



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Impactos das mudanças climáticas no bioma Caatinga e na desertificação do Semi-Árido

José A. Marengo

***Centro de Ciências do Sistema Terrestre - CCST
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE***

marengo@cptec.inpe.br



Aspectos gerais:

O semi-árido do Nordeste é a região brasileira mais vulnerável a variabilidade e mudanças de clima. Uma seca intensa durante a quadra chuvosa pode ter impactos bastante negativos na economia regional e nacional, pois o governo federal tem que tomar ações para mitigar os danos e reduzir o prejuízo.

Os estados do Nordeste apresentam baixos indicadores sociais e de saúde, e acrescenta-se a isto a existência de um clima semi-árido, na maior parte da região, que aumenta a vulnerabilidade da população.

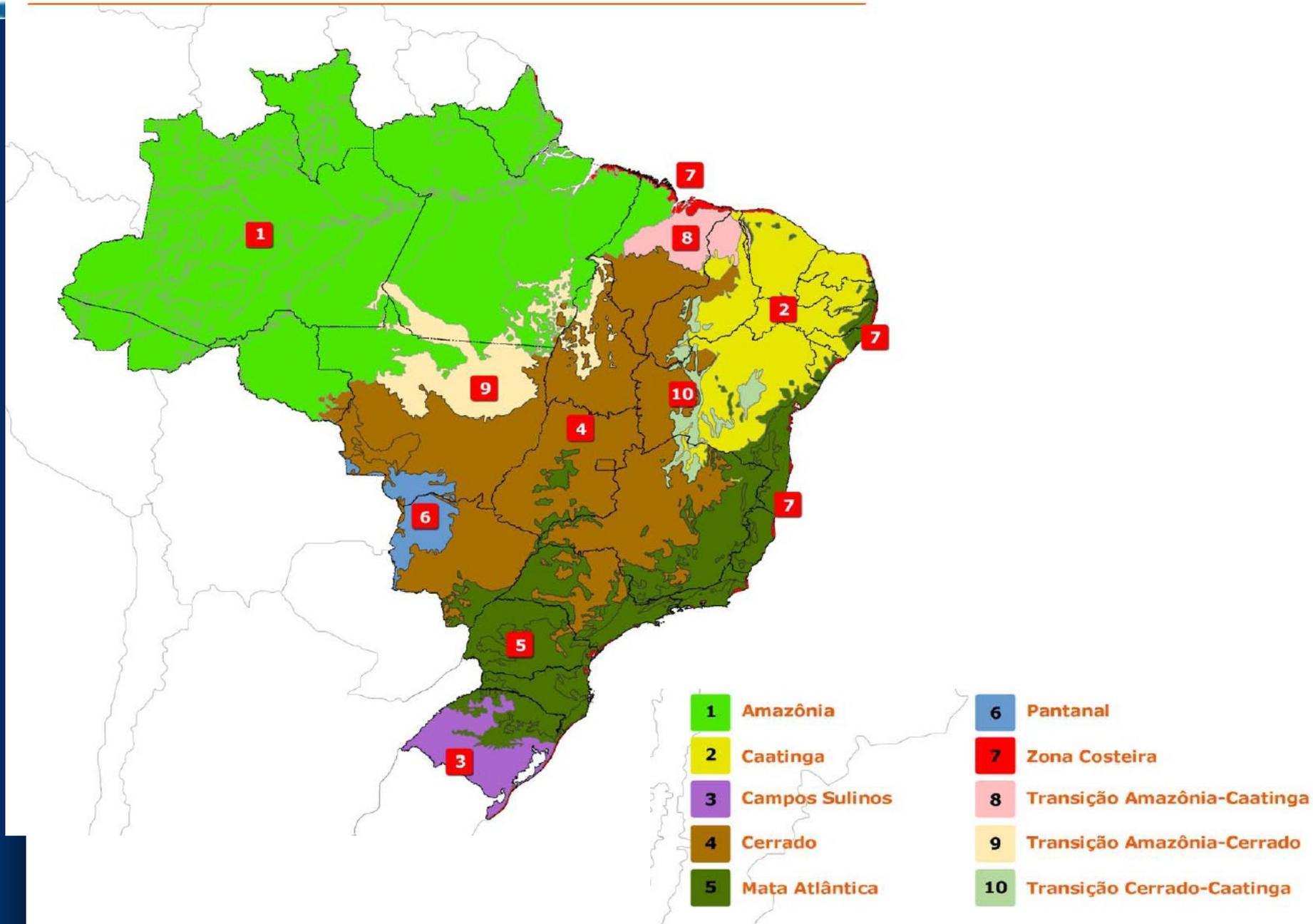
Projeções climáticas para o futuro, levando em conta o cenário mais crítico e o modelo mais rigoroso, aponta para a desertificação do semi-árido até o fim do século. A curta estação chuvosa presente hoje pode desaparecer, e assim será impossível praticar agricultura na região sem o uso de irrigação e o acesso à água será muito dificultado.



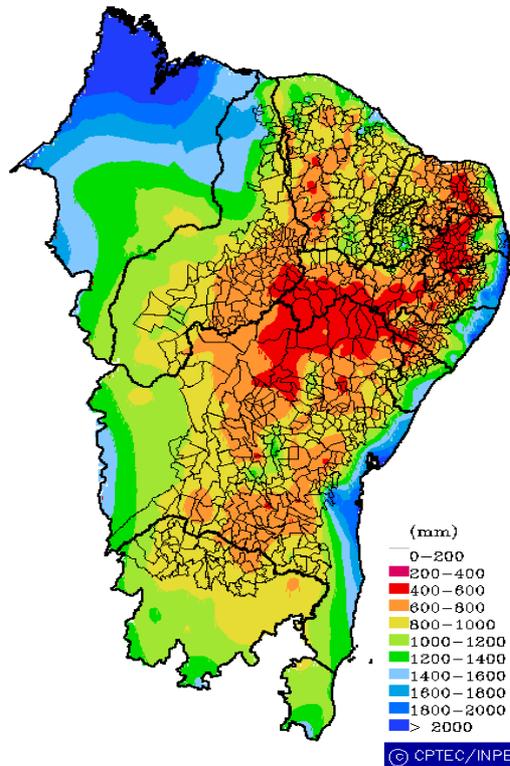
Segundo os Relatorios do IPCC AR4 GT 1 e 2 do IPCC (2007):

- 3. O semi-árido nordestino será uma das regiões brasileiras mais afetadas pelas mudanças climáticas globais.**
- 5. A área, já carente em recursos hídricos, econômicos e sociais, parece ameaçada por mais uma má notícia: os estudos revelam que, no processo de aquecimento global, não só choverá menos e as secas serão mais intensas, mas há outro perigo - alguns indicadores apontam que o processo de aquecimento global também significará uma redução no nível de água dos reservatórios subterrâneos.**
- 7. A redução de água nos aquíferos nordestinos pode chegar a 70% até o ano 2050**
- 9. No Nordeste, a região mais vulnerável, do ponto de vista social, à mudança de clima, seria o interior, conhecida como semi-árido, ou simplesmente o “sertão”. Reduções de chuva aparecem na maioria dos modelos globais do IPCC AR4, assim como um aquecimento que pode chegar até 3-4°C para a segunda metade do século XXI. Isso acarreta reduções de até 15-20% nas vazões do rio São Francisco.**

