ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgf

Análise de Detecção de Tendências no Padrão Pluviométrico na Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe

Janaina Maria Oliveira de Assis¹, Francinete Francis Lacerda², Maria do Carmo Martins Sobral³

¹ Geógrafa, mestranda do Programa Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFPE. E-mail: jmoassis@gmail.com

Doutoranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Meteorologista do Instituto de Pesquisa Agrônômica de Pernambuco

³ Professora do Departamento de Engenharia civil da UFPE. Professora do Departamento de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFPE E-mail: msobral@ufpe.br

Artigo recebido em 01/05/2012 e aceito em 28/05/2012

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar os índices de detecção de mudanças climáticas na bacia do Rio Capibaribe localizada no Estado de Pernambuco. Nesse contexto, este trabalho propôs investigar uma possível alteração no ciclo hidrológico, por meio das análises das tendências dos índices de detecção de mudanças climáticas, obtidos a partir da precipitação diária de postos pluviométricos espalhados por toda a bacia hidrográfica. Foram selecionados dados de oito postos pluviométricos, no período 1963 a 2008, que representaram a área geográfica da bacia. Como metodologia utilizou-se os índices de detecção de mudanças climáticas sugeridos pela organização Meteorológica Mundial (OMM) calculados a partir dos dados de precipitação pluviométrica diária através do software RCLimindex (2.11.1). Os resultados mostraram mudança no padrão das precipitações observadas sobre a bacia do Rio Capibaribe com tendência de redução dos índices pluviométricos, juntamente com a diminuição do número de dias com precipitações intensas e aumento de dias secos.

Palavras-chave: RCLimindex, precipitação, tendências, bacias hidrográficas

Analysis of Detection Trends in Rainfall Pattern in the River Basin Capibaribe

ABSTRACT

This study aims to evaluate the detection rates of climate change on river basin Capibaribe located in Pernambuco State. In this context, this study proposed to investigate a possible change in the hydrological cycle, through the analysis of trends in detection rates of climate change, obtained from the daily rainfall climatic stations scattered throughout the watershed. We selected data from eight climatic stations in the period 1963 to 2008 that represented the geographic area of the basin. The methodology we used the detection rates of climate change suggested by the World Meteorological Organization (WMO) calculated from daily rainfall data through software RCLimindex (2.10.1). The results showed changes in the pattern of observed precipitation over the basin of the Rio Capibaribe with a trend of reduction in rainfall, together with the decrease in the number of days with heavy precipitation and increase in dry days. Also shows increasing trends of both the maximum temperature and minimum temperature.

Keywords: RCLimindex, rain, trends, hydrographic basin

1. Introdução

As consequências do aquecimento global, na região tropical e sobre o ciclo

hidrológico é basicamente o aumento da temperatura proporcionando aumento da evaporação, da evapotranspiração, e dos

* E-mail para correspondência: jmoassis@gmail.com
(Assis, J. M. O.).

períodos de estiagem acarretando aumento da deficiência hídrica (IPCC, 2007). No Brasil, a região mais vulnerável aos riscos da variabilidade climática e a uma possível aridização e, subsequente desertificação devido às mudanças climáticas é o Nordeste brasileiro. Isso resultará num aumento das áreas com alto risco climático na Região (Lacerda & Nobre 2010). O cenário climático brasileiro acompanha a mesma tendência de aquecimento global, em que as mudanças mais significativas são no aumento de temperatura, modificações nos padrões de chuvas e alterações na distribuição de extremos climáticos, tais como secas, enchentes e inundações.

Com o objetivo de analisar as projeções futuras das mudanças climáticas globais sobre o Nordeste, é importante conceituar os processos que influenciam o padrão das distribuições pluviométricas tanto espaciais quanto temporais. Um fator relevante a ser, destacado nesse contexto, é a irregularidade na distribuição dos índices pluviométricos, associada à alta variabilidade interanual da precipitação na região tropical, com anos secos e outros chuvosos. Diversos fatores podem contribuir para explicar a alta variabilidade da precipitação sobre o Nordeste do Brasil, dentre os quais, podem ser citados, a flutuação nos valores de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Oceano Pacífico Tropical e do Atlântico. No geral, os valores das anomalias das TSMs, do Pacífico Tropical e Atlântico, estão associadas a mudanças no

padrão da circulação da geral da atmosfera e conseqüente variações na precipitação do Nordeste do Brasil.

