



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



Monitoreo de la Sequía en la Región Sur de Brasil Utilizando Imágenes EVI/MODIS

María Silvia Pardi Lacruz
spardilacruz@gmail.com

Región Sur de Brasil

- La región Sur de Brasil tiene una extensión de 576.409 km² que corresponde a 6,77% del país.
- En la última década, esta región ha enfrentado períodos de sequía con intensidad y frecuencia arriba de lo normal.



Afecta la economía, por ser una región agropecuaria y los impactos a la población aparecen de forma directa con la escasez en el abastecimiento de agua potable. La sequía es caracterizada como un desastre natural de gran magnitud.

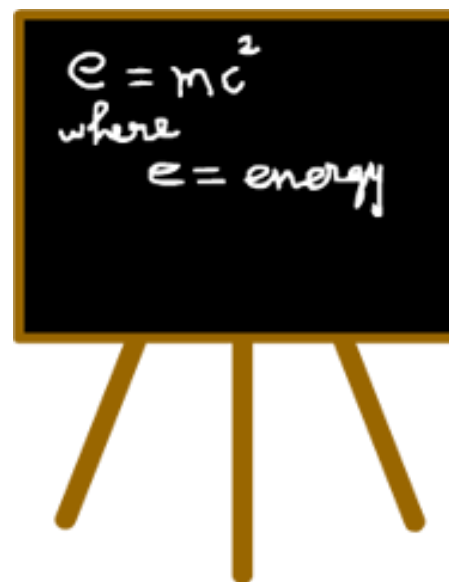
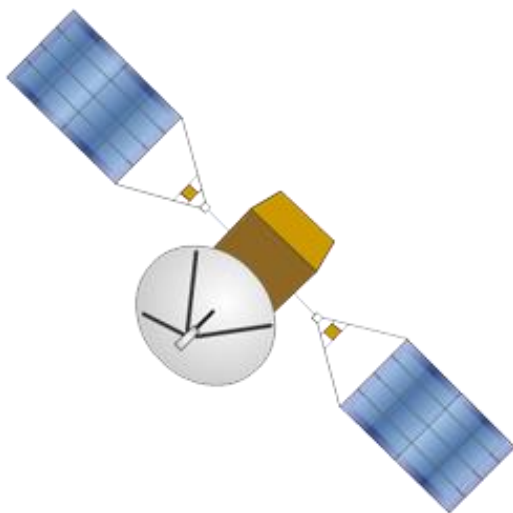


- Los principales cultivos de la región son:
 - Soya: 45,5% del total del país - 37,08 millones de toneladas
 - Maíz: 21,84% del total de Brasil - 15,53 millones de toneladas
 - Trigo: 11,42% del total nacional 7,53 millones de toneladas
 - Arroz: 54% de todo el país – 11,26 millones de toneladas



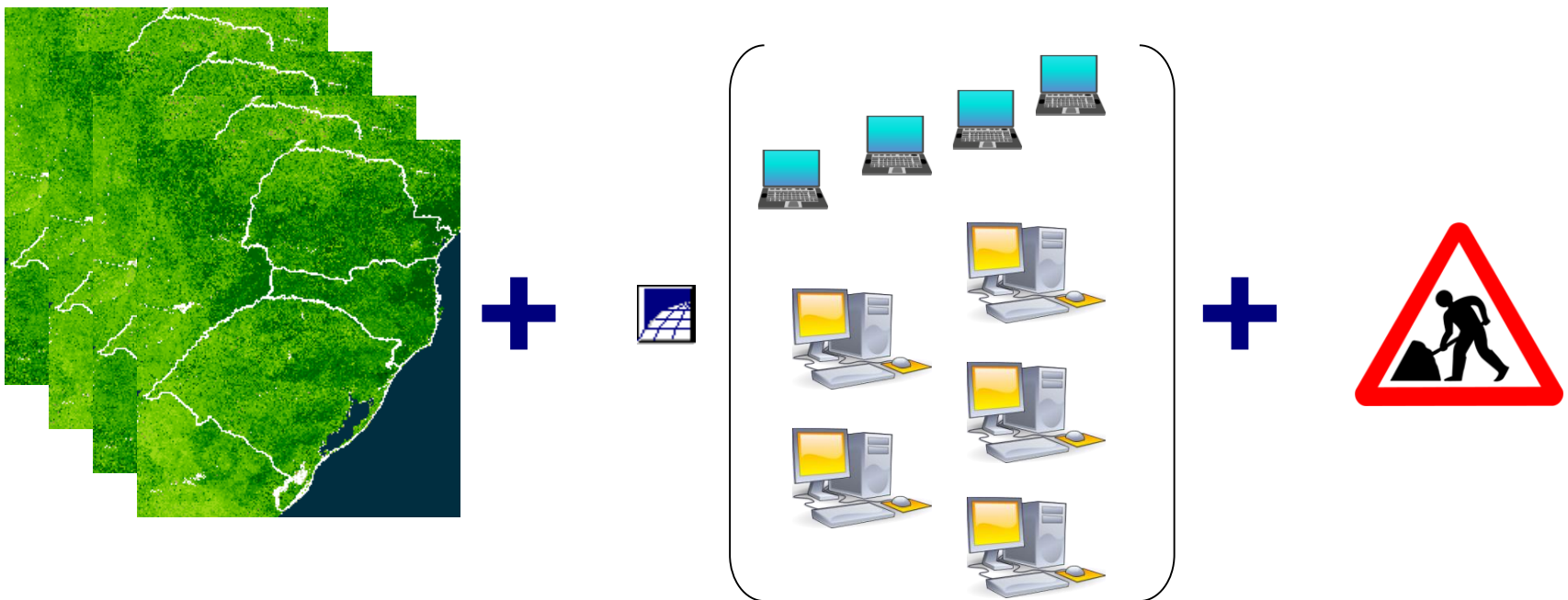
Monitoreo de Sequía en la Región Sur de Brasil

- Problema:
Mapear e monitorear la sequía en la región Sur de Brasil
- Desafío:
Mapear desde el año 2001, de forma rápida y con imágenes de satélite



Monitoreo de Sequía en la Región Sur de Brasil

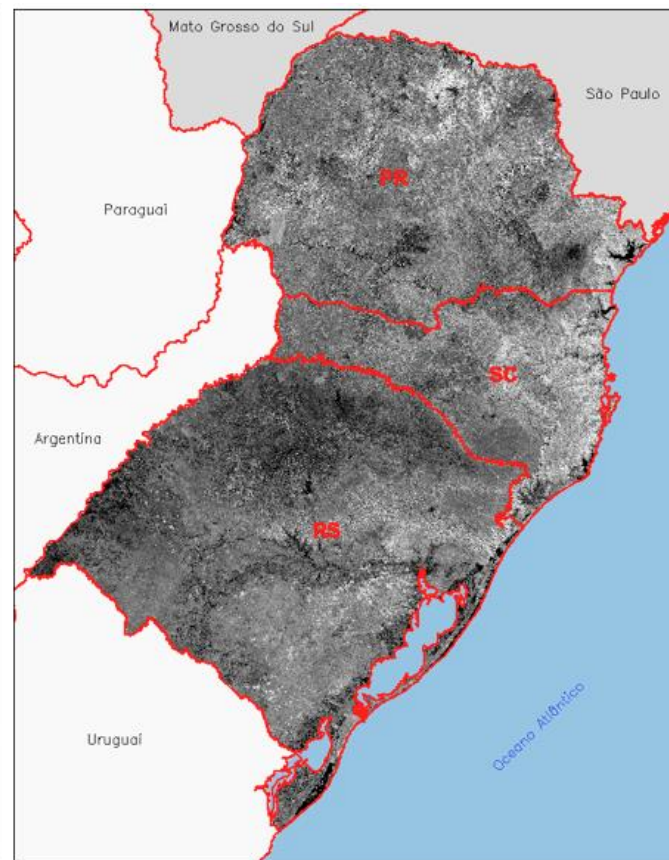
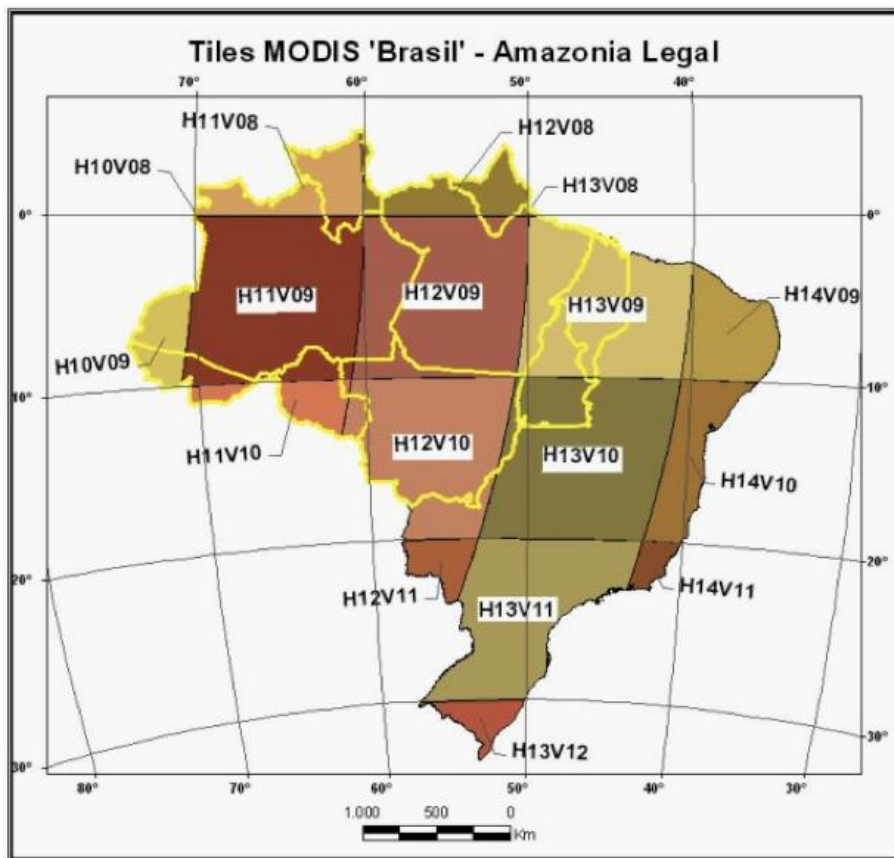
- La solución encontrada
 - Una gran cantidad de imágenes de resolución espacial moderada y gratuitas,
 - Software gratuito;
 - Mucho, mucho trabajo



Monitoreo de Sequía en la Región Sur de Brasil

- Dos composiciones *EVI/MODIS* de 16 días, con resolución espacial de 250 metros – 23 imágenes por cada año;
- La selección de las imágenes fue realizada en base al inicio y el fin de cada estación del año:
 - Verano: 19 de diciembre a 21 de marzo;
 - Otoño: 22 de marzo a 25 de junio;
 - Invierno: 26 de junio a 13 de septiembre;
 - Primavera: 14 de septiembre a 18 de diciembre.

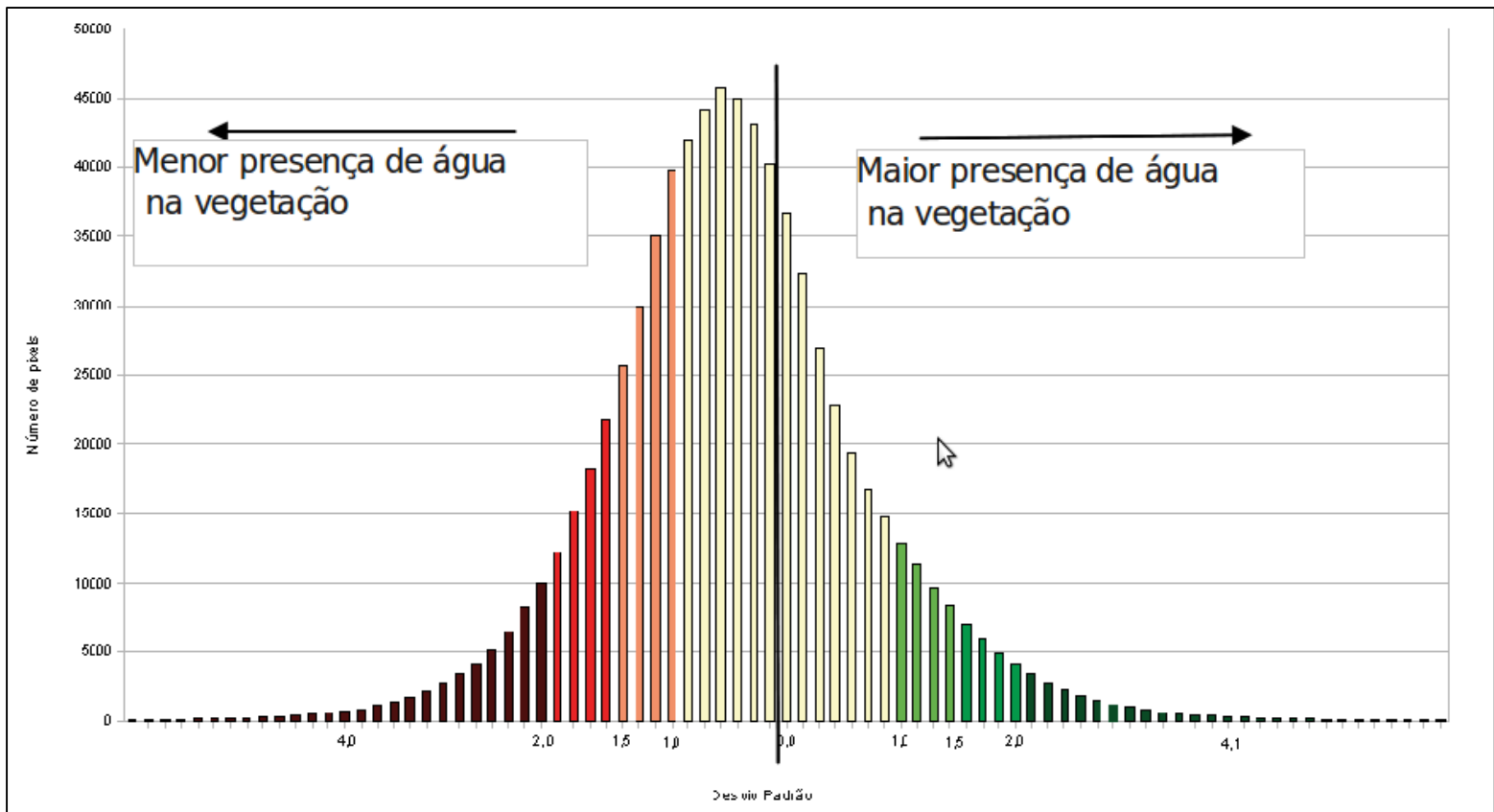
- Composiciones *EVI/MODIS*, producto MOD13Q1, identificadas por los *tiles* H13V11 y H13V12.