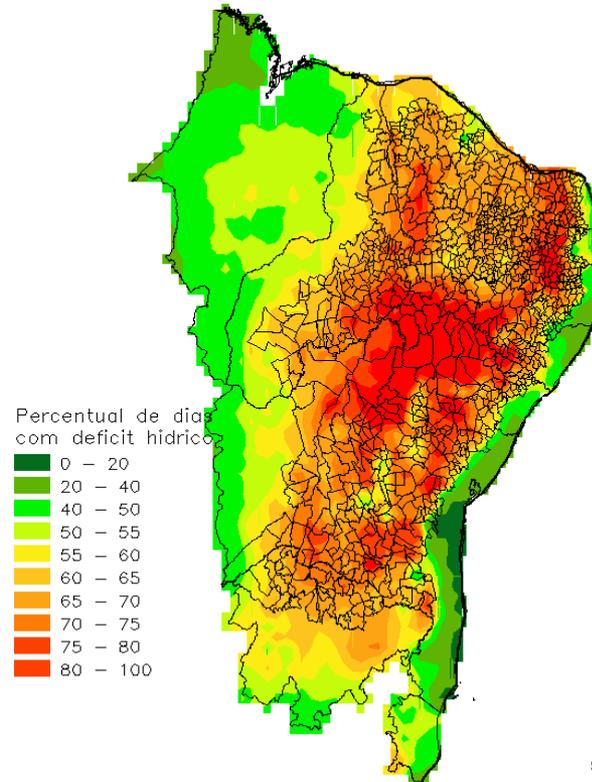
Biomomas do Brasil



Precipitação média anual



Percentual de dias com déficit hídrico anual



Semiárido

Índice anual de Aridez



Índice de Aridez anual médio

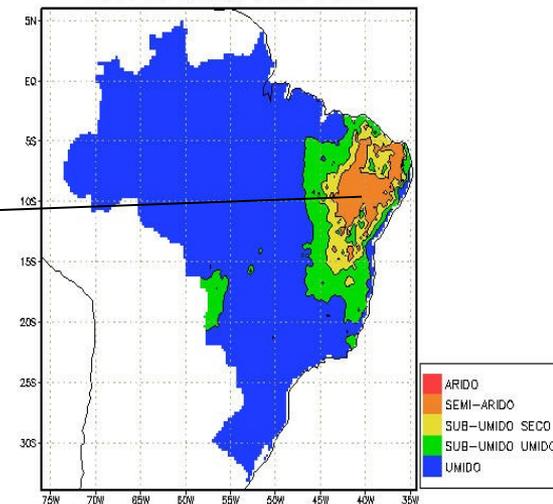
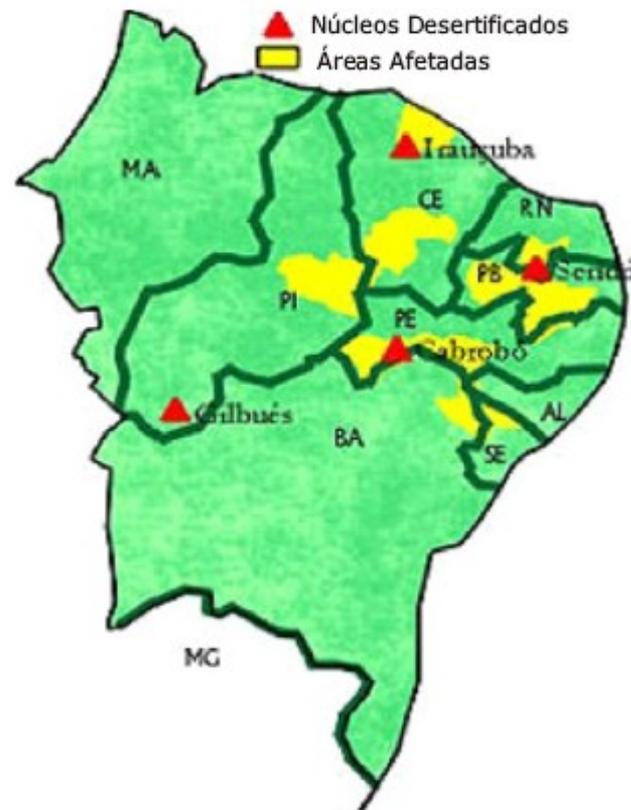


Figura 4.1 - Áreas suscetíveis a desertificação



Figura 4.2 - Áreas afetadas e núcleos desertificados



O semiárido do Nordeste é suscetível a desertificação. Esta região apresenta 19% do total da população do Brasil. m

Segundo o IBGE, o IDH do Nordeste é de 0.517, menor que o IDH do Brasil 0.8. O semiárido do Nordeste (aproximadamente 86% da região) apresenta IDH=0.405

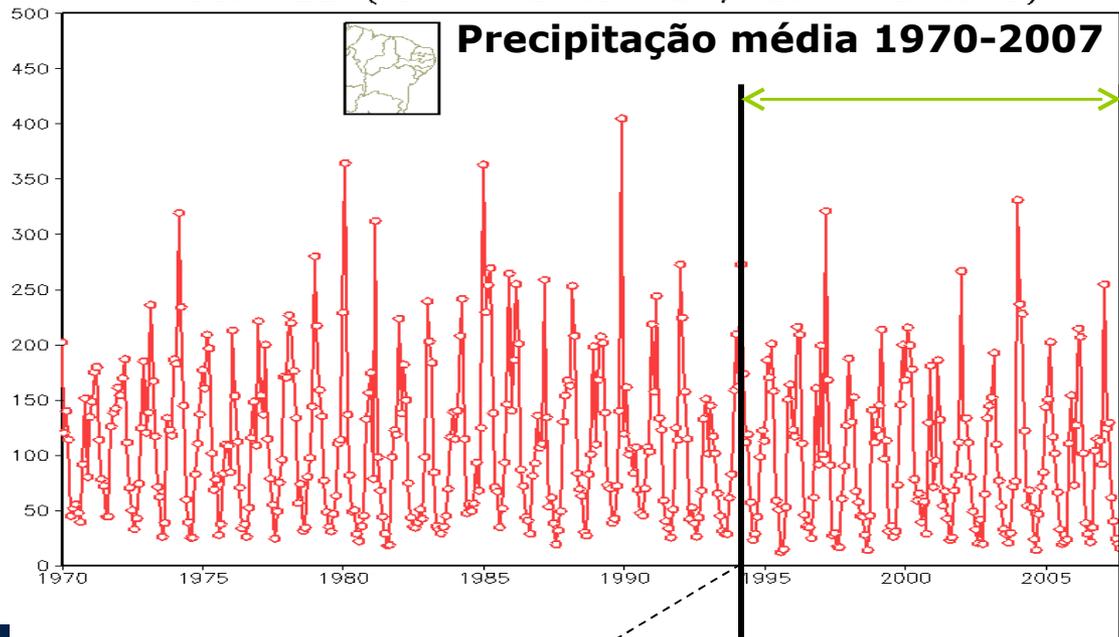


A Seca-problema recorrente no semi-árido:

As chuvas do semi-árido da região Nordeste apresentam enorme variabilidade espacial e temporal. Anos de secas e chuvas abundantes se alternam de formas erráticas, e grandes são as secas de 1710-11, 1723-27, 1736-57, 1744-45, 1777-78, 1808-09, 1824-25, 1835-37, 1844-45, 1877-79, 1982-83, 1997-98, assim como secas menores em 2006 e 2007.

A região Nordeste caracteriza-se naturalmente como de alto potencial para evaporação da água, em função da enorme disponibilidade de energia solar e altas temperaturas. Aumentos de temperatura associados à mudança de clima decorrente do aquecimento global, independente do que possa vir a ocorrer com as chuvas, já seriam suficientes para causar maior evaporação dos lagos, açudes e reservatórios e maior demanda evaporativa das plantas. Isto é, a não ser que haja aumento de chuvas, a água se tornará um bem mais escasso, com sérias conseqüências para a sustentabilidade do desenvolvimento regional.

Prec. NEB (lon=-49 to -34, lat=-19 to 0)

