

ANÁLISE CLIMÁTICA DA PRECIPITAÇÃO EM ISRAELÂNDIA-GO E PIRANHAS-GO UTILIZANDO O ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC)

Elis Dener Lima Alves¹, Marcos Fernando do Prado¹ Stéfano Teixeira da Silva¹,
Fernando Lima Vieira², Glenda Moraes Silva²

1-Mestrando em Física Ambiental pelo programa de Pós-Graduação em Física Ambiental do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso - Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n° Cidade Universitária - Cuiabá/MT; CEP.: 78060-900. e-mail: elisdener@hotmail.com

2-Biólogo(a) graduados pelo Curso de Ciências Biológicas, UEG UnU de Iporá. Av. R-02, Q. 01, Jardim Novo Horizonte – Iporá/GO; CEP.: 76200-000.

RESUMO

Uma mesma quantidade de chuva não precipita uniformemente sobre uma área. Durante uma dada precipitação existe uma grande probabilidade de que a quantidade medida por duas ou mais estações pluviométricas próximas seja diferente. Tendo isso em vista o objetivo deste trabalho foi de analisar a climatologia do município de Israelândia - GO e Piranhas - GO, e verificar a variabilidade espaço-temporal das chuvas na região, utilizando para isso a ferramenta Índice de Anomalia de Chuva (IAC) desenvolvido por Rooy em 1965. Os resultados mostraram que houve uma maior discrepância das anomalias positivas e negativas em Israelândia que em Piranhas. Além disso, observou-se períodos de inflexão no gráfico de anomalias sugerindo uma possível tendência climática em ambas as cidades, e a partir da análise de regressão verificou-se que as chuvas nas duas localidades são semelhantes.

Palavras-chave: Índice de Anomalia de Chuva, Variabilidade, Climatologia.

CLIMATIC ANALYSIS OF THE PRECIPITATION IN ISRAELÂNDIA AND PIRANHAS USING RAIN ANOMALY INDEX (RAI)

ABSTRACT

The same amount of rain does not precipitate evenly over an area. For a given rainfall there is a high probability that the measured amount of two or more rainfall stations close is different. Keeping this in view the objective of this study was to examine the climatology of the municipality of Piranhas and Israelândia GO-GO, and check the space-time variability of rainfall in the region, using this tool rainfall anomaly index (TCI) developed by Rooy in 1965. The results showed a greater discrepancy of positive and negative anomalies in Israelândia that in Piranhas. Also observed periods of inflection on the graph of anomalies suggesting a possible

climate trend in both cities, and from the regression analysis showed that rainfall in the two localities are similar.

Keywords: Rainfall Anomaly Index, Variability, Climatology.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das atividades produtivas mais dependentes das condições climáticas. Essa dependência está relacionada principalmente à variação sazonal dos elementos climáticos, que determinam as estações do ano e as épocas em que ocorrem as melhores condições e os menores riscos para o desenvolvimento das culturas (Marin *et al.*, 2000).

Na produção vegetal a água é fator fundamental, sua falta ou excesso pode prejudicar significativamente o desenvolvimento das plantas. Todas as culturas consomem um enorme volume de água, sendo que cerca de 98% desse volume apenas passam pela planta. Esse fluxo de água é necessário para o desenvolvimento vegetal e por isso sua taxa deve ser mantida dentro dos limites ótimos (REICHARDT & TIMM, 2004).

No entanto, a variabilidade e a irregularidade das chuvas, as excepcionalidades e “azares” climáticos interferem nas fases de desenvolvimento das plantas, diminuindo a eficiência da produção e comprometendo os calendários agrícolas propostos pelo zoneamento climático e pela aptidão agrícola (SANT’ANNA NETO, 1998).

Segundo Galdino Junior & Kruger (2006) a chuva varia não apenas no tempo, mas também no espaço. Uma mesma quantidade de chuva não cai uniformemente sobre uma área. Durante uma dada precipitação existe uma grande probabilidade de que a quantidade medida por duas ou mais estações pluviométricas próximas seja diferente. Em análises hidrológicas é freqüentemente necessário determinar a média espacial de chuvas sobre uma amostragem.

Com base nesta precipitação irregular faz-se necessário o monitoramento através do emprego de índices climáticos. Com base neles, pode-se desenvolver um sistema de acompanhamento das características dos períodos de seca ou úmidos, com informações anuais, sazonais ou mensais, com as quais pode-se conhecer a climatologia de uma região ou mesmo, a regionalização da precipitação para determinado local (ARAÚJO *et al.*, 2009).

