



**Governo do Estado do Ceará**  
**Universidade Estadual do Ceará - UECE**  
**Centro de Ciências e Tecnologia - CCT**



**L A P A**

**Fortaleza/CE – 11/12/2019**

# Modelagem Dinâmica e a Previsão de Extremos de Precipitação para o Nordeste do Brasil

Prof. Dr. Augusto César Barros Barbosa

Prof. Dr. Sérgio Sousa Sombra

Prof. Dr. Antônio Carlos Santana dos Santos



[augusto.barbosa@uece.br](mailto:augusto.barbosa@uece.br)

O uso da INFORMAÇÃO CLIMÁTICA como subsídio às Políticas Públicas e aos Processos de Tomada de Decisão nos setores econômicos cearenses com significativas necessidades de recursos hídricos (Agricultura, Indústrias, Meio Ambiente e Energia).

### **Motivação Pessoal:**

Inúmeras questões têm sido atualmente levantadas acerca da variabilidade conjunta entre a distribuição espacial dos campos de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e alguns "Condicionantes Climáticos" para a variabilidade do Clima Global e Regional.

## Justificativa:

O monitoramento e a PREVISÃO CLIMÁTICA dos eventos meteorológicos servem para quantificar a contribuição individual/conjunta na taxa de pluviosidade de grandes regiões do globo terrestre - favorecendo uma melhor avaliação dos impactos associados à Mudança do Clima (Mudanças Climáticas), especialmente na disponibilidade hídrica e seus reflexos para a segurança alimentar e energética da região em estudo. **Para uma melhor tomada de decisão dos setores econômicos.**

## O Oceano Atlântico:

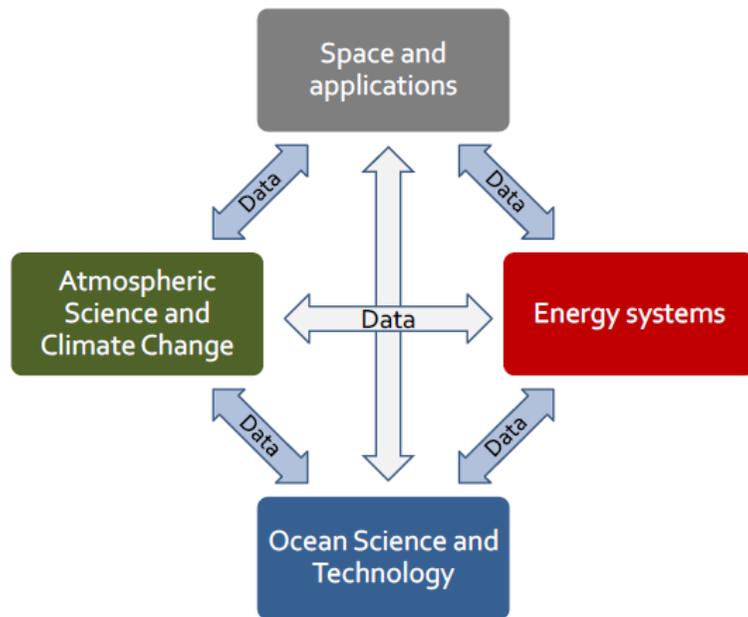
É o segundo maior oceano do mundo em extensão, possuindo 80 milhões de quilômetros quadrados. E suas águas cobrem, aproximadamente, 20% da superfície terrestre.

## A Contribuição do Oceano Pacífico:

Diversos trabalhos já apontaram a influência de fenômenos atuantes na região do Pacífico Equatorial e no Atlântico Tropical, por exemplo, o *El-Niño* Oscilação Sul (ENOS) e a configuração das porções Norte e Sul do oceano Atlântico Tropical para a ocorrência ou não-ocorrência de atividade convectiva sobre o NEB/Ceará.

# Aplicações em Modelagem Dinâmica

- i. Atmospheric Science and Climate Change
- ii. Energy Systems
- iii. Ocean Science and Technology
- iv. Data Science
- v. Space and Applications



## *Integration of the Atmospheric and Ocean information in Global Climate Models*

- Interactions between cloud microphysical and macrophysical processes play a fundamental role in modulating cloud dynamics, entrainment and precipitation, which all help determine cloud radiative properties that impact Global Climate.