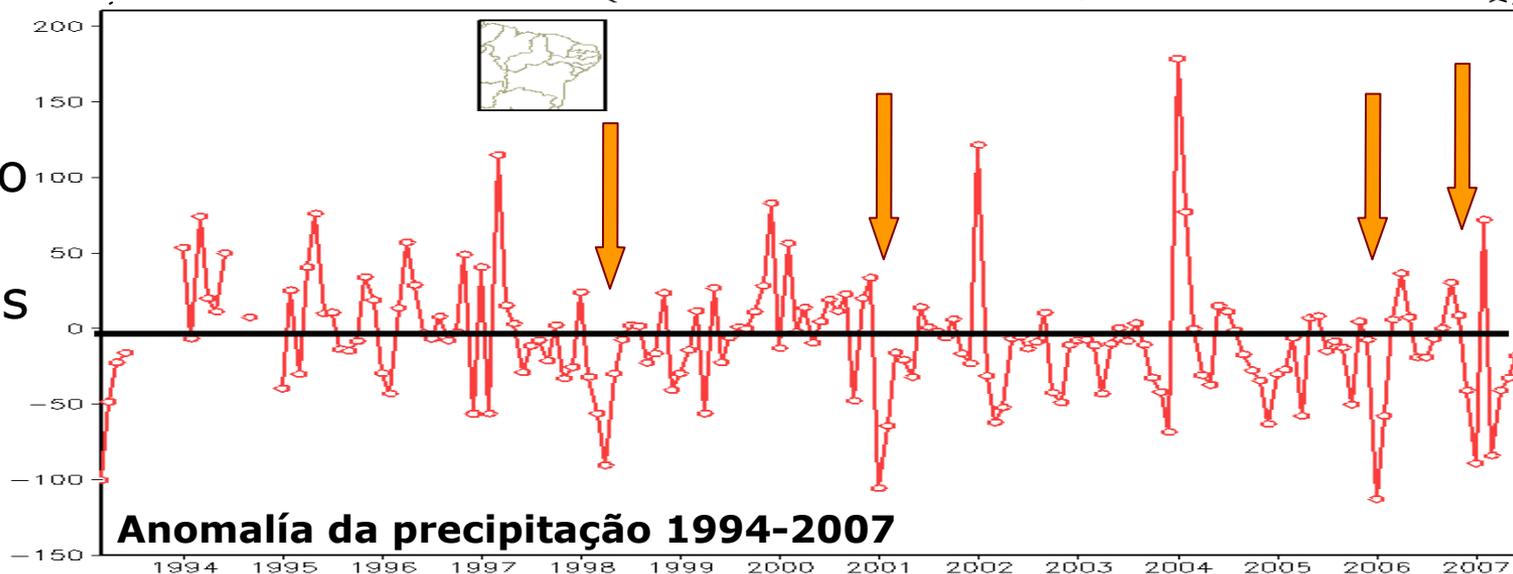


Variabilidade de chuva mensal no Nordeste 1970-2007

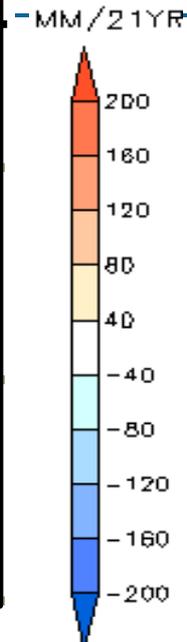
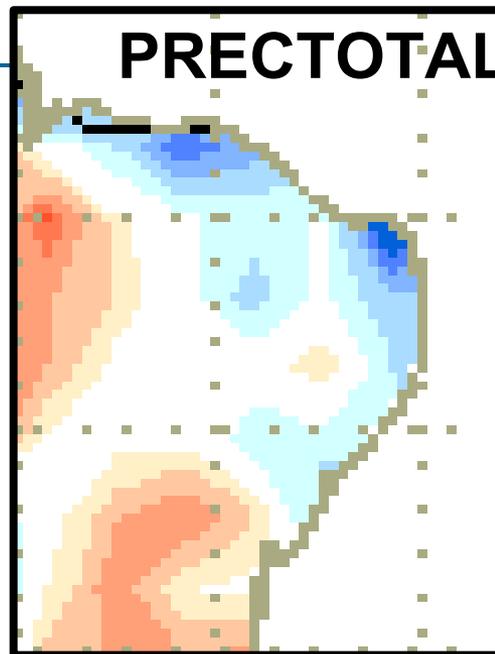
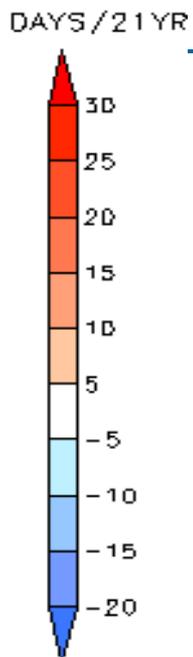
Anos com seca



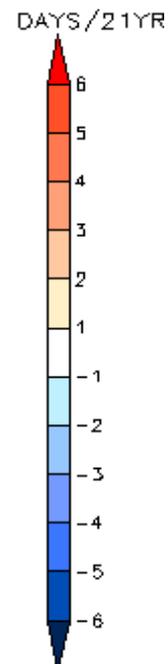
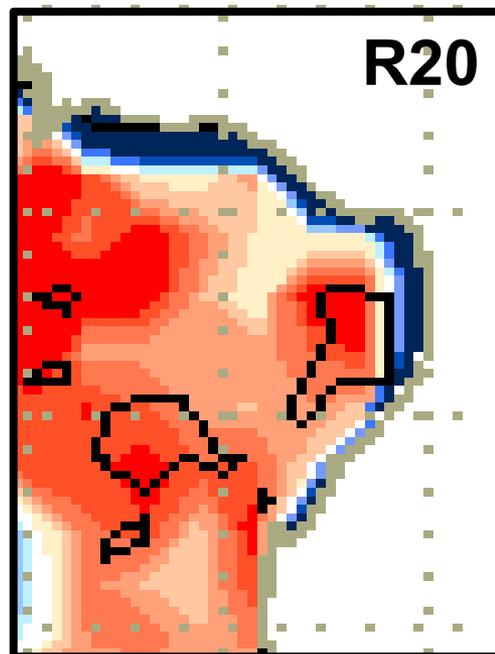
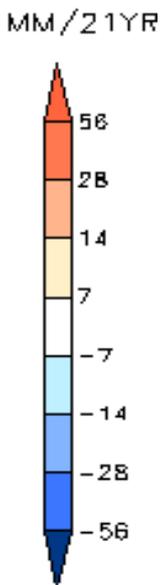
Anom. Prec. NEB (lon=-49 to -34, lat=-19 to 0)



Detalhamento para 1994-2007 (desvios em relação e media de 1961-90)



Indices de extremos de chuva observados 1985-2005 para o Nordeste



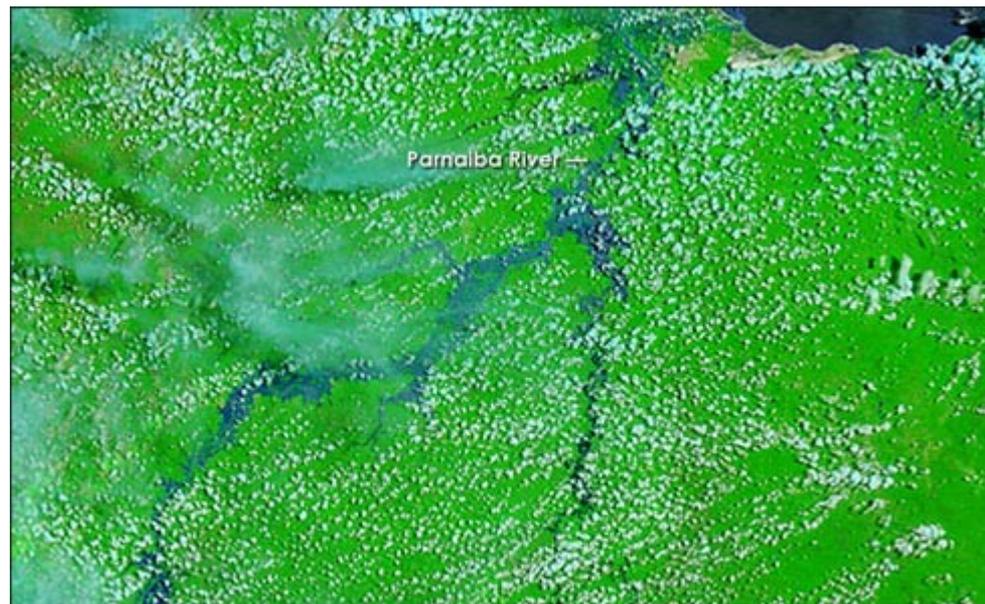
Imagens de satélite mostram transbordamento de rios no Nordeste



7 de fevereiro 2008

As violentas chuvas que atingem a Região Nordeste do Brasil fizeram os diversos rios atingirem níveis muito acima da média, provocando transbordamentos e inundações em mais 200 cidades e povoados, que estão praticamente submersos. Estima-se que mais de 190 mil pessoas estão desabrigadas (sensor MODIS do Satélite Terra).

A **imagem inferior** foi captada no dia 7 de fevereiro e mostra o rio Parnaíba, na divisa entre os Estados do Piauí e Maranhão, em seu nível normal. Comparada à imagem superior, feita no último dia 11 de abril pelo mesmo satélite, vemos que o Parnaíba e seus afluentes estão consideravelmente mais largos devido ao enorme volume de água captado.



11 abril 2008

Deficit hídrico → Índice de vulnerabilidade: áreas afetadas por seca consecutiva durante 1999-2007



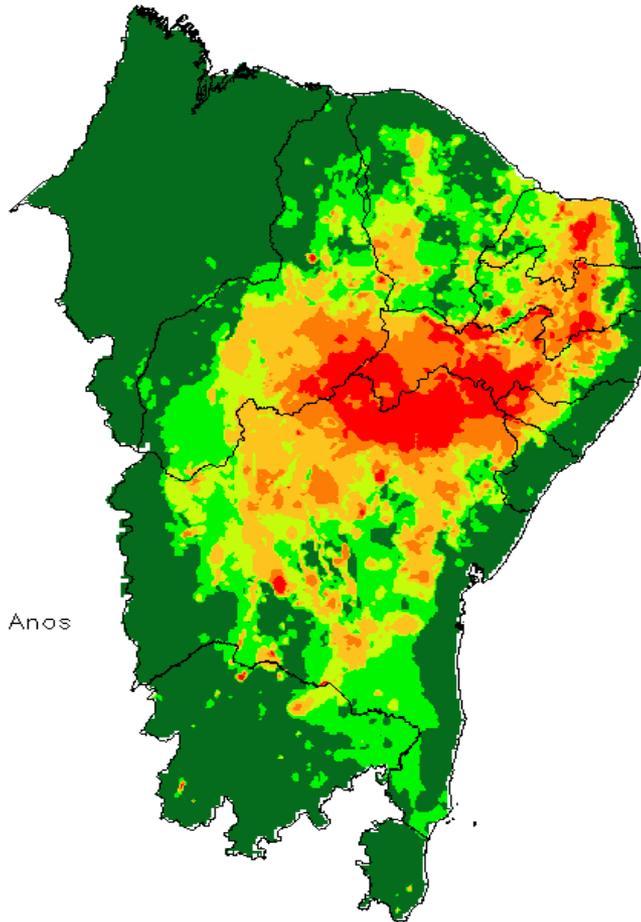
SUDENE - CPTEC - INPE

Áreas com déficit superior a 30 dias no trimestre chuvoso
Período 01101999-31082007

SUDENE - CPTEC - INPE

Áreas com déficit superior a 30 dias no trimestre chuvoso
em anos consecutivos no período 01101999-31082007

