

DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO CERRADO BRASILEIRO

SYLVIA ELAINE MARQUES DE FARIAS¹
GISLAINE CRISTINA LUIZ²

Resumo: A dinâmica dos sistemas atmosféricos sobre a América do Sul proporciona a disponibilidade hídrica necessária à sustentabilidade das atividades humanas e econômicas no Cerrado. Este estudo teve por objetivo avaliar a climatologia da precipitação e o balanço hídrico mensal no Cerrado utilizando-se de dados de reanálise. Os resultados mostraram que chuvas inferiores a 25,0mm.mês⁻¹ são observadas entre os meses secos. O déficit hídrico (-5mm.mês⁻¹) é observado no trimestre maio a julho, mais especificamente na porção norte e oeste do bioma. Nos meses chuvosos, o excedente hídrico máximo varia a até 240,0mm.mês⁻¹. A disponibilidade hídrica no Cerrado é uma questão estratégica e fundamental.

Palavras-Chave: Bioma Cerrado, Clima, Balanço Hídrico, Precipitação Pluvial.

Abstract: The dynamics of weather systems over South America provides water availability required for the sustainability of human and economic activities in the Cerrado. This study aims to assess the climatology of precipitation and the monthly water balance in the Cerrado biome using reanalysis data. The results showed that lower rainfall 25,0mm.mês⁻¹ occur between the months of May to August. The water deficit (-5,0mm.mês⁻¹) is observed in the quarter from May to July, specifically in the northwestern portion biome. In the rainy season, the maximum water surplus varies up to 240,0mm.mês⁻¹. The water availability in the Cerrado is a strategic and fundamental issue.

Key-words: Cerrado biome, climate, water balance, Precipitation

1 - Introdução

O bioma Cerrado constitui-se na segunda maior formação fitogeográfica brasileira, compreendendo aproximadamente 22% do território nacional (MMA, 2015). É considerado um dos “hotspots” mundiais de biodiversidade, onde a gênese de suas fitofisionomias foi condicionada pela interação entre o clima, o fogo e o solo (KLINK e MOREIRA, 2002; PINHEIRO e MONTEIRO, 2010). Contém as nascentes dos principais rios que formam seis, das bacias hidrográficas brasileiras: a bacia Amazônia, do Tocantins, do Atlântico Norte/Nordeste, do São Francisco; do Atlântico Leste e do Paraná/Paraguai. (LIMA e SILVA,

¹ Doutoranda do Programa de Ciências Ambientais – CIAMB/UFG, Técnico Meteorologista do Laboratório de Climatologia/IESA/UFG. E-mail do contato: sylfarias@ufg.br

² Docente da Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos SocioAmbientais da Universidade Federal de Goiás (IESA/UFG).E-mail do contato: gislaineluz@yahoo.com.br

2008). Os seus recursos naturais beneficiam as populações tradicionais que por sua vez, contribuem com o conhecimento tradicional de sua biodiversidade (MENDONÇA e MESQUITA, 2012). Contudo, a disponibilidade desses recursos naturais, favoreceu a partir dos anos 70 do século passado, a expansão da fronteira agrícola (MIZIARA e FERREIRA, 2008) e do hidro negócio, os quais proporcionaram impactos positivos na economia brasileira (BRASIL, 2013).

A precipitação contribui com a disponibilidade hídrica necessária às diversas atividades econômicas e humanas desenvolvidas no Cerrado. As chuvas no bioma são favorecidas pela dinâmica do clima de monções da América do Sul, caracterizado por invernos secos e verões chuvosos (VERA et al., 2006; BOMBARDI e CARVALHO, 2008). Dentre os sistemas atmosféricos atuantes que incrementam a precipitação estão: o alinhamento entre a Alta da Bolívia (AB) e os vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN) (FERREIRA, et al, 2009) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (NIMER, 1989; SATYAMURTY et al, 1996; GAN e MOSCATI, 2003; FERREIRA et al, 2004; CARVALHO e JONES, 2009; REBOITA et al., 2010). Uma característica da estação chuvosa no Cerrado refere-se aos veranicos, períodos de estiagem que podem perdurar por até 15 dias (ASSAD et al., 1994).

