



MAPEAMENTO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO BIOMA PANTANAL DO ESTADO DO MATO GROSSO

Francisco F. N. **Marcuzzo**¹, Hudson M. **Rocha**², Denise C. R. **Melo**³

(1 – Serviço Geológico do Brasil – CPRM/Goiás, Doutor, Pesquisador em Geociências, CPRM – Ministério de Minas e Energia - Rua 148, nº485 - Setor Marista Goiânia - CEP 74170-110, Tel.:(62) 3240-1434 – Goiânia/GO. fmarcuzzo@go.cprm.gov.br. 2- Universidade Federal de Goiás, Mestrando em Geografia Campus Jataí, Rua Riachuelo 1530, Jataí - Go. sauhudson@gmail.com. 3- Serviço Geológico do Brasil – CPRM/Goiás, Eng^a, Pesquisadora em Geociências, CPRM – Ministério de Minas e Energia - Rua 148, nº485 - Setor Marista Goiânia - CEP 74170-110, Tel.:(62) 3240-1431 – Goiânia/GO. denise@go.cprm.gov.br)

Resumo

O estudo da distribuição espacial das precipitações no decorrer dos meses do ano, utilizando um banco de dados histórico, se torna importante, uma vez que possibilita verificar tendências ou alterações climatológicas. O presente estudo mapeou a distribuição da precipitação pluviométrica no bioma Pantanal do estado do Mato Grosso. Utilizaram-se dados de 5 estações pluviométricas distribuídas no bioma Pantanal, com dados de 30 anos, de 1977 a 2006. Foram elaborados mapas de chuvas com o auxílio de isoietas e aplicado o cálculo do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para a classificação dos períodos secos ou úmidos, de acordo com a média local, organizadas em médias temporais mensal, anual e sazonal da precipitação. O método de interpolação utilizado foi o Topo to Raster, na qual utiliza o método multi-grid simples para minimizar a equação em resoluções cada vez melhores, respeitando restrições dos elementos físicos que compõem a paisagem. Os resultados da distribuição pluviométrica mostram uma grande variação nos índices precipitados, sendo que o extremo leste e nordeste têm os maiores volumes de chuvas e ao centro do bioma os menores índices pluviométricos. Com a análise do IAC para o período de estudo, verificou-se que existe um maior número de anos secos que anos úmidos para o período estudado.

Artigo recebido para publicação em 06 de Dezembro de 2010
Artigo aprovado para publicação em 17 de Junho de 2011



Palavras-chave: Pantanal, índice de anomalia de chuva, pluviometria.

Abstract

RAINFALL MAPPING OF THE PANTANAL BIOME IN THE STATE OF MATO GROSSO

The spatial distribution of rainfall during the months of the year, using a historical database, it becomes important since it enables you to check trends or climatic changes. This study mapped the distribution of rainfall in the Brazilian Pantanal of Mato Grosso. We used data from five rainfall stations distributed in the Brazilian Pantanal, with data for 30 years, from 1977 to 2006. Rainfall maps were drawn with the aid of isohyetal and applied to calculate the rainfall anomaly index (RAI) for the classification of dry or wet periods, according to the average local, organized in time-averaged monthly, annual and seasonal precipitation. The interpolation method was used to Raster Top, which uses multi-grid method to minimize the simple equation in better and better resolutions, respecting restrictions on the physical elements that make up the landscape. The results of the rainfall distribution shows a wide variation in precipitation rates, and the far east and northeast have the highest volume of rainfall and the center of the lowest rainfall biome. With the analysis of the RAI for the period of study, it was found that a larger number of dry years than wet years for the period studied.

Keywords: Pantanal, rain anomaly index, rainfall.

Resumen

MAPA DE LLUVIA EN BIOMA PANTANAL EN EL ESTADO DEL MATO GROSSO

La distribución espacial de las precipitaciones durante los meses del año, utilizando una base de datos históricos, es importante ya que le permite comprobar las tendencias o los cambios climáticos. Este estudio de un mapa de la distribución de las lluvias en el Pantanal brasileño de Mato Grosso. Se utilizaron datos de cinco estaciones pluviométricas distribuidas en el Pantanal brasileño, con los datos durante 30 años, de 1977 a 2006. Las precipitaciones se elaboraron mapas con la ayuda de isoyetas y se aplica para calcular el índice de anomalía de lluvia (TCI) para la clasificación de los períodos de seca o húmeda, de acuerdo con la media de la zona, organizados en el tiempo-un promedio de precipitación mensual, anual y



estacional . El método de interpolación se utilizó a Raster superior, que utiliza el método multi-red para minimizar la ecuación simple en las resoluciones cada vez mejor, respetando las restricciones a los elementos físicos que componen el paisaje. Los resultados de la distribución de las precipitaciones muestra una amplia variación en las tasas de precipitación, y el extremo este y noreste tienen el mayor volumen de precipitaciones y el centro de la bioma más bajo la lluvia. Con el análisis de la CAI para el período de estudio, se encontró que un mayor número de años de sequía de los años lluviosos del período estudiado.

Palabras clave: el Pantanal, el índice de anomalía de lluvia, la lluvia.

1 - Introdução

Análise do comportamento das chuvas possibilita detectar tendências ou alterações no clima, em escalas locais ou regionais e com a devida compreensão podem-se elaborar projetos para a organização e o planejamento territorial (SANT' ANNA NETO, 2000).

A utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem sido de fundamental e importante na representação espacial e temporal dos estudos de distribuição chuvas, porque permite uma boa aproximação da realidade climática da área estudada. Braz et al. (2009), em estudo utilizando o SIG para verificar a distribuição temporal e espacial das chuvas na Bacia Barra Seca (ES), e três métodos matemáticos, que foram a média aritmética, polígonos de Thiessen e Interpolação - Inverso da Distância (IDW), concluiu que apesar de apresentarem resultados semelhantes, é sugerida a utilização do interpolador IDW para representação da distribuição das chuvas, devido a produção de mapas contínuos e heterogêneos.

O estado do Mato Grosso, como os demais estados brasileiros, apresenta peculiaridades físicas, como vegetação, relevo e solos, além do posicionamento geográfico, que influencia diretamente na distribuição das chuvas. Segundo Coutinho (2005), em estudo de verificação da dinâmica das queimadas do estado de Mato Grosso, refere-se a três grandes macros unidades climáticas da região, que seriam: Clima Equatorial Continental Úmido, Clima Sub-Equatorial Continental Úmido e Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco.

