

Estudo dos impactos das mudanças climáticas sobre a disponibilidade de água no solo nos Estados de Pará e Maranhão.

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

INPE/CCST

Fevereiro 2010

Objetivos

O objetivo geral do estudo é avaliar de que maneira as mudanças climáticas irão afetar a disponibilidade de água no solo nos Estados de Pará e Maranhão.

Os objetivos específicos são:

- Implementar o modelo de umidade do solo do INPE aos estados do Pará e Maranhão.
- Calcular o balanço hídrico diário nos Estados de Pará e Maranhão utilizando saídas do modelo regional ETA-CPTEC no período 1970-1990, estimando excedentes e déficits hídricos no período.
- Quantificar o efeito das mudanças sobre os excessos e déficits hídricos utilizando as saídas do modelo regional ETA-CPTEC nos períodos 2020-2030, 2050-2060, 2080-2090 sobre os excessos e déficits hídricos, usando diferentes indicadores.

Dados Utilizados

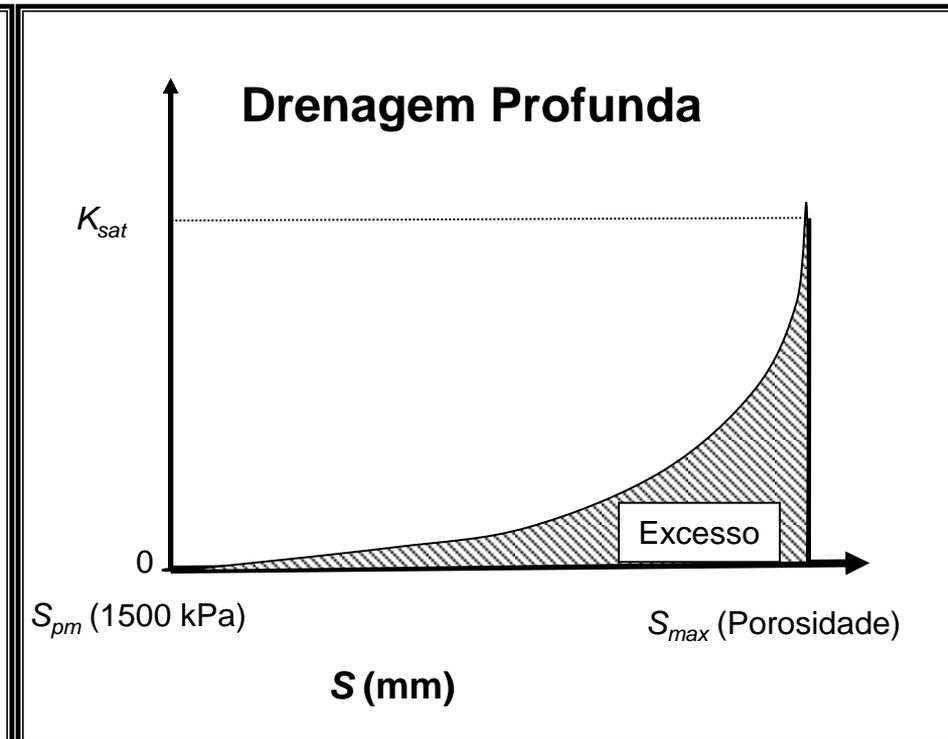
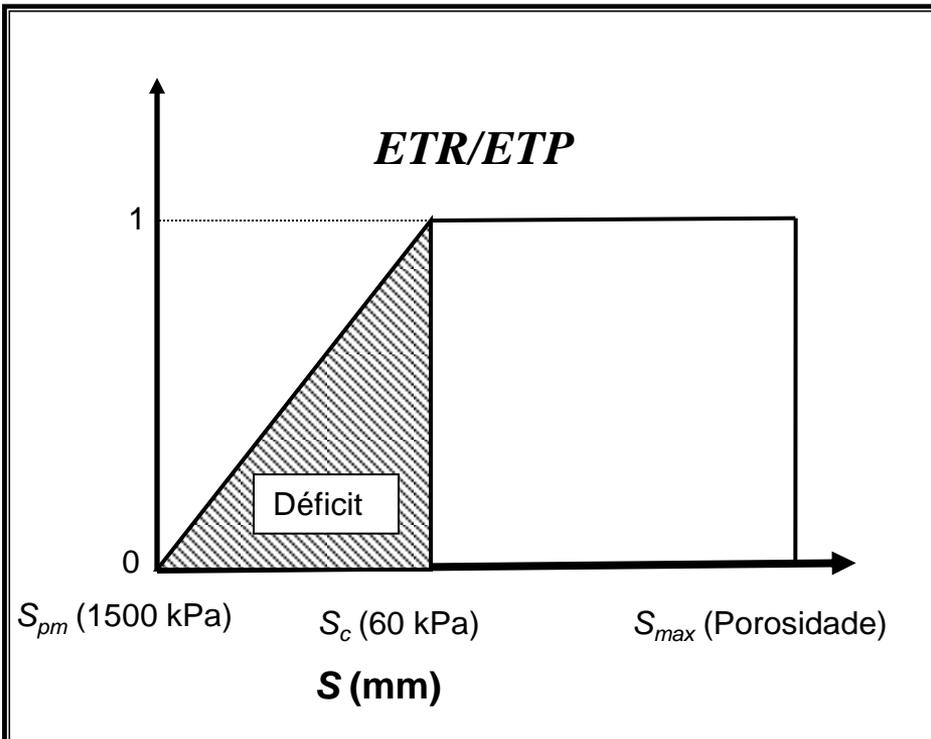
- O modelo Eta CPTEC, com 40 km de resolução, rodado com as condições de contorno do modelo global HadCM3 para o período do presente ou clima atual (1961-90) e para o futuro, a partir de 2010 até 2100.
- O cenário futuro IPCC SRES (Special Report on Emission Scenarios) a ser usado é o cenário A1B (emissões intermediárias).
- Os cenários são utilizados para alimentar o modelo de balanço hídrico do CPTEC.
- O modelo contabiliza a variação de armazenamento de água no solo usando:

$$S_{t+1} = S_t + P_t - ETR - DD$$

- A evapotranspiração real, ETR, é calculada em forma linear a partir da evapotranspiração potencial, ETP
- A drenagem profunda é calculada a partir da equação de fluxo não saturado assumindo gradiente unitário.

$$ETR_t = \begin{cases} S_t/S_c & S_t < AFD \\ ETP & S_t \geq AFD \end{cases}$$

$$DD_t = K_{sat} \left(\frac{S_t}{S_{max}} \right)^\eta$$



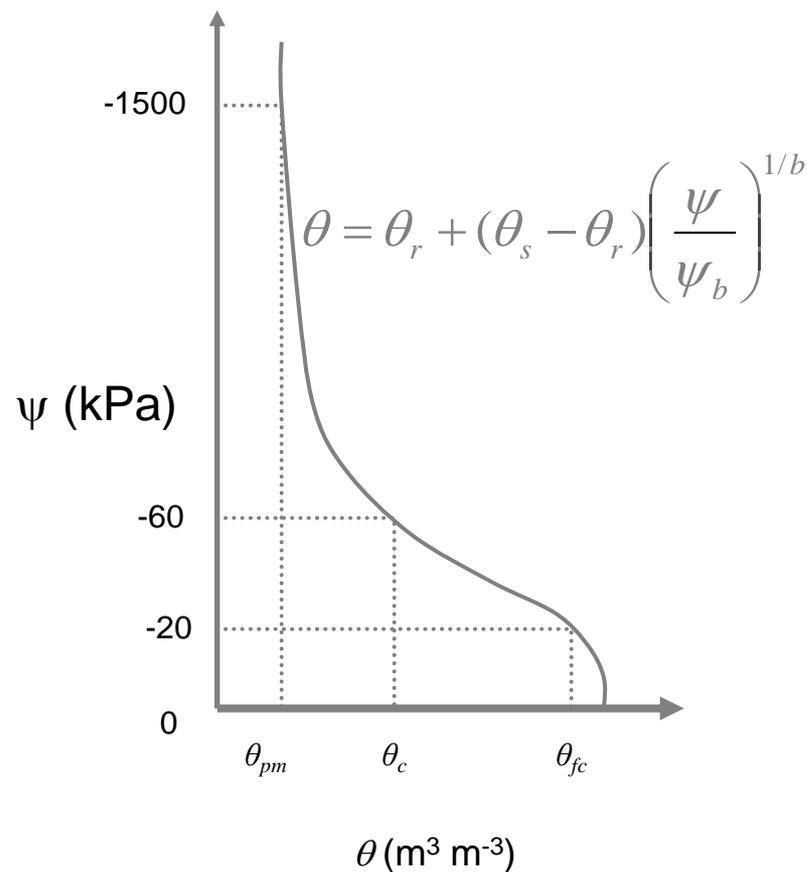
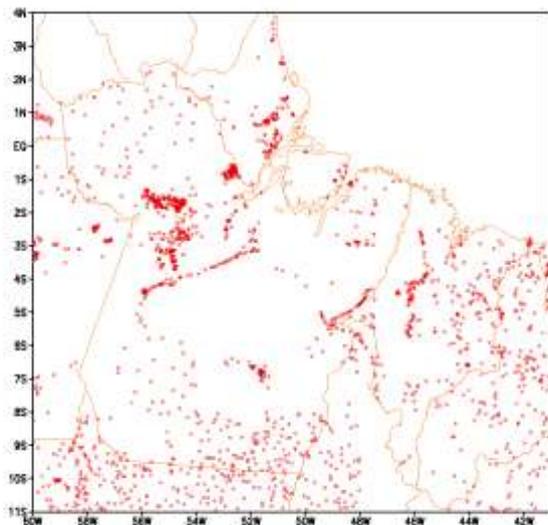
- Quando o armazenamento calculado na equação do balanço excede a capacidade máxima de armazenamento do solo S_{max} , gera-se um excedente hídrico acrescido à drenagem profunda:

