



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS DAS TEMPERATURAS EM RECIFE-PE: MUDANÇAS CLIMÁTICAS OU VARIABILIDADE?

Werônica Meira de Souza¹; Pedro Vieira de Azevedo².

RESUMO

As projeções do IPCC evidenciam alterações nos padrões das temperaturas e precipitação pluviométrica e maior frequência de ocorrência de eventos extremos. Apesar destas constatações, alguns cientistas céticos acreditam que a temperatura no planeta está passando por mudanças cíclicas e naturais, ora há aquecimento outrora há resfriamento. Há muitas dúvidas e incertezas relacionadas às mudanças climáticas e suas conseqüências, e que todos os acontecimentos relacionados às mudanças de tempo e clima atuais não devem ser sempre relacionadas ao aquecimento global. O objetivo deste trabalho foi detectar tendências no padrão das temperaturas máximas e mínimas, no período de 1961 a 2008, em Recife-PE, através do software RCLimdex (2.9.0), com propósito de dar suporte aos estudos das incertezas relacionadas as mudanças climáticas visando sua gestão. Foram utilizados dados diários de temperaturas (máximas e mínimas), no período de 1961 a 2008. Os resultados evidenciaram aumento das temperaturas máximas e mínimas, com aumento de ondas de calor na região. Com base nesses resultados é possível inferir que a área em estudo está ficando mais quente, o que indica que é cada vez mais forte a tendência de mudança e não de variabilidade. Apesar destas alterações, não se pode afirmar que as tendências de aumento destes índices estão relacionadas apenas às mudanças climáticas globais, pois as contribuições de vários fatores a nível local podem ter modificado o clima da região, como exemplo, a substituição de áreas vegetadas por asfaltos, indústrias, entre outros elementos, contribuindo para a formação de ilhas de calor e alteração do clima local.

Palavras-chave: Temperatura do ar, índices climáticos, RCLimdex.

PRELIMINARY ANALYSIS OF DETECTION OF TRENDS IN PATTERN OF TEMPERATURES RECIFE-PE: VARIABILITY OR CLIMATE CHANGE?

ABSTRACT

The IPCC projections show changes in pattern of temperatures and rainfall and greater frequency of extreme events. Despite these disclosures, some skeptical scientists believe that the planet temperature is undergoing cyclical and natural changes, sometimes going heating some others going cooling. According to these concerns, there are many doubts and uncertainties related to climate change and its consequences, and that all events related to the actual weather and climate changes should not always be related to global warming. The objective of this work was to detect trends in pattern of maximum and minimum air temperatures for the period from 1961 to 2008, at Recife-PE, Brazil, through the RCLimdex (2.9.0) software, with the purpose of giving support to studies of uncertainties surrounding the management of the climate change. The results showed an increase in maximum and minimum air temperature with the development of heat waves in the study region. Based in these results it is possible to conclude that the study area is becoming warmer with tendency more to climatic change than climatic variability. However, it is not possible to say that these observed climatic indexes tendencies are only related to global climatic changes, once the contribution of several local factors may have modified the regional climate. For instance, the substitution of vegetated areas by asphalt, industries, among others surface covering elements may contributed to the formation of heat waves and altered the local climate.

Key words: Air temperature, climatic indexes, RCLimdex.

Trabalho recebido em 12/09/2009 e aceito para publicação em 06/11/2009.

¹ Doutoranda em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58109-790, Campina Grande-PE. e-mail: weronicameira@gmail.com;

² Prof. Phd. da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas/UFCG. e-mail: pvieira@dca.ufcg.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a discussão sobre as variações climáticas e possivelmente as mudanças no clima tem despertado preocupação não apenas da comunidade científica internacional e nacional, como também dos governantes e da sociedade de maneira geral. E toda esta 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, através da divulgação dos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC.