Todavia, embora se conheçam os mecanismos que induzem a precipitação sobre o Cerrado, a rede pluviométrica em superfície é mal distribuída, produzindo lacunas em conjunto de dados necessários a quantificação de índices pluviométricos, em regiões localizadas no bioma. Sob o contexto de preencher falhas em séries históricas, os produtos de reanálise são séries de variáveis meteorológicas, obtidas por assimilação de dados, considerando-se as variáveis observadas à superfície e em ar superior, consistidas com as saídas de modelos meteorológicos de previsão de tempo ou de clima e, validadas com dados meteorológicos observados em todo o planeta (DEE et al., 2011). Desta forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a variabilidade sazonal da precipitação e da disponibilidade hídrica sobre o Cerrado contínuo, mediante a climatologia de dados de reanálise.

2 – Materiais e Métodos

2.1 - Dados

Para a variabilidade mensal da precipitação e do balanço hídrico sobre o bioma Cerrado (Figura 1) foi utilizado as reanálises do projeto ERA-Interim (BERRISFORD et. al., 2011; DEE et al., 2011), correspondente ao período climatológico de 30 anos, entre 1982 a 2012. Foram utilizadas as reanálises de superfície referentes à precipitação total, evaporação e escoamento superficial (Runoff). Os dados estão disponíveis no Centro

Europeu de Previsão de Tempo (ECMWF) (<http://www.ecmwf.int>) em alta resolução espacial (0.5° latitude X 0.5° longitude). As ilustrações foram confeccionadas com o software GrADS (Grid Analysis and Display System), uma ferramenta de trabalho interativa que facilitar o acesso, manipulação e visualização de dados de ciências da terra.

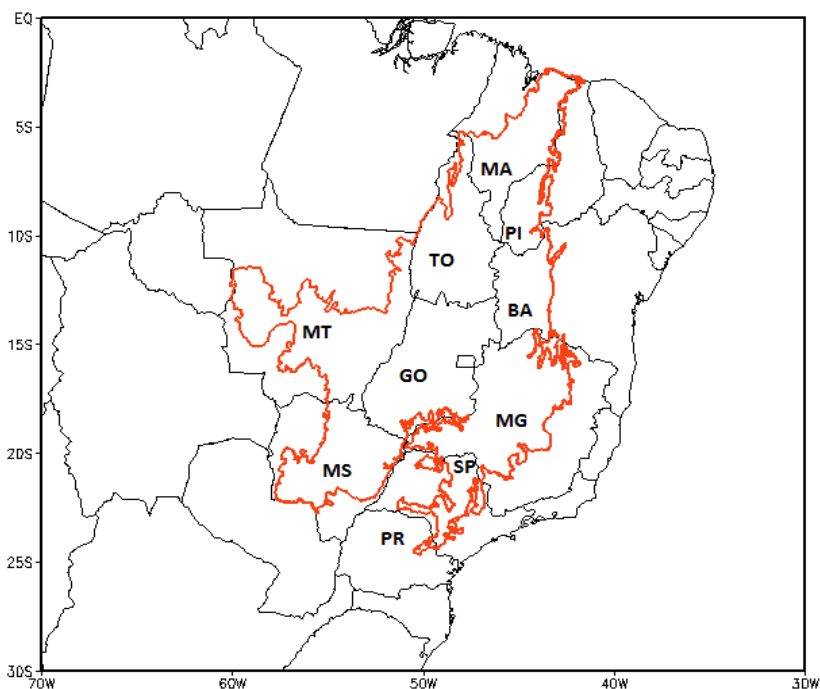


Figura 1 – Distribuição da área contínua do Bioma Cerrado no território brasileiro.