$$EXC_{t+1} = \begin{cases} DD_t + S_{t+1} - S_{max} & S_{t+1} > S_{max} \\ DD_t & S_{t+1} \leq S_{max} \end{cases}$$

- A evapotranspiração potencial ETP (mm dia^{-1}) é calculada usando a equação de Penman-Monteith de acordo com a metodologia da FAO.

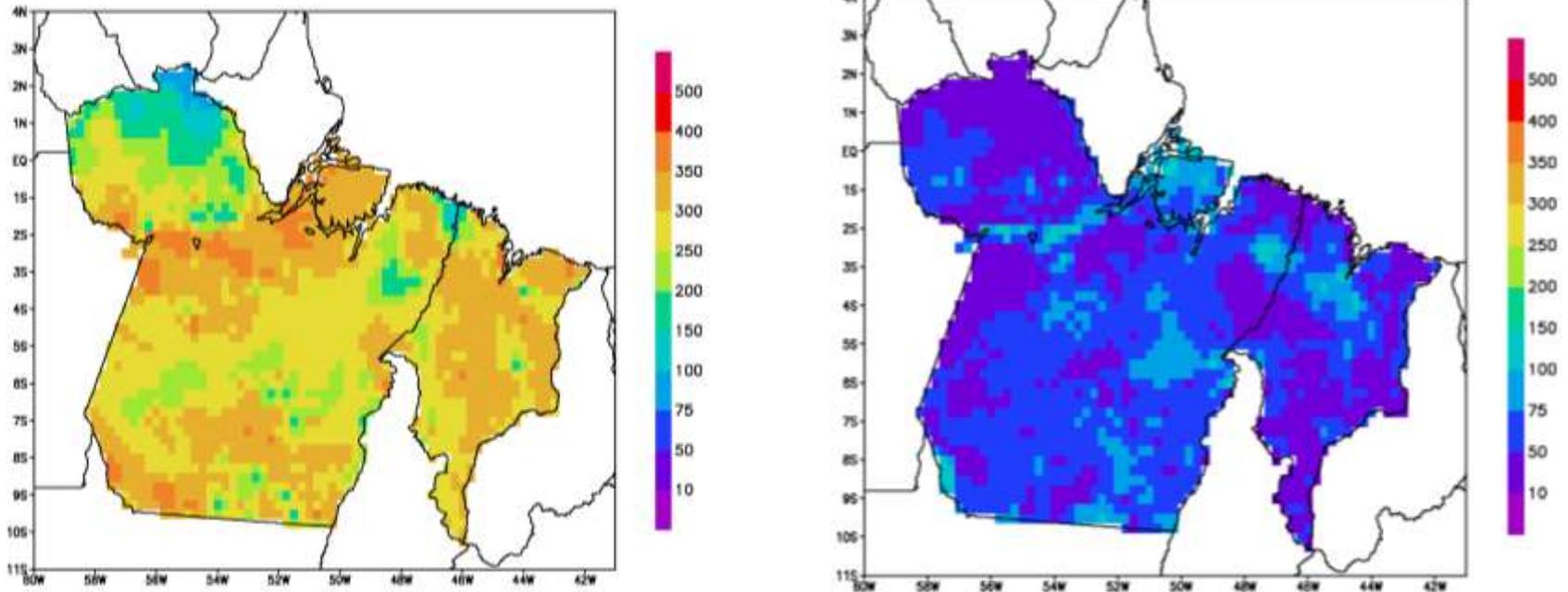
$$ETP = \frac{\Delta(R_n - G) + \frac{\rho c_p (e_a - e_d)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \quad r_c = 69 \text{ s m}^{-1}$$

•Utilizando funções de pedo-transferência, os atributos geofísicos do solo podem ser transformados em parâmetros necessários para modelos de simulação de água no solo:



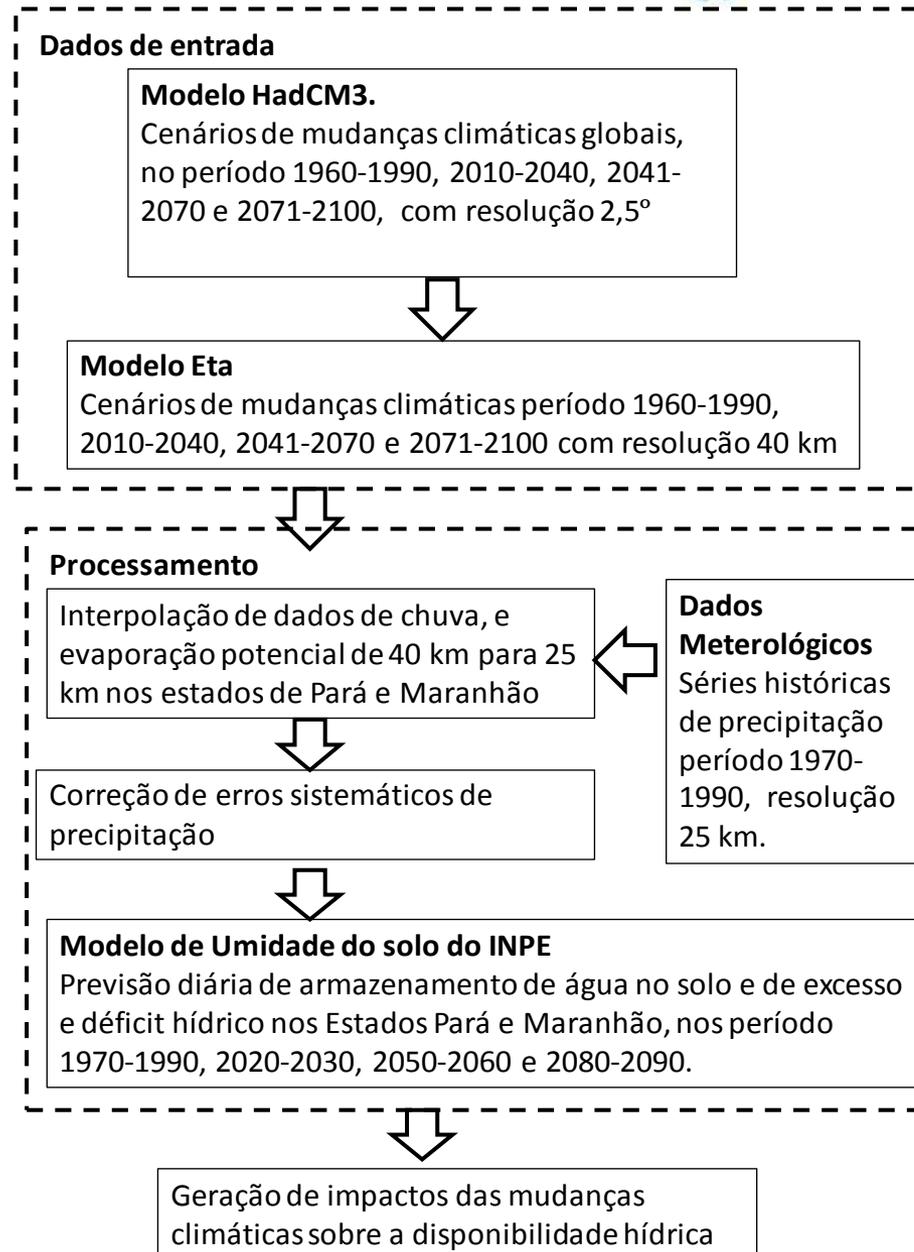
Nperf.	Latit.	Long.	Alt.	Solo	Ref.bibl.	Horiz	Prof. Inf.	Prof. Sup.	Calc.	Casc.	Area grossa	Area fina	Silte	Argila nat.	Argila	Equiv Umid.	C
1	-1624	4049	70	LAa	R.34.242	A1	0	13	0	2	49	7	8	36	18	18	1.74
1	-1624	4049	70	LAa	R.34.242	A3	13	30	0	2	47	8	8	37	16	18	1.23
1	-1624	4049	70	LAa	R.34.242	B1	30	45	0	2	37	8	6	49	33	23	0.6
1	-1624	4049	70	LAa	R.34.242	B21	45	75	0	2	24	7	4	65	0	29	0.46
1	-1624	4049	70	LAa	R.34.242	B22	75	105	0	2	24	7	2	67	0	29	0.41
1	-1624	4049	70	LAa	R.34.242	B23	105	140	0	2	24	7	2	67	0	29	0.28
1	-1624	4049	70	LAa	R.34.242	B24	140	200	0	2	26	6	4	64	0	29	0.29
1	-1624	4049	70	LAa	R.34.242	B3	200	220	0	2	26	7	6	61	0	29	0.15