- Mapas y datos de precipitación acumulada, medias del área, coincidentes con las fechas de las imágenes EVI/MODIS, disponibles en la página del *CPTec/INPE*;
- Mapas mensuales de Índice de Precipitación Estandarizado (SPI), generados por interpolación por Método de Cressman, disponibles en la página del *INMET*;
- Mapa de las regiones geográficas del estado Paraná disponible en la página del *IPARDES*;
- Mapa de las mesorregiones del estado Santa Catarina disponible en la página del *IBGE*;
- Mapa de las regiones fisiográficas del estado Rio Grande do Sul obtenido del *Inventário Florestal Contínuo*.








- Mosaico de las imágenes;
- Cálculo de las imágenes media y desviación standard de referencia para cada estación;
- Obtención de las imágenes anomalías de vegetación por medio del cálculo del *SVI (Standardize Vegetation Index)* para cada estación del año, para el período en análisis.
- Clasificación de las imágenes por rangos

Anomalías del Índice de Vegetación *EVI/MODIS*



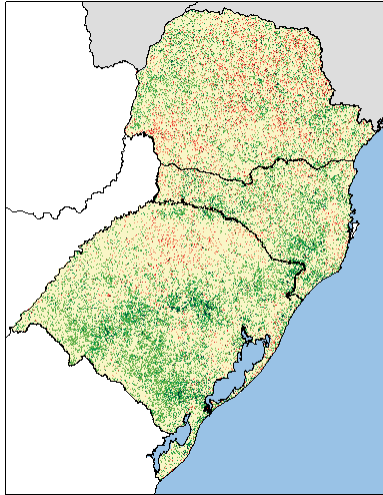
Leyenda de las Imágenes de Anomalía de Vegetación

Clases de anomalía de vegetación por rangos de desviación estándar

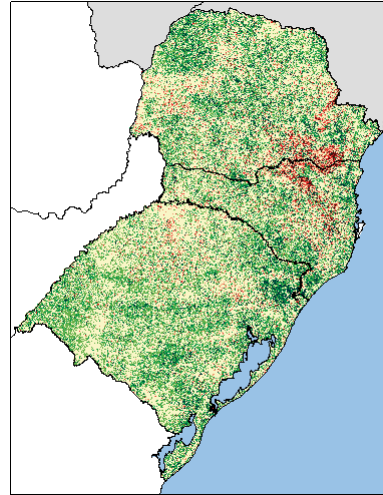
	< -2,0 desviación estándar
	-2,0 a -1,5 desviación estándar
	-1,5 a -1,0 desviación estándar
	-1,0 a 1,0 desviación estándar
	1,0 a 1,5 desviación estándar
	1,5 a 2,0 desviación estándar
	> 2,0 desviación estándar

Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2001

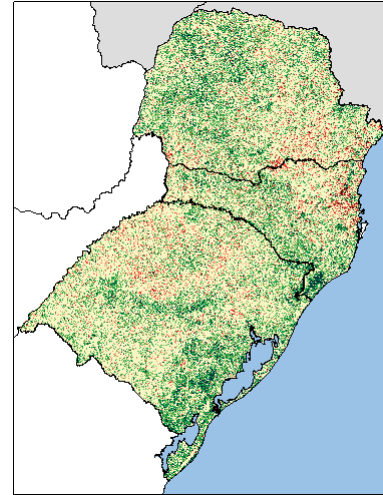
Verano



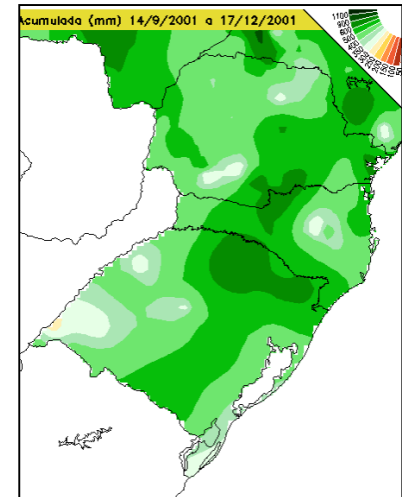
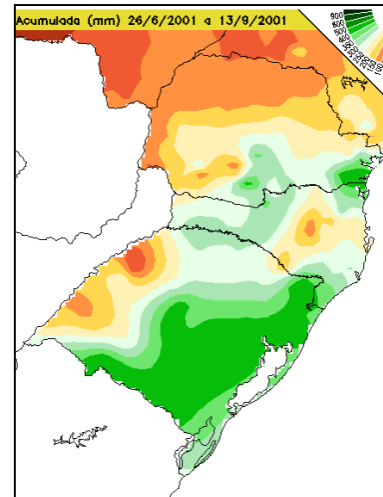
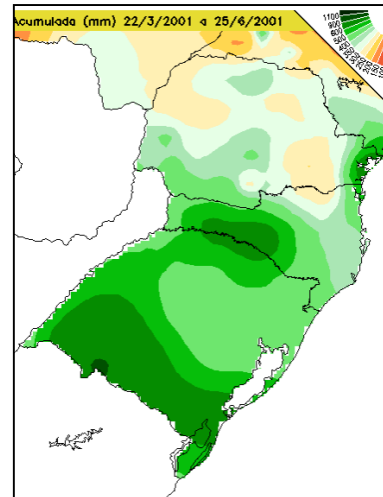
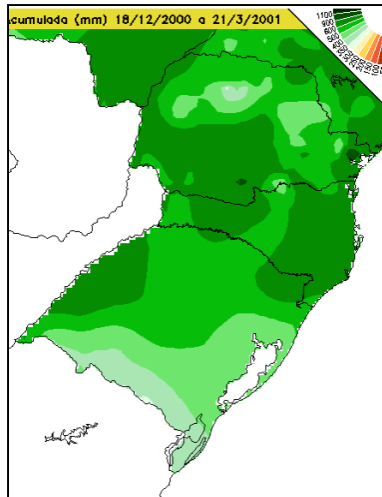
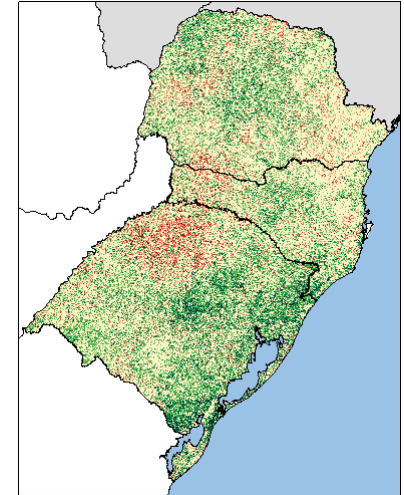
Otoño



Invierno

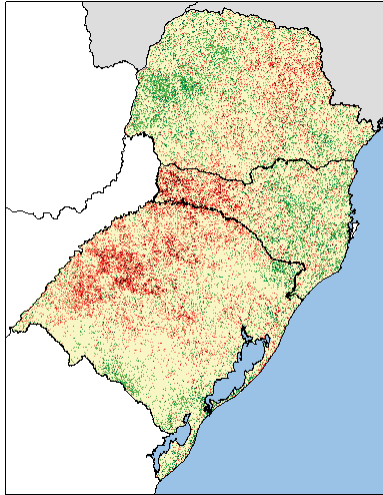


Primavera

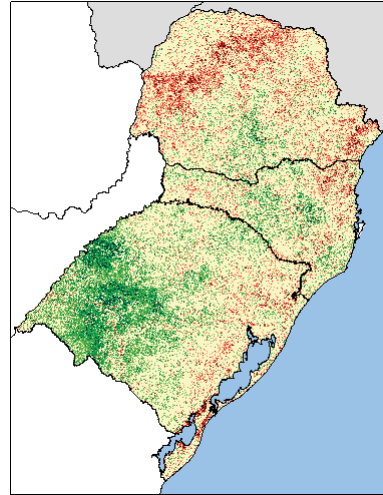


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2002

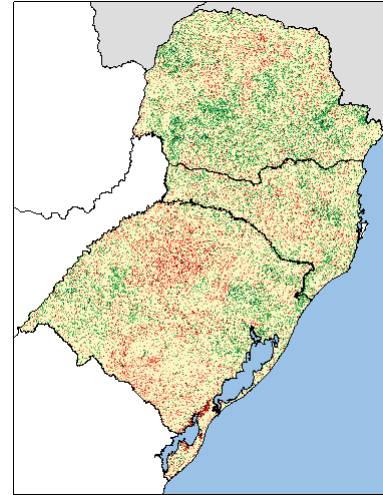
Verano



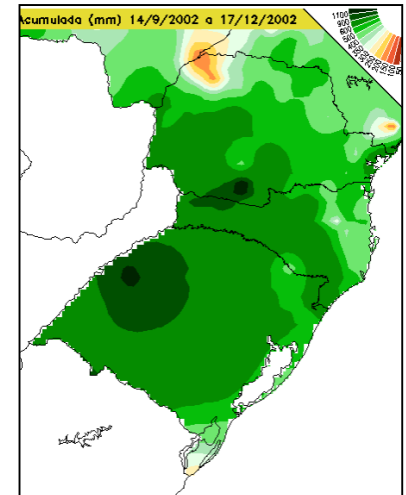
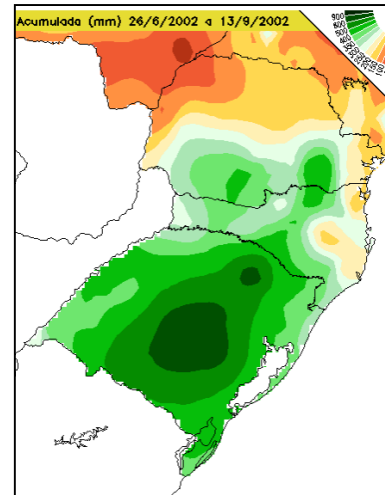
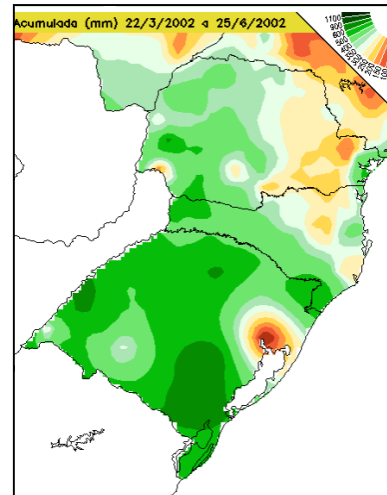
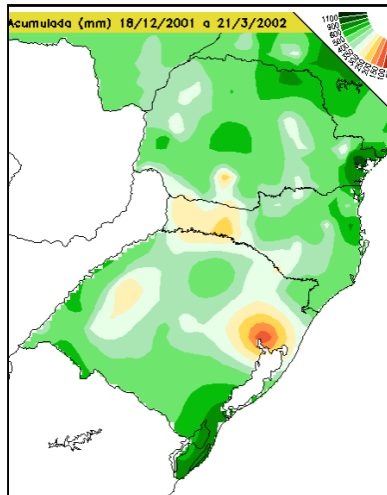
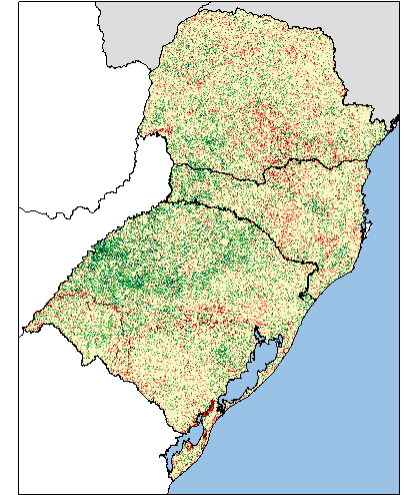
Otoño