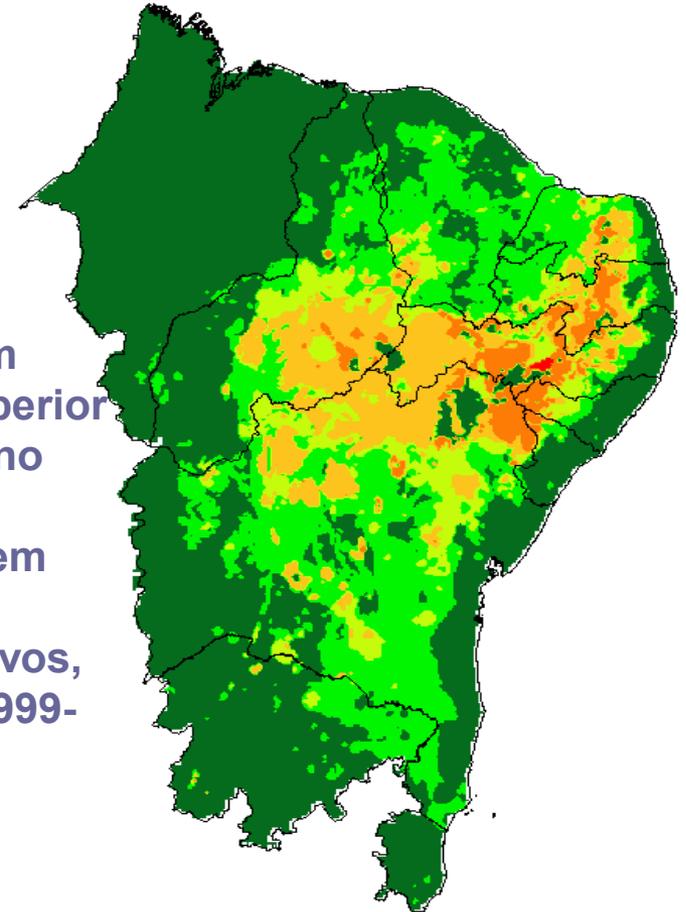
Áreas com déficit superior a 30 dias no trimestre chuvoso durante 1999-2007.



Numero de Anos



Áreas com déficit superior a 30 dias no trimestre chuvoso em anos consecutivos, período 1999-2007.



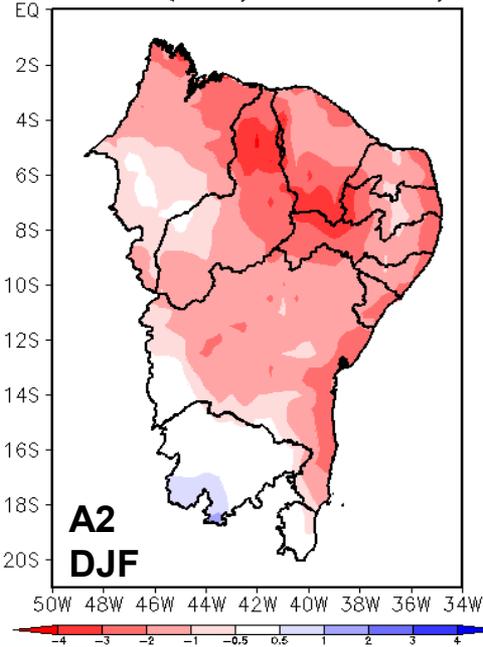
Fontes de dados: CMCD/INPE-INMET-FUNCEME/CE-LMRS/PB-EMPARN/RN-DI Fontes de dados: CMCD/INPE-INMET-FUNCEME/CE-LMRS/PB-EMPARN/RN-DMRH/PE SRH/BA-NMRH/AL-SEAAB/PI-SRH/SE-CEMIG/SIMGE/MG-S

© CPTEC

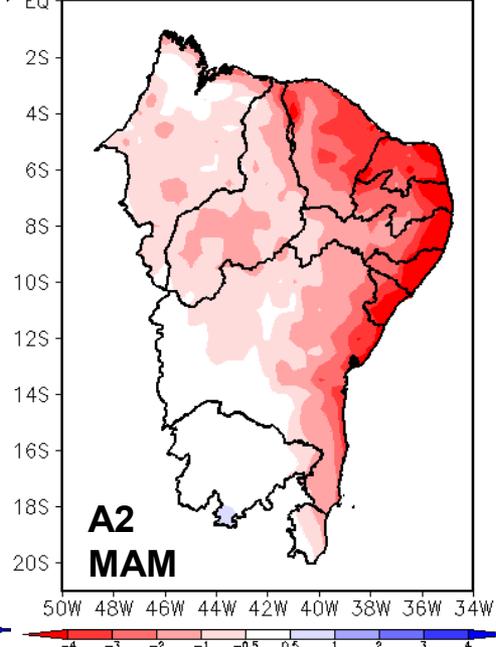
© CPTEC/INPE

Dias secos, com déficit hídrico superior a 30 dias no trimestre chuvoso no Nordeste, no período 1999-2007 em: (a) anos não consecutivos, (b) anos consecutivos (Fonte: PROCLIMA-CPTEC/INPE)

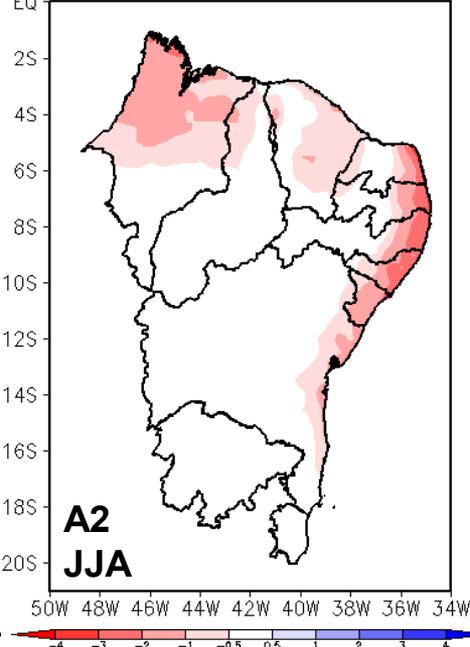
Anomalia DJF PREC (mm/día)
A2 PRECIS (2071/2100 - 1961/90)



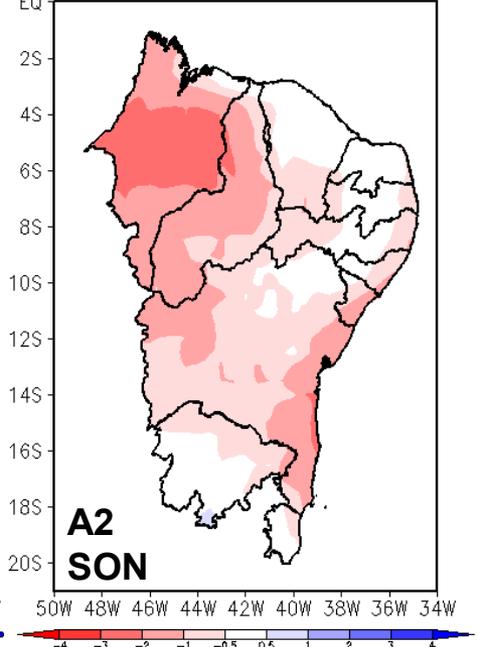
Anomalia MAM PREC (mm/día)
A2 PRECIS (2071/2100 - 1961/90)



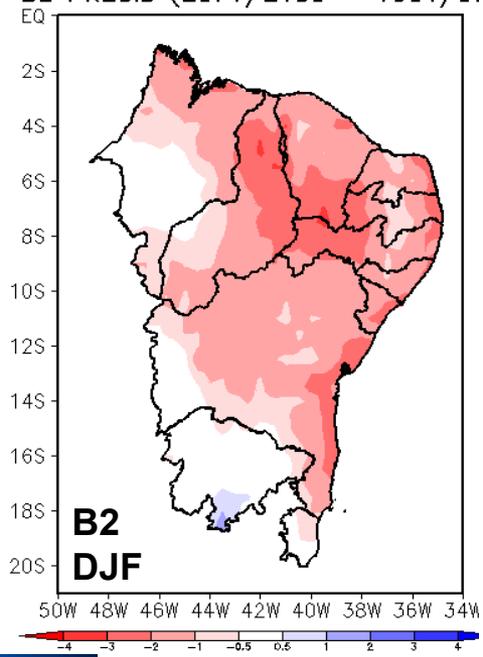
Anomalia JJA PREC (mm/día)
A2 PRECIS (2071/2100 - 1961/90)



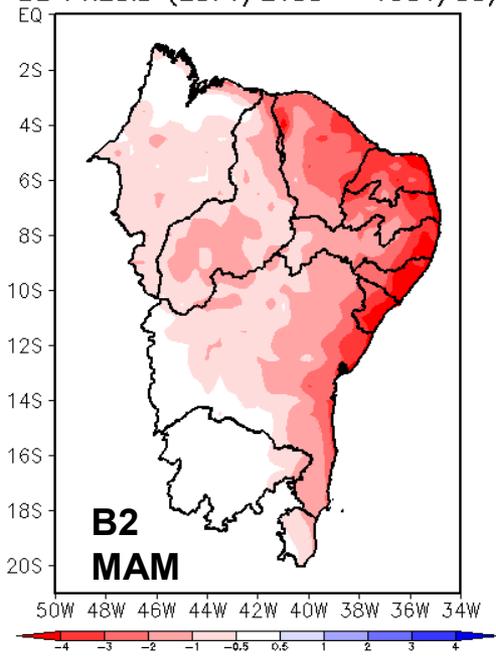
Anomalia SON PREC (mm/día)
A2 PRECIS (2071/2100 - 1961/90)



