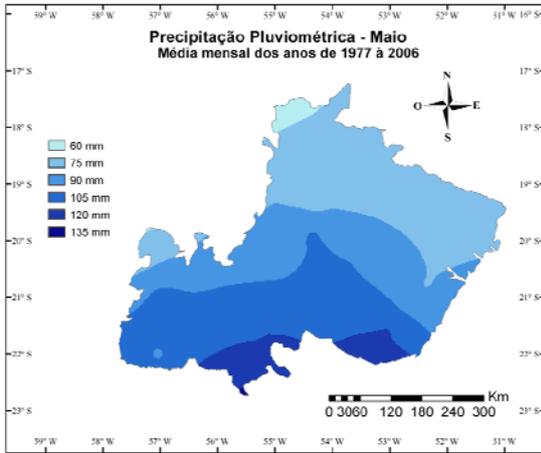


Figura 6 - Precipitação em maio no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

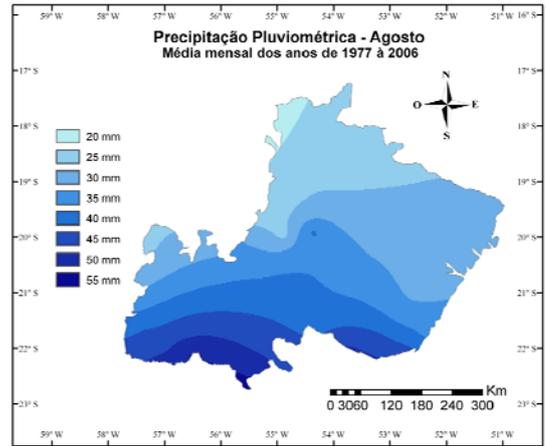


Figura 9 - Precipitação em agosto no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

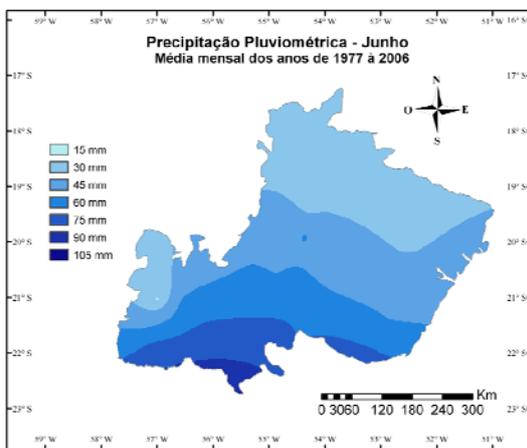


Figura 7 - Precipitação em junho no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

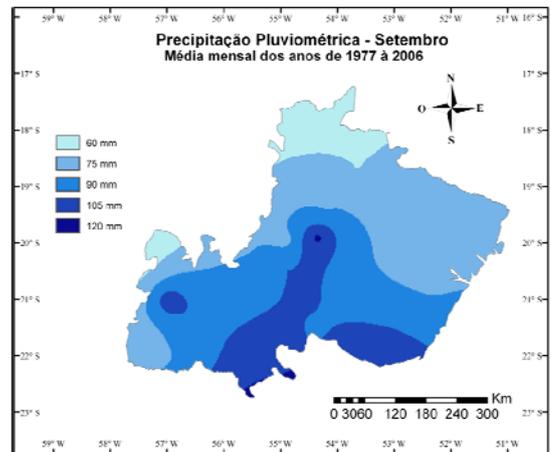


Figura 10 - Precipitação em setembro no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

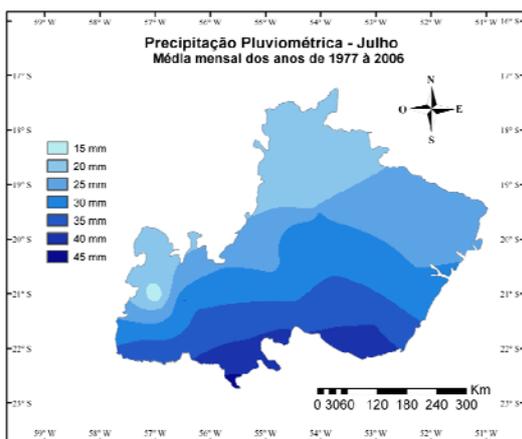


Figura 8 - Precipitação em julho no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