Invierno

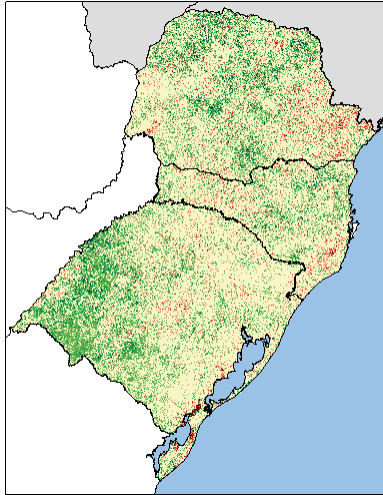


Primavera

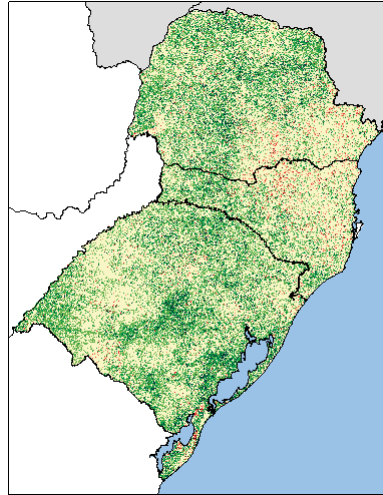


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2003

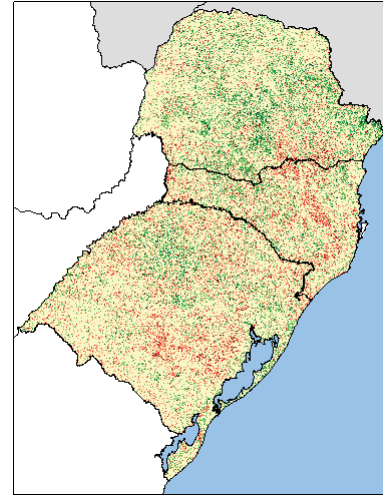
Verano



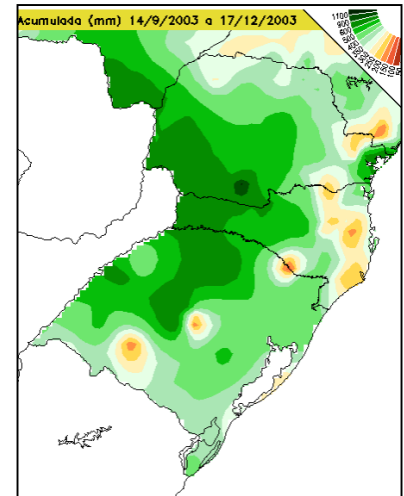
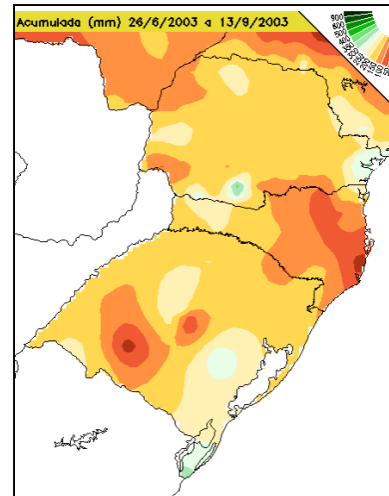
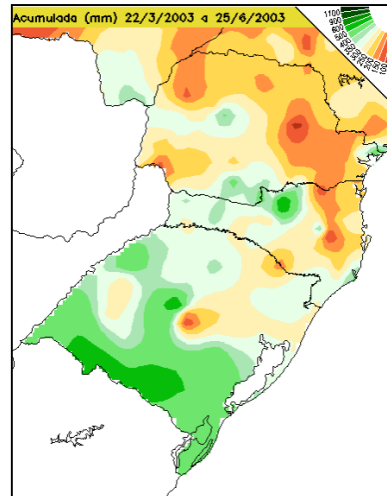
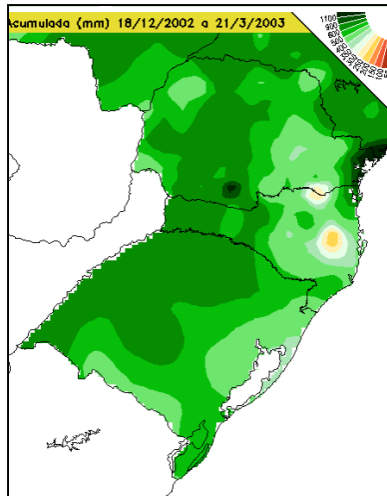
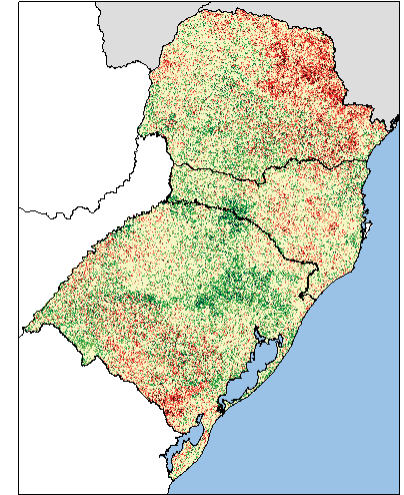
Otoño



Invierno

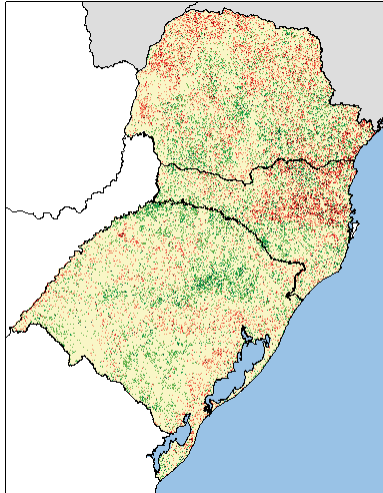


Primavera

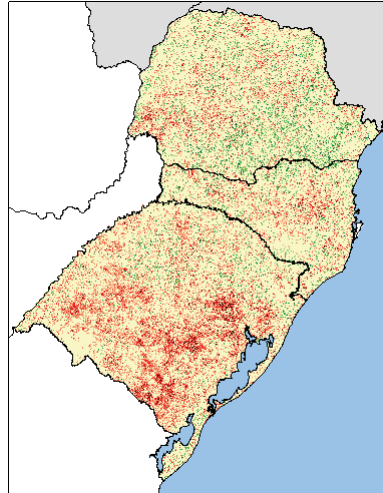


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2004

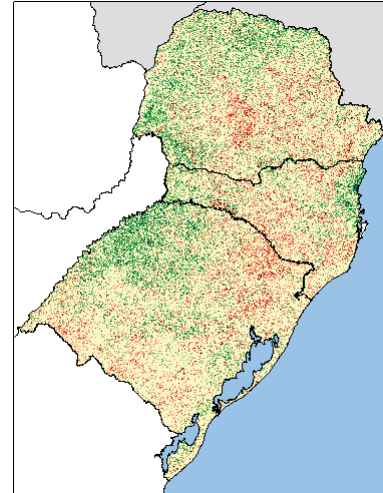
Verano



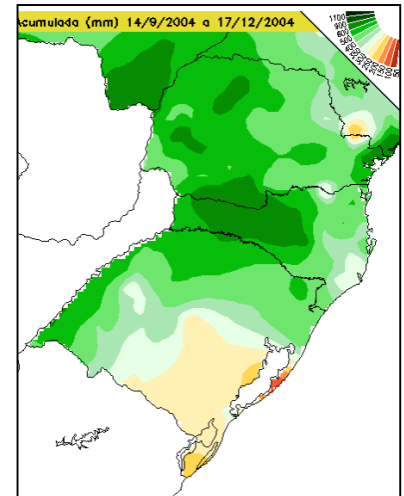
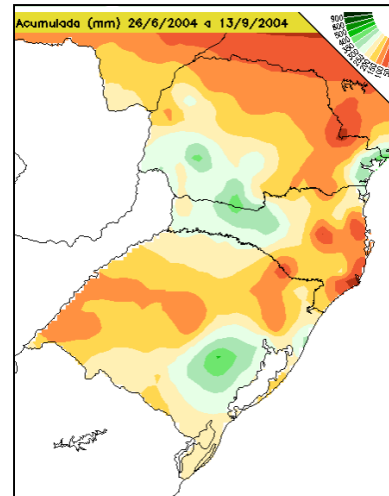
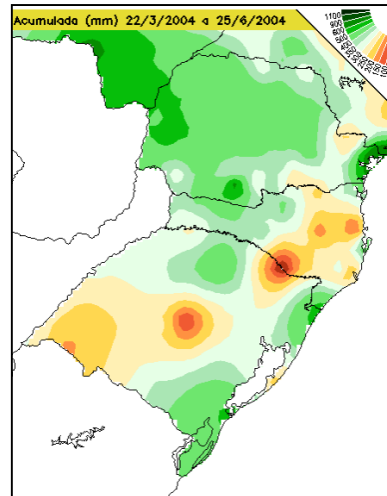
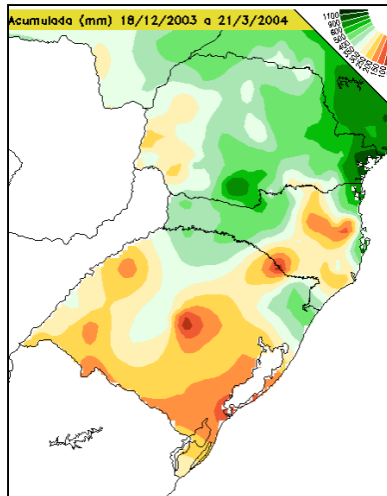
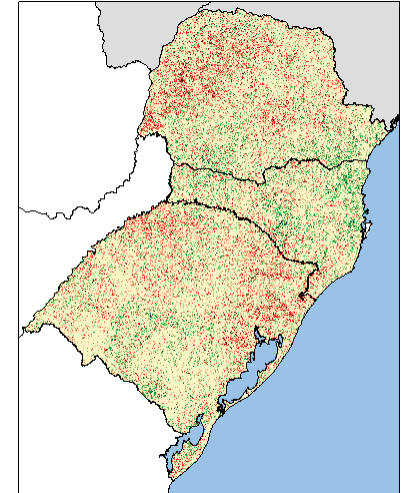
Otoño