As principais projeções de extremos climáticos se dão para a segunda metade do século XXI, com aumento geral dos extremos de temperatura, implicando em noites mais quentes, ondas de calor, e nos indicadores de eventos extremos de chuva. O relatório do IPCC (2007) apresenta evidências de mudanças de clima que podem afetar significativamente o planeta até 2100, com cenários de elevação das temperaturas entre 2 °C e 4,5 °C acima dos níveis pré-industriais, sendo a "melhor estimativa" de uma elevação de 3 °C. As projeções mais recentes do IPCC indicam, para o Brasil, um aumento da temperatura média no ar até 4 °C acima da média climatológica do período 1961-90 para o

ano de 2100. Para um cenário de elevadas taxas de emissão de poluentes, em 2100, a temperatura média do ar no Brasil pode aumentar até 28,9 °C, e para um cenário de baixas taxas de emissão a temperatura pode aumentar até 26,3 °C, tomando como referência a média de 25,0 °C para o período 1961-90 (MARENGO, 2007).

Outros pesquisadores acreditam que a temperatura no planeta está passando por mudanças cíclicas e naturais, ora há aquecimento outrora há resfriamento. De acordo com Molion (2007 e 2001), entre 1920 e 1945, a temperatura média global do ar próximo à superfície aumentou 0,37 °C, entre 1945 e 1978 diminuiu 0,14 °C e entre 1978 e 1999 voltou a aumentar 0,32 °C. O primeiro período de aquecimento (1920-1945) coincide com o período em que a atividade vulcânica foi a mais fraca dos últimos 400 anos. Neste período, o albedo planetário diminuiu e a Terra se aqueceu cerca de 0,4 °C naturalmente. O segundo período de aquecimento (1978–1999) tem causado maior polêmica, pois não foi verificado em todas as partes do mundo, sendo possível até que não tenha sido real, mas sim, resultado de outras influências tais como, mudanças de instrumentos de observação ou a falta de manutenção dos mesmos, mudanças no ambiente ao redor da estação meteorológica ou mesmo sua relocação.

De acordo com as inquietações acima, percebe-se que existem muitas dúvidas e incertezas relacionadas às mudanças climáticas e suas conseqüências, e que todos os acontecimentos relacionados às mudanças de tempo e clima atuais não devem ser sempre relacionadas ao aquecimento global, havendo a necessidade e a cautela de avaliar detalhadamente e cientificamente as causas de tais mudanças, desde níveis locais a regionais e globais. Ressalta-se que as variabilidades climáticas, principalmente os extremos climáticos, são fatores determinantes na qualidade de vida de uma sociedade, pois exercem influência significativa nas atividades industriais, comerciais, agrícolas, turismo, entre outros, sem falar no conforto ambiental. Neste sentido, é de suma importância o conhecimento das variações das temperaturas máximas e mínimas a nível local, pois poucas séries climatológicas locais foram avaliadas até então.

Salienta-se, ainda, que a mudança climática global pode ser intensificada localmente pelas mudanças regionais. Por exemplo, a construção de um grande reservatório de água gera um micro-clima em seu entorno. As grandes metrópoles geram ilhas de calor que modificam o seu clima, práticas agrícolas inadequadas podem gerar degradações de vastas áreas

podendo vir a modificar o clima local (AYOADE, 1996).

Há de se levar em consideração, também, as modificações sofridas pelo ambiente natural, principalmente na vegetação natural (bosques e florestas), que vem sendo substituída por pastagens, reflorestamentos e cultivos agrícolas. De alguma forma, isto contribui para alterar o cenário térmico da região, principalmente do Rio Grande do Sul (PIMENTEL, 2007).

De maneira geral, é consenso que mudanças climáticas na temperatura e na chuva têm um impacto direto e significativo nas atividades humanas, cujas variações freqüentemente resultam em repercussões ambientais, sócio-econômicas e políticas. No entanto, poucos estudos se dedicaram ao entendimento dos extremos climáticos de temperatura e chuva na América do Sul e de seus impactos sobre o sistema climático (IPCC, 2007).

Silva & Azevedo (2008) investigando a ocorrência ou ausência de mudanças climáticas no estado da Bahia no período de 1970 a 2006, através do software RCLimdex 1.9.0, observou que em grande parte da região, houve aumento no número de dias com temperaturas elevadas, aumento nas temperaturas mínimas diárias e aumento na intensidade das chuvas.