O El Nino e a Oscilação do Sul (OS) são um fenômeno global conhecido como ENOS, responsável pela variabilidade interanual da precipitação no Nordeste do Brasil. As anomalias climáticas relacionadas, ao fenômeno, são persistentes e podem durar vários meses (Aragão, 1986). O El Niño é o aquecimento anômalo das águas no Pacífico Tropical da costa do Peru/Equador até o oeste do Pacífico. Nos anos de El Niño, a pressão atmosférica sobre o Pacífico tende a valores mais baixos e aumenta no restante da região tropical. Os movimentos ascendentes do ar, causados pelo abaixamento da pressão, juntamente, com calor latente de condensação modificam a circulação geral, causando movimentos descendentes anômalos. Esses movimentos descendentes inibem a formação de nuvens e reduzem a precipitação, podendo causar secas, por vezes, fortes, como no caso do norte do Nordeste do Brasil. Vale a pena ressaltar, nesse contexto, que os episódios 1982 a 1983 e de 1997 a 1998, de El Nino, foram considerados um dos mais intensos, com valores de até 4°C de anomalias de TSM, com relevante impacto destrutivo sobre a Região, como um todo.

De maneira geral as mudanças climáticas globais é um tema presente em um número crescente de atividades. Há indicações tanto observacionais quanto de modelos numéricos que mostram o aumento

da temperatura média global e alterações do ciclo hidrológico. No entanto, a magnitude e o sinal de tais mudanças variam enormemente de região para região. Para que os cenários de mudanças climáticas tenham uma aplicação prática, é necessário detalhar os impactos detectáveis e previstos em escalas de tempo de décadas.

No Nordeste brasileiro, 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 Capibaribe, que se localiza no Agreste e Zona da Mata de Pernambuco, utilizando índices de detecção de mudanças climáticas,

baseados em dados observacionais de várias estações espalhadas por toda área geográfica da bacia.

2. Material e Métodos

A bacia hidrográfica do rio Capibaribe (Figura 1) encontra-se inserida no estado de Pernambuco, entre as coordenadas 07° 41' 20" e 08° 19' 30" de latitude sul, e 34° 51' 00" e 36° 41' 58" de longitude oeste. Abrange as mesorregiões da Zona da Mata e Agreste de Pernambuco. Limita-se ao norte com a bacia hidrográfica do rio Goiana e o estado da Paraíba, ao sul com a bacia hidrográfica do rio Ipojuca, a leste com o oceano Atlântico e com as bacias Hidrográficas secundárias dos rios Beberibe, Botafogo, Pirapama, Jaboatão e Igarassu, que deságuam diretamente no mar, a oeste, ainda com a bacia hidrográfica do rio Ipojuca (Pernambuco, 1998).

(1)

Figura 1. Localização da bacia do Capibaribe no Estado de Pernambuco

Apresenta regime fluvial de características intermitentes nas porções alta e média de seu curso em função das estiagens, sendo perene somente na porção baixa, a partir do município de Limoeiro. Do ponto de

vista climático, a área que abrange a bacia do rio Capibaribe é caracterizada pela alta variabilidade espacial e temporal do regime pluviométrico. A porção da bacia localizada no Agreste apresenta um período chuvoso

com duração de quatro meses, com o mês mais chuvoso em junho, apresentando uma condição de transição entre a semiaridez e clima subúmido. Por outro lado a porção da bacia do Capibaribe localizada na Zona da Mata Pernambucana caracteriza-se por apresentar clima úmido, com chuvas sempre superiores a 1000 mm anuais. O período chuvoso dessa região é um pouco mais longo com aproximadamente seis meses de duração que se estendem geralmente de março a agosto, (Pernambuco, 1994).

