

ANÁLISE PRELIMINAR NA DETECÇÃO DE TENDÊNCIAS NO PADRÃO PLUVIOMÉTRICO NA BACIA DO PAJEÚ – PE: MUDANÇAS CLIMÁTICAS OU VARIABILIDADE?

Francinete Francis Lacerda¹; Ana Virginia Pereira Vieira de Melo² & Deivide Benicio Soares³

RESUMO --- Relatórios do IPCC mostram alterações na temperatura, padrões de chuva, maior frequência de eventos extremos e alterações nas concentrações de carbono na atmosfera. Controvérsias provocadas pelos céticos em relação ao aquecimento global têm sido paulatinamente rebatidas pela ciência. As alegações sobre a credibilidade das informações meteorológicas também estão sendo confrontadas com os estudos globais. Pesquisas realizadas pela NASA e pela NOAA mostram a tendência de aumento na temperatura global, mudanças nos padrões dos regimes pluviométricos, entre outros. Recentemente o MIT (2009), revisando sua posição, indica que os cenários do IPCC são modestos em termos de aumento de temperatura no final do século. O objetivo deste trabalho é apresentar as análises das tendências da precipitação na Bacia do Pajeú – PE. A detecção de tendências de mudanças climáticas em bacias hidrográficas tem como um dos objetivos principais dar suporte aos estudos das incertezas hidrológicas visando sua gestão. Foram utilizados dados de oito postos pluviométricos, no período de 1965 a 2004, instalados na área da bacia. O software utilizado para o processamento e controle de qualidade dos dados foi o RCLimindex (2.9.0). Os resultados mostraram mudança no padrão das precipitações sobre a bacia do Rio Pajeú em Pernambuco, nos últimos 40 anos.

ABSTRACT --- IPCC reports show changes in temperature, rainfall patterns, increased frequency of extreme events and changes in concentrations of carbon in the atmosphere. Controversy provoked by skeptical on global warming have been gradually hits by science. The allegations about the credibility of weather information are also being confronted with the global studies. Research conducted by NASA and NOAA show the trend of increase in global temperature, changes in patterns of rainfall regimes, among others. Recently the MIT (2009), reviewing their position, indicates that the IPCC scenarios are modest in terms of increased temperature at the end of the century. This paper analyzes the present trend of precipitation in the Basin Pajeú - PE. The detection of trends of climate change on river basins has as one of the main objectives to support the studies of hydrological uncertainty to their management. We used data from eight posts rainfall in the period 1965 to 2004, installed in the basin. The software used for processing and quality control data was RCLimindex (2.9.0). The results showed changes in the pattern of rainfall on the basin of the Rio Pajeú in Pernambuco, in the last 40 years.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, Bacia Hidrográfica, RCLimindex

¹ Doutoranda em Recursos Hídricos pela UFPE, coordenadora do Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE), Av. Professor Luiz Freire, 700, Cidade Universitária, Recife/PE. E-mail: francis@itep.br

² Mestranda do Programa de Desenvolvimento do Meio Ambiente – PRODEMA – Engenharia Química, UFPE. E-mail: anavirginiamelo@yahoo.com.br

³ Geógrafo, técnico do Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE). E-mail: deividebenicio@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas associadas ao aquecimento global estão se intensificando e seus impactos já são visíveis sobre os ecossistemas naturais, geleiras, agricultura, recursos hídricos, zonas costeiras e saúde humana, em escala global. Além disso, surgem novas evidências de aumento dos desastres naturais associados à intensificação de fenômenos meteorológicos e climáticos extremos.

Segundo o último relatório do IPCC (2007), as regiões semi-áridas e áridas são as mais vulneráveis, sendo, portanto, imprescindível que essa vulnerabilidade seja quantificada assim com estudadas as possibilidades de mitigação e adaptação.

Extremos climáticos associados à precipitação pluviométrica afetam diretamente os recursos hídricos e defesa civil, especialmente, o aumento nas perdas econômicas, matérias e até de vidas humanas. Mudança no padrão de precipitação, tem impacto direto, no ciclo hidrológico e nos recursos hídricos. As projeções futuras associadas aos impactos das mudanças climáticas apontam para alterações da temperatura média e dos totais pluviométricos, com aumento da frequência dos eventos extremos de precipitação que poderão causar inundações e secas mais severas e frequentes.

Na América Latina, observam-se alterações do clima, principalmente, no ciclo hidrológico e na temperatura média (IPCC, 2007). Fatores como o desmatamento e o mau uso dos ecossistemas, potencializam os efeitos no sistema climático global. Em áreas vulneráveis com ecossistemas frágeis, tais como o Semi-árido do Nordeste do Brasil (NEB), os impactos devem ser mais intensos, devido à soma das ações antrópicas tais como desmatamento do bioma e mau uso dos ecossistemas locais (Santos e Brito, 2007). Estudos recentes sobre mudanças climáticas regionais mostram aumento do total anual de precipitação sobre o NEB (Haylock *et al*, 2006). Santos e Brito (2007) mostraram tendência de aumento no total da precipitação anual nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. A maioria desses estudos utiliza as análises das séries históricas de temperatura e precipitação para identificar tendências temporais para caracterização e identificação da mudança do clima local. Simulando os modelos do Hadley centre, Lucena *at al* (2008) mostraram o importante impacto que o possível aumento de temperatura causará na oferta hidro-energética no Brasil, nos próximos 50 anos.

