



Segundo Entrenamiento en Modelado Numérico de Escenários de Cambio Climático

Tendencia de los extremos climáticos en América del Sur en escenarios HadCM3-A1B regionalizados por el modelo ETA

María Valverde
CCST-INPE

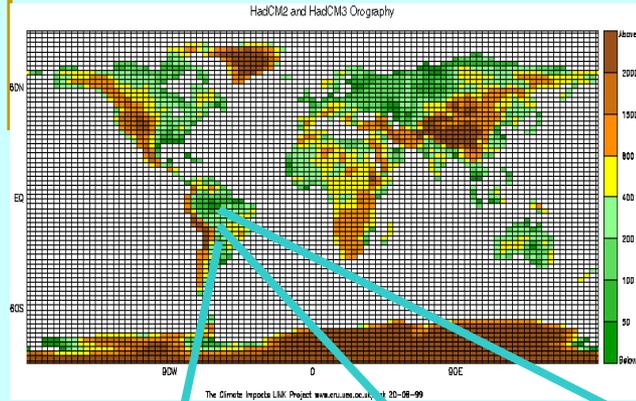
PROBIO - IPCC Modelos globales de IPCC (HadCM3)

Downscaling

Climatologia
1961-90

Cenários IPCC
A2, B2

Modelos do IPCC: HadCM3



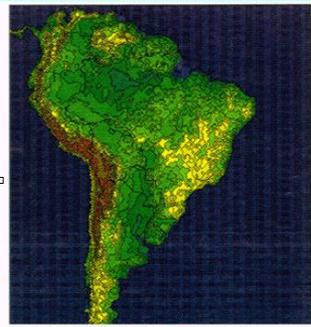
Mapas de cenários globais de mudança de clima (multimodel ensemble). cenários A2, B2

Climatologia
modelo regional
1961-90

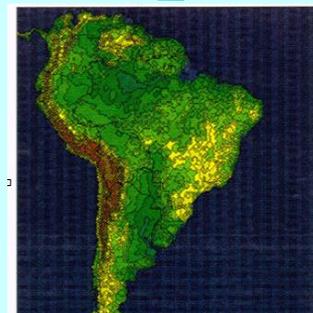
Modelos regionais



RegCM3



HadRM3



Eta CCS

Mapas de cenários de mudança de clima (Regional multimodel ensemble) 2071-2100, A2, B2

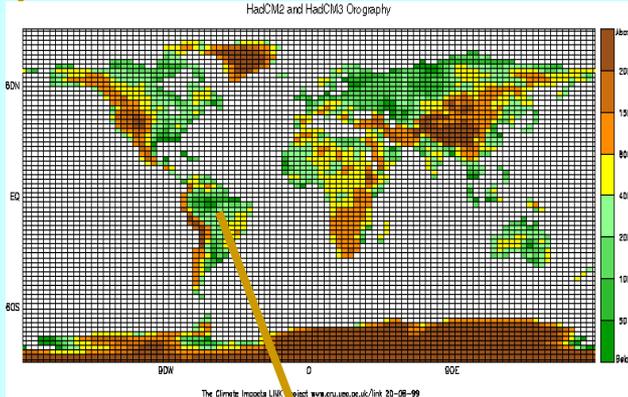
PNUD - IPCC Modelos Globales

Downscaling

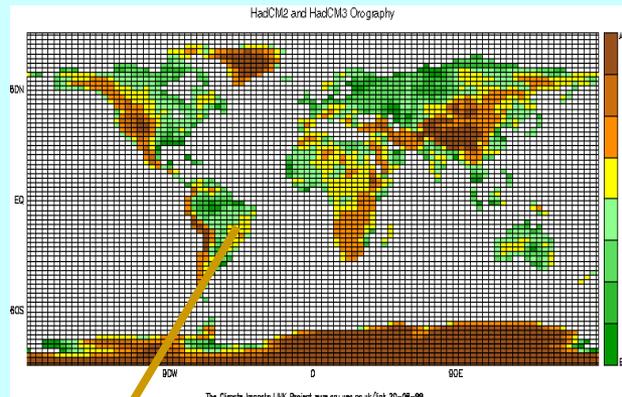
Climatologia
1961-90

Escenarios
IPCC A1B, A2

Modelo Global: HadCM3

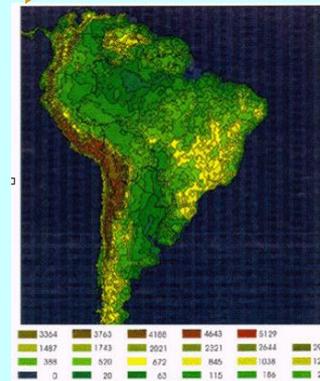
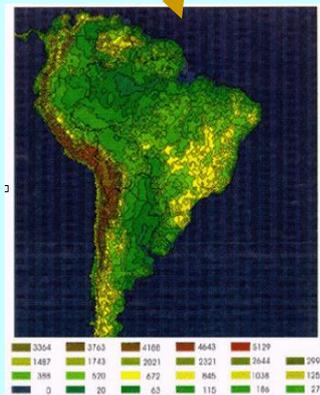


Modelo Global: ECHAM4



Climatologia
modelo regional
1961-90

Modelo Regional ETA



Mapas de
cenários de
mudança de
clima
(Regional
multimodel
ensemble)
2011-2040,
2041-2070,
2071-2100

Índices de Eventos Extremos

El cálculo de los índices de eventos extremos, tuvo como finalidad tener un consenso general en la frecuencia y severidad de eventos extremos climáticos térmicos y pluviométricos (sequías, olas de frío, heladas, lluvias intensas). El grupo de expertos sobre detección de cambios climáticos del CCI/CLIVAR^[1] desarrolló programas y rutinas que pudiesen ser utilizados por todos los centros de predicción climáticas de forma a universalizar un mismo análisis, a través de una misma metodología que permitiese hacer una comparación global en todo el mundo (Karl et al. 1999, Peterson et al 2001). Así, fueron desenvueltos 27 índices, que tuvieron como base de cálculo los datos diarios de precipitación, temperatura máxima y mínima.

Herramienta de cálculo:

Fclimindex -> Programa en Fortran90

Programa de Tendencias → Programas en Matlab e Grads

^[1] <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/indices.shtml>

Cuadro1. Índices de extremos climáticos generados por el grupo de expertos sobre detección de cambios climáticos del CCI/CLIVAR

	Indice	Definición	Detalles
1	CDD	Máximo número de días secos consecutivos	Los valores de total diario de lluvia menores que 1 mm son identificados como días secos.
2	R10	Número de días con precipitación > 10 mm/día	Precipitación diaria igual o mayor a 10mm/día es considerada como lluvia moderada.
3	R20	Número de días con precipitación > 20 mm/día	Precipitación diaria igual o mayor a 20mm/día es considerada como lluvia fuerte.
4	RX5DAY	Máxima precipitación total en 5 días	Máxima precipitación acumulada en 5 días
5	R95P	Porcentaje de días muy lluviosos	Considera la precipitación que representa 95° percentil de la precipitación en días lluviosos entre 1961-1990
6	FD	Número total de días con temperaturas negativas	Las condiciones de congelación son identificadas partir de la temperatura mínima próxima o menor de 0°C. Los eventos son contados para cada año.
7	HWDI	Índice de Duración de Ondas de Calor	Tomando una serie de temperaturas máximas diarias, aplica-se un filtro móvil de 5 días a esa serie, La onda de calor es identificada por períodos en que la temperatura máxima excede la temperatura máxima media en + 5° C en por lo menos 6 días consecutivos. El índice representa el total de número de días.
8	TN10P	Porcentaje de noches frías	Tomando una serie de temperaturas mínimas diarias, se aplica un filtro móvil de 5 días a esta serie. Representa un porcentaje de tempo de temperaturas mínimas abajo del 10° percentil de las temperaturas mínimas.
9	TN90P	Porcentaje de noches cálidas	Tomando una serie de temperaturas mínimas diarias, se aplica un filtro móvil de 5 días a esta serie. Representa un porcentaje de tiempo de temperaturas mínimas mayores del 90° percentil de las temperaturas mínimas.
10	TX90P	Porcentaje de días cálidos	Tomando una serie de temperaturas mínimas diarias, se aplica un filtro móvil de 5 días a esta serie. Representa un porcentaje de tiempo de temperaturas máximas mayores del 90° percentil de las temperaturas máximas.

Preparación de los Datos

1. FD0 → Heladas

Sea T_{nij} la temperatura mínima diaria en el día i en el periodo j . Cuento el número de días cuando:

$$T_{nij} < 0^{\circ}C$$

2. Tn90p → Noches Calientes

Sea T_{nij} la temperatura mínima diaria en el día i en el periodo j y sea T_{nin90} el día calendario del percentil 90th centrado en una ventana de 5-días. El porcentaje del tiempo es determinado, donde:

$$T_{nij} > T_{nin90}$$

3. Tx10p → Días Calientes

Sea T_{xij} la temperatura máxima diaria en el día i en el periodo j y sea T_{xin10} el día calendario del percentil 10th centrado en una ventana de 5-días. El porcentaje del tiempo es determinado, donde $T_{xij} < T_{xin10}$

