



ANÁLISE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS DO MUNICÍPIO DE ARAXÁ – MG, UTILIZANDO O ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO PADRONIZADO DE SECA (IESP)

ADRIAN DIANA MARTINS DA SILVA¹
EDUARDO SOARES LEITE²
LUIZ ANTÔNIO DE OLIVEIRA³

Resumo: O objetivo deste trabalho é analisar as anomalias de precipitação do município de Araxá/MG, série histórica de 1971 a 2013. Para tanto foi utilizado o Índice de Precipitação Padronizada – SPI onde foram tratados os dados da estação meteorológica convencional código OMM: 83579, situada no município de Araxá, macrorregião do Alto Paranaíba – MG. Esta técnica estatística trata o desvio cumulativo das anomalias de precipitação em relação à normal climatológica. Os resultados mostraram que ao longo dos 42 anos analisados, 18 anos foram caracterizados secos e 24 úmidos, sendo 23 anos dentro da normal climatológica.

Palavras chave: índice de precipitação, Araxá, anomalias.

Abstract: The objective of this work is analyzing the precipitation anomalies from Araxá, state of Minas Gerais, historic series from 1971 to 2013. For this, it was used the Standardized Precipitation Index – SPI, where has been treated the conventional meteorological station database, code OMM: 83579, localized in the city of Araxá, macro-region of Alto Paranaíba, MG. This statistics tool treats the cumulative variance of the precipitation anomalies in relation to the climatological normal. The results showed that over the 42 years analyzed, 18 were dry and 24 wet, being 23 years among them in climatological normal.

Keywords: precipitation rate, Araxá, anomalies.

1 – Introdução

Um dos componentes mais importantes do ciclo hidrológico é a precipitação, ocupando posição intermediária entre o vapor de água na atmosfera e água líquida presente na superfície, relacionada principalmente ao escoamento superficial. Em meteorologia, o termo precipitação é usado para qualquer deposição em forma líquida ou sólida derivada da atmosfera.

Do ponto de vista hidrológico, entende-se por precipitação a água proveniente do vapor d'água da atmosfera, que chega a superfície terrestre sob a forma de vários

¹ Graduanda do curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. e-mail: adriandiana.ad@gmail.com

² Graduando do curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. e-mail: dudu239@hotmail.com

³ Professor Adjunto do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. e-mail:

luizantonio@ig.ufu.br



elementos, como: saraiva, granizo, neve, orvalho, geada, chuva, etc. A chuva é a mais significativa em termos de volume para as condições climáticas do Brasil.

De acordo com Ayoade (1996) as chuvas e precipitações possuem características muito dinâmicas e mutáveis, dado que, podem sofrer alterações diretas ou indiretas de fatores internos e externos em um sistema atmosférico. Tipologia das nuvens, clima, temperatura e pressão são exemplos de fatores que interferem e provocam uma dinâmica de chuvas na atmosfera.

A precipitação não somente varia quanto à quantidade de um ano, estação ou mês para o outro, como pode também mostrar uma tendência de declínio ou de ascensão durante um determinado período, Galdino Junior e Kruger (2006). Sendo assim, o estudo feito sobre a quantificação da precipitação em determinados locais e regiões é de grande importância para a análise de anomalias e distorções de um padrão pluvial normal.

Na literatura, diversos são os índices utilizados nos estudos de chuvas/secas, como: Índice de Anomalia de Chuva (IAC), o qual classifica os períodos secos e úmidos de acordo com a média local; Anomalia da Precipitação Acumulada, que resulta da diferença entre a precipitação do mês objeto do cálculo e a precipitação acumulada média do período analisado para o mesmo mês; Índice de Precipitação Estandarizado (SPI), utilizado para determinar o comportamento da precipitação em áreas secas, e o Índice Pluviométrico Padronizado de Seca (IESP), que é o índice de seca padronizado.