Rosa et al. (2007), ao analisar a distribuição e variabilidade pluviométrica anual na porção Centro-oeste do estado de Mato Grosso entre os anos de 1985 a 1995, com a



espacialização da chuvas em mapas de isoietas, identificaram que a variabilidade pluviométrica foi bem irregular, onde as chuvas ocorreram em maior quantidade nas porções oeste e sul, sendo que as menores quantidades chuvosas registraram-se nas porções leste e norte. Ainda o autor, relata que os Municípios Nobres e Diamantino nos anos de 1994 e 1995 foram os que ocorreram os maiores valores de precipitação de 2800 mm.

Dentre vários métodos estatísticos utilizados em estudos de precipitação pluviométrica, o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) se destaca, por permitir o acompanhamento climático com efetuação de comparações entre as condições atuais e os valores históricos de chuvas, e também para o entendimento da distribuição espacial e temporal entre períodos os secos e úmidos. Assim, sabendo-se do IAC, órgãos governamentais ou entidades privadas podem utilizar de forma sustentável os recursos naturais, como por exemplo, para o zoneamento agrícola ou o planejamento regional, uma vez que há um conhecimento parcial da dinâmica da chuva.

Araújo et al. (2009) utilizando IAC em estudo da bacia do rio Paraíba/PB, verificou que a variação temporal do IAC dos anos secos de 1987 e 1990 é condizente com regime pluviométrico da região, sendo que nos períodos úmidos de 1984 a distribuição do IAC é irregular, principalmente na estação chuvosa. Já à variação espacial do IAC dos anos secos de 1987 e 1990, demonstrou índices que variam de seco a extremamente seco, principalmente no ano de 1990, sobre a influência do El nino na região.

Conforme as abordagens descritas acima, este trabalho tem como objetivo analisar a variação espacial, temporal e sazonal da precipitação pluvial no Pantanal do estado do Mato Grosso, utilizando séries históricas de chuvas e o cálculo estatístico do IAC, para aferir qualitativamente os dados utilizados.

2 - Caracterização da vegetação, clima e dos mecanismos de formação de chuvas no bioma Pantanal do estado do Mato Grosso

O bioma Pantanal do estado do Mato Grosso está localizado na região Centro-oeste do Brasil e ao sudoeste do estado do Mato Grosso, representa 7% da área total de 903.357,908 km² da superfície do estado, limitando-se entre os paralelos 15° a 19° sul e os meridianos 55° a 62° oeste (Figura 1).

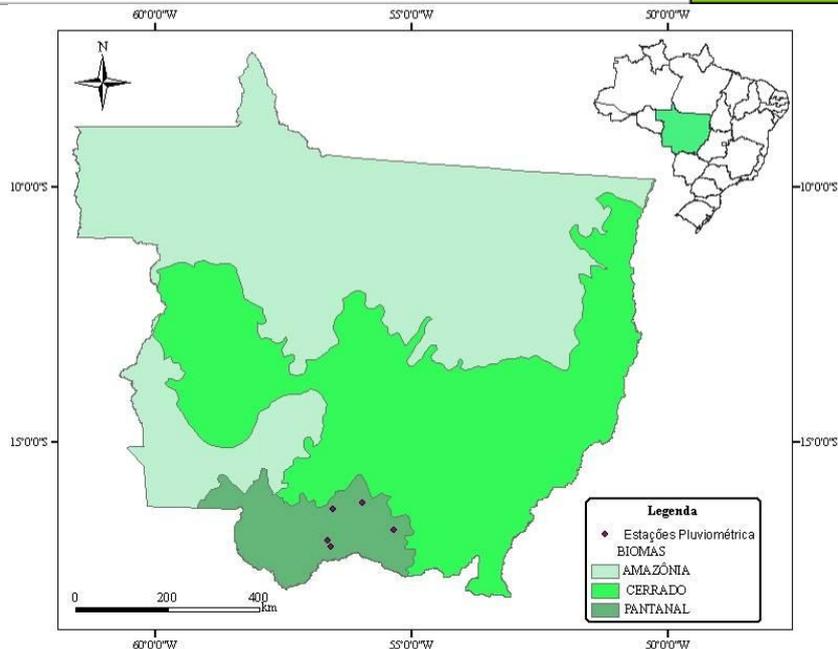


Figura 1 - Localização das estações pluviométricas com 30 anos de dados diários no bioma Pantanal no estado do Mato Grosso.

O bioma do pantanal é formado por mosaico de ecossistemas, dominado por cerrado, caracterizado por bosques abertos e um estrato arbustivo rasteiro, com o predomínio de gramíneas e leguminos. Apresentando áreas permanentemente alagadas e temporariamente alagadas, com espécies de vegetação variando de higrófilas, hidrófilas e mesófilas (IBGE, 2011). Felfili *et al.*, corrobora, afirmando que os fragmentos naturais de florestas estacionais semidecíduais e decíduais do bioma Pantanal, está diretamente vinculado ao tipo de solos e o matéria orgânica, e os níveis de precipitação.

Os principais mecanismos atmosféricos que atuam no Centro-Oeste e em específico o bioma Pantanal do Mato Grosso são a massa de ar equatorial continental, presente entre na primavera e verão, advinda do efeito térmico e da elevada umidade. Essa massa de ar se desloca para o interior do país no sentido noroeste para sudeste, provocando chuvas e a massa polar atlântica que é caracterizada pelo o acúmulo do ar polar. Atua com maior frequência no inverno, no sentido sul para o norte, e favorece as quedas de temperatura e estiagem (NIMER, 1989).



3 - Dados utilizados

Os dados diários de precipitação pluvial foram obtidos do SGB/CPRM (Serviço Geológico do Brasil / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) e pelas estações meteorológicas da base de dados da Agência Nacional das Águas (ANA).

Utilizaram-se dados de cinco estações pluviométricas distribuídas no bioma do Pantanal em Mato Grosso, com 30 anos de dados de (1977 a 2006) (Figura 1 e Tabela 1). Os dados pluviométricos foram copilados, tratados estatisticamente, consistidos e organizados em planilhas eletrônicas, com informação diária, mensal, anual e sazonal, para posterior mapeamento.

Tabela 1 - Descrição das estações pluviométricas do bioma pantanal do estado de Mato Grosso, referente o período histórico de 1977 a 2006.