4. Rx5day → Inundaciones

Sea RR_{kj} la cantidad de precipitación para el intervalo de cinco días k terminando en el día j , periodo j . Entonces los valores máximos de 5-días para el periodo j son:

$$Rx5day_j = \max(RR_{kj})$$

5. RR10 → Lluvias fuertes

Sea RR_{ij} la cantidad diaria de precipitación en el día i en el periodo j . Cuento el número de días donde:

$$RR_{ij} \geq 10mm$$

6. RR CDD → Dias secos o veranillos

Sea RR_{ij} la cantidad diaria de precipitación en el día i en el periodo j . Cuento el más grande número de días consecutivos donde:

$$RR_{ij} < 1mm$$

Año Mes Dia PPP Tmax Tmin

1901	01	01	-99.9	-3.1	-6.8
1901	01	02	-99.9	-1.3	-3.6
1901	01	03	-99.9	-0.5	-7.9
1901	01	04	-99.9	-1.0	-9.1
1901	01	05	-99.9	-1.8	-8.4
1901	01	06	-99.9	-7.8	-11.5
1901	01	07	-99.9	-6.6	-12.2
1901	01	08	-99.9	-0.6	-9.4
1901	01	09	-99.9	4.2	-2.7
1901	01	10	-99.9	5.9	-1.4
1901	01	11	-99.9	4.9	-7.8
1901	01	12	-99.9	-2.6	-9.0
1901	01	13	-99.9	-1.8	-8.2
1901	01	14	-99.9	3.0	-7.2
1901	01	15	-99.9	5.2	-3.8
1901	01	16	-99.9	4.0	-4.5
1901	01	17	-99.9	6.4	-2.5
1901	01	18	-99.9	4.1	-4.5
1901	01	19	-99.9	6.3	-0.4
1901	01	20	-99.9	7.1	4.3
1901	01	21	-99.9	10.1	6.1
1901	01	22	-99.9	8.3	6.8
1901	01	23	-99.9	8.3	-1.9
1901	01	24	-99.9	5.5	-1.2
1901	01	25	-99.9	7.4	4.8
1901	01	26	-99.9	6.8	3.0

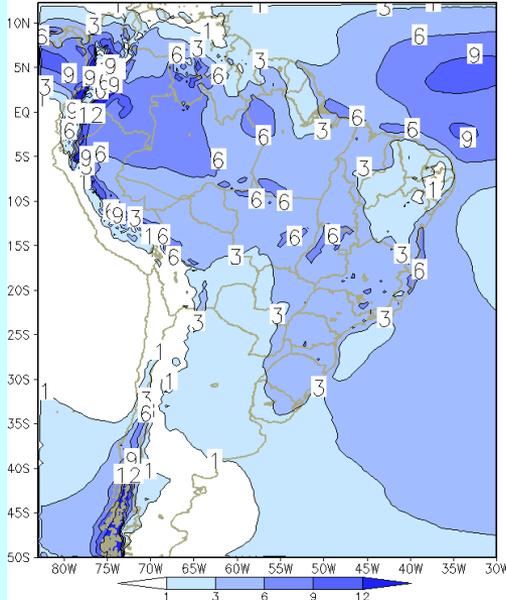
Datos Utilizados

- Datos diarios de precipitação y temperatura máxima y mínima derivados do modelo Eta forzado por las condiciones de contorno del modelo global HadCM3, cenário A1B.
- El período utilizado para el clima presente fue 1961-1990, y para las proyecciones futuras, tres climas futuros, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100



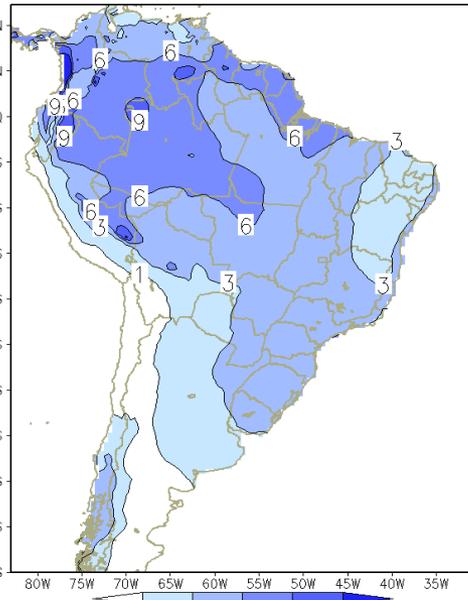
ETA_HadCM3

Precipitacao (mm/dia) do Modelo ETA
Periodo: Anual 1961-1990, cc: HadCM3



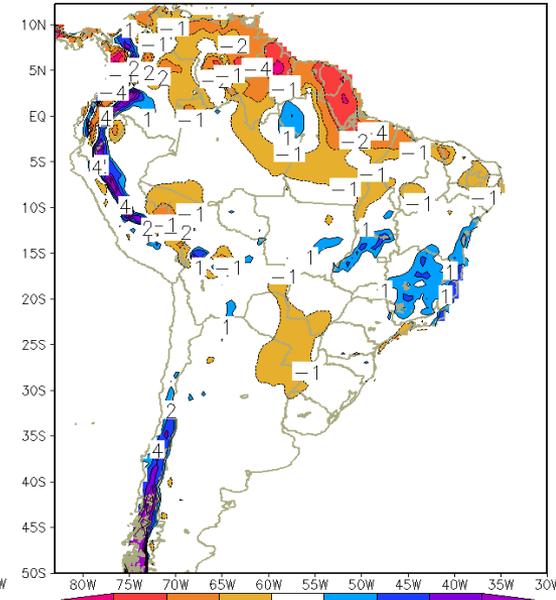
CRU

Precipitacao (mm/dia) do CRU
Periodo: Anual 1961-1990



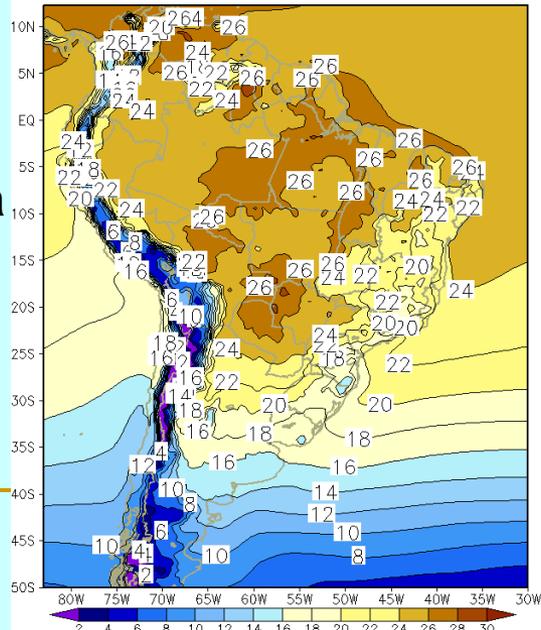
ERROR

Erro da Precipitacao (mm/dia) do Modelo ETA
Periodo: Anual 1961-1990, cc: HadCM3

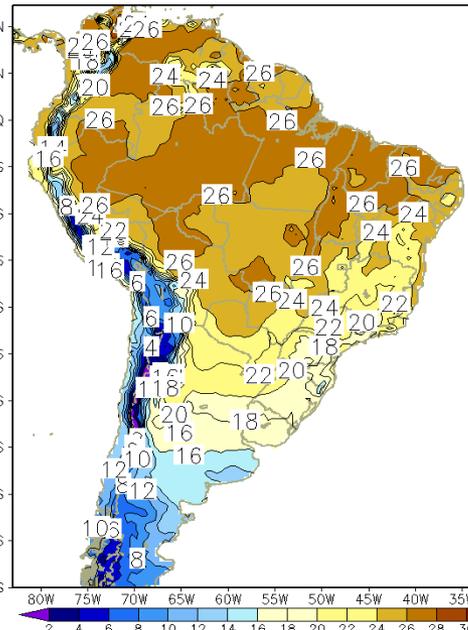


Precipitacion

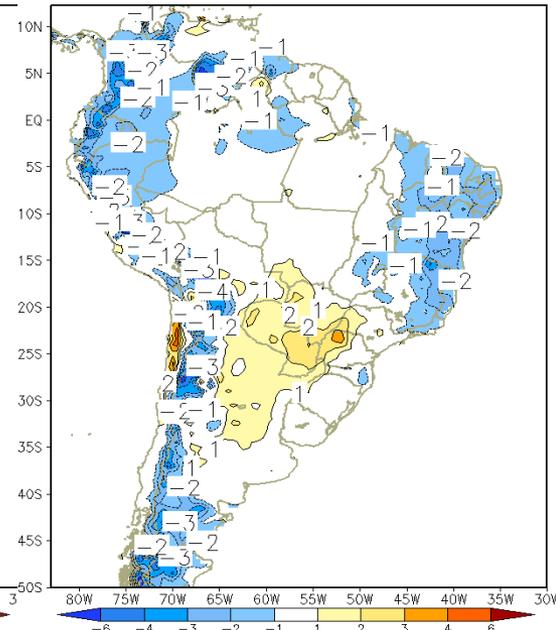
Temperatura do ar (oC) do Modelo ETA
Periodo: Anual 1961-1990, cc: HadCM3



Temperatura do ar (oC) do CRU
Periodo: Anual 1961-1990



Erro da Temperatura do ar (oC) do Modelo ETA
Periodo: Anual 1961-1990, cc: HadCM3