No NEB, e particularmente, em Pernambuco, a precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes, sua variabilidade espacial e temporal é determinante para caracterizar o clima local. Nesse, contexto, este estudo tem como principal objetivo fornecer informações da tendência da precipitação total sobre a bacia do Rio Pajeú, que se localiza no Semi-árido Pernambucano, utilizando índices de detecção de mudanças climáticas, baseados em dados observacionais de várias estações espalhadas por toda área geográfica da bacia.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Pajeú está localizada (Figura 1), em sua totalidade, no Estado de Pernambuco, formando a Unidade de Planejamento Hídrico UP9, entre 07°16'20" e 08°56'01" de latitude sul, e 36°59'00" e 38°57'45" de longitude oeste de Greenwich. Está inserida na região fisiográfica do Sertão de Pernambuco, nas microrregiões do Pajeú, do Sertão do Moxotó, do Salgueiro e de Itaparica (PERNAMBUCO, 1998).

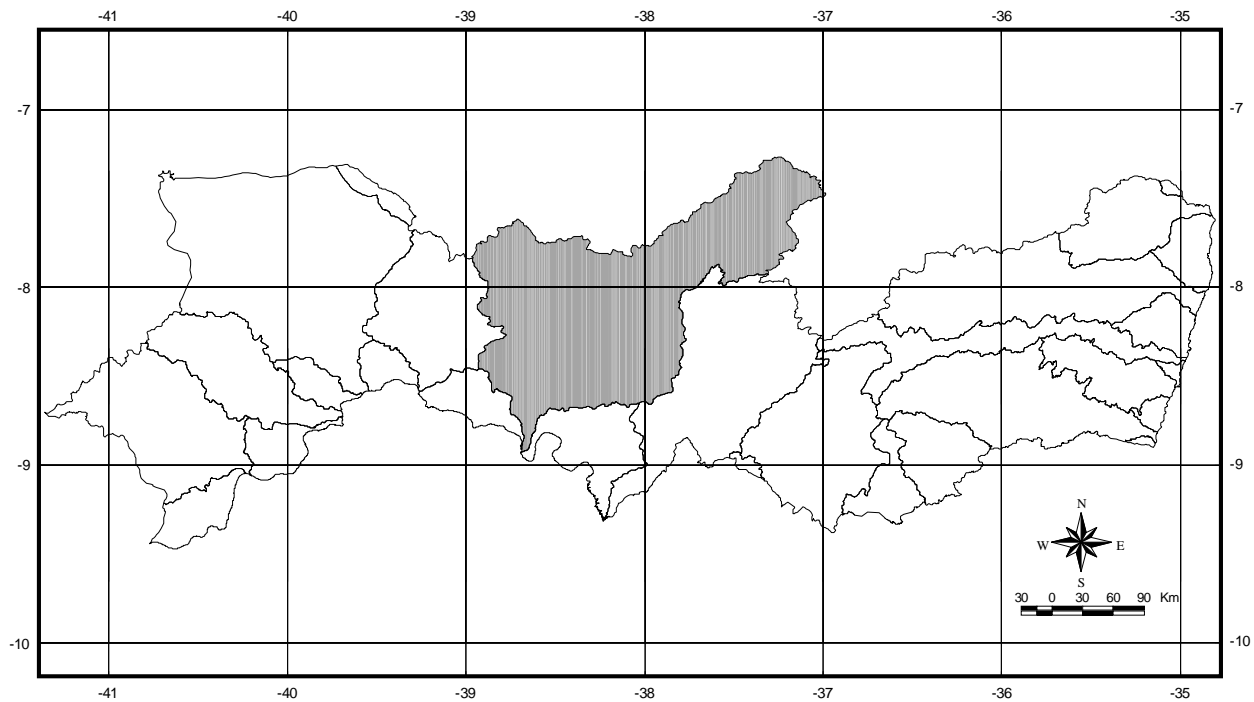


FIGURA 1 – Localização da bacia do Pajeú no Estado de Pernambuco.

A bacia do Pajeú é a maior de Pernambuco, com uma área de 16.838,70 km², correspondendo a 17,02% da área do Estado (PERNAMBUCO, 1998). Sua área de drenagem envolve 28 municípios, dos quais 22 têm suas sedes inseridas na bacia e 19 estão totalmente inseridos.

O rio principal é aquele que lhe confere o nome: Rio Pajeú, afluente da margem esquerda do São Francisco (CONDEPE, 1970), que nasce na serra do Balanço, município de Brejinho – PE, a uma altitude de aproximadamente 800 m nos limites entre Pernambuco e Paraíba, percorrendo uma distância de 347 km da nascente até sua foz, no lago de Itaparica.

Sua rede hidrográfica é composta por vários afluentes, merecendo destaque o riacho do Navio com uma extensão de 135,24 km e ao longo do seu curso drena a cidade de Betânia – PE, e serve de divisa entre esse município e Custódia – PE.

Toda a rede hidrográfica da bacia, incluindo-se o rio principal, apresenta um regime sazonal-intermitente, com a interrupção do curso no período de estiagem, característica marcante dos rios

sertanejos. Estes rios, em geral, têm leitos largos e arenosos onde se formam lençóis de água subterrânea utilizados pela população sob a forma de cacimbas (Andrade, 1999).