Nome da Estação	Município	Código	Operadora	Latitude	Longitude
Ilha Camargo	Barão de Melgaço	01756000	CPRM	-17,058	-56,583
São João	Poconé	01656004	CPRM	-16,944	-56,631
Taiamã	Santo Antônio do Leverger	01655003	CPRM	-16,7274	-55,3553
Poconé	Poconé	01656002	CPRM	-16,32	-56,546
Barão de Melgaço	Barão de Melgaço	01655002	CPRM	-16,1922	-55,9658

4 - Verificação estatística de anomalias na distribuição temporal das chuvas

Para a classificação dos períodos secos ou úmidos de acordo com a média local foi calculada as médias temporais mensal, anual e sazonal da precipitação para o período de estudo, necessárias para o cálculo do Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Assim, utilizou-se neste trabalho o IAC desenvolvido e testado por Rooy (1965), o qual é apresentado pelas seguintes equações (Quadro 1):

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

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



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 de dez menores precipitações mensais da série histórica (mm.mês^{-1}).

Quadro 1 - Classificação da pluviosidade para o estado do Mato Grosso, segundo o IAC

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

5 - Interpolação

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) hidrológicamente corretos.

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

$$z_i = f(x_i, y_i) + w_i \varepsilon_i \quad (3)$$

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:

$$w_i = h s_i / \sqrt{12} \quad (4)$$

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



em que, h é o espaçamento da grade; si 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 (locally adaptive feature), já que a cada iteração do programa um novo valor de inclinação (si) 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 conectada.

Nogueira e Amaral (2009), em estudo comparativo entre os métodos de interpolação Krigagem e Topo to Raster na elaboração da carta batimétrica da área de transição entre a porção oriental a setentrional da plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte. Utilizaram-se da vetorização da carta náutica 803 – Canal de São Roque, totalizando 1293 pontos cotados, com profundidades de 0,20 a 36,0 metros. Os resultados obtidos da interpolação dos métodos Krigagem e Topo to Raster, perceberam a superfície gerada pelo método Krigagem, as linhas de interpolação foram uniforme e suave, justificando a utilização em trabalhos de interpolação em superfícies espaciais. Esse método não conseguiu avaliar o detalhamento das estruturas como os canais de fluxo, submersos, transversais a linhas de costas. Ao contrário o método Topo to Raster apresentou mais detalhado os canais e as correntes de refluxo causado pela variação da maré.

Hutchinson *et al.*, (2009) Aplicando o ANUDEM as Imagens SRTM, em específico para a extração da rede drenagem, verificaram-se que o programa corrigiu e construiu uma estrutura de valores coerentes do modelo digital do terreno, com erro de 2 metros no terreno. Assim, o programa fortaleceu o algoritmo de execução da rede de drenagem, apresentado pela interpolação do DEMs aos dados SRTM.

6 - Distribuição dos valores pluviométricos

A distribuição dos valores pluvial da média mensal e anual, com base nos dados da série histórica de 1977 a 2006, registradas em 5 estações pluviométricas distribuídos na área

de estudo, apresenta uma variação significativa da precipitação, sendo que as maiores variações são observadas nos índices mensais.

Os meses de janeiro e fevereiro (Figura 2) compõem o período chuvoso do bioma, onde amplitude pluviométrica foi de 150 mm e 275 mm. Verifica-se assim, que os meses de janeiro e fevereiro apresentaram médias pluviométricas acima da média do período chuvoso, superior a 150 mm, com tendência a aumento dos índices pluviais no sentido do centro para os extremos - leste e oeste do bioma do Pantanal Mato-Grossense.

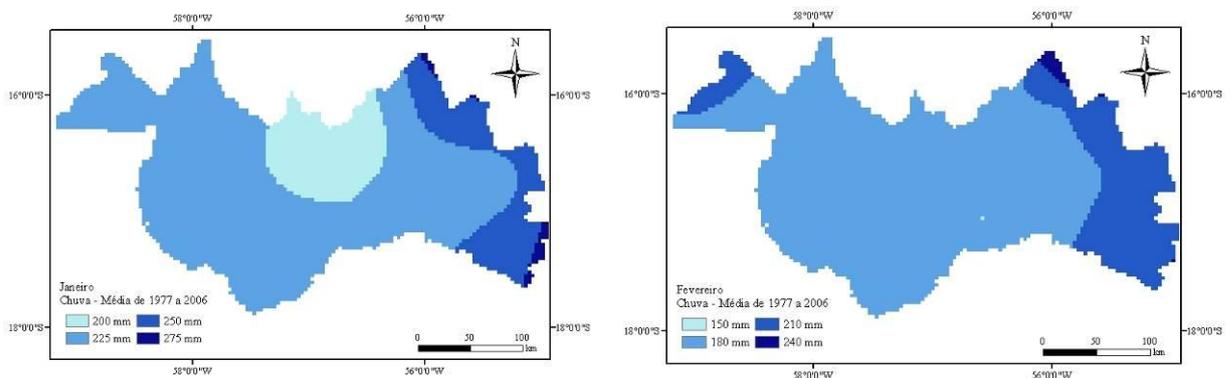


Figura 2 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de janeiro e fevereiro, para o estado de Mato Grosso, referente ao período histórico de 1977 a 2006.

A Figura 3, meses de março e abril, é marcada pelo enfraquecimento da atuação da massa de ar equatorial continental e maior frequência da massa de ar polar, conseqüentemente a diminuição dos valores médios pluviométricos, onde as chuvas variaram de 75 a 252 mm.

Os índices pluviométricos mais elevados de 224 a 252 mm, para o mês de março, ocorreram ao leste do bioma Pantanal, e os menores índices pluviais de 168 a 196 mm ocorreram ao centro bioma. Já o mês de abril acentua-se o decréscimo dos índices pluviométricos, variando de 75 a 125 mm. Onde o índice de precipitação de 125 mm ocorreu no nordeste do bioma Pantanal e o índice menor pluviométrico de 75 mm ao centro do bioma no estado.

