

ÍNDICES DE TENDÊNCIAS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ESTADO DA BAHIA

¹GILDARTE BARBOSA SILVA, ²PEDRO VIEIRA DE AZEVEDO

¹Doutor em Recursos Naturais Prof. da Secretaria de Educação do Estado da Bahia e Prof. Phd da Unidade Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia de 22 a 25 de setembro - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo investigar a ocorrência de tendências de mudanças climáticas no período de 1970 a 2006 nas microrregiões Oeste e Sudoeste da Bahia, através de índices de tendências de mudanças climáticas obtidos da precipitação total diária e das temperaturas máxima e mínima diárias das estações climatológicas das respectivas regiões. Utilizou-se os índices de detecção de mudanças climáticas sugeridos pela organização meteorológica mundial (omm) calculados a partir dos dados de precipitação diária e da temperatura diária através do software Rclimindex 1.9.0. Na no Oeste houve aumento no número de dias com temperaturas elevadas, aumento nas temperaturas mínimas diárias e aumento na intensidade das chuvas. Na região Sudoeste houve uma tendência de um pequeno aumento dos totais anuais de chuvas.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação pluviométrica, temperatura do ar, Software RCLimindex.

INDEXES OF TRENDS OF CHANGES CLIMATIC IN THE BAHIA STATE

ABSTRACT: This work had as objective to investigate the occurrence of climatic changes in the period of 1970 the 2006, in the microregions Oeste and Sudoeste of the Bahia, through indexes of trends of climatic changes with data of daily total precipitation and the daily temperatures maximum and minimum of the climatological stations of the respective regions. One used the indexes of detection of climatic changes suggested by (world meteorological organization wmo) calculated from the data of daily precipitation and the daily temperature through software Rclimindex 1.9.0. It was observed that in the region Oeste it had increase in the number of days with raised temperatures, increase in the daily minimum temperatures and increase in the intensity of rains. In the Southeast region it had a trend of a small increase of the annual rain totals.

KEYWORDS: Rainfall, air temperature, RCLimindex Software.

INTRODUÇÃO: No ano de 2007, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, IPCC (2007) publicou o quarto relatório a respeito dos avanços da ciência referente às mudanças climáticas globais. Apresentando além dos resultados científicos, características importantes: níveis de certeza para as principais conclusões e resultados de modelos de simulação de cenários climáticos futuros. Alguns estudos simulando os impactos sobre algumas culturas mais importantes para o Brasil através de modelagem foram apresentados por Siqueira (2001), para trigo, milho e soja; Marengo (2001), Pinto et al. (2002) e Assad et al. (2004) para café; e Nobre et al. (2005), Assad et al (2001) para milho, feijão, arroz, soja e café. Estes autores apresentam ainda as perdas econômicas anuais provocadas pelo aumento de 1 °C na temperatura do ar, mantendo-se as características tecnológicas e genéticas das culturas. Cardoso e Silva Dias (2000) e França et al. (2000) constataram condições no verão de 1999/2000 totalmente anômalas no clima de várias regiões do Hemisfério Sul, incluindo um inesperado verão ameno no Rio de Janeiro. É de extrema importância determinar o quanto a variação climática afeta a relação homem-meio, pois o clima afeta diretamente a produção

em todos os setores da sociedade. As modificações na superfície do solo, geralmente, alteram os fluxos à superfície, o que pode afetar o tempo e clima com reflexos na vegetação. O presente trabalho objetivou a detecção de índices de mudanças climáticas no estado da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi desenvolvido nas microrregiões Oeste e Sudoeste do estado da Bahia. Os dados diários de precipitação pluviométrica foram oriundos da extinta Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas (ANA). Os dados de reanálises de temperaturas máxima e mínima foram obtidos no INMET e no National Centers for Environmental Prediction (NCEP). Para os dados de temperatura utilizou-se o método de interpolação bicúbica. O Software RClindex 1.9.0 foi utilizado para o processamento dos dados e obtenção dos índices climáticos. A homogeneização dos dados foi planejada e implementada na versão do RClindex 1.9.0.