A partir de dados de precipitação acumulada mensal (mm) e da evaporação mensal (mm) e do escoamento superficial (mm), a contabilidade hídrica foi calculada pela diferença entre a precipitação (P) e a soma da evaporação (E) com o escoamento superficial (R): $P = E + R$. Considerou-se que quando a precipitação não consegue suprir a demanda de água no solo ocorre um déficit, caso em contrário ocorre um excedente hídrico. Sob esta perspectiva foi analisado as estações quanto a sua sazonalidade, estação seca (abril a setembro) e estação chuvosa (outubro a março).

3 – Resultados e Discussão

Os sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul influenciam diretamente na sazonalidade da umidade na região do Cerrado brasileiro, caracterizando um padrão de precipitação, e influenciando diretamente os processos de evaporação e escoamento superficial. Na Figura 2, está disposta a climatologia mensal da precipitação acumulada ente 1982 a 2012 para o Cerrado. Os meses estão dispostos quanto à sazonalidade entre estação seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março).

Na estação seca, a climatologia indica que chove menos que $25,0\text{mm.mês}^{-1}$ sobre o Cerrado entre os meses de maio a agosto. Ao longo desta estação, nota-se que a precipitação se organiza no setor noroeste do Cerrado. No sentido noroeste sudeste, observa-se que em setembro, sobre a porção norte do Tocantins, a precipitação avança configurando o período de transição para a estação chuvosa. A partir de março, se inicia o processo de retração das chuvas.

Durante a estação chuvosa (setembro a março) conforme a Figura 2 observa-se a dinâmica sobre a região, caracterizada por um máximo de precipitação no sentido noroeste-sudeste, mais evidente entre os meses de dezembro e fevereiro. A porção situada a oeste é mais chuvosa em decorrência da origem e da formação da precipitação na porção noroeste da América do Sul em decorrência do aquecimento do platô boliviano e da alta demanda de umidade para a atmosfera. Sobre o Cerrado a estação chuvosa se inicia em outubro com a precipitação variando entre $25,0\text{mm.mês}^{-1}$ a $200,0\text{mm.mês}^{-1}$.

Durante a estação seca, os processos de evapotranspiração continuam indicando a perda de umidade do ambiente para a atmosfera. Nesse contexto, o ambiente físico da região como resposta a este processo de perda de umidade para a atmosfera representa um déficit de água quase constante durante todo o período, sendo mais evidente no mês abril e, durante o mês de setembro. Ressalta-se que o mês de setembro indica para toda a região do Cerrado déficit hidrológico.

Considerando-se a estação chuvosa (outubro a março) observam-se máximos de evaporação e escoamento superficial ($E + \text{Runoff}$) em toda a região do Cerrado, sendo mais evidenciado no trimestre out-nov-dez. Este trimestre, conforme indicado no tópico interior, indica o início do período chuvoso na região. Assim, os máximos de evaporação e escoamento se devem ao fato de que quando as primeiras chuvas ocorrem, estas ainda não suprem a necessidade de umidade do solo e da atmosfera.

A Figura 3 mostra a variabilidade climatológica mensal do balanço hídrico sobre a o bioma Cerrado. O balanço hídrico simplificado mostra as áreas de déficits e de excedentes sobre a região. No caso do Cerrado, constata-se um déficit hídrico menor que -5.0 mm.mês^{-1} que ocorre entre os meses de maio a julho, mais marcadamente a noroeste do bioma. Ressalta-se que entre maio e agosto, considerada a estação seca do bioma não se constata déficit hídrico sobre a região, embora o pequeno excedente seja de somente 5.0 mm.mês^{-1} . Contudo, no mês de setembro, se inicia a recarga de água sobre a região, dada a organização da precipitação vinda da Amazônia, se configurando no sentido sudeste, conforme demonstrado no tópico anterior.