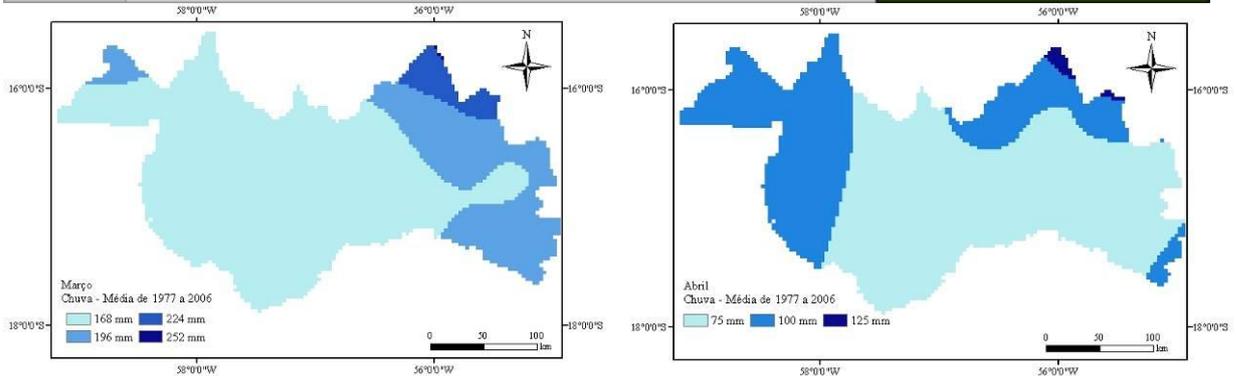


Figura 3 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de março e abril, para o estado de Mato Grosso, referente o período histórico de 1977 a 2006.

A Figura 4, mês de maio, corresponde ao início da estação seca em Mato Grosso, onde a diminuição nos índices pluviiais, variando de 36 a 63 mm. Os meses de junho, julho e agosto (Figura 4 e 5) coincide com o inverno no estado do Mato Grosso, que favorece as quedas de temperatura e estiagem. Rosa et al. (2007), coloca que nessa época, em Mato Grosso, às chuvas são raras com precipitações de quatro a cinco dias nos meses de junho, julho e agosto, concentrando totais, entre 20 e 80 mm de pluviosidade. Assim as ocorrências de chuvas no extremo norte do estado de Mato Grosso são conseqüências do sistema de circulação perturbada de W (IT).

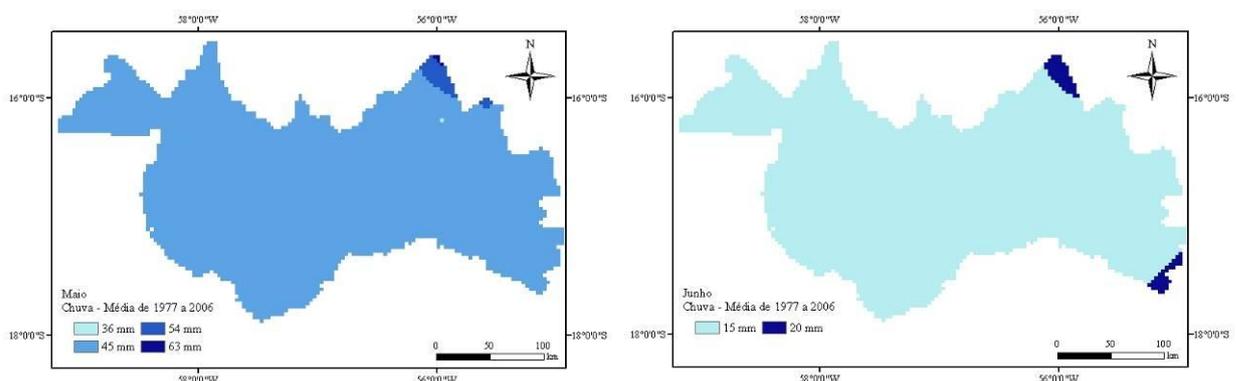


Figura 4 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de maio e junho, para o estado de Mato Grosso, referente o período histórico de 1977 a 2006.

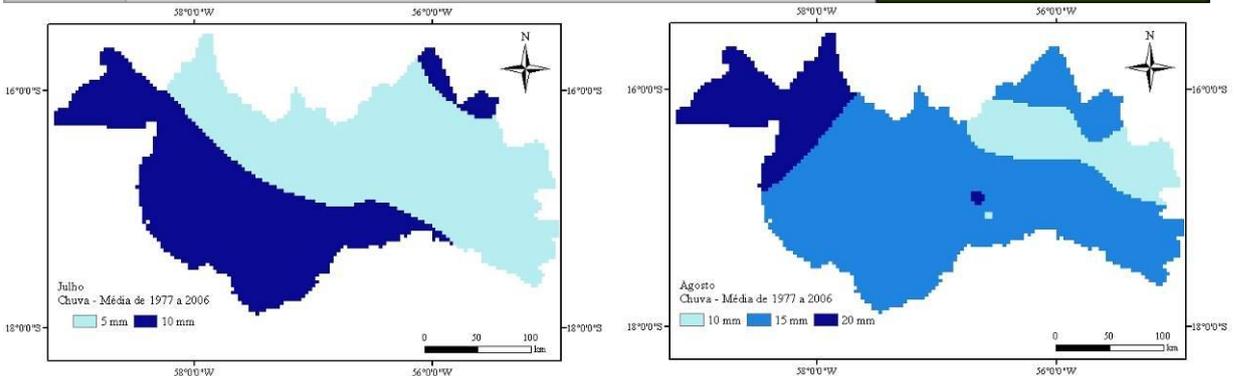


Figura 5 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de julho e agosto, para o estado de Mato Grosso, referente o período histórico de 1977 a 2006.

O mês de setembro (Figura 6) representa o período de transição da estação seca para a estação chuvosa, marcado pelo enfraquecimento da massa polar atlântica e o aumento da atuação da massa de ar Equatorial Continental. Verifica-se o aumento significativo dos índices de precipitação, variando de 30 a 60 mm. Os índices elevados de pluviosidade de 60 mm localizaram-se ao nordeste do bioma Pantanal. Já na porção central ocorreu precipitação de valor baixo de 30 mm.

Segundo Rosa et al. (2007), o trimestre de setembro a novembro, é caracterizado por temperaturas altas, provinda do aquecimento do equinócio da primavera (outubro – novembro). A principal característica desse período é a pouca ocorrência de precipitações e com o aumento gradativo do regime pluviométrico, coincidindo com o início do verão no mês de dezembro, onde podemos verificar nas Figuras 6 e 7.

