

Impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos superficiales y los niveles del acuífero en la cuenca del Rio Tocantins.

Javier Tomasella, Daniel Andrés Rodríguez, Luz Adriana Cuartas, Mônica Ferreira, Julio César Ferreira e José Marengo.

INPE/CCST

Cachoeira Paulista, Septiembre 2009

Objetivos

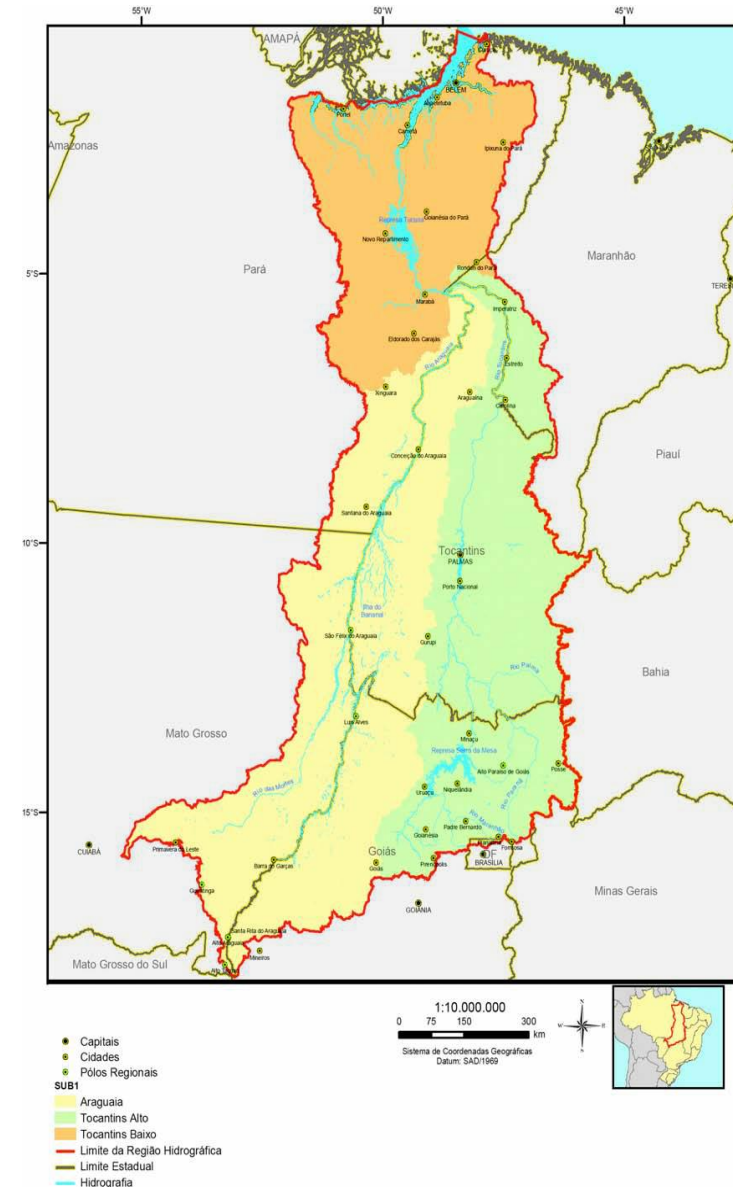
- El objetivo del estudio es evaluar de que manera los cambios climáticos irán afectar los recursos hídricos superficiales y subterráneos en la cuenca del Rio Tocantins.

Os objetivos específicos son:

- Ajustar y validar el modelo hidrológico de macro-escala MGB-IPH en la Cuenca del Rio Tocantins, en una escala compatible con el modelo atmosférico regional, usando datos observados en el período 1970-1990.
- Examinar el desempeño del modelo regional ETA en simular caudales en la Cuenca del Rio Tocantins para el clima presente, usando las salidas del modelo ETA en el modelo hidrológico y comparando caudales observados e simulados en el período 1970-1990.
- Evaluar los escenarios de cambios climáticos de los períodos 2020-2030, 2050-2070, 2080-2099 sobre los recursos hídricos superficiales, utilizando los escenarios del modelo regional ETA como datos de entrada del modelo hidrológico distribuido
- Evaluar el impacto de los cambios en el régimen hidrológico sobre los acuíferos superficiales en la cuenca del Rio Tocantins, realizando proyecciones de cambios de nivel en los principales acuíferos de la cuenca.

Caracterización de la Cuenca del Rio Tocantins

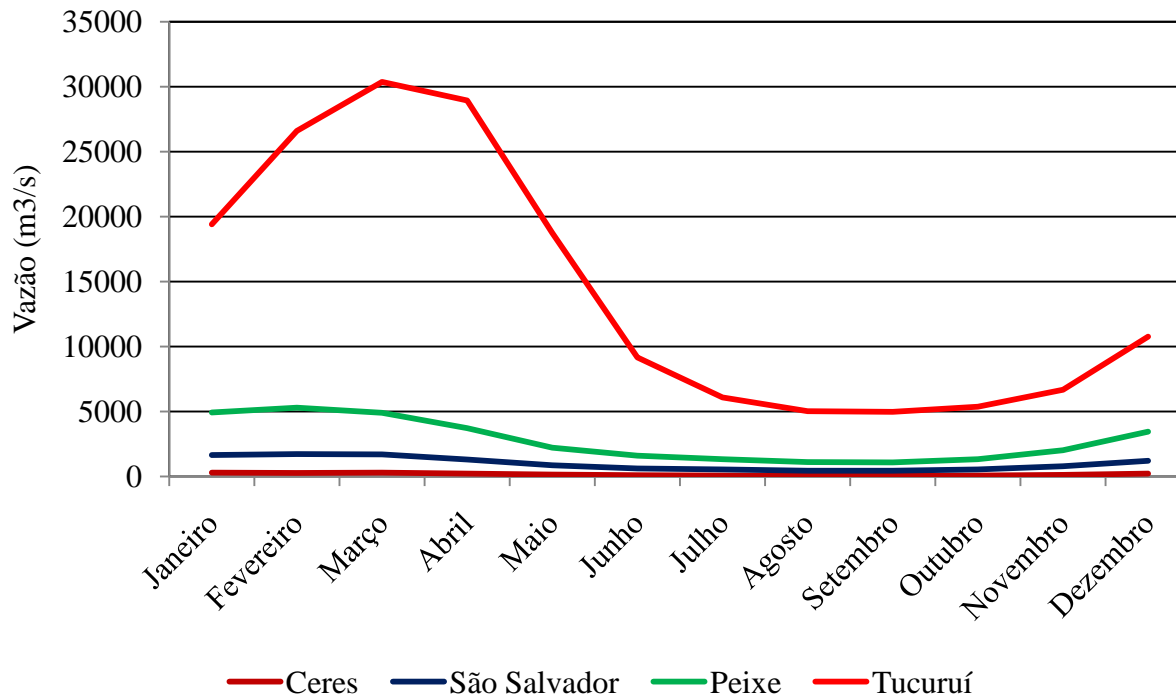
- Es la segunda del Brasil en área, inferior apenas a la del Amazonas (3.869.953 km²), e la mayor del país en territorio nacional.
- La cuenca del rio Tocantins, de un punto de vista climático, se sitúa entre dos regiones de comportamiento diferenciado
- La configuración espacial de la red de drenaje de la cuenca hidrográfica del rio Tocantins es bastante asimétrica: en el Alto y Medio Tocantins, os principales afluentes son todos en la margen derecha, en el Bajo Tocantins, los principales afluentes son el Araguaia e el Itacaiúnas, ambos en la margen izquierda del rio.



Caracterización de la Cuenca del Rio Tocantins

Presenta variaciones de caudal de baja amplitud anual en el Alto e Medio curso, y grande amplitud en el bajo curso.