A estação meteorológica convencional código OMM 83579 utilizada neste trabalho está situada no município de Araxá, localizado na macrorregião do Alto Paranaíba - MG, delimitada pelas coordenadas geográficas 19°35'36" de latitude e 46°56'26" de longitude com altitude de 1023.6 metros.

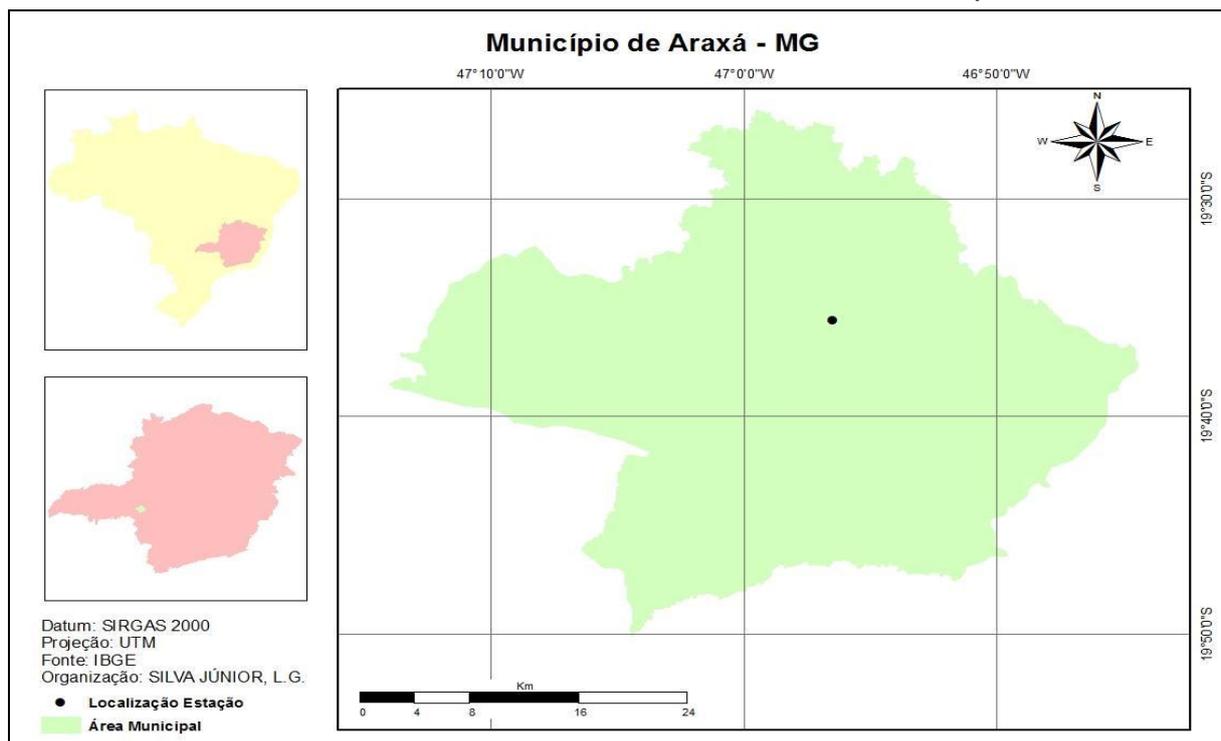


Figura 01: Localização do município de Araxá – Minas Gerais.
Fonte dos dados: IBGE (2010) – Acessado em março de 2014
Organização: SILVA JÚNIOR (2014)

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), sua população é de 93. 672 habitantes, sendo sua área por 1.164, 358 km². O clima da região é caracterizado como tropical chuvoso, com verão quente e inverno seco, podendo ser classificado como Aw e Cwa, segundo a classificação climática de Köppen.

O objetivo deste trabalho é determinar as anomalias de precipitação com base no IESP, em um período de 42 anos, no município de Araxá – MG.