Temperatura

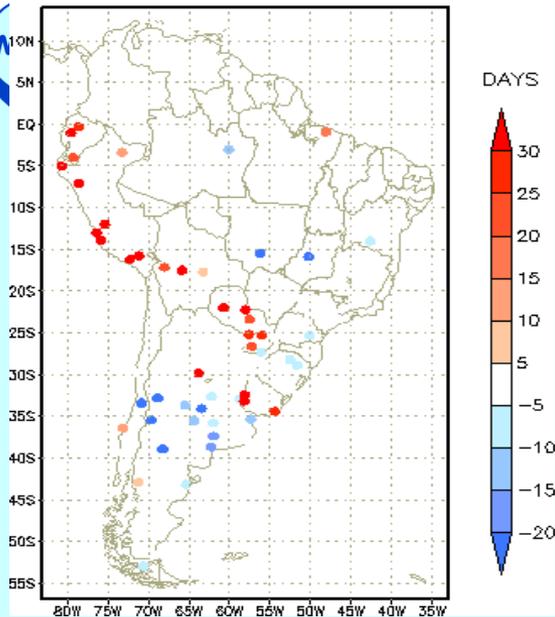


ETA_HadCM3

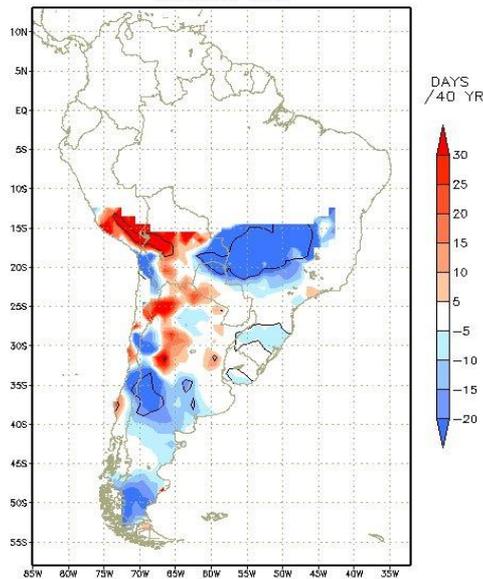
Índices de Precipitação



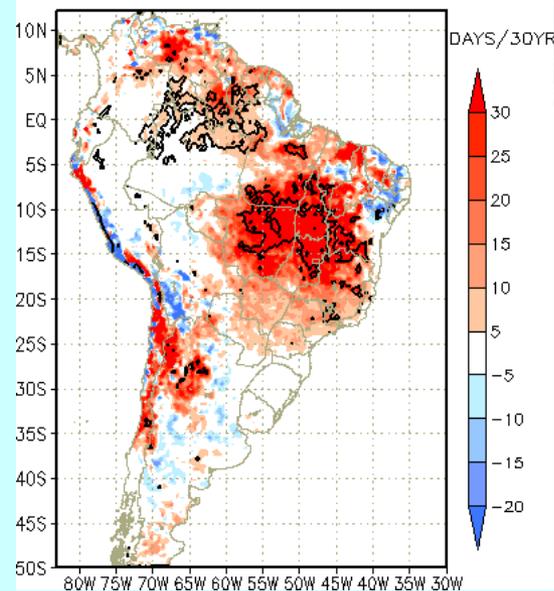
Observacoes CDD



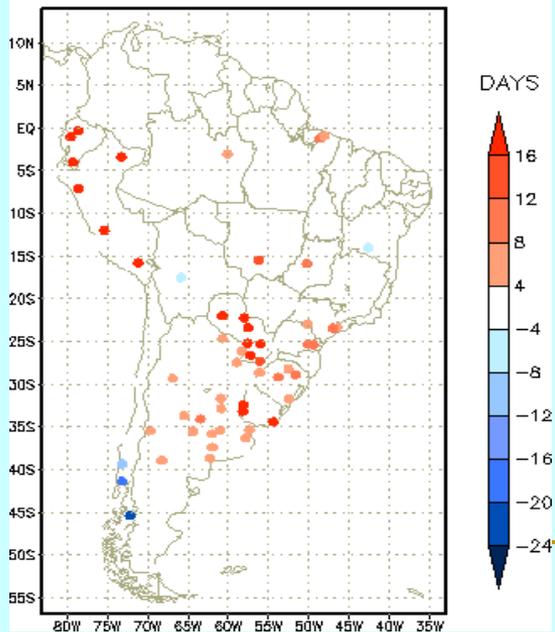
Stations cdd



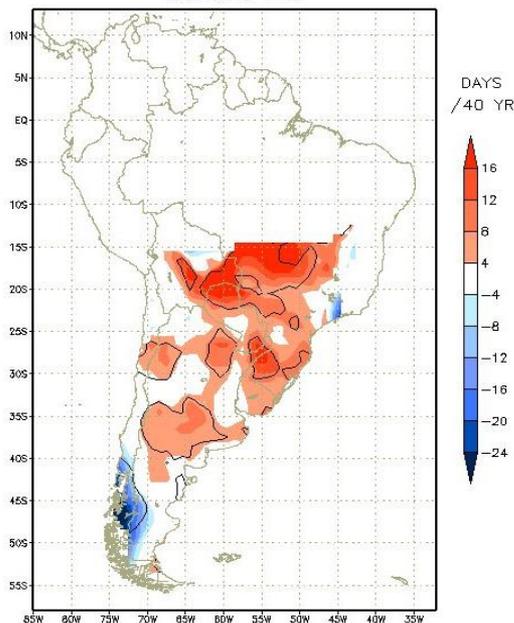
CDD - Modelo ETA Periodo: 1961-1990 - cc: HadCM3



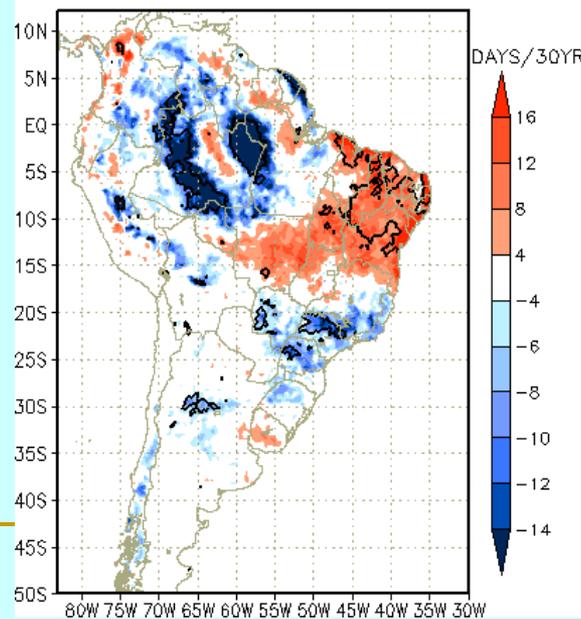
Observacoes R10mm



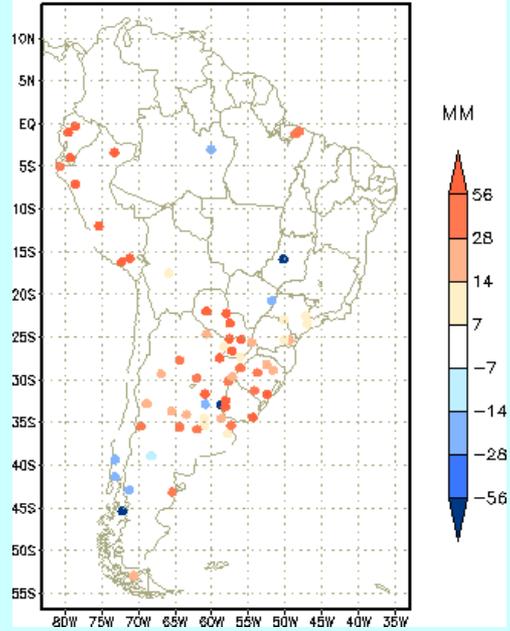
Stations r10



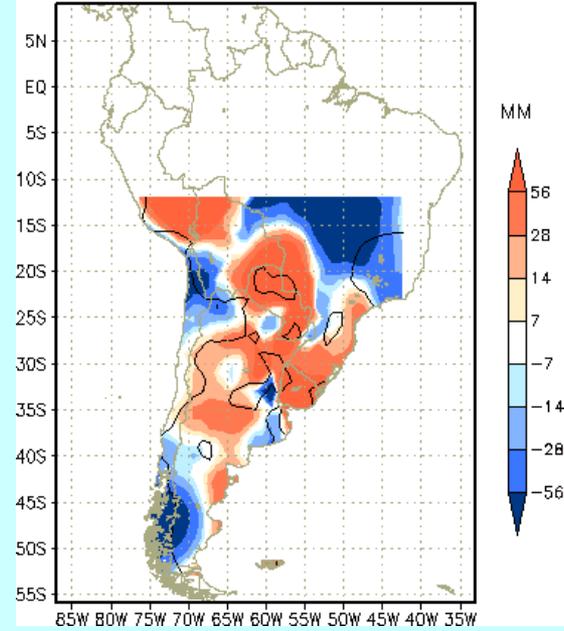
R10mm - Modelo ETA Periodo: 1961-1990 - cc: HadCM3



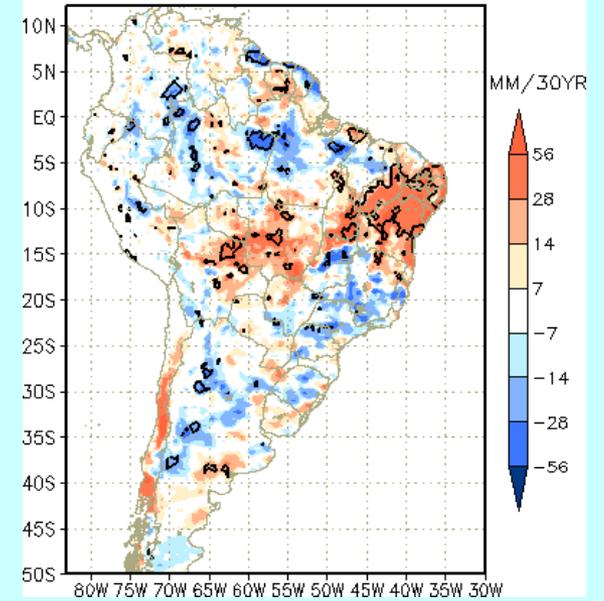
Observacoes RX5day



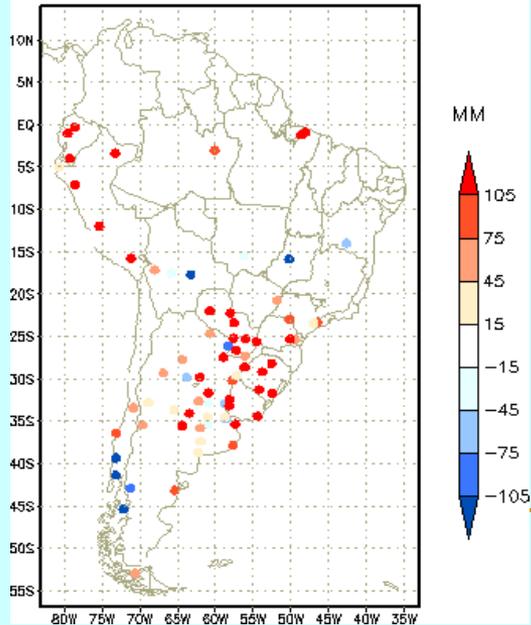
Observacoes RX5day



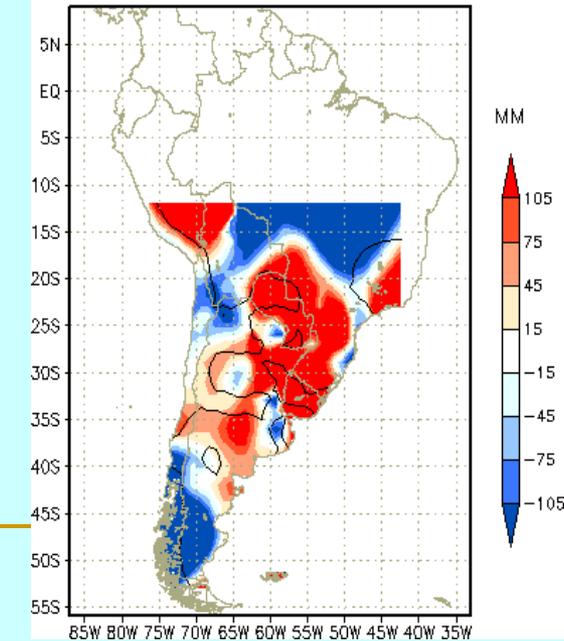
RX5day - Modelo ETA
Periodo: 1961-1990 - cc: HadCM3



