



# XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste



## Mudanças climáticas e implicações nos recursos hídricos do semiárido brasileiro



**Edneida Cavalcanti**

Pesquisadora da Fundaj; Doutoranda do PPEC

**Suzana Montenegro**

Professora da UFPE

**Jaime Cabral**

Professor da UFPE

João Pessoa, novembro de 2012

# Roteiro de apresentação

- Introdução
- Os cenários de mudanças climáticas globais e os rebatimentos no Brasil
- O semiárido brasileiro, as mudanças climáticas e as repercussões nos recursos hídricos
- Considerações finais
- Bibliografia

# Introdução

**O registro paleoclimático grita para nós que, longe de ser autoestabilizado, o clima da Terra é uma fera selvagem que reage violentamente a menor cutucada.**

Wallace Broecker (Colling the tropics, 1995)

- Dinâmica e transformação sempre estiveram presentes na história geológica e biológica do planeta.
- As transformações provocadas, em grande proporção, pelas sociedades industrializadas, vem instituindo um ritmo novo as mudanças:
  - Maior rapidez, intensidade e abrangência.
  - Se fazem sentir em praticamente todos os sistemas naturais do planeta, sem que sejam acompanhadas pela capacidade de adaptação, de co-evolução entre os sistemas sociais e naturais.
  - A incerteza e imprevisibilidade também acompanham os padrões atuais das mudanças globais.
  - Importância de compreender melhor esses processos.

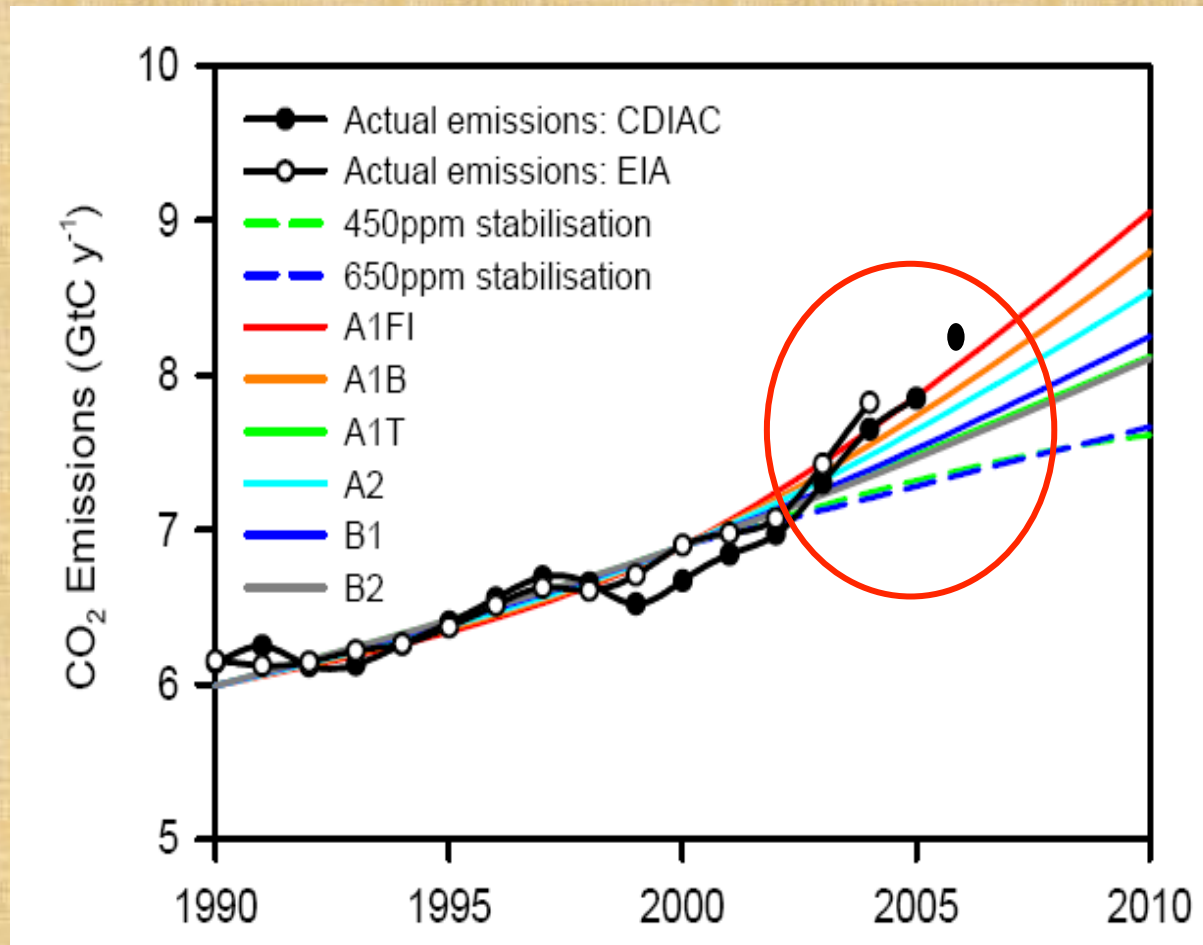
- O objetivo do presente trabalho é trazer algumas **reflexões** sobre as mudanças climáticas para regiões específicas no semiárido pernambucano, construídos com uso de metodologias diferenciadas, mas buscando compreender melhor o comportamento do **ciclo hidrológico diante dos cenários de mudanças climáticas globais**.
- São iniciativas importantes no que se refere à **construção de conhecimento** que permita identificar estratégias de mitigação, mas, sobretudo de medidas de diminuição das vulnerabilidades e ampliação da **capacidade adaptativa**.