- Os parâmetros são integrados para cada horizonte do solo até a profundidade escolhida, neste caso 1 m:



Distribuição espacial dos parâmetros S_{max} (mm) e S_c (mm)

•Roteiro metodológico



O modelo regional ETA

Como a finalidade de analisar os impactos das mudanças climáticas em vários setores da economia, o Ministério da Ciência e Tecnologia MCT por meio da Coordenação-Geral de Mudança Global elaborou um convênio técnico com parceiros nacionais, regionais e locais e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para gerar cenários climáticos futuros de clima, usando a técnica de downscaling.

Neste projeto, estão sendo gerados novos cenários com projeções futuras de clima com maior detalhamento e passíveis de uso em estudos dos impactos da mudança de clima em diversos setores sócio-econômicos (agrícola, energético, saúde, recursos hídricos e etc). Os cenários futuros são para os períodos 2010-2040, 2041-2070 e 2071-2100. Os cenários futuros estão baseados no modelo global HadCM3, que gera condições de contorno para o modelo regional Eta, visam aprimorar cenários futuros de clima no Brasil e na América do Sul, e serão incluídos na Segunda Comunicação Nacional do Brasil na 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

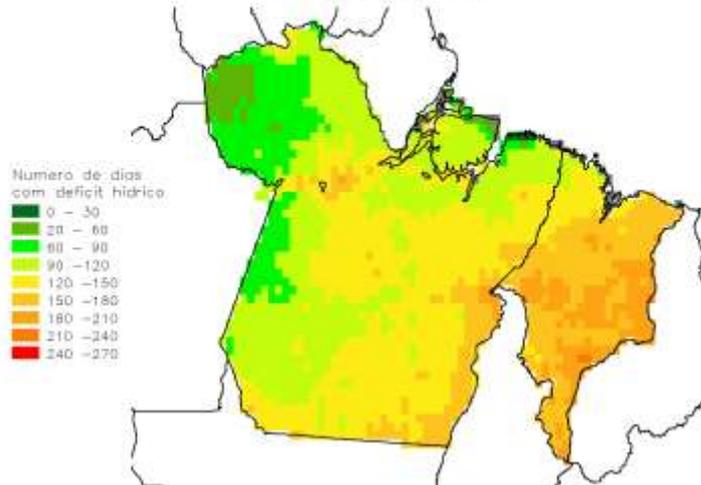
Análise dos resultados

Foram utilizados os seguintes indicadores:

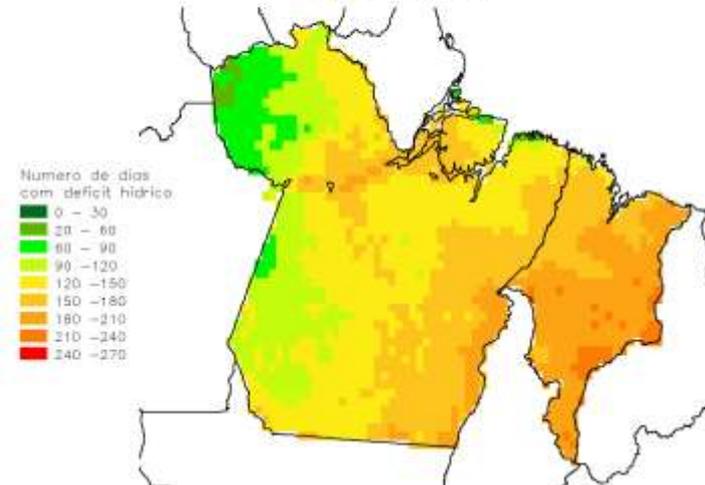
- Dias com déficit hídricos médios em cada período: este índice corresponde ao número de dias no ano no qual a evapotranspiração real é menor do que a potencial.
- Distribuição de probabilidades de déficit e excessos hídricos anuais: consiste em calcular a frequência experimental baseados na soma dos déficits e excedentes hídricos acumulados ao longo do ano, em cada um dos cenários presente e futuros.
- Balanços hídricos médios mensais em pontos de grade de interesse para cenários presentes e futuros.

Número de dias com déficit hídrico

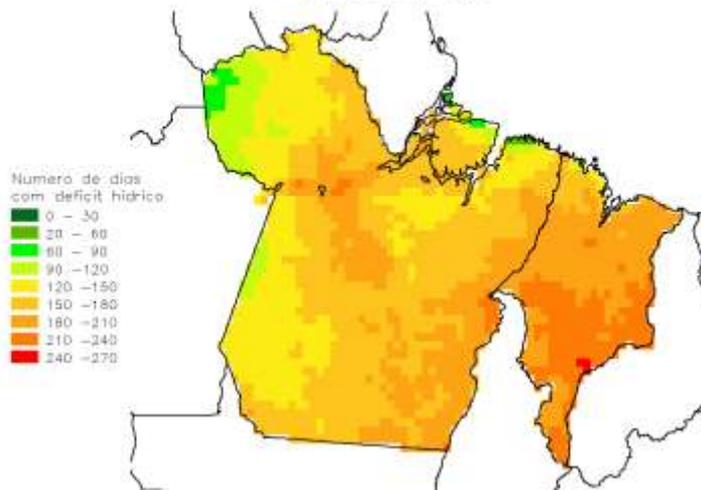
CONVENIO - INPE-VALE
Número medio de dias com deficit hidrico
Período 1970-1990



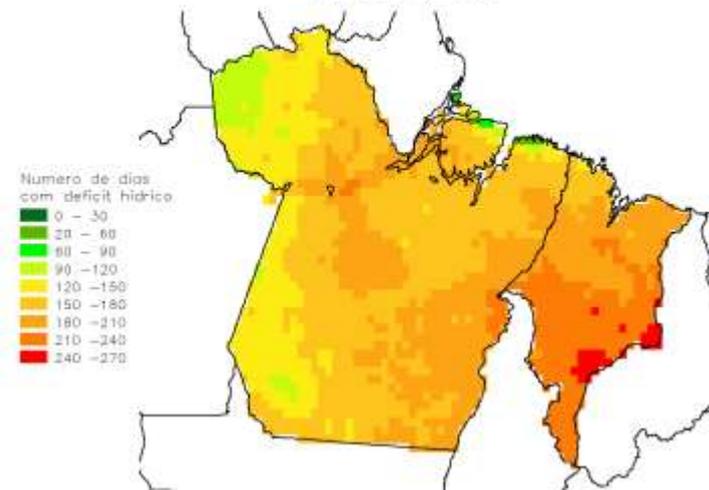
CONVENIO - INPE-VALE
Número medio de dias com deficit hidrico
Período 2020-2030