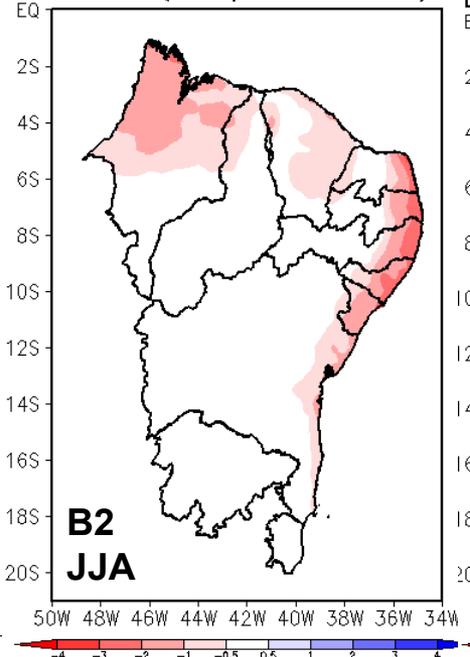
Anomalia DJF PREC (mm/día)
B2 PRECIS (2071/2100 - 1961/90)



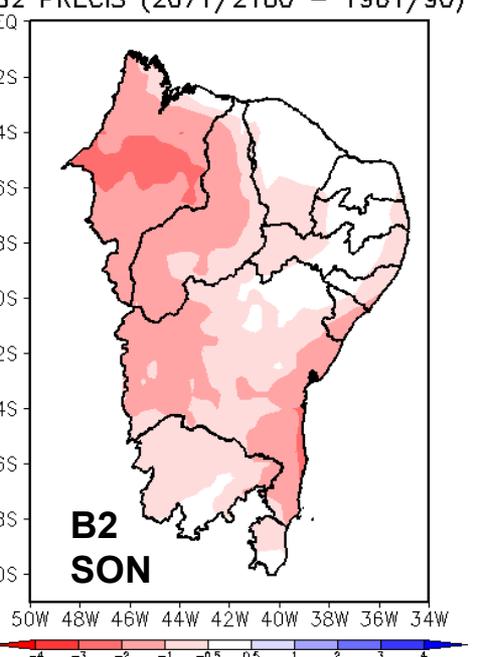
Anomalia MAM PREC (mm/día)
B2 PRECIS (2071/2100 - 1961/90)

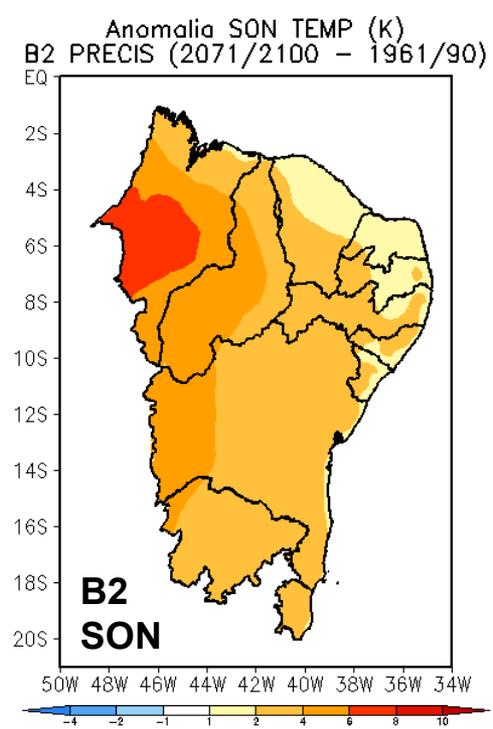
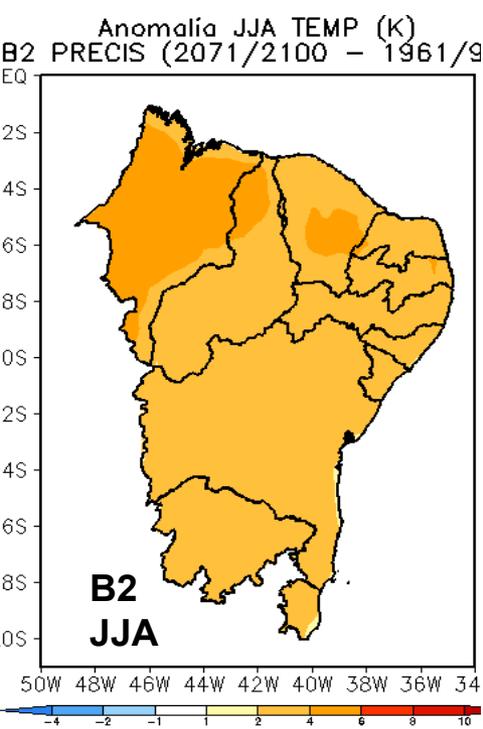
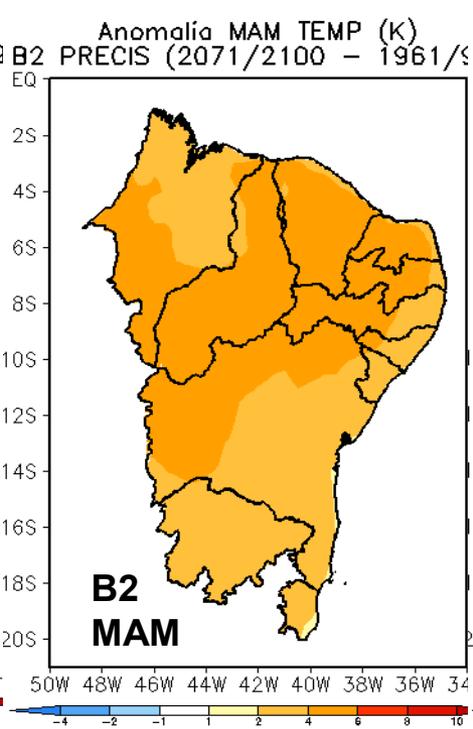
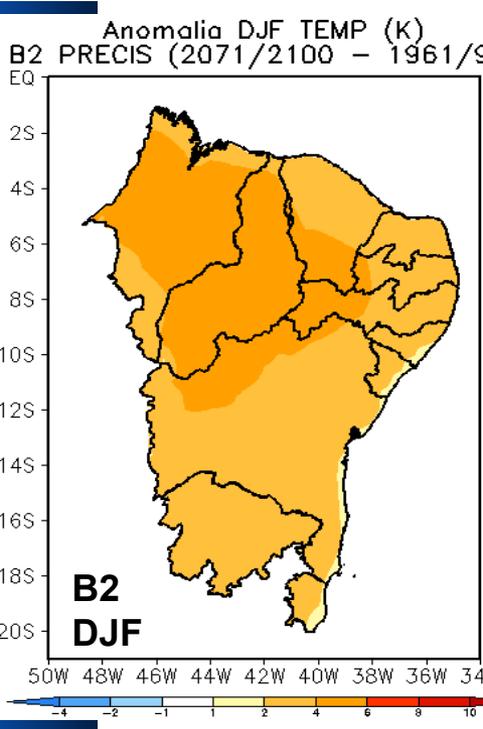
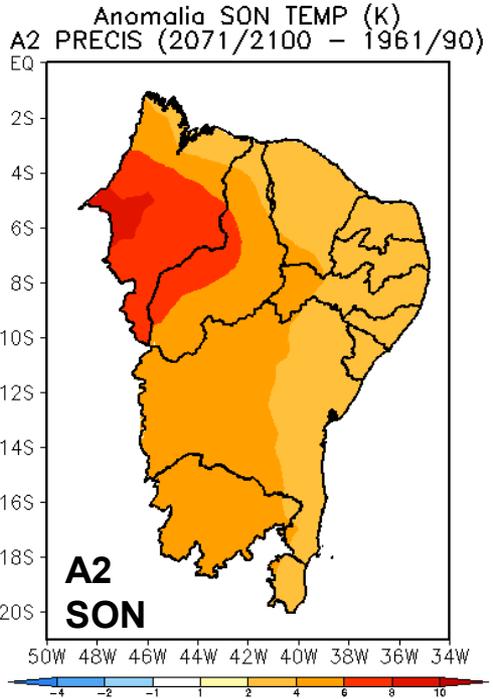
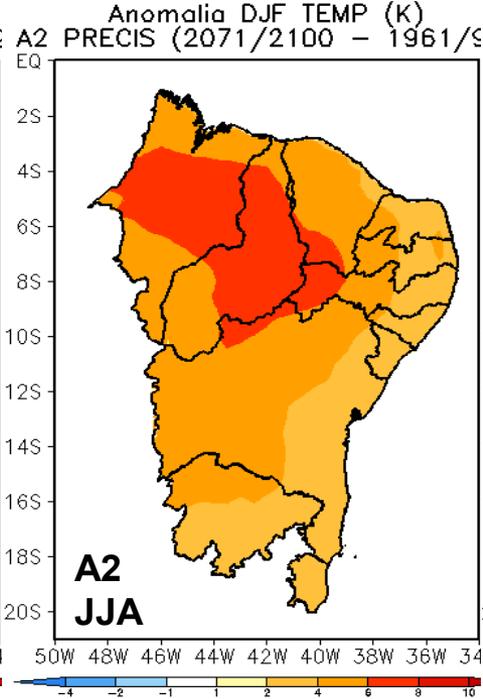
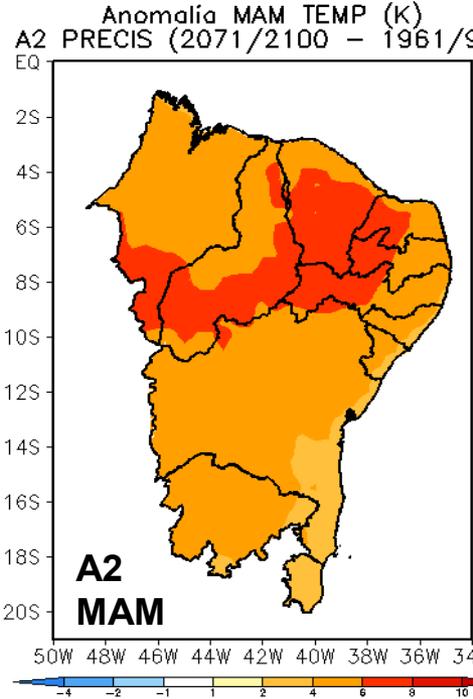
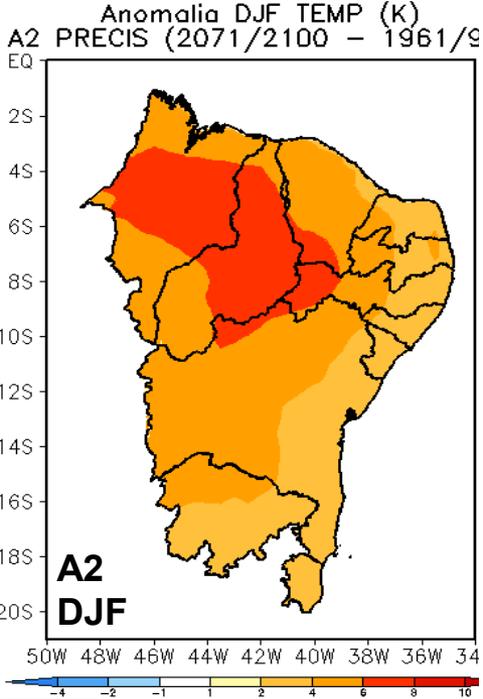