Do ponto de vista climático a área da bacia do Pajeú é caracterizada pela grande irregularidade das precipitações pluviométricas. Apresenta como principal período chuvoso os meses de fevereiro a maio (PERNAMBUCO, 1994), condicionado pelo deslocamento anual da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema atmosférico que atua nessa área. Os totais pluviométricos anuais oscilam entre 500 e 800 mm por ano, à exceção do município de Triunfo, o qual apresenta uma média histórica anual de precipitação de 1227,6 mm (SUDENE, 1990), em função da sua altitude, cerca de 1000m, constituindo-se assim, o que Andrade (1977) chamou de brejo de altitude, uma área em que o fator altitude garante uma diminuição das temperaturas e aumento das precipitações em relação ao entorno.

Triunfo se configura como uma exceção também na questão da vegetação, visto que na área desse brejo se desenvolve uma vegetação que Vasconcelos Sobrinho (1970) intitula mata serrana, a qual apresenta aspectos e espécies diferentes das encontradas na Caatinga hiperxerófila predominante na bacia do Pajeú.

Na compartimentação do relevo da bacia do Pajeú destacam-se o Planalto da Borborema, ao norte, com altitudes que variam entre 500 e 1000 m, e a Depressão Sertaneja, na parte central e sul, variando de 200 a 500m de altitude, onde, por vezes, surgem maciços residuais (Jatobá, 1999).

MATERIAL E MÉTODO

Os dados atualizados de precipitação pluviométrica diários foram obtidos do banco de dados do Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE), no entanto, as séries históricas dos postos pluviométricos são oriundas da antiga rede pluviométrica da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e da Empresa de Pesquisa Agropecuária (IPA). Foram escolhidas oito estações pluviométricas espalhadas em diferentes áreas da bacia hidrográfica, todas com séries históricas abrangendo o período entre 1965 e 2004, totalizando 40 anos de observação. Os postos pluviométricos utilizados neste trabalho, passaram por um controle de qualidade, que incluiu, consistência espacial e temporal das observações diárias de precipitação sobre a bacia. Na Figura 2 é ilustrada a distribuição espacial dos postos na área da bacia do Pajeú.

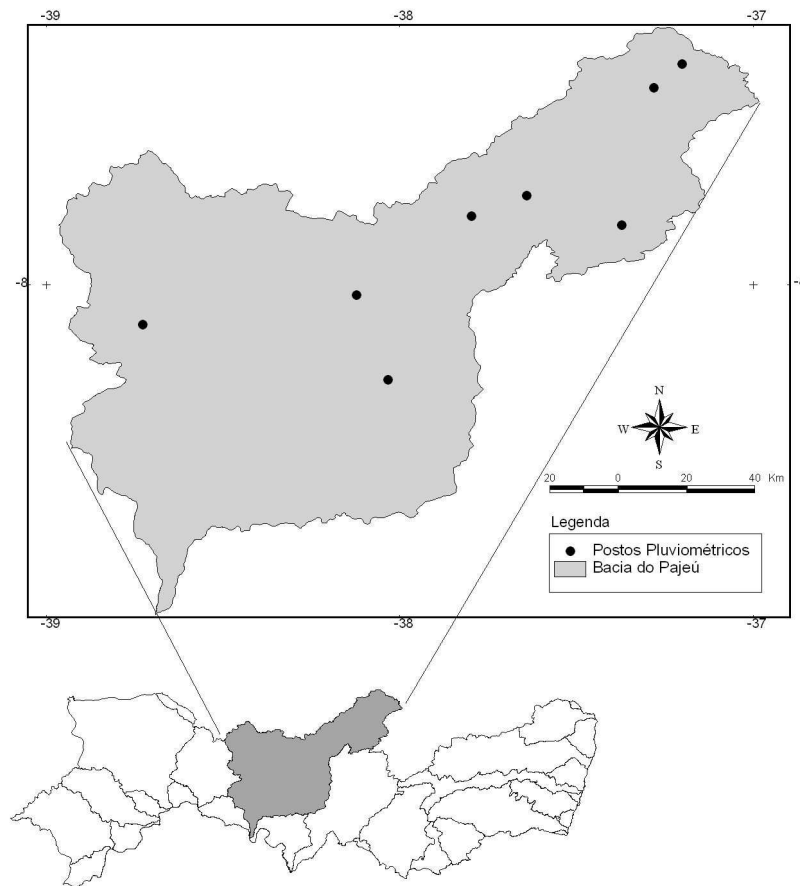


FIGURA 2 – Localização dos postos pluviométricos estudados na bacia do Pajeú.

Para gerar os índices de detecção de mudanças climáticas foi utilizado o *software* RClindex 2.9.0, desenvolvido pelos pesquisadores Xuebin Zhang e Feng Yang, do Serviço de Meteorologia do Canadá. Este software é de distribuição gratuita e está disponível no *website* dos índices da ETCCDMI (<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI>).

A execução do RClindex 2.9.0 requer alguns pré-requisitos: 1) dispor os dados em um arquivo de texto ASCII, composto de seis colunas correspondentes ao ano, mês, dia, precipitação (PRCP), temperatura máxima (TMÁX) e temperatura mínima (TMIN); 2) os dados faltosos são codificados como -99.9 e os registros de dados dispostos em ordem cronológica (RCLINDEX 1.0 – MANUAL DEL USUARIO, 2004). Nenhum dos postos utilizados neste trabalho dispõe de dados de temperatura para o período de 1965 a 2004, por isso esses dados foram substituídos por -99.9 para que o software efetuasse seu processamento e fornecesse o índice relacionado à precipitação total anual.