**Fig. 1 - Five thematic areas for a research.**  
(Figure from Air Center draft agenda, Agosto 2016)



SECA: Antigo morador olha ruínas da cidade – **FOTO Marília Camelo, 2016.**

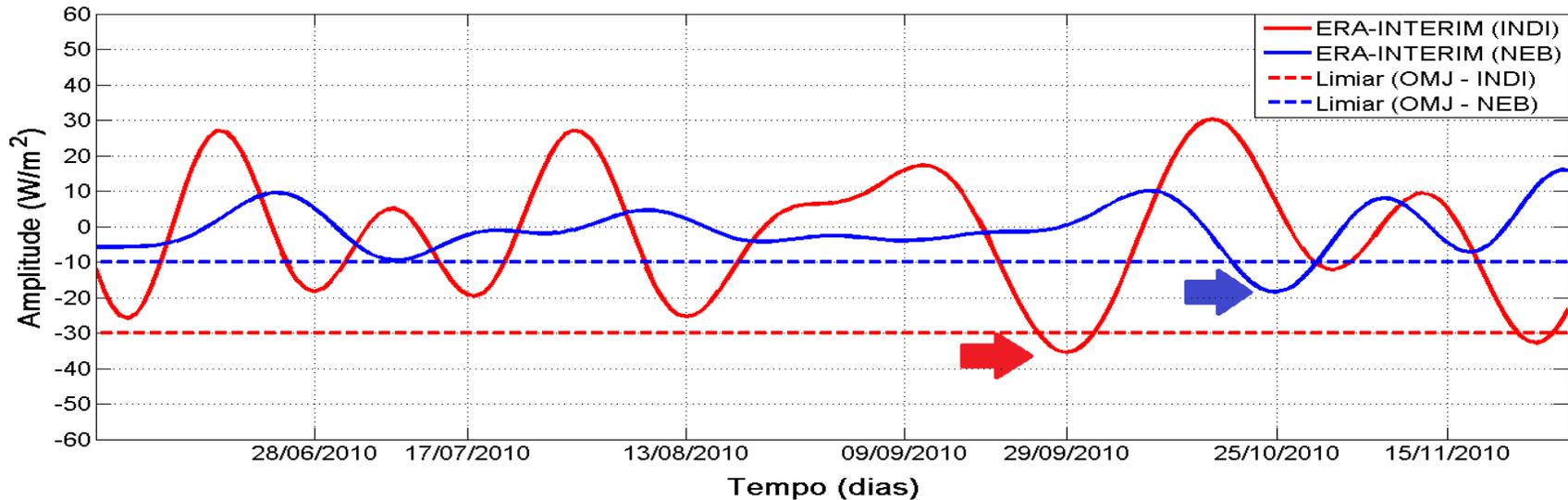
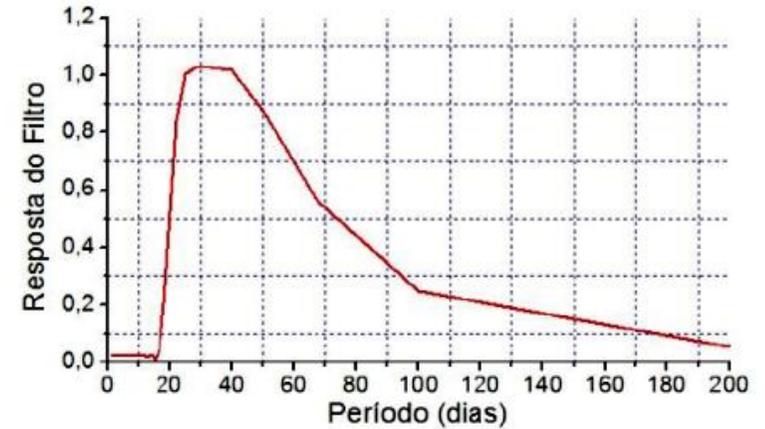
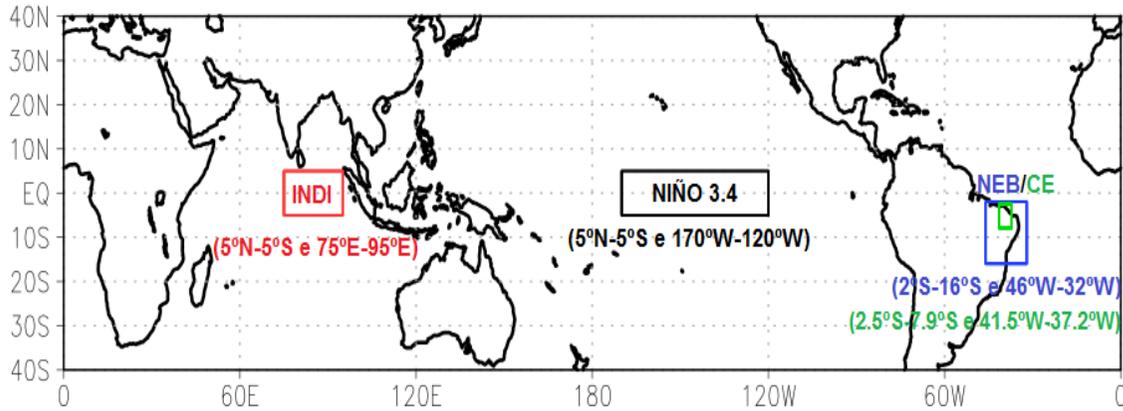


Duque de Caxias

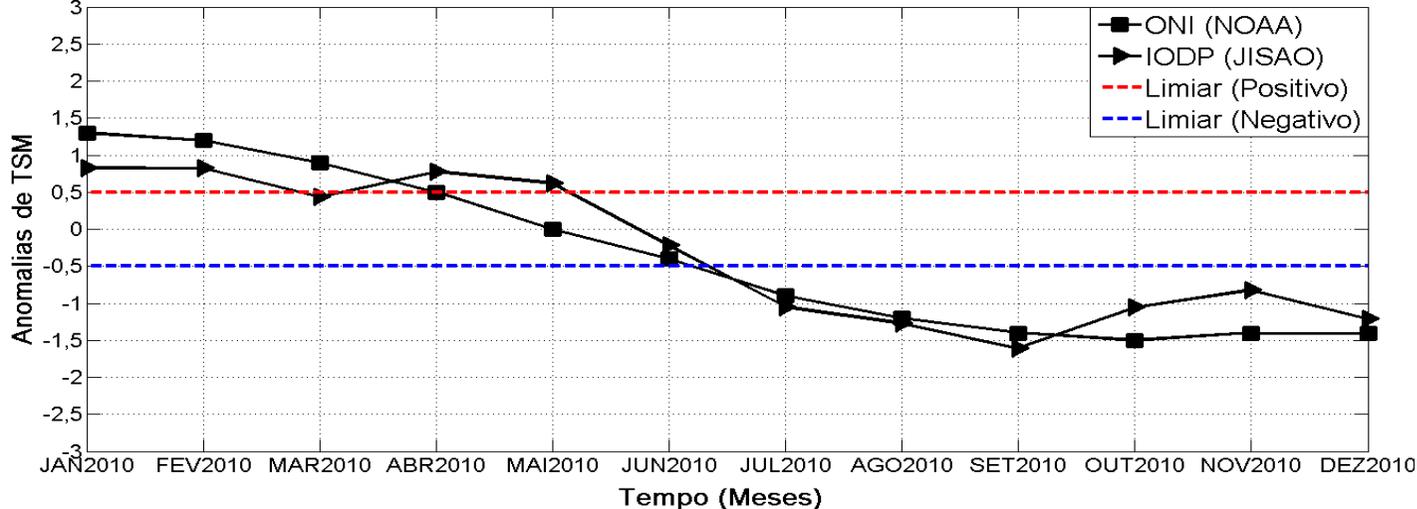


CHUVA (INUNDAÇÃO): Cidade de Fortaleza – **FOTO JL Rosa, 2016.**

# Dinâmica Observada - Dados de Satélites

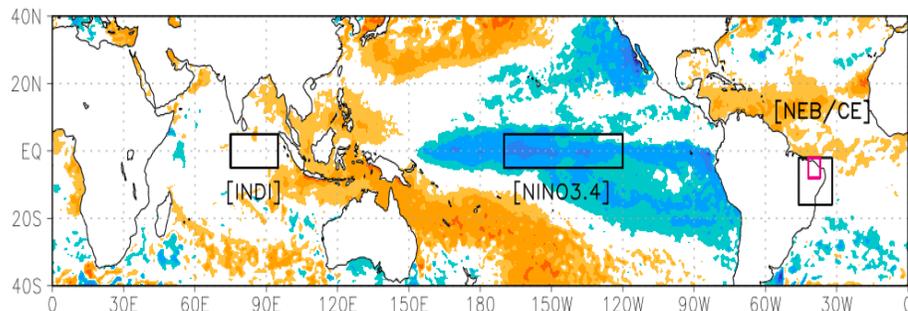


Serie Temporal das anomalias filtradas de ROL em 20 - 70 dias sobre as regiões de controle INDI (Linha em vermelho) e NEB (Linha em azul), para junho a novembro de 2010 - *La Niña*. As linhas tracejadas são, respectivamente, o limiar na região de controle INDI (Linha tracejada em vermelho) e o limiar na região de controle NEB (Linha tracejada em azul). Unidade em  $W/m^2$ .