Para Repelli *et al.* (1998), o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) é apropriado para utilização em regiões semi-áridas e ou tropicais. A facilidade de acesso aos dados de precipitação mensais em tempo real é um fator importante e faz do índice uma ferramenta potencial para aplicações de monitoramento durante a estação chuvosa.

Alatise & Ikumawoyi (2007) para avaliar a ocorrência de seca em Iloilo utilizaram 4 técnicas, o Componente Estocástico Séries (CES), o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), a Precipitação Acumulada de Informação (PAI) e o Índice de Gravidade da Seca (IGS). E constatou que das quatro técnicas, o Índice de Anomalia de Chuva mostrou-se como a técnica mais adequada, devido à sua capacidade de fornecer mais informações sobre a ocorrência, gravidade e impacto da seca na área de estudo.

Freitas (2004; 2005) usou o índice de anomalia de chuva para regiões no estado do Ceará e constatou com base nele a possibilidade de se fazer uma comparação das condições atuais de precipitação em relação aos valores históricos, servindo ainda para avaliar a distribuição espacial do evento, consoante sua intensidade.

Mauget (2005) ao estudar a variação da precipitação de 1901 a 1998, para identificar as concentrações mais significativas de anos úmidos e secos dentro da série, encontrou alta incidência de anos úmidos na América do Norte durante o período de 1972 a 1998, com oito dos dez anos mais úmidos desde 1901, ou seja, oito eventos aconteceram durante esse último período de 27 anos.

Gonçalves *et al.* (2006) obtiveram o IAC para quinze estações situadas no rio São Francisco, os resultados mostraram que a incidência de anos secos é substancialmente maior na região de estudo. Por meio da aplicação do índice em áreas situadas à jusante da hidrelétrica de Sobradinho, pode-se explicar a ocorrência de inundações ocorridas no sertão do estado de Pernambuco.

Assim, tem-se como objetivo principal analisar a climatologia do município de Israelândia-GO e Piranhas-GO, e verificar como se dá a variabilidade temporal das chuvas na região, utilizando para isso a ferramenta Índice de Anomalia de Chuva (IAC) desenvolvido por Rooy em 1965.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Localização da região de estudo

O município de Israelândia localiza-se nas coordenadas de 16° 19' 04" Latitude Sul e 50° 54' 29" Longitude Oeste (figura 1), está a uma altitude média de 378 metros, possui uma população de 2.876 habitantes, sua área territorial é de 577km² (IBGE, 2009).

O município de Piranhas localiza-se nas coordenadas de 16° 25' 37" Latitude Sul e 51° 49' 20" Longitude Oeste (figura 1), está a uma altitude média de 389 metros, tem uma população de 11.215 habitantes, possui uma área territorial de 2.048km² (IBGE, 2009).

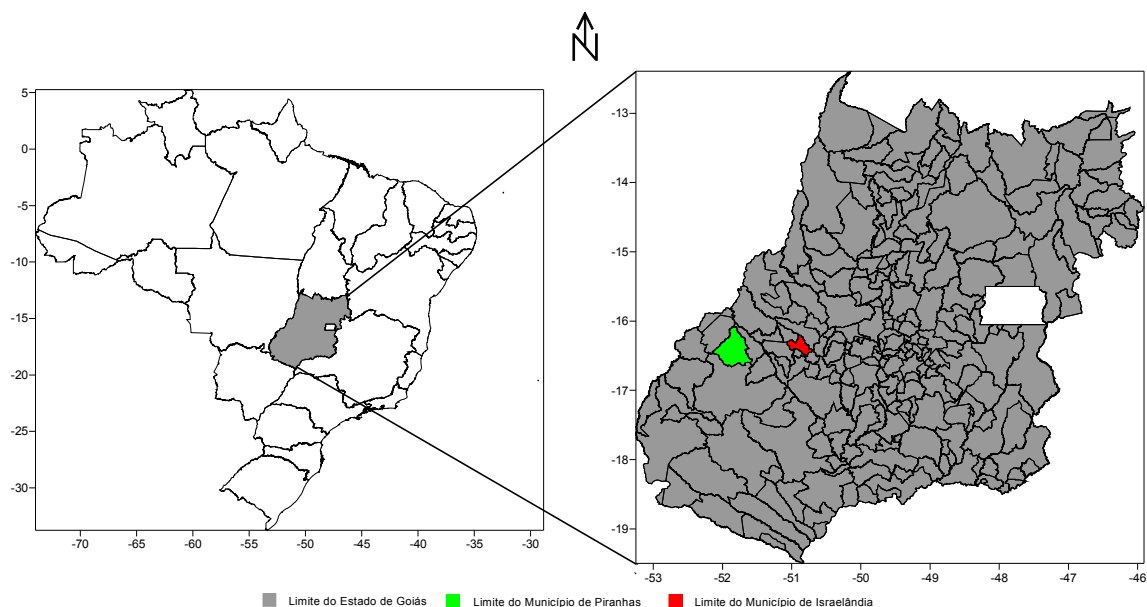


Figura 1. Localização do município de Israelândia e Piranhas.