CONVENIO - INPE-VALE
Número medio de dias com deficit hidrico
Período 2050-2060

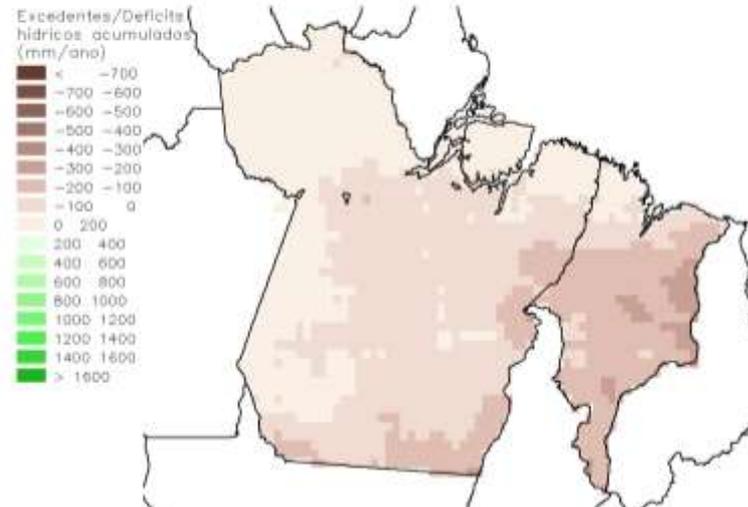


CONVENIO - INPE-VALE
Número medio de dias com deficit hidrico
Período 2080-2090

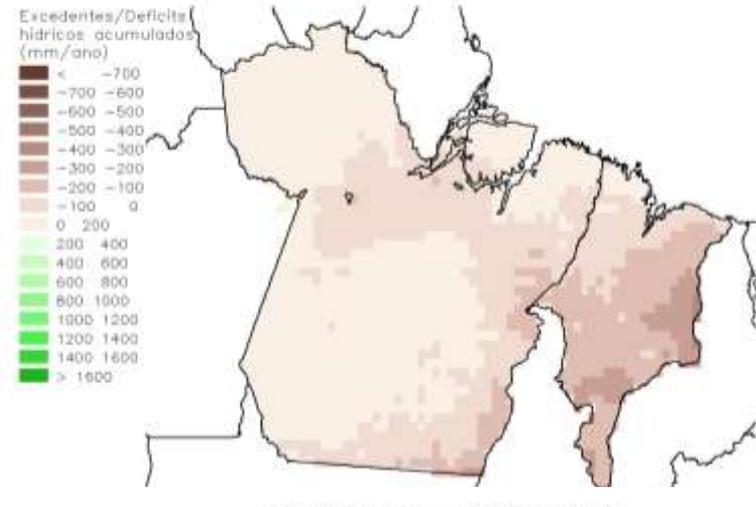


Déficits hídricos com probabilidade de 10 % de serem excedidos (secas moderadas)

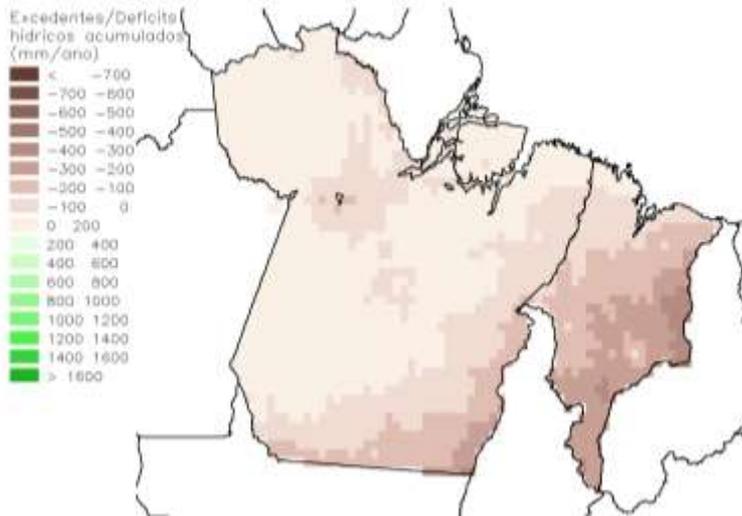
CONVENIO - INPE-VALE
 Déficits com probabilidade de 10 % de serem excedidos
 Período 1970-1990



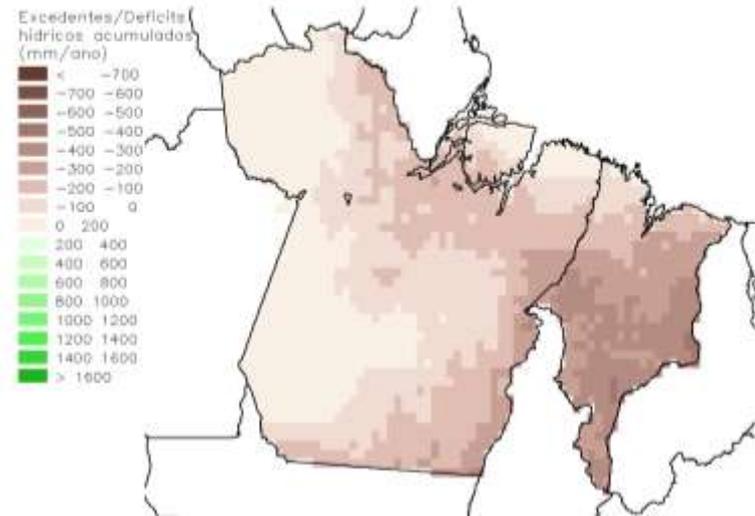
CONVENIO - INPE-VALE
 Déficits com probabilidade de 10 % de serem excedidos
 Período 2020-2030



CONVENIO - INPE-VALE
 Déficits com probabilidade de 10 % de serem excedidos
 Período 2050-2060

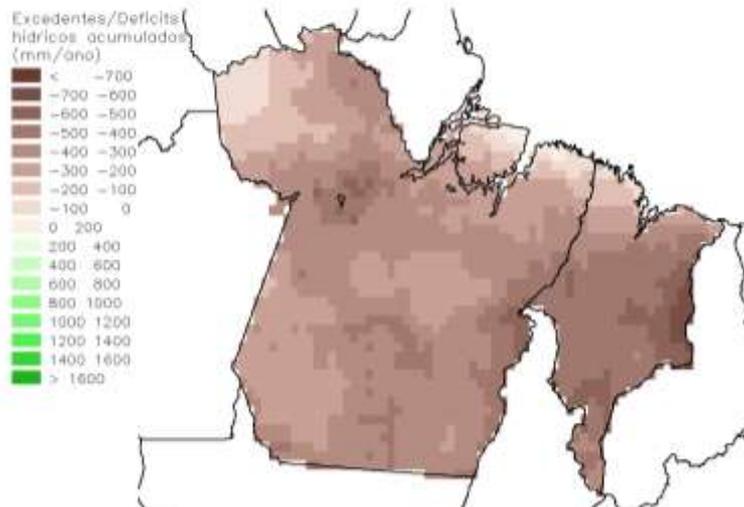


CONVENIO - INPE-VALE
 Déficits com probabilidade de 10 % de serem excedidos
 Período 2080-2090

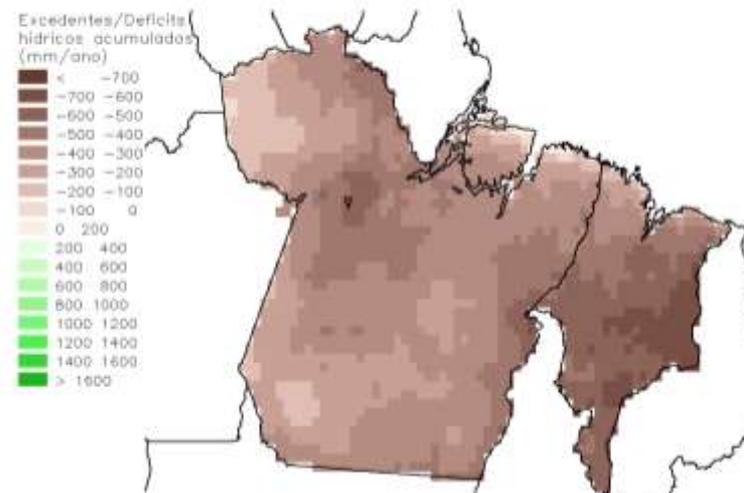


Déficits hídricos com probabilidade de 90 % de serem excedidos (secas severas)

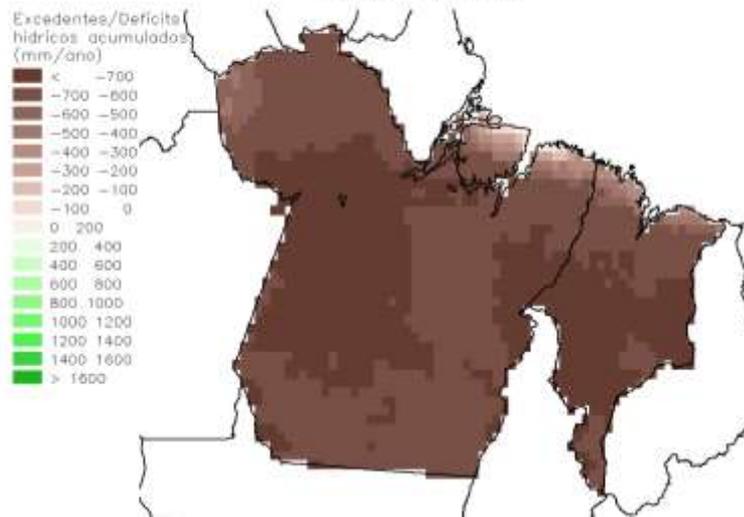
CONVENIO - INPE - VALE
Déficits com probabilidade de 90 % de serem excedidos
Período 1970-1990