Tucuruí muestra un comportamiento dispere en relación a sus números absolutos, una vez que se encuentra en el bioma Amazonas

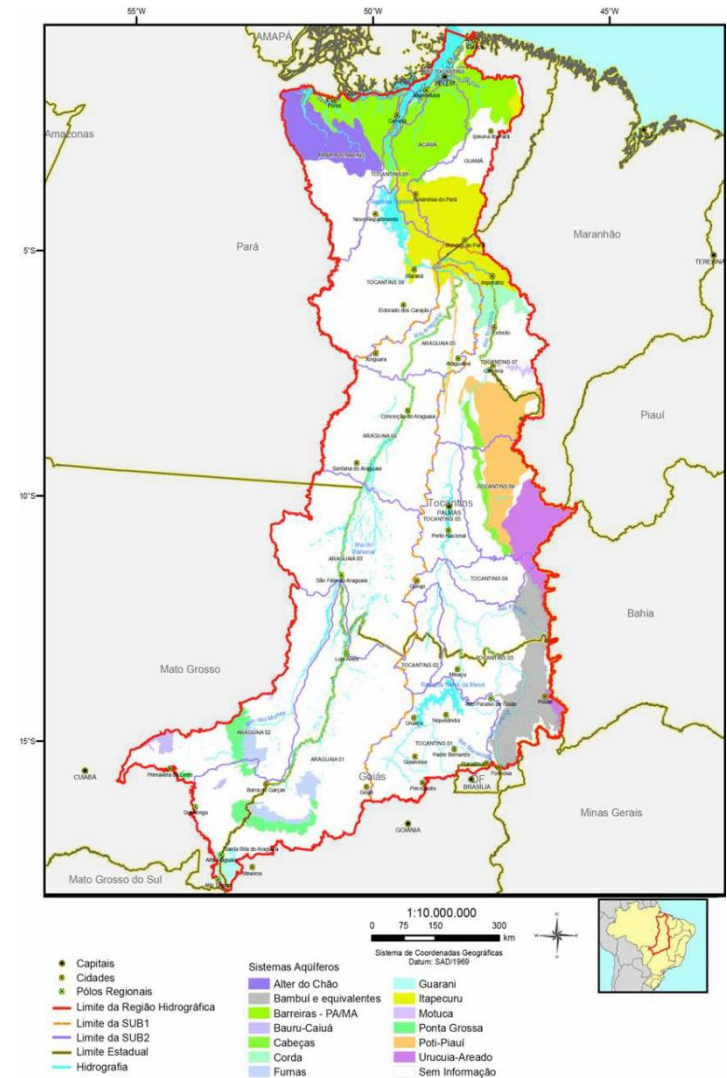


Caracterización de la cuenca del Rio Tocantins

Hidrogeológicamente, a área que comprende la Cuenca Hidrográfica del Tocantins puede ser compartimentada en cuatro grandes dominios, a saber: embasamiento cristalino Pre-Cambriano y las cuencas sedimentares del São Francisco, Parnaíba y del Amazonas.

Toda a porción central da Cuenca Hidrográfica del Rio Tocantins está constituida por unidades del embasamiento cristalino.

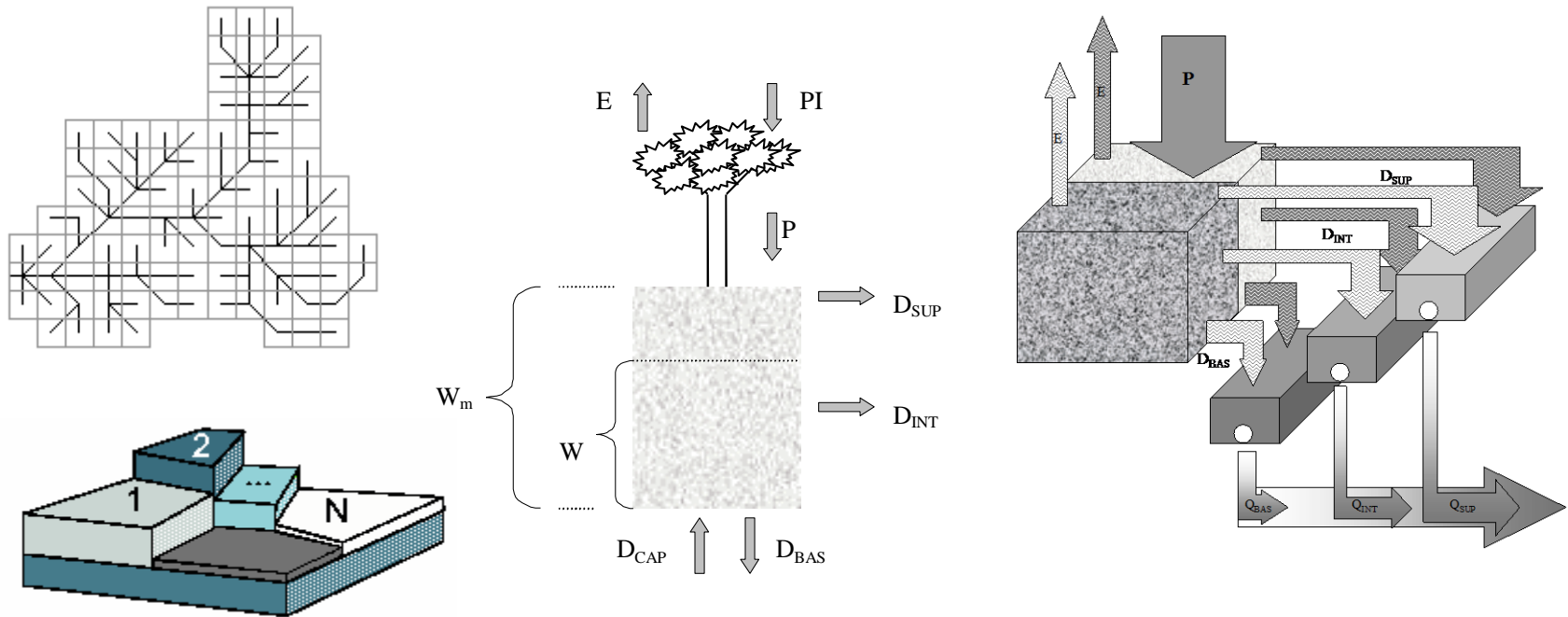
Entre las cuencas sedimentares que ocurren en la región, la del Parnaíba es la mayor de todas, y presenta un área total de cerca de 700.000 km² y espesura del paquete de sedimentos de 3.000 m.



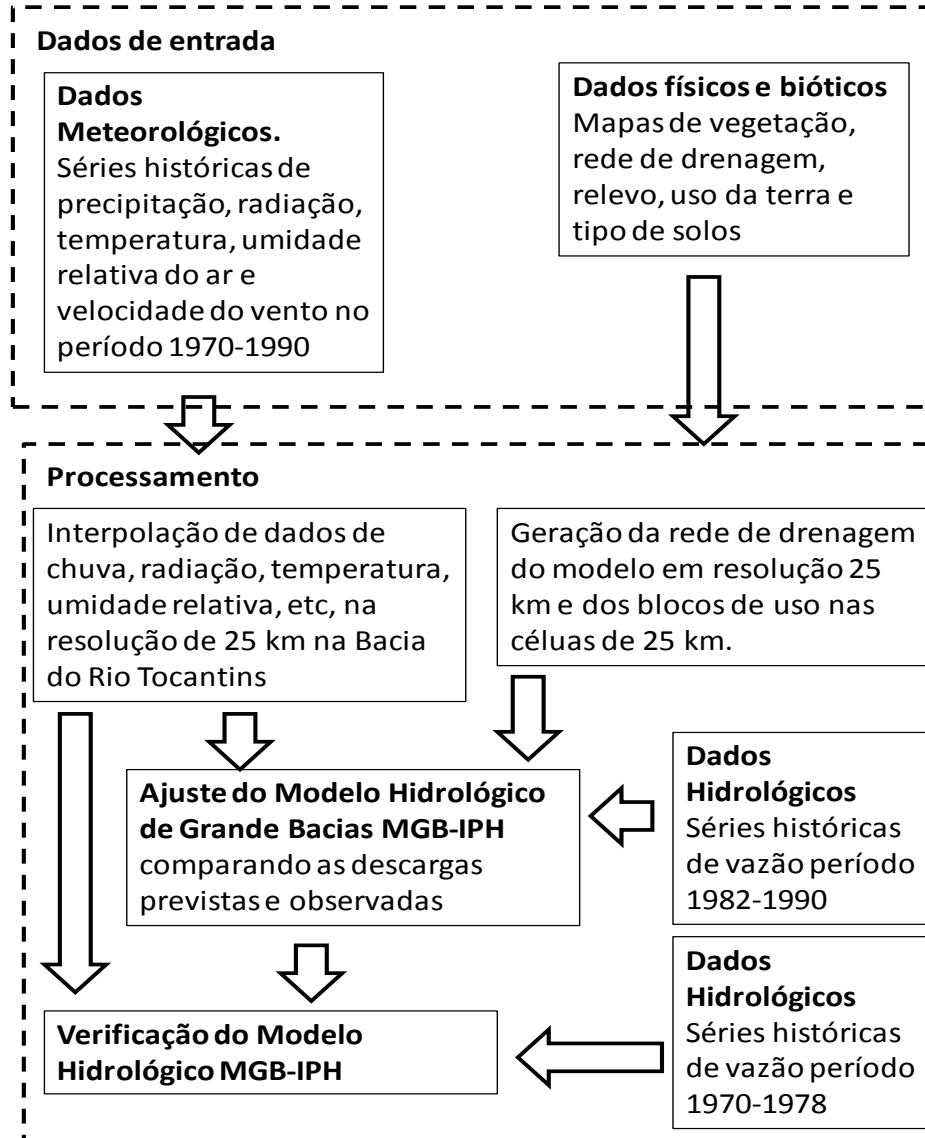
O Modelo Hidrológico de grandes cuencas – MGB-IPH