Anomalia JJA PREC (mm/día)
B2 PRECIS (2071/2100 - 1961/90)

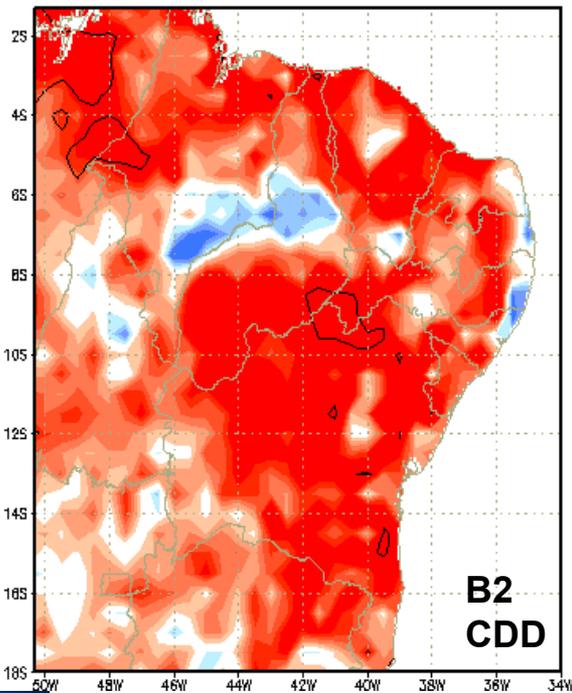


Anomalia SON PREC (mm/día)
B2 PRECIS (2071/2100 - 1961/90)

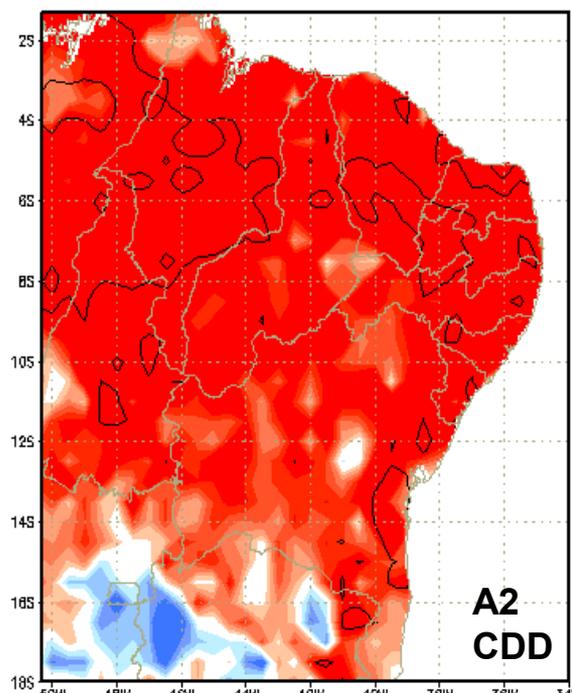




NORDESTE: HadRM3 - CENARIO B2 - CDD NORDESTE: HadRM3 - CENARIO A2 - CDD

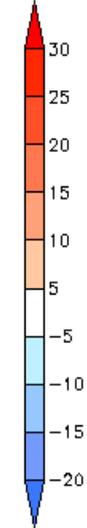


**B2
CDD**



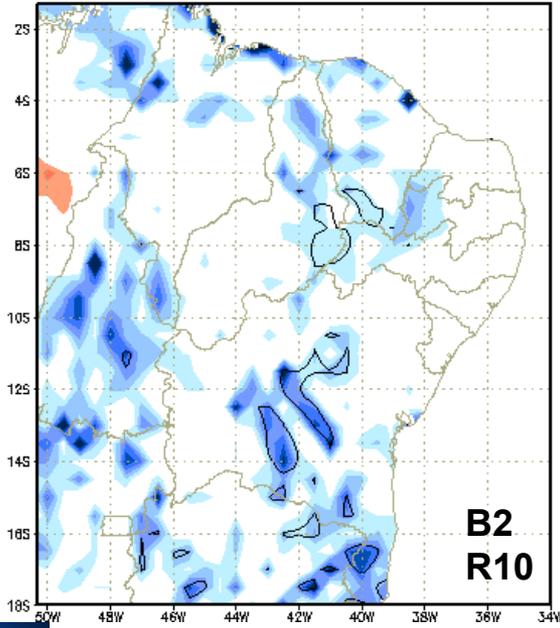
**A2
CDD**

DAYS/30YR

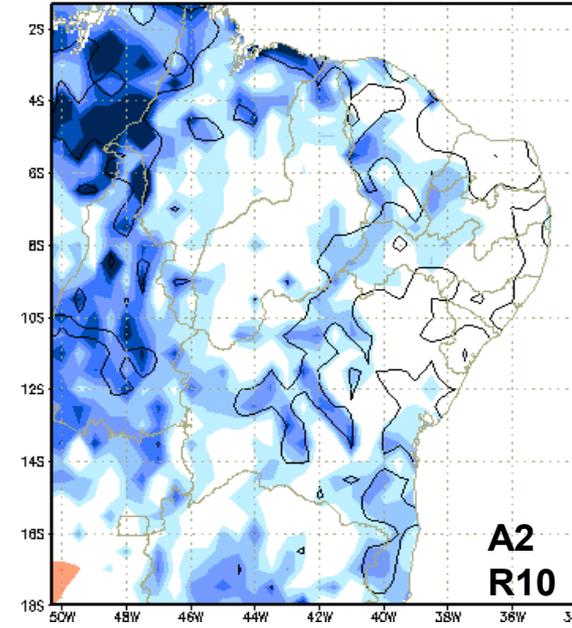


Tendências lineais do índice de dias secos consecutivos CDD para o Nordeste do Brasil (dias/30 anos), e para extremos de dias com chuva maior que 10mm R10 (dias/30 anos) para o futuro 2071-2100 em relação ao clima do presente 1961-90,