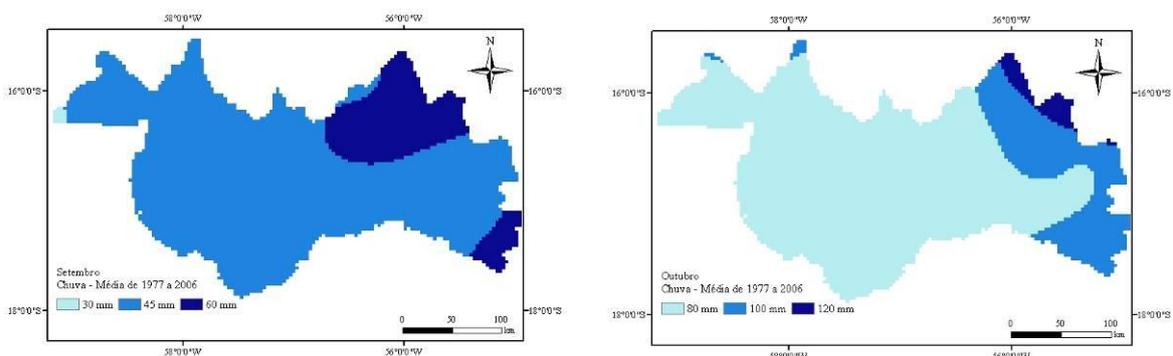


Figura 6 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de setembro e outubro, para o estado de Mato Grosso, referente o período histórico de 1977 a 2006.

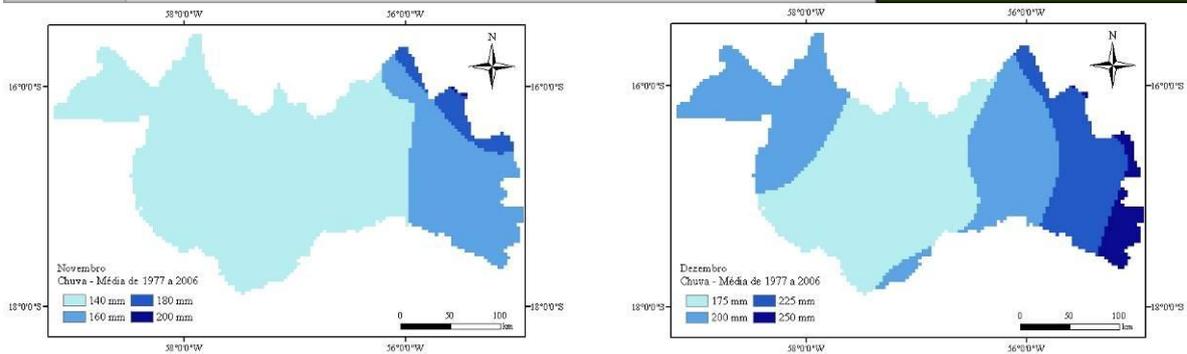


Figura 7 - Precipitação pluviométrica média mensal nos meses de novembro e dezembro, para o estado de Mato Grosso, referente ao período histórico de 1977 a 2006.

O mês de dezembro compõe o período chuvoso (Figura 7) do estado do Mato Grosso, junto com o janeiro, fevereiro e março, e apresentou comportamento pluvial similar aos demais dessa estação chuvosa. O máximo de chuvas situou-se ao extremo leste e as baixas pluviosidades ao centro do bioma.

7 - Análise da precipitação pluviométrica dos períodos seco e úmido para o estado do Mato Grosso no bioma Pantanal

A Figura 8 apresenta o índice da concentração pluviométrica da média anual dos períodos chuvoso de setembro a abril e seco de maio a agosto, nota-se, que no período chuvoso o índice pluviométrico variou de 140 mm a 180 mm, sendo o maior índice pluvial de 180 mm ocorreu no centro do bioma Pantanal do estado do Mato Grosso, já o menor índice de precipitação de 140 mm apresentou ao centro do bioma. À concentração pluvial da média anual do período seco de maio a agosto, teve uma variação de 20 a 30 mm, onde a porção nordeste do bioma Pantanal do Mato Grosso a precipitação foi de 30 mm, e o índice de 20 mm ocorreu ao centro do bioma Pantanal.

Conforme Rosa et al. (2007), a porção norte do estado do Mato Grosso apresenta os maiores valores de precipitação com valores superiores a 2750 mm, e diminuindo nas direções leste, oeste e sul do estado, resultando numa precipitação que se distribui de forma irregular, durante todo o ano.

Observa-se na Figura 9 o total de precipitações dos anos de 1977 a 2006. No período úmido de setembro a abril, o total pluviométrico superou os 1.300 mm, sendo a porção

nordeste teve os maiores totais pluviométricos. O período seco estende-se de maio a agosto e que a menor pluviosidade total acumulada não ultrapassou os 80 mm para o período de 1977 a 2006, sendo a porção norte a menos favorecida pelo o índice pluviométrico.

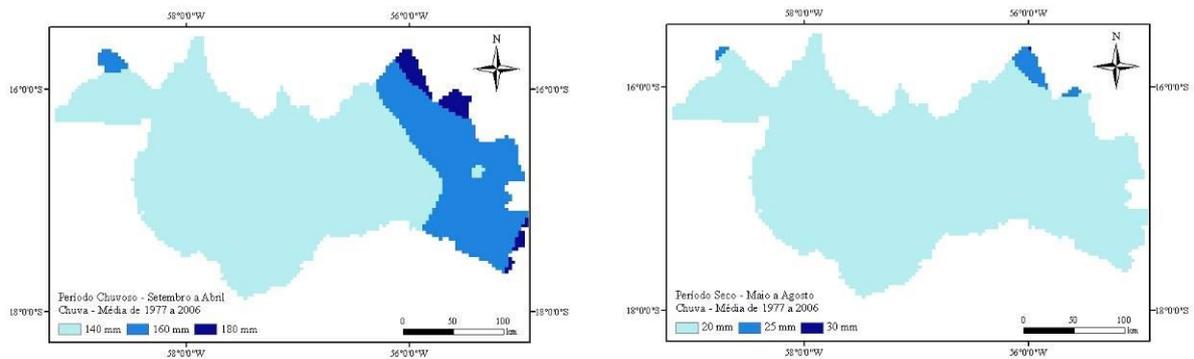


Figura 8 - Precipitação pluviométrica média para o período chuvoso (setembro a abril) e seco (maio a agosto), para o estado de Mato Grosso, referente o período histórico de 1977 a 2006.