El modelo hidrológico utilizado en este estudio es el modelo Modelo de Grandes Cuencas (MGB-IPH) presentado por Collischonn (2001).

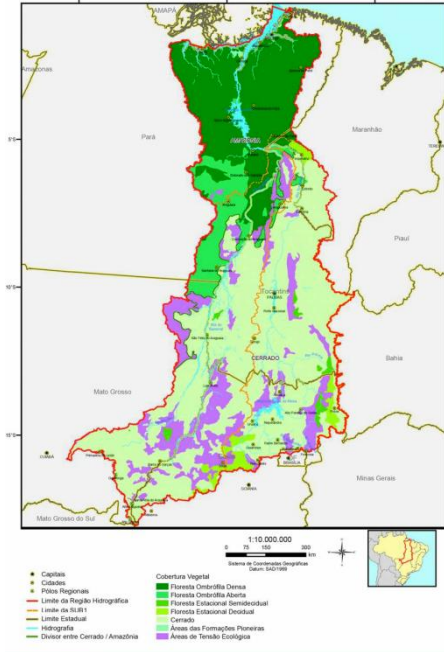
O modelo posee los siguientes algoritmos: Balance de agua en el suelo; Evapotranspiración; Esgurrimientos: superficial, sub-superficial e subterráneo en las células; Esgurrimiento en la red de drenaje.



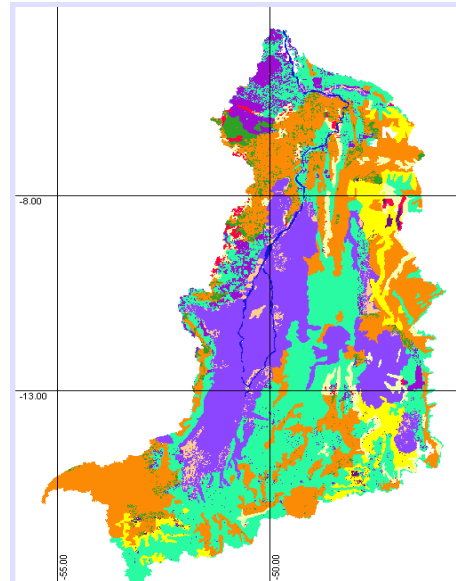
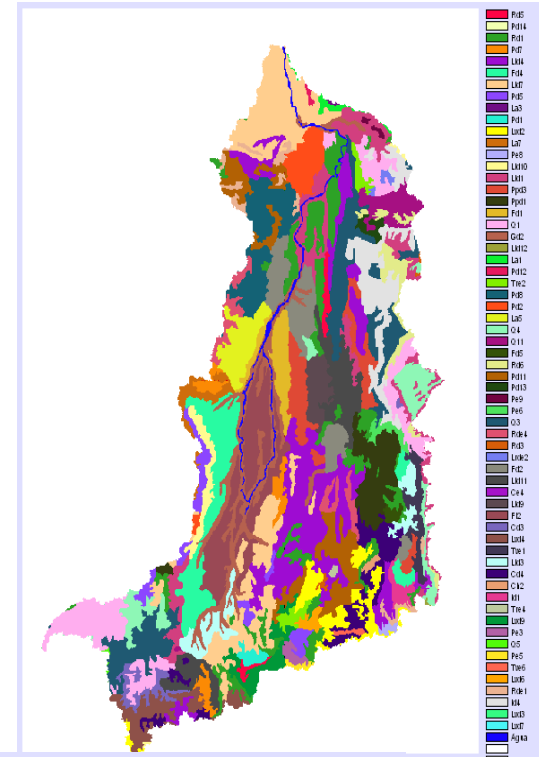
Aplicación del Modelo Hidrológico de grandes cuencas – MGB-IPH a la cuenca del Rio Tocantins



Preparación de los datos de entrada

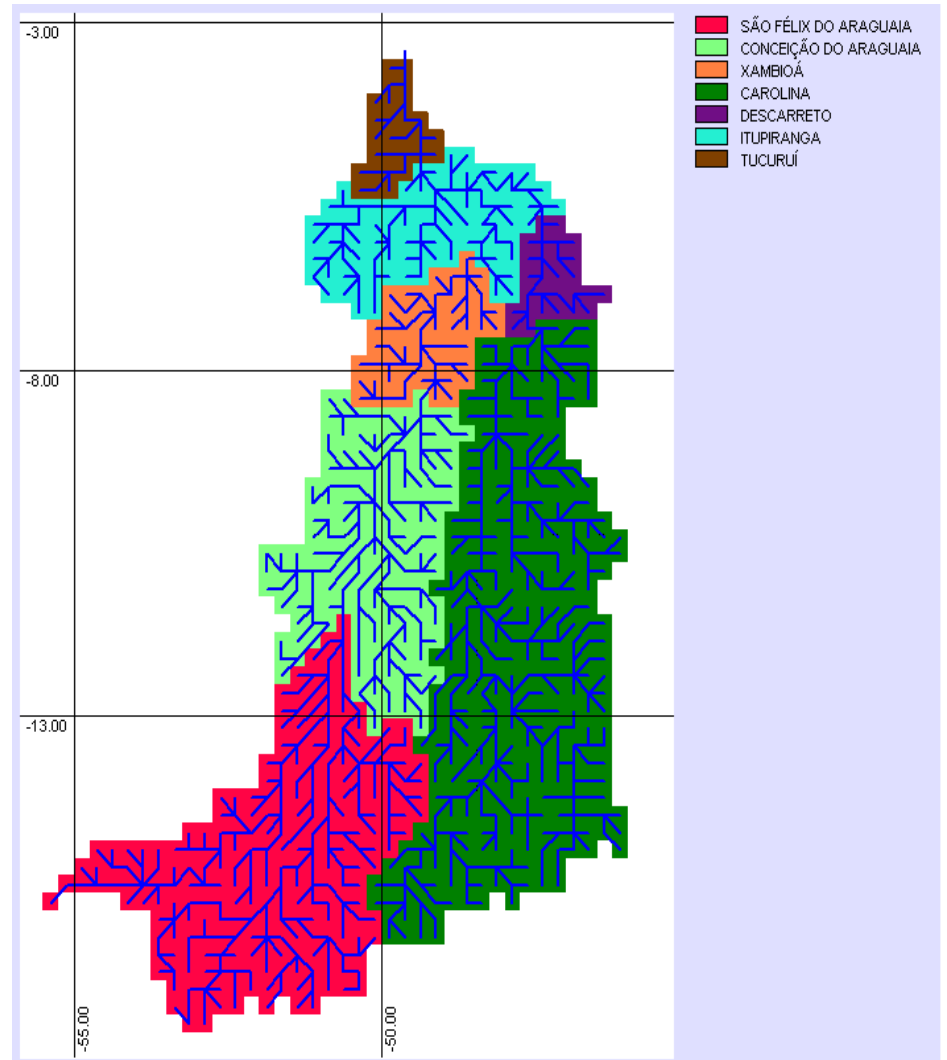
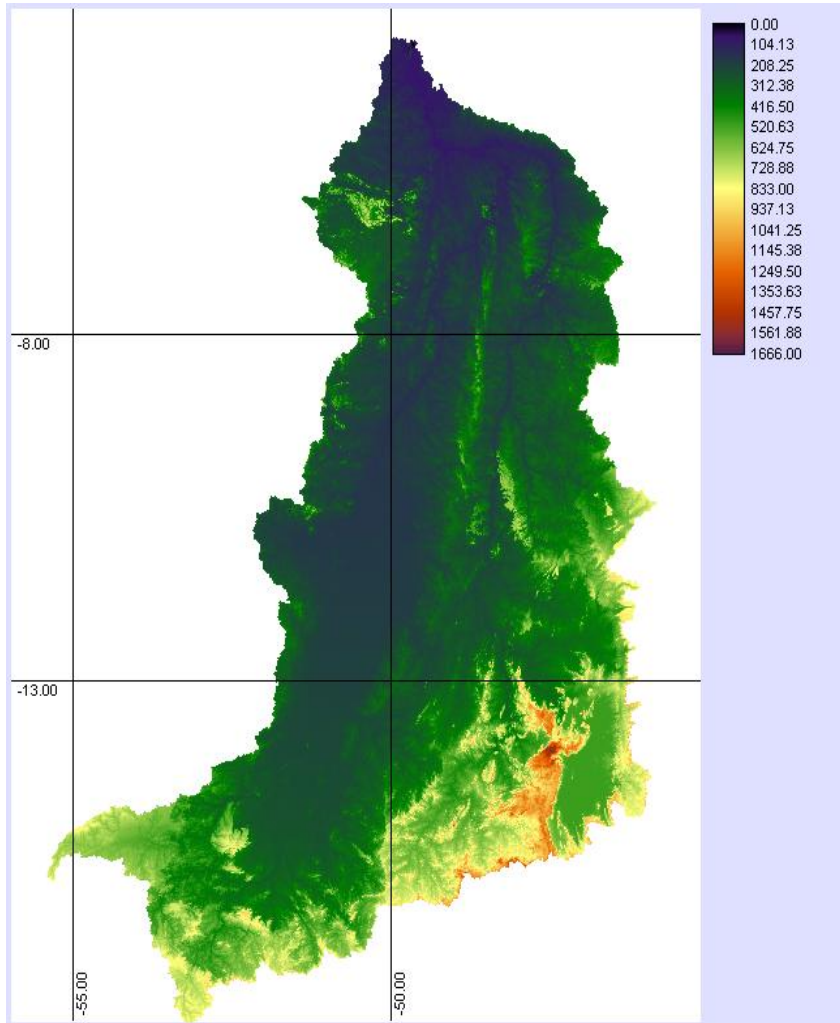