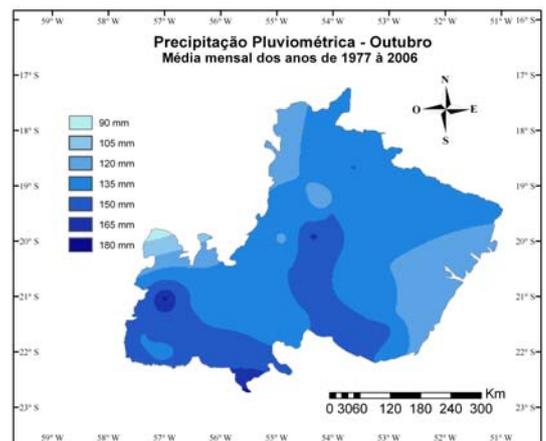


Figura 11 - Precipitação em outubro no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

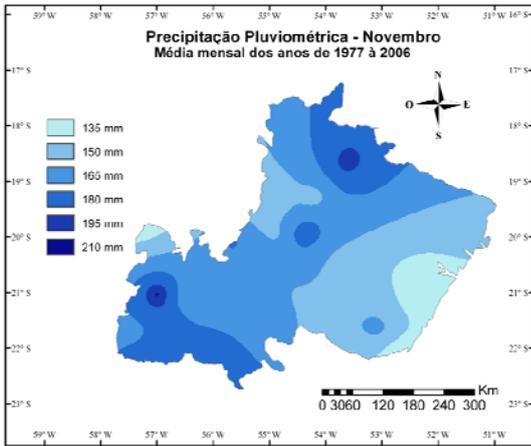


Figura 12 - Precipitação em novembro no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

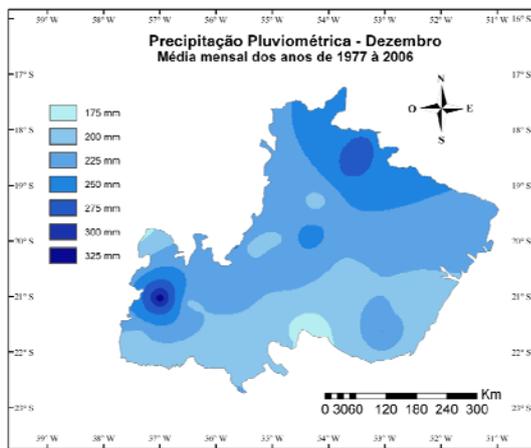


Figura 13 - Precipitação em dezembro no Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul.

Os mapas de chuvas de setembro (Figura 10) e outubro (Figura 11), época de final de inverno e início de primavera, mostram um aumento significativo das quantidades de chuvas em relação aos meses anteriores no Cerrado Sul-Mato-Grossense. O aumento das chuvas nos meses de setembro e outubro ocorre devido ao enfraquecimento da massa de ar polar atlântica por causa do aumento do influxo de energia solar no hemisfério sul. Em setembro as chuvas estão concentradas mais na região sul e em outubro na região sudeste do Cerrado Sul-Mato-Grossense. Este fenômeno ocorre devido à maior influência da Massa de Ar Tropical Atlântica que atua principalmente no sul da região trazendo umidade.

As Figuras 12 e 13, compostas dos mapas de chuvas de novembro e dezembro respectivamente, meio e fim da estação da primavera, mostram a tendência de aumento da pluviosidade como resultado do crescimento do influxo de calor no hemisfério sul nos meses finais do ano. A Massa de Ar Equatorial Continental, que é úmida, ganha força e desloca-se para o sul aumentando a quantidade de chuvas na região. Observa-se que, nos meses de novembro e dezembro, a precipitação passa a se concentrar mais na região norte do Cerrado Sul-Mato-Grossense em decorrência da Massa de Ar Equatorial Continental, e também na região sudoeste devido a elevada altitude da Serra da Bodoquena.