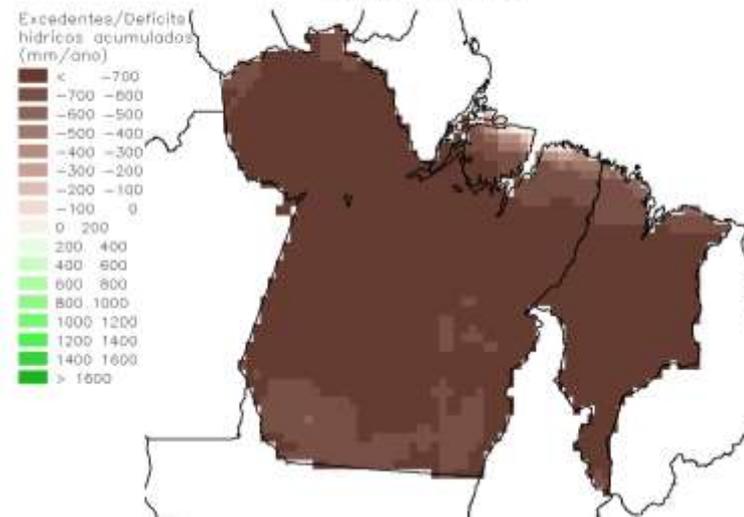
CONVENIO - INPE - VALE
Déficits com probabilidade de 90 % de serem excedidos
Período 2020-2030



CONVENIO - INPE - VALE
Déficits com probabilidade de 90 % de serem excedidos
Período 2050-2060

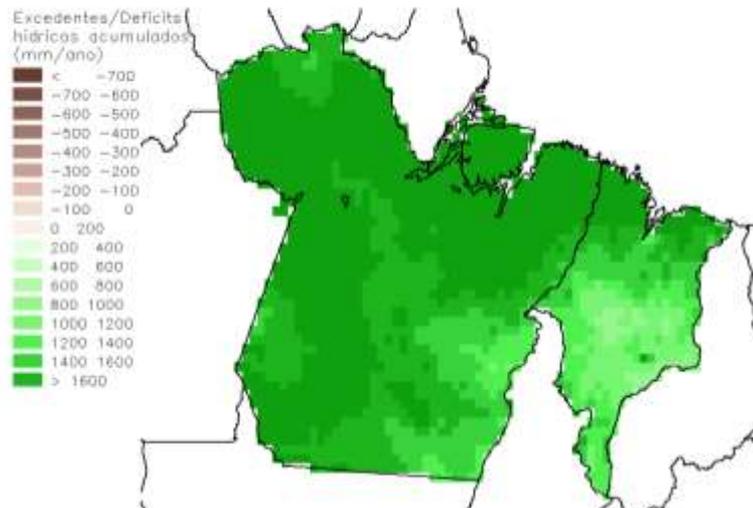


CONVENIO - INPE - VALE
Déficits com probabilidade de 90 % de serem excedidos
Período 2080-2090

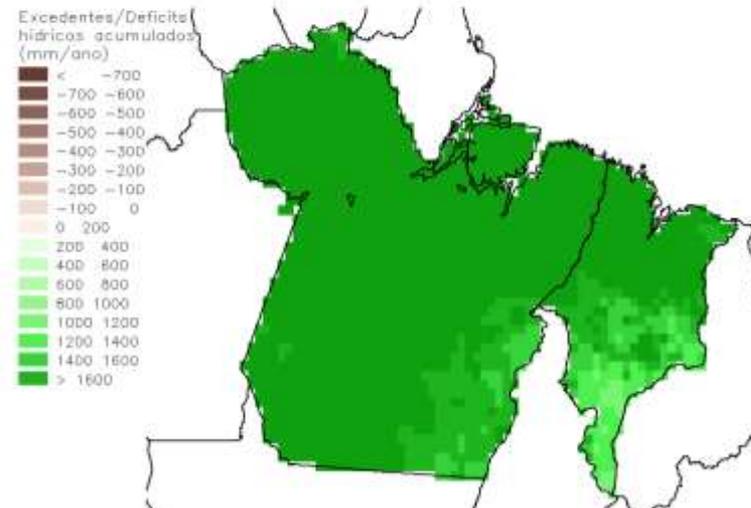


Excedentes hídricos com probabilidade de 10 % de serem excedidos (chuvas abundantes)

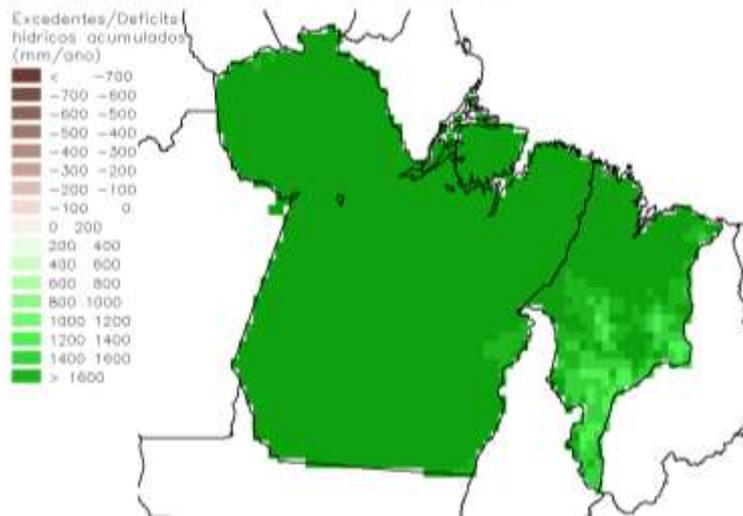
CONVENIO - INPE - VALE
Excessos com probabilidade de 10 % de serem excedidos
Período 1970-1990



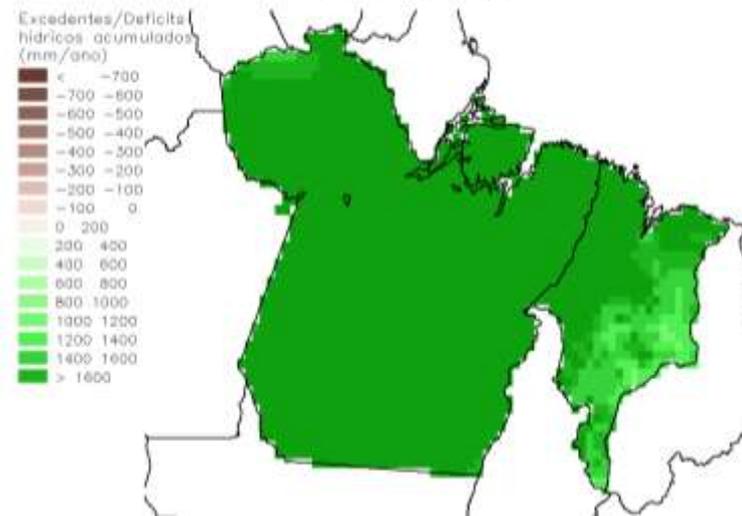
CONVENIO - INPE - VALE
Excessos com probabilidade de 10 % de serem excedidos
Período 2080-2090



CONVENIO - INPE - VALE
Excessos com probabilidade de 10 % de serem excedidos
Período 2050-2060

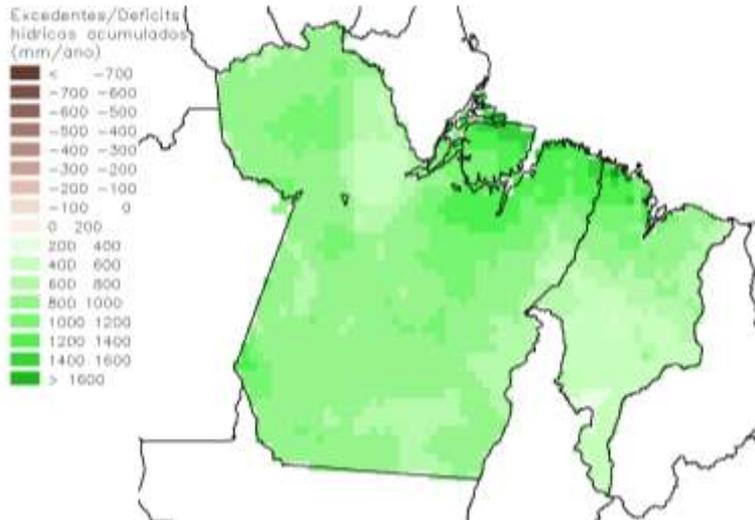


CONVENIO - INPE - VALE
Excessos com probabilidade de 10 % de serem excedidos
Período 2020-2030