2 – Referencial Teórico

As secas ocorrem em quase todos os países, porém variam de uma região para outra significativamente. Os termos de estiagem e seca são utilizados no Brasil como eventos de intensidade diferentes:

As estiagens resultam da redução das precipitações pluviométricas, do atraso dos períodos chuvosos ou da ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada. Nas estiagens, ocorre uma queda dos índices pluviométricos para níveis sensivelmente inferiores aos da normal climatológica, comprometendo necessariamente as reservas hidrológicas locais e causando prejuízos à agricultura e à pecuária (SOUSA JUNIOR *et al.*, 2012, p. 1,0 *apud* CASTRO *et al.*, 2003).

As estiagens se caracterizam por serem menos intensas e por ocorrerem durante períodos de tempo menores, quando comparadas com as secas. As estiagens produzem



reflexos extremamente importantes sobre o *agrobussines*, por ocorrerem com grande frequência em áreas mais produtivas e de maior importância que as áreas de seca, embora o fenômeno de estiagem for menos intenso que a seca.

De acordo com Santos *et al.* (2012) a seca não possui uma definição que seja aceita em comum acordo pela parte dos pesquisadores e também não há consenso entre a população em geral, ainda menciona que a definição de seca varia de acordo com as percepções de cada um e da sua realidade.

Conforme Sousa Junior *et al.* (2012, p. 1, apud NDMC, 2006) “as secas são consequência da deficiência de precipitação durante um período prolongado de tempo que resulta em escassez de água para algumas atividades, grupos ou setor ambiental.”

Para compreender e investigar a seca e seus impactos se utilizam índices criados por vários pesquisadores para medir a severidade da seca, esses índices assimilam vários anos de variáveis meteorológicas como: a temperatura do ar, a evapotranspiração, a precipitação, a umidade do solo, entre outros. A fim de identificar o início de um período de seca, é feito a combinação dessas variáveis meteorológicas.

Foram feitas as análises do comportamento das anomalias de chuva por meio do cálculo do Índice de Precipitação Padronizada – SPI (*Standardized Precipitation Index*), com o intuito de se aprofundar nas avaliações dos desvios. Segundo a Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Ana (2010), que ainda menciona o INMET, adota o SPI e o utiliza para classificar o regime de chuvas de extremamente seco a extremamente úmido.

É possível apresentar o valor ponto a ponto do SPI através de mapas, para todo o território nacional. Sendo assim, o objetivo do SPI é associar um valor numérico único à variável precipitação, que através deste possam ser comparados os períodos do ano e entre regiões de climas bastante diferenciados.

[...] o SPI corresponde ao número de desvios padrão de que a precipitação cumulativa observada se afasta da média climatológica, para uma variável aleatória com distribuição normal. [...] é necessário que se disponha de séries de dados suficientemente longas (30 ou mais anos). O SPI é calculado para diferentes escalas de tempo, significando o período durante o qual se acumula o valor de precipitação: o SPI1 corresponde à precipitação mensal, o SPI3 corresponde à precipitação acumulada em períodos de 3 meses etc (INMET, 2014, Não paginado).

Vale ressaltar que o SPI foi desenvolvido por Mckee *et al.* (1995), tendo como objetivo monitorar e analisar a seca em diferentes escalas de tempo.

O cálculo do índice SPI para qualquer local é baseado no registro de precipitação de longo prazo ajustado a uma distribuição de probabilidade. Essa distribuição é então transformada para uma distribuição normal, de modo que o SPI médio para uma localização e períodos seja zero



(FERNANDES *et al.*, 2009, p. 17 *apud* EDWARDS; MCKEE, 1997, Não paginado).

Deve-se utilizar para o cálculo do SPI uma base de dados de precipitação de pelo menos 30 anos, baseado na função Gamma, pois a mesma é a mais adequada para a análise da distribuição estatística de chuvas.

Pode-se desenvolver um sistema de acompanhamento das características dos períodos secos ou chuvosos, com o emprego de índices climáticos, como o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), através de informações anuais, sazonais ou mensais.