O RClindex 2.9.0 fornece, para cada índice, dados estatísticos, tais como tendência linear calculada pelo método de mínimos quadrados, nível de significância estatística da tendência (valor p), coeficiente de determinação (r^2) e erro padrão de estimativa, além dos gráficos das séries anuais (Santos e Brito, 2007).

Neste trabalho foi explorado, apenas, o índice de precipitação total anual (PRCPTOT), sendo consideradas como possíveis mudanças climáticas as situações em que o índice apresentou tendência linear, (positiva ou negativa) superior ao erro padrão de estimativa, e com boa significância estatística ($p < 0,1$), sendo dada uma atenção maior ainda àquelas tendências que apresentaram uma alta significância estatística ($p < 0,05$), seguindo os critérios adotados por Santos e Brito (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1, são apresentados os Índices de Precipitação Total Anual (PRCCTOT) que mostra mudança, em todas as 08 localidades estudadas, todas evidenciando diminuição no total anual da precipitação. Pode-se constatar, também, que para o período de 1965 a 2004 a taxa de redução da pluviometria anual foi de 5,0 a 9,9 mm por ano, com destaque para a localidade de Carnaíba, que apresentou um índice negativo de 9,9 mm. Por outro lado, Afogados da Ingazeira apresentou a menor taxa (-5,0mm) de redução da precipitação.

Tabela 1 – Tendências dos índices climáticos da precipitação pluviométrica total para os 08 postos localizados na Bacia do Rio Pajeú. Os valores realçados em cinza apresentaram boa significância estatística ($p < 0,1$) e os destacados em negrito, uma alta significância ($p < 0,05$).

Localização Postos pluviométricos	Lat	Long	Alt.(m)	PRCPTOT
Afogados da Ingazeira	-7,7503	-37,6406	525	-5,0
Betânia	-8,2708	-38,0331	431	-7,8
Carnaíba	-7,8078	-37,7981	450	-9,9
Iguarací (Jabitacá)	-7,8325	-37,3717	595	-7,8
Itapetim	-7,3767	-37,2006	630	-7,4
Mirandiba	-8,1158	-38,7272	425	-5,6
São José do Egito (Faz. Muquém)	-7,4444	-37,2806	575	-7,7
Serra Talhada (Varzinha)	-8,0317	-38,1231	480	-7,8

As Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam a regressão linear das séries de dados de cada posto pluviométrico, através dos quais é possível visualizar a tendência de diminuição em todos os casos.

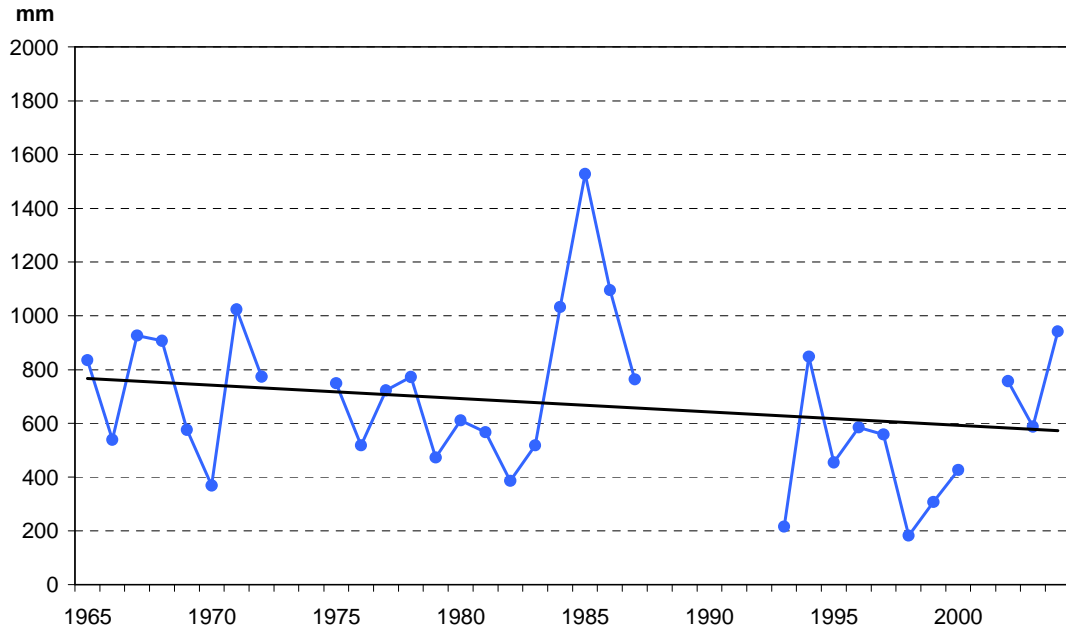


Figura 3: Tendência linear da PRCPTOT em Afogados da Ingazeira/PE, de 1965 a 2004.