Neste estudo foram utilizadas séries históricas de 45 anos de dados de precipitação pluviométrica diária para a bacia do rio

Capibaribe desde janeiro de 1963 até dezembro de 2008. Os dados foram provenientes do banco de dados do Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE) e do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA). Foram escolhidos oito postos pluviométricos espalhados em diferentes áreas da bacia hidrográfica. 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 Capibaribe.

(2)

Figura 2. Localização dos postos pluviométricos estudados na bacia do Capibaribe.

O Software utilizado para o processamento e controle de qualidade dos dados foi o RClimindex 2.11.1, que é um programa, baseado no Microsoft Excel, que proporciona um pacote computacional que é

usado no cálculo de índices de extremos climáticos para monitorar e detectar mudanças climáticas. Foi desenvolvido por Byron Gleason do National Climate Data Centre (NCDC) da NOAA (National Oceanic

and Atmospheric Administration), e tem sido usado em oficinas CCI/CLIVAR (International Research Programme on Climate Variability and Predictability) sobre índices climáticos desde 2001.

Todos os arquivos de dados são lidos e escritos em formato de lista de colunas; a única exceção é o arquivo de dados, que é processado na etapa "Controle de Qualidade". São vários os requisitos para os dados de entrada no programa:

- a) Arquivo de texto ASCII (American standard code for information interchange);
- b) Colunas de seguintes sequências: Ano, Mês, Dia, Precipitação,

Temperatura Máxima, Temperatura Mínima (Nota: a unidade para precipitação é milímetro (mm) e a unidade para temperatura é grau Celsius (°C));

c) O formato requer que as colunas sejam espaçadas (isto é, cada coluna deve ser espaçada por um ou mais espaços);

d) para os registros dos dados serem reconhecidos pelo RCLimindex 2.11.1, os dados faltosos devem, necessariamente, ser codificados como -99.9 e os registros dos dados devem estar em ordem cronológica, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Dados de entrada para o RCLimindex 2.11.1

ANO	MÊS	DIA	PRCP	TMAX	TMIN
1965	1	13	12.1	-99.9	-99.9
1965	1	14	4.5	-99.9	-99.9
1965	1	15	10.0	-99.9	-99.9
1965	1	16	0.0	-99.9	-99.9
1965	1	17	0.0	-99.9	-99.9
...	...	...	...	...	...
1994	8	13	-99.9	-99.9	-99.9
1994	8	14	0.0	-99.9	-99.9
1994	8	15	0.0	-99.9	-99.9

Na tabela acima estão representados um período de dados do posto pluviométrico localizado no município de Belo Jardim (a exemplo), utilizado nesse estudo. Tem-se para a primeira linha, o significado de que no dia 13 de janeiro de 1965 ocorreu precipitação de

12,1 mm, como para esse estudo só foram utilizadas séries de precipitação, no lugar das temperaturas foi colocado -99.9, este procedimento permite que os dados sejam rodados e os resultados dos índices fornecidos. A compreensão para as outras

linhas é análoga. Acrescenta-se, ao entendimento, que o 0 (zero) na quarta coluna e quinta linha indica que não choveu na data correspondente, enquanto -99.9 na mesma coluna e oitava linha, indica que não houve registro de dados e, portanto, o dado é faltoso. (RCLIMDEX 1.0 – MANUAL DEL USUARIO, 2004).

O RCLimindex 2.11.1 calcula todos os 27 índices básicos recomendados pelo Climate Change Detection Monitoring and Indices (ETCCDMI) e fornece, para cada índice calculado, informações estatísticas, 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.