Os índices climáticos utilizados foram:

su25 = Número de dias por ano que a temperatura máxima $>25^{\circ}\text{C}$

tr20 = Número de dias por ano quando a temperatura mínima diária é $>20^{\circ}\text{C}$

txx = Valor mensal máximo de temperatura máxima diária em $^{\circ}\text{C}$

tnx = Valor mensal máximo de temperatura mínima diária em $^{\circ}\text{C}$

txn = Valor mensal mínimo de temperatura máxima diária em $^{\circ}\text{C}$

tnn = Valor mensal mínimo de temperatura mínima diária em $^{\circ}\text{C}$

rx_{1day} = Quantidade máxima de precipitação em 1 dia

rx_{5day} = Quantidade máxima de precipitação em 5 dia consecutivos

R10 = Número de dias por ano com a precipitação ≥ 10 mm

R20 = Número de dias por ano com a precipitação ≥ 20 mm

Rnn = número de dias por ano com a precipitação maior que nn ≥ 50 mm (parâmetro definido como a maior precipitação diária).

cdd = Número máximo de dias consecutivos com precipitação < 1 mm (dias consecutivos secos).

cwd = Número máximo de dias com precipitação ≥ 1 mm

r95p = precipitação anual total > 95 p (percentil: dias extremamente úmidos)

r99p = precipitação anual total > 99 p (percentil: dias extremamente secos)

precptot = precipitação total anual em dias úmidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A elaboração de índices de tendências de mudanças climáticas de uma determinada região funciona como ferramenta imprescindível para a compreensão do fenômeno das mudanças climáticas globais. Assim, o IPCC (2001 e 2007) concluíram que mudanças nos padrões de precipitação e o desaparecimento das geleiras afetam de forma significativa a disponibilidade de água para o consumo humano, a agricultura e a geração de energia. Todavia, para melhor compreender a contribuição dos índices de tendências climáticas no clima do estado da Bahia, foram apresentados todos os índices nas tabelas seguintes. Os índices de extremos climáticos estão apresentados nas tabelas para os municípios e suas respectivas regiões. A Região Oeste da Bahia é representada pelos municípios de Barreiras, Correntina e Santa Rita de Cássia (Tabela 1). Em Barreiras, os índices rx1d, rx5d, r10 mm, r20mm, Rnnmm, cdd, cwd, r95p, r99p e precptot, apresentaram tendências negativas de mudanças climáticas, enquanto que os índices: tr, txx, txn, tnx, rx1d e r20 mm mostraram significância estatística. Houve um aumento do número de dias no ano em que a temperatura mínima diária é $>20^{\circ}\text{C}$; aumento do valor mensal máximo da temperatura máxima diária; aumento do valor mensal da temperatura mínima diária; diminuição do máximo mensal de precipitação em 1 dia e diminuição de dias do ano com precipitação ≥ 20 mm. Em Correntina, os índices tr, tnn, rx5d, r10mm, cdd, cwd e r99p apresentaram tendências

negativas de mudanças climáticas. Entretanto, os índices: su, tr, txx, txn, tnn, rx1d, Rnnmm e r95p apresentaram significância estatística. Houve aumento do número de dias do ano com temperatura ≥ 25 °C; uma diminuição do número de dias no ano com temperatura mínima diária ≤ 20 °C; aumento do valor mensal máximo da temperatura máxima diária; aumento do valor mensal mínimo de temperatura máxima diária; diminuição do valor mensal mínimo de temperatura mínima diária; aumento do máximo mensal de precipitação em 1 dia; aumento do número de dias por ano em que a precipitação ≥ 50 mm; e um aumento do número de dias extremamente úmidos. Em Santa Rita de Cássia, os índices tr, tnn, rx1d, r20mm, Rnnmm, cdd, cwd, r95p, r99p, precptot, apresentaram tendências negativas de mudanças climáticas, porém, apenas tr mostrou significância estatística. Observa-se que nessa região houve variação nas temperaturas, Isso levou ao aumento do número de dias sem chuva e diminuição da precipitação pluviométrica.

Tabela 1. Índices de tendências de mudanças climáticas na região Oeste do estado da Bahia

Índices	Barreiras			Correntina			Santa Rita de Cássia		
	Inclinação	Valor_p	R ²	Inclinação	Valor_p	R ²	Inclinação	Valor_p	R ²
su	0.275	0.136	0.053	2.266	0.609	0.001	0.645	0.469	0.181
tr	5.818	1.154	0	-4.826	1.673	0.009	-0.51	0.286	0.086
txx	0.003	0.002*	0.08	0.595	0.264	0.034	0.016	0.013*	0.246
txn	0.064	0.028*	0.03	0.08	0.02*	0.001	0.017	0.015*	0.259
tnx	0.023	0.007*	0.002	0.86	0.662	0.207	0.004	0.008*	0.6
tnn	0.034	0.046*	0.468	-0.372	0.099*	0.001	-0.016	0.011*	0.162
rx1day	-0.633	0.311	0.051	0.82	0.445	0.081	-0.444	0.538	0.419
rx5day	-0.2	0.642	0.758	-0.135	1.039	0.898	0.25	0.761	0.746
r10mm	-0.119	0.107	0.273	-0.021	0.159	0.896	0.019	0.145	0.895
r20mm	-0.128	0.074*	0.095	0.045	0.146	0.76	-0.069	0.099*	0.492
Rnnmm	-0.047	0.035*	0.19	0.084	0.05*	0.109	-0.027	0.043*	0.534
cdd	-0.262	0.525	0.622	-0.25	0.886	0.781	-0.07	0.58	0.905
cwd	-0.004	0.056*	0.948	-0.012	0.08*	0.879	-0.021	0.085*	0.811
r95p	-2.948	2.504	0.249	6.78	3.825	0.092	-2.84	3.122	0.374
r99p	-1.475	1.312	0.27	-0.601	1.142	0.604	-1.063	2.326	0.653
precptot	-5.192	3.574	0.157	5.194	6.926	0.462	-3.009	5.222	0.571