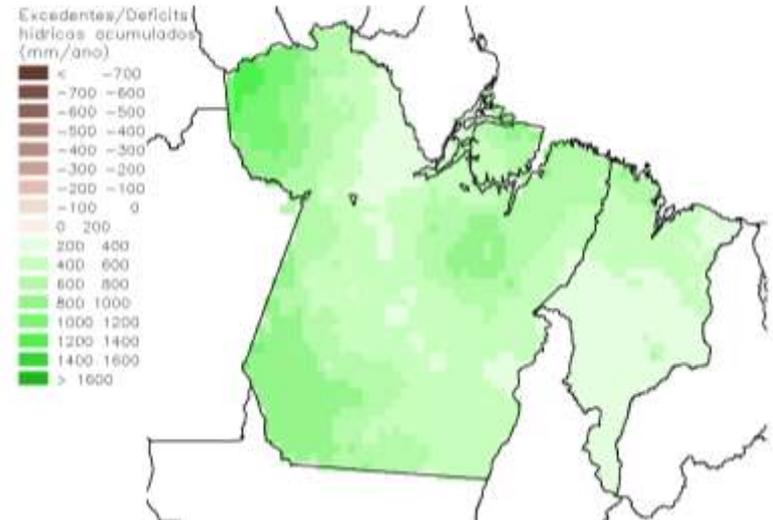


Excedentes hídricos com probabilidade de 90 % de serem excedidos (chuvas escassas)

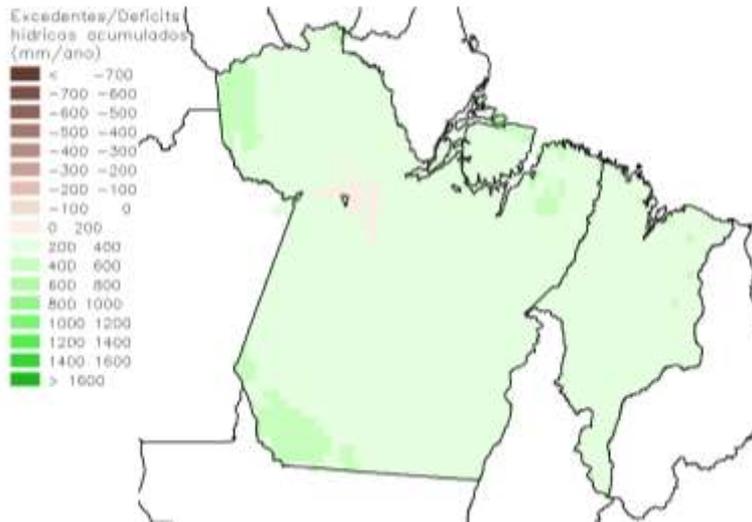
CONVENIO - INPE-VALE
Excessos com probabilidade de 90 % de serem excedidos
Período 1970-1990



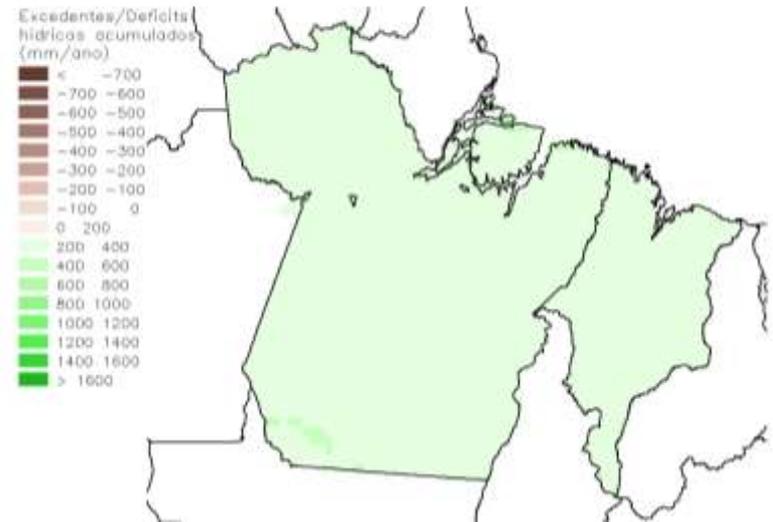
CONVENIO - INPE-VALE
Excessos com probabilidade de 90 % de serem excedidos
Período 2020-2030



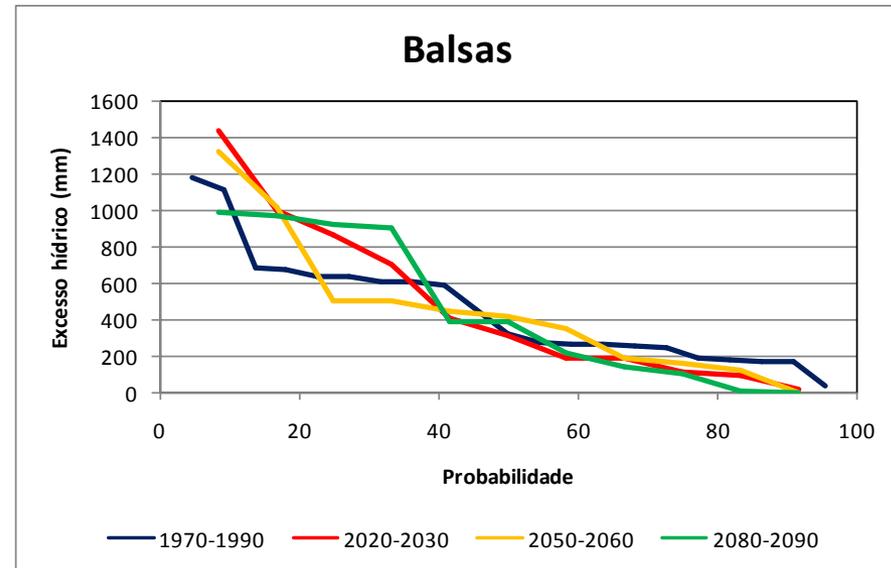
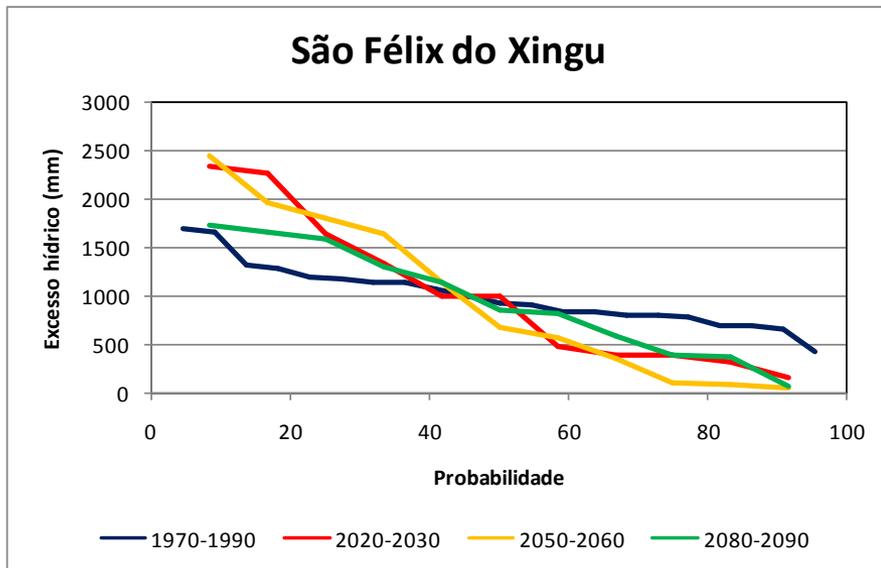
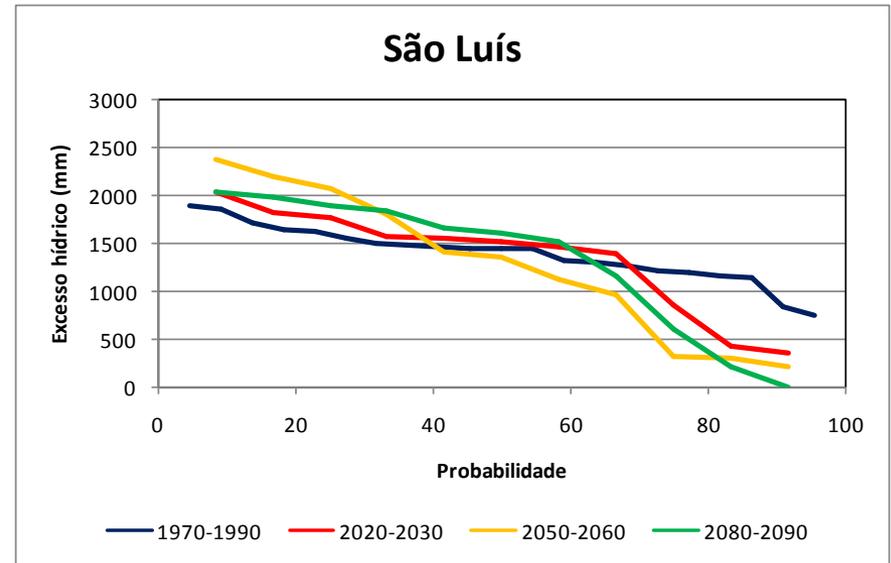
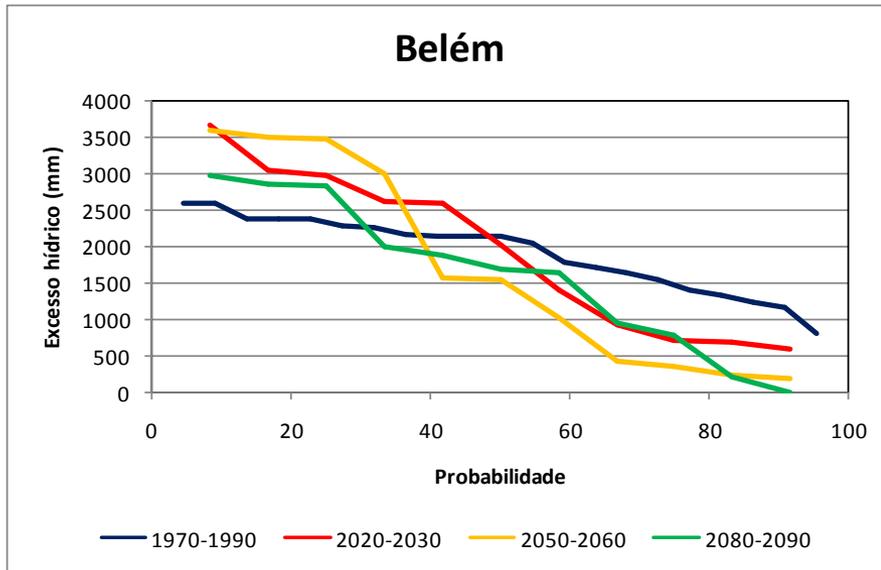
CONVENIO - INPE-VALE
Excessos com probabilidade de 90 % de serem excedidos
Período 2050-2080