# Os cenários de mudanças climáticas globais e os rebatimentos no Brasil

- O IPCC trabalha com modelos climáticos, que são construções numéricas altamente complexas, que codificam as leis da dinâmica e termodinâmica para os fluidos geofísicos relevantes (BARRY; CHORLEY, 2004 *apud* NÓBREGA, 2010).
- Outro aspecto relativo à confiabilidade dos modelos climáticos diz respeito a sua relação com as variabilidades naturais. “Há uma interação entre a variabilidade natural do clima e o efeito estufa, a diferença entre estas características climáticas está na escala de tempo de ação” (NÓBREGA, 2010, p. 30) .

## Cenários de emissões de CO<sup>2</sup>



As emissões estão seguindo o cenário mais extremo

2ppm/CO<sup>2</sup>/ano

Fonte: Raupach *et al.* 2007





# A variabilidade climática no semiárido brasileiro

Anual: período de chuva e de estiagem



Foto: Instituto do Semiárido – INSA.



Foto: Instituto do Semiárido – INSA.

Interanual: secas



Foto: Edneida Cavalcanti

Espacial

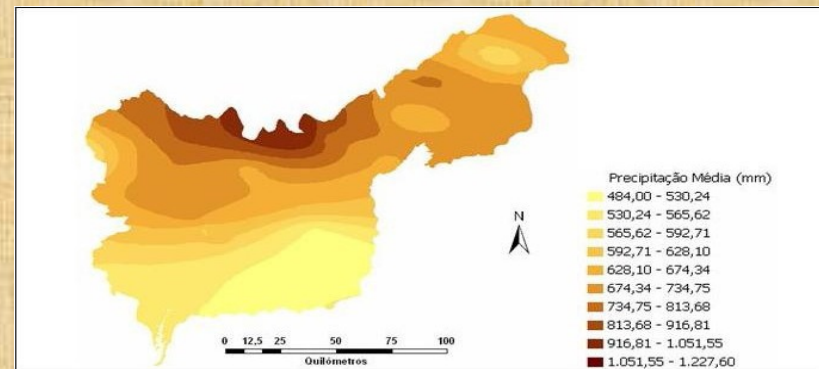


Figura - Mapa da distribuição espacial da precipitação média na bacia do Pajeú

Fonte: Salgueiro; Montenegro, 2008.





Foto: Edneida Cavalcanti



Foto: Edneida Cavalcanti



avs\_@hotmail.com

## Implicações na questão da segurança hídrica,



Foto: Edneida Cavalcanti

que também é alimentar e  
energética.