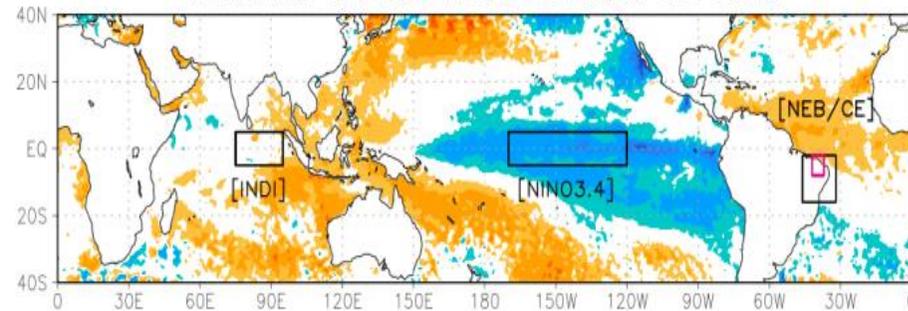


Anomalias padronizadas de TSM referente ao ONI (Linha em preto com quadrado) e IODP (Linha em preto com setas) para o ano de 2010 - *La Niña*. As linhas tracejadas em vermelho e azul são os limiares positivos e negativos, respectivamente.

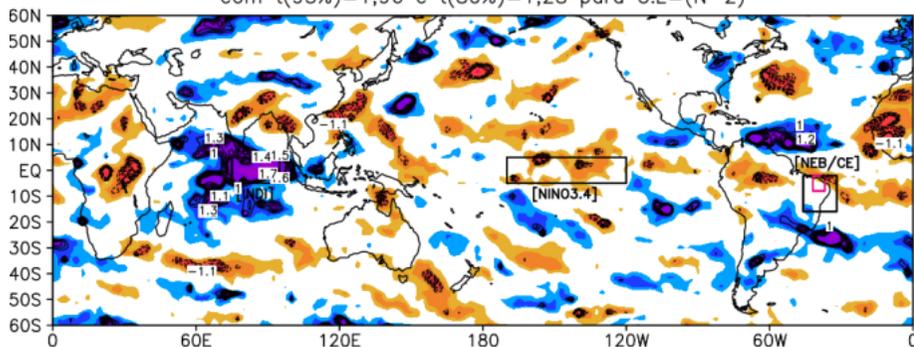
ANOMALIA DA TSM PARA SETEMBRO DE 2010



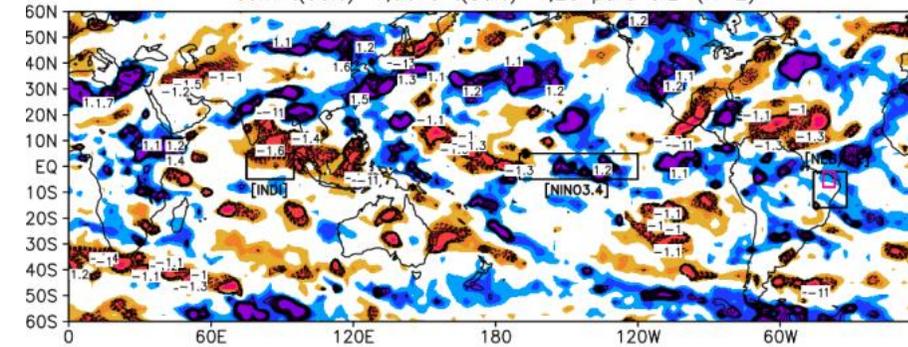
ANOMALIA DA TSM PARA OUTUBRO DE 2010



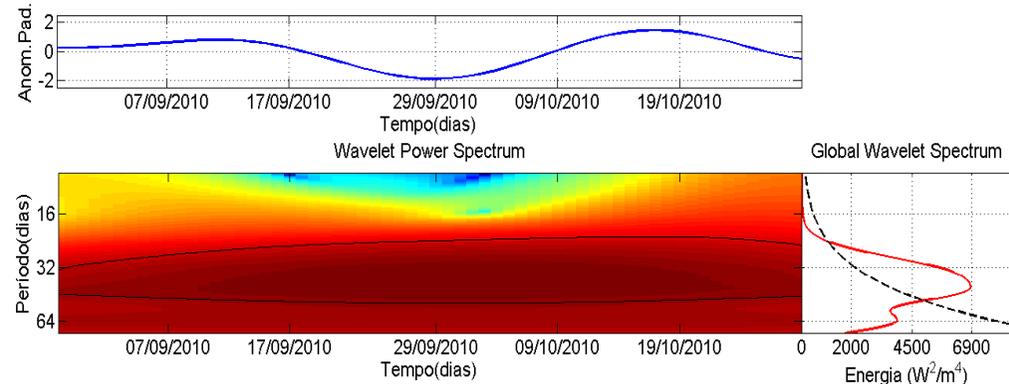
ROL(INDI) x ROL(PONTOS DE GRADE): lag+0=29set2010 (OMJ)  
 PEARSON(SHADED) & t-Student(CONTOUR)  
 com  $t(95\%)=1,96$  e  $t(80\%)=1,28$  para G.L=(N-2)