de Pfeifer (2005); Base Ibama

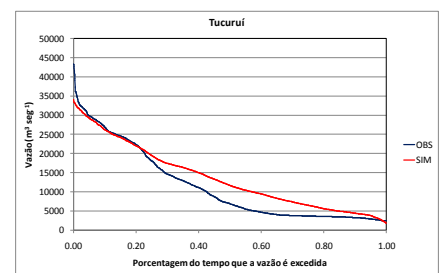
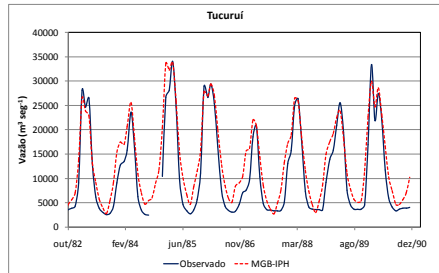
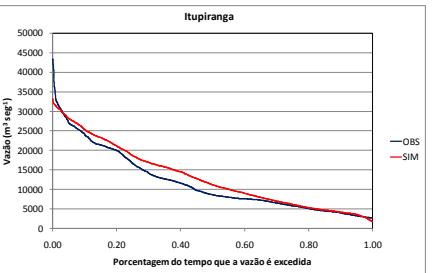
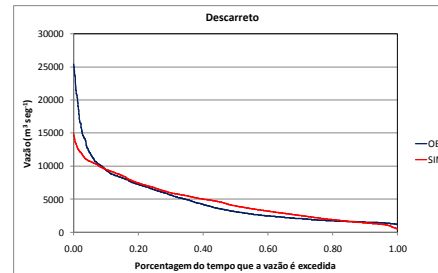
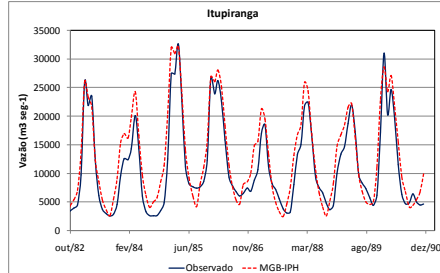
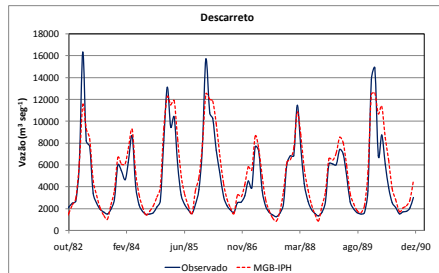
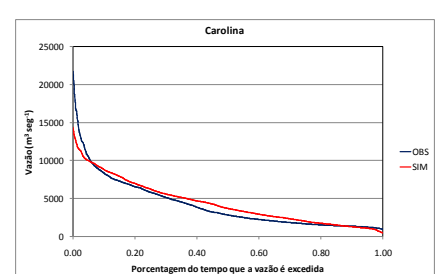
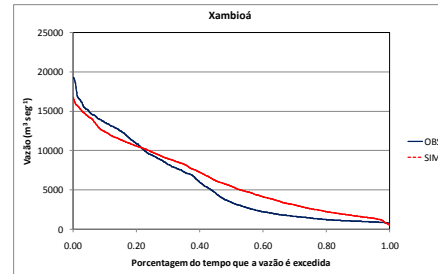
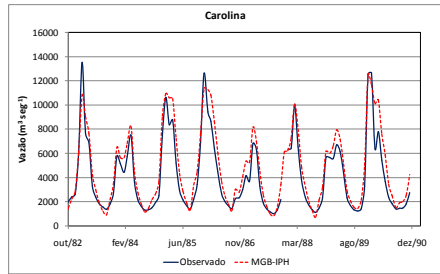
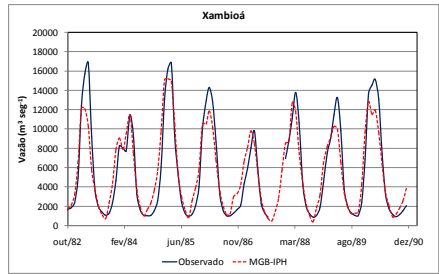
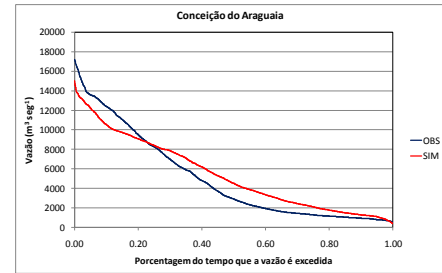
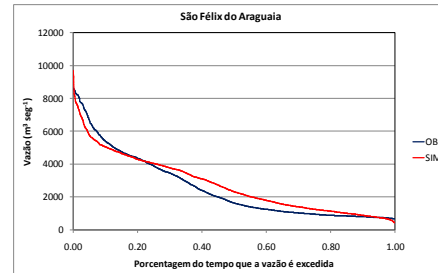
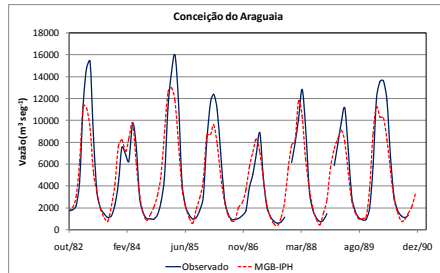
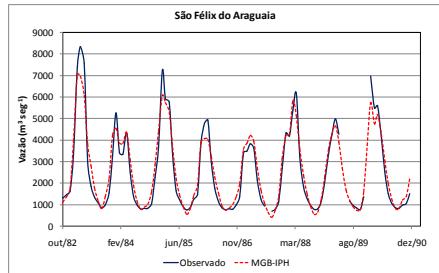