Vale salientar que a temperatura média global é um indicador simples da variabilidade interna do clima em simulações com modelos e em observações e, também, é comumente usada como o índice mais simples de variabilidade e mudança do clima global (BRAGANZA *et al.*, 2003). E que os eventos extremos vêm sendo alvo de várias pesquisas e trabalhos na comunidade científica em geral, devido ao aumento de perdas econômicas e vidas humanas causados pela ocorrência desses eventos (VINCENT *et al.*, 2005; LUCIO *et al.*, 2004).

É importante não esquecer que as atividades antrópicas sobre o meio ambiente, como os desmatamentos e queimadas, diminuição da vegetação, aumento de indústrias, prédios, veículos, asfalto das ruas, entre outros, provocam mudanças muito profundas na atmosfera local, modificando também a temperatura e interferindo na distribuição das chuvas na região. A cidade é um grande modificador do clima, pois, observa-se que a camada de ar mais próxima ao solo é mais aquecida nas cidades do que nas áreas rurais (Xavier *et al.*, 2009). Assim, a área urbana tem formas complexas como prédios e ruas, que alteram tanto a quantidade de calor absorvido no local como a direção e a velocidade dos ventos.

Nesse sentido, o presente trabalho objetivou a detecção de tendência climática das temperaturas máximas e mínimas, no período de 1961 a 2008, em Recife, como forma de averiguar se essa tendência constituiu em mudança ou variabilidade natural do clima.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram utilizados dados diários de temperaturas máxima e mínima para o período de 1961 a 2008 (47 anos de observação), registradas na estação meteorológica da cidade do Recife-PE (8°03' S; 34°55' W; 5m), cedido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Para detectar tendências climáticas, utilizou-se o software RCLimdex 2.9.0 para o processamento dos dados. O RCLimdex é um programa usado no cálculo de índices de extremos climáticos para monitorar e detectar mudanças climáticas. O RCLimdex foi desenvolvido por Byron Gleason do National Climate Data Centre (NCDC) da NOAA, e tem sido usado em oficinas CCI/CLIVAR (International Research Programme on Climate Variability and Predictability) sobre índices climáticos desde 2001. O pacote RCLimdex 2.9.0, é de distribuição gratuita e está disponível para download no [sítio](http://www.cgd.noaa.gov/cci-clivar/cci-clivarcg.html)

<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/software.shtml>.

Ressalta-se que a determinação de índices de tendências climáticas é de fundamental importância para compreensão das variações climáticas, especialmente quando é realizada para uma região ou um local específico. E o software RClimdex é uma ferramenta imprescindível na elaboração de índices climáticos, apesar de poucos trabalhos científicos estarem utilizando este programa para monitoramento do clima no Brasil. Alguns pesquisadores como Santos e Brito (2009 e 2007), Silva e Azevedo (2008) tem utilizado a ferramenta para monitorar as tendências climáticas em alguns Estados da região Nordeste do Brasil.

O software foi projetado para proporcionar uma interface amigável para calcular índices de extremos climáticos. Calcula todos os 27 índices básicos recomendados pela equipe de peritos do CCI/CLIVAR para “Climate Change Detection Monitoring and Índices” (ETCCDMI), onde os limites de alguns índices de temperatura e precipitação são definidos pelo usuário. Para determinação dos índices de temperatura, considerou-se

a climatologia das temperaturas máxima de 29 ° C e a mínima de 22 ° C.

A homogeneização dos dados foi planejada e implementada na versão do RClimdex 2.9.0, que para sua execução é necessário seguir os seguintes passos: (1) preparação de um arquivo de texto ASCII, composto de seis colunas correspondentes ao ano, mês, dia, precipitação (PRCP), temperatura máxima (TMAX), temperatura mínima (TMIN). (NOTA: unidades de precipitação = milímetros e unidades de temperatura = graus Celsius); (2) o formato deve ser delimitado por espaços, em geral, cada elemento separado por um ou mais espaços e; (3) para os registros dos dados, os dados faltosos devem ser codificados como -99.9 e os registros dos dados devem estar em ordem cronológica.