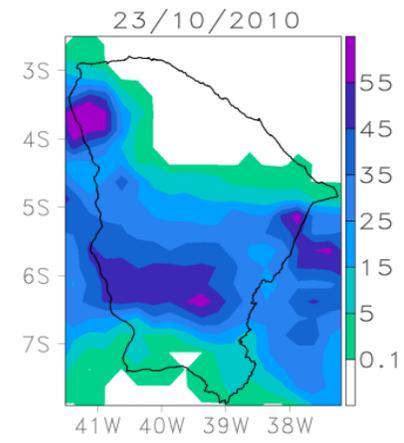
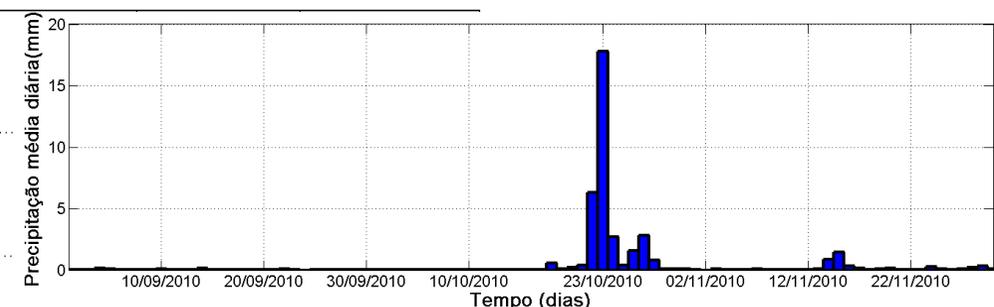
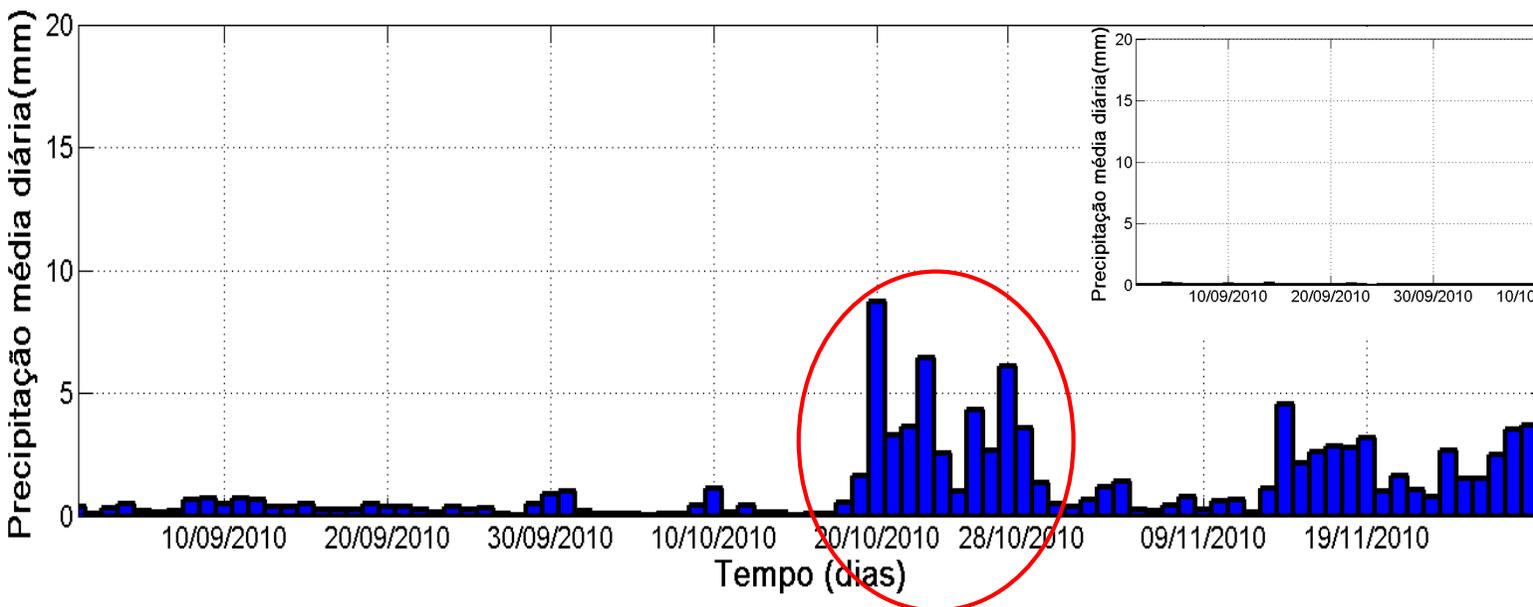
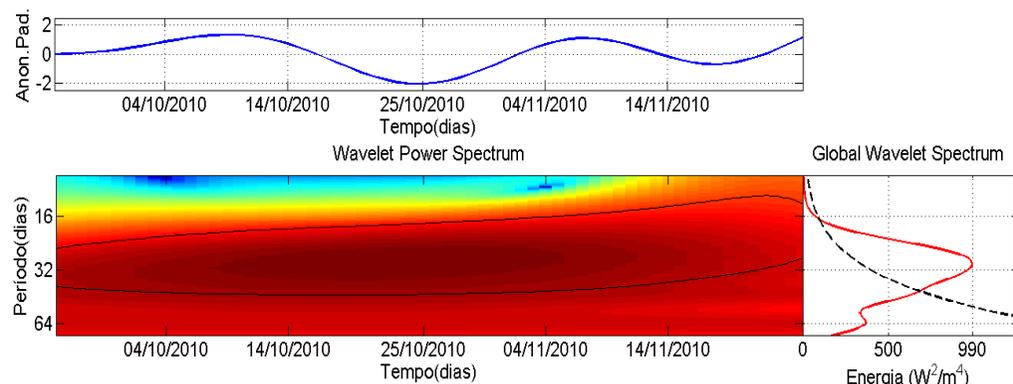
ROL(INDI) x ROL(PONTOS DE GRADE): lag+18=17out2010 (OMJ)  
 PEARSON(SHADED) & t-Student(CONTOUR)  
 com  $t(95\%)=1,96$  e  $t(80\%)=1,28$  para G.L=(N-2)



ROL Filtrada em 20 - 70 dias com 120 pesos - Área:INDI - Estudo de caso 2010 - Período: 29/08/2010 a 29/10/2010



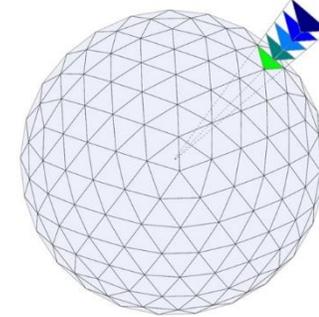
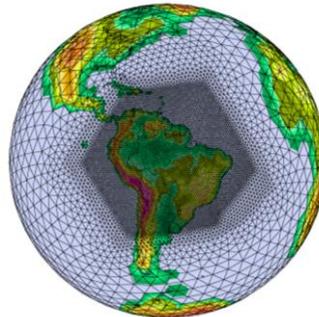
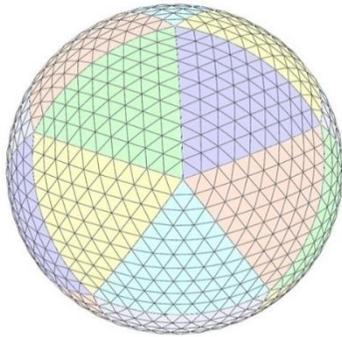
ROL Filtrada em 20 - 70 dias com 120 pesos - Área:NEB - Estudo de caso 2010 - Período: 25/09/2010 a 25/11/2010