- Solo Lítico + Floresta Tropical
- Solo Lítico + Cerrado
- Solos podzólico e aren quartzoso + Floresta Tropical
- Solos podzólico e aren quartzoso + Cerrado
- Solos latossolo e terra estruturada + Floresta Tropical
- Solos latossolo e terra estruturada + Cerrado
- Solos gley, laterita hidromórfica e podzólico plântico + Floresta Tropical
- Solos gley, laterita hidromórfica e podzólico plântico + Cerrado
- Cambissolos e solos concrecionários + Floresta Tropical
- Cambissolos e solos concrecionários + Cerrado
- Água

Preparación de los datos de entrada



Aplicación del Modelo Hidrológico de grandes cuencas – MGB-IPH a la cuenca del Rio Tocantins



El modelo regional ETA

Como la finalidad de analizar los impactos de los cambios climáticos en varios sectores de la economía, el Ministerio de Ciencia e Técnica MCT por medio de la Coordinación-General de Cambios Globales elaboró un convenio técnico con institutos nacionales, regionales e locales y con el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE), para producir escenarios climáticos futuros de clima, usando la técnica de downscaling.

En este estudio, están siendo generados nuevos escenarios con proyecciones futuras de clima con mayor detalle y plausibles de uso en estudios de los impactos de los cambios climáticos en diversos sectores socio-económicos (agrícola, energético, salud, recursos hídricos etc). Os escenarios futuros son para los períodos 2010-2040, 2041-2070 e 2071-2100. Los escenarios futuros están basados en el modelo global HadCM3, que generan condiciones de contorno para el modelo regional Eta, y serán incluidos en la Segunda Comunicación Nacional del Brasil a la UNFCCC.