## **Segundo o Relatório do Clima do Brasil (PROBIO-GOF UK-INPE)**

- Que tem usado modelos regionais de até 50 km de resolução animados no modelo global de HadAM3 do Centro Climático do Reino Unido (Hadley Centre), no cenário climático pessimista, as **temperaturas aumentariam de 2 a 4 °C no Nordeste até o final do século XXI**. No cenário otimista, o aquecimento seria entre 1-3 °C.
- Alguns modelos pessimistas fazem previsões das **chuvas reduzirem entre 15-20%**



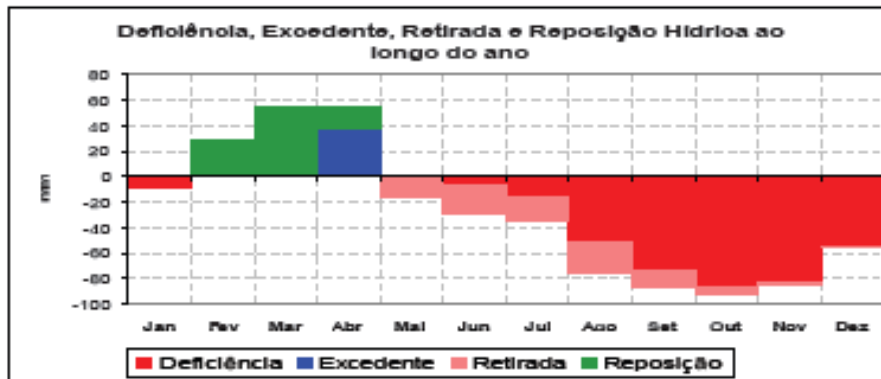
# Possíveis Impactos das mudanças no clima do Nordeste

- **Aridização** da Caatinga;
- Um aumento de 3°C ou mais na temperatura média **deixaria ainda mais secos** os locais que hoje têm maior déficit hídrico no semiárido;
- A **produção agrícola de subsistência** de grandes áreas **pode se tornar inviável**, colocando a própria sobrevivência dos seres humanos em risco;
- O **alto potencial de evaporação do Nordeste**, combinado com o aumento de temperatura, causaria diminuição da água de lagos, açudes e reservatórios;
- O semiárido nordestino ficará vulnerável a **chuvas torrenciais e concentradas** em curto espaço de tempo, resultando em mais erosão, grandes enchentes e graves impactos socioambientais.