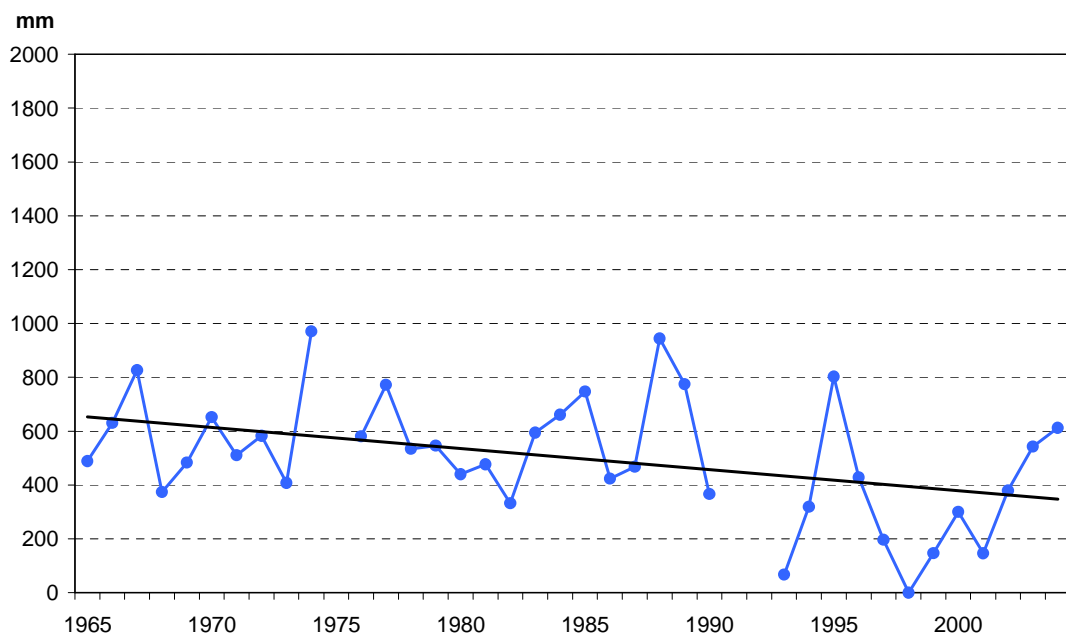


Figura 4: Tendência linear da PRCPTOT em Betânia/PE, de 1965 a 2004.

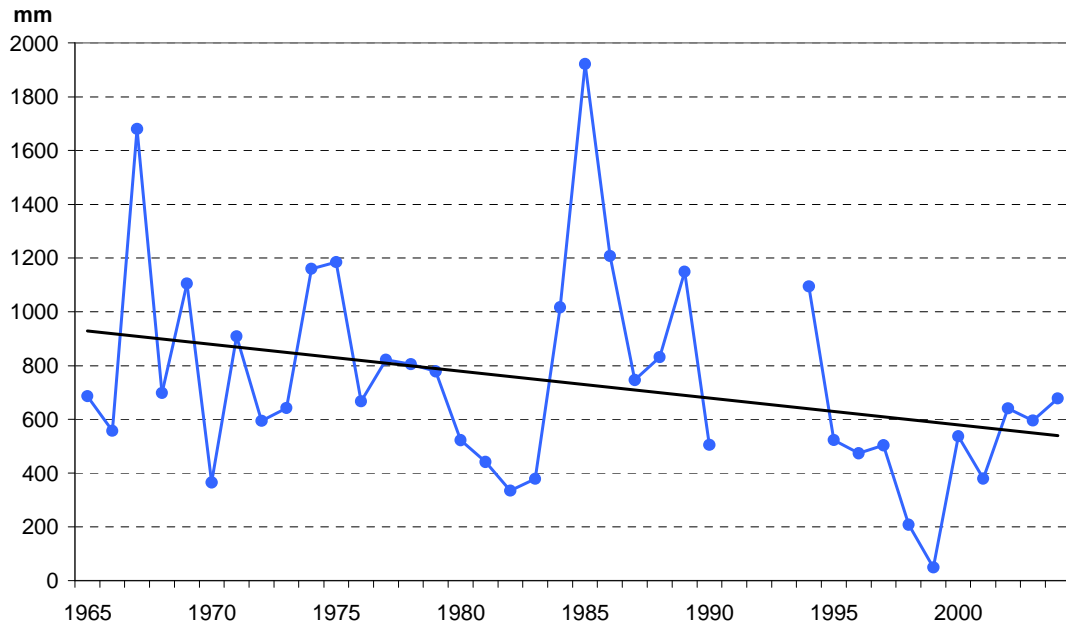


Figura 5: Tendência linear da PRCPTOT em Carnaíba/PE, de 1965 a 2004.