HADCM3

Variáveis: u, v, q, theta, surf press

Clima presente

Resolução: **dx=3.75° dy=2.5°**

Níveis: 19

1960-1990 (31 anos); 6/6h

Clima futuro

Resolução: **dx=3.75° dy=2.5°**

Níveis: 19

2010-2099 (90 anos); 6/6h

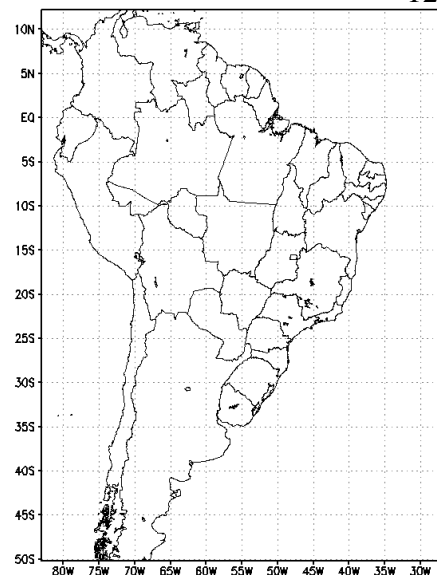
Cenário: A1B

HADCM3

113x243x38

25.8 ° W

12.2 ° N

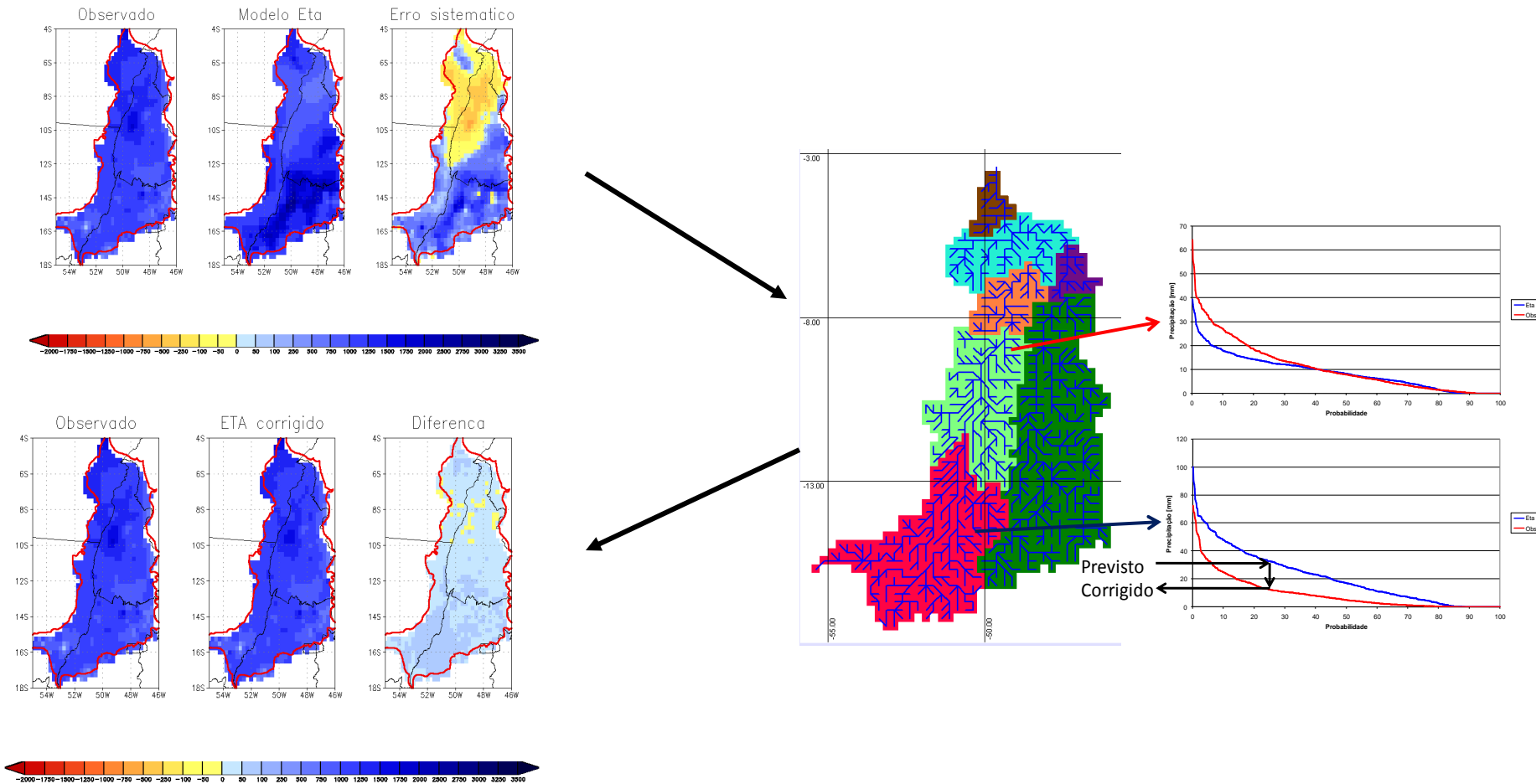


83 ° W

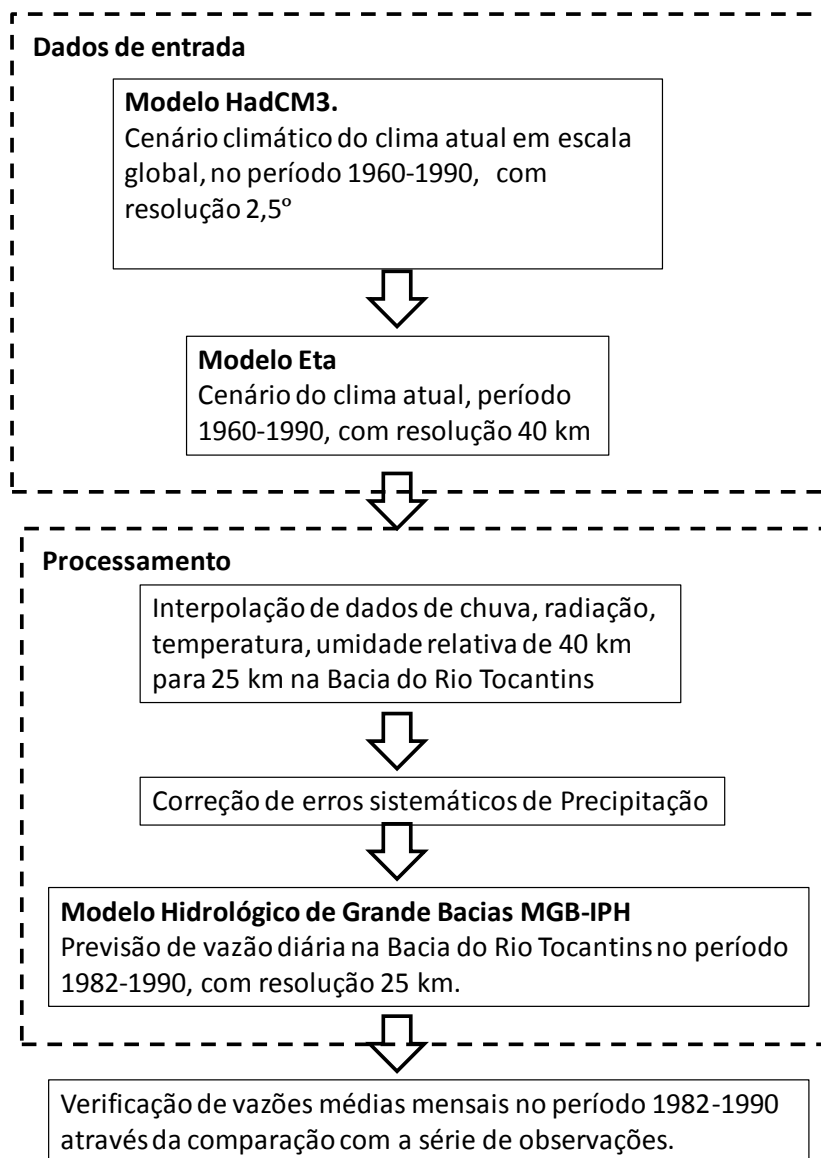
50.2 ° S

Corrección de los errores sistemáticos en la precipitación del modelo ETA

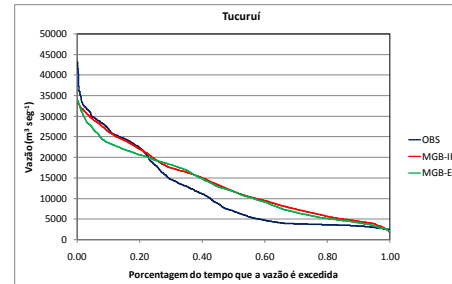
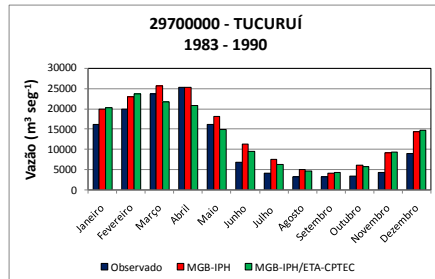
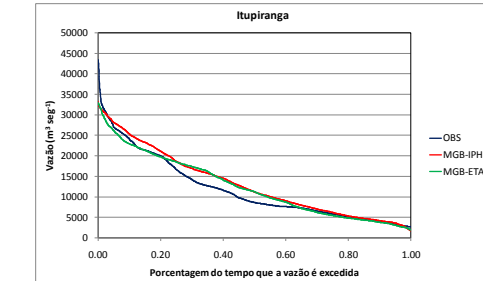
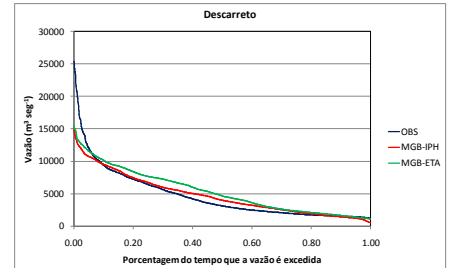
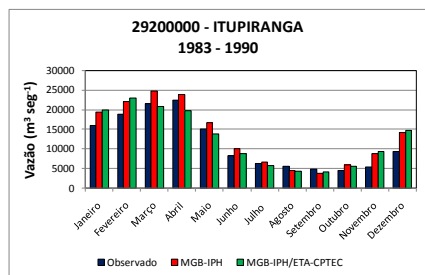
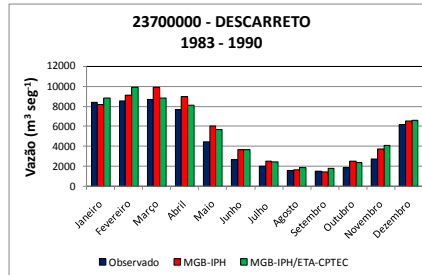
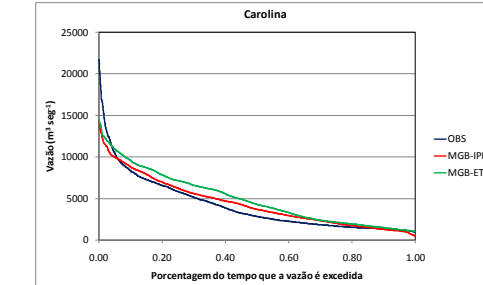
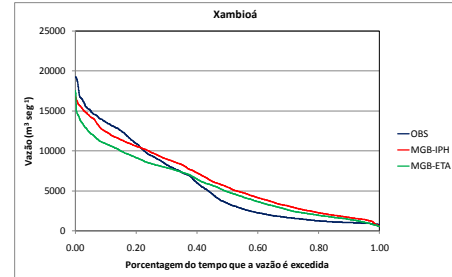
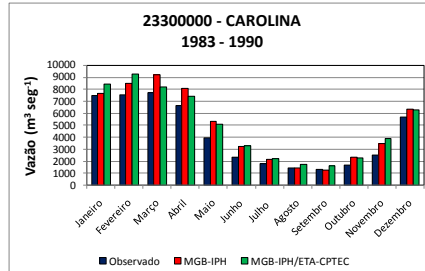
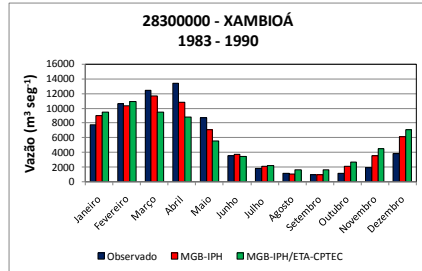
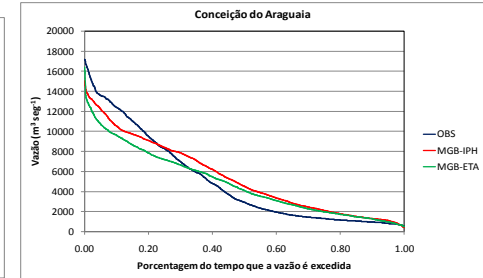
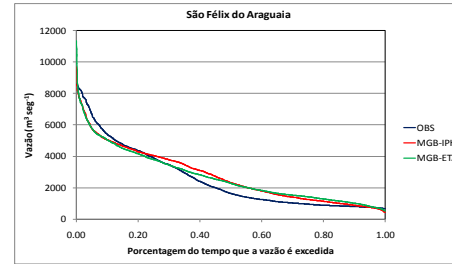
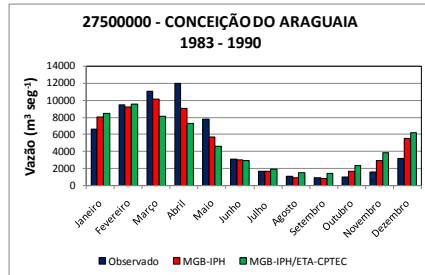
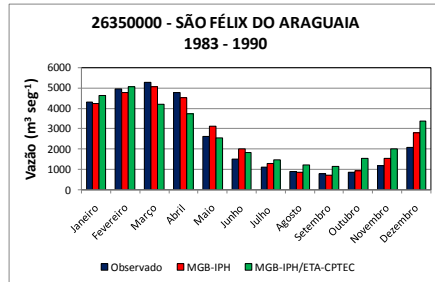
La metodología de corrección de los errores sistemáticos más utilizada en previsiones climáticas de precipitación, se apoya en la transformación da curva de distribución de probabilidad de la precipitación (Hay e Clark, 2003; Wood et al. 2002).