Precipitação nos períodos seco e úmido

Com a Figura 14, para a série histórica de 1977 a 2006 das 22 estações pluviométricas estudadas, nota-se que o Cerrado Sul-Mato-Grossense tem seu ano hidrológico começando no mês de setembro.

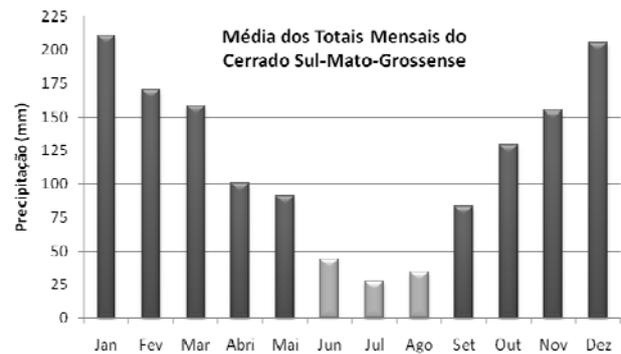


Figura 14 – Histograma dos totais médios mensais com sazonalização da precipitação para o Cerrado Sul-Mato-Grossense. Série histórica de 1977 a 2006.

O total médio do período úmido (Figura 15), de setembro a maio (Figura 14), mostra uma maior concentração de chuvas na região norte e sudoeste do período úmido. Essa distribuição ocorre devido à presença da Massa de Ar Equatorial Continental que é úmida e propicia a precipitação pluviométrica principalmente na região norte, e ao relevo que propicia chuvas de relevo na região sudoeste.

O trimestre junho a agosto, caracterizado como período seco (Figura 14) para o Cerrado Sul-Mato-grossense, apresenta índices de precipitação máxima de 200 mm para o total das médias mensais (Figura 16). As chuvas se concentram principalmen-

te na região sul do Cerrado devido às incursões da Massa de Ar Tropical Atlântica, que consegue trazer alguma umidade para a região.

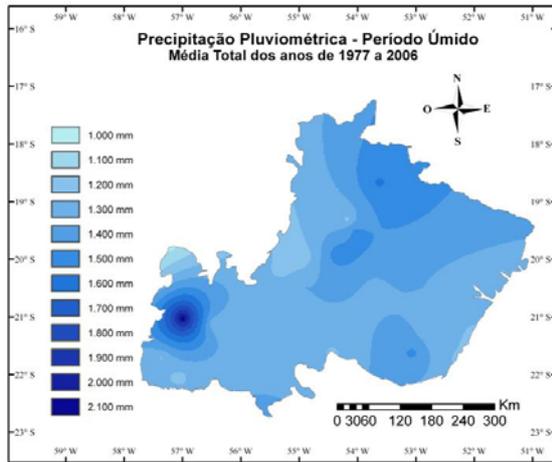


Figura 15 - Precipitação pluviométrica total das médias para o período úmido do Cerrado Sul-Mato-Grossense. Período histórico de 1977 a 2006.

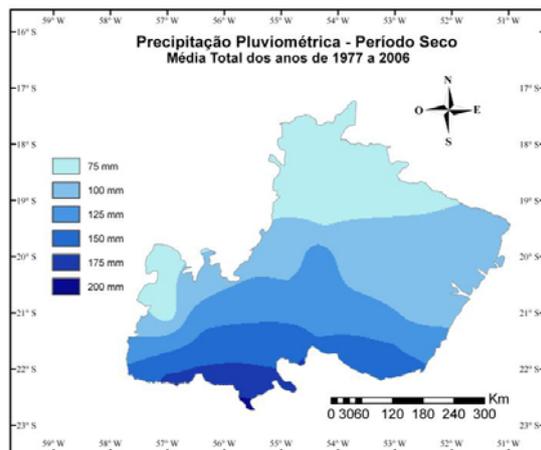


Figura 16 - Precipitação pluviométrica total das médias para o período seco do Cerrado Sul-Mato-Grossense. Período histórico de 1977 a 2006.