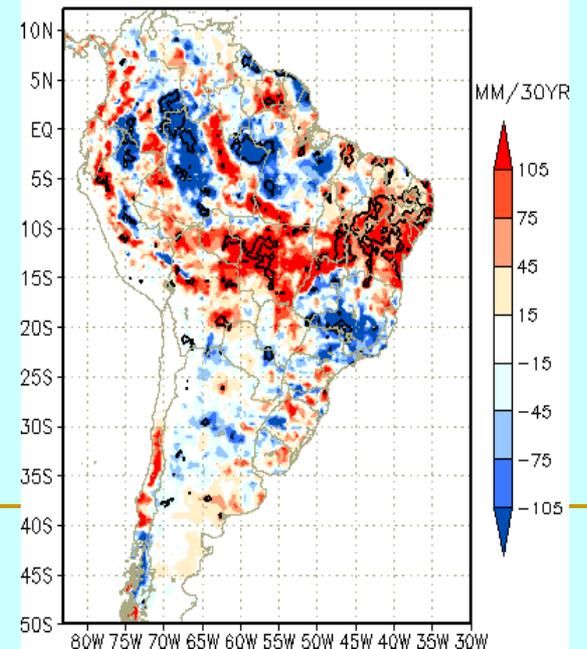
Observacoes R95p



Observacoes R95p

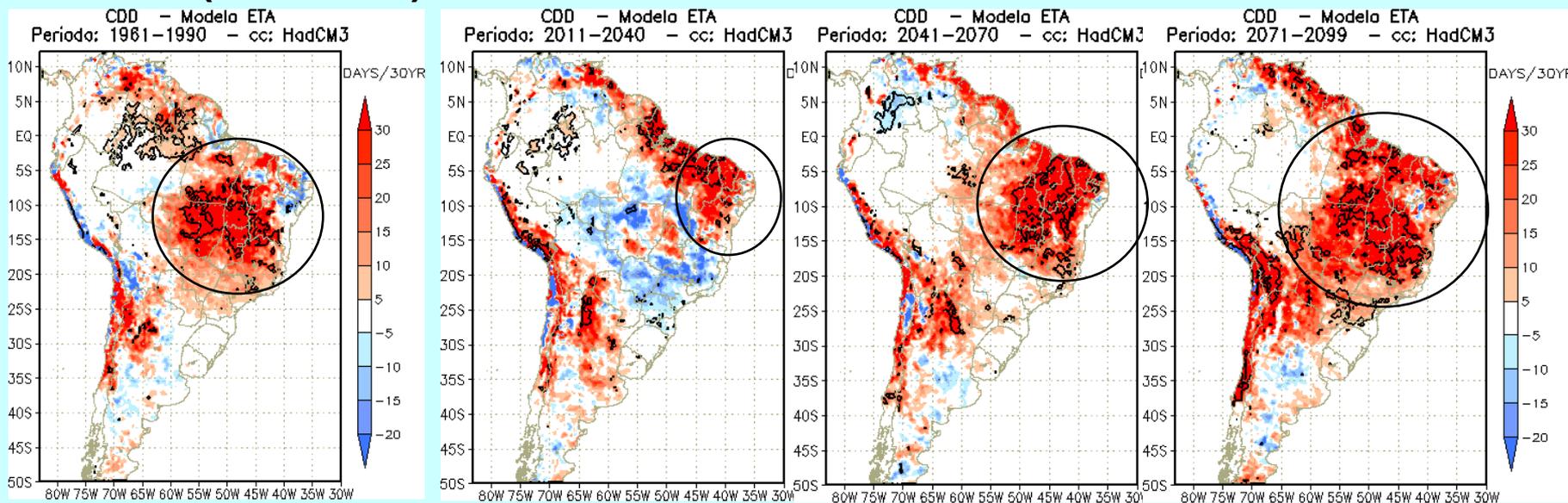


R95p - Modelo ETA
Periodo: 1961-1990 - cc: HadCM3

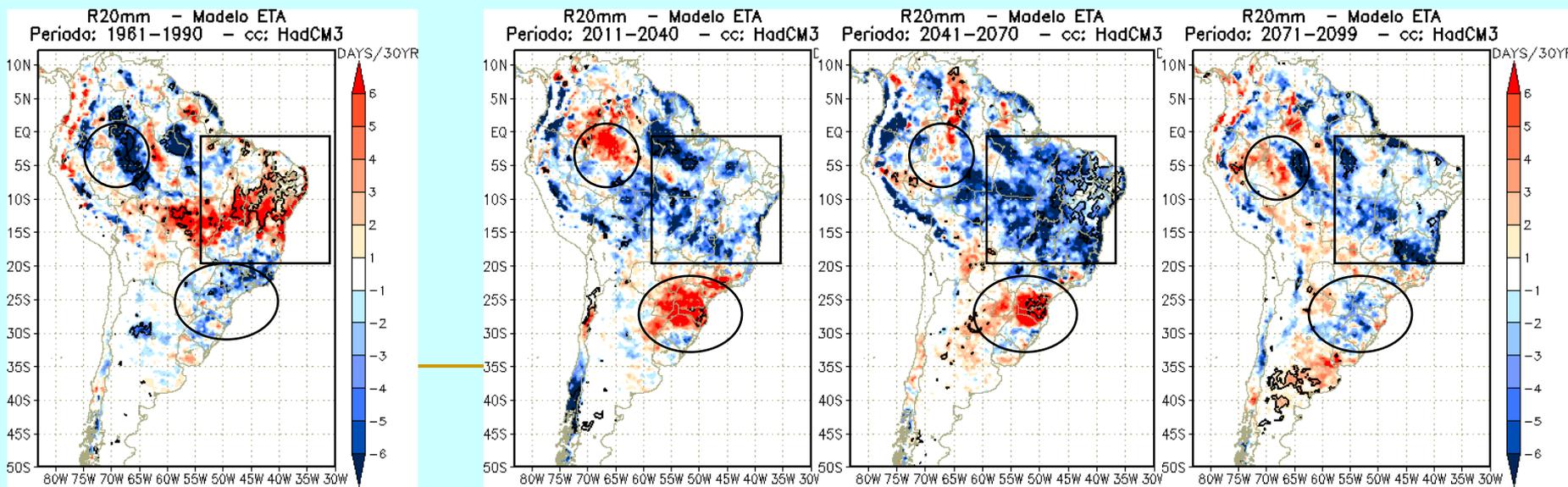


Número de dias secos consecutivos - Veranicos (CDD)

Presente (1961-1990) Futuro: Cenário A1B

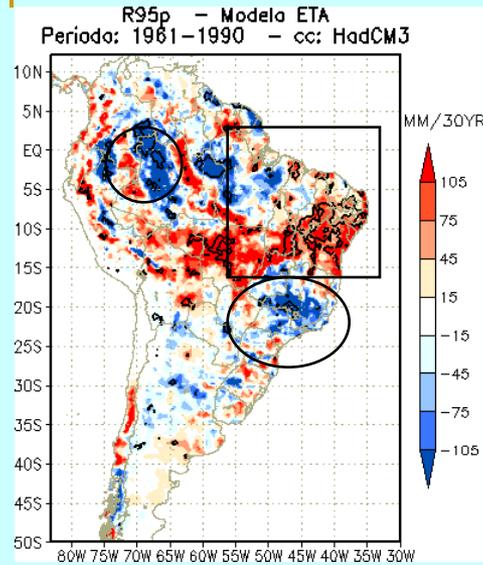


Chuvras Moderadas (R20mm)