Fonte: do autor

O clima de Israelândia e de Piranhas de acordo com a classificação de Koopen se enquadra como sendo Tropical Semi-Úmido, apresentando precipitação média de 1586mm e 1675mm respectivamente. Os dois municípios apresentam uma configuração pluviométrica similar, pois ambos possuem seis meses mais secos (abril a setembro) e seis meses mais chuvosos (outubro a março) conforme mostra a figura 3.

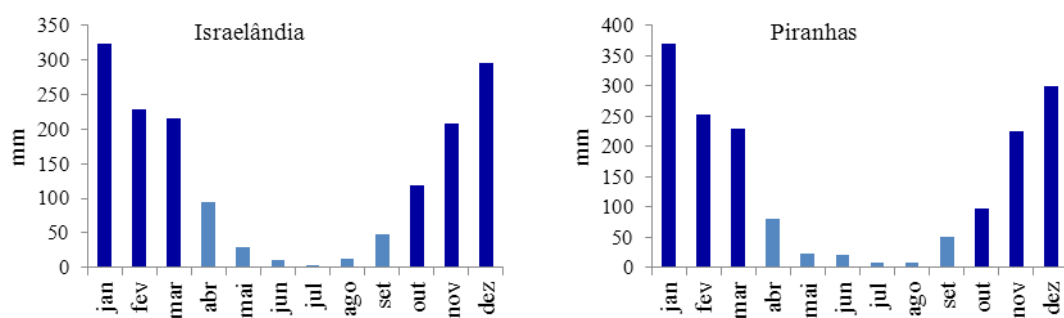


Figura 3. Gráfico de precipitação média do período de 1974 a 2006.

Fonte: ANA (Agência Nacional de águas).

As características climáticas dos municípios em questão são típicas do ambiente de cerrado. Pois segundo Nimer (1989) a região dos cerrados tem uma elevada taxa de precipitação, predominando valores anuais médios entre 1.000 e 2.000 mm, com distribuição sazonal irregular. O verão é quente e úmido, já inverno não é tão intenso em termos de temperaturas mais baixas, o anticiclone polar quando avança com mais intensidade sobre o Sul/Sudeste do país atinge o Centro - Oeste e a região de estudo, provocando quedas esporádicas de temperatura (ALVES & SPECIAN, 2008).

Em relação ao relevo os municípios estão fora das áreas mais elevadas do chapadão goiano. Israelândia e Piranhas têm seu município espalhado pela região de borda da Bacia Sedimentar do Paraná, o relevo não apresenta os típicos planos que se estendem por longas áreas dos chapadões, é mais ondulado, com serras dissecadas (figura 4).

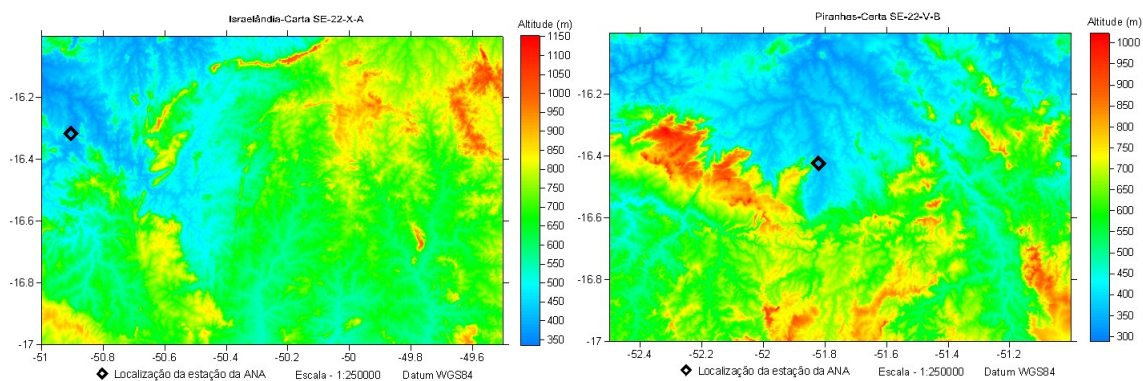


Figura 4. Mapas hipsométricos de Israelândia e Piranhas e localização da estação da ANA.