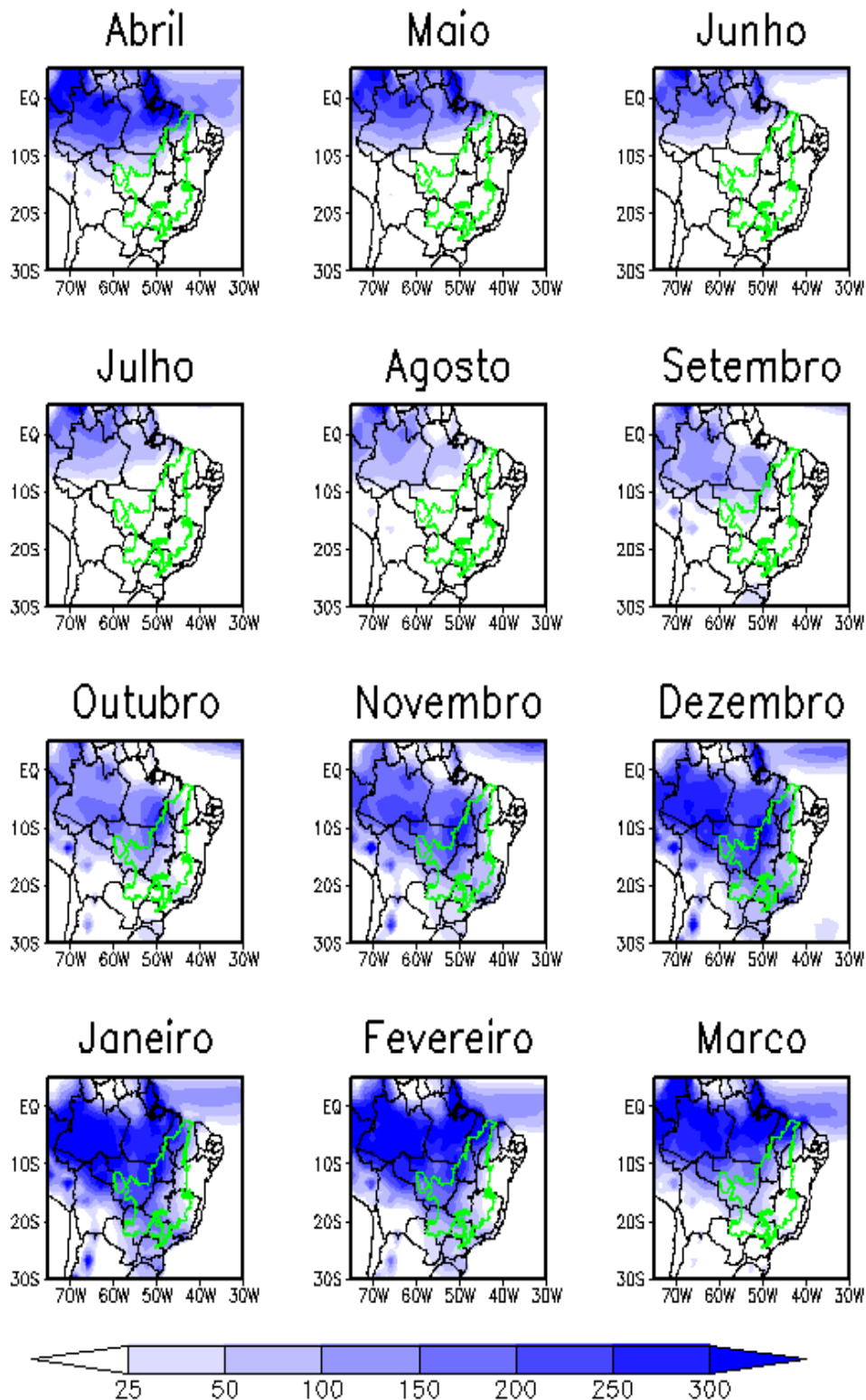


Figura 2 - Climatologia mensal da Precipitação acumulada no Cerrado relativo ao período entre 1982 a 2012. Fonte de dados: ECMWF