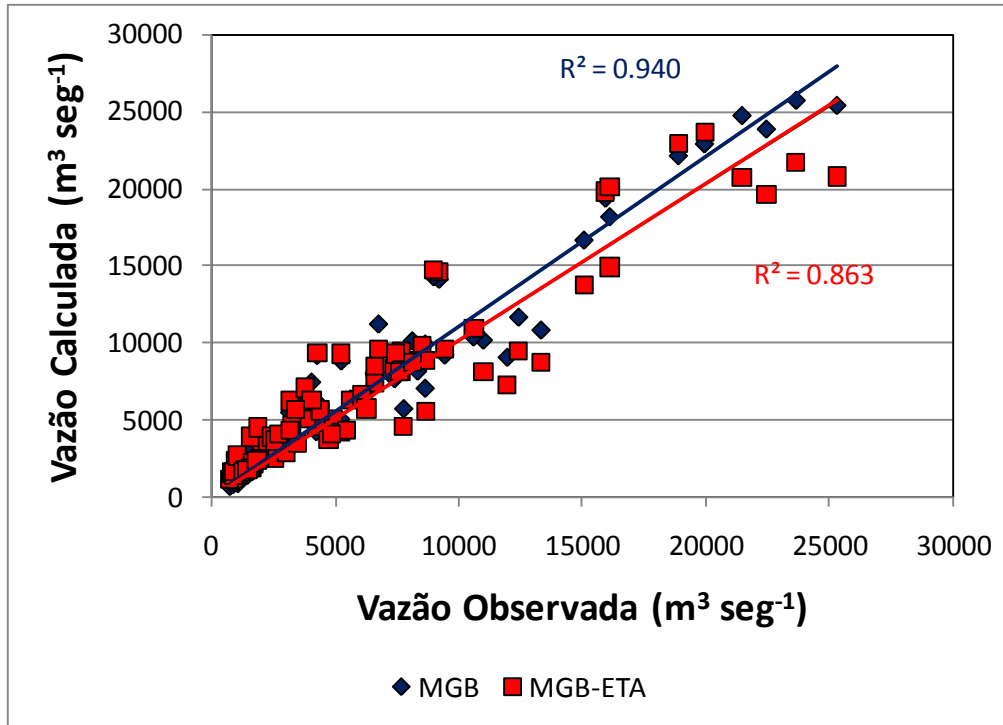
Análisis del desempeño del modelo ETA-CPTEC en el período 1982-1990