Invierno

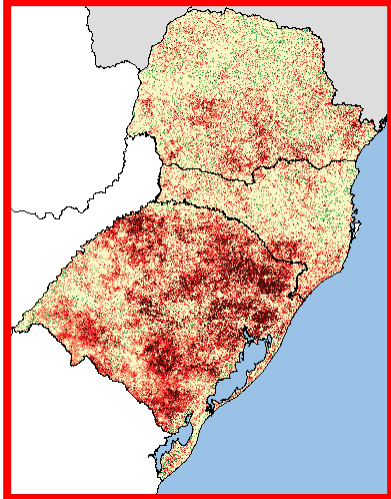


Primavera

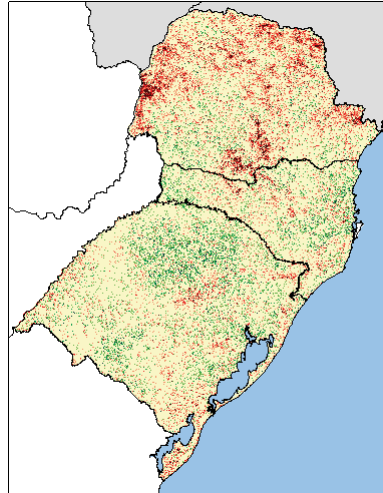


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2005

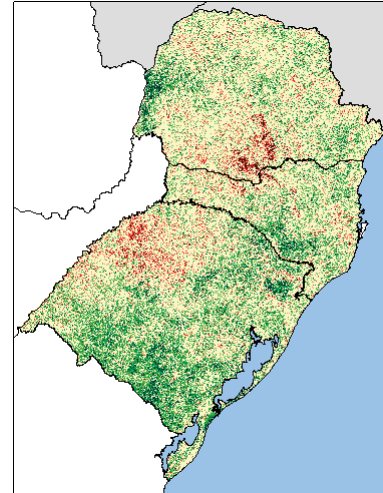
Verano



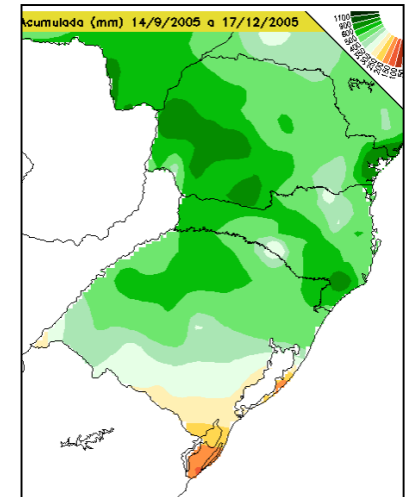
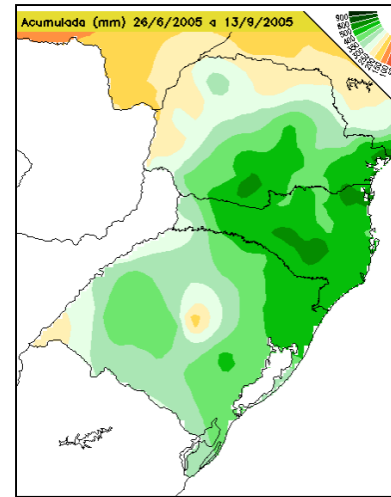
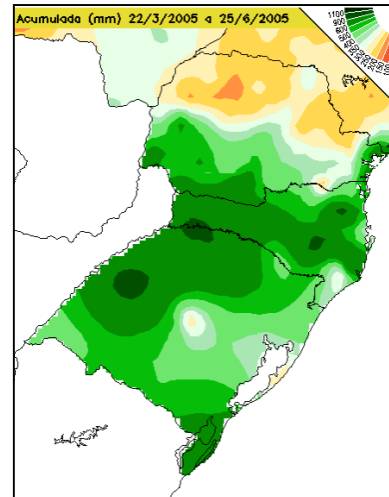
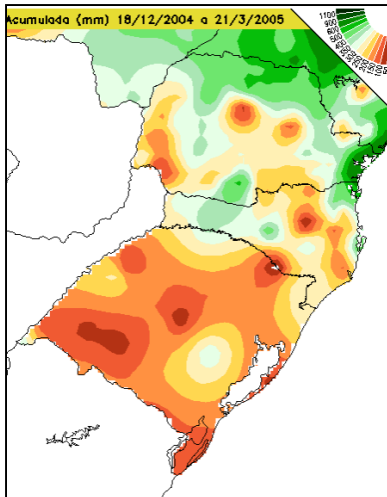
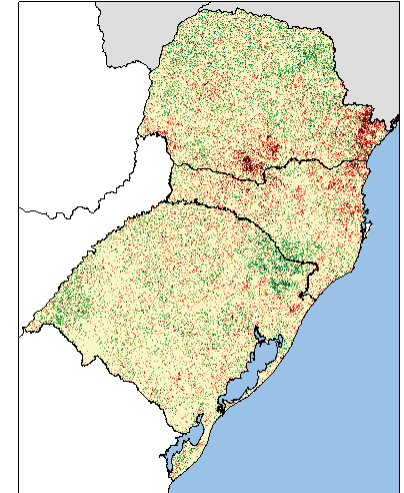
Otoño



Invierno

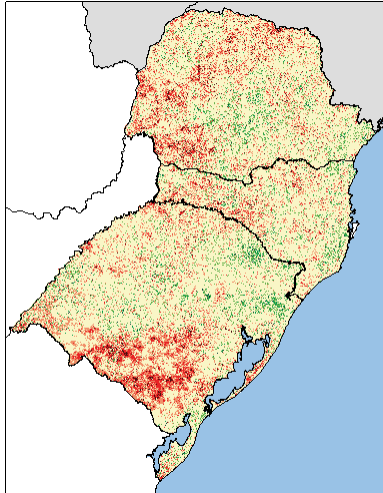


Primavera

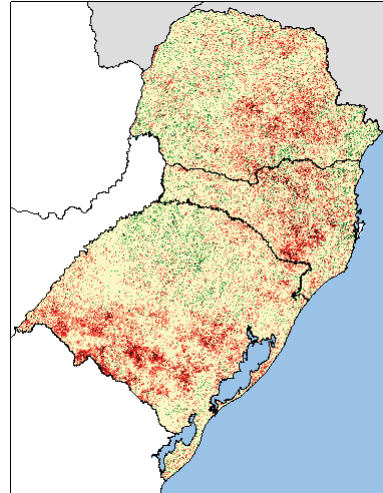


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2006

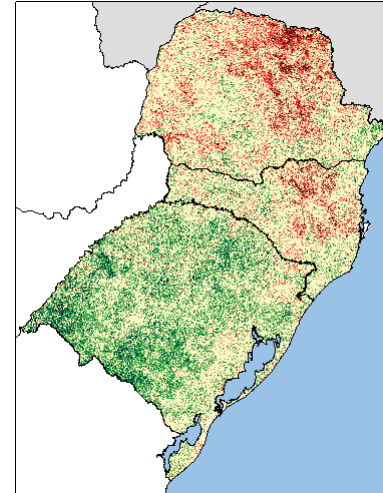
Verano



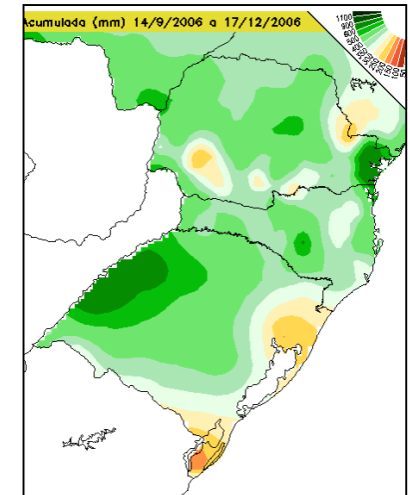
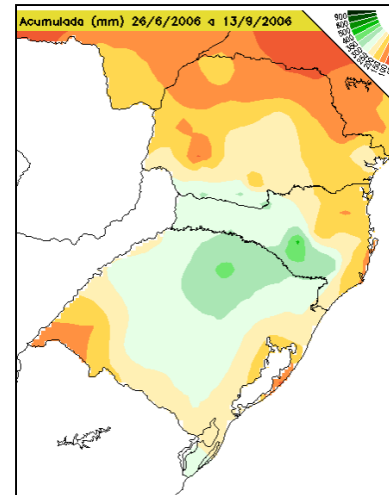
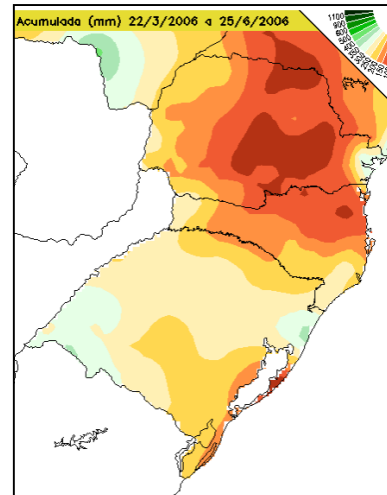
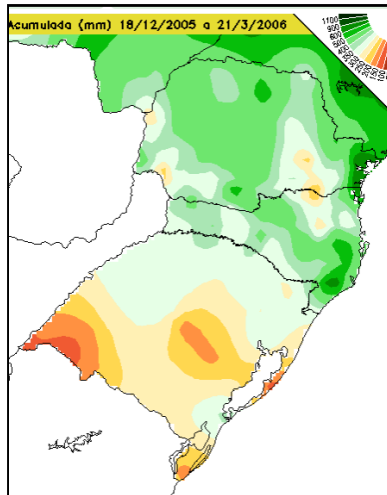
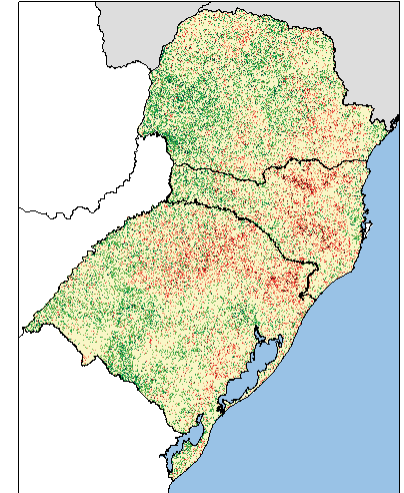
Otoño



Invierno

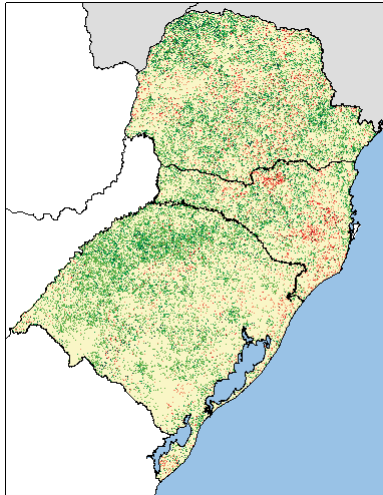


Primavera

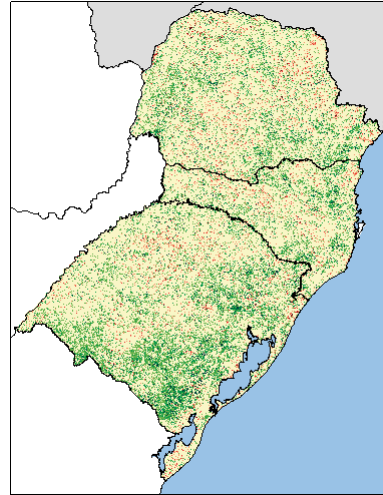


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2007

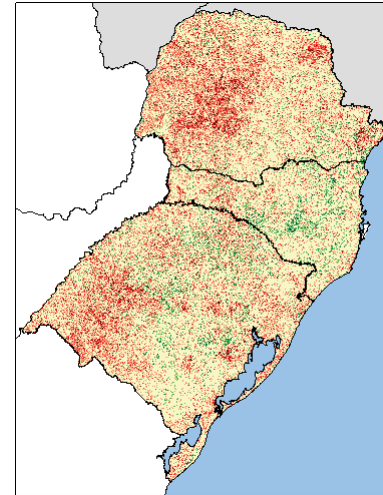
Verano



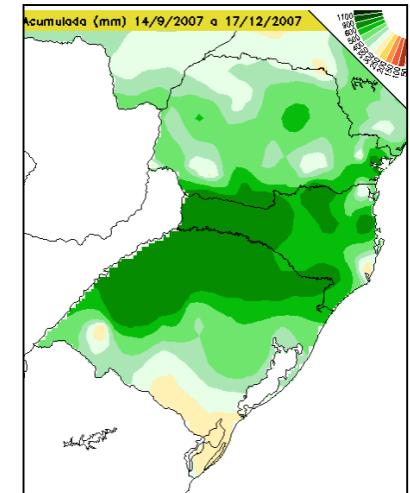
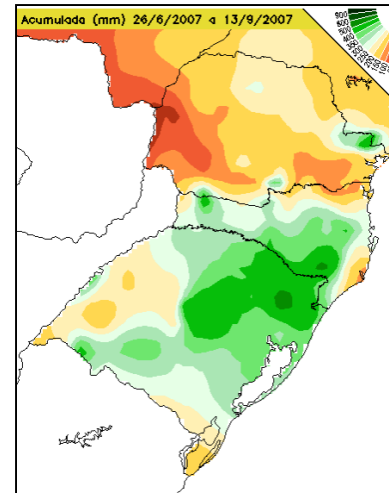
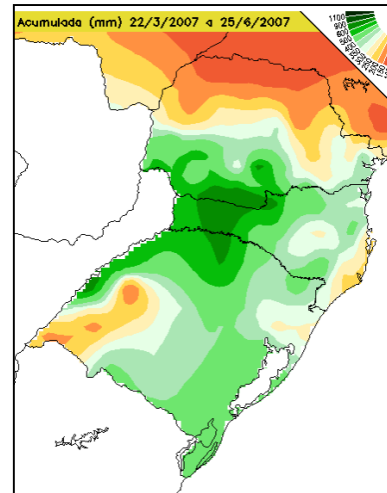
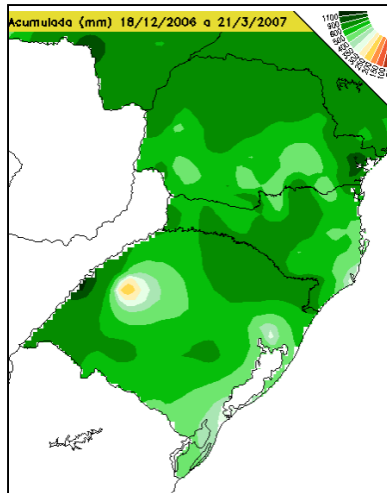
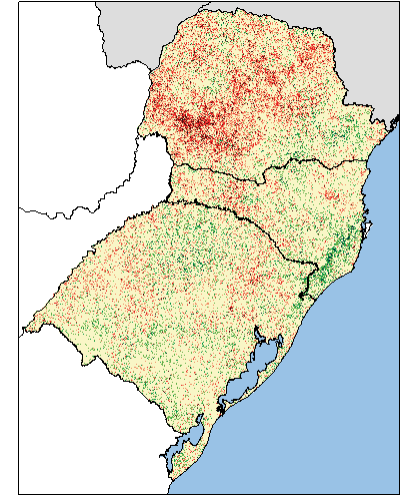
Otoño