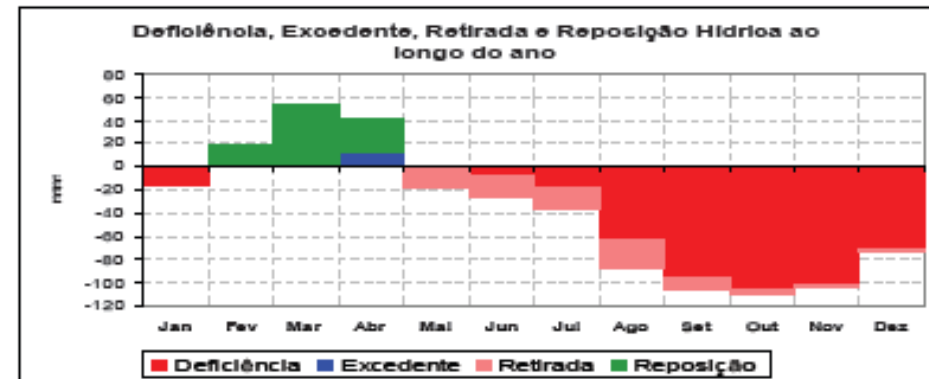


# Tendência de “Aridização” do Semiárido Brasileiro, até o final do Século XXI

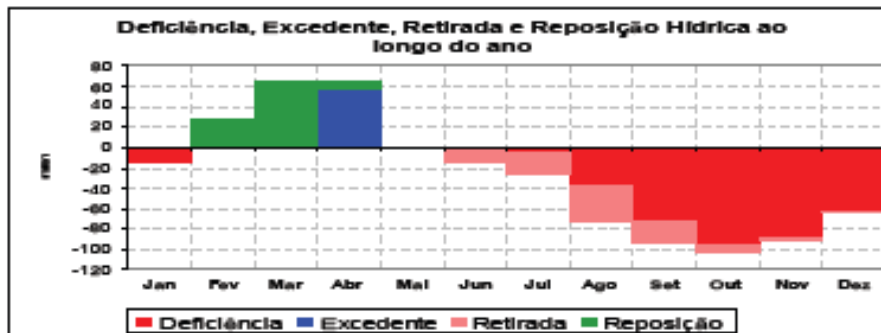
Período: 1961 a 1990



Período: 2041 a 2070



Período: 2011 a 2040



Período: 2071 a 2100

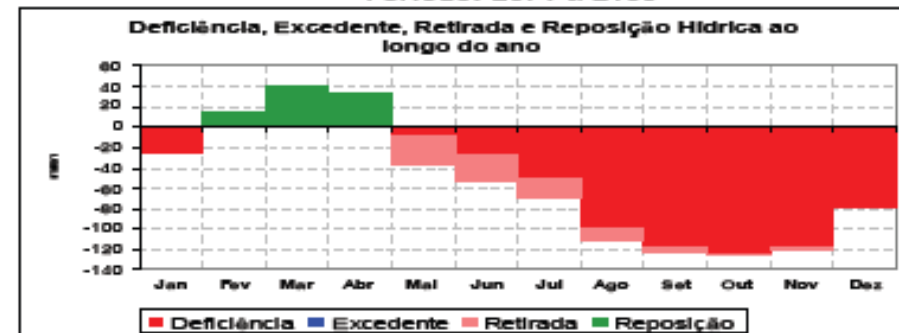


Figura – Balanços hídricos obtidos pelos valores de temperatura e precipitação no Século XXI para a o Nordeste Brasileiro, utilizando as médias dos valores dos modelos HadCM3, GFDL, CCCma, SCIRO e NIES para o cenário A2 e para os dados do período de 1961 a 1990 (dados das Normas Climatológicas)

Fonte: Salati (2007)

# Indícios de tendências na ocorrência de veranicos na microrregião do Pajeú – PE

Soares; Nóbrega (2009)

- Baseou-se nos dados de seis estações pluviométricas espalhadas em diferentes municípios da Microrregião do Pajeú, todas com séries históricas abrangendo o período entre 1965 e 2004.
- O critério adotado para considerar chuva e veranicos pode ser observado abaixo:
  - **CHUVA**, se  $P_i \geq 1\text{mm}$ ; em que  $P$  é a chuva;  $i$  é dia;
  - **VERANICO**, se  $\sum_n^{i=5} P \leq 0,99 \text{ mm}$ 
    - Em que  $P$  é a chuva;  $j$  o quinto dia com chuva inferior a 0,99;  $n$  é o dia com chuva superior a 1 mm. Ou seja, um período de cinco ou mais dias consecutivos sem chuva é definido como veranico.

- A Bacia do Pajeú é a maior de Pernambuco, com uma área de 16.838,70 km<sup>2</sup>, correspondendo a 17,02% da área do Estado. Sua área de drenagem envolve 28 municípios, dos quais 22 têm suas sedes inseridas na bacia e 19 estão totalmente inseridos.

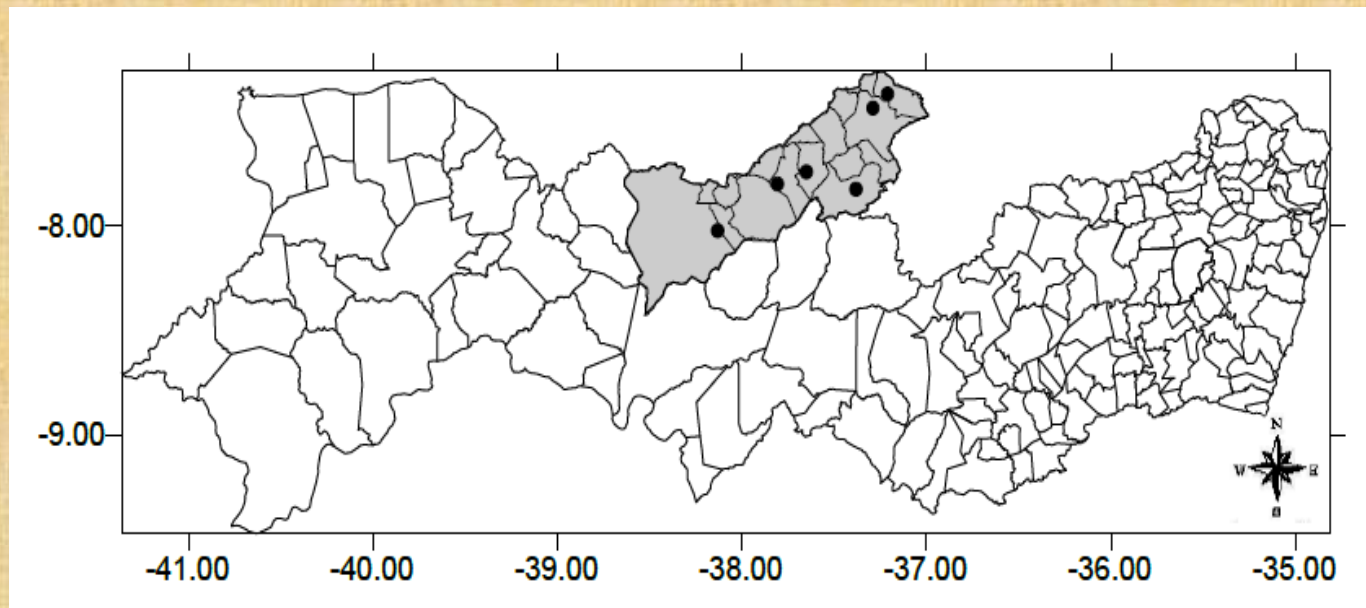


Figura – Distribuição espacial dos postos pluviométricos.