Abaixo, estão detalhados os índices utilizados nesse estudo, calculados a partir da precipitação pluviométrica diária e da temperatura diária:

PRCPTOT (Precipitação total anual dos dias úmidos*)

Seja ij RR a quantidade diária de precipitação num dia i de um período j . Se I representa o número de dias em j , tem-se:

$$PRCPTOT_j = \sum_{i=1}^I RR_{ij}$$

*Considera-se dias úmidos, os dias com precipitação acima de 1 mm (RCLIMDEX 1.0 – MANUAL DEL USUARIO, 2004).

DSC (Dias secos consecutivos)

Seja ij RR a quantidade diária de precipitação em um dia i de um período j , soma-se o maior número de dias consecutivos, em que:

$$RR_{ij} < 1mm$$

R10 (Número de dias úmidos)

Seja ij RR o montante de precipitação diária acumulado em um dia i de um período j ; São contados os dias em que:

$$RR_{ij} \geq 10mm$$

Rnn (Número de dias acima de nn mm)*

Seja ij RR a quantidade diária de precipitação em um dia i de um período j . Se * nn representa qualquer valor razoável de precipitação diária então, soma-se, então, o número de dias em que:

$$RR_{ij} \geq nn \text{ mm}$$

* Neste estudo se utilizará $nn = 50 \text{ mm}$, pois com isto se pode observar o comportamento deste índice, de chuva extrema, na região.

Rx1day j (Quantidade máxima de precipitação em um dia)

Seja ij RR o total diário de precipitação num dia i e num período j ; logo, os valores máximos de um dia para o período j são:

$$Rx1day_j = \max(RR_{ij})$$

Rx5day (Quantidade máxima de precipitação em cinco dias consecutivos)

Seja kj RR a quantidade de precipitação para o intervalo de cinco dias terminando no dia k do período j ; então, os valores máximos de cinco dias para o período j são:

$$Rx5day_j = \max(RR_{kj})$$

SDII (Índice simples de intensidade diária)

Seja wj RR a quantidade diária de precipitação nos dias úmidos, $w(RR \geq 1 \text{ mm})$ em um período j . Se W representa o número de dias úmidos em j ; então:

$$SDII_j = \frac{\sum_{w=1}^W RR_{wj}}{W}$$

Na Tabela 2 estão apresentados os índices climáticos derivados da precipitação pluviométrica diária, utilizados nesta pesquisa, conforme a definição realizada pelo ETCCDMI.

Tabela 2. Índices climáticos dependente da precipitação pluviométrica diária com definições e unidades.

ÍNDICE	NOME DO INDICADOR	DEFINIÇÃO	UNIDADE
PRCPTOT	Precipitação total anual nos dias úmidos	Precipitação total anual nos dias úmidos ($RR^* \geq 1 \text{ mm}$)	mm
CDD	Dias consecutivos secos	Número máximo de dias consecutivos com $RR^* < 1 \text{ mm}$	dias
R10mm	Número de dias com precipitação acima de 10 mm	Número de dias por ano onde a precipitação foi $\geq 10 \text{ mm}$	dias
R50mm	Número de dias com precipitação acima de 50 mm	Número de dias por ano em que a precipitação foi $\geq 50 \text{ mm}$	dias
Rx1 day	Quantidade máxima de precipitação em um dia	Máximo mensal de precipitação em um dia	mm
Rx5 day	Quantidade máxima de precipitação em cinco dias consecutivos	Máximo mensal de precipitação em cinco dias consecutivos	mm
SDII	Índice simples de intensidade diária	Precipitação anual total dividida para o número de dias úmidos (definidos por $PRCPTOT \geq 1,0 \text{ mm}$)	mm/dia

*RR indica precipitação diária

3. Resultados e Discussão

A Tabela 3 apresenta os valores das tendências temporais dos índices climáticos das oito localidades estudadas, onde identificam-se os seguintes índices: precipitação total anual (PRCPTOT), dias secos consecutivos (CDD), dias com precipitação acima de 10 mm (R10mm), dias com precipitação acima de 50 mm (R50mm), quantidade máxima de precipitação em um

dia consecutivo (Rx1day), quantidade máxima de precipitação em cinco dias consecutivos (Rx5day) e índice simples de intensidade diária, ou seja, precipitação pluviométrica total anual dividida pelo número de dias com chuva em um ano (SDII). Os valores destacados em negrito apresentam ótima significância estatística ($p < 0,05$), em itálico boa significância estatística ($p < 0,1$).