Invierno

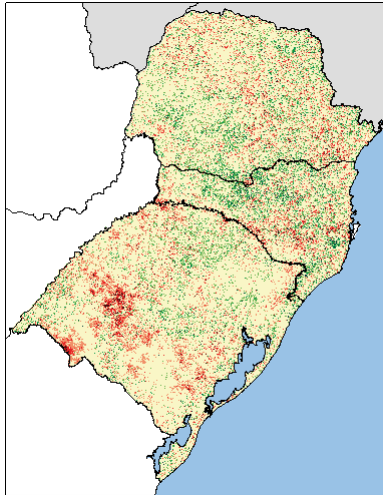


Primavera

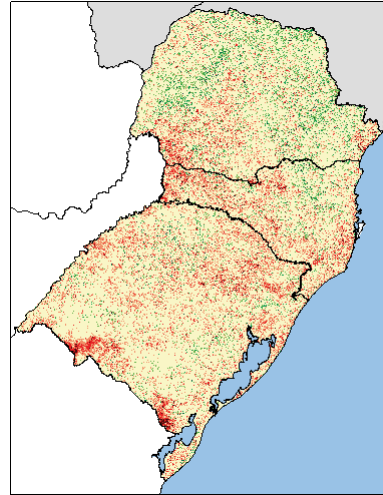


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2008

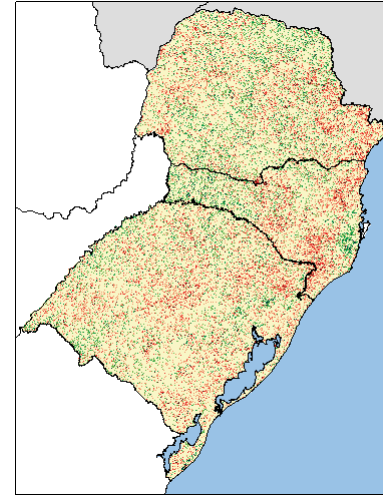
Verano



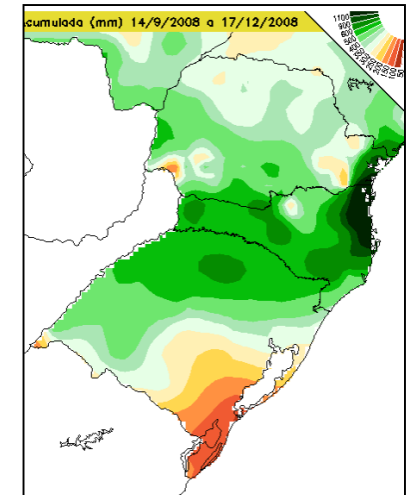
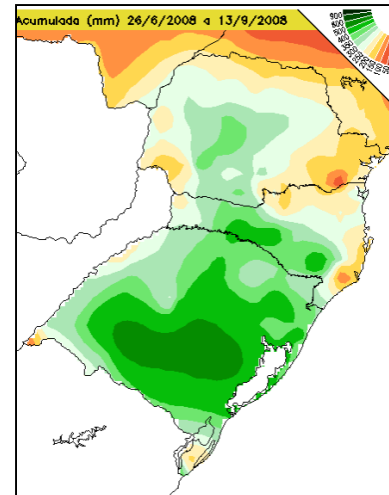
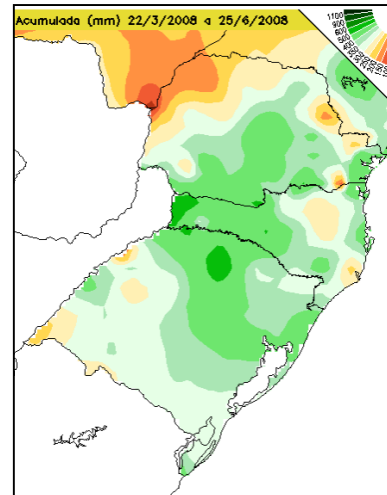
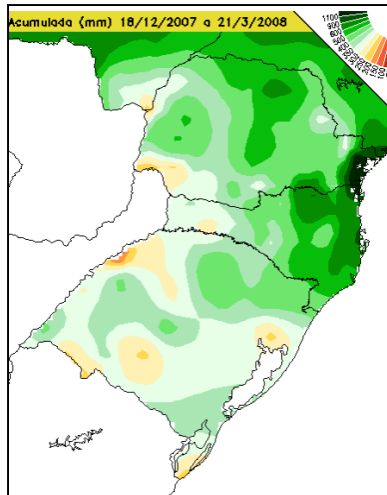
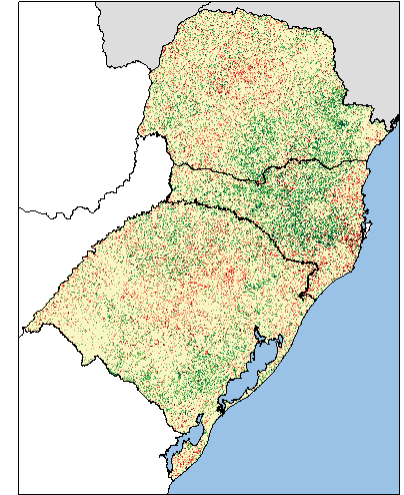
Otoño



Invierno

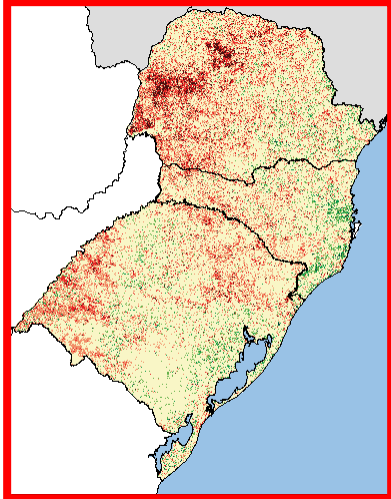


Primavera

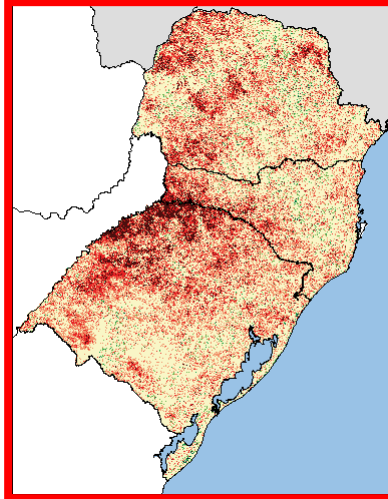


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2009

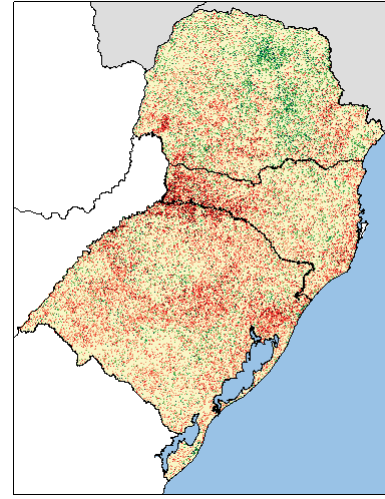
Verano



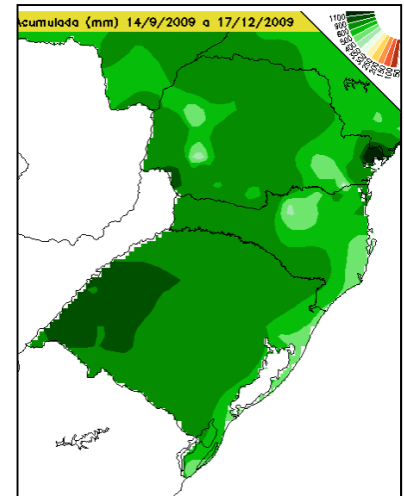
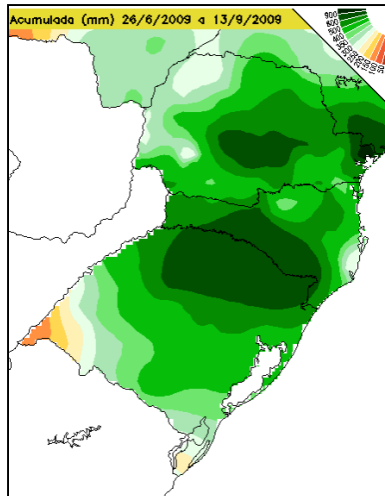
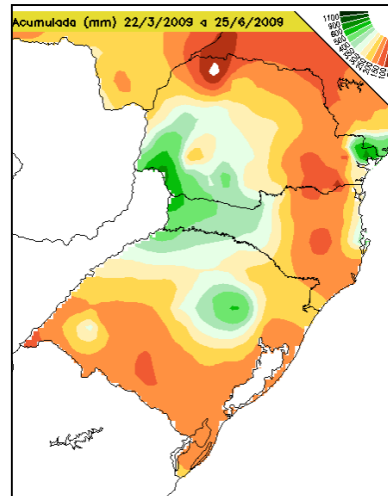
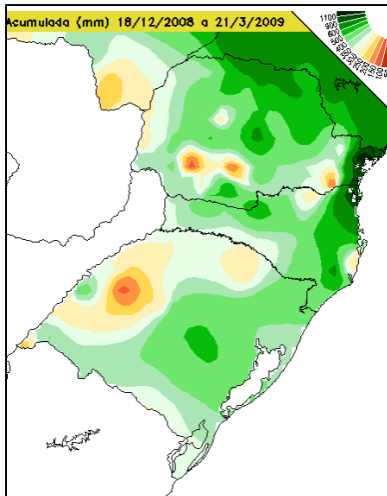
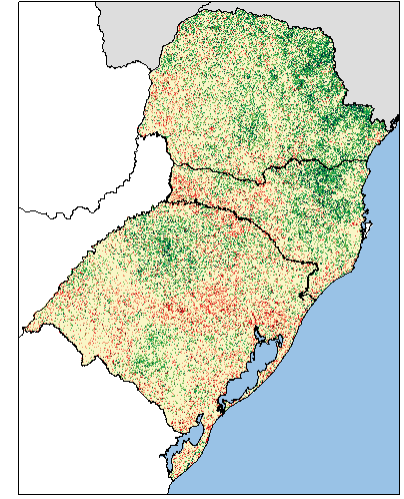
Otoño