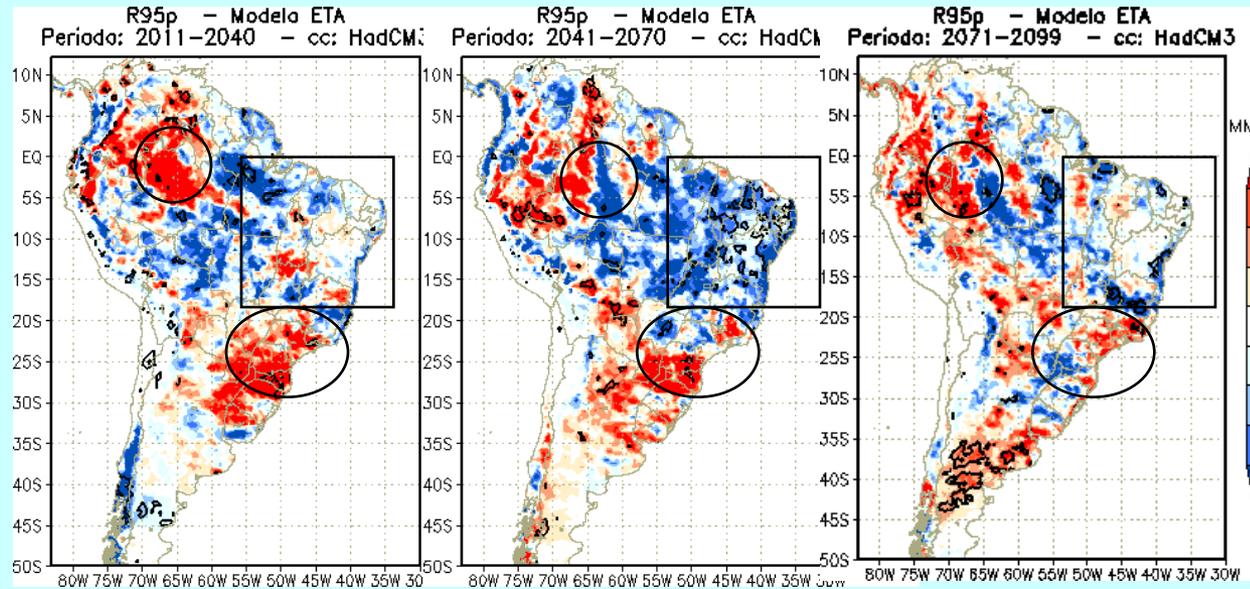


Chuvas muito intensas (R95p)

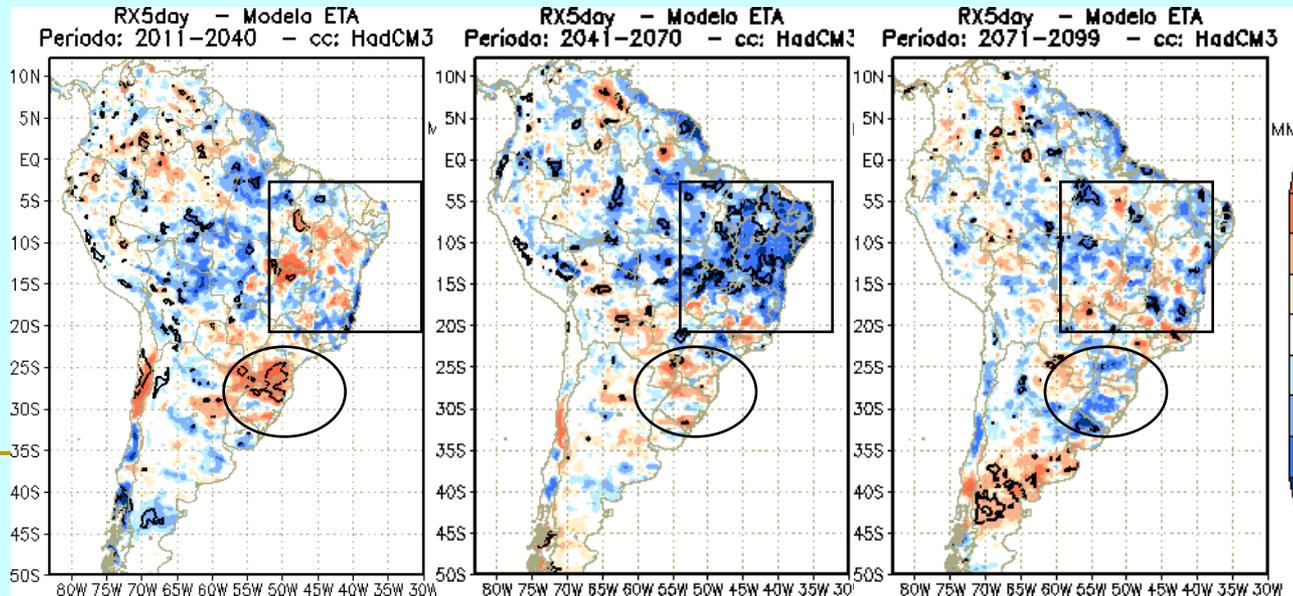
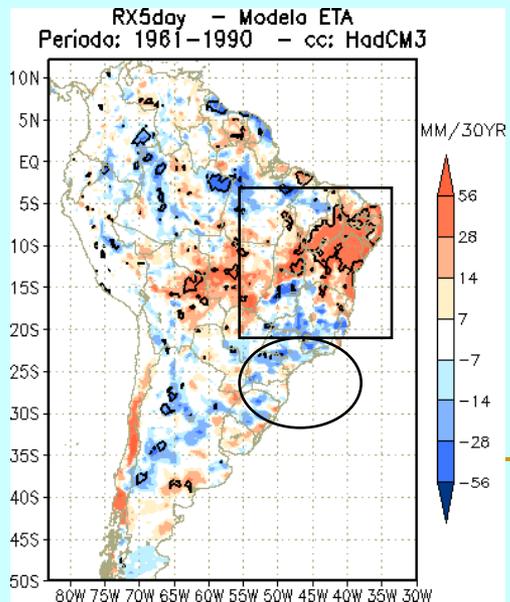
Presente (1961-1990)



Futuro: Cenário A1B



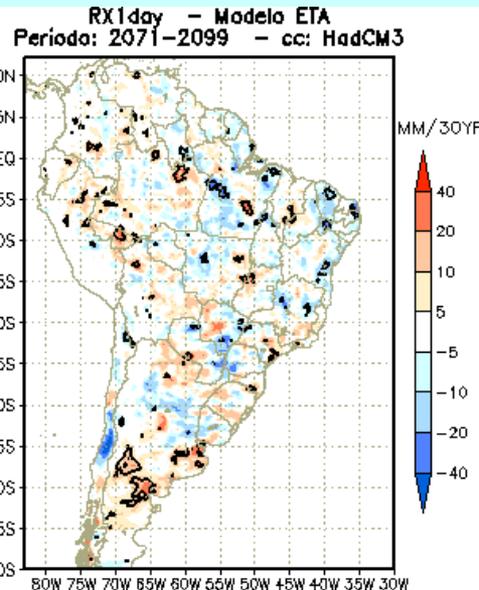
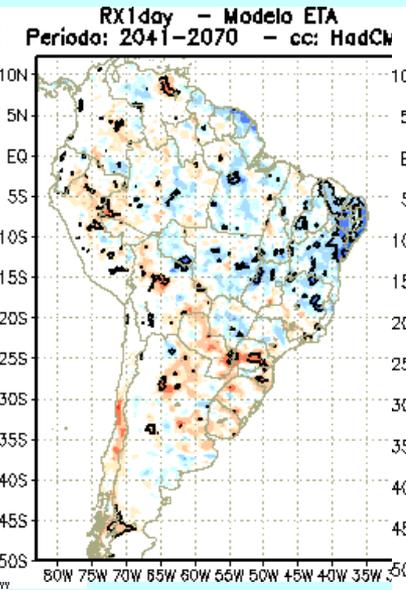
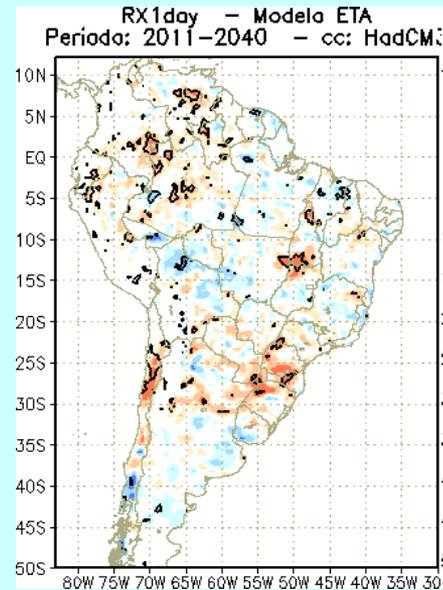
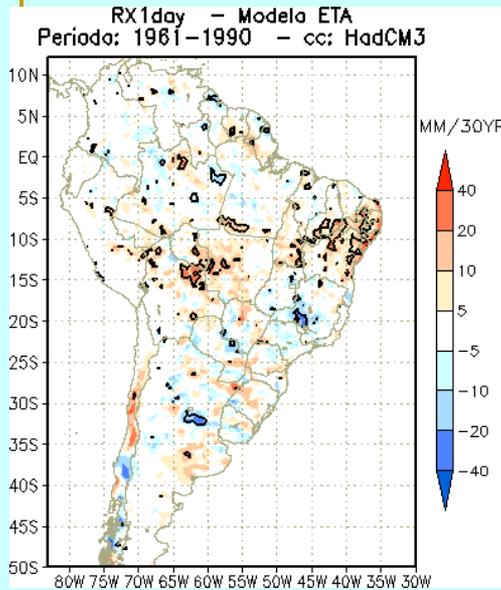
Enchentes (RX5day)