Tabela 3. Tendências dos índices climáticos da precipitação pluviométrica para as oito localidades selecionadas na bacia do rio Capibaribe. Os valores destacados em negrito apresentaram ótima significância estatística ($p < 0,05$) e os destacados em itálico, uma boa significância ($p < 0,1$).

MUNICÍPIO	LAT.	LONG.	PRCPTOT mm/ano	CDD dia/ano	R10mm dia/ano	R50mm dia/ano	Rx1 day	Rx5 day	SDII
Belo Jardim	-8,23	-36,36	-8,0	0,6	-0,24	-0,03	*	-1,28	-0,06
Brejo da Madre de Deus	-8,20	-36,28	-13,8	<i>1,7</i>	-0,46	-0,02	<i>-0,63</i>	-1,57	*
Frei Miguelino (Algodão do Manso)	-7,93	-35,85	<i>-2,8</i>	*	<i>-0,07</i>	-0,01	<i>-0,67</i>	-1,12	-0,02
Riacho das Almas	-8,13	-35,86	-5,9	1,0	*	<i>-0,03</i>	-0,77	-1,18	*
Santa Cruz do Capibaribe	-7,95	-36,20	-5,7	*	-0,27	*	*	*	<i>-0,15</i>
Pesqueira	-8,20	-36,55	-8,0	0,9	-0,40	0,006	0,57	0,82	*
Vertentes	-7,95	-36,20	-6,4	<i>0,9</i>	<i>-0,13</i>	<i>-0,02</i>	-1,13	-1,75	-0,03
Vitória de Santo Antônio	-8,13	-35,32	-8,5	1,0	*	*	*	<i>-0,89</i>	*

*não apresentaram significância estatística

Analisando os índices das oito localidades, observaram-se mudanças da

precipitação total anual (PRCPTOT) em todas elas, que evidenciaram diminuição no total

anual da precipitação. Pode-se constatar, também, que para o período de 1963 a 2008, a taxa de redução da pluviometria anual foi de 2,8 mm a 13,8 mm, com destaque para a localidade de Brejo da Madre de Deus que apresentou um índice negativo de 13,8 mm/ano. Por outro lado, o município de Frei

Miguelino (Algodão do Manso) apresentou a menor taxa de redução da precipitação com um decréscimo de apenas 2,8 mm/ano. A Figura 3 mostra a distribuição espacial da precipitação total anual (PRCPTOT) da bacia hidrográfica do rio Capibaribe.

(3)

Figura 3. Distribuição espacial dos índices de Precipitação Total Anual (PRCPTOT), em mm/ano para a bacia do rio Capibaribe.

Este resultado concorda com os obtidos por Moncunill (2006) que identificou uma tendência negativa na precipitação para o Estado do Ceará, em sua pesquisa que utilizou 32 estações pluviométricas para o período de 1974 a 2003, em que encontrou tendência negativa em 27 das 32 localidades analisadas. Lacerda et al., (2009b), em estudo realizado no Estado de Pernambuco para a bacia hidrográfica do Rio Pajeú, no Sertão do estado, também identificou tendência de diminuição das chuvas anuais em todas as localidades estudadas para o período de 1965

a 2004. Da mesma maneira, 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. Em contrapartida, resultados opostos foram encontrados por Santos (2006), que analisou a conduta do mesmo índice para os Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, em que se constatou um aumento da precipitação total anual.

Na análise do CDD, constatou-se a ocorrência de tendências positivas, em que houve um aumento na tendência de dias consecutivos secos, ou seja, houve o aumento de dias com precipitação inferior a 1 mm para as oito localidades estudadas da bacia do Capibaribe, com destaque para Brejo da Madre de Deus que apresentou o maior índice com 1,7 dia/ano. Em contrapartida duas das oito localidades não se mostraram significantes estatisticamente, com a magnitude das tendências inferiores aos seus erros padrões de estimativa e não foram consideradas.