Fonte: SOARES; NÓBREGA (2009)

**Tabela – Localização dos postos pluviométricos**

Postos pluviométricos	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Afogados da Ingazeira	-7,7503	-37,6406	525
Carnaíba	-7,8078	-37,7981	450
Iguaraci (Jabitacá)	-7,8325	-37,3717	595
Itapetim	-7,3767	-37,2006	630
São José do Egito (Fazenda Muquém)	-7,4444	-37,2806	575
Serra Talhada (Varzinha)	-8,0317	-38,1231	480



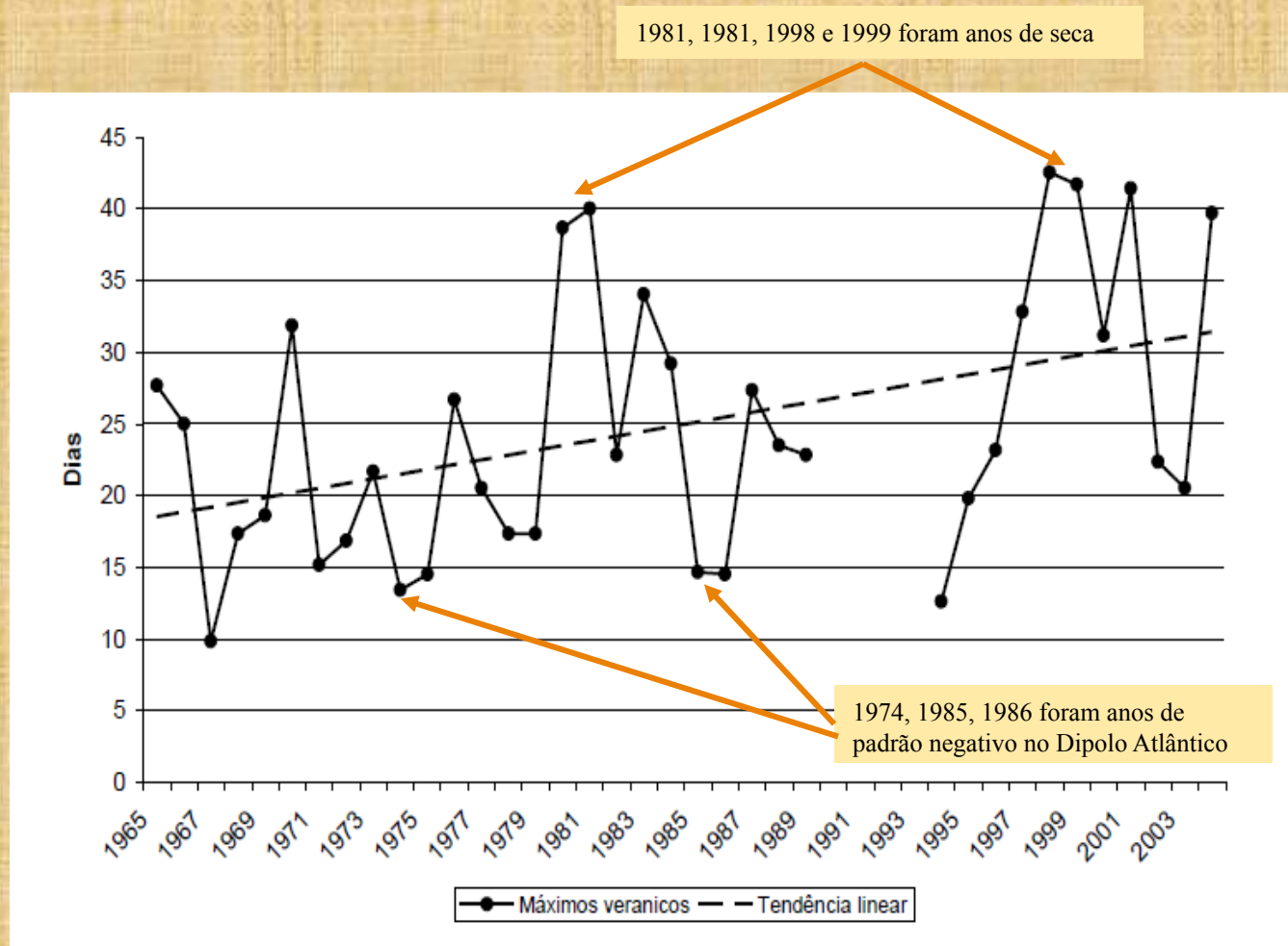


Figura – Máximos verânicos e tendência linear para a Microrregião do Pajeú/PE.

Fonte: Soares, Nóbrega (2009)

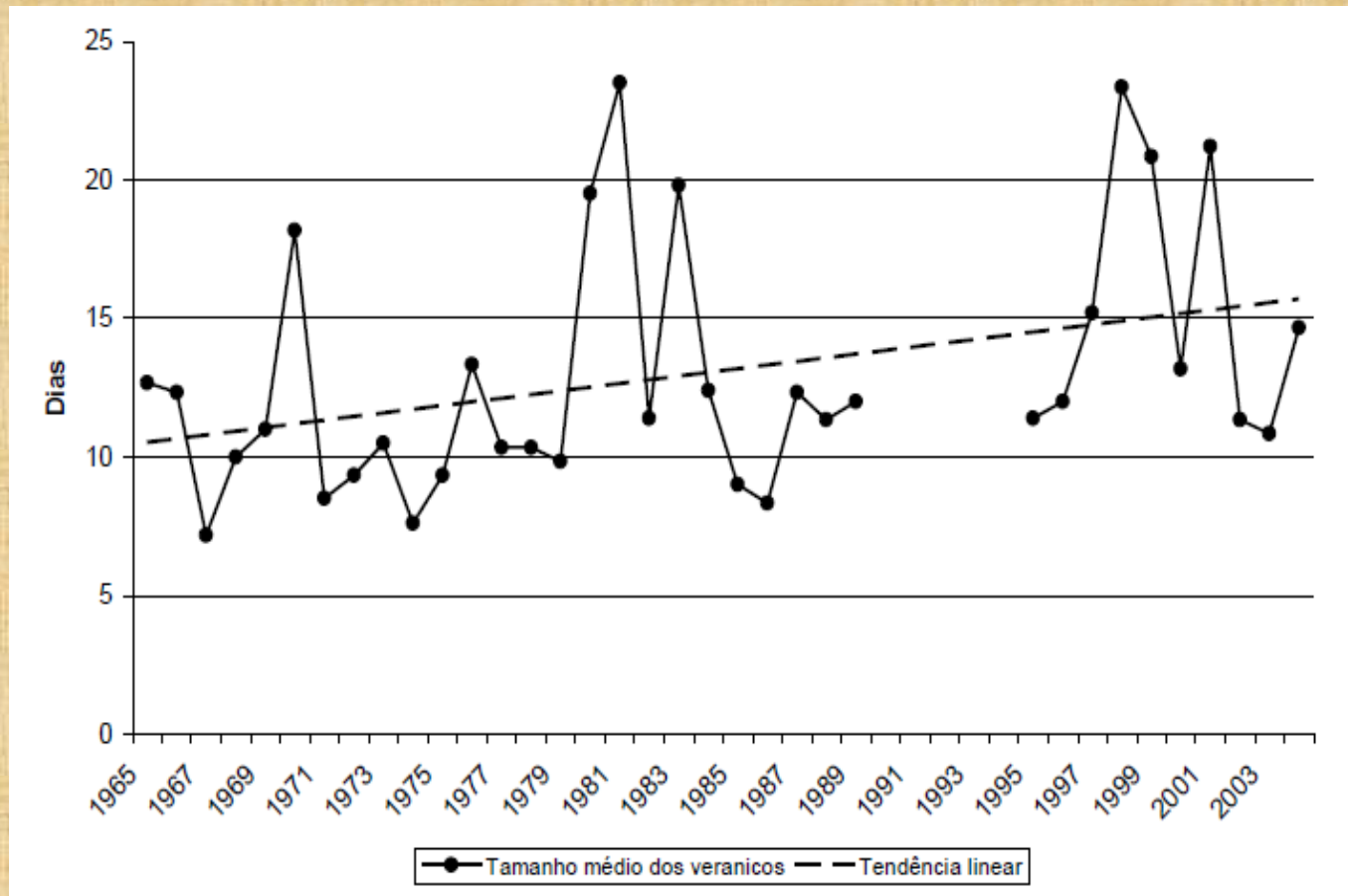


Figura – Tamanho médio dos veranicos e tendência linear para a Microrregião do Pajeú/PE.