Invierno

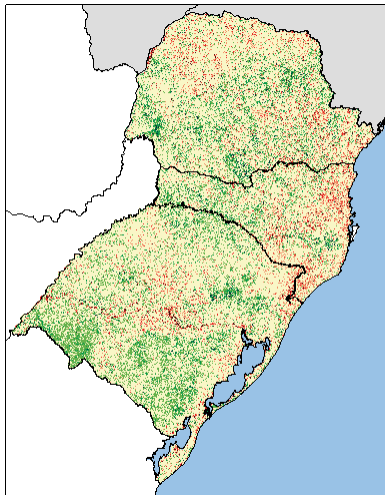


Primavera

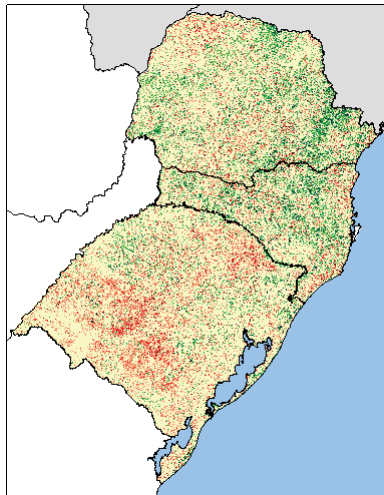


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2010

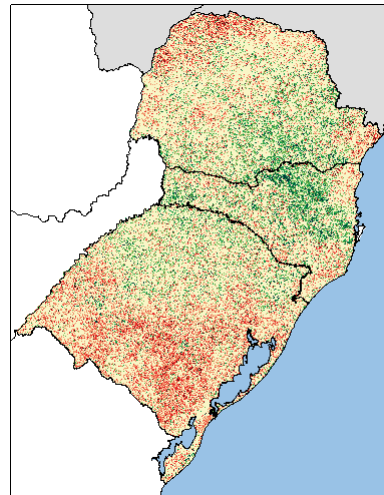
Verano



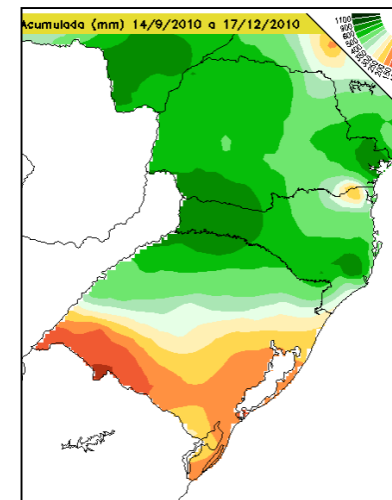
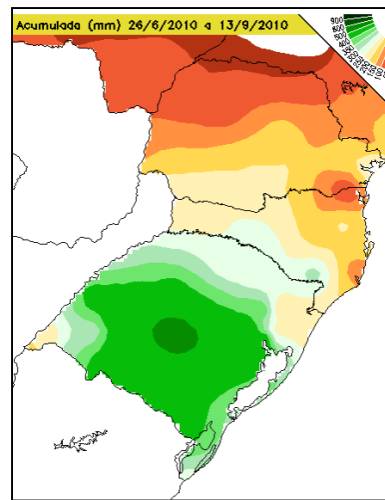
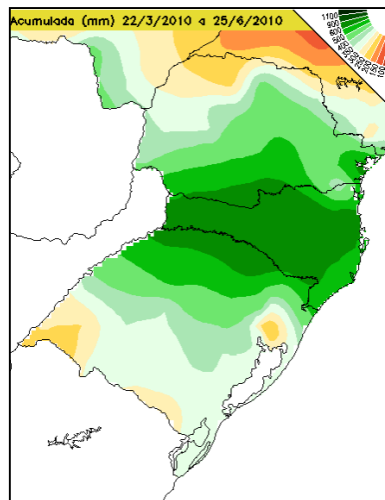
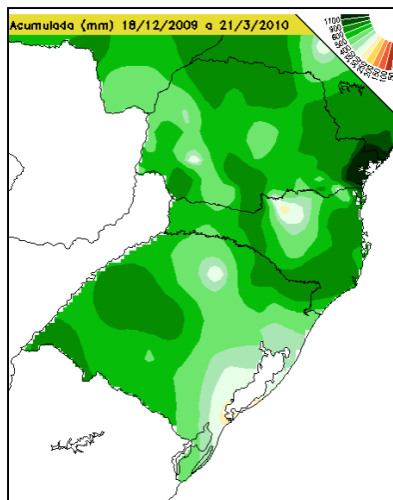
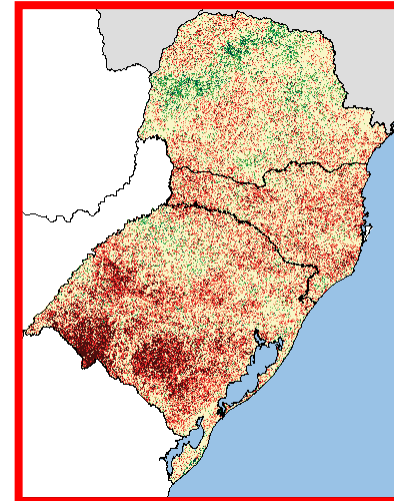
Otoño



Invierno

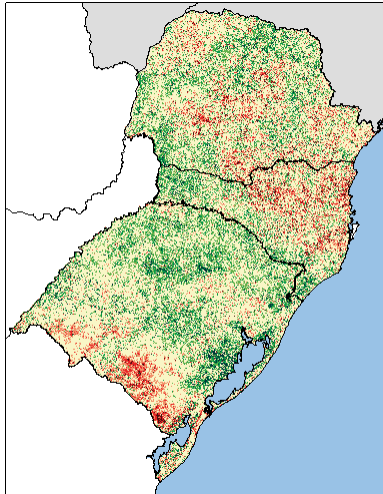


Primavera

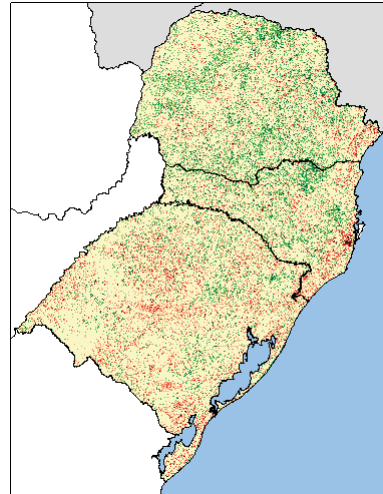


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2011

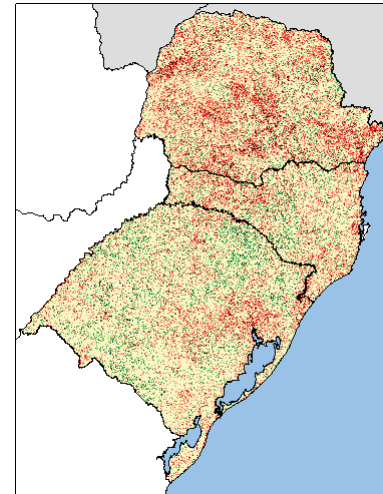
Verano



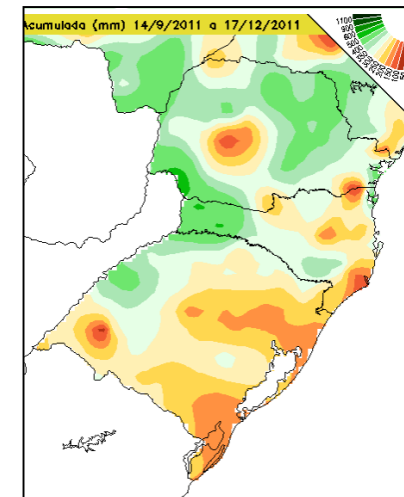
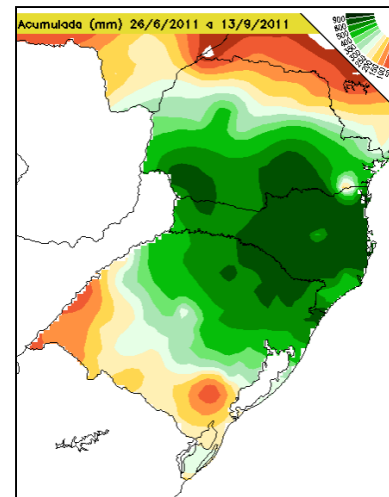
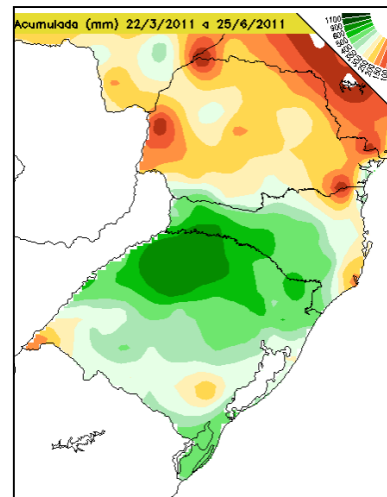
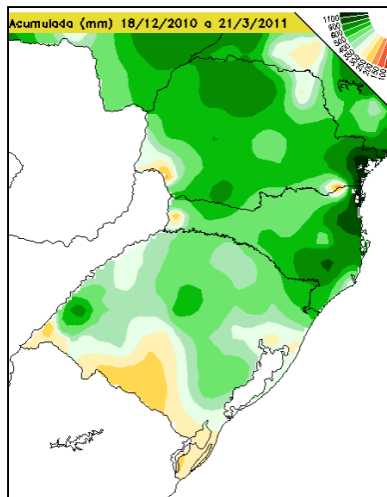
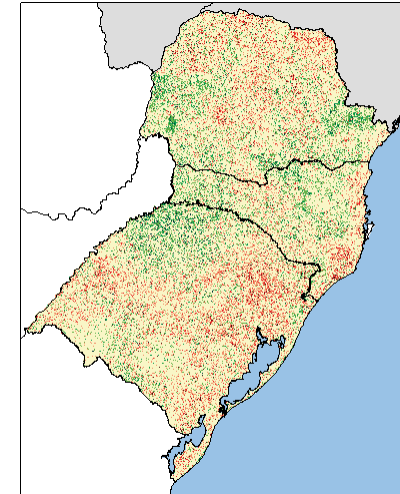
Otoño



Invierno

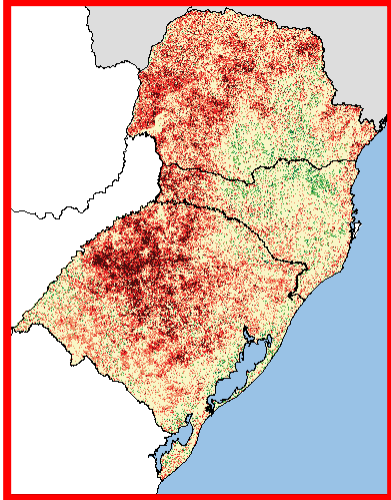


Primavera

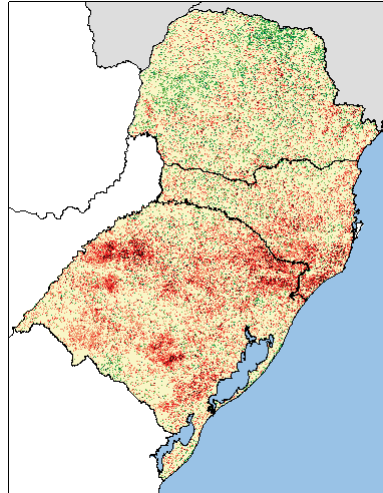


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2012

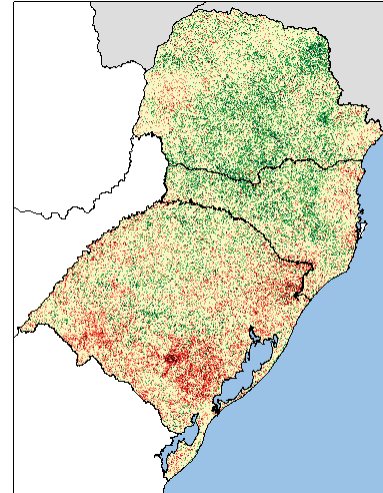
Verano



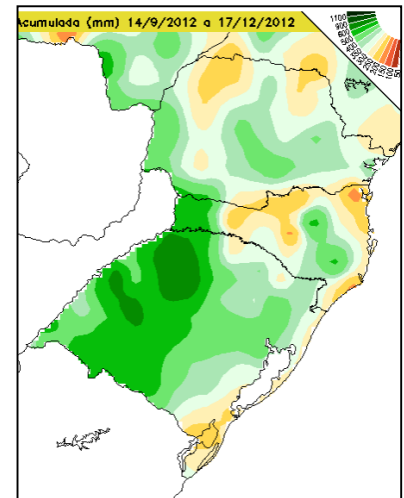
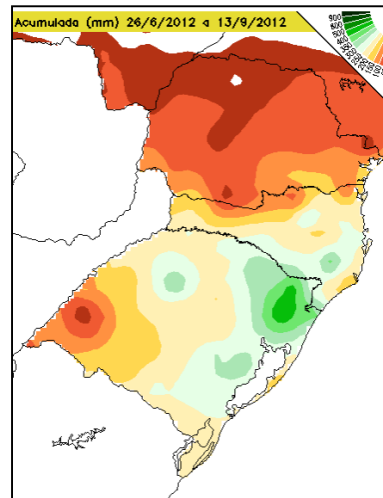
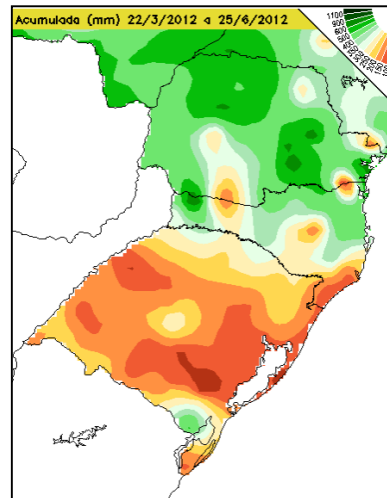
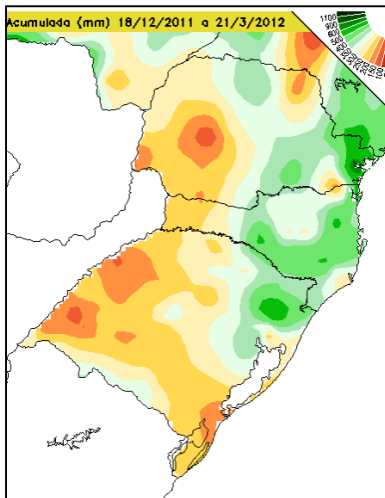
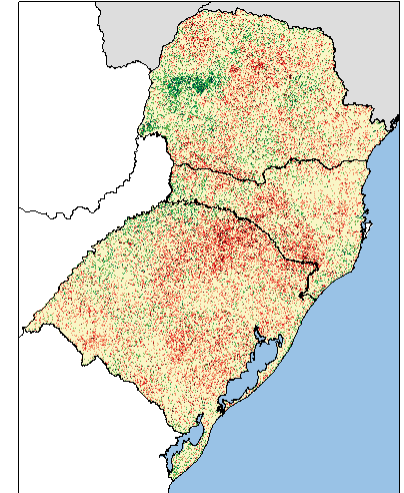
Otoño