Fonte: Miranda (2005).

Metodologia

Para a análise do índice de anomalia de chuvas, foram utilizados dados de precipitação de 1974 a 2006, de duas estações da ANA (Agência Nacional de Águas), uma localizada nas coordenadas de 16°18'59" Latitude Sul e 50°45'19" Longitude Oeste (figura 02), a 400 metros acima do nível do mar, e a outra nas coordenadas 16°25'24" Latitude Sul e 51°49'17" Longitude Oeste, na altitude de 600 (figura 4).

A avaliação do grau de severidade e duração dos períodos secos e úmidos foi realizada por meio do Rainfall Anomaly Index (RAI) ou Índice de Anomalia de Chuva (IAC) desenvolvido e utilizado por Rooy (1965) e utilizado por Freitas (2004, 2005) e Araújo *et al.* (2007), obtido a partir das equações:

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

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

Sendo:

N = precipitação mensal observada;

$\bar{N}$ = precipitação média mensal da série histórica;

$\overline{M}$ = média das dez maiores precipitações mensais da série histórica;

$\overline{X}$ = média das dez menores precipitações mensais da série histórica.

É importante ressaltar que este índice não apresenta um padrão de inclusão em uma categoria que qualifique o evento meteorológico. Um valor acima de zero significa que o resultado foi comparado com a média histórica, classificando o período como seco ou úmido, ou seja, quanto maior o valor (em módulo) mais intenso o fenômeno.

A partir da metodologia de Freitas (2004 e 2005) e Araújo *et al.* (2007) será foi utilizada uma nova classificação de anos secos e úmidos (tabela 1).

Quadro 1. Classes do Índice de Anomalia de Chuva.

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Faixa do IAC	Classe de Intensidade
	De 4 acima	Extremamente Úmido
	2 a 4	Muito Úmido
	0 a 2	Úmido
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	De -4 abaixo	Extremamente Seco

Fonte: Araújo *et al.* (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para Israelândia-GO

A figura 5 mostra o IAC para Israelândia, onde os anos úmidos estão marcados de azul e os anos secos em vermelho. Observa-se que 3 anos foram classificados como extremamente úmidos (1983, 1992 e 1997), 3 anos como muito úmidos (1980, 1981, e 1995), e 8 anos como úmidos (1975, 1978, 1982, 1985, 1989, 1994, 2004 e 2005), 2 anos extremamente secos (1990 e 2002), 4 anos muito secos (1974, 1984, 1998 e 2003), e 13 anos secos (1976, 1977, 1979, 1986, 1987, 1988, 1991, 1993, 1996, 1999, 2000, 2001 e 2006), totalizando 14 anos positivos e 19 anos negativos de IAC.

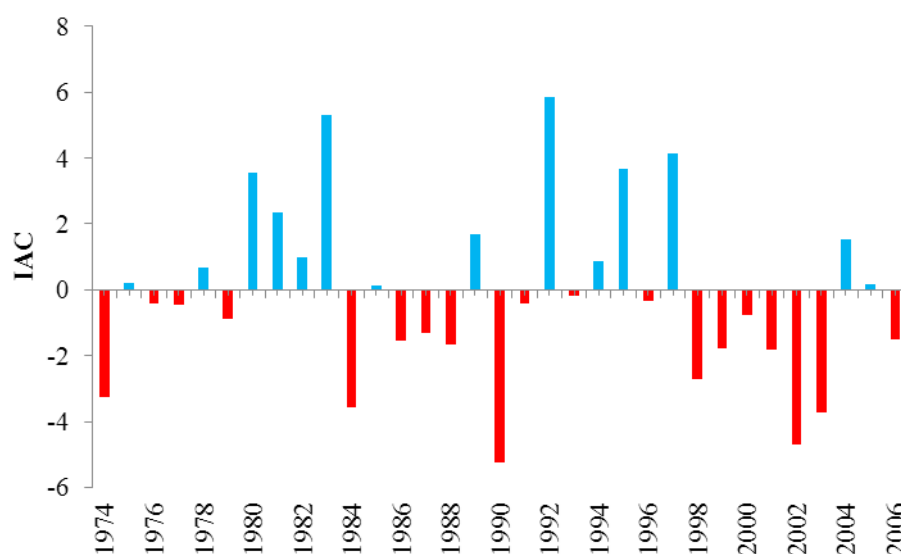


Figura 5. Gráfico do Índice de Anomalia de Chuva de Israelândia.
Fonte: ANA (Agência Nacional de águas).