* - Os valores destacados apresentaram alta significância estatística ($p < 0,1$)

A Região Sudoeste da Bahia é representada pelos municípios de Caetité, Ituaçu e Vitória da Conquista (Tabela 2). Em Caetité (tr,txx, tnx, rx5d, r10mm, r20mm, Rnnmm, cdd, cwd, r95p, precptot) apresentaram tendência de mudanças climáticas. Porém, tr, txx, txn, tnx, rx1d, rx5d, r10mm, cdd, precptot apresentaram significância estatística. Houve diminuição do número de dias com temperatura mínima >20 °C; diminuição do valor mensal máximo de temperatura máxima diária; aumento do valor mensal mínimo de temperatura máxima diária; diminuição do valor mensal máximo de temperatura mínima diária; aumento da máxima precipitação mensal por dia; diminuição da máxima mensal de precipitação em 5 dias consecutivos; diminuição do número de dias por ano em que a precipitação ≥ 10 mm; diminuição do número máximo de dias consecutivos com precipitação <1 mm (dias consecutivos secos); diminuição da precipitação anual total nos dias úmidos com precipitação ≥ 1 mm. Em Ituaçu, os tr, tnn, r10mm, r20mm, cdd apresentaram tendências de mudanças climáticas negativas. Porém, os índices su, tr, txx, tnx, tnn, cdd, cwd apresentaram significância estatística. Houve aumento no número de dias por ano quando a temperatura máxima >25 °C; diminuição do número de dias

com temperatura mínima $>20^{\circ}\text{C}$; aumento do valor mensal máximo de temperatura máxima diária; aumento do valor mensal máximo de temperatura mínima diária; diminuição do valor mensal mínimo de temperatura mínima diária; diminuição do número máximo de dias consecutivos com precipitação <1 mm (dias consecutivos secos); aumento do número máximo de dias consecutivos com precipitação ≥ 1 mm. Em Vitória da Conquista, os índices txx, tnn, r10mm, r20mm, cdd e preptot apresentaram tendências negativas de mudanças climáticas, porém su, tr, txx, tnn apresentaram significância estatística. Houve aumento no número de dias em um ano quando a temperatura máxima $>25^{\circ}\text{C}$; aumento do número de dias com temperatura mínima $>20^{\circ}\text{C}$; diminuição do valor mensal máximo de temperatura máxima diária; diminuição do valor mensal mínimo de temperatura mínima diária.

Tabela 2. Índices de tendências de mudanças climáticas na região Sudoeste do estado da Bahia

Índices	Caetitê			Ituaçu			Vitória da Conquista		
	Inclinação	Valor_p	R ²	Inclinação	Valor_p	R ²	Inclinação	Valor_p	R ²
su	0.892	0.55	0.115	1.804	0.446	0.001	1.223	0.498	0.02
tr	-2.433	1.284	0.068	-3.782	0.86	0	0.461	0.205	0.032
txx	-0.169	0.101*	0.106	0.503	0.251	0.06	-0.581	0.288	0.053
txn	0.065	0.03*	0.04	0.005	0.014*	0.743	0.018	0.017*	0.29
tnx	-0.107	0.065*	0.109	0.864	0.362	0.028	0	0.228	0.998
tnn	0.041	0.033*	0.22	-0.229	0.056*	0.001	-0.127	0.035*	0.001
rx1day	0.594	0.324	0.078	0.238	0.431	0.588	0.606	0.445	0.186
rx5day	-1.065	0.589	0.082	0.195	0.797	0.81	1.15	0.934	0.23
r10mm	-0.443	0.227	0.06	-0.045	0.119	0.707	-0.162	0.149	0.286
r20mm	-0.211	0.154	0.183	-0.074	0.087*	0.404	-0.048	0.089*	0.594
Rnnmm	-0.018	0.028*	0.53	0.008	0.031*	0.807	0.03	0.022*	0.172
cdd	-2.051	0.857	0.023	-0.608	0.221	0.014	-0.994	1.088	0.369
cwd	-0.003	0.036*	0.935	0.082	0.045*	0.083	0.053	0.048*	0.279
r95p	-2.88	2.555	0.269	1.198	2.32	0.613	1.719	2.143	0.43
r99p	1.66	1.141	0.156	-0.03	0.482	0.951	1.837	1.383	0.196
preptot	-9.746	5.727	0.1	1.258	4.66	0.791	-0.063	5.049	0.99