NORDESTE: HadRM3 - CENARIO B2 - R10mm NORDESTE: HadRM3 - CENARIO A2 - R10mm

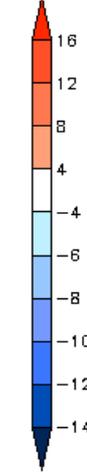


**B2
R10**



**A2
R10**

DAYS/30YR



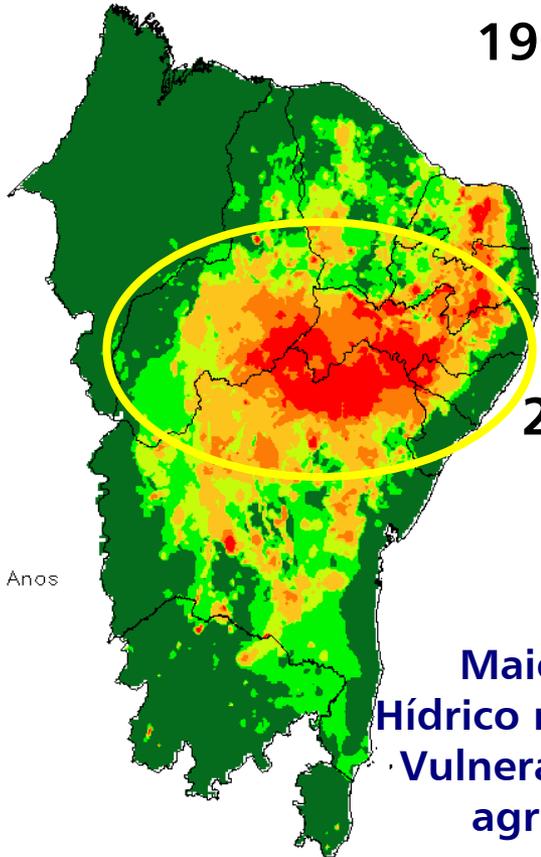
Modelo regional é o HadRM3P (resolução de 50 km lat-lon) para os cenários de emissão A2-altas emissões e B2-Baixas emissões. Escala de cores aparece ao lado direito de cada painel



Impactos Severos nos Recursos Hídricos do Nordeste. Tendência a “aridização” da região semi-árida do Nordeste até final do Século XXI

Relavante ao:
**PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE À
 DESERTIFICAÇÃO E MITIGAÇÃO DOS
 EFEITOS DE SECA (PAN-Brasil)**

SUDENE - CPTEC - INPE
 Areas com déficit superior a 30 dias no trimestre chuvoso
 Período 01101999-31082007

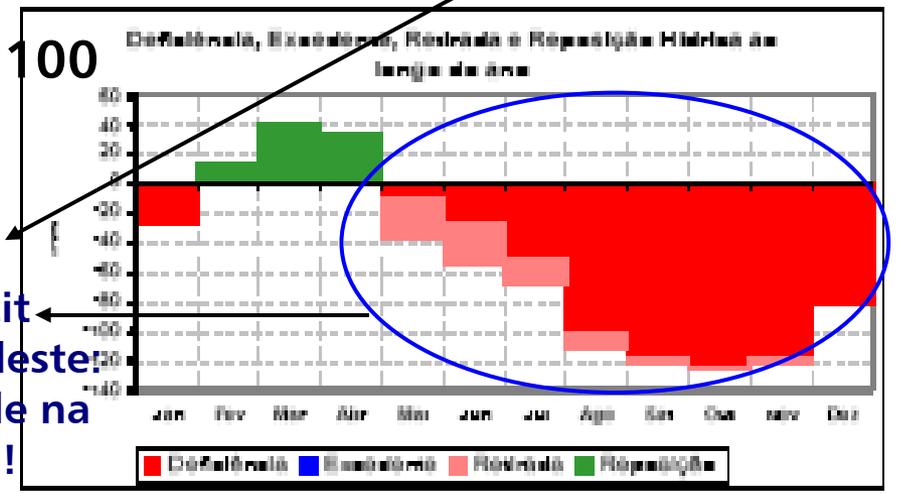
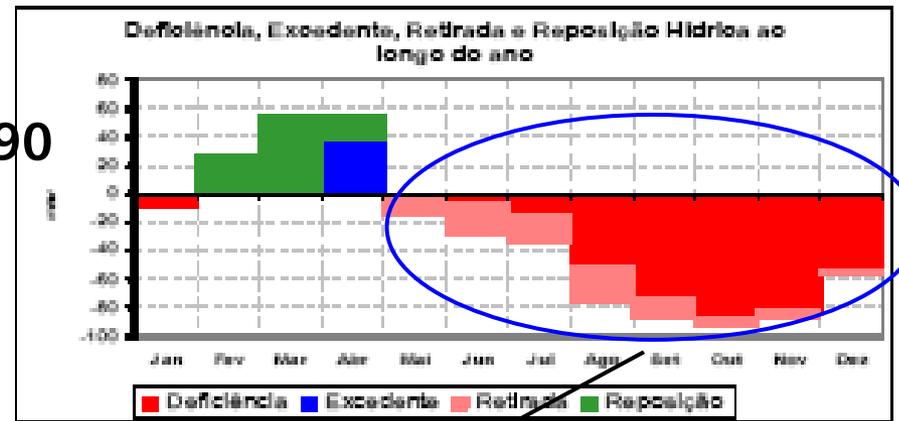


1961-1990

2071-2100

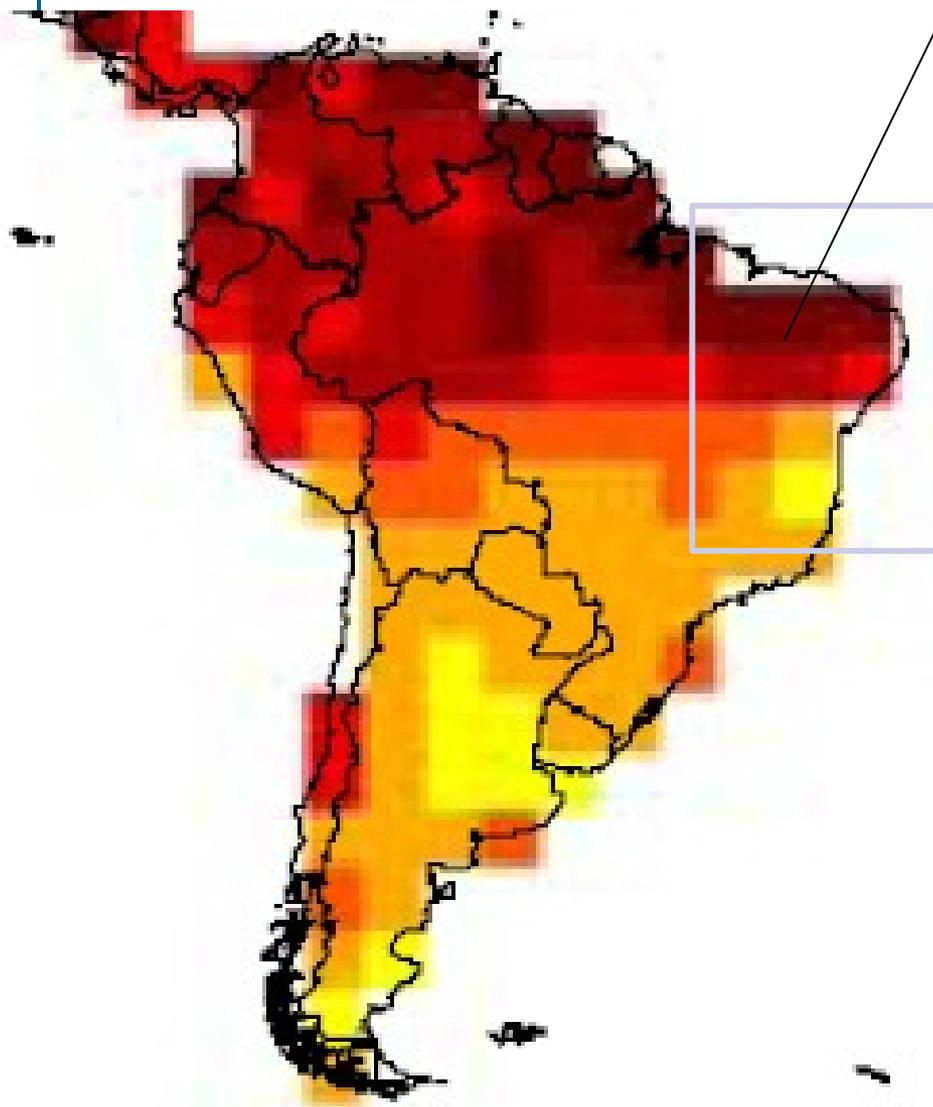
**Maior Déficit
 Hídrico no Nordeste
 Vulnerabilidade na
 agricultura!**

Balanço Hídrico-Nordeste



Fontes de dados: CMCD/INPE-INMET-FUNCEME/CE-LMRS/PB-EMPARN/RN-DMRH/PE SRH/BA-NMRH/AL-SEAAB/PI-SRH/SE-CEMIG/SIMGE/MG-SEAG/ES

Índice de Vulnerabilidade as Mudanças Climáticas (CCI) na América do Sul para o futuro (Baettig et al. 2007)



Regiões mais vulneráveis a mudança de clima

Nordeste

A2: 2-4 C mais quente, 15-20% mais seco

B2: 1-3 C mais quente, 10-15 % mais seco

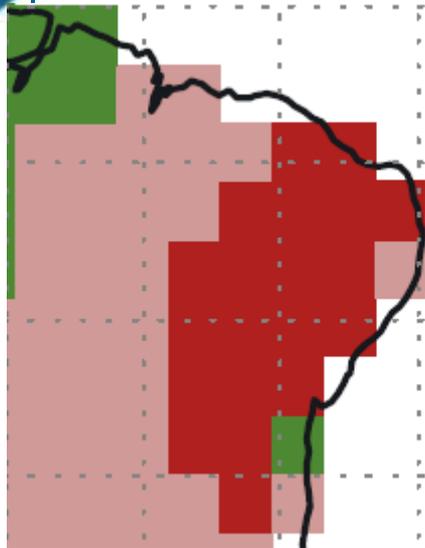
Possíveis impactos:

Maior frequência de períodos secos, altas taxas de evaporação, e baixa umidade do solo afetam níveis de reservatórios, açudes e agricultura. Perdas nos ecossistemas naturais (caatinga); tendências para aridização e desertificação no semi-árido. Escassez de água e reduções na recarga de aquíferos. Ondas de refugiados climáticos migrando para grandes cidades e estados. Grandes impactos sócio-econômicos e na saúde das populações.