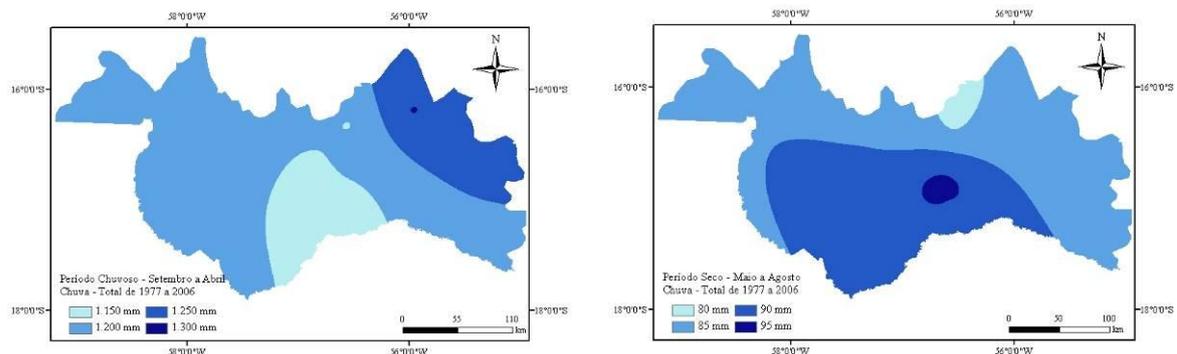


Figura 9 - Precipitação pluviométrica total para o período chuvoso (setembro a abril) e seco (maio a agosto), para o estado de Mato Grosso, referente o período histórico de 1977 a 2006.

8 - Índice de Anomalia de chuva – IAC

A utilização do IAC permitiu identificar padrões ou mudança no comportamento da chuva, além de avaliar a distribuição espacial do evento e com a aplicação dos IACs determinaram-se os anos que se caracterizam como úmidos e secos.

As Figuras 10, 11 e 21, ilustram os IACs da estação do ano verão, referentes aos meses de janeiro, fevereiro e dezembro respectivamente, no estado, cuja característica é de alto índice de pluviosidade. Verifica-se na Figura 10 que o IAC do mês de janeiro teve 16 anos úmidos e 13 anos secos, com o ponto de maior inflexão dos anos úmidos ocorrendo no

ano de 1997, caracterizado como extremamente chuvoso (Quadro 1), e o maior dos anos secos ocorreu em 2000, caracterizado como extremamente seco (Quadro 1). O mês de fevereiro, Figura 11, teve 12 anos úmidos e 16 anos secos, sendo o maior IAC de anomalia de chuva, ocorreu em 1995, caracterizado como muito chuvoso, e o maior IAC dos anos secos, ocorreu no ano de 1999, sendo um ano extremamente seco (Quadro 1). Já o mês de dezembro ocorreram 13 anos úmidos e 16 anos secos, com o ponto de maior inflexão do período chuvoso foi no ano de 1982, sendo extremamente chuvoso (Quadro 1), e o maior ponto de inflexão dos anos secos foi no ano de 1985, caracterizando como extremamente seco (Quadro 1).

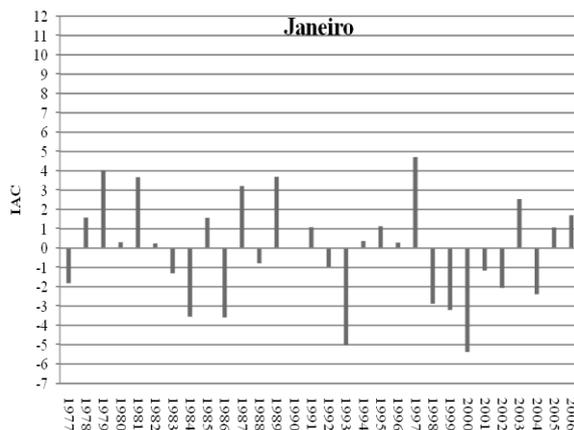


Figura 10 - IAC do mês de janeiro para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso.

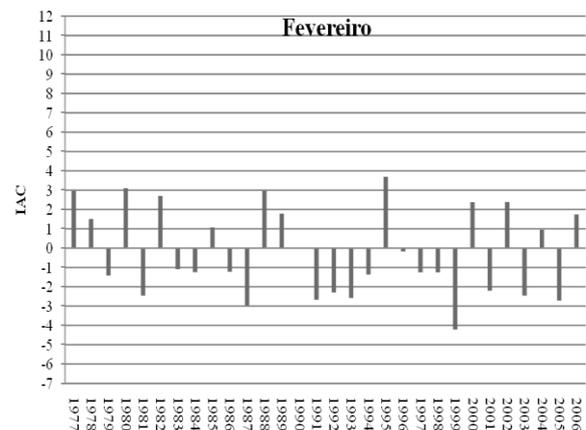


Figura 11 - IAC do mês de fevereiro para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso.

Os meses março, abril e maio, Figuras 12, 13 e 14, representam os IACs da estação do outono. Pode-se observa-se que o mês de março (Figura 12), teve 12 anos úmidos contra 15 anos secos, sendo o ano de 1982 de inflexão de maior umidade, classificando como extremamente chuvoso, e o maior IAC das anomalias secas ocorreu no ano 2004, classificando como muito seco (Quadro 1). No mês de abril (Figura 13) obteve 12 anos úmidos e 15 anos secos. As maiores anomalias úmidas no mês de abril ocorreram nos anos de 1989 e 2003, classificado como chuvoso (Quadro 1), e a maior anomalia seca ocorreu no ano de 1990, classificada como extremamente seco. Para o mês de maio, Figura 14, IAC indicou 16 anos úmidos e 14 anos secos, a maior anomalia úmida foi em 1977, classificada como



extremamente chuvoso, e a maior anomalia seca, ocorreu no ano de 1981, sendo extremamente seco (Quadro 1).

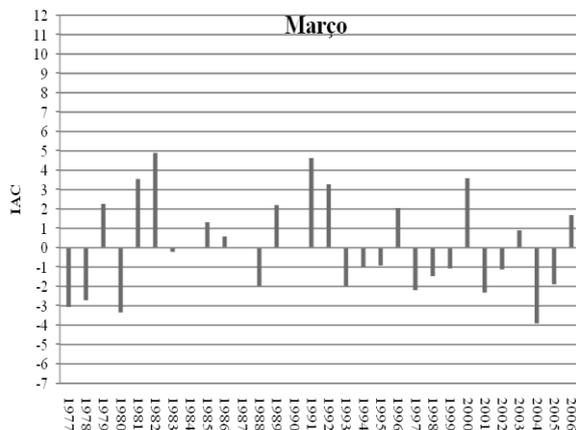


Figura 12 - IAC do mês de março para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso