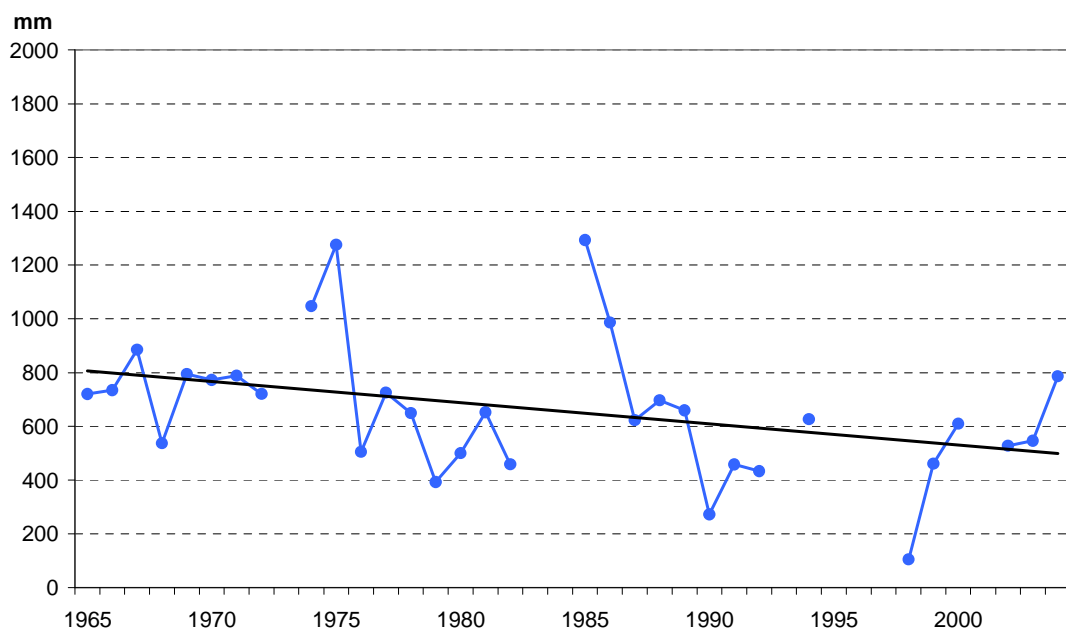


Figura 6: Tendência linear da PRCPTOT em Iguaraci (Jabitaca)/PE, de 1965 a 2004.

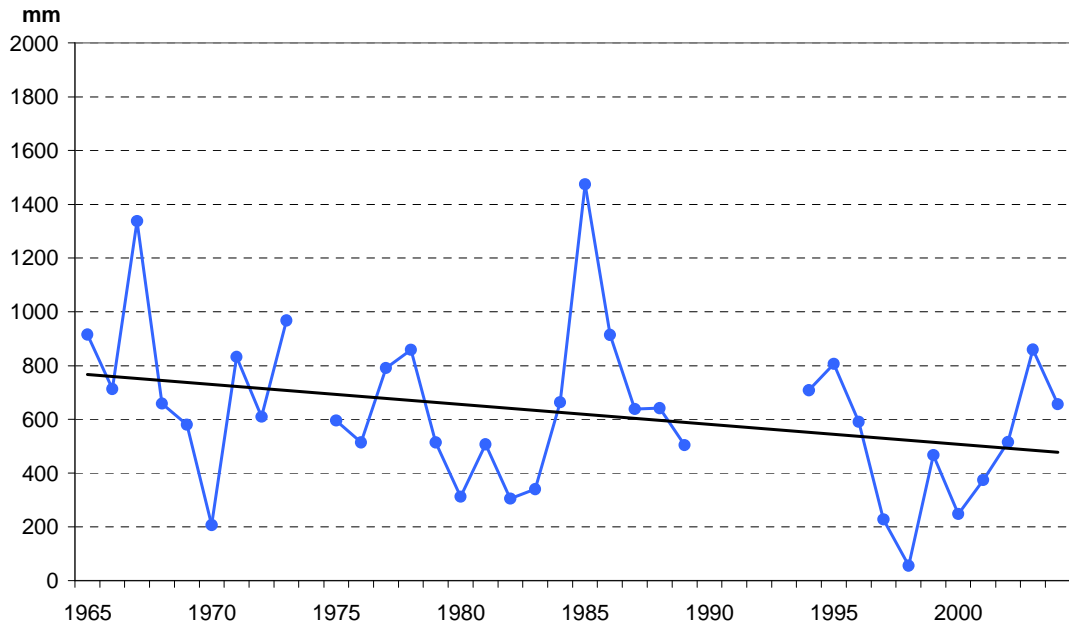


Figura 7: Tendência linear da PRCPTOT em Itapetim/PE, de 1965 a 2004.

