

Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco

Trends of climate changes in the rainfall in river basins of the state of Pernambuco

Roberto Omena Barbosa da Silva¹,
Suzana Maria Gico Lima Montenegro², Weronica Meira de Souza³

RESUMO

Diversos estudos têm demonstrado que o aumento da temperatura média do planeta causa uma intensificação do ciclo hidrológico, o que poderá ocasionar mudanças nos regimes das chuvas, como o aumento da ocorrência de eventos hidrológicos extremos, alterando fortemente a disponibilidade hídrica de uma região e a qualidade de vida da população. A análise da tendência de séries históricas de precipitação pluviométrica é uma das maneiras de se inferir a ocorrência de mudança climática local. Nesse contexto, este trabalho objetiva a estimativa da tendência dos índices de detecção de mudanças climáticas elaborados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), referentes à precipitação pluvial diária, utilizando o *software* RClimDex, e a avaliação dessas tendências nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. Para isso, foram utilizados 75 postos pluviométricos distribuídos de forma uniforme pelo estado com séries históricas variando de 1962 a 2011, com cerca de 50 anos de dados. Foram observadas tendências em vários índices de detecção de mudanças climáticas nas bacias dos rios Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú, Ipanema, Moxotó, Terra Nova, Brígida, Garças e Pontal. Concluiu-se que existem evidências de mudanças no clima de algumas bacias hidrográficas principais, diagnosticando indícios de aceleração no processo de aridez das bacias dos rios Ipanema, Brígida e Garças, e tendência de aumento dos eventos extremos máximos de precipitação para as bacias dos rios Mundaú, Sirinhaém e Garças.

Palavras-chave: variabilidade climática; tendência climática; precipitação pluviométrica.

ABSTRACT

Several studies have shown that the increasing of planet's average temperature causes an intensification of the hydrological cycle, which may lead to changes in rainfall regimes, such as increasing of the occurrence of extreme hydrological events, modifying the water availability of a region and the quality of life of its population. The trend analysis of time series of rainfall is one of the ways to determine the occurrence of local climate changes. In this context, this work aims to estimate the trend in rates of climate change detection, referring to daily rainfall, defined by World Meteorological Organization (WMO), using the software RClimDex, and to evaluate the implications of these trends in river basins of the state of Pernambuco. For this, 75 rain gauge stations uniformly distributed along the state, varying from 1962 to 2011, with about 50 years of data, were used. Several trends in detection rates of climate change in the basins of Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú, Ipanema, Moxotó, Terra Nova, Brígida, Garças e Pontal were observed. It was concluded that there is evidence of climate variability for some of its major river basins: it was verified evidence of acceleration in the process of dryness of the river basins of Ipanema, Brígida and Garças, and it was observed a higher tendency of occurrence of extreme rainfall events for the basins of Mundaú, Sirinhaém and Garças.

Keywords: climate variability; climate tendency; rainfall.

INTRODUÇÃO

Ultimamente, a sociedade tem discutido frequentemente sobre as mudanças climáticas e suas consequências no meio em que vivemos. Segundo Souza e Azevedo (2009), toda essa preocupação está associada aos impactos das mudanças climáticas sobre o meio ambiente e as diversas atividades

humanas no globo terrestre, e, principalmente, aos efeitos dos extremos climáticos que se tornam mais frequentes, após divulgação dos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014).

Grande parte dos pesquisadores acredita que as alterações climáticas que vêm acontecendo são consequências da atividade antrópica,

¹Mestre em Recursos Hídricos (ênfase em Hidrologia) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - Recife (PE), Brasil. Engenheiro Civil na VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias - Brasília (DF), Brasil.

²PhD in Civil Engineering pela Newcastle University, Inglaterra. Professora Associada da UFPE - Recife (PE), Brasil.

³Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Campina Grande (PB), Brasil. Professora permanente da UFPE - Recife (PE), Brasil.

Endereço para correspondência: Roberto Omena Barbosa da Silva - QMSW 5, Lote 10, Bloco B, apto. 111 - Sudoeste - 70680-500, Brasília (DF) - Brasil - robertoomena@hotmail.com

Recebido: 05/11/14 - **Aceito:** 19/07/16 - **Reg. ABES:** 142481

especificamente do aumento na emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera; outros acreditam que essas alterações climáticas devem-se à variabilidade climática natural do planeta, colocando em dúvida as afirmações dos Relatórios de Avaliação do IPCC. Apesar dessas incertezas referentes à influência do homem no clima, a grande maioria dos pesquisadores tem demonstrado em estudos que nas últimas décadas a atmosfera tem, de fato, sofrido um processo de variabilidade climática, com maior tendência de aquecimento.

O Quinto Relatório Científico do IPCC (IPCC, 2014) apresenta evidências de que mudanças do clima podem afetar significativamente o planeta, especificamente quanto aos extremos climáticos, e informa que os riscos relacionados aos eventos climáticos extremos, tais como ondas de calor, precipitação extrema e inundações costeiras, já são de moderado (alta confiança) a alto, com 1°C de aquecimento adicional.

Outros fatores que podem afetar o clima de uma região são o desflorestamento e o mau uso dos ecossistemas. Esses fatores alteram o clima regional e, assim, contribuem para as alterações no sistema global. Em áreas de ecossistemas frágeis e vulneráveis, como o semiárido, as mudanças climáticas mais drásticas podem ocorrer por meio da soma das ações produzidas pelos GEE com o mau uso e desflorestamento dos ecossistemas locais (SANTOS, 2006).

A análise da tendência de séries históricas de precipitação é uma das maneiras de se determinar a ocorrência de mudança climática local, possibilitando a avaliação de suas consequências sobre as bacias hidrográficas e, conseqüentemente, sobre a sociedade. Em regiões como o Nordeste do Brasil, principalmente no semiárido, a precipitação é uma variável determinante das condições do clima local, bem como da sua variabilidade e mudança em longo prazo (SANTOS *et al.*, 2009).

Desde o surgimento da questão “mudança climática”, diversos autores vinham propondo diferentes índices e metodologias para a detecção e um melhor entendimento das variações climáticas, a fim de que esses índices, padrões, pudessem ser utilizados para identificar as tendências de mudanças climáticas em regiões com qualquer tipo de clima. Além disso, a maioria dos estudos de extremos e variabilidades climáticas era desenvolvida para escalas globais. Poucos estudos de clima eram realizados em escala regional ou local. Segundo Sant’anna Neto (2010), as escalas globais permitem apenas a generalização dos elementos e processos, as regionais possibilitam a compreensão das suas formas de organização, que podem ser verificadas de maneira especializada, e mais complexa, nas escalas locais.

Para melhor definir essa questão, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criou um grupo de trabalho que elaborou índices de detecção de mudanças climáticas. Ao todo, foram definidos 27 índices de detecção de mudanças climáticas, dos quais 11 são decorrentes da precipitação e 16 da temperatura do ar (SANTOS *et al.*, 2006). Desde então, pesquisadores de diversos países, como Toreti & Desiato

(2008), Insaf *et al.* (2012) e O.Rusz (2012), vêm estimando os índices de detecção de mudanças climáticas, também chamados de índices de extremos climáticos, com base em dados de precipitação e temperatura elaborados pela OMM, com o objetivo de avaliar as tendências de variabilidade climáticas em escalas locais.

No Brasil, diversos estudos também têm se baseado na estimativa dos índices de detecção de mudanças climáticas da OMM para avaliação das mudanças climáticas locais (SANTOS *et al.*, 2006; SILVA;DERECZYNSKY, 2010; ALMEIDA *et al.*, 2010). Porém, a maior parte destes se concentra na região Sul e Sudeste do país, já que essas regiões apresentam maior quantidade de estações e séries com melhor qualidade e intervalo de dados.