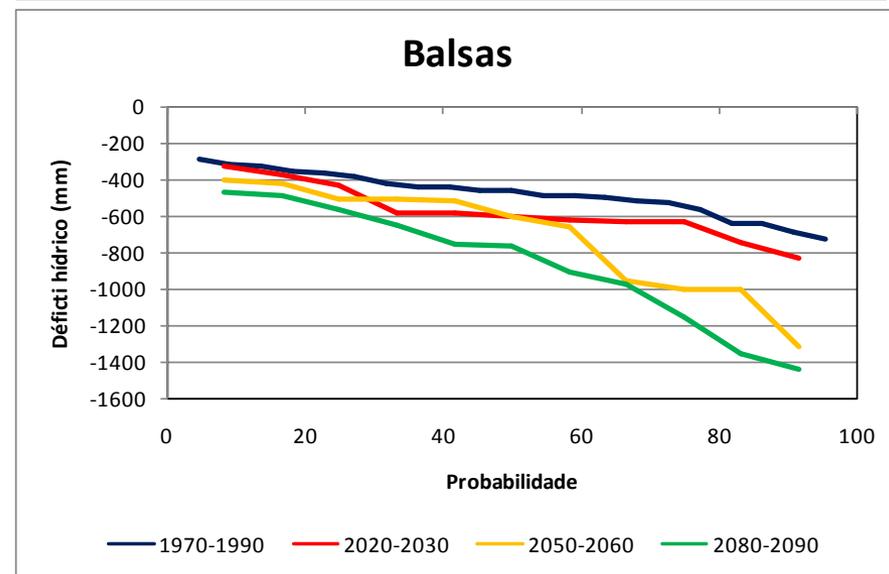
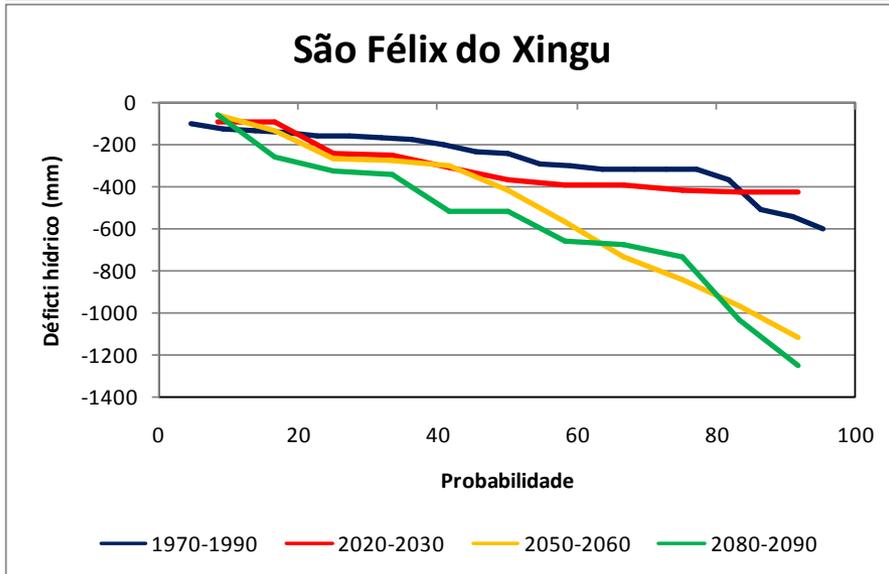
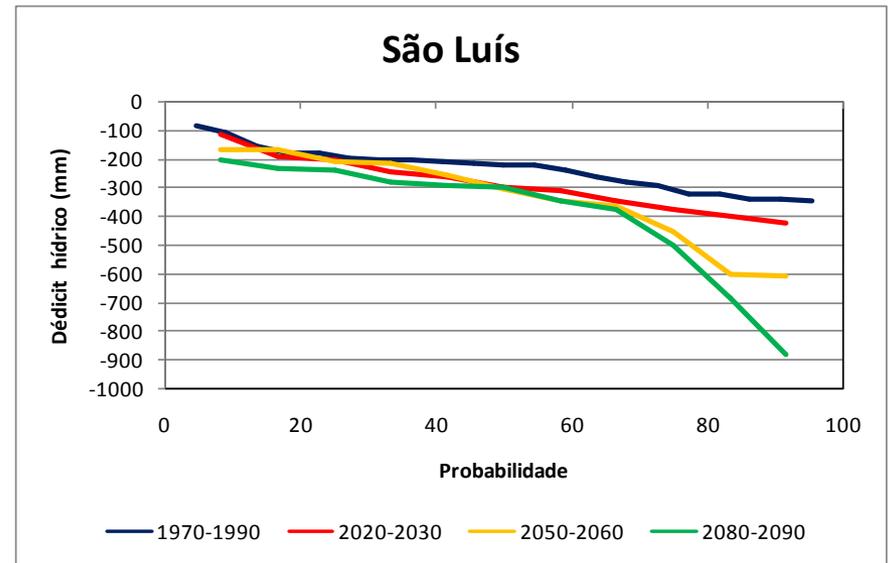
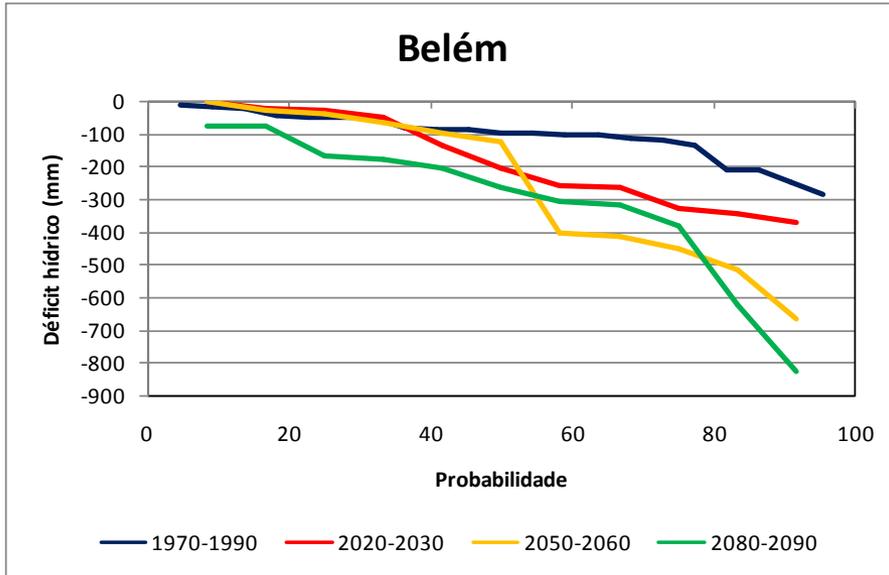
CONVENIO - INPE-VALE
Excessos com probabilidade de 90 % de serem excedidos
Período 2080-2090



Distribuição de excedentes em algumas cidades da região.