Dos vinte sete índices de detecção de mudanças climáticas produzidos pelo RClimDex, seis são referentes aos dados de temperatura (Zhang *et al.*, 2004). Neste trabalho, como foram utilizados apenas os dados de temperaturas, todos os espaços referentes à precipitação diária foram substituídos por -99.9 e, com isso, os índices climáticos utilizados foram apenas os que dependem da temperatura, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Índices climáticos dependentes das temperaturas máxima e mínima diária, com suas definições e unidades.

ID	Nome do Indicador	Definição	Unidade
TXx	Máximo da Temperatura Máxima	Valor mensal máximo da temperatura máxima diária.	°C
TNx	Máximo da Temperatura Mínima	Valor mensal máximo da temperatura mínima diária.	°C
TX90p	Dias Quentes	Número de dias com temperatura máxima acima do percentil 90.	Dias
TN90p	Noites Quentes	Número de dias com temperatura mínima acima do percentil 90.	Dias
DTR	Amplitude Diária de Temperatura	Diferença entre temperatura máxima e mínima.	°C
WSDI	Ondas de calor	Número de dias no ano, com pelo menos seis dias consecutivos, quando a temperatura máxima é maior que o percentil90.	Dias

Como dados de saída do RCLimindex 2.9.0 foram obtidos as seguintes estatísticas: 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; assim como, os gráficos das séries anuais. Foram consideradas como possíveis tendências climáticas os índices que apresentaram

tendência linear (positiva ou negativa) superior ao erro padrão de estimativa e estatisticamente significativa (valor de $p < 0,1$), obtidos pelo teste “t” *Student*, gerado pelo software.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das tendências temporais dos índices de extremos climáticos gerado para a localidade do Recife estão representados na Tabela 1. A

maioria dos índices demonstrou tendências de aumento (valor da inclinação positiva) estatisticamente significativas. A propósito a Tabela 1 mostra os valores da inclinação linear dos índices de temperatura, do erro padrão de estimativa e da sua significância

estatística (valor p). Os índices com alta significância estatística apresentaram valor de $p < 0,05$ (marcado em negrito), com boa significância estatística valores entre $0,05 < p < 0,1$. Os valores com $p > 0,1$ não apresentam significância estatística.

Tabela 1 - Valores da inclinação linear, do erro padrão de estimativa e da significância estatística (valor p) dos índices de temperatura para Recife-PE, no período de 1961 a 2008.

Índices	Inclinação	Erro padrão de estimativa	Valor-p
TXx	0.022	0.012	0.063
TNx	0.019	0.006	0.004
TX90p	0.521	0.129	0
TN90p	0.424	0.082	0
DTR	-0.007	0.005	0.201
WSDI	0.295	0.116	0.015

O índice dos máximos valores de temperaturas máxima diária (TXx) apresentou grande variabilidade interanual, com pequena tendência de aumento das temperaturas máximas, em torno de $0,02^\circ \text{C}$ por ano, no período de 1961 a 2008 (Figura 1a). Observa-se que as três últimas décadas apresentaram os maiores registros, com destaque para os anos de 1984, 1988 e 1995 que ultrapassaram os 35°C , representando 6°C acima da média climatológica. É importante ressaltar o mês de agosto de 1995, com a maior frequência diária de temperaturas elevadas em Recife, com pelo menos 7 dias registrando temperaturas acima de $35,5^\circ \text{C}$. A Figura 2b representa o comportamento do valor

mensal máximo da temperatura mínima diária (TNx), apresentando, também, tendência de aumento de $0,94^\circ \text{C}$ no período estudado (Figura 2a). Nos últimos 10 anos verificou-se uma elevação significativa, com registros de até $27,5^\circ \text{C}$ nos anos de 1998 e 2005, representando em média $5,5^\circ \text{C}$ acima da climatologia. Esta tendência de aumento das temperaturas mínimas evidencia a ocorrência de noites mais quentes, que pode estar associado ao aumento do transporte de umidade do oceano em direção ao continente, devido à elevação das temperaturas durante o dia, favorecendo o aumento da evaporação e a formação de nuvens na região.