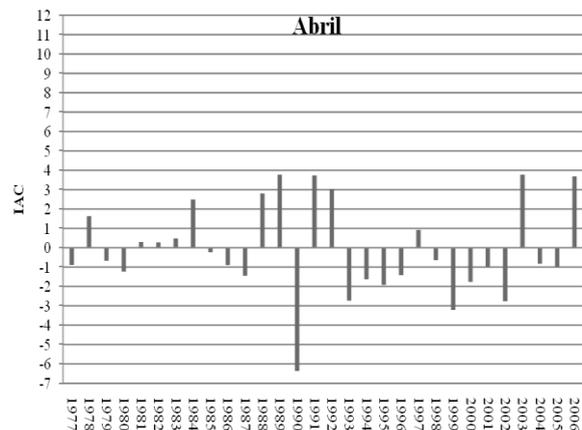


Figura 13 - IAC do mês de abril para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso

O trimestre representado pelos meses junho, julho e agosto, nas Figuras 15, 16 e 17 respectivamente, é a estação inverno em Mato Grosso, onde ocorreram 24 anos chuvosos e 65 anos secos. Nota-se na Figura 15, mês de junho, o IAC indicou que houve 8 anos úmidos e 21 anos secos, sendo a maior anomalia úmida ocorreu no ano de 1997, classificado como extremamente chuvoso (Quadro 1), e as maiores anomalias secas ocorreram em 1979, 1984, 1988, 2002 e 2006 classificadas como muito seca (Quadro 1). No mês de julho (Figura 16) teve 10 anos úmidos contra 20 anos secos, onde o ano de 2004 ocorreu o maior índice de anomalia úmida e os anos de 1977, 1981, 1984, 1988, 1991, 1992, 1995, 1996, 1997 e 2003 foram os maiores anos de anomalia de seca. Na figura 17, verifica-se que o mês de agosto houve 6 anos úmidos e 24 anos secos, onde a maior anomalia úmida ocorreu no ano de 1989, classificado como extremamente chuvoso (Quadro 1), e as maiores anomalias secas ocorreram nos anos de 1978, 1981, 1982, 1991, 1999, 2004 e 2005, classificadas como muito seco (Quadro 1).

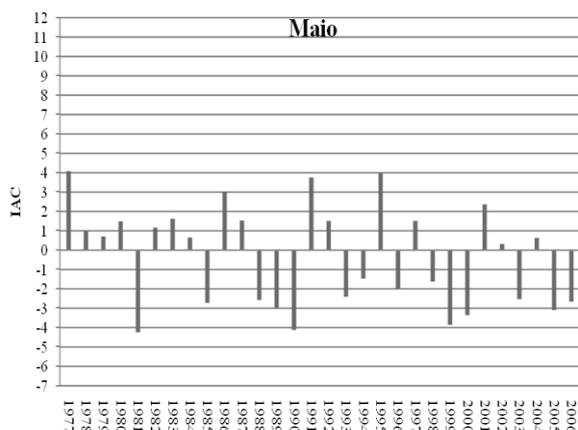


Figura 14 - IAC do mês de maio para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso

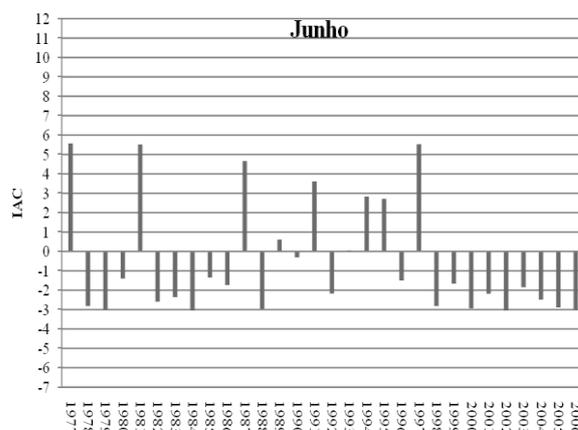


Figura 15 - IAC do mês de junho para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso

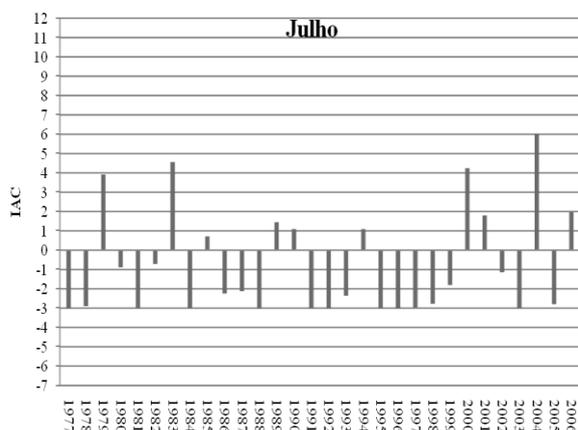


Figura 16 - IAC do mês de julho para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso

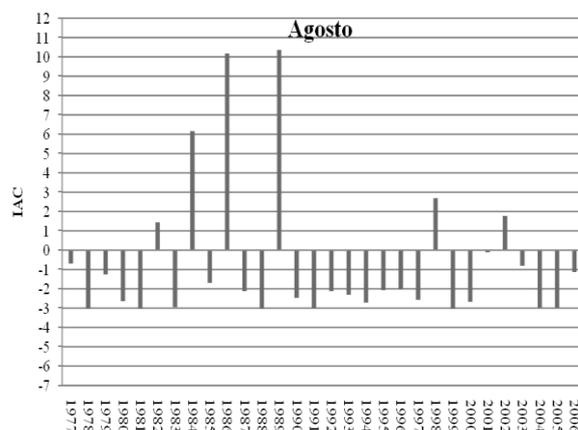


Figura 17 - IAC do mês de agosto para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso

O trimestre de setembro, outubro e novembro, mostrado nas Figuras 18, 19 e 20 é a estação primavera em Mato Grosso, os IACs demonstram que ocorreram 41 anos chuvosos e 48 anos secos para esta estação. Verifica-se na Figura 18, que o IAC do mês de setembro houve 15 anos úmidos e 15 anos secos, com o ano de maior inflexão dos anos chuvosos ocorrendo em 1992 (Quadro 1), e os maiores dos anos secos ocorreram em 2004 e 1988 (Quadro 1). Para o mês de outubro o IAC indicou 12 anos úmidos, 18 anos secos, sendo a maior anomalia úmida foi no ano de 2004, classificado como muito chuvoso (Quadro 1) e maior anomalia seca ocorreu no ano de 1986. Já na Figura 20, mês de novembro, observa-se

que o IAC apontou 14 anos úmidos, com o ano de 1983 de maior inflexão e 15 anomalias de anos secos, sendo o ano de 1993 a inflexão dos anos secos.