Fonte: Soares, Nóbrega (2009)

# Indícios de mudanças climáticas no semiárido, Sertão de PE, Região do Pajeú

Lacerda *et al* (2009)

- Através das análises das **séries diárias com mais de 40 anos** de dados → caracterização do ciclo hidrológico e a determinação da existência de tendências nos regimes pluviométricos da região do Pajeú.
- Esse estudo se deu pela **compilação e testes de homogeneidade das séries pluviométricas** diárias dos postos com séries temporais superiores a 40 anos e determinação das estatísticas de **períodos ininterruptos de estiagem**, ou seja veranicos, durante os meses da estação chuvosa do Pajeú .



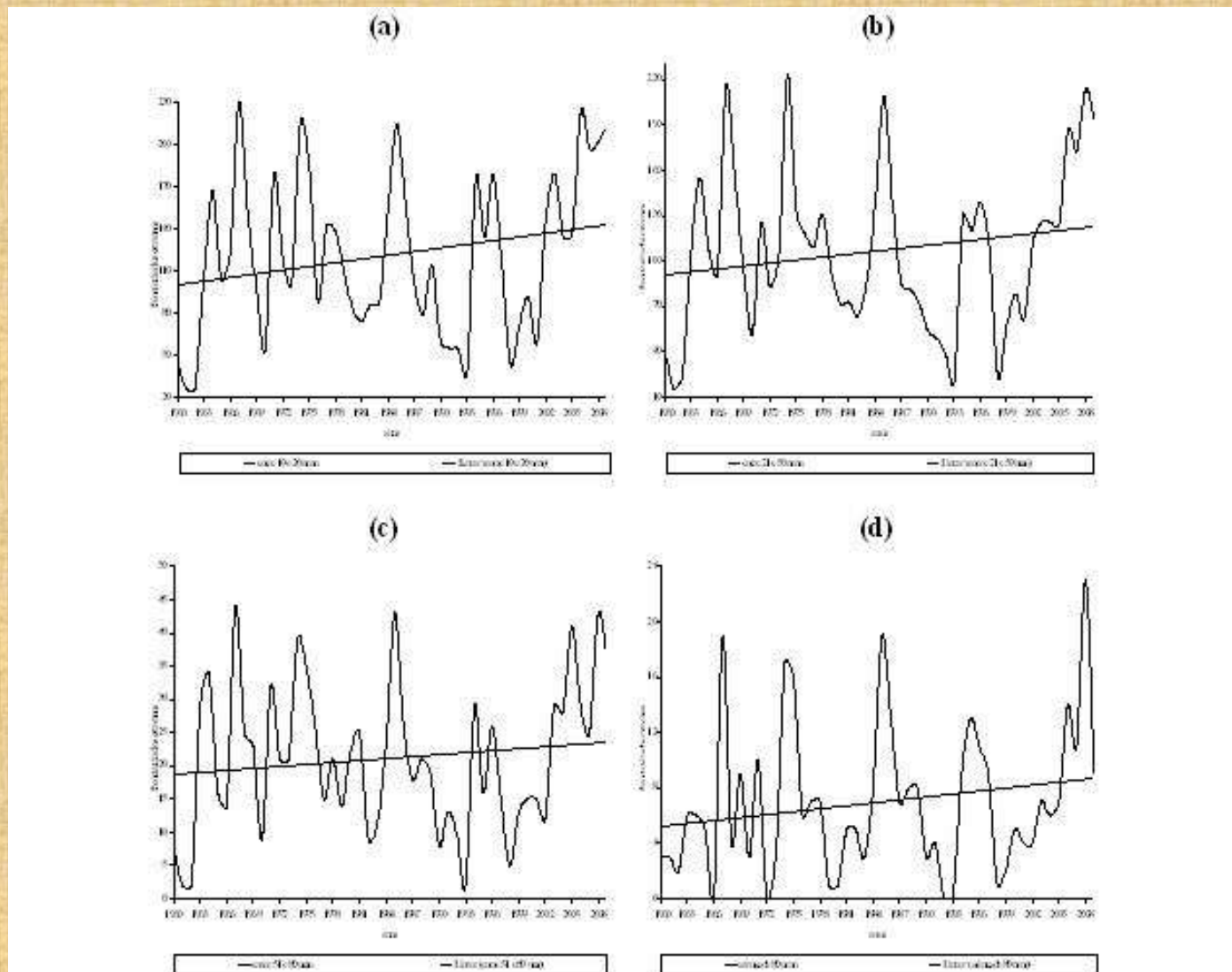


Figura – Frequência das precipitações extremas observadas para a microrregião do Pajeú para os critérios entre: (a) 10 e 20 mm, (b) 21 e 50 mm, (c) 51 e 80 mm e (d) acima de 80 mm.

Fonte: Lacerda et al (2009)

# Monitoramento

Universidade  
Federal Rural  
de Pernambuco  
Serra Talhada



Universidade  
Federal Rural  
de Pernambuco  
Garanhuns

Universidade  
de Pernambuco  
Garanhuns







## Considerações finais

- O **semiárido brasileiro já está sendo utilizado além de sua capacidade**, o que implica em maior **vulnerabilidade** às mudanças do clima, que também reforçam as forças já existentes para provocar a **desertificação**.
- Os **eventos climáticos extremos** (secas e enchentes), reforçam as características de variação na vazão dos cursos d'água e a **necessidade de melhor dimensionamento de reservatórios**.

- Haverá uma **maior variância, com as mudanças climáticas, nas séries hidrológicas**. Isto irá implicar em uma infra-estrutura muito mais onerosa e resistente à mudança, para fazer frente a tal variabilidade
- Há **necessidade de pesquisa inovadora em processos hidrológicos** e suas relações com os demais processos ambientais. Esses temas trazem implicações para as políticas públicas de desenvolvimento do semiárido.
  - Reforçar políticas de enfrentamento da variabilidade climática.
  - Integrar políticas de desenvolvimento sustentável.

- Os resultados dos trabalhos de Lacerda et al (2009) e Soares; Nóbrega (2009) **ainda não são conclusivos** sobre o fato da Microrregião do Pajeú estar se tornando mais seca.
