

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

**Análise de tendência da
precipitação utilizando testes
estatísticos: um estudo de
caso no município de Bom
Conselho-PE**

*João Salgueiro
Suzana Montenegro
Eber de Andrade
Bernardo Barbosa
Werônica Meira*

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Considerações iniciais

Aquecimento global

Efeito estufa

TSM

El Niño
La Niña

Antropismo

MUDANÇAS OU VARIABILIDADE CLIMÁTICAS

CICLO HIDROLÓGICO
Precipitação
Descaracterização climática

SECAS SEVERAS

- Abastecimento doméstico / industrial
- Agropecuária / êxodo rural

ENCHENTES/DESLIZAMENTOS

- Patrimônio público e privado
- Óbitos

DESASTRES NATURAIS

- Prejuízos socioeconômicos e ambientais

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

O que dizem as pesquisas sobre tendência da precipitação?

IPCC – 5º RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO/
2013

Aumento na PMA
no Planeta até o final do século

Redução da PMA nas regiões secas,
latitudes médias e subtropicais,

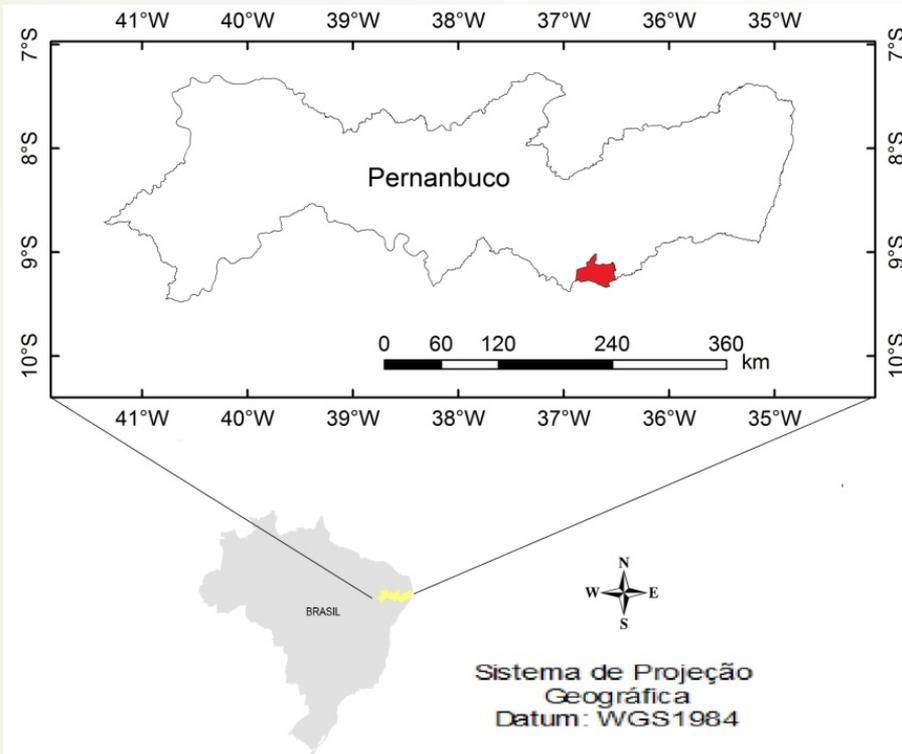
Alexander *et al.* (2006) - condições mais úmidas para o Planeta durante o século 20
Hayloc *et al.* (2006) - condições mais secas para o NEB

Farias & Nóbrega (2010) – Aumento em todo Estado de Pernambuco
Souza & Azevedo (2012) – Aumento das chuvas intensas em Recife

Santos *et al.* (2014) – Redução na bacia do rio Una
Assis *et al.* (2012) – Redução na bacia do rio Capibaribe
Assis & Sobral (2012) – Redução nas bacias dos rios Brígida e Pajeú

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Localização e caracterização da área de estudo



Município de Bom Conselho

- Agreste meridional
- Área: 790,31 km²
- População: 45.503 hab.
- Densidade demográfica: 57,58 hab./ km²
- IDHM: 0,563
- Atividade: Agropecuária / extrativismo
- Clima: Subúmido / semiárido
- PMA: 700 a 1.150 mm
- Relevo: Suave / ondulado
- Planalto da Borborema - 650 m
- Vegetação: Floresta / caatinga