As análises em escalas locais das tendências de índices de extremos climáticos começaram a ser desenvolvidas com mais intensidade no Nordeste brasileiro, a partir dos estudos de Santos (2006) e Silva *et al.* (2006). Poucos estudos referentes a índices de extremos climáticos foram desenvolvidos para alguns postos ou regiões específicas do estado de Pernambuco (SOUZA; AZEVEDO, 2009; LACERDA *et al.*, 2009; LACERDA *et al.*, 2010; ASSIS *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2012; SOUZA & AZEVEDO, 2012; ASSIS *et al.*, 2012). Estima-se que aproximadamente 64% dos municípios do estado e 3,2 milhões de pessoas residam no semiárido pernambucano (IBGE, 2000, 2010), onde grande parte da população sofre com problemas de acesso à água, e as atividades agrícolas são altamente dependentes da precipitação, sendo o conhecimento de sua variabilidade de fundamental importância para o planejamento do uso dos recursos hídricos. Além disso, cerca de 80% dos habitantes do estado moram em zonas urbanas (POPULAÇÃO, 2013). Essas zonas poderão sofrer bastante, principalmente, com a intensificação de eventos extremos de precipitação, gerando diversos danos sobre as infraestruturas de drenagem urbana das cidades.

Na maioria dos estudos de tendências dos índices de detecção de mudanças climáticas desenvolvidos para o estado, as análises das tendências são baseadas na determinação de um ou poucos índices de extremos climáticos e utilizam pequenos intervalos de dados das séries históricas. Nota-se, portanto, a necessidade de um estudo para a análise de evidências de variabilidade climática mais abrangente e com maior confiabilidade para o estado de Pernambuco, utilizando maior quantidade de dados, maiores intervalos das séries históricas, dados mais atuais, além de uma melhor regionalização das áreas de estudo, semelhante aos trabalhos de Souza *et al.* (2012) e Assis *et al.* (2012), que estimaram e avaliaram índices de detecção de mudanças climáticas nas bacias dos rios Sirinhaém e Capibaribe, respectivamente, apresentando estudos de variabilidade climática bastante criteriosos para o estado. Ambos apresentam uma bacia hidrográfica como região de estudo, embora tenham contemplado apenas 2 das 29 bacias (Unidades de Planejamento - UP) do estado. Segundo o Plano Estadual de Recursos

Hídricos do Estado de Pernambuco (PERH/PE, 1998), a divisão hidrográfica através de bacias ou Unidades de Planejamento é a que oferece melhores condições para a avaliação das potencialidades, disponibilidades e o aproveitamento dos recursos hídricos de uma região. Além disso, as duas pesquisas utilizaram intervalo de dados consideráveis (aproximadamente 45 anos de dados até o ano de 2008) e estimaram diversos índices climáticos em suas análises.

Nesse contexto, este estudo teve a finalidade de analisar as tendências climáticas de índices de precipitação pluviométrica nas principais bacias hidrográficas do estado de Pernambuco, possibilitando mais conhecimento climático da área em escala local e estimulando o desenvolvimento de pesquisas e políticas de mitigação das consequências das mudanças climáticas para o estado, suas principais bacias, e, conseqüentemente, para sua população.

METODOLOGIA

Área de estudo

O Estado divide-se em 29 UP (Figura 1), sendo 13 correspondentes a bacias hidrográficas importantes: Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú, Ipanema, Moxotó, Pajeú, Terra Nova, Brígida, Garças e Pontal, e 16 constituídas por grupos de bacias, 6 das quais de pequenos rios litorâneos (GL1 a GL6), 9 de pequenos rios interiores (GI1 a GI9) e 1 de pequenos rios que compõem a rede de drenagem do arquipélago de Fernando de Noronha (PERH-PE, 1998).

Seleção dos dados

Para a realização deste estudo, foram selecionados 75 postos com dados diários de precipitação pluviométrica, referentes ao período de 1962 a 2001, distribuídos ao longo das bacias hidrográficas de Pernambuco (Figura 2). Dentre as 29 UP, 8 não apresentaram postos de acordo com o intervalo de dados considerado (1962 a 2011), sendo elas: Pontal, GI2, GI7, GI9, GL2, GL5, GL6 e uma bacia de pequenos rios que compõem a rede de drenagem do arquipélago de Fernando de Noronha. Dentre essas, apenas a bacia do riacho do Pontal faz parte do grupo das 13 principais bacias hidrográficas do estado; o restante compõe o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos e interioranos. Com o objetivo de que todas as bacias principais fossem abarcadas no estudo, o intervalo de dados foi considerado reduzido apenas para a UP Pontal. Assim, todas as bacias principais do estado foram representadas por no mínimo um posto pluviométrico.

Esses dados foram obtidos com o Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a Agência Nacional de Águas (ANA), de um total de cerca de 560 postos pluviométricos distribuídos pelo estado de Pernambuco.

Ressalta-se que o intervalo de dados pluviométricos utilizado contempla 50 anos, com informações entre os anos de 1962 e 2011, já que, de acordo com OMM, o clima de uma região deve ser caracterizado com base no período mínimo de 30 anos de dados e apresentar o maior período de dados das séries, pois quanto maior for esse período, maior será a confiabilidade da caracterização climática delas. Isso resultou na seleção de 75 postos pluviométricos espalhados pelo estado. Esses

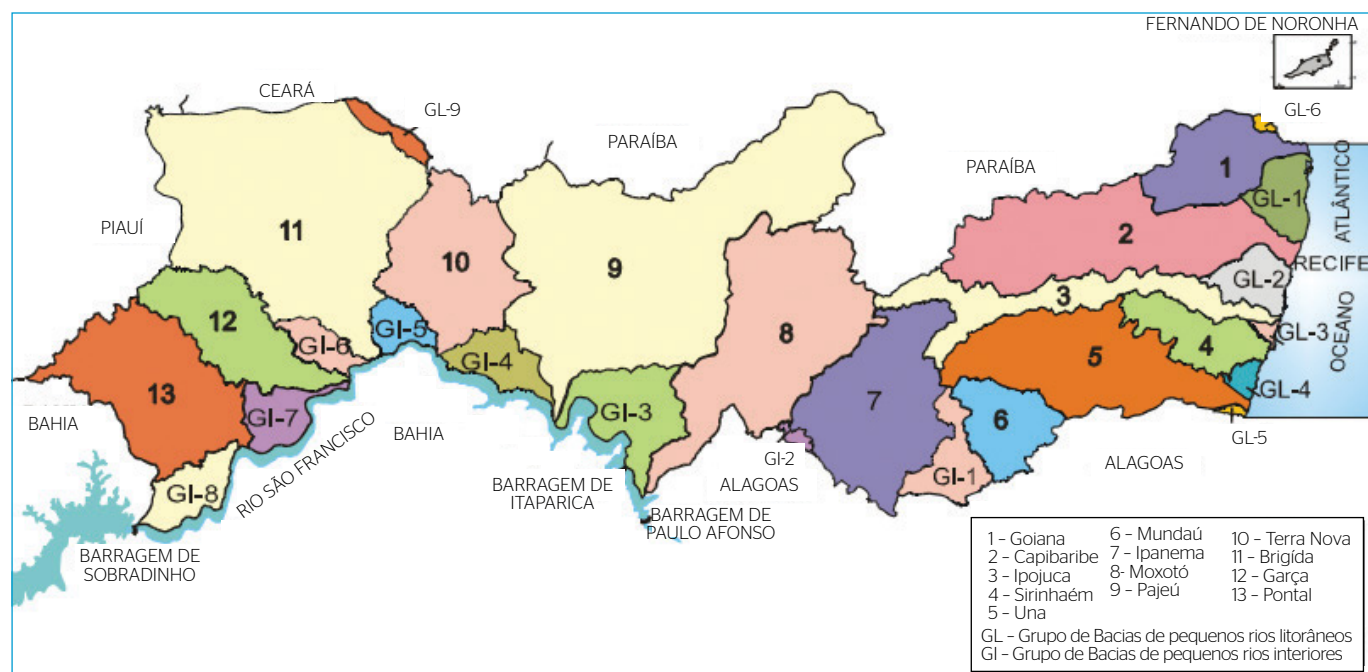


Figura 1 - Unidades de planejamento hídrico do estado de Pernambuco. Fonte: Adaptado da Série Bacias Hidrográficas de Pernambuco: Rio Ipojuca (AGÊNCIA CONDEPE/FIDEM, 2005).

postos, além de apresentarem séries históricas longas suficientes para serem classificados quanto à variabilidade climática, são distribuídos de forma uniforme pelo Estado.