Um ponto crucial no emprego de um índice como esse, bem como de qualquer outro, reside na escolha do patamar a ser estabelecido para a definição de um período de seca. Esse patamar é, de modo geral, escolhido arbitrariamente (ARAÚJO; MORAES NETO; SOUSA, 2009, p.510).

O IAC incorpora um procedimento de classificação para ordenar magnitudes de anomalias de precipitações positivas e negativas. Desenvolvido por Rooy (1965), o IAC visa tornar o desvio da precipitação em relação à condição normal de diversas regiões passíveis de comparação, segundo o mesmo.

A partir da comparação com as médias históricas, as anomalias de chuvas consistem nos desvios de precipitação, ou seja, anomalias de chuva é a diferença entre a média e o volume real de chuva ocorrido.

No Hemisfério Sul ocorre anomalias diversas na precipitação do Nordeste e do Sul do Brasil, que podem ser relacionados com os fenômenos La ninã e El niño.

El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias (CPTEC, 2014, Não paginado).

O fenômeno El niño pode ser relacionado com a seca que ocorre no Sul do Brasil. Já o fenômeno La ninã,

[...] representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao El Niño, e que caracteriza-se por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos de La Niña tendem a ser opostos aos de El niño, mas nem sempre uma região afetada pelo El Niño apresenta impactos significativos no tempo e clima devido à La Niña (CPTEC, 2014, Não paginado).

Sendo assim, o fenômeno La niña está relacionado com o excesso de chuva que ocorre no Nordeste do Brasil. Em um estudo sobre o IAC para o estado do Ceará, Repelli *et al.* (1998) concluíram que o índice é apropriado para a utilização em regiões tropicais e/ou semi-áridas, assim como no Nordeste do Brasil.



3 – Materiais e métodos

Para a produção do estudo, foi promovida uma análise quantitativa de dados estatísticos, envolvendo um estudo em relação à dinâmica de precipitação do município de Araxá – MG, estação meteorológica de Araxá (OMM: 83579), período de 1971 a 2013. As informações foram disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014).

Após passarem por uma análise de validade e organização no Microsoft Excel, os dados foram submetidos a uma avaliação estatística no SPSS Statistic, onde foram determinados os totais mensais de precipitação de cada ano da série histórica. Por fim, os dados foram novamente submetidos a tratamento do Microsoft Excel onde foram calculadas a média, mediana e desvio padrão da amostra de dados.

Foi feita relação entre os índices de precipitação determinados no trabalho e os dados pluviométricos quantitativos de uma anomalia pluviométrica com o auxílio da tabela classificada categoricamente da condição hídrica atual com relação à série histórica.

A Tabela 01 demonstra a base de análise para a correlação das anomalias de precipitação com a normal climatológica definida para o estudo. De acordo com o quadro, a normal climatológica ao longo dos anos analisados se caracteriza entre -0,99 a 0,99, uma vez que, a sobreposição negativa ou positiva desses dados define períodos úmidos e secos de acordo com a intensidade de cada período.

INTERVALO SPI	CATEGORIA
> 2	Extremamente Úmido (XU) - (2 a 3 vezes a cada 100 anos)
1,5 a 1,99	Muito Úmido (MMU)
1,00 a 1,49	Moderadamente Úmido (MU)
0,00 a 0,99	Ligeiramente Úmido (LU) - (7 vezes a cada 10 anos)
0,00 a -0,99	Ligeiramente Seco (LS) - (7 vezes a cada 10 anos)
- 1,0 a - 1,49	Moderadamente Seco (MS)
- 1,5 a - 1,99	Muito Seco (MMS)
< = a -2,00	Extremamente Seco (XS) - (2 a 3 vezes a cada 100 anos)

Tabela 01: Classificação das classes de seca Segundo o SPI

Fonte: Doesken; Nolan; Tom MacKee e Juan Kleist. Centro de Climats. Estados Unidos, 1993

4 – Resultados

O clima do município de Araxá pode ser classificado, segundo a classificação climática de Koppen, como Cwa, ou seja, clima subtropical úmido.