O Índice de Anomalia de Chuva de Israelândia teve algumas peculiaridades durante o período de análise, observou-se ciclos secos e ciclos chuvosos, os maiores ocorreram de 1980-1983 e 1998 a 2003 respectivamente, esses pontos de inflexão podem representar períodos de variabilidade climática. O ano mais chuvoso foi o ano de 1992 com índice de 5,8, e o mais seco foi 1990 com um índice de -5,2.

O ano de 1990 apresentou o menor Índice de Anomalia Chuva devido principalmente a baixa precipitação nos meses de novembro, dezembro e abril, nesse ano 8 meses ocorreram anomalias negativas e 4 positivas (maio, agosto, setembro e outubro) conforme pode se observar na figura 6.

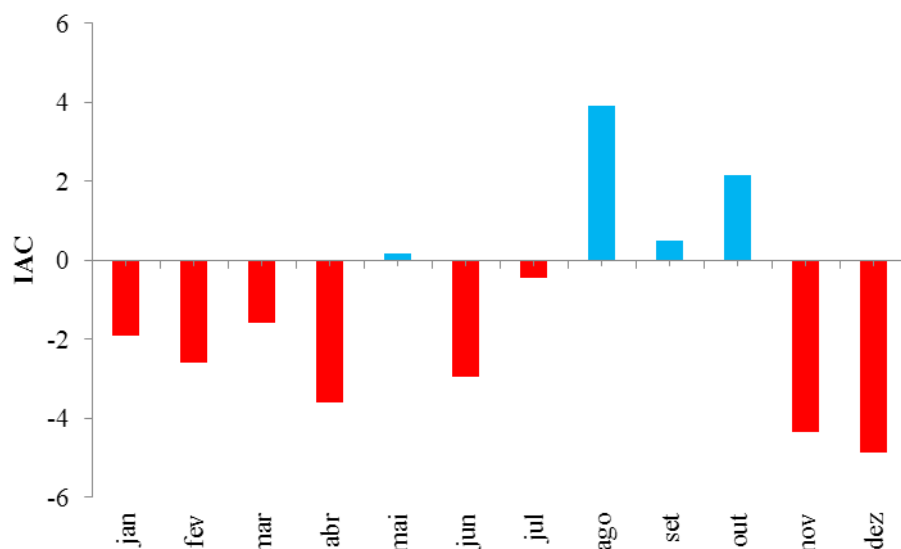


Figura 6. Gráfico do Índice de Anomalia de Chuva do ano de 1990 em Israelândia.
Fonte: ANA (Agência Nacional de águas).

No ano de 1992 apresentou o maior índice de Anomalia de Chuva em função da elevada precipitação nos meses de setembro, dezembro e janeiro, sendo que apenas 4 meses foram secos (março, junho, julho e novembro) conforme mostra a figura 7.

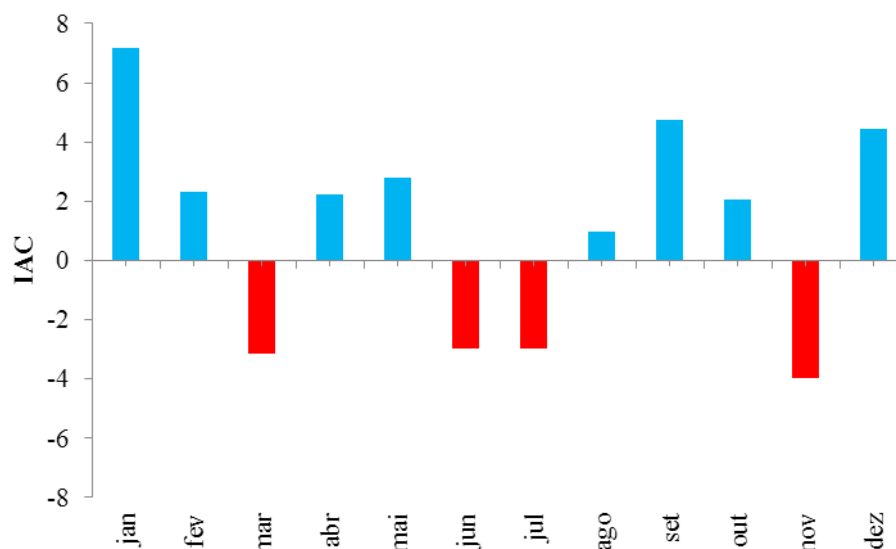


Figura 7. Gráfico do Índice de Anomalia de Chuva do ano de 1992 em Israelândia.