Determinação das tendências dos índices de detecção de mudanças climáticas referentes à precipitação

Para a determinação dos índices de detecção de mudanças climáticas referentes à precipitação pluvial dos postos selecionados no estado de Pernambuco, foi utilizado o *software* RCLimdex.

O RCLimdex calcula 27 índices climáticos básicos derivados da precipitação (11 índices) e temperatura (16 índices) recomendados pela Equipe de Especialistas em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças

Climáticas (ETCCDMI) do Programa Internacional de Pesquisa em Previsão da Variabilidade Climática (CCI/CLIVAR). Porém, como o estudo baseia-se na variável meteorológica “precipitação pluvial”, foram calculados apenas os índices que dependem dessa variável. Na Tabela 1, estão apresentados os índices climáticos derivados da precipitação pluvial, gerados pelo *software*, que foram utilizados para o presente trabalho.

Para o cálculo dos índices supramencionados, o Manual do Usuário do RCLimDex (1.0) (ZHANG;YANG, 2004) estabelece alguns critérios:

1. os índices mensais são calculados se em um mês não existirem mais de três dias faltosos,
2. os valores anuais são calculados se em um ano não existirem mais de 15 dias faltosos,

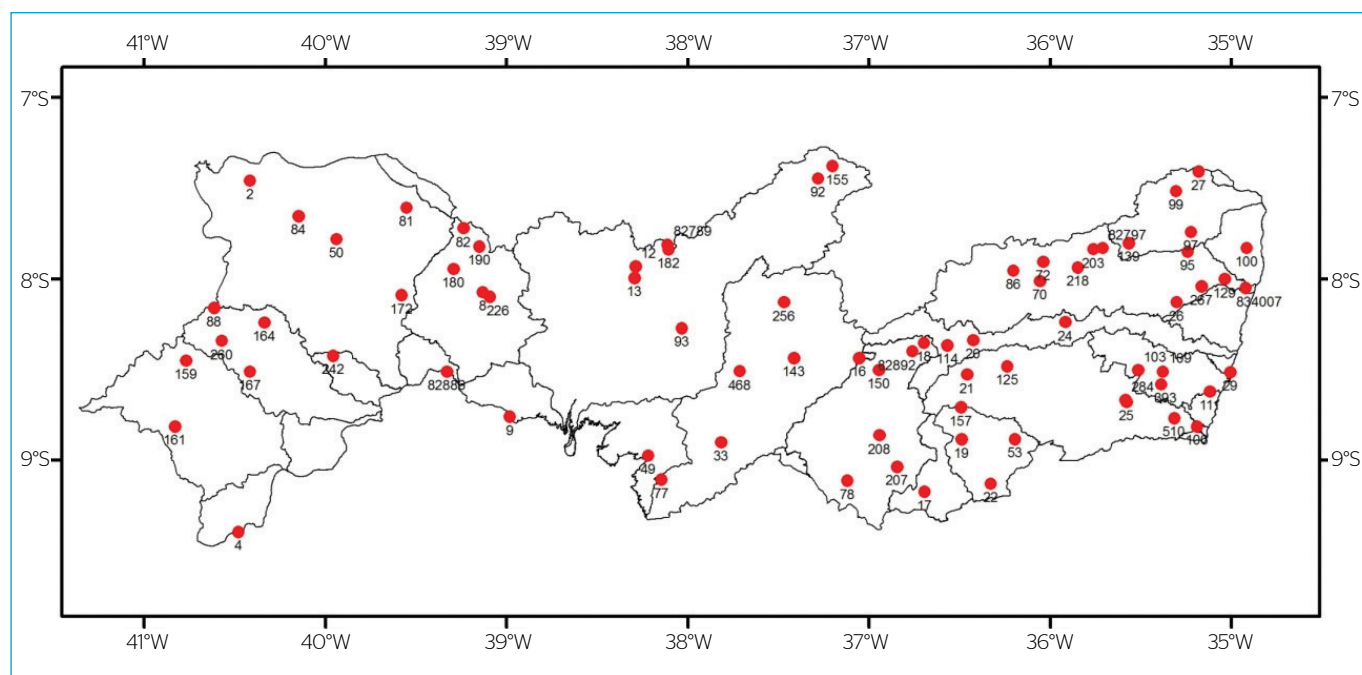


Figura 2 - Distribuição espacial dos 75 postos selecionados no mapa da divisão hidrográfica do estado de Pernambuco.

Tabela 1 - Índices climáticos dependentes da precipitação pluviométrica diária, temperaturas máxima e mínima com suas definições e unidades.

ID	Nome do indicador	Definição	Unidade
PRCPTOT	Precipitação total anual nos dias úmidos	Precipitação total anual nos dias úmidos (RR≥1 mm)	mm
SDII	Índice simples de intensidade diária	Precipitação total anual dividida pelo número de dias úmidos	mm/dia
DCS	Dias consecutivos secos	Número máximo de dias consecutivos com RR<1 mm	dias
DCU	Dias consecutivos úmidos	Número máximo de dias consecutivos com RR≥1 mm	dias
Rx1day	Quantidade máxima de precipitação em um dia	Máximo anual de precipitação em um dia	mm
Rx5day	Quantidade máxima de precipitação em cinco dias	Máximo anual de precipitação em cinco dias consecutivos	mm
R10	Precipitação de um dia superior a 10 mm	Número de dias no ano com precipitação ≥10 mm	dias
R20	Precipitação de um dia superior a 20 mm	Número de dias no ano com precipitação ≥20 mm	dias
Rnn	Número de dias com precipitação acima de nmm, definido pelo usuário	Número de dias em um ano em que a precipitação foi ≥nmm, definido pelo usuário	dias
R95p	Dias muito úmidos	Precipitação anual total em que RR>95 percentil	mm
R99p	Dias extremamente úmidos	Precipitação anual total em que RR>99 percentil	mm

3. não será calculado um valor anual se qualquer mês de dados estiver faltando, e
4. para os indicadores de duração de temporada, uma temporada pode continuar no ano seguinte e esta é contada no ano em que a temporada termina.

Os dados de precipitação pluvial diária dos postos selecionados para o estudo tiveram que ser organizados de acordo com o formato de entrada de dados-padrão do *software*. O RCLimDex inclui somente um procedimento simples de controle de qualidade dos dados que foi proporcionado pelo ClimDex:

1. substitui todos os dados faltosos (codificados como -99.9) em um formato interno reconhecido pelo R e
2. substitui todos os valores não aceitáveis por -99.9, por exemplo, precipitações diárias menores que zero.

Esse procedimento busca oferecer maior qualidade aos índices gerados. Para que isso ocorra, é necessário que os dados de precipitação pluvial diária dos postos selecionados sejam homogêneos, ou seja, que apresentem somente variações nos seus valores devido às mudanças do clima (precipitação), estando livre de variações não relacionadas com o clima. A verificação dessa homogeneização foi realizada através de uma análise visual dos dados de todos os postos pluviométricos utilizados no estudo, na qual se verificou a ausência de discrepâncias nos dados.