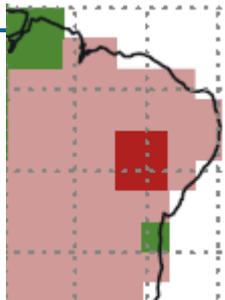




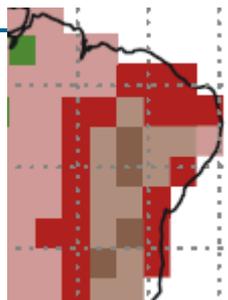
Current potential vegetation



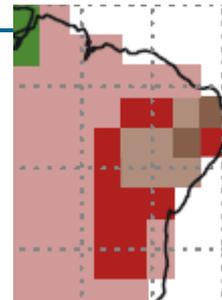
CNRM-CM3



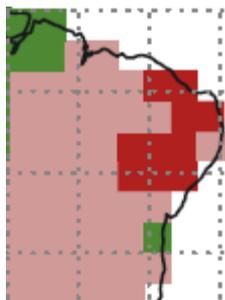
GFDL-CM2



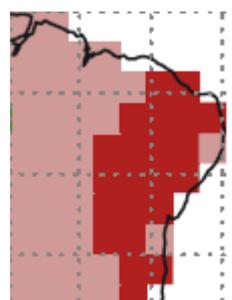
INM-CM3



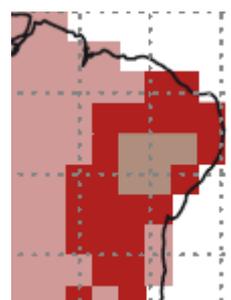
BCCR-BMC2



ECHAM5/MPI-OM

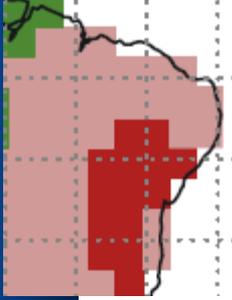


GFDL-CM2.1

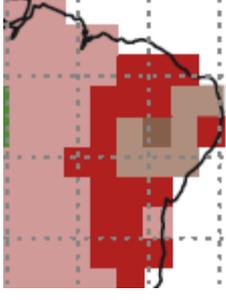


Mudanças na vegetação potencial no Nordeste para 2071-2100, cenário A2, modelos do IPCC AR4 (Salazar et al. 20007)

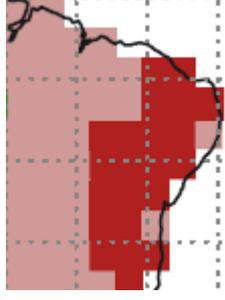
IPSL-CM4



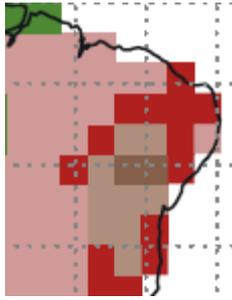
CCSM3



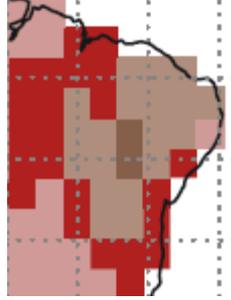
ECHO-G



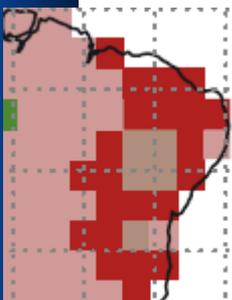
GISS-ER



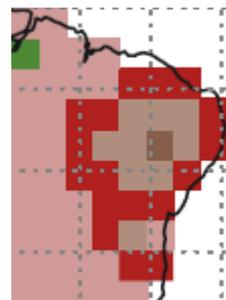
UKMO-HadCM3



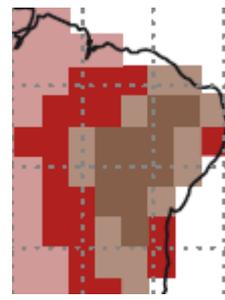
CGCM3.1(T47)



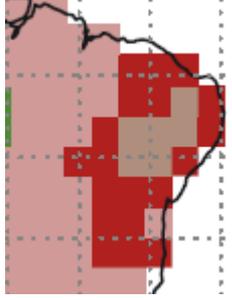
CSIRO-MK3



MIROC3.2-MedRes



MIROC CGCM2.3.2



-  Savanna
-  Caatinga
-  Semi-desert
-  Desert



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

No cenário climático pessimista, as temperaturas aumentariam de 2 °C a 4 °C e as chuvas de reduziriam entre 15-20% no Nordeste até o final do século XXI. No cenário otimista, o aquecimento seria entre 1-3 °C e a chuva ficaria entre 10-15% menor que no presente.

Essas mudanças no clima do Nordeste no futuro podem ter os seguintes impactos:

- A caatinga pode dar lugar a uma vegetação mais típica de zonas áridas, com predominância de cactáceas. O desmatamento da Amazônia também afetará a região.
- Um aumento de 3°C ou mais na temperatura média deixaria ainda mais secos os locais que hoje têm maior déficit hídrico no semi-árido.
- A produção agrícola de subsistência de grandes áreas pode se tornar inviável, colocando a própria sobrevivência do homem em risco.
- O alto potencial para evaporação do Nordeste, combinado com o aumento de temperatura, causaria diminuição da água de lagos, açudes e reservatórios.
- O semi-árido nordestino ficará vulnerável a chuvas torrenciais e concentradas em curto espaço de tempo, resultando em enchentes e graves impactos sócio-ambientais. Porém, e mais importante, espera-se uma maior frequência de dias secos consecutivos e de ondas de calor decorrente do aumento na frequência de veranicos.
- Com a degradação do solo, aumentará a migração para as cidades costeiras, agravando ainda mais os problemas urbanos.



Ações:

O governo brasileiro está criando um sistema para prever a ocorrência de grandes períodos de seca no semi-árido e apontar as áreas suscetíveis a um processo de desertificação desencadeado por mudanças climáticas. O ***Sistema Brasileiro de Alerta Precoce de Secas e Desertificação***, uma iniciativa dos MMA e MCT visa à criação e implantação de um sistema, que permita prever mais imediata as grandes secas episódicas que atingem a região, assim como a criação de uma ferramenta de diagnóstico para identificar as áreas mais afetadas pela degradação ambiental, e mais suscetíveis à desertificação. Este sistema é relevante ao ***Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil)***.

Fazem-se necessários estudos de vulnerabilidade do semi-árido a mudanças dos usos da terra, clima, aumento populacional e conflito de uso de recursos naturais, porém, é este esforço nacional que deverá incluir a elaboração de um ***Mapa de Riscos e Vulnerabilidade do Semi-árido às Mudanças Climáticas***, integrando as diferentes vulnerabilidades setoriais e integrando estas com as demais causas de vulnerabilidade, sejam ambientais ou sociais.

INSA..!!

7.1 PRIORIDADE ESTRATÉGICA 1: MEIO AMBIENTE E CAATINGA

Plano Diretor

Instituto Nacional do Semi-Árido

2008-2011

7.1.1 Linha de ação: MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O SEMI-ÁRIDO

7.1.1.1 Objetivo específico – articulação institucional: Articular-se com instituições nacionais e internacionais para monitorar os fatores de clima e incentivar estudos visando a avaliar o seu impacto sobre a região Semi-Árida.

Meta 1

Interagir e firmar, até 2011, parcerias com pelo menos duas instituições nacionais e internacionais² atuando em regiões áridas e semi-áridas, contribuindo para o fortalecimento da estrutura de monitoramento, estudos climáticos e modelagem no Semi-Árido brasileiro.

7.1.2 Linha de ação: ECOSSISTEMAS, DINÂMICA DA CAATINGA E USO DE ESPÉCIES VEGETAIS DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

7.1.2.1 Objetivo específico – articulação institucional: Articular-se com instituições nacionais e internacionais e incentivar estudos para mapear, caracterizar, valorizar, proteger e recuperar os ecossistemas do Semi-Árido brasileiro.

Meta 2

Estimular, até 2011, a formação de uma rede de pesquisa transdisciplinar, com foco em Ecossistemas do Semi-Árido brasileiro, nos Estados abrangidos pela região.