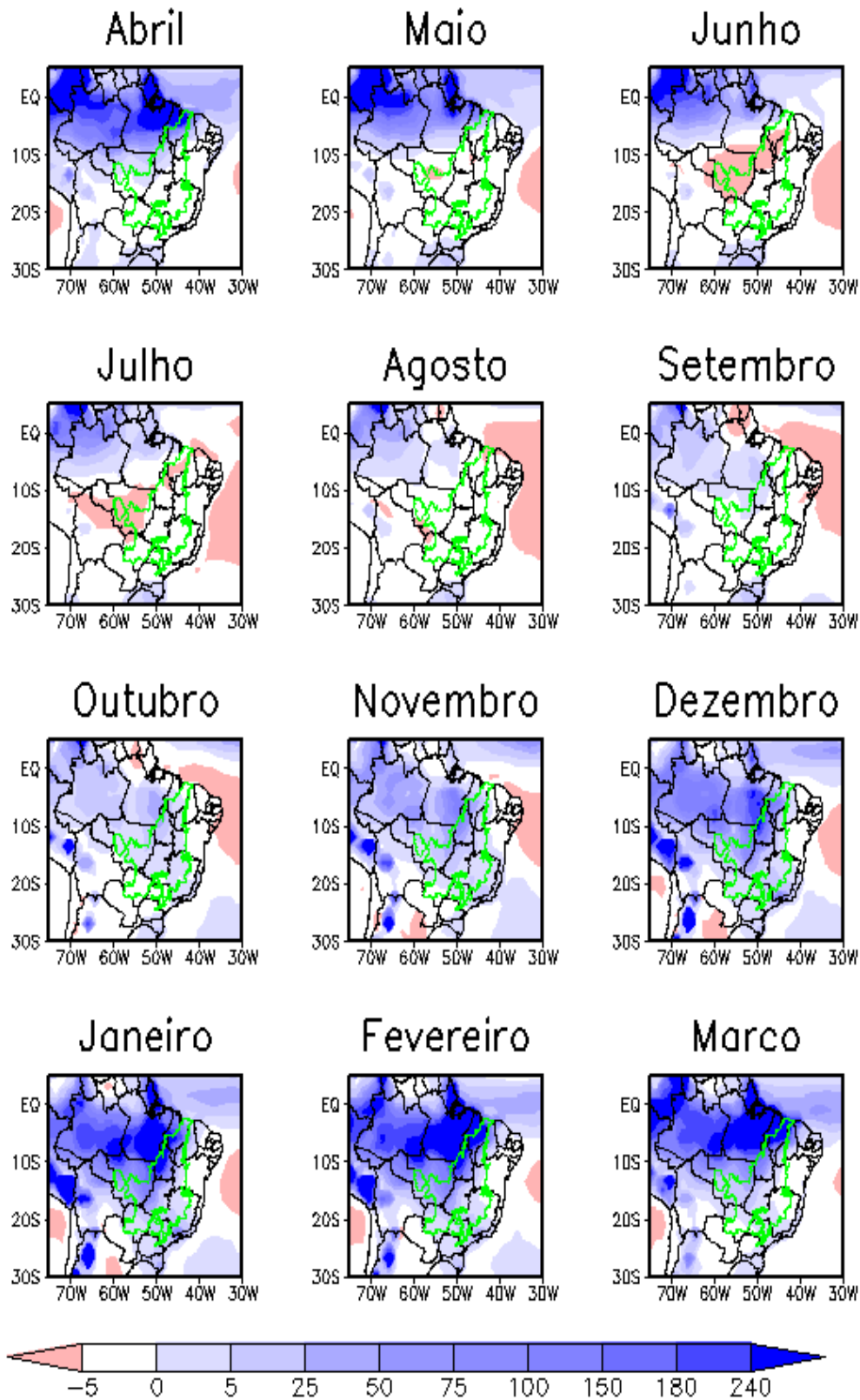


Figura 3 – Balanço hídrico climatológico mensal para o Cerrado entre 1982 a 2012 para as estações seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março) em mm.mês⁻¹. Fonte da dados: ECMWF.

Quanto à estação chuvosa (outubro a março), observa-se que a região que compreende o Cerrado não apresenta excesso hídrico significativo. Os máximos ocorrem na pequena porção norte do bioma, de janeiro a março, entre os Estados do Tocantins e divisa entre os estados do Maranhão e Piauí, superiores a $240,0\text{mm.mês}^{-1}$. Todavia, no restante do bioma, o excedente hídrico varia entre $0,0\text{mm.mês}^{-1}$ a $180,0\text{mm.mês}^{-1}$.