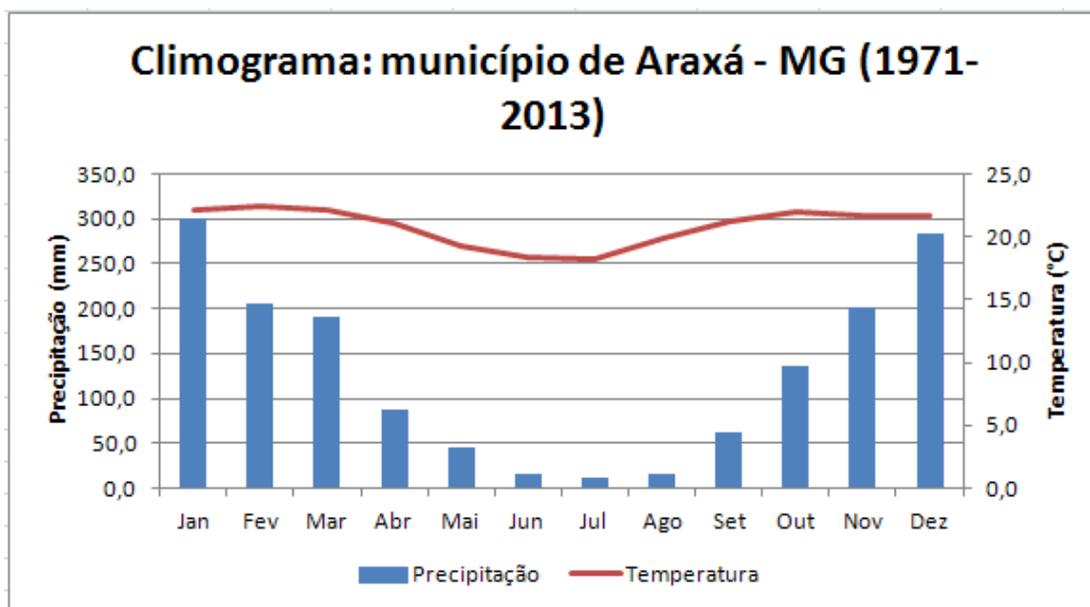


Figura 02: Climograma do município de Araxá – MG
Fonte de dados: INMET (2014) – Acessado em abril de 2014
Organização: SILVA (2014)

Analisando o climograma, figura 02, têm-se que os meses de janeiro a março apresentaram os maiores valores de temperatura (22,4°C), já junho e julho apresentaram os menores valores de temperatura (18,3°C), sendo também estes últimos os de menores valores de precipitação (11,1 mm e 15,7 mm). Os meses que apresentaram os maiores valores de precipitação foram: janeiro e dezembro, sendo, 301,3 mm e 282,7 mm respectivamente. Contudo, o clima do município de Araxá-MG apresenta uma média anual de temperatura de 20,8°C e um total pluviométrico anual de 1553,7 mm.

Já a Figura 03 ilustra os valores determinados no Índice Padronizado de Precipitação (IESP) de 1971 a 2013, e a anomalia pluviométrica padronizada da estação que está localizada no município de Araxá – MG.