* - Os valores destacados apresentaram alta significância estatística ($p < 0,1$)

CONCLUSÃO: O estudo mostrou-se coerente com estudos sobre índices de precipitação e temperatura diárias, realizados com abrangência continental. Os resultados demonstram que há tendência positiva de mudanças climáticas, já previstas pelo último relatório do IPCC (2007). Conclui-se que, tanto o padrão das temperaturas diárias (máxima e mínima) quanto o padrão da precipitação anual nessas microrregiões Oeste e Sudoeste do estado da Bahia foram modificados nos últimos 36 anos. Na microrregião Oeste houve aumento na temperatura mínima diária e aumento das máximas; a intensidade das chuvas também sofreu redução. Nessa região houve variação principalmente nas temperaturas, isso levou ao aumento do número de dias sem chuva e diminuição da precipitação pluviométrica. Na microrregião Sudoeste houve um aumento na temperatura mínima diária e das máximas, a intensidade das chuvas também sofreu diminuição. Infere-se que, o aumento nas temperaturas induziu ao aumento do número de dias sem chuva e redução da precipitação pluvial nessas regiões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.; SILVA, F.A.M.; CUNHA, S.A.R.; ALVES, E.R.,

- LOPES, T.S.S.; PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J. Zoneamento agroclimático para a cultura do café (*Coffea arabica* L.) no Estado de Goiás e sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.510-518, 2001.
- ASSAD, E. D., PINTO H. S., ZULLO JR., J., ÁVILA, A. M. H. de, 2004. Impacto das Mudanças Climáticas no Zoneamento Agroclimático do Café no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 39, n. 11, 2004.
- BAHIA. Secretaria da Agricultura, Irrigação e reforma Agrária. O Desempenho do Agronegócio 2003-2006. Salvador: SEAGRI, 2006.
- BAHIA. Superintendência de Estudos e Informações Econômicos e Sociais da Bahia. Análise dos atributos climáticos do estado da Bahia. Salvador: SEI, 1998.
- CARDOSO, A. O., & SILVA DIAS, P. L. A influência da temperatura da superfície do mar no clima de inverno na cidade de São Paulo. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**. SBMET. Rio de Janeiro, RJ, 3685-3693. 2000.
- FRANÇA, J.R.A., Li, L.Z., SILVA, F.N.R. e JUNIOR, A.R.T. Sensibilidade do Modelo de Circulação Geral do LMD as Variações na Temperatura da Superfície do Mar no Pacífico Tropical. **Anais do XI Cong. Brasileiro de Meteorologia**, RJ, 3685-3693. 2000.
- IPCC Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change – AR4. 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 21/09/2008.
- IPCC Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change and Vulnerability**. Cambridge 2001. Impacts, Adaptation: Cambridge University Press, 2001. Contribution of Working Group II to the Third assessment.
- MARENCO, J. A. Impactos das Condições Climáticas e da Variabilidade e Mudanças do Clima sobre a Produção e os Preços Agrícolas: Ondas de Frio e seu Impacto sobre a Cafeicultura nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. In: Lima, M. A. de, Cabral, O. M. R., Miguez, J. D. G. (Eds.). **Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, pp. 97-123. 2001.
- NOBRE, C. A., Assad, E. D., Oyama, M. D. **Mudança Ambiental no Brasil** – O impacto do aquecimento global nos ecossistemas da Amazônia e na agricultura. In: Scientific American Brasil. Nº 12. Set-2005.
- NOBRE C.A., OYAMA, M.D., OLIVEIRA, G. S., MARENCO, J.A., SALATI, E. **Impact of climate change scenarios for 2100 on the biomes of South America**. First International CLIVAR Conference, Baltimore, USA, 21-25 June 2004.
- PINTO, H. S., Assad, E. D., Zullo Jr., Brunini, O., 2002. O Aquecimento Global e a Agricultura. **Revista Eletrônica do Jornalismo Científico**, Comciência – SBPC, v. 35, p. 1-6, 2002.
- SIQUEIRA, O. J.,. Efeitos Potenciais das Mudanças Climáticas na Agricultura Brasileira e Estratégias Adaptativas para Algumas Culturas. In: Lima, M. A. de, Cabral, O. M. R., Miguez, J. D. G. (Eds.). **Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, 2001.