- Contudo, permitem analisar que **as chuvas, nessa área, estão se tornando mais concentradas, e os períodos secos intercalados entre esses episódios de chuva estão se tornando maiores.** Soares; Nóbrega (2009) destacam que essa constatação precisa ser estudada analisando as variabilidades climáticas em escalas temporais distintas, como intrasazonais, interanuais e interdecadais.



Se as consequências de um problema são incertas, deve-se ignorar o problema ou fazer alguma coisa a respeito assim mesmo?



Foto: Aloysio Costa Jr.

Obrigado pela atenção!

# Bibliografia

- LACERDA, Francinete F. et al. **Detecção de sinais de mudanças climáticas para algumas localidades do Sertão do Pajeú – PE.** Anais do XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 22 a 25 de Setembro de 2009
- MARENGO, José Antônio. 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. São Paulo: CPTEC/INPE, MMA, 2007.
- MARENGO, José Antônio. Água e mudanças climáticas. In: **Estudos Avançados.** 22 (63), p.83-96. 2008.
- MONTENEGRO, A.; RAGAB, R. **Hydrological response of a Brazilian semi-arid catchment to different land use and climate change scenarios: a modelling study.** In: Hydrol Process. **24**, 2705–2723. 2010.

- **SALGUEIRO, João H. P. de B.; MONTENEGRO, Suzana M. G. L.. Análise da distribuição espacial da precipitação na bacia do rio Pajeú em Pernambuco segundo método geoestatístico** Rev. Technol. Fortaleza, v. 29, n. 2, p.174-185, dez. 2008.
- **SILVA, Djane Fonseca da; GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano; NOBREGA, Ranyére Silva (Orgs.). Mudanças climáticas e recursos hídricos: aplicações no estado de Pernambuco.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2010.
- **SOARES, Deivide Benício; NÓBREGA, Ranyére Silva. Detecção de tendências na ocorrência de veranicos na Microrregião do Pajeú – PE. In: Revista de Geografia.** Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 26, n. 3, set/dez. 2009
- **WORLD RESOURCES INSTITUTE. Ecosistemas y bienestar humano: síntesis sobre desertificación. Un informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM).** Washington, DC: World Resources Institute, 2005.