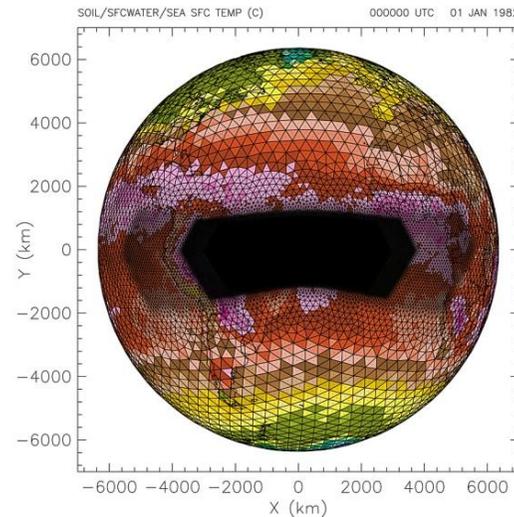
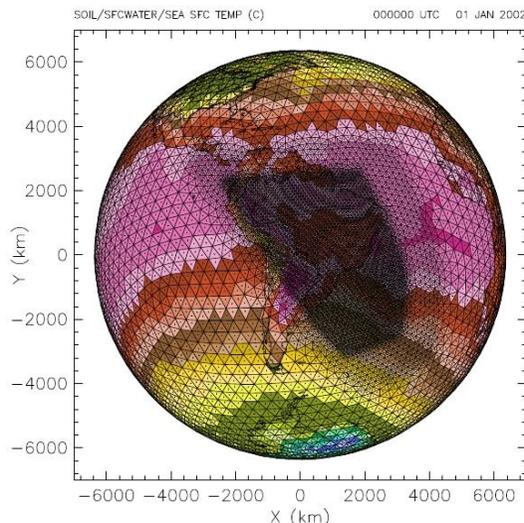
**Precipitação média diária sobre o NEB/Ceará no período 01 de setembro de 2010 a 30 de novembro de 2010 (Estudo de caso de 2010 – Período *La Niña*). Unidade em mm/dia.**

# O Modelo de Circulação Geral da Atmosfera

De acordo com a proposta inicial, para a parte da modelagem numérica da atmosfera, sugere-se o modelo global ***Ocean-Land-Atmosphere Model*** (OLAM), desenvolvido na *Duke University* (WALKO & AVISSAR, 2006).



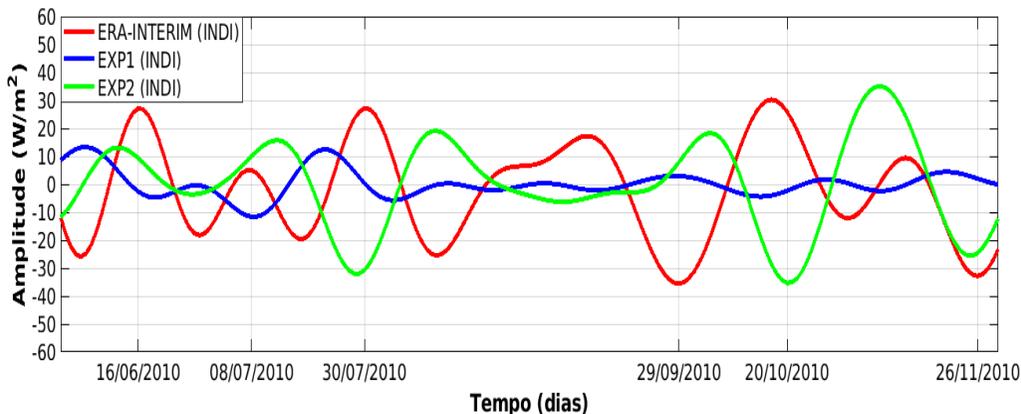
O refinamento de grade obtido através de subdivisões dos elementos triangulares não demanda os tradicionais esforços computacionais de aninhamento de subgrades e nem parametrizações especiais devido ao refinamento de grades.



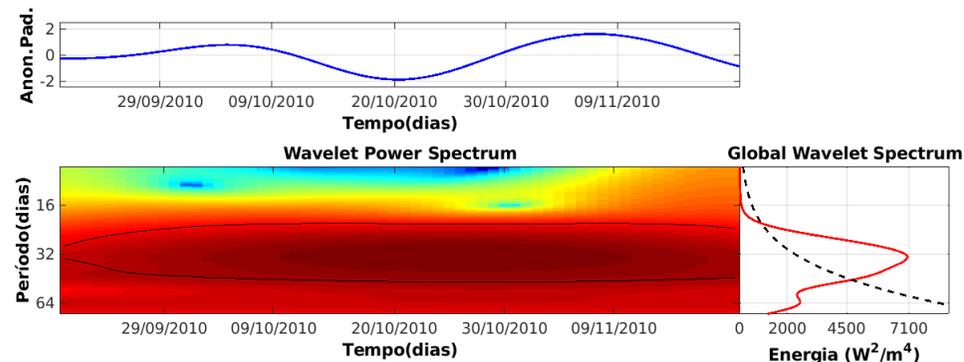
0.0 sec  
0.00 days  
Z 200.0 m  
MIN -24.6036  
MAX 31.3300

**Refinamento de 5 (cinco) grades aninhadas utilizando o modelo OLAM v3.3, onde: G1=280 km; G2=140 km; G3=70 km; G4=35 km e G5=17,5 km, sobre a América do Sul/NEB/Ceará.**

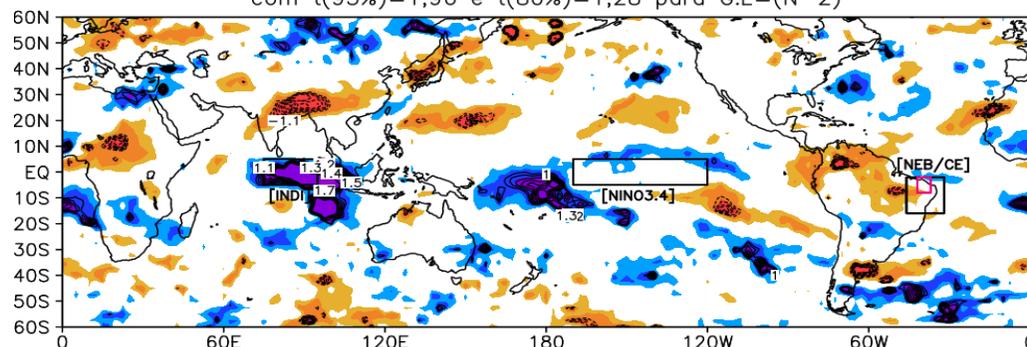
# Dinâmica Modelada - Dados Numéricos OLAM v3.3