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Metodologia

RECURSO PLUVIOMÉTRICO

Série pluviométrica de longo período disponibilizado pela APAC/ITEP

ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA

Programa *Hidroplu*

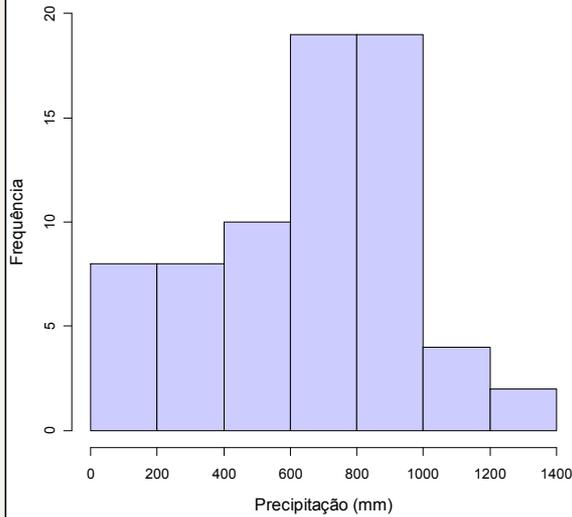
ANÁLISE ESTATÍSTICA

Tendências centrais / dispersivas e pontos atípicos

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
Média	649,0 mm	Mínimo	101,0 mm
Mediana	691,0 mm	1º quartil	434,5 mm
Desvio padrão	308,8 mm	3º Quartil	887,3 mm
Variância	95357,4 mm	Amplitude (AIQ)	452,8 mm
Curtose	-0,8	Limite superior	1566,4 mm
Assimetria	-0,3	Limite inferior	-244,6 mm
Variação	48%	<i>Outlier</i> inferior	Não existe
Máximo	1295,0 mm	<i>Outlier</i> superior	Não existe

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

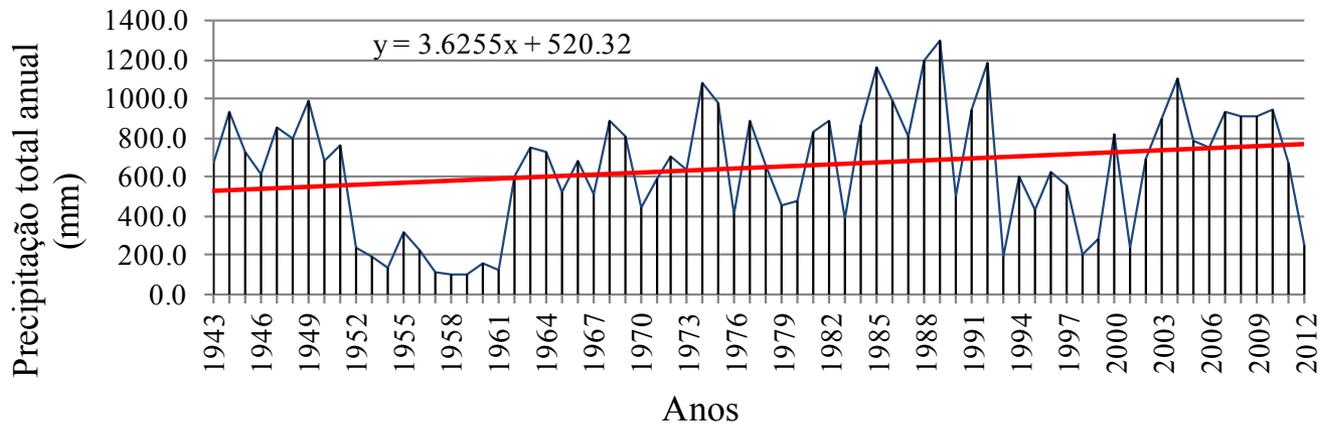
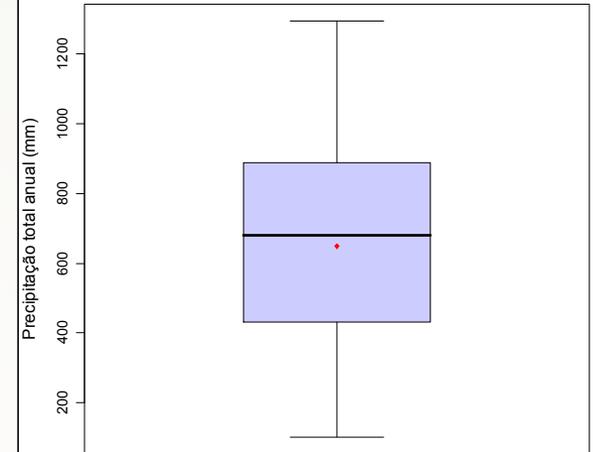
Estação: Bom Conselho



ANÁLISE EXPLORATÓRIA

- Histograma
- Box Plot
- Linha de tendência

Estação: Bom Conselho



Serviço Geológico do Brasil – CPRM

DETECÇÃO DE TENDÊNCIA PLUVIOMÉTRICA

MÉTODO (TESTES ESTATÍSTICOS)