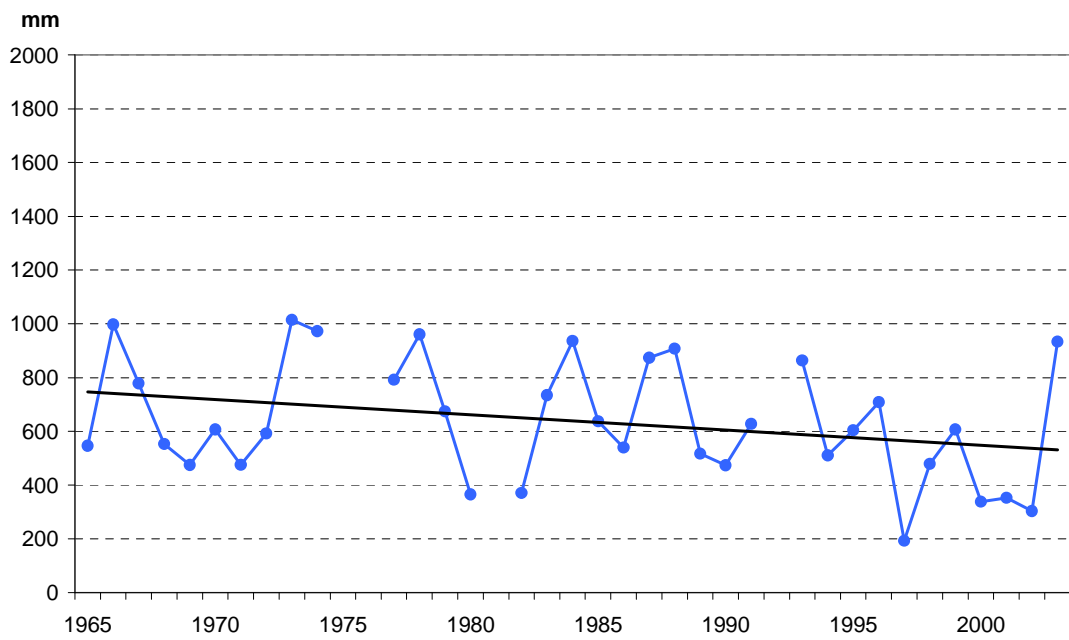


Figura 8: Tendência linear da PRCPTOT em Mirandiba/PE, de 1965 a 2004.

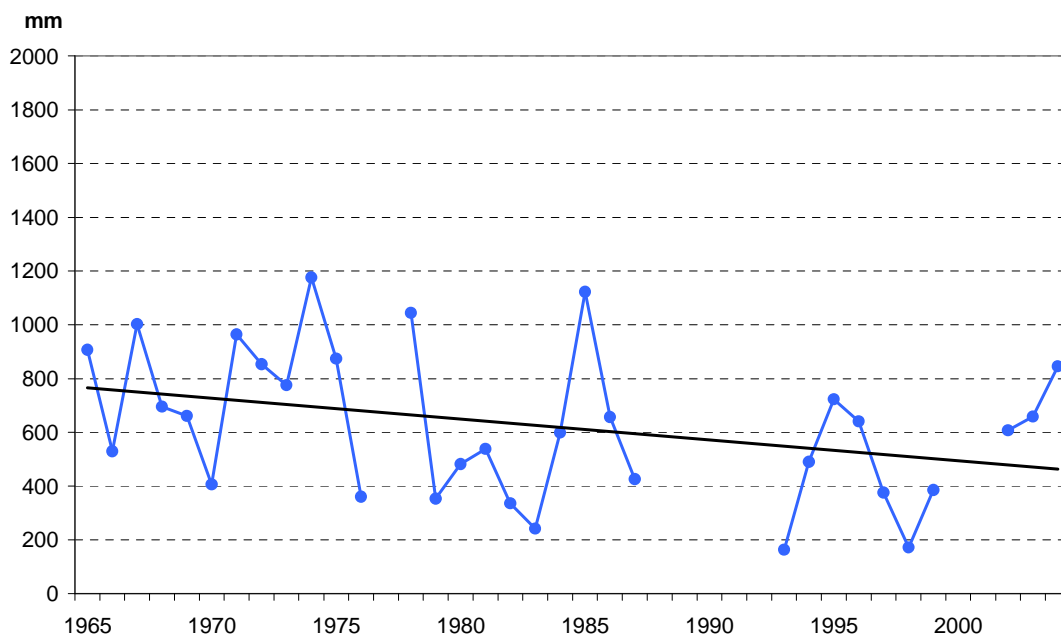


Figura 9: Tendência linear da PRCPTOT em São José do Egito (Faz. Muquém)/PE, de 1965 a 2004.

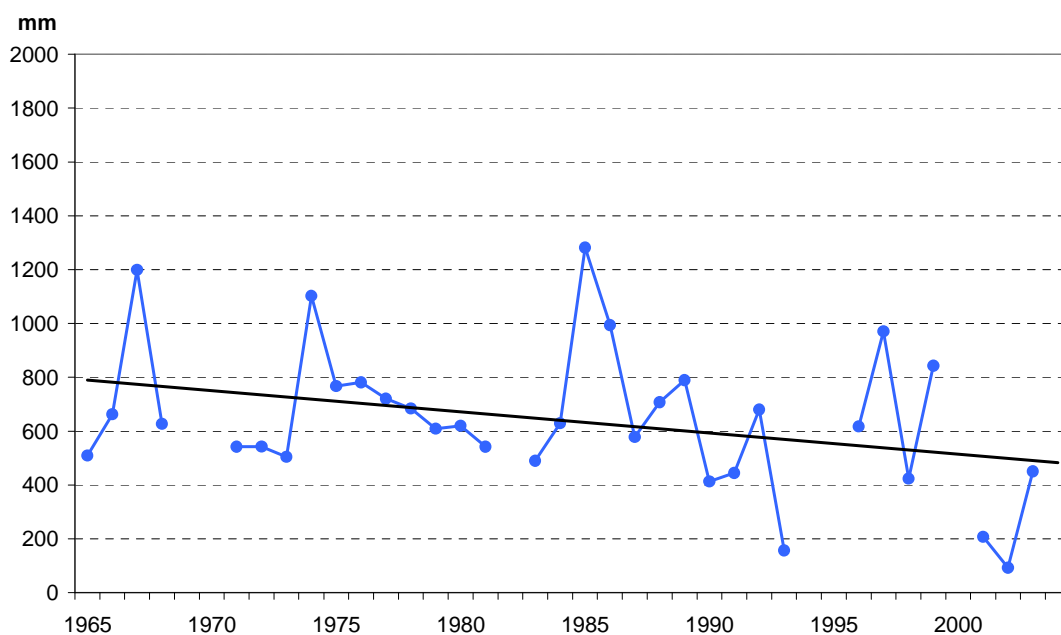


Figura 10: Tendência linear da PRCPTOT em Serra Talhada (Varzinha)/PE, de 1965 a 2004.