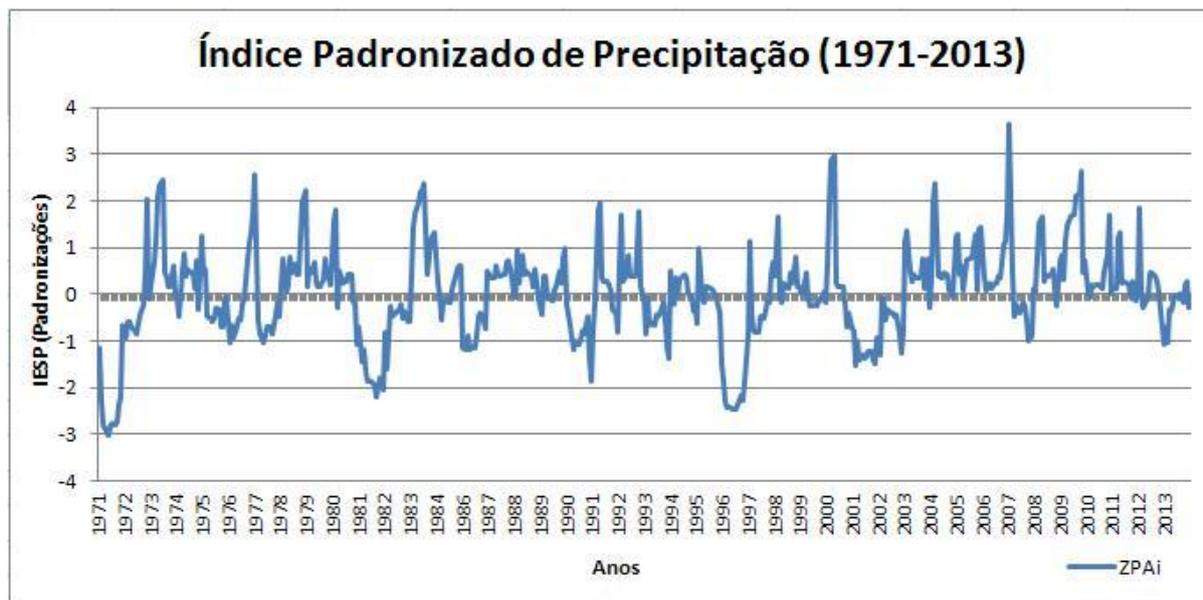


Figura 03: Índice padronizado de precipitação de Araxá – MG.
Fonte de dados: INMET (2014) – Acessado em abril de 2014
Organização: SILVA e LEITE (2014).

Os resultados obtidos por meio de análise das anomalias possuíram caráter dinâmico em relação à normal climatológica estabelecida. Ao longo dos anos analisados, teve-se períodos anuais identificados categoricamente úmidos e secos, uma vez que, em alguns pontos do gráfico observa-se os picos dos valores. Ao longo dos 42 anos analisados, 18 anos foram caracterizados secos e 24 úmidos sendo 23 anos dentro da normal climatológica.

Segue a análise temporal dos períodos anuais mais significativos. De 1973 a 1976, 1985 a 1990, 1993 a 1995, 2003 a 2006 e os últimos anos da análise promovida no estudo estão dentro da normal climatológica com variação de desvios de -0,99 a 0,99.

Em relação aos períodos de maiores variações nos desvios à normal climatológica têm-se que em 1971 percebe-se grande ápice negativo de precipitação, com variação de desvios de -1,5 a -2,0, caracterizando-se como MMS (muito seco) a XS (extremamente seco), com probabilidade de recorrência de 2 a 3 vezes a cada 100 anos. Já em 1972 a 1980 percebe-se um grande período úmido, com variações de desvios de 1,0 a 2,0, com predominância MMU (muito úmido) e alguns pontos caracterizados como extremamente seco. Novamente percebe-se uma alternância de categoria, em 1981 e 1982 foram anos qualificados como muito seco a extremamente seco com variações de desvios de -1,5 a -2,0.

No ano de 1983 a 1990 foi um período com a maior parte úmida e alguns pontos caracterizados como seco. Em 1996, pode-se definir o ano como muito seco a extremamente seco, com variação de desvios de -1,5 a -2,0. Em 1997 a 2000, se



caracterizaram com um intervalo de maior variação do SPI, sendo moderadamente úmido até o ápice do ano de 2000, com variação de desvios de 1,0 a 2,0. Já em 2002 a 2011, foi possível definir um longo período úmido com a maior parte dos anos variando de moderadamente úmido a extremamente úmido, sendo, desvios de 1,0 a 2,0. Por fim, no espaço temporal citado anteriormente, no ano de 2007 se situa o maior índice de desvio padrão, sendo 3 vezes acima em relação ao desvio padrão estabelecido na normal climatológica.