Fonte: ANA (Agência Nacional de águas).

Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para Piranhas-GO

A figura 8 mostra o IAC para Piranhas, observa-se que 3 anos foram classificados como extremamente úmidos (1978, 1982 e 1983), 3 anos como muito úmidos (1980, 1997, e 2004), e 10 anos como úmidos (1974, 1976, 1977, 1981, 1985, 1987, 1994, 1995, 1996, 2000), 2 anos extremamente secos (1990 e 1991), 6 anos muito secos (1975, 1989, 1993 e 2001, 2002 e 2006), e 9 anos secos (1979, 1984, 1986, 1988, 1992, 1998, 1999, 2003 e 2005), totalizando 16 anos positivos e 17 anos negativos de IAC.

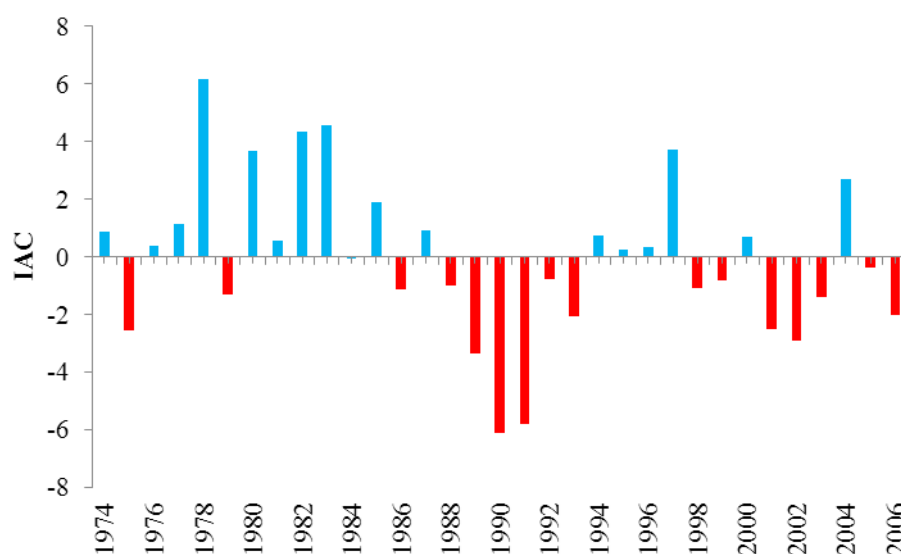


Figura 8. Gráfico do Índice de Anomalia de Chuva de Piranhas.
Fonte: ANA (Agência Nacional de águas).

Como também verificado em Isrelândia o Índice de Anomalia de Chuva de Piranhas teve algumas peculiaridades durante o período de análise, observou-se ciclos secos e ciclos chuvosos, os maiores e mais evidentes ocorreram de 1988-1993 e 1980-1983 e 1994 a 1997, respectivamente. Esses pontos de inflexão podem representar períodos de variação climática. O ano mais chuvoso foi o ano de 1978 com índice de 6,1, e o mais seco foi 1990 com um índice de -6,1.

Conforme foi dito, o ano de 1990 também em piranhas, apresentou o menor Índice de Anomalia Chuva ocasionado principalmente a baixa precipitação nos meses de outubro, novembro, dezembro, nesse ano 10 meses apresentaram anomalias negativas e apenas 2 anomalias positivas (agosto e setembro) conforme pode se observar na figura 9.