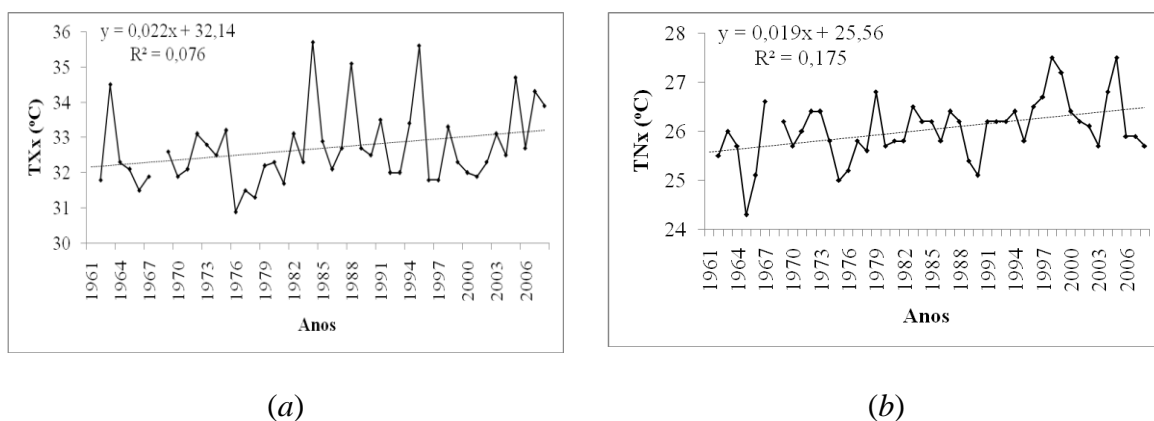


Figura 1 – Comportamento temporal dos índices: TXx - máximo das temperaturas máxima (a) e TNx – mínimo das temperaturas mínimas observados no período de 1961 a 2008 em Recife.

O aumento da temperatura máxima também é observado através do índice TX90p (Figura 2a), onde nota-se claramente o aumento do número de dias com temperaturas máximas acima do percentil 90, destacando o período de 1998 a 2008 que apresentou, em média, 15 a 55 dias quentes, a mais, no ano. O índice TN90p aponta para um aumento significativo de noites mais quentes, ou seja, com temperaturas mínimas acima da climatologia (22° C), principalmente a partir da década 1990 com

aproximadamente 10 dias a mais com registros de noites mais aquecidas. Diante destes cenários, constata-se com significância estatística que as noites estão mais quentes, e que a elevação das temperaturas pode estar associada à urbanização desenfreada da cidade, com aumento de ruas e avenidas asfaltadas, construção de prédios cada vez mais altos, indústrias, redução de áreas verdes, entre outros, contribuindo para uma modificação no clima da cidade.