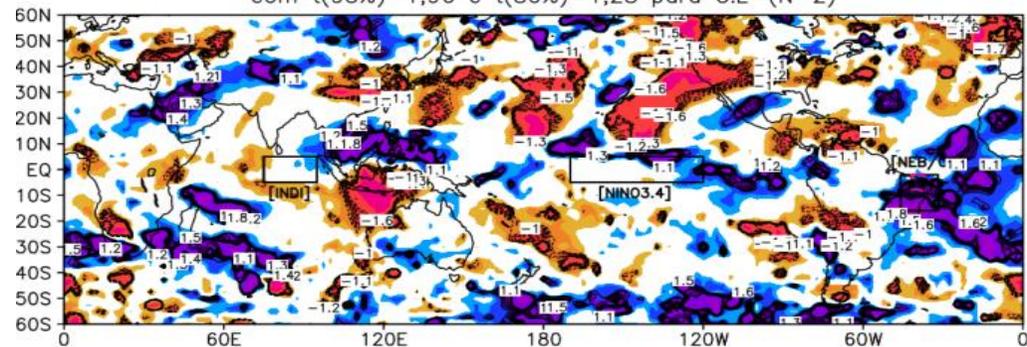
ROL Filtrada em 20 - 70 dias com 120 pesos (EXP2)- Área:INDI - Estudo de caso 2010 - Período: 20/09/2010 a 20/11/2010



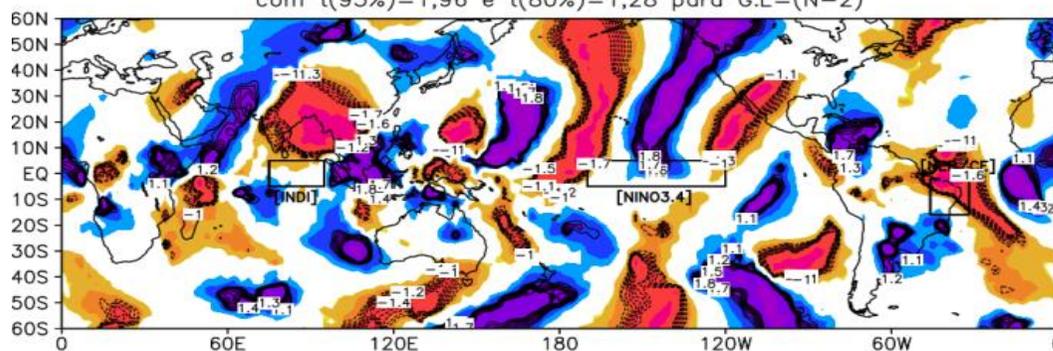
ROL(INDI) x ROL(PONTOS DE GRADE): lag+0=20out2010 (OMJ)  
PEARSON(SHADED) & t-Student(CONTOUR)  
com  $t(95\%)=1,96$  e  $t(80\%)=1,28$  para G.L=(N-2)



ROL(INDI) x ROL(PONTOS DE GRADE): lag+32=21nov2010 (OMJ)  
PEARSON(SHADED) & t-Student(CONTOUR)  
com  $t(95\%)=1,96$  e  $t(80\%)=1,28$  para G.L=(N-2)



ROL(INDI) x V200(PONTOS DE GRADE): lag+32=21nov2010 (OMJ)  
PEARSON(SHADED) & t-Student(CONTOUR)  
com  $t(95\%)=1,96$  e  $t(80\%)=1,28$  para G.L=(N-2)