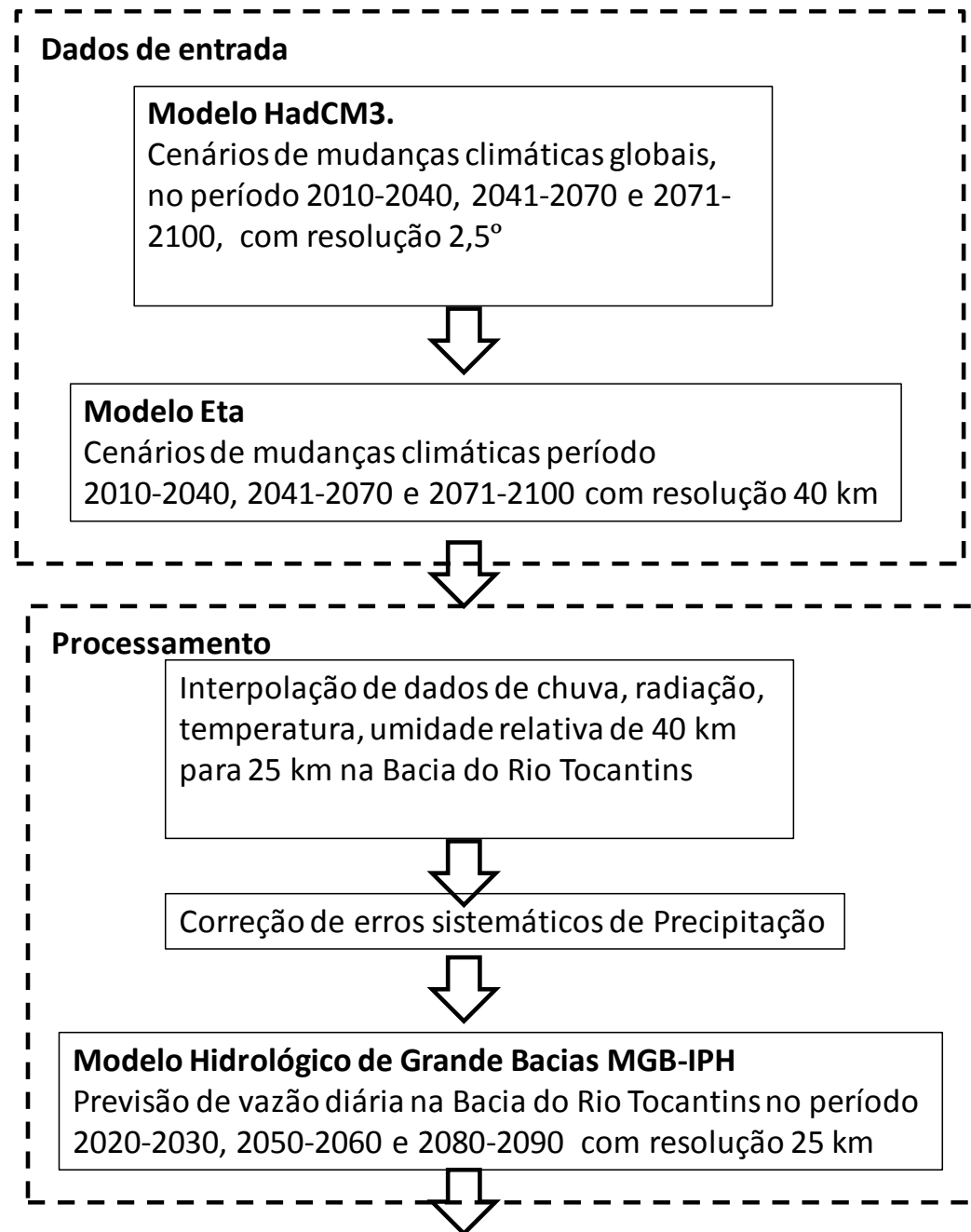


Análisis del desempeño del modelo ETA-CPTEC en el período 1982-1990

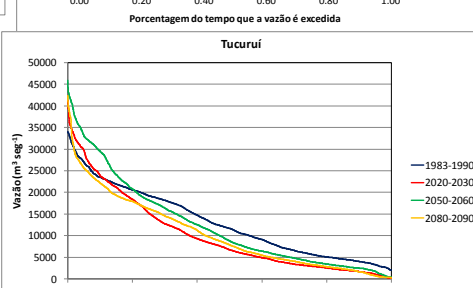
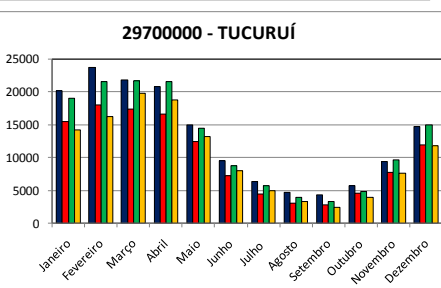
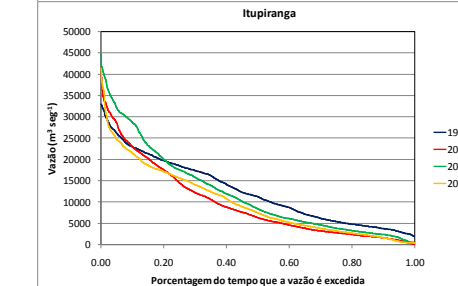
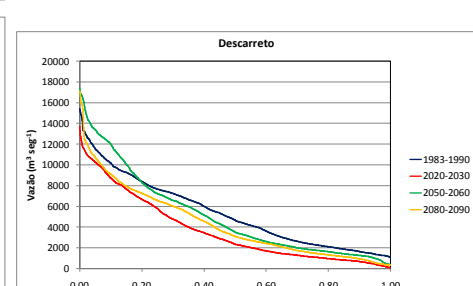
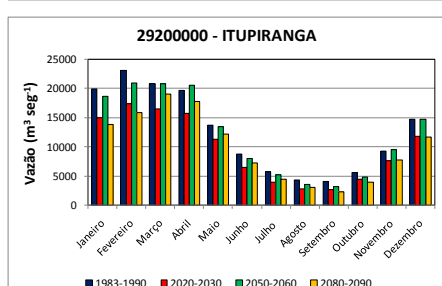
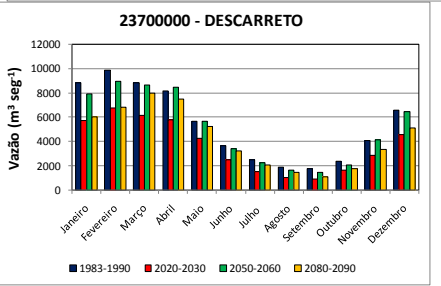
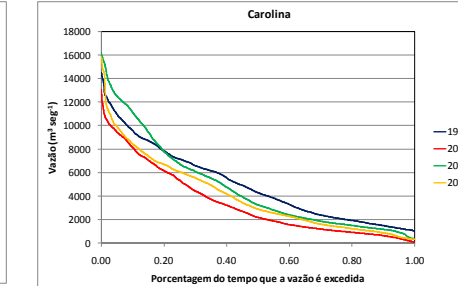
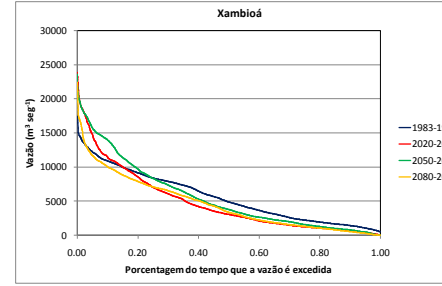
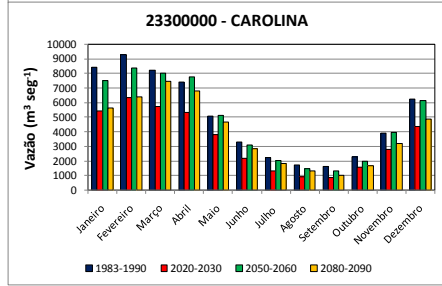
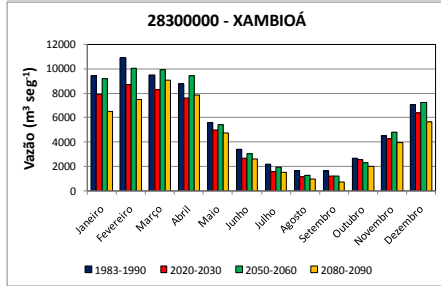
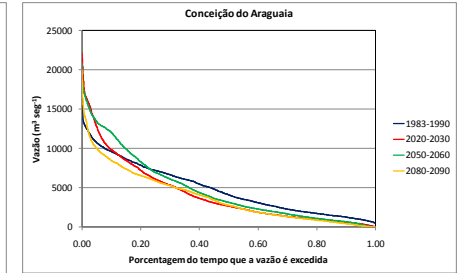
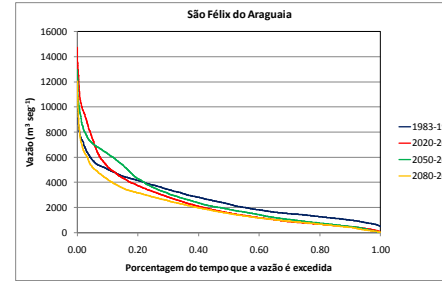
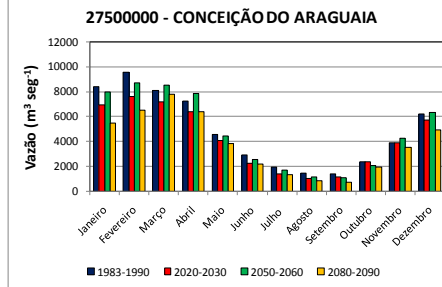
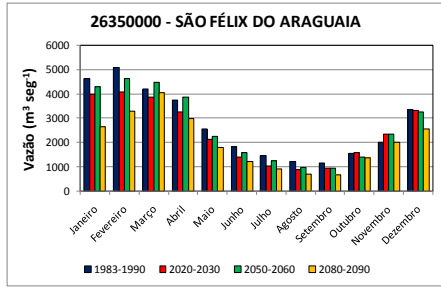


Análisis del desempeño del modelo ETA-CPTEC en el período 1982-1990





Escenários futuros



Variación porcentual del caudal medio en el percentil 10% en cada sub-cuenca del Rio Tocantins en los escenarios futuros con relación al escenario 1983-1990.

Rio	Local	2020-	2040-	2080-
		2030	2050	2090
Araguaia	São Félix do Araguaia	4	24	-15
Araguaia	Conceição do Araguaia	2	25	-12
Araguaia	Xambioá	5	28	-8
Tocantins	Carolina	-15	16	-12
Tocantins	Descarreto	-14	18	-11
Araguaia-Tocantins	Itupiranga	0	25	-7
Araguaia-Tocantins	Tucuruí	2	26	-6

Variación porcentual del caudal medio en el percentil 90% en cada sub-cuenca del Rio Tocantins en los escenarios futuros con relación al escenario 1983-1990.

Rio	Local	2020-	2040-	2080-
		2030	2050	2090
Araguaia	São Félix do Araguaia	-52	-50	-58
Araguaia	Conceição do Araguaia	-52	-48	-67
Araguaia	Xambioá	-54	-46	-63
Tocantins	Carolina	-58	-22	-42
Tocantins	Descarreto	-59	-23	-44
Araguaia-Tocantins	Itupiranga	-58	-36	-58
Araguaia-Tocantins	Tucuruí	-58	-38	-58

Variación percentual da caudal média no percentil 50% en cada sub-bacia del Rio Tocantins dos escenarios futuros com relación ao escenario 1983-1990.

Rio	Local	2020-	2040-	2080-
		2030	2050	2090
Araguaia	São Félix do Araguaia	-31	-18	-33
Araguaia	Conceição do Araguaia	-35	-23	-33
Araguaia	Xambioá	-37	-23	-31
Tocantins	Carolina	-49	-24	-33
Tocantins	Descarreto	-50	-25	-34
Araguaia-Tocantins	Itupiranga	-44	-25	-34
Araguaia-Tocantins	Tucuruí	-42	-25	-32

Conclusiones

- El análisis de caudales medios mensuales indicó que los escenarios futuros deberán presentar una reducción de los caudales en todas as sub-cuencas hasta el 30 %.
- Los escenarios mas críticos corresponden al período 2020-2030 y 2080-2090. El escenario 2020-2030 se caracteriza por un aumento de disponibilidad de agua sumado a un aumento de temperatura, fato que favorece a evaporación e reduce los excedentes hídricos.
- EL análisis de la curva de permanencia para los escenarios futuros indica que el período 2040-2050 deberá presentar un aumento de caudales máximos. En el período 2080-2090, hay una reducción de los picos de caudal.

Conclusiones

- El análisis de la variación del almacenamiento subterráneo indica que los acuíferos sedimentares deberán ser fuertemente afectados. Los mayores descensos deben ocurrir en el bajo Tocantins (con disminución de hasta 8m del agua almacenada), e áreas localizadas en las nacientes deberán sufrir efectos en la recarga (3-4 metros).
- Finalmente, es necesario destacar que estos resultados incorporan incertidumbres debido a las simplificaciones y limitaciones de los modelos matemáticos utilizados. Además de las simplificaciones de los modelos atmosféricos, es necesario considerar que el modelo MGB-IPH fue idealizado para resolver problemas de ingeniería, y está siendo utilizado para prever el comportamiento del sistema en condiciones muy diferentes de la actual.