Neste trabalho, foram consideradas como possíveis alterações climáticas as situações em que o índice apresentou tendência linear (positiva ou negativa) com boa significância estatística ($p \leq 0,1$) e alta significância estatística ($p \leq 0,05$), sendo ele obtido pelo próprio *software* através do teste *t* de Student. A última versão da plataforma “R” (2.14.1) pode ser obtida através do *website* <http://www.r-project.org> e o pacote “RCLimDex”, que também é gratuito, pode ser obtido pelo *website* <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/RCLimDex/rclimdex.r>. Nesse último também pode se adquirir o tutorial do *software*, o qual apresenta informações referentes ao formato de entrada dos dados, controle de qualidade, entre outras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das tendências dos índices de detecção de mudanças climáticas para os 75 postos selecionados e distribuídos no estado de Pernambuco estão listados na Tabela 2.

É importante ressaltar que, mesmo com a distribuição espacial uniforme de postos pluviométricos no estado de Pernambuco e com a utilização das séries mais recentes, verificou-se que diversos postos apresentavam períodos de ausência de dados diários, consequência da inutilização dos pluviômetros e perda de dados, por exemplo. O ideal é que as séries apresentem a maior quantidade de dados possível, para que

se tenha maior confiabilidade na obtenção dos índices e consequentemente melhor interpretação dos resultados. Além disso, as bacias dos rios Ipojuca e Pontal, que apresentaram uma pequena quantidade de postos selecionados (2), foram analisadas no estudo, porém o ideal é que se tenha uma grande quantidade de postos e que estes se encontrem bem distribuídos na bacia, com séries históricas longas que tragam maior representatividade e confiabilidade à caracterização climática dela.

A Tabela 3 apresenta um resumo do percentual das quantidades de postos cujas tendências dos índices de detecção de mudanças climáticas derivados de precipitação pluviométrica diária apresentaram alguma significância estatística por unidade de planejamento. De acordo com esses resultados, foram elaboradas algumas análises sobre o comportamento climático e suas consequências sobre as bacias hidrográficas principais do estado de Pernambuco. Nas análises apresentadas na continuação, foram consideradas relevantes as tendências dos índices em que pelo menos 25% dos postos apresentaram alguma tendência significativa na bacia.

Os resultados mostraram uma tendência na diminuição da precipitação total anual nas bacias hidrográficas dos rios Brígida, Garças, Goiana, Ipanema e Sirinhaém, nas quais 40,0, 25,0, 25,0, 33,3 e 50,0% dos índices apresentaram alguma tendência significativa, respectivamente. Assis *et al.* (2012) e Souza *et al.* (2012) também encontraram tendências negativas de precipitação total anual nos dias úmidos (PRCPTOT) para bacias dos rios Brígida e Sirinhaém, respectivamente.

Em contrapartida, considerando a variabilidade espacial do NEB, Silva *et al.* (2006) observaram uma sensível tendência de aumento na PRCPTOT para os municípios de Irecê e Feira de Santana, localizados na Bahia. Da mesma forma, os estudos de Santos *et al.* (2009) evidenciaram aumento do mesmo índice no estado do Ceará.

As bacias dos rios Garças (25,0%), Goiana (50,0%), Ipanema (50,0%), Ipojuca (50,0%) e Mundaú (33,3%) apresentaram tendência de aumento do índice “dias consecutivos secos” (CDD). As bacias dos rios Moxotó (50,0%), Mundaú (33,3%), Sirinhaém (50,0%) e Una (28,6%) apresentaram tendência positiva do índice “dias consecutivos úmidos” (CWD), enquanto as bacias dos rios Garças (50,0%), Ipojuca (50,0%) e Pontal (50,0%) apresentaram tendência negativa. Tendências positivas de CWD também foram verificadas por Souza *et al.* (2012) para a bacia do rio Sirinhaém. Os índices de CDD e CWD das bacias dos rios Garças e Ipojuca apresentam tendências coerentes: enquanto há um aumento no número de dias consecutivos secos, há uma diminuição no número de dias consecutivos úmidos, evidenciando-se nestas um aumento no número de dias secos.

Observou-se tendência de diminuição do índice “simples de intensidade diária” (SDII) nas bacias dos rios Brígida (40,0%), Capibaribe (36,4%), Goiana (25,0%), Ipojuca (50,0%), Moxotó (50,0%), Sirinhaém (75,0%) e Una (42,9%). Observa-se que as bacias dos rios Brígida, Goiana e Sirinhaém apresentaram configuração semelhante no tocante

Tabela 2 - Tendências dos índices climáticos extremos dependentes da precipitação pluviométrica para o estado de Pernambuco. Os índices negritados apresentam boa significância estatística ($p < 0,1$) e os índices negritados e realçados apresentam ótima significância estatística ($p < 0,05$).