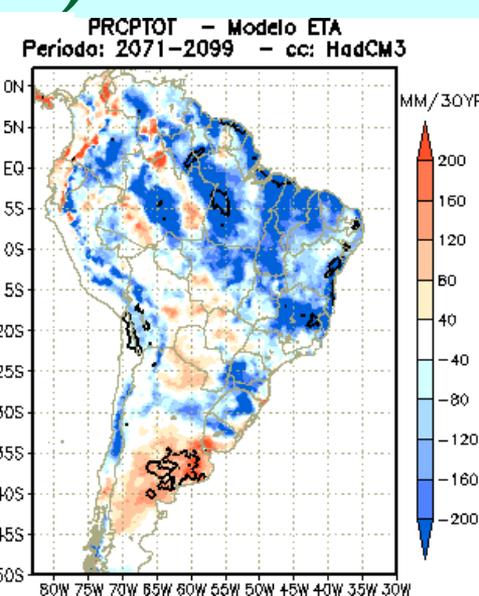
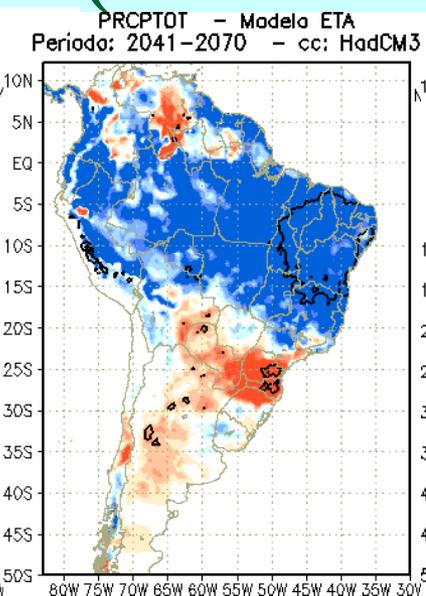
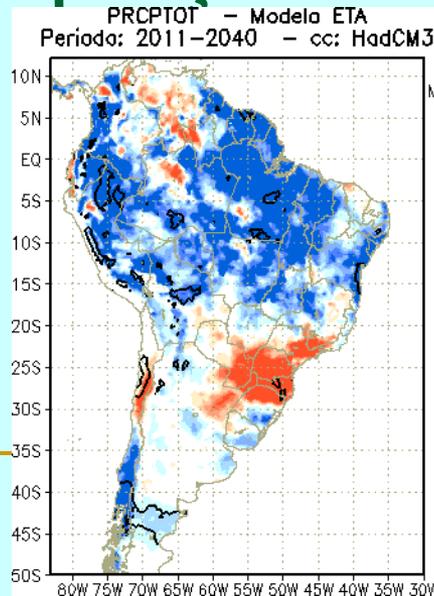
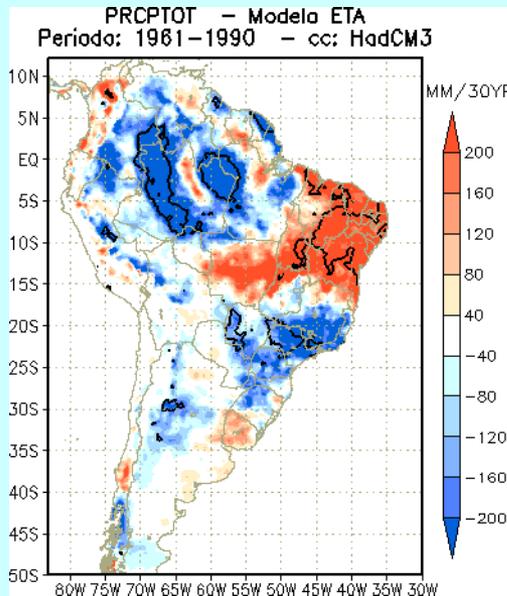
RX1day

Presente (1961-1990)

Futuro: Cenário A1B



Precipitação Total (PRCPTOT)



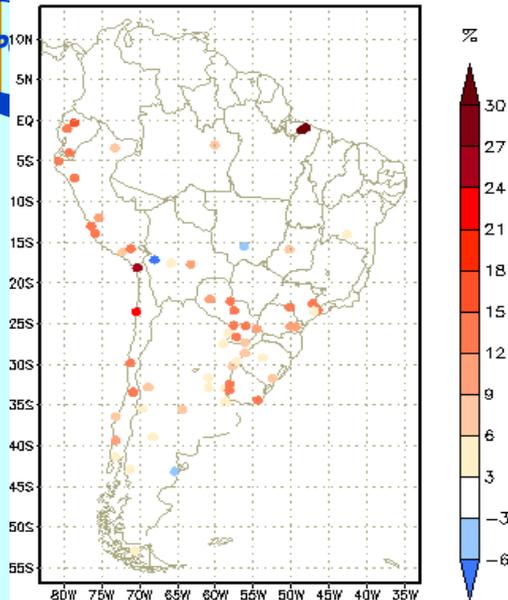


ETA_HadCM3

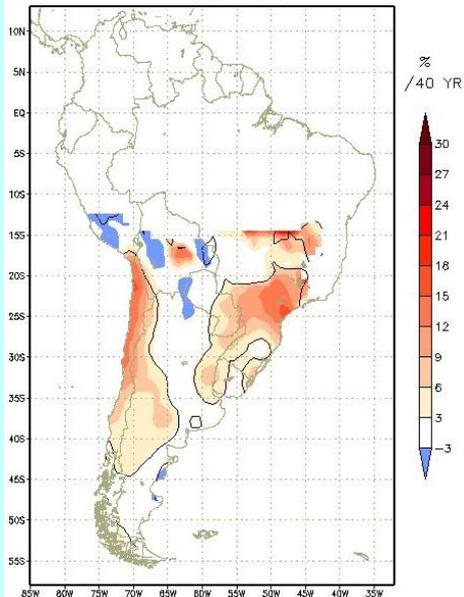
Índices de Temperaturas



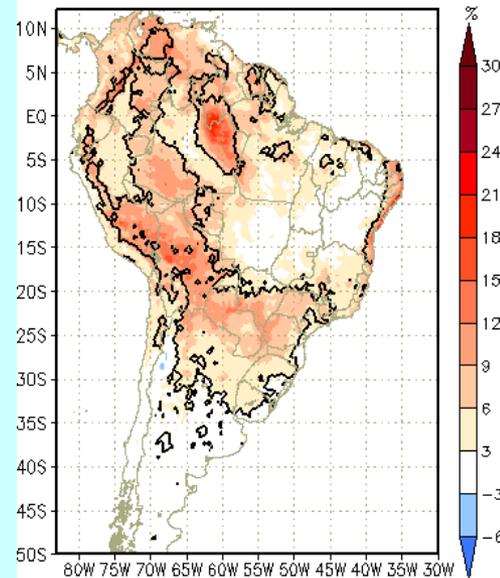
Observacoes TN90P



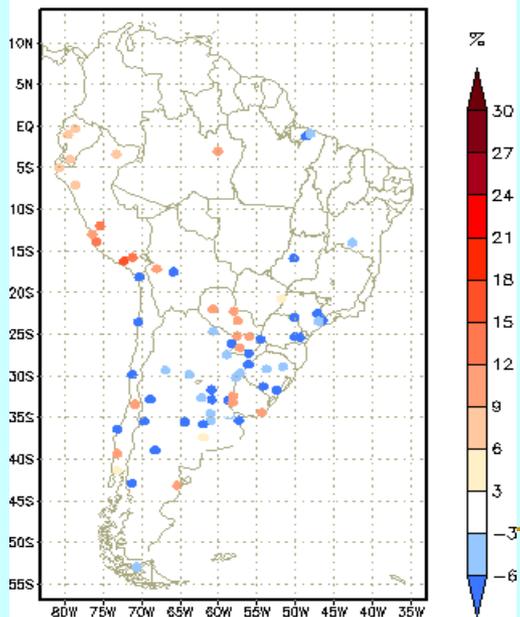
Stations tn90



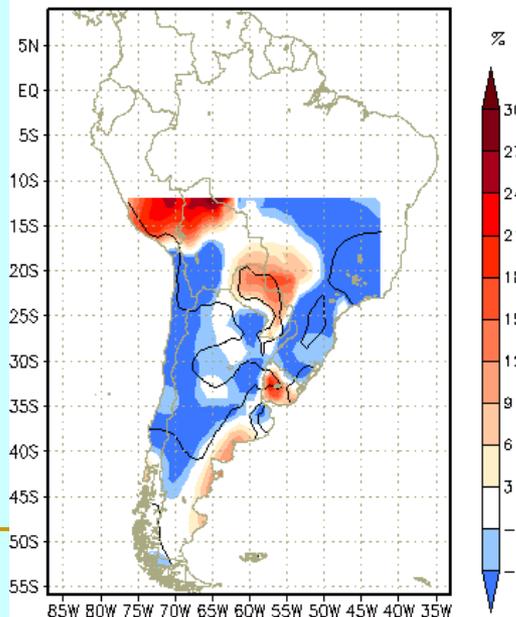
TN90p - Modelo ETA
Período: 1961-1990 - cc: HadCM3