Índice de Anomalia de Chuva - IAC

Na análise dos dados da série histórica de 30 anos (1977 a 2006), para as 22 estações pluviométricas estudadas e distribuídas no Cerrado Sul-Mato-Grossense, observa-se os Índices de Anomalia de Chuvas para cada mês do ano. Para o mês de janeiro, houve um ano extremamente chuvoso, o ano de

1989, cinco anos muito chuvosos, seis anos chuvosos, um ano sem anomalia, o ano de 1981, 11 anos secos, e seis anos muito secos. Para o mês de fevereiro, houve cinco anos muito chuvosos, 11 anos chuvosos, oito anos secos, quatro anos muito secos e dois anos extremamente secos, os anos de 1978 e 2005.

Para o mês de março (Figura 19), houve um ano extremamente chuvoso, o ano de 1982, quatro anos muito chuvosos, sete anos chuvosos, um ano sem anomalia, o ano de 1993, 11 anos secos, cinco anos muito secos, e um ano extremamente seco, o ano de 2005. Para o mês de abril (Figura 20), houve um ano extremamente chuvoso, o ano de 1992, cinco anos muito chuvosos, quatro anos chuvosos, três anos sem anomalia, os anos de 1991, 2001 e 2006. Para o mês de abril houve ainda 12 anos secos, três anos muito secos, e dois anos extremamente secos, os anos de 1978 e 2002.

Para o mês de maio (Figura 21), houve três anos extremamente chuvosos, os anos de 1990, 1992 e 2004, dois anos muito chuvosos, oito anos chuvosos, um ano sem anomalia, o ano de 1982, cinco anos secos, dez anos muito seco, e um ano extremamente seco, o ano de 1981. Para o mês de junho (Figura 22), houve três anos extremamente chuvosos, os anos de 1981, 1982 e 1997, oito anos chuvosos, dez anos secos, oito anos muito secos, e um ano extremamente seco (1979).

Para o mês de julho (Figura 23), houve três anos extremamente chuvosos, os anos de 1979, 1984 e 2002, um ano muito chuvoso, nove anos chuvosos, seis anos secos, onze anos muito secos. Para o mês de agosto (Figura 24), houve quatro anos extremamente chuvosos, os anos de 1986, 1989, 1998 e 2000, um ano muito chuvoso, cinco anos chuvosos, dez anos secos e dez anos muito secos.

Para o mês de setembro (Figura 25), houve dois anos extremamente chuvosos, os anos de 1990 e 1992, três anos muito chuvosos, seis anos chuvosos, onze anos secos, seis anos muito secos, e dois anos extremamente secos, os anos de 1988 e 2004. Para o mês de outubro (Figura 26), houve quatro anos muito chuvosos, dez anos chuvosos, oito anos secos, seis anos muito secos, e dois anos extremamente secos, os anos de 1977 e 1986.

Para o mês de novembro (Figura 27), houve um ano extremamente chuvoso, o ano de 2001, 3 anos muito chuvosos, dez anos chuvosos, oito anos secos, e oito anos muito secos. Para o mês de dezembro (Figura 28), houve cinco anos muito chuvosos, nove anos chuvosos, um ano sem anomalia, o ano de 1994, dez anos secos, três anos muito secos, e dois anos extremamente secos, os anos de 1985 e 2002.