Bacia	Código	Nome do posto	LAT	LON	Rx1day	Rx5day	SDII	R10mm	R20mm	R50mm	R100mm	CDD	CWD	R95p	R99p	PRCPTOT
Brígida	2	Araripina (IPA)	-7,46	-40,42	0,177	-0,355	-0,122	-0,112	-0,074	-0,017	-0,006	-0,151	0,027	-1,038	-0,691	-2,308
	50	Bodocó	-7,78	-39,94	0,126	0,917	0,091	0,029	0,024	0,009	0,004	0,764	-0,011	0,543	0,546	1,401
	81	Moreilândia	-7,61	-39,55	-0,378	-0,433	0,051	-0,096	0,016	-0,017	-0,004	0,524	-0,024	-1,189	-1,087	-3,675
	84	Ipubi	-7,65	-40,15	-0,342	-0,676	-0,140	-0,281	-0,108	-0,080	-0,014	-0,274	0,091	-3,603	-0,355	-6,551
	172	Parnamirim	-8,09	-39,58	-0,358	-0,708	-0,159	-0,187	-0,098	-0,034	-0,002	-0,738	0,037	-2,496	-0,249	-4,158
Capibaribe	26	Vitória de Santo Antão(IPA)	-8,13	-35,30	-0,116	-0,102	-0,016	-0,094	-0,006	0,000	-0,005	-0,172	-0,014	0,344	0,301	-0,931
	70	Toritama	-8,01	-36,06	-0,295	-0,657	-0,179	-0,051	-0,075	-0,032	-0,004	-0,012	0,024	-1,403	0,307	-1,242
	72	Taquaritinga do Norte	-7,90	-36,04	0,198	0,006	-0,073	-0,390	-0,104	0,017	0,003	-0,169	-0,011	2,898	0,332	-3,387
	86	Santa Cruz do Capibaribe	-7,95	-36,20	0,008	0,032	-0,175	-0,211	-0,117	-0,012	-0,001	-0,853	0,046	-1,892	-0,596	-3,787
	95	Carpina (Est. Exp. de) Cana-de-Açúcar)	-7,85	-35,24	0,162	0,240	-0,063	-0,099	-0,006	0,026	0,003	-0,069	0,043	1,481	-0,001	0,815
	129	São Lourenço da Mata	-8,00	-35,04	0,257	0,422	-0,008	-0,042	0,120	0,061	-0,015	0,274	-0,037	4,201	0,225	3,432
	203	Surubim	-7,84	-35,76	-0,441	-0,561	0,048	-0,003	-0,015	-0,015	-0,004	1,033	-0,035	-1,142	-1,191	-3,261
	218	Frei Miguelinho (Algodão do Manso)	-7,93	-35,85	-0,325	-0,450	-0,007	-0,045	0,011	-0,002	-0,002	0,033	0,007	-0,222	-0,298	-1,078
	267	São Lourenço da Mata (Bar.Tapacurá)	-8,04	-35,17	0,402	1,717	-0,015	0,194	0,130	-0,008	-0,002	-0,405	0,016	-0,140	0,049	7,643
	82797	Surubim (INMET)	-7,83	-35,71	-0,876	-1,338	-0,089	-0,127	-0,107	-0,026	-0,005	-0,281	0,017	-3,716	-2,199	-3,860
	834007	Recife (Curado)	-8,05	-34,92	-0,365	-0,376	-0,032	-0,078	-0,065	-0,014	0,005	-0,141	0,002	-1,155	-0,209	-2,863
	Garças	88	Santa Filomena	-8,16	-40,61	-0,198	0,309	-0,047	0,042	0,029	-0,011	-0,008	-0,692	0,021	-1,342	-1,412
164		Santa Cruz da Venerada	-8,24	-40,34	0,658	0,931	-0,137	-0,223	-0,187	0,024	0,006	0,450	0,083	2,346	0,918	-3,269
167		Dormentes (Lagoas)	-8,51	-40,41	0,591	0,999	0,389	-0,086	-0,009	0,042	0,008	1,108	-0,027	1,953	0,742	-1,498
260		Santa Filomena (Campo Santo)	-8,34	-40,57	-0,023	0,065	0,332	-0,159	-0,056	0,017	-0,004	2,086	-0,091	0,807	-0,086	-5,124
GI-1	17	Bom Conselho	-9,17	-36,69	-0,126	-0,118	-0,048	-0,050	-0,023	0,010	-0,003	0,666	-0,012	0,930	0,336	0,350
GI-3	49	Petrolândia	-8,97	-38,22	-0,456	-0,311	-0,079	-0,204	-0,103	-0,024	-0,002	1,287	0,012	-2,451	-0,847	-6,758
GI-4	9	Belém de São Francisco (IPA)	-8,76	-38,98	-0,083	0,066	-0,006	-0,081	-0,073	-0,019	-0,002	-0,198	-0,003	-0,836	-0,244	-3,279
GI-5	82886	Cabrobo (INMET)	-8,51	-39,33	-0,735	-0,052	-0,029	-0,033	-0,071	-0,026	-0,021	0,728	0,090	-2,034	-2,562	-4,378
GI-6	242	Santa Maria da Boa Vista (Urimamá)	-8,42	-39,95	0,082	-0,457	-0,063	-0,153	-0,109	0,005	0,001	-0,651	0,012	0,462	0,418	-3,233
GI-8	4	Petrolina	-9,39	-40,48	-0,698	-0,639	-0,086	-0,117	-0,066	-0,030	-0,010	-0,248	-0,009	-2,947	-1,342	-5,008
GL-1	100	Igarassu	-7,83	-34,92	-0,087	-1,519	-0,066	-0,494	-0,207	-0,032	-0,019	0,207	0,072	-4,407	-2,684	-14,173
GL-3	29	Ipojuca (Porto de Galinhas_IPA)	-8,51	-35,01	-0,441	-0,366	-0,055	-0,200	-0,140	-0,091	-0,042	0,022	0,010	-6,961	-4,729	-9,560
GL-4	510	Tamandaré	-8,77	-35,31	0,957	2,306	-0,173	0,058	-0,116	0,000	0,031	-0,309	0,236	4,128	4,310	5,964
Goiana	27	Itambé (IPA)	-7,41	-35,18	0,098	-0,050	-0,052	-0,112	-0,076	-0,011	0,009	0,013	0,051	-1,315	-0,438	-2,574
	97	Nazaré da Mata	-7,74	-35,22	0,453	0,221	-0,056	-0,439	-0,144	0,032	0,004	0,058	-0,037	2,914	1,128	-5,987
	99	Timbaúba	-7,51	-35,31	-0,211	0,238	0,031	-0,104	-0,013	-0,030	-0,002	0,701	-0,028	-0,679	-0,421	-4,960
	139	Bom Jardim	-7,80	-35,57	-0,347	0,074	0,006	-0,271	-0,079	0,001	-0,002	0,612	-0,023	-0,579	-0,339	-6,895
Ipanema	18	Pesqueira	-8,35	-36,70	0,433	1,075	-0,028	-0,247	-0,079	0,020	0,012	0,664	0,005	2,218	0,523	-3,778
	78	Agua Belas	-9,11	-37,12	0,043	0,399	0,019	-0,084	-0,015	-0,006	0,008	0,917	-0,024	0,564	0,154	-1,916
	150	Pedra	-8,50	-36,95	-0,309	-0,303	0,030	-0,132	-0,024	-0,015	-0,009	0,327	-0,052	-1,719	-0,994	-4,621
	207	Iati	-9,04	-36,84	-0,215	-0,212	-0,125	-0,135	-0,059	-0,004	-0,003	0,037	0,051	0,546	-0,221	-0,562
	208	Pedra (São Pedro do Cordeiro)	-8,86	-36,94	0,642	0,923	-0,029	0,062	0,004	0,001	0,008	-0,307	0,037	0,883	2,221	2,464
	82892	Pesqueira (INMET)	-8,40	-36,76	-0,721	-0,421	-0,024	-0,175	-0,091	-0,011	-0,005	0,625	-0,069	-1,662	-1,001	-5,323

Continua..

Tabela 2 - Continuação.