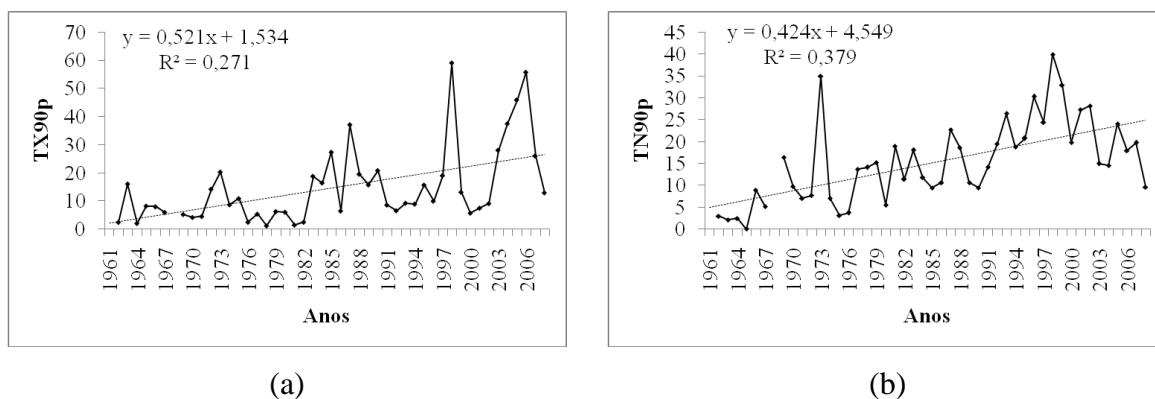
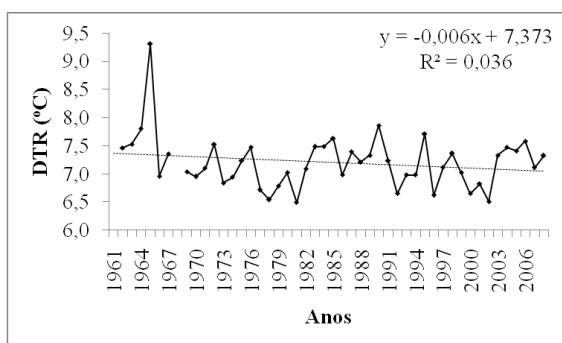


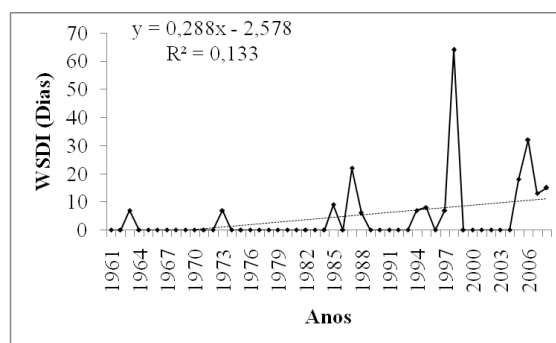
Figura 2 - Comportamento temporal dos índices TX90p - dias quentes (a) e TN90p - noites quentes (b) para o período de 1961 a 2008 em Recife.

Em relação à amplitude térmica diária (Figura 3a), verifica-se graficamente uma tendência de diminuição entre os valores das temperaturas máximas e mínimas, mas não é possível afirmar que está havendo uma diminuição da amplitude térmica, pois não tem significância estatística ($p < 0,01$). É importante mostrar que as ondas de calor tenderam a aumentar nos últimos 47 anos, conforme mostra a Figura 3b. Percebe-se um aumento

significativo a partir da década de 1990, destacando o ano de 1998, apresentando mais de 60 dias com pelo menos seis dias consecutivos com temperaturas máximas acima da média (29 °C). Cabe lembrar que em 1998 houve uma redução considerável das chuvas em Recife, devido à atuação do fenômeno El Niño de intensidade forte, responsável também pela elevação das temperaturas na região.



(a)



(b)

Figura 3 - Comportamento temporal dos índices DTR - amplitude diária de temperatura (a) e WSDI - ondas de calor (b) observados no período de 1961 a 2008 em Recife.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das incertezas científicas que ainda existem em relação ao tema mudanças climáticas, há evidências que o clima da Terra vem sofrendo alterações. Em Recife, diagnosticaram-se mudanças locais relacionadas às temperaturas durante um período de 47 anos, compreendido entre 1961 a 2008. Todos os índices analisados foram unânimes em evidenciar aumento das temperaturas máximas e

mínimas, constatando-se aumento de ondas de calor na região. Com base nesses resultados é possível inferir que a área em estudo está ficando mais quente, o que indica que é cada vez mais forte a tendência de mudança e não de variabilidade.