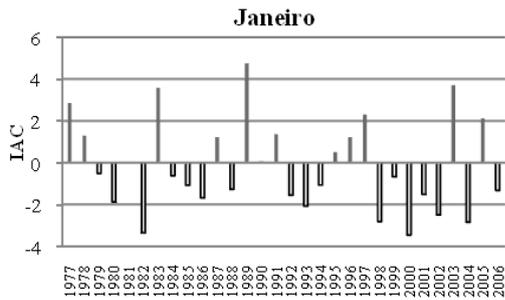


Figura 17 - IAC de janeiro no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

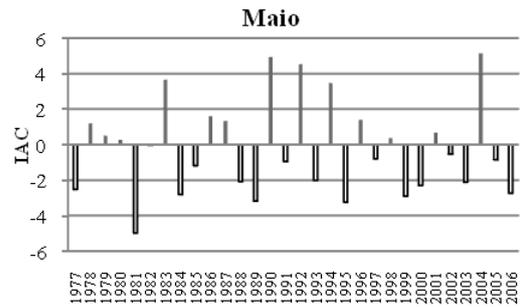


Figura 21 - IAC de maio no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

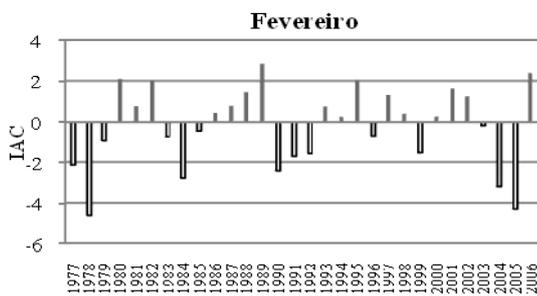


Figura 18 - IAC de fevereiro no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

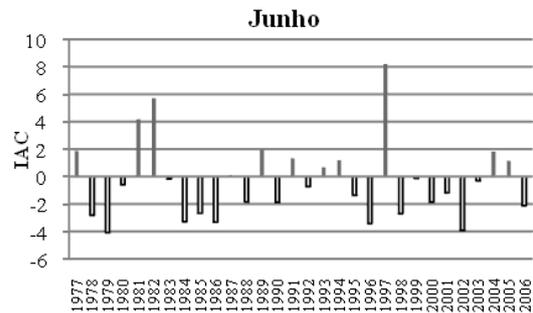


Figura 22 - IAC de junho no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

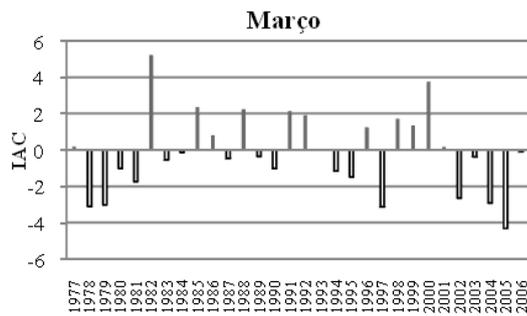


Figura 19 - IAC de março no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

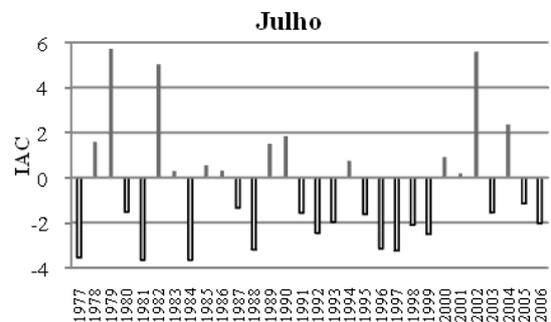


Figura 23 - IAC de julho no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

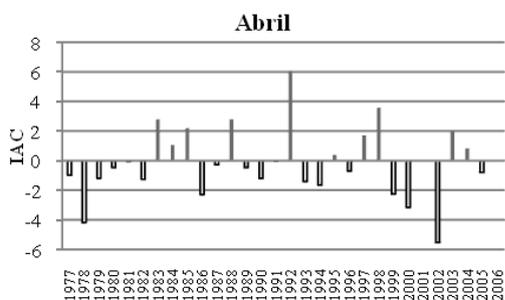


Figura 20 - IAC de abril no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

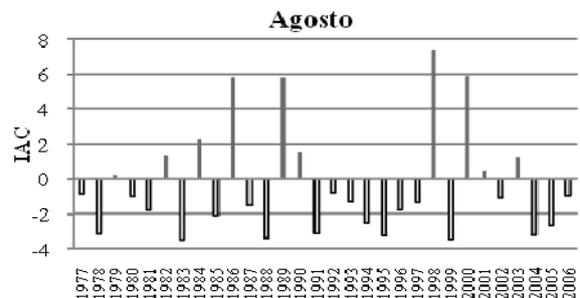


Figura 24 - IAC de agosto no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