Considerando-se o trimestre jan-fev-mar, o mais chuvoso sobre o bioma, infere-se que o escoamento superficial é mais significativo devido à estrutura físico química e mineralógica, associada às práticas agropecuárias que por sua vez, influenciam na capacidade de infiltração da superfície como avaliou Luiz (2012) em solos no Cerrado Goiano. Todavia, suprida em parte a necessidade de água no solo e a umidade na atmosfera, o déficit de água segue diminuindo ao longo do tempo.

O balanço hídrico simplificado apresentado permite observar que a variabilidade da sazonalidade de déficits e excessos hídricos segue a variabilidade da precipitação na medida em que avança sobre o continente. Contudo, o desmatamento acelera o escoamento superficial e reduz a evapotranspiração, do que é permitido inferir, conforme Marengo (2006), sobre a possibilidade de diminuição das novas chuvas pelo transporte transcontinental de umidade, chamados “rios voadores”.

A precipitação sobre o Cerrado decorre de sistemas meteorológicos de grande e meso escala. Tais sistemas atuam conjuntamente entre a superfície, a atmosfera e o oceano. O acoplamento entre a circulação na baixa e alta atmosfera conduz a organização e a variabilidade climatológica da precipitação sobre os Cerrados. A alta da Bolívia (AB) condiciona a localização de máximos de precipitação e atua para a formação da zona de Convergência de Umidade (ZCOU) que quando intensificadas atuam como Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A ZCAS produz máximo de precipitação onde estão atuando. A sazonalidade da precipitação com invernos secos (abril a setembro) e verões chuvosos (outubro a março) é característica das monções na América do Sul. Porém os máximos de precipitação no verão, não condicionam excessos hídricos para a região dos Cerrados. Os períodos de veranicos comuns nessa época, e a necessidade hídrica da produção de grãos, induzem a utilização de excedentes de recursos hídricos disponíveis no subsolo ou em corpos de água.

4 – Conclusão

Chuvas inferiores a $25,0\text{mm.mês}^{-1}$ são observadas entre os meses de maio a agosto no bioma. Quanto ao déficit hídrico ($-5,0\text{mm.mês}^{-1}$) são observados no trimestre maio-jun-jul, mais especificamente na porção norte e oeste do bioma. Entre abril a agosto, são considerados meses seco, porém sem déficit pronunciável. Nos meses chuvosos, o excedente hídrico máximo no bioma varia a até $240,0\text{mm.mês}^{-1}$.

A disponibilidade hídrica no Cerrado é uma questão estratégica e fundamental. A região contribui significativamente para a economia brasileira, seja no agronegócio, seja na hidro energia, dada a sua posição estratégica climática e como armazenadora e distribuidora de recursos hídricos para outras bacias hidrográficas do Brasil. Além disso, a região conta com centros urbanos que vem se desenvolvendo na última década e cada vez mais necessitando de água para manutenção da população.

5- Referências Bibliográficas

ASSAD, E; SANO, E.E.; MASUTOMO, R.; CASTRO, L. H. R.; SILVA, F. A. M. Veranicos na região dos cerrados brasileiros frequência e probabilidade de ocorrência. In: ASSAD, E (Org.). **Chuvas nos cerrados: análise e espacialização**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, p. 43-48. 1994.

BERRISFORD, P.; DEE, D.; POLI, P.; BRUGGE, R.; FIELDING, K; FUENTES, M.; KALLBERG, P.; KOBAYASHI, S.; UPPALA, S.; SIMMONS, A. The ERA-interim archive. Version 2.0. ERA report series. Disponível em: <http://www.ecmwf.int/publications/library/ecpublications/>, Acesso: 20 dezembro 2013.