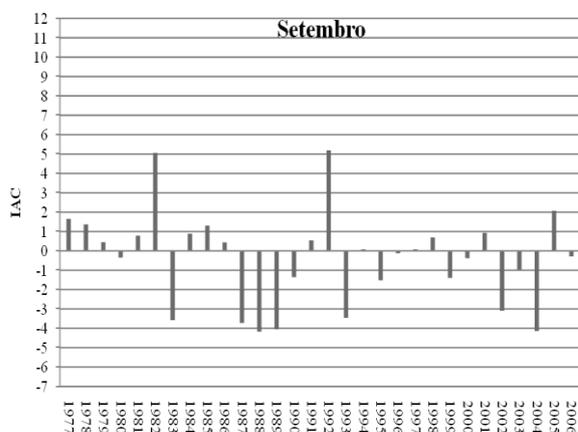


Figura 18 - IAC do mês de setembro para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso

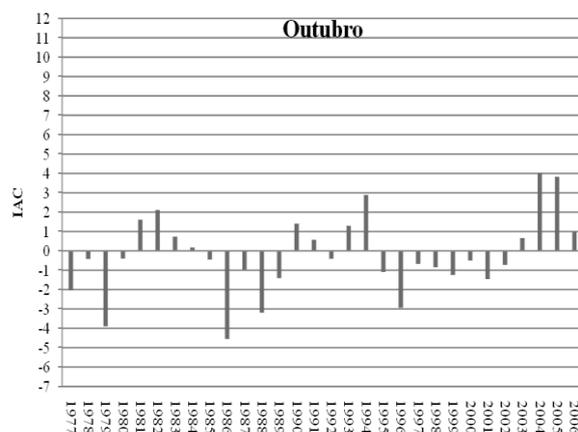


Figura 19 - IAC do mês de outubro para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso

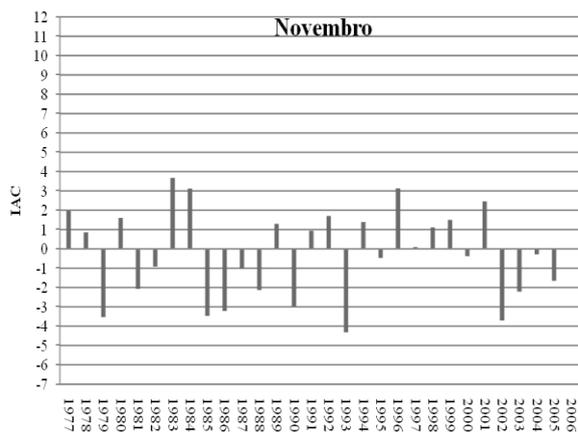


Figura 20- IAC do mês de novembro para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso.

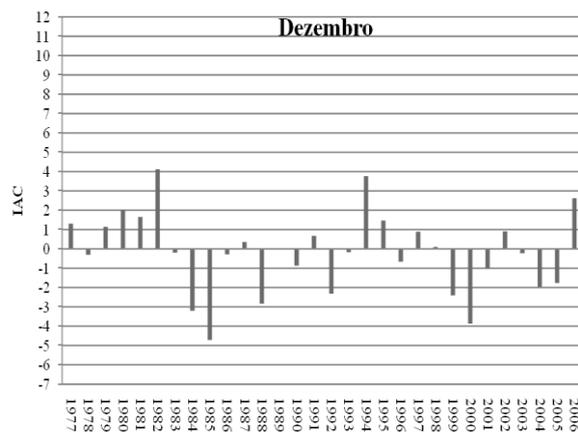


Figura 21 - IAC do mês de dezembro para o bioma Pantanal do estado de Mato Grosso.

9 - Conclusão

Neste trabalho, analisou-se a distribuição dos índices pluviométricos, utilizando o cálculo do Índice de Anomalia de Chuva (IAC), para a verificação dos períodos secos ou úmidos no bioma Pantanal do estado do Mato Grosso.

Na análise das chuvas, comprovou-se, que os maiores índices pluviométricos concentraram na estação do ano primavera-verão, outubro a março, correspondendo cerca de 81,9% do



volume precipitado para média histórica de 1977 a 2006. Já abril e setembro são meses que antecede a mudança do comportamento hídrico em Mato Grosso.

Aplicação do IAC para o período de análise, conclui-se que ocorreram mais eventos negativos - anos secos, com maior constância de repetição das anomalias.

10 - Agradecimentos

Os autores agradecem à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil), a CAPES (PROEX) e ao CNPq - Brasil (processo 133866/2010-6) e pelo auxílio financeiro que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho.

11 - Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Brasília: ANA, 2010. *Hidroweb*. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 11dez. 2009.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. *Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando índice de Anomalia de Chuva (IAC)*. Revista Ambiente & Água – Na interdisciplinary Journal of Applied Science: Taubaté, v. 4, n. 3, p. 93-110, 2009.

BRAZ, R. L.; RIBEIRO, C. A. D. ; FERREIRA, D. S. ; CECILIO, R. A. *Uso de séries históricas e técnicas de sig no estudo da distribuição temporal e espacial da pluviosidade na bacia barra seca localizada ao norte do estado do Espírito Santo*. In: XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, São José dos Campos, 2007. Anais v. 14, 2007. p. 54-57.

COUTINHO, A. C. *Dinâmica das queimadas no estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local*. 2005. 308 f .Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Procam, Universidade de São Paulo, USP, 2005.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F.; Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal. – Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

HUTCHINSON, M.F.; JOHN A. STEIN.; JANET L, Stein.; TINGBAO, Xu. *Locally adaptive gridding of noisy high resolution topographic data*. 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia 13-17 July 2009. <<http://mssanz.org.au/modsim09>>



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasília: IBGE, 2009.
Disponível em: http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/. Acesso: 08 mar. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasília: IBGE, 2011.
Disponível em: http://www.ibge.gov.br/7a12/conhecer_brasil/default.php?id_tema_menu=1&id_tema_submenu=12

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1989. 421 p.

ROSA, D. B.; SOUSA, R. R.; NASCIMENTO, L. A.; TOLEDO, L.G; TOPANOTTI, D. Q.; NASCIMENTO, J. A. *A distribuição espacial das chuvas na porção Centro-oeste do estado de Mato Grosso-Brasil*. In: Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros. Três Lagoas - MS, v 1, n. 5, p. 93-110, 2007.

ROOY, M. P. VAN. *A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space*. Notes, 14, 43p, 1965.

SANT' ANNA NETO, J.L. *As chuvas no estado de São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos*. In: SANT' ANNA NETO, J.L & ZAVATINI, J. A. (Ed., org., Comp.) Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: Eduem, 2000. Capítulo 8, p. 95-120.