Invierno

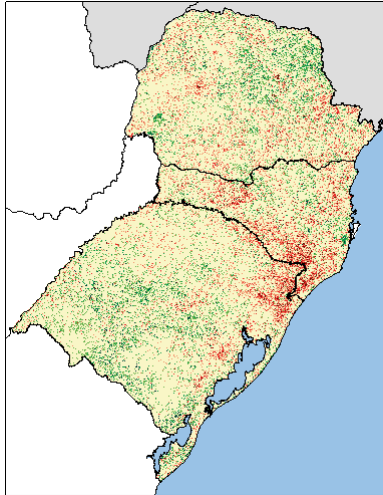


Primavera

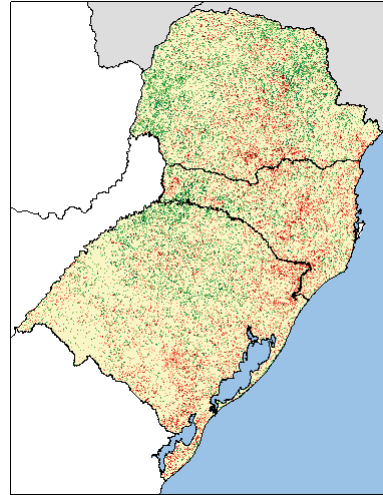


Anomalía Negativa de Vegetación y Precipitación Acumulada Media - 2013

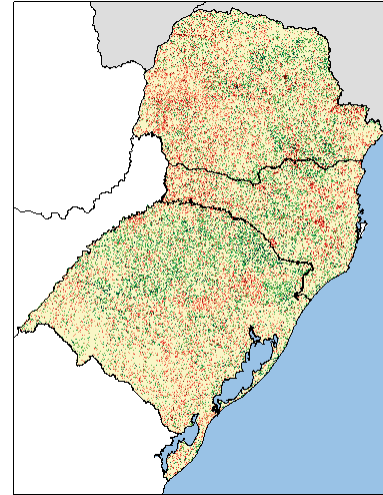
Verano



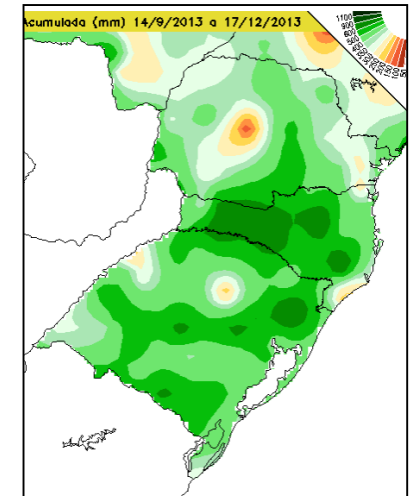
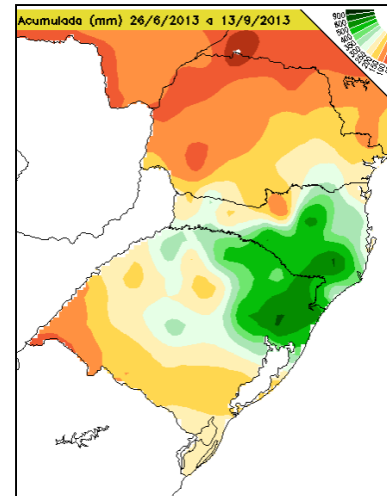
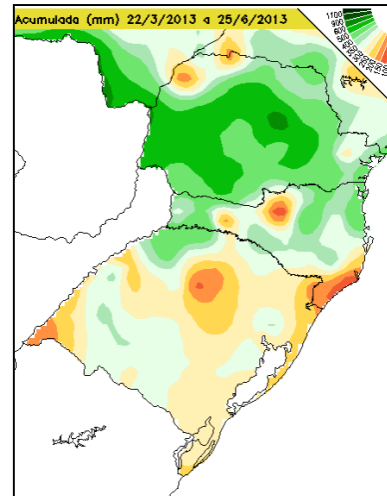
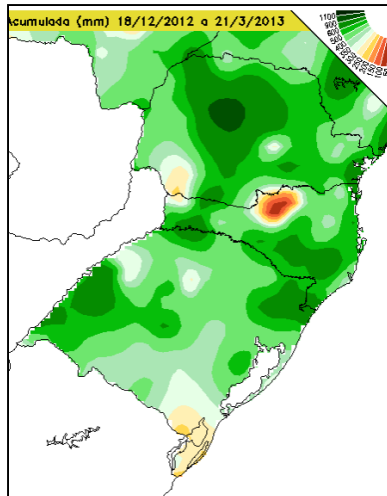
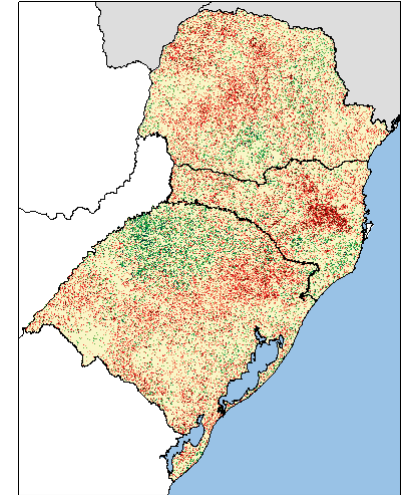
Otoño



Invierno



Primavera



Porcentaje de área afectada por anomalías negativas de vegetación en la región Sur de Brasil

Año	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Área		Área		Área		Área	
	%	Km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²
2001	6,94	39.336,69	7,65	43.352,31	8,46	47.987,75	9,59	54.381,94
2002	17,81	100.939,75	14,62	82.858,75	13,82	78.329,56	13,56	76.987,63
2003	6,28	35.612,44	3,63	20.591,56	14,44	81.853,81	18,65	105.702,75
2004	12,57	71.254,88	21,23	120.330,06	14,60	82.782,50	18,59	105.377,25
2005	43,75	248.049,06	15,10	85.615,63	9,87	55.926,06	14,36	81.407,63
2006	20,47	116.025,81	24,98	141.587,25	16,70	94.662,63	12,29	69.646,81
2007	5,82	32.972,19	5,18	29.367,63	28,55	161.835,88	17,00	96.362,94
2008	14,25	80.766,13	18,65	105.706,19	16,29	92.339,69	13,06	74.039,50
2009	34,34	198.857	41,39	234.640,31	25,89	146.792,44	12,76	72.356,69
2010	10,03	56.888,81	16,68	94.549,13	22,08	125.176,50	37,97	215.245,81
2011	14,33	81.211,75	12,60	71.436,25	26,53	150.417,44	15,23	86.321,23
2012	42,59	41.460,87	25,71	145.772,19	16,36	92.748,38	22,26	126.168,87
2013	12,04	68.229,75	13,71	77.697,72	16,44	93.210,65	24,78	140.508,45



Más de 30%



25% a 30%



20% a 25%

Impactos de la Sequía en 2005

- En el año 2005, la falta de lluvias por tres meses ocasionó:
 - 145 municipios del estado Paraná (de un total de 399 – 36%) declararon situación de emergencia;
 - En el estado Santa Catarina, 157 municipios (de un total de 293 – 54%) declararon situación de emergencia y 1 decretó calamidad pública;
 - 397 municipios (de un total de 496 – 80%) del estado Rio Grande do Sul declararon situación de emergencia.

■ Paraná

- Febrero decreto colectivo de situación de emergencia en 137 (34%) municipios afectados por la sequía.

- La *Secretaria Estadual da Agricultura e Abastecimento* estima que la sequía comprometió 11,5% de la cosecha verano, lo que ocasionó pérdidas financieras US\$ 0,76 billones.

- Pérdidas de US\$ 1,24 billones para la economía del estado.

Impactos de la Sequía en 2012

■ Santa Catarina

- Secretaria de Agricultura del estado estimó las pérdidas en el estado en más de US\$ 248 millones.

- Los agricultores relataron que perdieron casi el 100% de la cosecha de maíz y que la producción de leche disminuyó más del 40%.

Impactos de la Sequía en 2012

■ Rio Grande do Sul

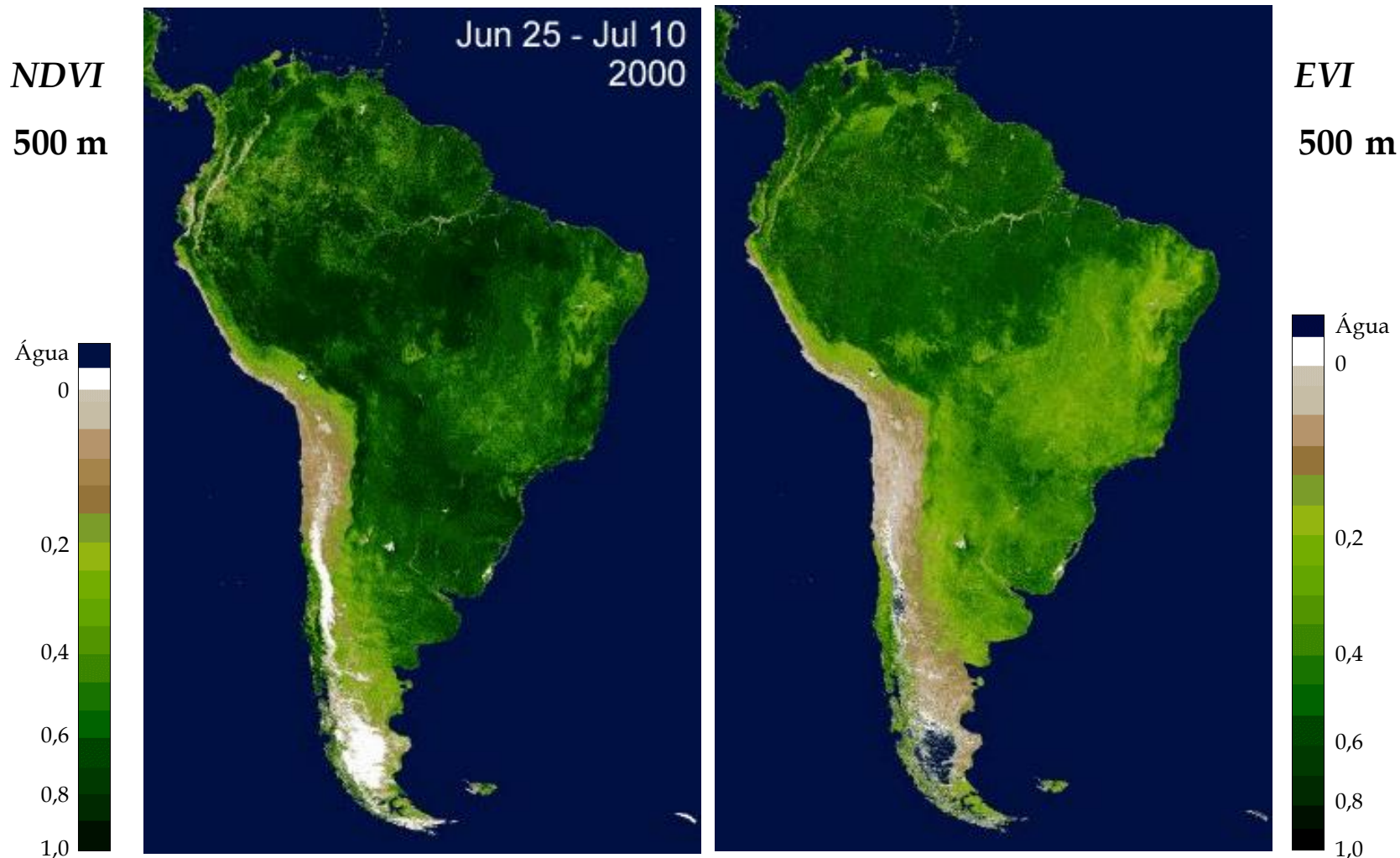
Las pérdidas directas ocasionadas por la sequía pasaron de US\$ 2,7 billones de acuerdo con la *Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul (FARSUL)*.