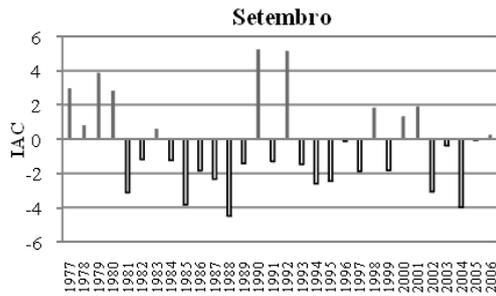


Figura 25 - IAC de setembro no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

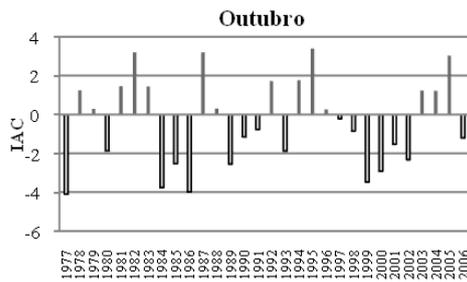


Figura 26 - IAC de outubro no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

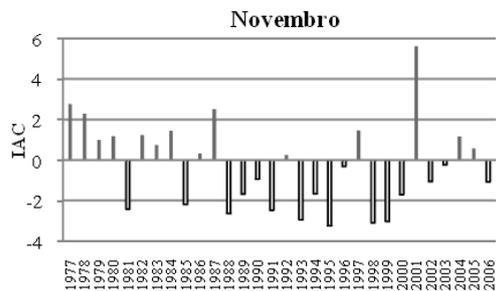


Figura 27 - IAC de novembro no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

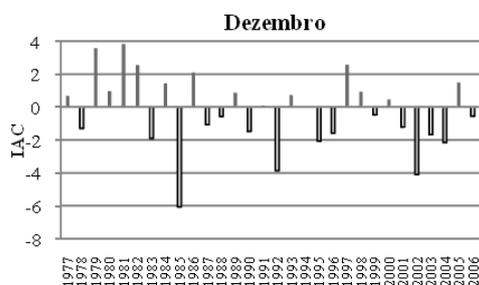


Figura 28 - IAC de dezembro no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

No período analisado o maior IAC foi de 8,2, correspondendo ao mês de junho de 1997, nesse mês as chuvas foram de 166,6 mm, sendo que em média as chuvas no mês de junho são de 44,4 mm. No mesmo período o menor IAC foi de -6,1, correspondendo ao mês de dezembro de 1985, nesse mês as chuvas foram de 96,3 mm, sendo que em média as chuvas no mês de dezembro são de 205,8 mm. No período analisado, no mês de agosto de 1988, não ocorreu precipitação sendo que no mês de agosto chove em média 34,6 mm, esse mês teve um IAC de -3,4, e no mês de janeiro de 1989 para as estações analisadas choveu, em média, 378,5 mm, sendo que em média no mês de janeiro chove 210,7 mm, correspondendo a um IAC de 4,7.

CONCLUSÕES

No Cerrado Sul-Mato-Grossense, verifica-se que a precipitação ocorre mais na parte norte e sudoeste. Isso adveio por causa da influencia da Massa de Ar Equatorial Continental que vem do norte e da Massa de Ar Tropical Atlântica que vem do leste passando principalmente pela região sul, além das chuvas de relevo que ocorrem na região da Serra da Bodoquena.

Com o IAC, para o Cerrado Sul-Mato-Grossense, de 1977 a 2006, verificou-se 3,61% de meses extremamente secos, 22,22% de meses muito secos, 30,56% de meses secos, 1,94% de meses sem anomalias, 25,83% de meses chuvosos, 10,56% de meses muito chuvosos e 5,28% de meses extremamente chuvosos.