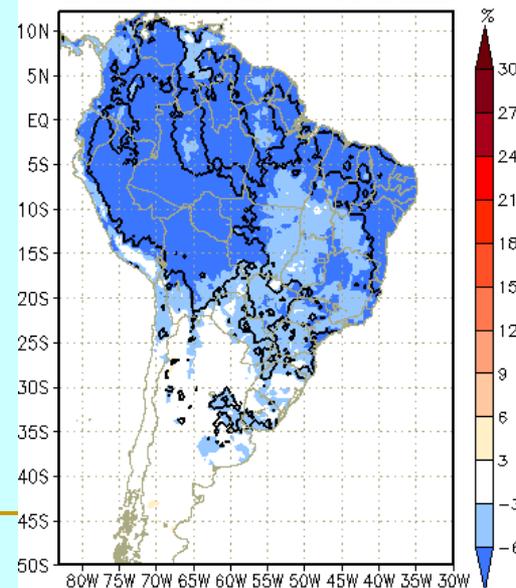
Observacoes TN10P



Observacoes TN10P



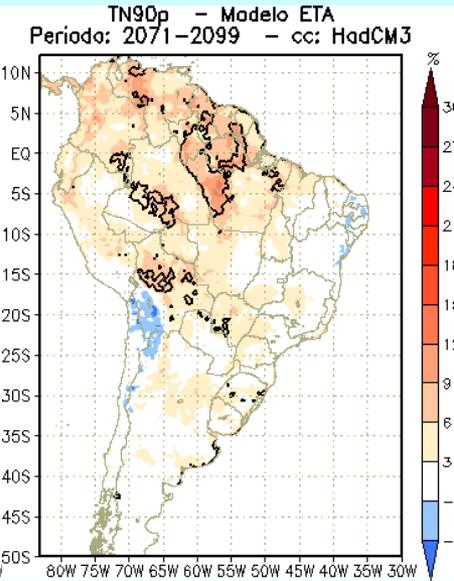
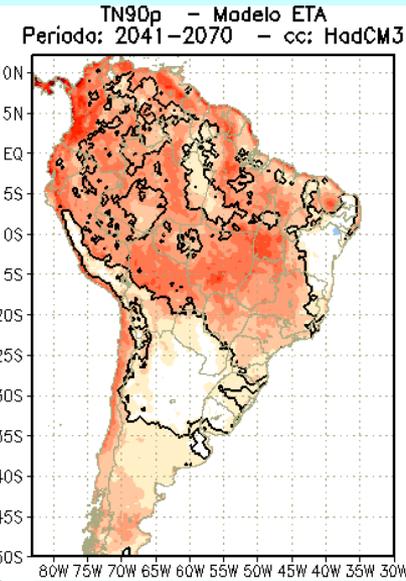
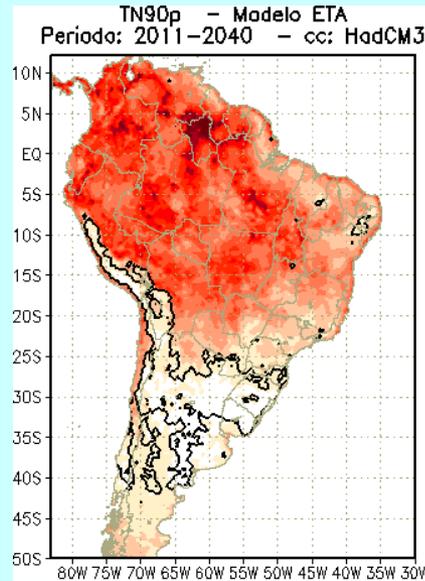
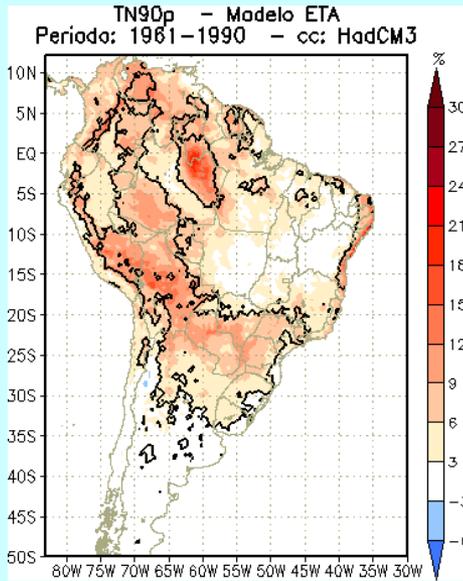
TN10p - Modelo ETA
Período: 1961-1990 - cc: HadCM3



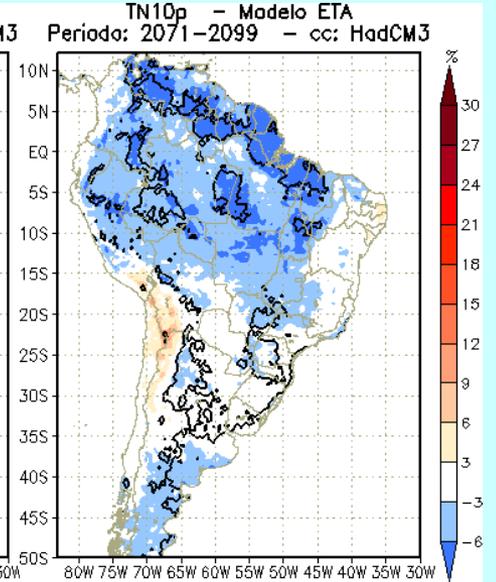
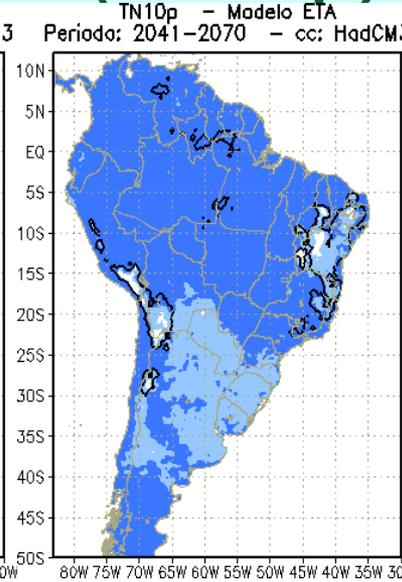
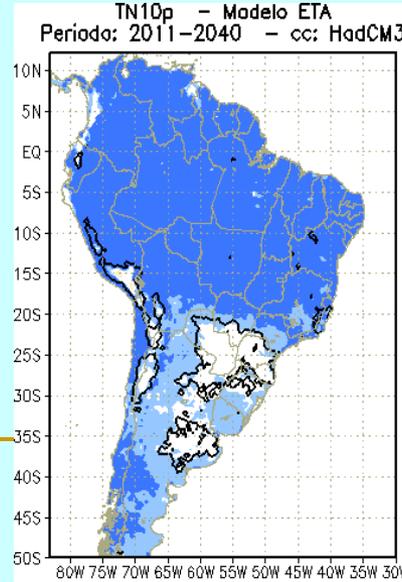
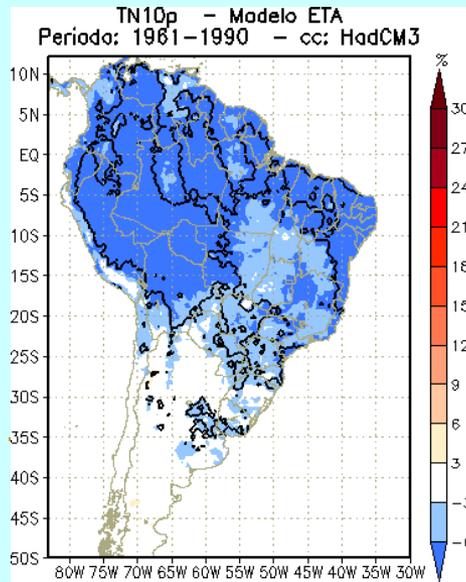
Noites Quentes (TN90p)

Presente (1961-1990)

Futuro: Cenário A1B



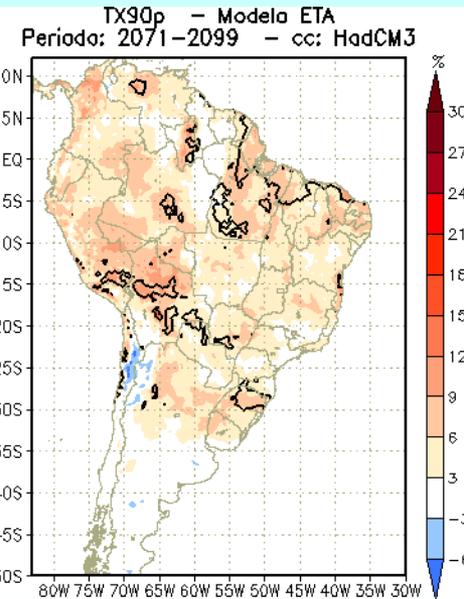
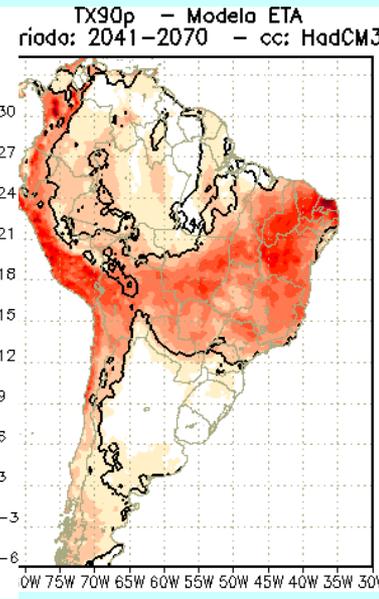
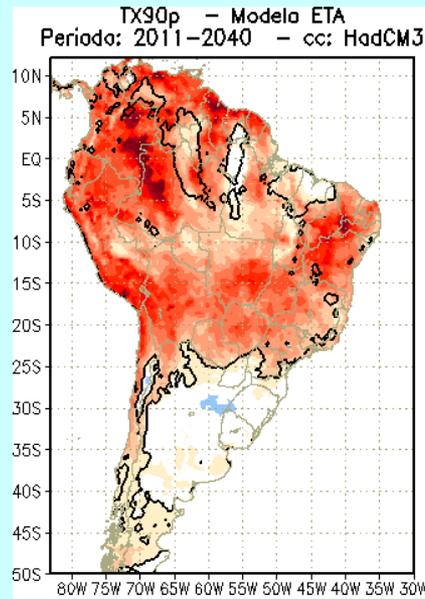
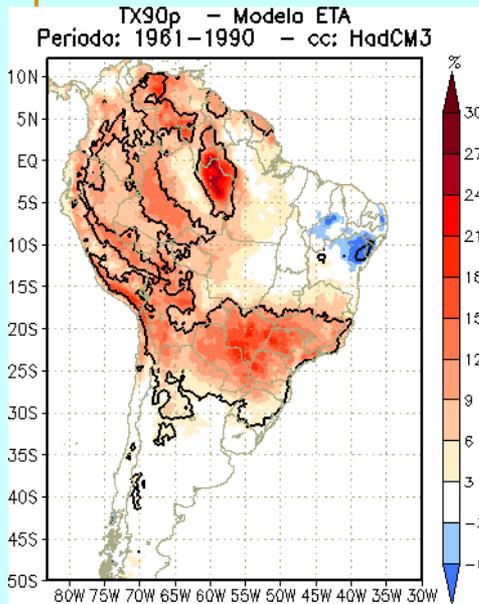
Noites Frias (TN10p)