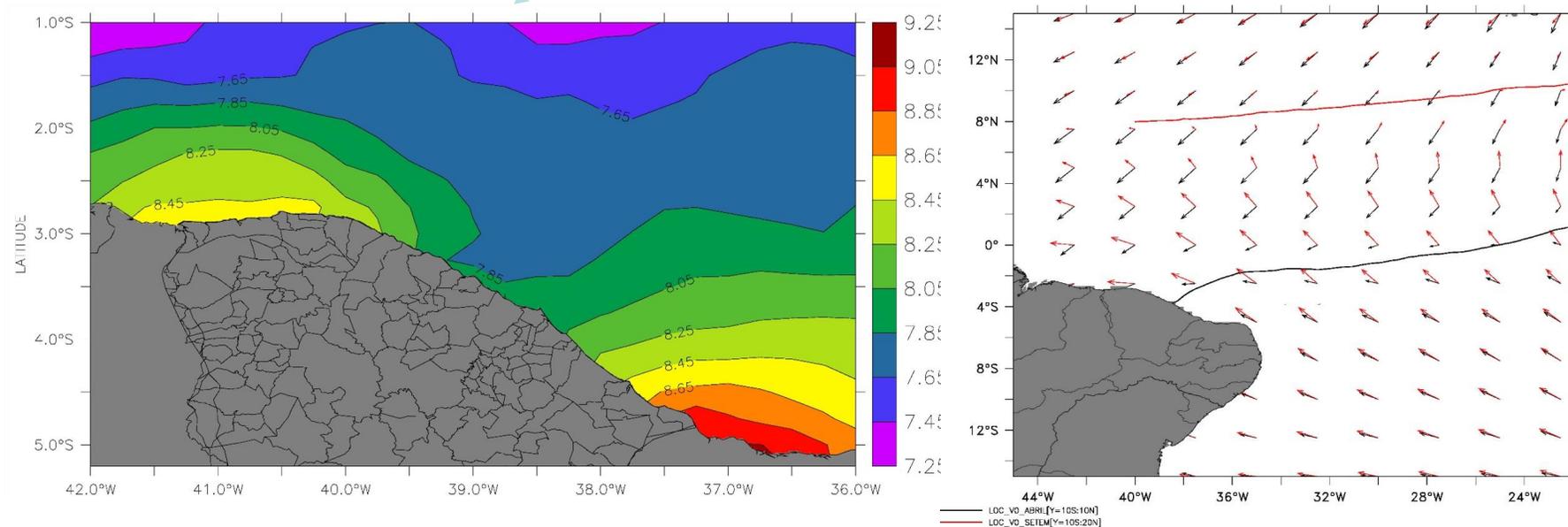


## Discussões e Prerrogativas:

1. Primeiramente, torna-se de grande importância ressaltar que o modelo OLAM, apesar de sua grande habilidade climática, ainda não está sendo utilizado de forma operacional, para previsão de tempo, em nenhuma instituição de ensino/pesquisa do Brasil.
2. Em vista do que se mencionou anteriormente, a necessidade da demanda social e econômica nos últimos anos têm levado a novas linhas de pesquisa em modelagem dinâmica da atmosfera com acoplamento a modelos hidrológicos.
3. Nessa linha em particular, existe o acoplamento das condições térmicas dos oceanos com a atmosfera, e principalmente o uso de modelos físicos que possibilitem a investigação da variabilidade sinótica (escala de horas a dias) da precipitação no Norte do Nordeste do Brasil, região em cuja otimização e uso racional da água, são, também, ações relevantes para alavancar o desenvolvimento regional nas mais variadas áreas de atividades relacionadas a essa questão.
4. **Em conclusão, o Modelo OLAM em sua versão 3.3 - aperfeiçoada no LAPA/CMACFA/UECE se enquadra perfeitamente às necessidades desse tipo de pesquisa tanto em escala global como em escala regional.**

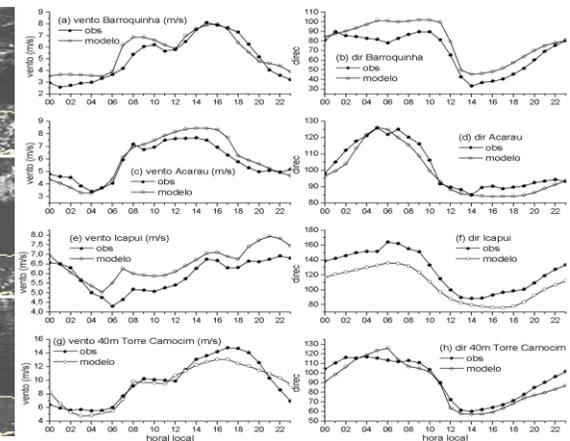
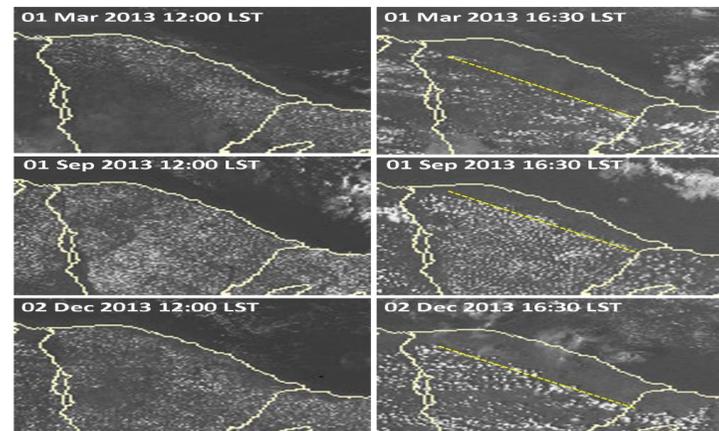
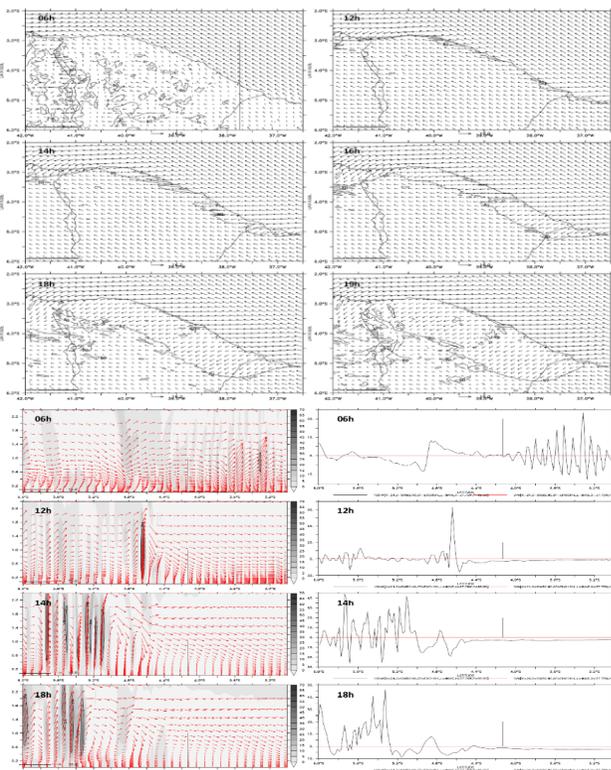
Estudos dos Padrões de Ventos no Litoral do Ceará em Escalas de Tempo e Clima estudados utilizando-se:

- Plataformas Fixas de Observação
- Ventos a 10m Estimados por Satélite (Ocean Winds)
  - Modelagem Numérica
- Padrões de Vento em Abril (preto) e Setembro (vermelho) diretamente associados a migração da Zona de Convergência
- Ventos de baixos níveis mais intensos nas concavidades Leste e Oeste do Estado do Ceará