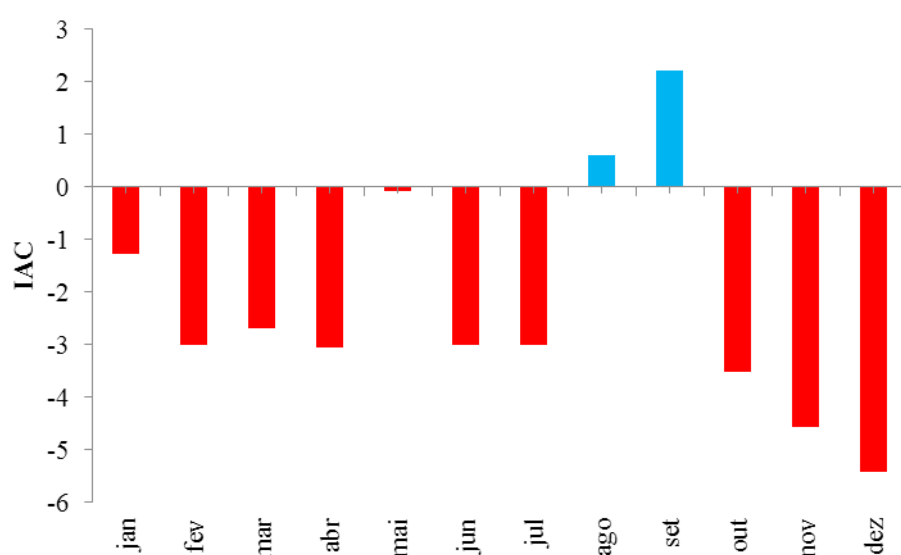


Figura 9. Gráfico do Índice de Anomalia de Chuva do ano de 1990 em Piranhas.
Fonte: ANA (Agência Nacional de águas).

O ano que apresentou o maior índice de Anomalia de Chuva em Piranhas foi em 1978, por causa da elevada precipitação nos meses de março, julho e outubro, sendo que apenas 3 meses foram secos (abril, agosto e dezembro) conforme mostra a figura 10.

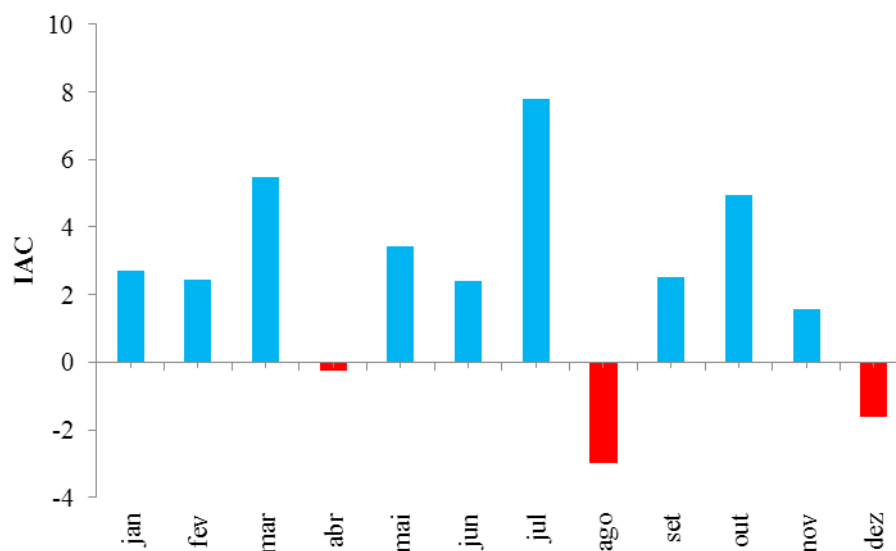


Figura 10. Gráfico do Índice de Anomalia de Chuva do ano de 1978 em Piranhas.

Fonte: ANA (Agência Nacional de águas).

Comparação dos dados climatológicos de Israelândia e Piranhas

Aplicando-se o procedimento de análise de regressão da precipitação de Israelândia e Piranhas com um nível de significância de 5%, observa-se que o *p-value* do F crítico é = 0,002 ou 0,2%, e como o *p-value* é menor que o nível de significância, a hipótese nula deve ser rejeitada ($H_0 : \beta=0$), apresentando um coeficiente de determinação (R^2) de 0,26 (figura 11), e coeficiente de correlação de 0,52. Esse fato mostra que as chuvas dos dois municípios são semelhantes e possuem o mesmo período de atuação dos sistemas atmosféricos.