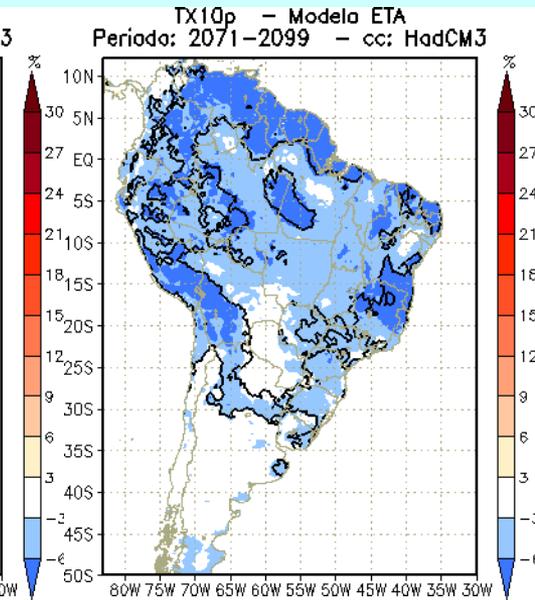
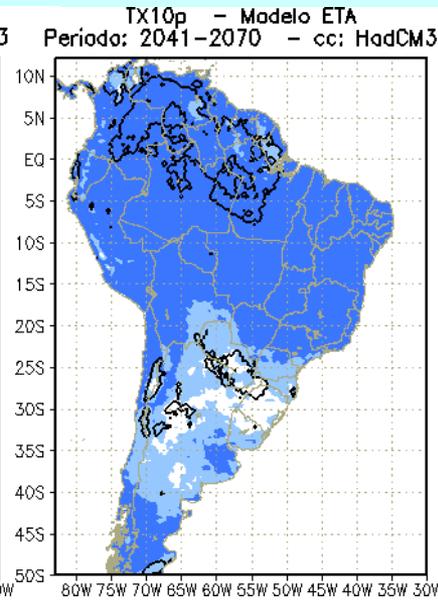
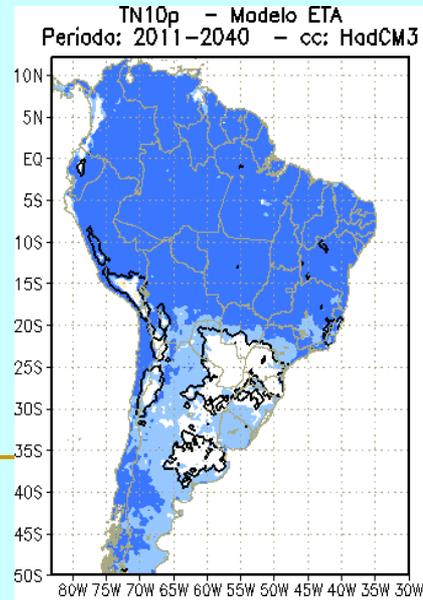
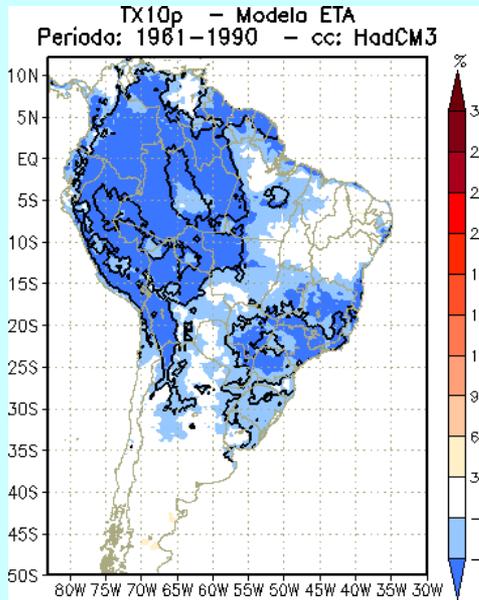
Dias Quentes (TX90p)

Presente (1961-1990)

Futuro: Cenário A1B

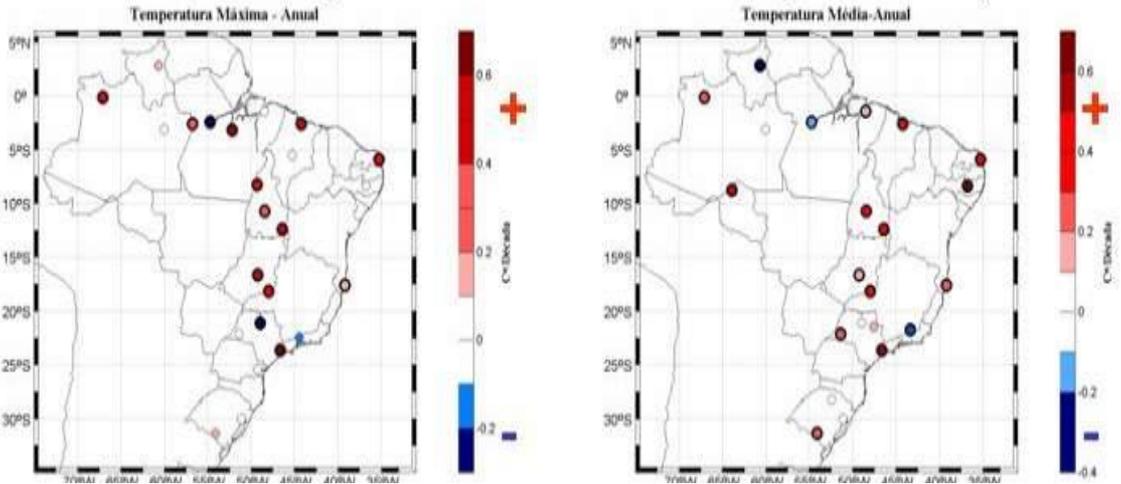


Dias Frios (TX10p)

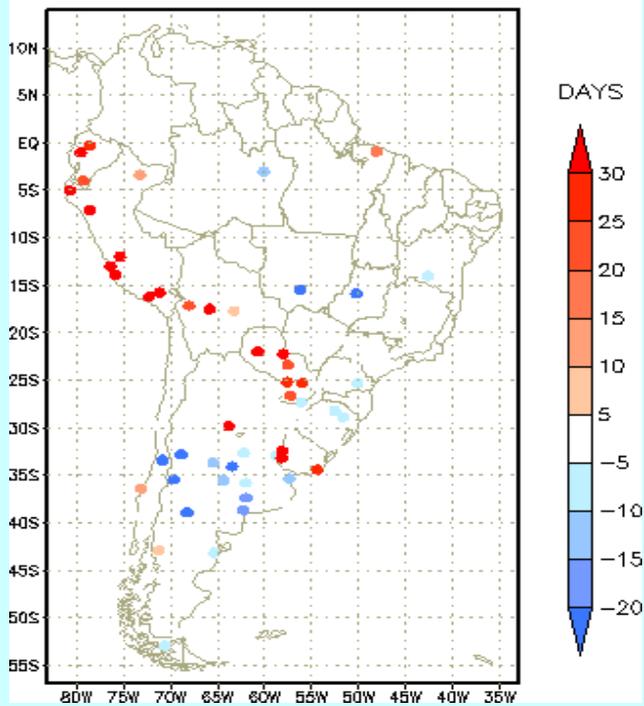




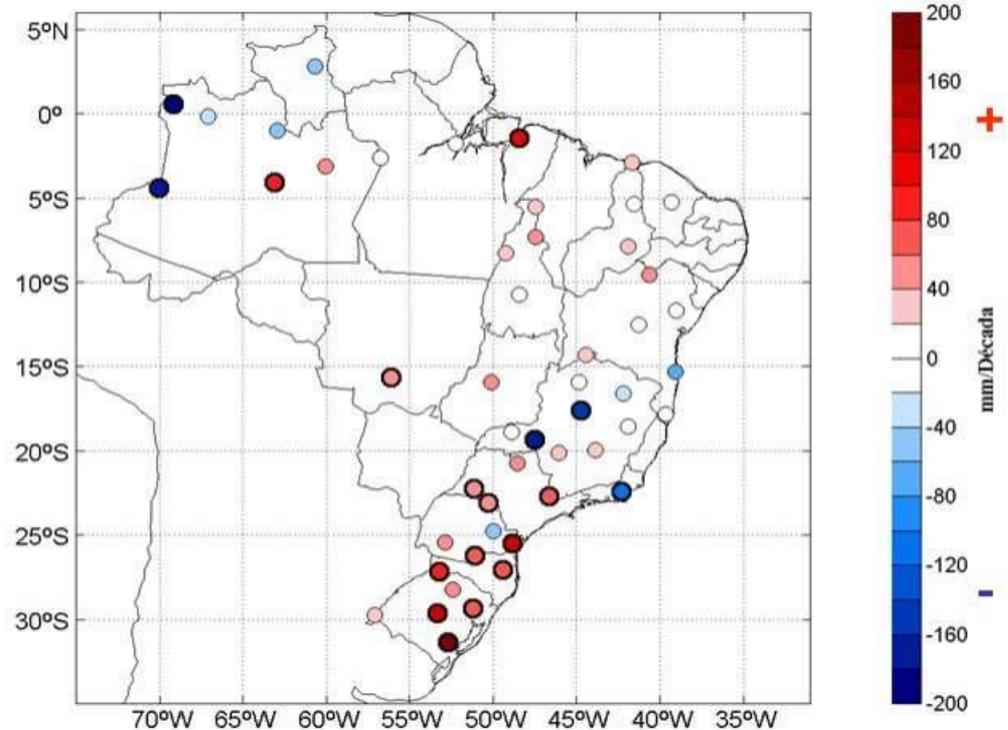
Tendências das temperaturas anuais de 1951 a 2002 (em °C/década)



Observações CDD



Tendências da Precipitação total anual de 1951 a 2002 (mm/década)





Primeiras considerações para as projeções futuras 2011-2100

- Ambos os modelos regionalizados sugerem um aumento na tendência de veranicos (CDD) sobre a região centro leste, nordeste e leste do Brasil, para as projeções futuras 2011-2100.
 - Ambos os modelos mostram uma tendência positiva no número de noites quentes e dias quentes, assim como, uma diminuição do número de noites frias e dias frios.
 - Existem divergências nos extremos de precipitação, porém, em ambos os modelos se observou uma tendência negativa para a redução de chuvas (frequência e intensidade) sobre as mesmas regiões em que os eventos de veranicos (número de dias secos consecutivos) aumentaram. Sendo no ETA_HadCM3 estas tendências negativas mais acentuadas.
-