BONBARDI, R. J; CARVALHO, L. V. Variabilidade do regime de monções sobre o Brasil: o clima presente e projeções para um cenário com 2xCO₂ usando o modelo MIROC. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n.1. p. 58-72. 2008.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasil projeções do agronegócio para 2011/2012 a 2021/2022. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJECOES%20DO%20AGRONEGOCIO%202010-11%20a%202020-21%20-%2020_0.pdf> Acesso em 20 de Julho de 2013.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C. Zona de convergência do atlântico sul. In: CAVALCANTI, I. F. DE A.; FERREIRA, N. J; SILVA, M. G. A. L. J; SILVA DIAS, M. A. F da (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto. p. 95-109. 2009.

DEE D. P., UPPALA S. M., SIMMONS A. J, BERRISFORD P, POLI P, KOBAYASHI S, ANDRAE U, BALMASEDA MA, BALSAMO G, BAUER P, BECHTOLD P, BELJAARS ACM, VAN DE BERG L, BIDLOT J, BORMANN N, DELSOL C, DRAGANI R, FUENTES M, GEER AJ, HAIMBERGER L, HEALY SB, HERSBACH H, HOLM EV, ISAKSEN L, KALLBERG P, KOHLER M, MATRICARDI M, MCNALLY AP, MONGE-SANZ BM, MORCLETTE J-J, PARK B-K, PEUBEY C, ROSNAY P, TAVOLATO C, THEPAUT J-N, VITART F. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. **Q. J. R. Meteorol. Soc.** v.137. DOI:10.1002/qj.828. p. 553–597. 2011.

FERREIRA, N. J; RAMIREZ, M. V.; GAN, M. A. Vórtices ciclônicos de altos níveis que atuam na vizinhança do Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. DE A.; FERREIRA, N. J; SILVA, M. G. A. L. J; SILVA DIAS, M. A. F da (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, p.43-60. 2009.

FERREIRA, N. J; SANCHES, M; SILVA DIAS, M. A. F. Composição da zona de convergência do atlântico sul em períodos de el Niño e la Niña. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n.1, p. 89-98. 2004.

GAN, M. A.; MOSCATI, M. C. DE L. Estação chuvosa de 2001/2002 na região centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, vol. 18, n.2. 181-194p. 2003.

KLINK C.A.; MOREIRA, A. G. Past and Current Human Occupation, and Land Use. In OLIVEIRA P; MARQUIS, R. (Ed.) **The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press. 2002. 450p.



LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Recursos hídricos do bioma Cerrado. In: SANO S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Org.). **Cerrado. Ecologia e Fauna**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1. 2008. p. 91-106.

LUZ, G. C. **A influencia da relação solo-atmosfera no comportamento hidromecânico de solo tropicais não saturados: estudo de caso – município de Goiânia**. (Tese de Doutorado). Universidade de Brasília. Brasília, Maio, 2012.

MENDONÇA, M. R.; MESQUITA, H. A. O agro-hidro-negócios no Cerrado Goiano: a construção das (re)existências. Disponível em: <<http://www4.fct.unesp.br/>>. Acesso: 10 de agosto 2012.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em 20. Set., 2015.

MIZIARA, F.; FERREIRA, N. C. Expansão da fronteira agrícola e evolução da ocupação e uso do espaço no estado de Goiás: subsídio à política ambiental. In: Ferreira, L.G. (Org.). **A encruzilhada socioambiental: biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado**. Goiânia: Editora UFG, p. 107–125. 2008.

NIMER, E. Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE. 1989. 324p.

PINHEIRO, M.H.O.; MONTEIRO, R. Contribution to the discussions on the origin of the Cerrado biome: Brazilian savanna. **Braz. J. Biol.**, n. 1, p.95-102. 2010.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia** vol. 25, n.2, p.185-204. 2010.

SATYAMURTY, P.; NOBRE, C. A.; SILVA DIAS, P. L. South America. In: Meteorology of the Southern Hemisphere. Eds. Karoly D. J.; Vicent, D. G. **American Meteorological Society, Meteorological Monographs**, v. 27, n. 49, p. 119-139, 1996.

VERA, C.; HIGGINS, W.; AMBRIZZI, T.; AMADOR, J. Toward a unified view of the American Monsoon Systems. **Journal of Climate**. v. 19, p. 4977-5000. 2006.