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> Arroz | quiebra de 11% |
| <input type="checkbox"/> Tabaco | disminución de un 22% |
| <input type="checkbox"/> Maíz | disminución de un 54% |
| <input type="checkbox"/> Soja | disminución de un 36% |

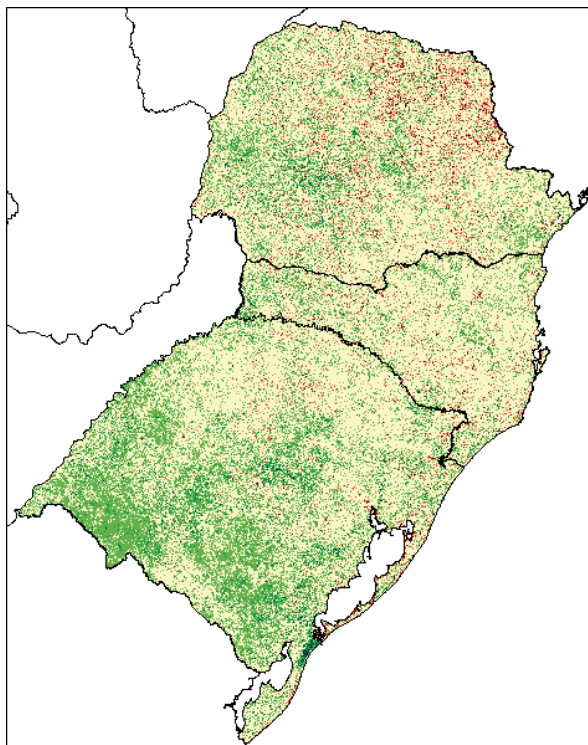
■ Municipios y personas afectadas

Estado	Número de municipios en el estado	Número de municipios afectados	Porcentaje de municipios afectados	Número de personas afectadas
Paraná	399	151	38	1,4 millones
Santa Catarina	293	100	34	490 mil
Rio Grande do Sul	496	357	72	1,8 millones

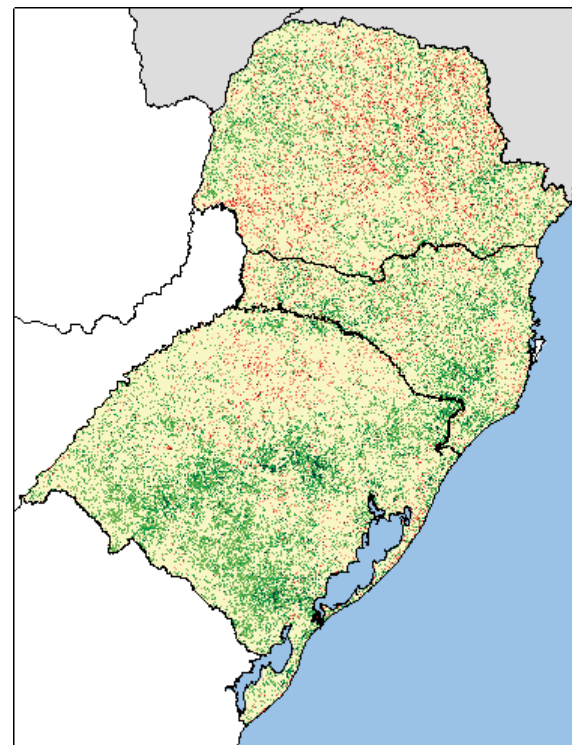
■ Cálculo anomalía de vegetación utilizando el *NDVI*



- Cálculo anomalía de vegetación utilizando el *NDVI*
 - Verano 2001

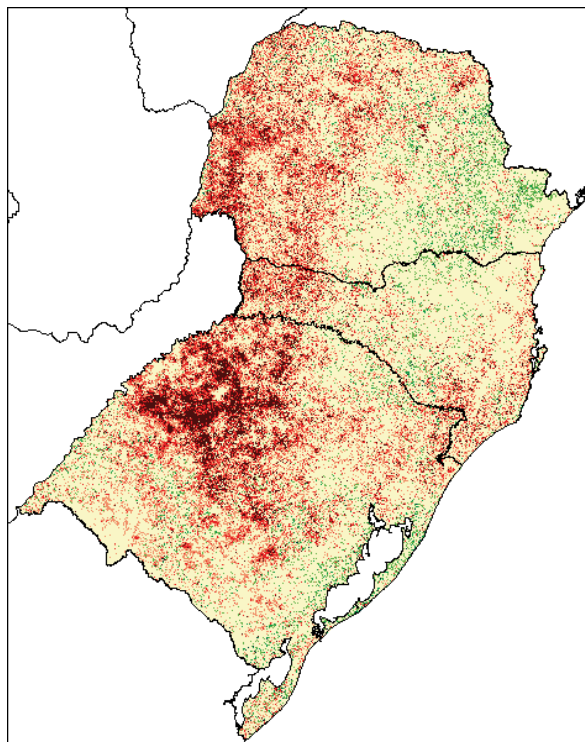


NDVI

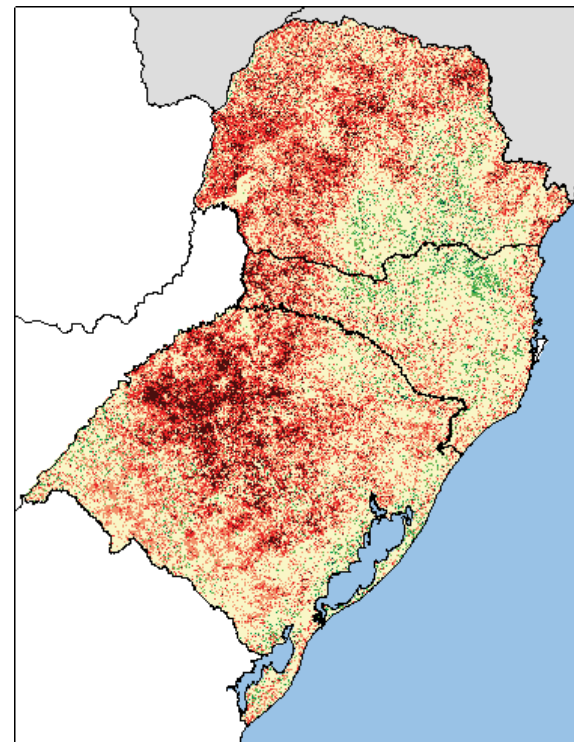


EVI

- Cálculo anomalía de vegetación utilizando el *NDVI*
 - Verano 2012



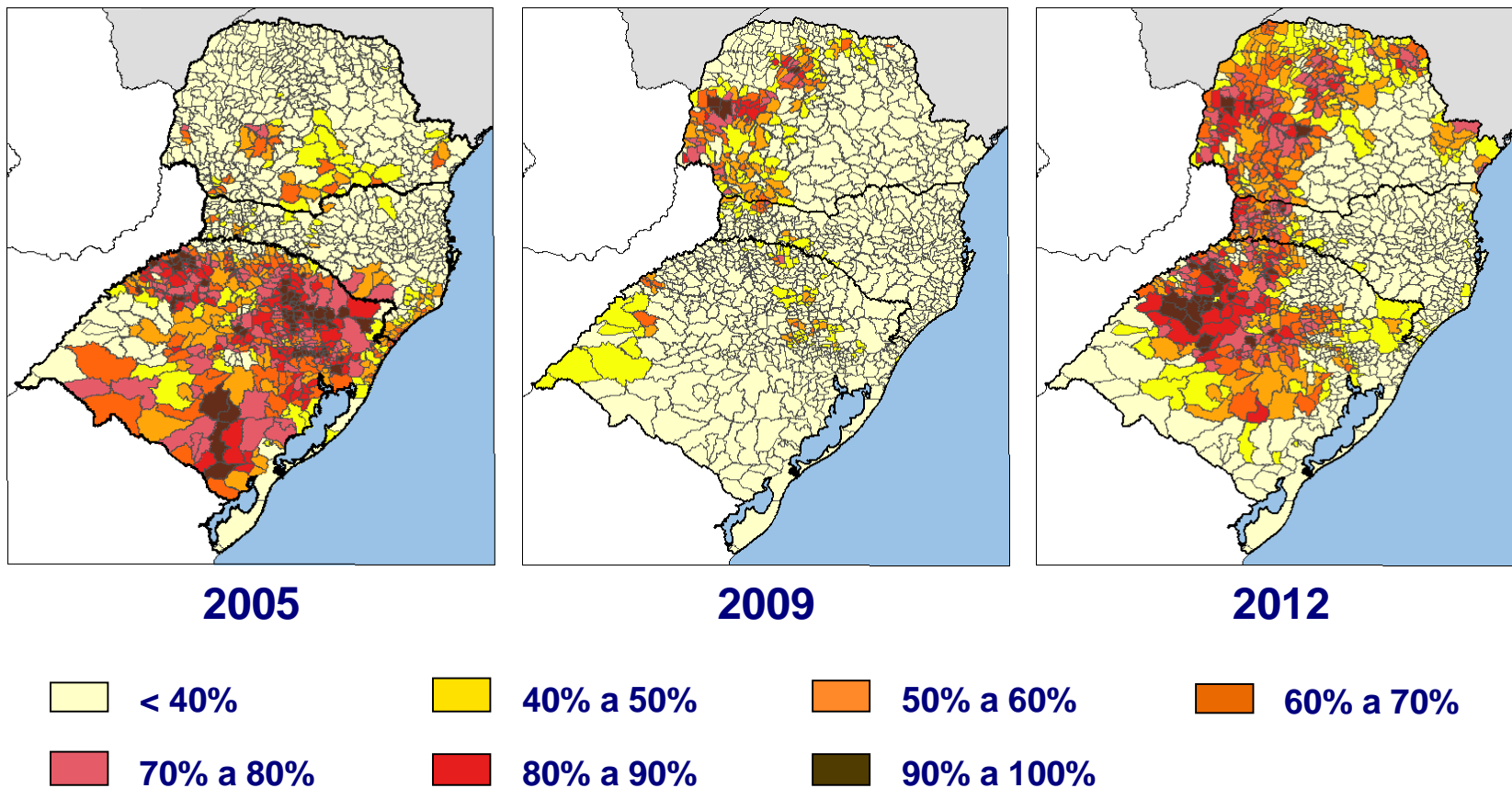
NDVI



EVI

Otros trabajos

■ Espacialización de las áreas afectadas por la sequía

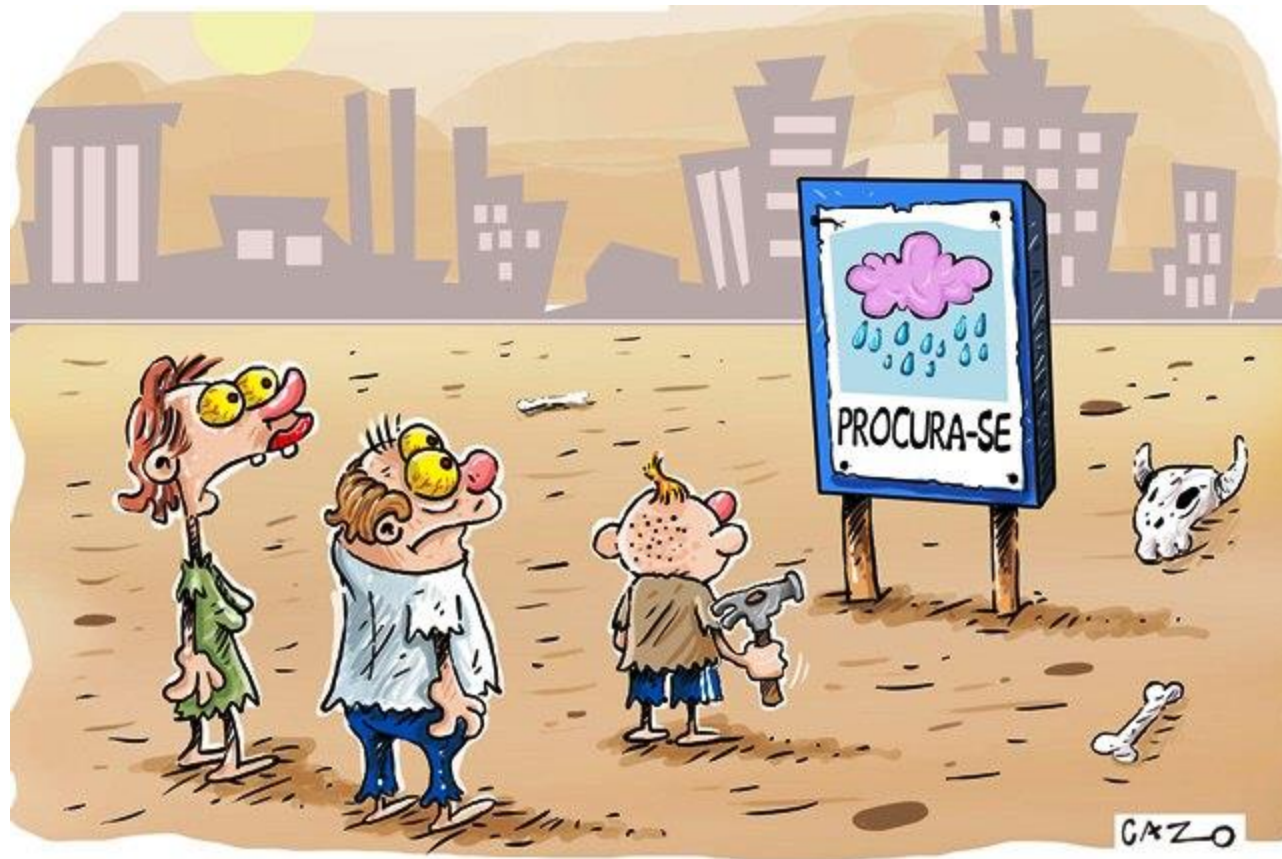


Otros trabajos

Libro

SENSORIAMENTO REMOTO PARA DESASTRES NATURAIS

- 1 - Desastres Naturais
- 2 - Sistemas sensores e desastres naturais
- 3 - Acessibilidade aos dados de sensoriamento remoto
- 4 - Sensoriamento remoto para inundação e enxurrada
- 5 - Sensoriamento remoto para seca e estiagem
- 6 - Sensoriamento remoto para deslizamentos
- 7 - Sensoriamento remoto para incêndios florestais
- 8 - Sensoriamento remoto para terremotos
- 9 - Sensoriamento remoto para derramamento de óleo
- 10 - Sensoriamento remoto para gestão (de risco) de desastres naturais



Reunión Centroamericana de Expertos:
Uso de Información Satelital en la Gestión Integral de Riesgos y la Alerta Temprana
San Salvador, El Salvador - 31 de Marzo y 1 de Abril del 2014



Muchas gracias!

spardilacruz@gmail.com