Verifica-se ainda com o IAC que, para a maioria dos meses, exceto o mês de fevereiro, há uma mais meses com chuvas abaixo da média do que com chuvas acima da média histórica. Contudo, em compensação, a quantidade de meses extremamente chuvosos no período analisado foi de 19, e a quantidade de meses extremamente secos foi de 13 para o período histórico de 1977 a 2006 no Cerrado Sul-Mato-Grossense.

Neste estudo, verificou-se que o IAC funcionou como uma boa ferramenta para o estudo inter anual da variação na precipitação do Cerrado no estado do Mato Grosso do Sul, podendo também, através desse monitoramento gerar análises do grau de acentuadas ou amenas alterações pluviométricas e climatológicas regionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil) pelo fomento e aos revisores anônimos pelas correções e sugestões implementadas no texto.

REFERÊNCIAS

- COUTINHO, L. M. O bioma do Cerrado, in: KLEIN, A. L. *Eugen Warming e o Cerrado brasileiro: um século depois*. 2000.
- GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. *Hidrologia*. São Paulo, Edgard Blucher LTDA, 291p, 1998.
- GRUPO DE TRABALHO DO BIOMA CERRADO, *Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado*, 2004. disponível em: <http://cerrado.brasil.cpac.embrapa.br/prog%20cerrado%20sustent.pdf>, acessado em: 02/08/2010.
- HIDROWEB. Sistema de Informações Hidrológicas, 2010. [S. l.]: Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 30 jul. 2010.
- HUTCHINSON, M. F. ANUDEM Version 4. <http://cres.anu.edu.au/software/anudem.html>. 1997.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística [homepage]. *Contagem da População – População recenseada e estimada segundo os municípios – Mato Grosso do Sul - 2007*. 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/presidencial/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=169.
- KÖPPEN, W. *Climatología*. Buenos Aires, Fondo de Cultura. p. 152-192, 1948.
- MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; MELLO, J. M.; SILVA, A. M. . *Continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais*. Ciênc. agrotec. [online]. 2008, vol. 32, n.2, p. 532-539. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000200029&lng=en&nrm=iso. ISSN 1413-7054. doi: 10.1590/S1413-70542008000200029.
- NIMER, E. *Clima*. In.: IBGE. 1989. Geografia do Brasil – Região Centro-Oeste. Rio de Janeiro, IBGE. v. 1, p. 23-34, 1989.
- ROOY, M.P. VAN. *A rainfall anomaly index independent of time and space*, Notos, v.14, p.1-43, 1965.

SEMAC - Secretaria de estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia - Superintendência de Planejamento [homepage]. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, *Plano estadual de recursos hídricos de mato grosso do sul*. 2009 . Disponível em: <http://www.semec.ms.gov.br/control/ShowFile.php?id=42046>.

Study of Seasonality and Spatial-Temporal Rainfall Distribution in the Cerrado Biome of Mato Grosso do Sul State

ABSTRACT

The sources of the rivers that form six of the main Brazilian hydrographic regions, Parnaíba, Paraná, Paraguay, Araguaia-Tocantins, São Francisco and the Amazon are in the Cerrado Biome. Because of its hydric potential, the Cerrado Biome is called the Cradle of Waters.. Aiming to analyze the spatial and seasonal variation of pluviometric precipitation in Mato Grosso do Sul, the temporal and spatial variability of rainfall was studied, and the results were analyzed using the Rainfall Anomaly Index (RAI). The interpolation method used was the Topo to Raster. 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 was calculated in the statistical treatment. The results presented are the spatial and temporal seasonal distribution of the rainfall. The RAI showed 3.61% of extremely dry months, 22.22% of very dry months, 30.56% of dry months, 1.94% of months without anomaly, 25.83% of rainy months, 10.56% of very rainy months, and 5.28% of extremely rainy months in the studied period.

Key-words: *pluviometry, interpolation, precipitation, rainfall anomaly index.*