Apesar destas alterações, não pode ser afirmado que as tendências de aumento destes índices estão relacionadas apenas às mudanças climáticas globais, pois as

contribuições de vários fatores a nível local podem ter modificado o clima da região, como por exemplo, a substituição de áreas vegetadas por asfaltos, indústrias, prédios, entre outros elementos. Infelizmente, as ações do homem sobre o meio têm implicado no aumento da poluição, desmatamento e queimadas de floresta nativas, formação de ilhas de calor nos grandes centros, dentre outros, contribuindo para alterar o clima local e regional. Neste sentido, é importante a realização de um estudo detalhado sobre o crescimento urbano das cidades, identificando as mudanças no uso e ocupação do solo e seus impactos no clima local.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) pela concessão dos dados, aos autores do RCLimdex (Xuebin Zhang e Feng Yang) por disponibilizarem o “software” gratuitamente e à CAPES pelo incentivo na elaboração deste trabalho .

6. REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332p.

BRAGANZA, K.; KAROLY, D.J.; HIRST A.C; MANN, M.E; STOTT, P; STOUFFER, R.J; TETT S.F.B. Simple indices of global climate variability and change: Part I - variability and correlation structure, **Climate Dynamics**, v. 20, n. 5, p. 491-502, 2003.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policy Makers**. IPCC Geneva, 2007.

LUCIO, P. S.; SILVA, A. M.; SERRANO, A. I.; REAL, J. C. Climate Change Detection with GPD Diagnostic of Extreme Temperatures. Case Study: Lisbon.. In: 4o. Encontro Luso-Espanhol de Meteorologia e 3o. Congresso da APMG, 2004, Aveiro Portugal. **Livro de Resumos**, p. 334-339, 2004.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade**. Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI (Relatório nº 1: Caracterização do clima no Século XX e Cenários Climáticos no Brasil e na América do Sul para o Século XXI derivados dos Modelos Globais

- de Clima do IPCC). Ministério do Meio Ambiente. CPTEC/INPE. São Paulo. 2007.
- MOLION, L. C. B. Aquecimento global: Fato ou Ficção?. *Ação Ambiental*, v. 4, n.18, p.19-21, 2001.
- MOLION, L. C. B. **Aquecimento global: Natural ou Antropogênico?**. Disponível em: www.alerta.inf.br/files/Molion_aquecimento_natural_ou_antropogenico.doc. Acesso em 12 nov. 2007.
- PIMENTEL, M. G. P. Método de Estimativa de Temperaturas Mínimas e Máximas Médias Mensais Climatológicas do ar no Rio Grande do Sul. **Dissertação de Mestrado** (Meteorologia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2007.
- SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. I. B. 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, 303-312, 2007.
- SANTOS, C. A. C.; BRITO, José Ivaldo Barbosa de; RAMANA RAO, T. V. ; MENEZES, H. E. A. . Tendências dos índices de precipitação no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, p. 39-47, 2009.
- SILVA, G.B.; AZEVEDO, P.V. Índices de tendências de mudanças climáticas no Estado da Bahia. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Vol. 5, Nº 3, 2008.
- VINCENT, L. A; PETERSON, T. C.; BARROS, V. R.; MARINO, M. B.; RUSTICUCCI, M.; CARRASCO, G.; RAMIREZ, E.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T.; BERLATO, M. A.; GRIMM, A.M.; MARENGO, J. A.; MOLION, L.; MONCUNILL, D. F.; REBELLO, E.; ANUNCIAÇÃO, Y. M. T.; QUINTANA, J.; SANTOS, J. L.; BAEZ, J.; CORONEL, G.; GARCIA, J.; TREBEJO, I.; BIDEGAIN, M.; HAYLOCK, M. R.; KAROLY, D.; Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000. **Journal of Climate** 18: 5011-5023, 2005.
- Xavier, A.L.; Nogueira, M.C.J.A.; Maitelli, G.T.; Oliveira, A.G.; Oliveira, A.S.; Santos, F.M.M.; Nogueira, J.S. Variação da temperatura e umidade entre áreas urbanas de Cuiabá. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 6, n. 1, p. 082-093, jan/abr 2009.
- ZHANG, X. G.; HEGERL, F.W.; ZWIERS, J. K. Avoiding inhomogeneity in percentile-based indices of temperature extremes. **J. Climate**, 2004.