Esses resultados são compatíveis com o que mostrou Moncunill (2006) em sua pesquisa no Ceará, que utilizou 32 estações pluviométricas, para período de 1974 a 2003, encontrando uma tendência de diminuição na precipitação total anual em 27 d as 32 localidades analisadas. Nessa mesma linha, Haylock *et al.* (2006), em seu estudo para a América do Sul, identificaram tendência de diminuição das chuvas anuais em duas localidades, no Ceará, ratificando, ainda que com uma amostragem menor, o fato de que as tendências de diminuição estão prevalecendo.

Por outro lado, os resultados encontrados por Santos e Brito (2007), para os Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte no período de 1935 a 2000, encontraram tendência de aumento no total anual de precipitação pluviométrica em 19 localidades, conforme figura abaixo.



Figura 4: Distribuição espacial dos postos pluviométricos onde foram encontradas tendências de aumento.

CONCLUSÃO E SUGESTÕES

Cada vez mais as pesquisas indicam uma mudança no padrão global, regional e local do clima, fazendo com que um maior número de pesquisadores e cientistas se interesse pelo tema.

De acordo com os resultados encontrados nesse trabalho, observou-se que ocorreram mudanças locais na precipitação média da bacia hidrográfica do Pajeú. Todos os índices de PRCPTOT foram unânimes em evidenciar diminuição da precipitação, com base nesses resultados é possível inferir que a área em estudo está ficando mais seca, o que indica que é cada vez mais forte a tendência de mudança e não de variabilidade.

Entretanto, é recomendável aprofundar as análises, calculando-se, também, as tendências dos dias consecutivos sem chuva, dias consecutivos úmidos e chuvas intensas para a bacia em estudo, buscando verificar se realmente os fenômenos extremos estão se acentuando.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao LAMEPE (laboratório de Meteorologia de Pernambuco) pelo fornecimento dos dados e aos autores do RCLimdex, Xuebin Zhang e Feng Yang por disponibilizarem o “software” gratuitamente e à Professora Maria do Carmo Sobral pelo incentivo na elaboração deste trabalho .

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, G. O. (1977) “*Alguns aspectos do quadro natural do Nordeste*”. SUDENE, Recife - PE, 75 p.

ANDRADE, T. L. C. (1999). “*Hidrografia*”, in *Atlas Escolar de Pernambuco*. Org. por ANDRADE, M. C. O. ed. GRAFSET, João Pessoa – PB, pp. 40-42.

HAYLOCK, M. R.; PETERSON, T.; ABREU DE SOUSA, J. R.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T.; BAEZ, J.G.; BARBOSA DE BRITO, J. I.; BARROS, V. R.; BERLATO, M. A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GRIMM, A. M.; JAILDO DOS ANJOS, R.; KAROLY, D.; MARENGO, J. A.; MARINO, M. B.; MEIRA, P. R.; MIRANDA, G. C.; MOLION, L.; MONCUNIL, D. F.; NECHET, D.; ONTANEDA, G.; QUINTANA, J.; RAMIREZ, E.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J. L.; VARILLAS, I. T.; VILLANUEVA, J. G.; VINCENT, L.; YUMIKO, M. (2006). “*Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature*”. *Journal of Climate*, v. 19, pp. 1490-1512.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC (2007). “*Climate Change – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*”. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

JATOBÁ, L. (1999) “*Relevo*”, in *Atlas Escolar de Pernambuco*. Org. por ANDRADE, M. C. O. ed. GRAFSET, João Pessoa – PB, pp. 26-32.

LUCENA, A. F. P.; SZKLO, A. S.; SCHAEFFER, R.; SOUZA, R. R.; BORBA, B. S. M. C.; COSTA, I. V. L.; PEREIRA JÚNIOR, A. O.; CUNHA, S. H. F. (2009). “*The vulnerability of renewable energy to climate change in Brazil*”. *Energy Policy*, 37, pp. 879-889.

MONCUNILL, D. F. (2006). “*The rainfall trend over Ceara and its implications*”. In 8ª Conferência Internacional de Meteorologia e Oceanografia do Hemisfério Sul, Foz do Iguaçu, Abr. 2006, pp. 315-323.

PERNAMBUCO (1970). “*Recursos Hídricos de Pernambuco*”. CONDEPE, Recife – PE, Cadernos do Conselho de desenvolvimento de Pernambuco, série agricultura, nº3, p. 13-25.

PERNAMBUCO (1994). “*Climatologia das estações experimentais do IPA*”. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, Recife – PE, 137 p.

PERNAMBUCO (1998). “*Plano estadual de recursos hídricos*”. Secretaria Estadual de Recursos Hídrico, Recife – PE. Disponível em: <http://www.sectma.pe.gov.br/perh-pe/index.html>

RCLIMDEX 1.0 – MANUAL DEL USUARIO (versão em espanhol), 2004. Disponível em <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/software.shtml>

SANTOS, C. A.; BRITO, J. I. B. (2007). “*Análise dos índices de extremos para o semi-árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN*”. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 22, n. 3, pp. 303-312.

SUDENE (1990). “*Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Pernambuco*”. SUDENE, Recife – PE, 363 p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. (1970). “*As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização*”. CONDEPE, Recife – PE, 441 p.