Para os índices R10mm e R50mm pode-se afirmar que, juntamente com a PRCPTOT, apresentaram uma tendência negativa em todas as localidades estudadas, o que significa dizer que ocorreu uma diminuição no número de dias tanto com precipitação superior a 10 mm, como precipitação superior a 50 mm. No entanto três das oito localidades não apresentaram significância estatística para o índice R50mm e duas para o índice R10mm e também não foram consideradas.

A análise dos resultados mostrou, também, uma tendência de diminuição nos índices Rx1day e Rx5day, na maioria dos municípios estudados. No município de Vertentes houve a maior taxa de diminuição, apresentando um índice de -1,13 e -1,75 em mm/ano para um dia e para cinco dias consecutivos de precipitação, respectivamente. Em contrapartida o

município de Pesqueira foi o único município estudado que evidenciou tendência de aumento da quantidade máxima de precipitação, com os valores de 0,57 e 0,82 mm/ano, para Rx1day e Rx5day, respectivamente.

O índice SDII, apresentou igualmente a predominância de valores negativos, sendo esse índice definido como a precipitação total anual dividido pelo número de dias com chuva em um ano, mostrando uma variação negativa entre -0,02 mm e -0,15 mm por dia em um ano. Entretanto duas das oito localidades não se mostraram significantes estatisticamente, com a magnitude das tendências inferiores aos seus erros padrões de estimativa e não foram consideradas.

Analisando as configurações espaciais das tendências dos índices de precipitação pluviométrica diária, verifica-se a ocorrência de padrões de homogeneidade espacial da tendência temporal de ambos os índices. Uma vez que, para a diminuição total anual da precipitação, do número de dias com precipitação acima de 10 mm e 50 mm e diminuição de dias consecutivos com precipitação (1 dia e 5 dias), houve uma tendência de aumento do número de dias secos. De acordo com os resultados obtidos nessa pesquisa, observou-se que ocorreram mudanças locais no comportamento e no padrão da precipitação, corroborando com as pesquisas que mostram uma mudança no padrão da precipitação em todo o mundo, com a alteração na frequência e intensidade da

precipitação e secas mais intensas e longas, sobretudo em regiões semiáridas, conforme é relatado nos relatórios do IPCC.

4. Conclusões

1. Observou-se que ocorreram mudanças locais na precipitação média da bacia hidrográfica do Rio Capibaribe.
2. Todos os índices de PRCPTOT foram unânimes em evidenciar diminuição da precipitação.
3. Todos os índices CDD mostraram o aumento do número de dias secos consecutivos.
4. Os índices de R10mm e R50mm evidenciaram a diminuição do número de dias em um ano com a precipitação maior que 10 mm e 50 mm respectivamente.
5. Os índices Rx1day e Rx5day mostraram diminuição da quantidade máxima de precipitação em um e em cinco dias consecutivos.
6. 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 apenas de variabilidade.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao LAMEPE (laboratório de Meteorologia de Pernambuco)

pelo fornecimento dos dados e aos autores do RCLindex, Xuebin Zhang e Feng Yang por disponibilizarem o “software” gratuitamente.

6. Referências

- Aragão, J. O. R. (1996). *A influência dos Oceanos Atlântico e Pacífico sobre a circulação atmosférica e a chuva na Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil: Simulação e Observação*. In: SBMET. Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campos do Jordão - SP, p.830-833.
- Haylock, M. R et al. (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 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- 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?*. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande-MS. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

Lacerda, F. F.; Nobre, P. (2010). *Aquecimento*

Global: Conceituação e Repercussões sobre o Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, vol. 3, p. 14-17, Recife.

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

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. C. (2006). *Estimativas e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e Paraíba*. Dissertação de mestrado em meteorologia. 115f. UFPB, Campina Grande.