Bacia	Código	Nome do posto	LAT	LON	Rx1day	Rx5day	SDII	R10mm	R20mm	R50mm	R100mm	CDD	CWD	R95p	R99p	PRCPOT
Ipojuca	20	Belo Jardim	-8,34	-36,43	-0,086	-0,866	-0,026	-0,147	-0,030	-0,015	-0,001	0,432	-0,050	-1,164	-0,734	-4,170
	24	Caruaru (IPA)	-8,24	-35,92	-0,282	-0,003	-0,034	-0,093	0,007	-0,003	-0,001	-0,238	-0,004	0,017	-0,207	-0,602
Moxotó	16	Arcoverde (IPA)	-8,43	-37,06	0,144	0,165	-0,023	0,025	-0,002	0,008	0,003	0,005	0,000	-0,133	0,234	1,239
	33	Inajá(CHESF)	-8,90	-37,82	-0,251	-0,504	-0,056	-0,012	-0,053	-0,002	-0,001	0,337	0,046	-0,187	-0,339	-0,532
	77	Tacaratu (Sítio Gameleira)	-9,11	-38,15	-0,256	0,042	-0,092	-0,080	-0,103	-0,015	-0,004	0,446	0,070	-1,423	0,313	-2,511
	143	Sertânia (Moderna)	-8,43	-37,42	0,140	-0,140	-0,201	-0,056	0,009	-0,021	0,007	-0,180	0,058	-0,435	-0,026	1,275
	256	Sertânia (Rio da Barra)	-8,13	-37,47	-0,744	0,384	-0,004	-0,006	-0,033	-0,020	-0,035	0,686	0,039	-3,078	-4,641	-3,287
	468	Ibimirim (Poço da Cruz)	-8,51	-37,71	-0,303	-0,036	-0,021	0,036	0,053	-0,008	0,001	0,177	0,032	-0,995	-1,059	0,439
Mundaú	22	Correntes	-9,13	-36,33	-0,447	-0,921	-0,043	-0,041	-0,071	-0,019	-0,005	0,364	0,082	-1,670	0,087	-1,405
	53	Canhotinho	-8,88	-36,19	0,444	1,209	0,024	0,118	0,065	0,028	0,005	0,768	0,099	3,923	2,030	4,805
	19	Garanhuns	-8,88	-36,49	0,180	-0,319	0,023	0,108	0,043	0,008	0,005	0,035	-0,049	1,897	1,244	3,357
Pajeú	12	Serra Talhada (IPA)	-7,93	-38,29	-0,039	-0,320	0,000	-0,145	-0,093	-0,016	-0,002	0,190	0,015	-1,228	-0,152	-5,328
	13	Serra Talhada	-7,99	-38,29	-0,126	0,188	-0,031	-0,090	-0,022	-0,031	-0,001	0,178	0,088	-1,384	0,139	-2,138
	92	São José do Egito (Faz. Muquém)	-7,44	-37,28	0,302	0,184	0,081	-0,036	-0,020	0,021	0,000	0,022	0,016	1,181	0,159	0,314
	93	Betânia	-8,27	-38,03	-0,335	-1,059	0,024	-0,101	-0,034	-0,004	-0,005	0,889	-0,004	-0,530	-0,512	-3,496
	155	Itapetim	-7,38	-37,20	0,061	0,265	0,036	-0,124	-0,030	0,026	-0,005	0,570	0,008	0,702	-0,485	-1,550
	182	Triunfo	-7,84	-38,11	-0,407	-0,442	0,046	-0,078	-0,025	-0,013	-0,009	0,775	-0,041	-1,343	-0,848	-3,226
	82789	Triunfo (INMET)	-7,81	-38,11	-0,259	-0,243	-0,050	-0,210	-0,152	-0,036	-0,006	0,026	0,024	-1,731	-1,571	-5,739
Sirinhaém	103	Cortês	-8,50	-35,51	-0,127	0,135	-0,300	-0,477	-0,375	-0,061	-0,005	-0,383	0,142	-4,095	-1,385	-8,632
	109	Ribeirão (Fazenda Capri)	-8,51	-35,38	1,081	1,702	0,084	-0,189	-0,099	0,081	0,023	0,281	-0,041	6,833	5,401	-0,315
	111	Sirinhaém	-8,62	-35,12	-0,675	-2,220	-0,416	-0,903	-0,981	-0,296	-0,117	0,402	-0,017	-23,206	-5,495	-43,286
	393	Gameleira	-8,58	-35,39	0,177	0,552	-0,183	-0,240	-0,196	-0,047	0,009	-0,261	0,193	-1,321	0,232	-3,222
Terra Nova	8	Salgueiro	-8,07	-39,13	-0,068	-0,593	-0,056	-0,179	-0,054	0,000	0,000	-0,010	-0,012	-0,277	0,116	-3,261
	82	Cedro	-7,72	-39,24	-0,150	-0,323	0,116	-0,175	-0,014	-0,001	0,004	1,502	-0,026	-0,380	-0,230	-4,729
	180	Serrita	-7,94	-39,29	0,255	-0,072	-0,040	-0,089	-0,067	0,008	0,000	0,831	0,015	0,827	1,203	-1,912
	190	Serrita (Santa Rosa)	-7,82	-39,15	-0,241	-1,028	-0,315	-0,033	-0,073	-0,040	-0,005	-2,317	0,022	-2,187	0,003	-1,104
	226	Salgueiro (Açude Boa Vista)	-8,10	-39,09	0,376	-0,197	0,021	-0,112	-0,038	0,005	0,004	0,271	-0,014	0,268	0,002	-2,477
Una	21	São Bento do Una (IPA)	-8,53	-36,46	-0,182	0,011	-0,015	0,022	-0,009	0,012	-0,004	0,042	-0,017	1,568	0,455	1,693
	25	Palmares	-8,68	-35,58	-0,104	0,600	-0,058	-0,246	-0,119	-0,007	0,001	0,354	0,005	-1,497	-1,116	-5,639
	106	Barreiros	-8,81	-35,19	1,499	2,975	0,013	-0,536	-0,307	0,083	0,018	0,332	-0,102	8,380	3,576	-5,327
	114	Sanharó	-8,36	-36,57	0,059	0,280	0,002	-0,018	-0,002	0,010	0,002	0,302	0,036	1,082	0,118	-0,406
	125	Cachoeirinha	-8,48	-36,24	0,211	0,557	-0,132	0,012	0,038	0,011	0,011	-0,347	0,086	1,142	1,629	4,491
	157	Jucati	-8,71	-36,49	-0,428	-0,582	-0,161	-0,244	-0,100	-0,021	-0,002	-0,034	0,169	-1,279	-0,029	-3,578
	284	Catende (Usina Catende)	-8,67	-35,58	-0,271	-0,253	0,013	-0,102	0,004	0,019	0,003	-0,062	0,022	1,369	1,677	-1,453
Pontal	159	Dormentes	-8,45	-40,77	0,348	0,058	-0,040	-0,226	-0,173	-0,033	0,004	0,735	-0,007	-1,456	0,614	-5,255
	161	Petrolina (Rajada)	-8,81	-40,83	-0,167	-0,493	0,191	-0,191	-0,058	-0,030	0,006	1,381	-0,058	0,377	0,605	-5,952

LAT: latitude, LON: longitude; PRCPOT: precipitação total anual nos dias úmidos, CDD: dias consecutivos secos, CWD: dias consecutivos úmidos, SDII: índice simples de intensidade diária, R10: número de dias com precipitação intensa,

R20: número de dias com precipitação muito intensa, R50: número de dias com precipitação acima de 50 mm, R100: número de dias com precipitação acima de 100 mm, Rx1day: quantidade máxima de precipitação em um dia, Rx5day: quantidade máxima de precipitação em cinco dias, R95p: dias muito úmidos, R99p: dias extremamente úmidos.

ao índice PRCPTOT, confirmando a informação de diminuição da precipitação total anual nos dias de chuva nessas unidades (quanto menor a precipitação total anual menor o índice SDII). Apenas a bacia do rio Garças apresentou tendência de aumento do SDII (50,0%).

Foi verificada uma diminuição no número de dias com precipitação superior a 10 mm nas bacias dos rios Brígida (40,0%), Capibaribe (27,3%), Garças (50,0%), Goiana (50,0%), Ipanema (33,3%), Sirinhaém (50,0%), Terra Nova (40,0%), Una (28,6%) e Pontal (50,0%).

Também foi verificada a diminuição de eventos de chuva no ano com precipitação superior a 20 mm nas bacias dos rios Garças (25,0%), Moxotó (33,3%), Sirinhaém (50,0%), Una (28,6%) e Pontal (50,0%). As tendências de diminuição dos índices SDII e “número de dias com precipitação intensa” (R10) concordam com os estudos de Assis

et al. (2012) e Souza *et al.* (2012) para as bacias dos rios Capibaribe e Sirinhaém, respectivamente.

As bacias dos rios Garças (50,0%) e Mundaú (33,3%) apresentaram tendência de aumento do índice “número de dias com precipitação acima de 50 mm” (R50), enquanto as bacias do rio Brígida (40,0%) e Sirinhaém (50,0%) apresentaram tendência de diminuição. Quanto ao índice “número de dias com precipitação acima de 100 mm” (R100), foi verificada uma tendência de aumento apenas na bacia do rio Ipanema (50%).

A bacia do rio Garças apresentou tendência positiva para os índices “quantidade máxima de precipitação em um dia” (Rx1day) (50,0%) e “quantidade máxima de precipitação em cinco dias” (Rx5day) (50,0%), e as bacias dos rios Mundaú (33,3%) e Sirinhaém (25,0%) apenas para

Tabela 3 - Percentual (%) das quantidades de postos cujas tendências dos índices de detecção de mudanças climáticas de precipitação apresentam a tendência da significância estatística por bacia hidrográfica. ↓ indica tendência de diminuição e ↑ indica tendência de aumento.

Índice	Bacia Principal	Goiana	Capibaribe	Ipojuca	Sirinhaém	Una	Mundaú	Ipanema	Moxotó	Pajeú	Terra Nova	Brígida	Garças	Pontal
PRCPTOT	Tend.	↓	-	-	↓	-	-	↓	-	-	-	↓	↓	-
	%	25,0	-	-	50,0	-	-	33,3	-	-	-	40,0	25,0	-
CDD	Tend.	↑	-	↑	-	-	↑	↑	-	-	-	-	↑	-
	%	50,0	-	50,0	-	-	33,3	50,0	-	-	-	-	25,0	-
CWD	Tend.	-	-	↓	↑	↑	↑	-	↑	-	-	-	↓	↓
	%	-	-	50,0	50,0	28,6	33,3	-	50,0	-	-	-	50,0	50,0
SDII	Tend.	↓	↓	↓	↓	↓	-	-	↓	-	-	↓	↑	-
	%	25,0	36,4	50,0	75,0	42,9	-	-	50,0	-	-	40,0	50,0	-
R10mm	Tend.	↓	↓	-	↓	↓	-	↓	-	-	↓	↓	↓	↓
	%	50,0	27,3	-	50,0	28,6	-	33,3	-	-	40,0	40,0	50,0	50,0
R20mm	Tend.	-	-	-	↓	↓	-	-	↓	-	-	-	↓	↓
	%	-	-	-	50,0	28,6	-	-	33,3	-	-	-	25,0	50,0
R50mm	Tend.	-	-	-	↓	-	↑	-	-	-	-	↓	↑	-
	%	-	-	-	50,0	-	33,3	-	-	-	-	40,0	50,0	-
R100mm	Tend.	-	-	-	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	50,0	-	-	-	-	-	-
Rx1day	Tend.	-	-	-	↑	-	↑	-	-	-	-	-	↑	-
	%	-	-	-	25,0	-	33,3	-	-	-	-	-	50,0	-
Rx5day	Tend.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	↑	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,0	-
R95p	Tend.	-	-	-	-	-	↑	-	-	-	-	↓	↑	-
	%	-	-	-	-	-	33,3	-	-	-	-	40,0	50,0	-
R99p	Tend.	-	-	-	↑	-	↑	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	25,0	-	33,3	-	-	-	-	-	-	-