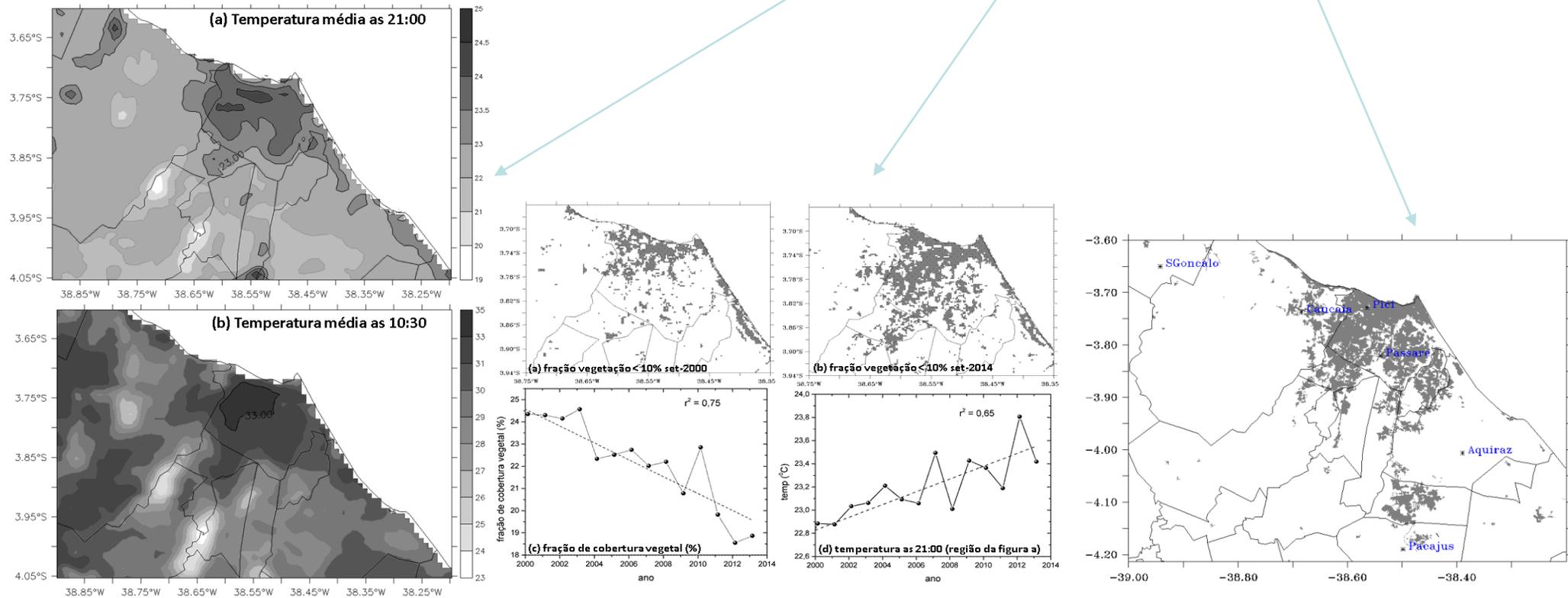
## Estudos relacionados à influência das brisas Terrestre e Marítima no Ciclo Diurno dos Ventos no Litoral do Ceará:

- O aproveitamento da energia eólica no litoral do Ceará passa pela compreensão da dinâmica das Brisas
  - Modelos Numéricos como o WRF capturam as tendências nos ventos costeiros (ciclo diurno)
    - Avanço da frente de brisa marítima capturada por imagens de satélite
    - Modelo captura principais aspectos da dinâmica da brisa marítima



## Estudos relacionados a expansão da urbanização e sua influência no microclima de Fortaleza:

- Região urbanizada em Fortaleza (2010) - <http://www.globallandcover.com>
- A expansão urbana associada à especulação imobiliária contribuiu para redução da cobertura vegetal urbana
  - Fenômeno de Ilha de Calor evidenciado por imagens de satélite. Ilha de Calor mais destacada a noite



# Estimativa de tendências do IWV (integrated water vapor) e sua relação com as chuvas sobre Fortaleza

- IWV estimado utilizando tecnologia GNSS (duas estações em Fortaleza: CEFT e BRFT)
- Ciclo diurno de IWV correlacionado com distribuição de frequência de chuvas sobre Fortaleza e vizinhança
- IWV observado bem correlacionada com IWV Reanálise ERA-Interim (corr ~ 90%). Tendências bem reproduzidas
- IWV mensal tende a extremos nos extremos de precipitação
- Tendência de redução de IWV do mês mais chuvoso de cada ano no litoral, e correlação de extremos de IWV com precipitação, sugerem queda na precipitação

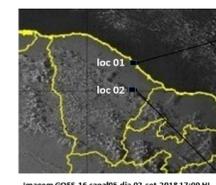
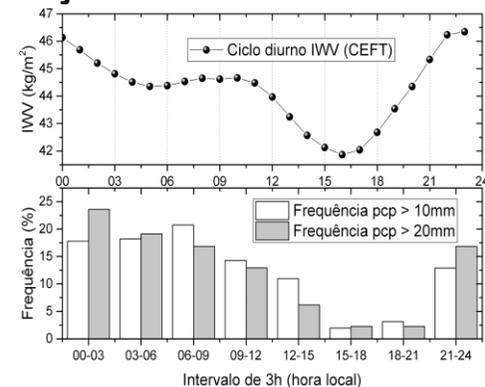
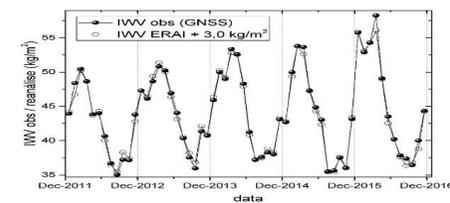
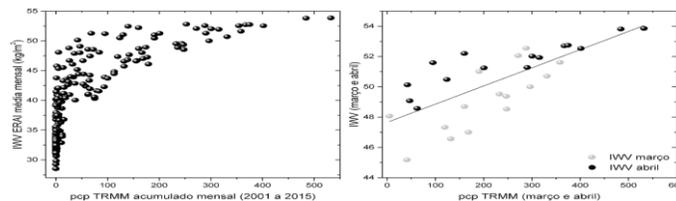
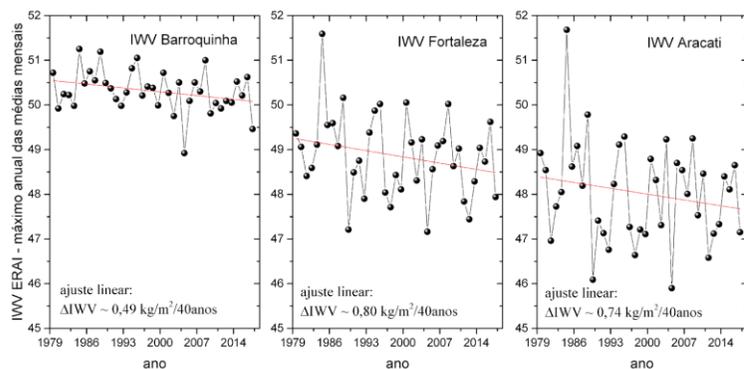
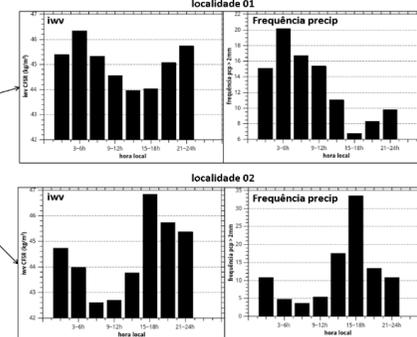


Imagem GOES-16 canal 05 dia 02-set-2018 17:00 HL





[augusto.barbosa@uece.br](mailto:augusto.barbosa@uece.br)

*Thanks!!!/Obrigado!!!*