5 – Conclusões

A partir da realização deste trabalho e de todas as análises feitas, percebe-se a grande importância da utilização do IAC e IESP, que pode ser utilizado como uma ferramenta para o acompanhamento climático de uma localidade e também para a regionalização e gerar prognósticos e diagnósticos da climatologia local.

Através da produção dos cálculos, obteve-se resultados satisfatórios, no entanto, foi possível encontrar algumas falhas nos dados durante as análises dos mesmos.

Contudo, vale ressaltar que somente no ano de 2007 a anomalia pluviométrica padronizada acumulada no mês de janeiro, variou 3 desvios padrão em relação a normal climatológica que é de -0,99 a 0,99.

6 – Referências Bibliográficas

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). *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 93-110, 2009. (doi:10.4136/ambi-agua.105)

AYOADE, J.O. *Introdução à climatologia para os Trópicos*. 4º ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 1996.

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acessado em: mar de 2014.

FERNANDES, Diego Simões et al. **Índices para a Quantificação da Seca. Goiás, p. 9-43, dez. 2009.** ISSN 1678-9644; Disponível em: <http://www.simehgo.sectec.go.gov.br/downloads/publicacoes/artigos/doc_244.pdf>. Acesso em: 21 abr 2014.

GALDINO JUNIOR, O.; C. M. KRÜGER. Análise da variabilidade espacial de precipitações utilizando a Geoestatística. In: **XXI Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia e VI Feira de Protótipos**. 2p. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/home/>>. Acessado em: mar de 2014.



INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:
<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acessado em: mar de 2014.

Mac Kee et al., 1995: "Drought Monitoring with multiple time scales". Proceedings of the 9th Conference on Applied Climatology, Dallas, TX, 233-236.

REPELLI, C. A.; FERREIRA, N. S.; ALVES, J. M. B.; NOBRE, C. A. **Índice de anomalia de precipitação para o Estado do Ceará**. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da Fllsmet, 1998, Brasília DF. Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da Fllsmet, 1998.

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

SANTOS, Edinaldo et al. A seca no Nordeste do ano de 2012: Relato sobre a estiagem na região e o exemplo de prática de convivência com o seminário no distrito de Iguaçú/Canindé-CE. In: **Revista Geonorte. Edição Especial 2**, V.1, N.5, p.819-830, 2012. Disponível em:
<[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_\(A%20SECA%20NO%20NORDESTE%20NO%20ANO%20DE%202012%20RELATO%20SOBRE%20A%20ESTIAGEM%20NA%20REGI%C3%83O%20E%20O%20EXEMPLO%20DE%20PR%C3%81TICA%20DE%20CONVIV%C3%8ANCIA%20COM%20\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_(A%20SECA%20NO%20NORDESTE%20NO%20ANO%20DE%202012%20RELATO%20SOBRE%20A%20ESTIAGEM%20NA%20REGI%C3%83O%20E%20O%20EXEMPLO%20DE%20PR%C3%81TICA%20DE%20CONVIV%C3%8ANCIA%20COM%20).pdf)>. Acesso em: 21 abr 2014.

SOUSA JUNIOR, Manuel de Araújo et al. Estiagem na região Sul do Brasil-caracterização por meio de imagens EVI/MODIS. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE DESASTRES NATURAIS, 2012, Rio Claro. **Artigo**. Rio Claro. 2012. p. 1 - 10. Disponível em:
<http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/publicacoes/Estiagem_na_Regiao_Sul_do_Brasil_Characterizacao_Por_Meio_de_Imagens_EVI_MODIS.pdf>. Acesso em: 21 abr 2014.