- Mann Kendall – Não paramétrico
- Spearman's Rho – Não paramétrico
- Linear regression - Paramétrico

TESTES DE HIPÓTESES

- Hipóteses nula h_0 : Não existência de tendência
- Hipótese alternativa h_1 : Existência de tendência crescente ou decrescente

NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA (α)

- $\alpha > 0,10$ significa pouca evidência contra a hipótese nula " h_0 ";
- $0,05 < \alpha < 0,10$ significa possíveis evidência contra a hipótese nula " h_0 ";
- $0,01 < \alpha < 0,05$ significa forte evidência contra a hipótese nula " h_0 ";
- $\alpha < 0,01$ significa muito forte evidência contra a hipótese nula " h_0 ".

ERRO TIPO I

Quando h_0 é incorretamente rejeitado

ERRO TIPO II

Quando h_0 é aceita e sendo h_1 verdadeira

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

VARIÁVEL HIDROLÓGICA ALEATÓRIA CONTÍNUA (CHUVA)

~~TESTES DE ADEQUAÇÃO~~

~~RECOMENDAÇÕES~~

- ~~• Normalidade~~
- ~~• Independência~~
- ~~• Homogeneidade~~
- ~~• Estacionariedade~~



REAMOSTRAGEM

Técnicas robustas usadas quando os pressupostos dos testes estatísticos são violados

MÉTODO *BOOTSTRAPPING* DE REAMOSTRAGEM

Os valores das estatísticas de teste das séries originais são amostrados com substituição e comparados com as estatísticas de teste das séries geradas.

Serão utilizados 1.000 repetições de valores aleatórios (Chiew & Siriwardena, 2005)

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Trend Change Detection Software - TREND

- Produzido por *Cooperative Research Center for Catchment Hydrology* - CRCCH,
- Francis Chiew e Lionel Siriwardena em 2005 na Austrália.
- Doze testes estatísticos para tendências, mudanças abruptas e aleatoriedade (hipóteses).
- Adquirir gratuitamente em: <http://www.toolkit.net.au/Tools/TREND>,

VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS TESTADAS

- Precipitação Total Anual - **PTA**
- Trimestre Mais Úmido - **TMU**

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

RESULTADOS DOS TESTES ESTATÍSTICOS APLICADOS À PTA

Métodos	Variável hidrológica	Estatística de teste	Valores críticos (Tabelados)			Resultado
			$\alpha=0,10$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	
Mann-Kendall	PTA	2,008	1,645	1.960	2,576	Positivo $\alpha<0,05$
Spearmann's Rho		2,014	1,645	1.960	2,576	Positivo $\alpha<0,05$
Regressão linear		2,029	1,669	1.997	2,654	Positivo $\alpha<0,05$

Métodos	Variável hidrológica	Estatística de teste	Valores críticos (Reamostragem)			Resultado
			$\alpha=0,10$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	
Mann-Kendall	PTA	2,008	1,637	1,906	2,621	Positivo $\alpha<0,05$
Spearmann's Rho		2,014	1,691	1,993	2,635	Positivo $\alpha<0,05$
Regressão linear		2,029	1,604	1,928	2,417	Positivo $\alpha<0,05$

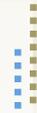
Serviço Geológico do Brasil – CPRM

RESULTADOS DOS TESTES ESTATÍSTICOS APLICADOS À TMU

Métodos	Variável hidrológica	Estatística de teste	Valores críticos (Tabelado)			Resultado
			$\alpha=0,10$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	
Mann-Kendall	TMU	1,272	1,645	1,960	2,576	Não significativa
Spearman's Rho		1,199	1,645	1,960	2,576	Não significativa
Regressão linear		0,974	1,669	1,997	2,654	Não significativa

Métodos	Variável hidrológica	Estatística de teste	Valores críticos (Reamostragem)			Resultado
			$\alpha=0,10$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	
Mann-Kendall	TMU	1,272	1,567	1,906	2,332	Não significativa
Spearman's Rho		1,199	1,671	1,962	2,589	Não significativa
Regressão linear		0,974	1,704	2,019	2,645	Não significativa

Serviço Geológico do Brasil – CPRM



CONCLUSÃO

- Os testes estatísticos indicaram fortes evidências de tendências crescentes na PTA, entretanto para o TMU, não apresentou significância estatística.
- Como o TMU não apresentou tendência significativa, este estudo deverá ser estendido aos outros trimestres, pois deverá existir outro período do ano com a presença de tendência significativa, sendo essa positiva e coerente com a PTA .

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

João Salgueiro
Pesquisador em Geociências
Joao.salgueiro@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br