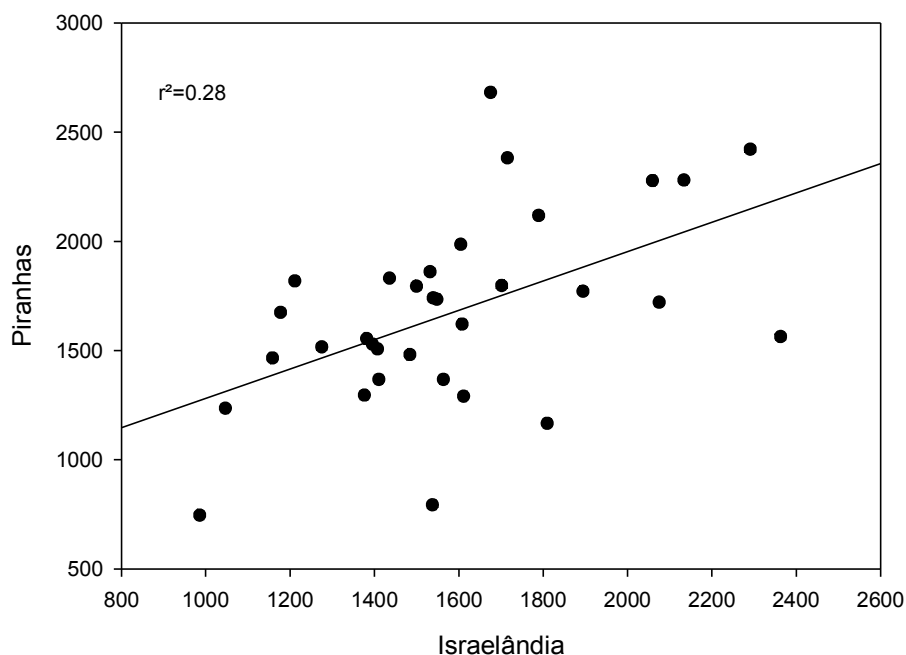


Figura 11. Gráfico de dispersão da precipitação de Israelândia e Piranhas no período de 1974-2006.

Fonte: ANA (Agência Nacional de águas).

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados pode-se constatar que houve uma maior discrepância das anomalias positivas e negativas em Israelândia que em Piranhas. Além disso, observou-se períodos de inflexão no gráfico de anomalias sugerindo uma possível variabilidade climática em ambas as cidades.

Apesar de possuírem distintos períodos de anomalias a análise de regressão revelou que a precipitação nos locais de estudos são semelhantes, possuindo configurações similares, no entanto deve-se ressaltar que a variabilidade pluviométrica em seus totais se diferenciam.

Foi verificado neste trabalho que o IAC pode ser utilizado como uma ferramenta para o acompanhamento climático de uma ou mais localidades, além de poder ser utilizado para regionalização, pode também, gerar prognósticos e diagnósticos da climatologia local.

5. REFERÊNCIAS

ALATISE, M. O; IKUMAWOYI, O. B. Evaluation of drought from rainfall data for Lokoja. A confluence of two major rivers. **Agricultural Engineering**, v. 10, n.1, p. 90-95. 2007.

ALVES, E. D. L.; SPECIAN, V. Caracterização do Balanço Hídrico e Clima do Município de Iporá (GO). In: **1º Encontro de Divulgação da Produção Científica do Oeste de Goiás**. 2008. p. 1 – 22. Disponível em meio digital (CD Room).

ARAÚJO, L. E. de.; SILVA, D. F. da.; MORAES NETO, J. M. de.; SOUSA, F. de A. S. de. Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação na bacia do rio Paraíba usando IAC. **Revista de Geografia**. Recife: v. 24, n. 1, p. 47-59. jan/abr. 2007.

ARAÚJO, L. E. de.; MORAES NETO, J. M. de.; SOUSA, F. de A. S. de. Análise climática da bacia do rio Paraíba - Índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal: v. 6, n. 3, p. 508-523. set/dez. 2009.

FREITAS, M. A. S. A Previsão de Secas e a Gestão Hidroenergética: O Caso da Bacia do Rio Paraíba no Nordeste do Brasil. In: **Anais do Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses**. Puerto Iguazú: CACIER, v. 1. p. 1-1. 2004.

FREITAS, M. A. S. Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semi-Áridas. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, p. 84-95, 2005.

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.

GONÇALVES, W.A.; CORREIA, M.F.; ARAÚJO, L.E.; DA SILVA, D.F.; ARAÚJO, H.A. Vulnerabilidade Climática do Nordeste Brasileiro: Uma análise de eventos extremos na Zona Semi-árida da bacia hidrográfica do São Francisco. In: **XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia**. 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE). 2009. **Cidades@**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em 10/02/2010.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 419 p.

MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; VILLA NOVA, N. A. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña no clima de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.15, n.1, 123-129, 2000.

MAUGET, S. U. M. Índice Padronizado de Precipitação (SPI); C. **Springer Science**, 2005.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 05/03/2010.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, Planta e Atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. Ed. Manole. 478 p. 2004.

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 FLISMET**, 1998, Brasília -DF.

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

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo**: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. 1995. 300f. Tese (Doutorado em Geografia Física)- Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.