PRCPTOT: precipitação total anual nos dias úmidos, CDD: dias consecutivos secos, CWD: dias consecutivos úmidos, SDII: índice simples de intensidade diária, R10: número de dias com precipitação intensa, R20: número de dias com precipitação muito intensa, R50: número de dias com precipitação acima de 50 mm, R100: número de dias com precipitação acima de 100 mm, Rx1day: quantidade máxima de precipitação em um dia, Rx5day: quantidade máxima de precipitação em cinco dias, R95p: dias muito úmidos, R99p: dias extremamente úmidos.

o índice Rx1day. Verificou-se tendência do aumento do índice “dias muito úmidos” (R95p) para as bacias dos rios Garças (50,0%) e Mundaú (33,3%), já para a bacia do rio Brígida (40,0%) foi observada uma tendência de diminuição no índice. Quanto ao índice “dias extremamente úmidos” (R99), observou-se tendência positiva para as bacias dos rios Mundaú (33,3%) e Sirinhaém (25,0%).

Santos *et al.* (2009) evidenciaram tendência de aumento dos índices R50, R95p e Rx5day em postos do estado do Ceará. Já Silva e Dereczynsky (2010) observaram tendência positiva para o índice Rx1day para o município de Rio de Janeiro.

De acordo com esses resultados, foram observadas algumas evidências de mudanças locais no comportamento da precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco:

A bacia do rio Goiana (UP 01) apresenta tendência de diminuição da precipitação total anual, da intensidade diária média de precipitação e de eventos moderados, e tendência de aumento do número de dias consecutivos secos.

Foram observadas tendências de diminuição da intensidade diária média de precipitação e de chuvas moderadas na bacia do rio Capibaribe (UP 02).

A bacia do rio Ipojuca (UP 03) apresentou aumento no número de dias consecutivos secos e diminuição no número de dias consecutivos úmidos e da intensidade diária média de precipitação.

A bacia do rio Sirinhaém (UP 04) apresenta evidências da diminuição da precipitação total anual, da intensidade diária média de precipitação e dos eventos de chuvas maiores que 10, 20 e 50 mm; em contrapartida, apresenta tendência de aumento no número de dias consecutivos úmidos, com aumento da precipitação máxima em um dia e de dias extremamente úmidos. Observa-se que, mesmo com as tendências de diminuição de precipitação e eventos extremos, essa bacia, que está inserida na Zona da Mata, região de maiores índices pluviométricos do estado, apresenta evidência da ocorrência de dias mais úmidos e consecutivos, o que gera maior escoamento superficial e erosão do solo, tornando essa região mais vulnerável à ocorrência de inundações e cheias, por exemplo.

Verificou-se tendência de aumento dos dias consecutivos úmidos e de diminuição da intensidade diária média de precipitação, chuvas de 10 e 20 mm na bacia do rio Una (UP 05).

A bacia do rio Mundaú (UP 06) apresenta evidências do aumento no número de dias consecutivos com chuva, com aumento da precipitação máxima em um dia, dias mais úmidos e número de dias com precipitação acima de 50 mm, apontando para maior ocorrência de chuvas intensas. Observou-se ainda que a bacia apresentou aumento no número de dias consecutivos secos, demonstrando uma má distribuição temporal da precipitação na bacia. Esses resultados evidenciam tendência de aumento da ocorrência de inundações, cheias, alagamentos e danificação de obras de drenagem, visto que esses acontecimentos

estão associados a eventos extremos de chuva e maior quantidade de chuva acumulada em um dia (ou cinco dias).

Em junho de 2010, as bacias dos rios Sirinhaém, Una e Mundaú, as quais apresentam um histórico de cheias, sofreram com fortes enchentes, provocando mortes, inundações e destruição de grandes proporções (JÚNIOR *et al.*, 2010). Estima-se que, no estado de Pernambuco, 68 municípios foram atingidos, ficando 9 deles em estado de calamidade pública e 33 em situação de emergência, com 4.136 casas destruídas ou danificadas, 20 indivíduos mortos, quase 27 mil desabrigados e 56 mil desalojados (ITEP/OS, 2011).

Eventos como os ocorridos em junho de 2010 nas bacias dos rios Sirinhaém, Una e Mundaú poderão tornar-se mais frequentes e rigorosos – gerando, assim, mais danos sociais e econômicos ao estado –, segundo as tendências supracitadas de aumento no número de dias consecutivos úmidos (verificado nas três bacias), dentre outras, associadas às características dessas bacias, como solo raso e de baixa capacidade de armazenamento, altas declividades, ocupação irregular das planícies de inundação (JÚNIOR *et al.*, 2010).

Foi verificada uma diminuição da precipitação total anual, com aumento do número de dias secos consecutivos na bacia do rio Ipanema (UP 07). Embora tenha sido constatada uma diminuição dos eventos moderados, observou-se uma tendência positiva para o aumento de eventos com chuvas diárias maiores que 100 mm. Essa bacia, inserida no agreste pernambucano, apresenta clima semiárido e poderá ter seu processo de aridez acelerado, segundo os resultados encontrados. Além disso, apresenta maior vulnerabilidade a alagamentos e comprometimento de obras de drenagem, principalmente nas áreas urbanas das cidades inseridas nessa bacia, devido à ocorrência de chuvas intensas maiores que 100 mm/dia.

Já a bacia do rio Moxotó (UP 08) apresentou aumento dos dias consecutivos com chuva e diminuição do índice simples de intensidade diária, ou seja, é muito provável que tenha ocorrido um aumento no número de dias úmidos na bacia. Também se observou tendência de diminuição de eventos fortes.

A bacia do rio Pajeú (UP 09) não apresentou tendências significativas, e na bacia do rio Terra Nova (UP 10) foram observadas tendências de diminuição de chuvas moderadas.

Na bacia do rio Brígida (UP 11), observou-se tendência da diminuição da precipitação total anual, da intensidade diária média de precipitação e redução de eventos com chuvas diárias maiores que 10 e 50 mm na bacia. De acordo com os resultados, a bacia do Brígida, que se encontra totalmente inserida no semiárido pernambucano e apresenta clima semiárido, associada às tendências de menor precipitação e rios intermitentes, pode ter seu processo de aridez acelerado e maior escassez de água. Essas evidências podem contribuir para a intensificação do processo de desertificação de parte da bacia do Brígida (municípios de Cabrobó, Orocó e Santa Maria da Boa Vista), que está

inserida no Núcleo de Cabrobó, um dos núcleos de desertificação já identificados no semiárido brasileiro (SÁ *et al.*, 2010).

A bacia do rio Garças (UP 12) apresenta tendência de diminuição da precipitação total anual, de aumento no número de dias secos consecutivos e de diminuição de eventos consecutivos úmidos. Também há uma tendência de diminuição das chuvas moderadas e fortes na bacia, porém observa-se que, mesmo com a diminuição dos dias consecutivos com chuva, houve um aumento dos eventos máximos de precipitação em um e em cinco dias, além de aumento da quantidade de dias mais úmidos e da ocorrência de eventos com chuvas diárias maiores que 50 mm, apontando para maior ocorrência de eventos extremos de chuva. Logo, essa bacia poderá apresentar maior vulnerabilidade a problemas de drenagem, como alagamentos e comprometimentos de obras hidráulicas, principalmente nas áreas urbanas. Em contrapartida, a bacia do Garças também pode apresentar problemas referentes ao aumento de aridez e escassez de água, e, assim como a bacia do rio Brígida, parte de sua área (município de Santa Maria da Boa Vista) está inserida no Núcleo de Desertificação de Cabrobó, o que poderá intensificar esse processo na região.

Verificou-se tendência de diminuição no número de dias consecutivos com chuva e também na ocorrência de chuvas diárias menores que 10 e 20 mm na bacia do rio Pontal (UP 13).

CONCLUSÕES

Do presente estudo, pode-se concluir que a estimativa e a avaliação das tendências dos índices de detecção de mudanças climáticas dos 75 postos selecionados no estado de Pernambuco possibilitaram a constatação de algumas tendências climáticas para algumas das bacias hidrográficas principais do estado. Não se pode afirmar que essas tendências observadas são consequências das mudanças climáticas globais.

Observou-se que as bacias dos rios Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú, Ipanema, Moxotó, Terra Nova, Brígida, Garças e Pontal apresentaram tendências de variações climáticas locais. De acordo com as tendências, verificou-se evidência de aceleração no processo de aridez das bacias dos rios Ipanema, Brígida e Garças. Além disso, observou-se maior tendência do acontecimento de eventos extremos de chuva para as bacias dos rios Mundaú, Sirinhaém e Garças.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CONDEPE/FIDEM. (2005) Rio Ipojuca. *Série Bacias Hidrográficas de Pernambuco*, Recife (PE), 2005.

ALMEIDA, R.; REBELLO, E.; AMBRIZZI, T. (2010) Variabilidade de eventos extremos e identificação de tendências climáticas no litoral Norte do Brasil. In: *XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Belém.

ASSIS, J. M. O. de; LACERDA, F. F.; SILVA, L. L.; JUNIOR, H. D. da S.; COUTINHO, R. D. da S.; SILVA, V. N. L. (2011) Análise de índices de detecção de mudanças climáticas no sertão de Pernambuco. In: *IV Simpósio Internacional de Climatologia*, João Pessoa (PB).

ASSIS, J. M. O. de; SOBRAL, M. do C. M.; SOUZA, W. M. de. (2012) Análise de Detecção de Variabilidade Climáticas com Base na Precipitação nas Bacias Hidrográficas do Sertão de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 5, n. 3, p. 630-645.

ASSIS, J. M. O. de; LACERDA, F. F.; SOBRAL, M. do C. M. (2012) Análise de Detecção de Tendências no Padrão Pluviométrico na Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 5, n. 2, p. 320-331.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Municípios e população do semiárido brasileiro. Disponível em: <http://www.previdenciasocial.gov.br/arquivos/office/3_081014-104505-099.pdf>. 2000. Acesso em: 12 fev. 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas da população para 1º de julho de 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP_2009_TCU.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2012.

INSAF, T.Z.; S. LIN; AND S. C. SHERIDAN. (2012) Climate trends in indices for temperature and precipitation across New York State, 1948-2008. *Air Quality, Atmosphere, and Health*, in press. .

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, p. 151.

ITEP/OS. (2011) Estudo de Impacto Ambiental - EIA. *Sistema de Controle de Cheias das Bacias do Rio Uma - Barragem Igarapeba*. Resumo Executivo, Recife, 2011.

JÚNIOR, C.R.F.; PEDROSA, V.A.; DE SOUZA, V.C.B. (2010) Reflexões sobre a cheia de junho de 2010 nas bacias do Rio Mundaú e Paraíba. In: *Simpósio Regional Brasileiro de Recursos Hídricos*, Fortaleza (CE).

LACERDA, F. F.; ASSIS, J. M. O.; MOURA, M. S. B. de; SILVA, L. S.; SOUZA, L. S. B. de. (2010) Índices climáticos extremos para o município de Petrolina - PE. In: *XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Belém - (PA).

LACERDA, F. F.; MELO, A. V. P. V.; SOARES, D. B. (2009) Análise preliminar na detecção de tendências no padrão pluviométrico na bacia do Pajeú-PE: mudanças climáticas ou variabilidade? *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Campo Grande (MS).

- RUSZ, O. (2012) Temperature and precipitation changes in Târgu-Mures (Romania) from period 1951-2010. In: *Aerul și Apa: Componente ale Mediului*, 2012, p. 397-404.
- PERH/PE. (1998) Plano Estadual de Recursos Hídricos - Estado de Pernambuco. SECTMA-PE.
- POPULAÇÃO. Disponível em: <<http://www.pe.gov.br/conheca/populacao/>>. Acesso em: 02 mar. 2013.
- SÁ, I. B.; CUNHA, T. J. F.; TEIXEIRA, A. H. de C.; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, M. A. (2010) Desertificação no Semiárido brasileiro. In: *2ª Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas*, Fortaleza (CE).
- SANTANNA NETO, J. L. (2010) A climatologia dos geógrafos: a construção de uma abordagem geográfica do clima. In: *Uma geografia em movimento*. 1ed. São Paulo: Expressão Popular, v. 1, p. 295-318.
- SANTOS, C. A. C. dos. (2006) *Estimativa e Tendências de Índices de Detecção de Mudanças Climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e na Paraíba*, 98 p., Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- SANTOS, C. A. C. dos; BRITO, J. I. B. de; RAO, T. V. R.; MENEZES, H. E. A. (2009) Tendências dos índices de precipitação no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 24, n. 1, p. 39-47.
- SANTOS, L. A. R. dos; LUCIO, P. S.; REBELLO, E. R. G.; BALBINO, H. T.; FORTES, L. T. G.; SALES, N. D. de; DINIZ, F. de A.; COSTA, M. C. G.; FERREIRA, D. B.; SALVADOR, M. A.; LEANDRO, I. V.; PAULA, T. P. de. (2006) Caracterização de extremos climáticos utilizando o software Rclimdex. Estudo de Caso: Sudeste de Goiás. In: *XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Florianópolis (SC).
- SEMAS - Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. (2011) Plano Estadual de Mudanças Climáticas. 93p, Recife.
- SILVA, G. B. da; MELO, E.C. de S.; AZEVEDO, P. V. de. (2006) Tendência dos índices no setor semiárido do Estado da Bahia. In: *XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis*.
- SILVA, W. L.; DERECZYNSKI, C. (2010) Tendências observadas nos índices extremos diários de temperatura e precipitação na cidade do Rio de Janeiro. In: *XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Belém (PA).
- SOUZA, W. M. de; AZEVEDO, P. V. de. (2009) Avaliação de tendências das temperaturas em Recife-PE: mudanças climáticas ou variabilidade? *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 6, n. 3, p. 462-472.
- SOUZA, W. M. de; AZEVEDO, P. V. de. (2012) Índices de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife - PE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 5, n. 1, p. 143-159.
- SOUZA, W. M. de; SILVA, R. F. da; CORREIA, A. M.; SOUSA, W. S. de; MELO, I. D. F. de. (2012) Índices de extremos climáticos de precipitação observados na bacia do rio Sirinhaém - Pernambuco - Brasil. In: *XI Congresso Argentino de Meteorologia, Mendoza, Argentina*.
- TORETI, A.; DESIATO, F. (2008) Changes in temperature extremes over Italy in the last 44 years. *International Journal of Climatology*, v. 28, p. 733-745.
- ZHANG, X.; YANG, F. (2004) RclimDex (1.0) User Guide. Climate Research Branch Environment Canada. Downsview (Ontario, Canada), 22p.