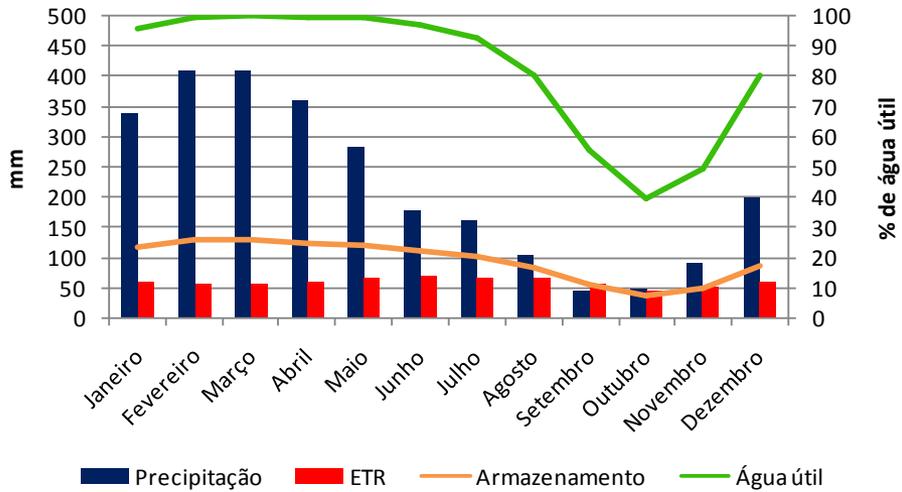


Distribuição de déficits em algumas cidades da região.

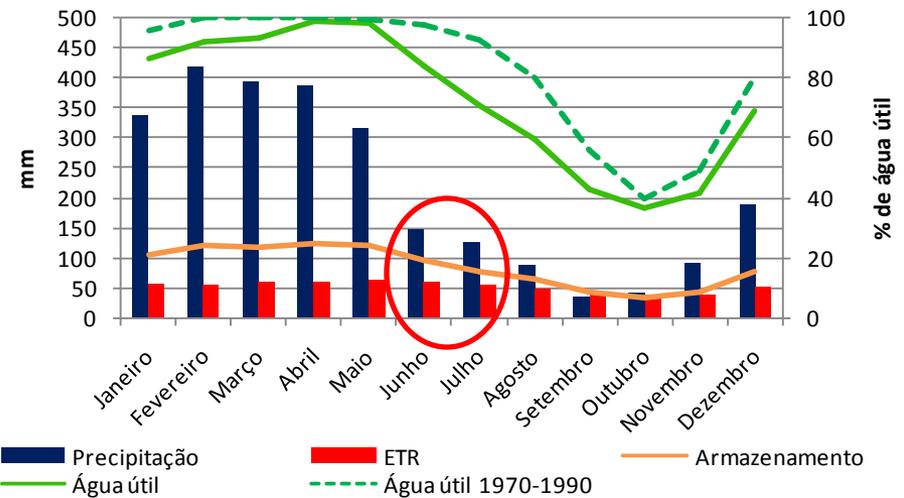


Balanços hídricos em algumas cidades da região.

Belém 1970-1990



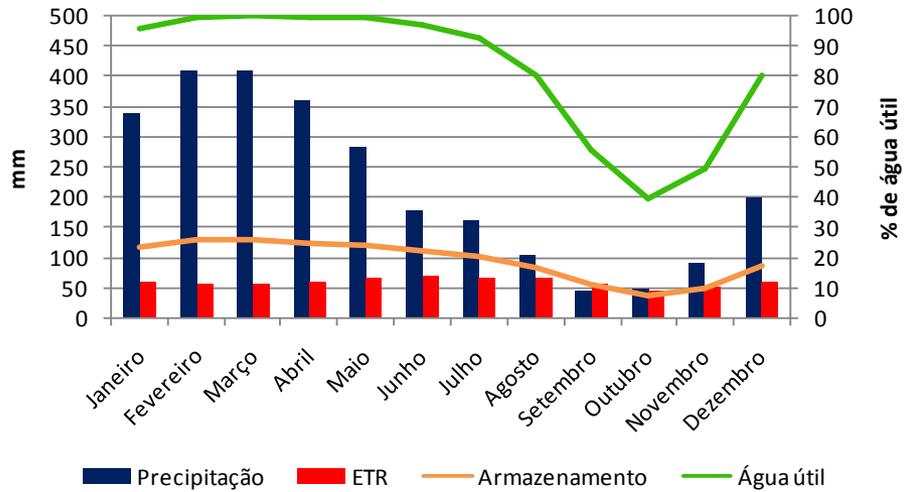
Belém 2020-2030



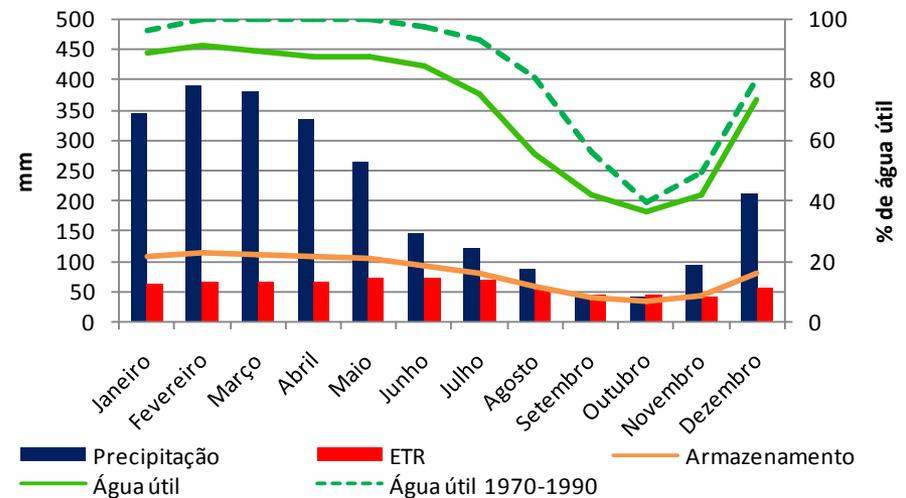
- Redução significativa de chuvas na mudança de estação

Balanços hídricos em algumas cidades da região.

Belém 1970-1990

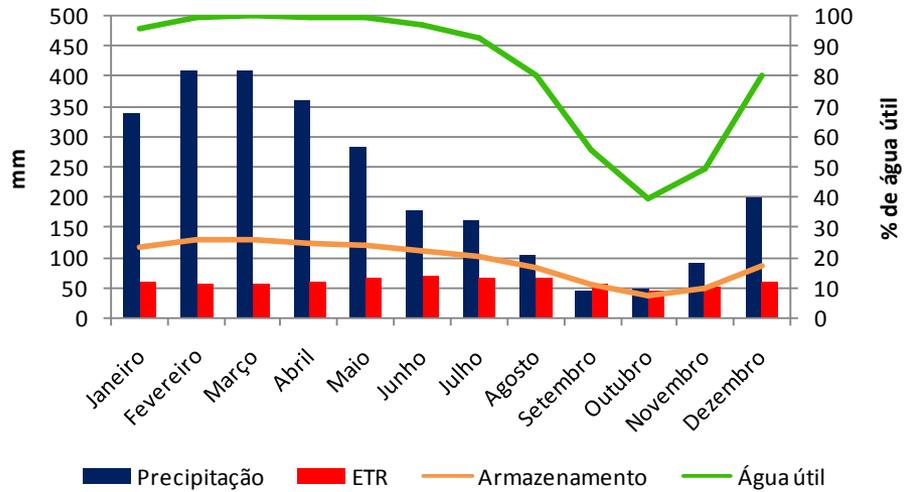


Belém 2050-2060

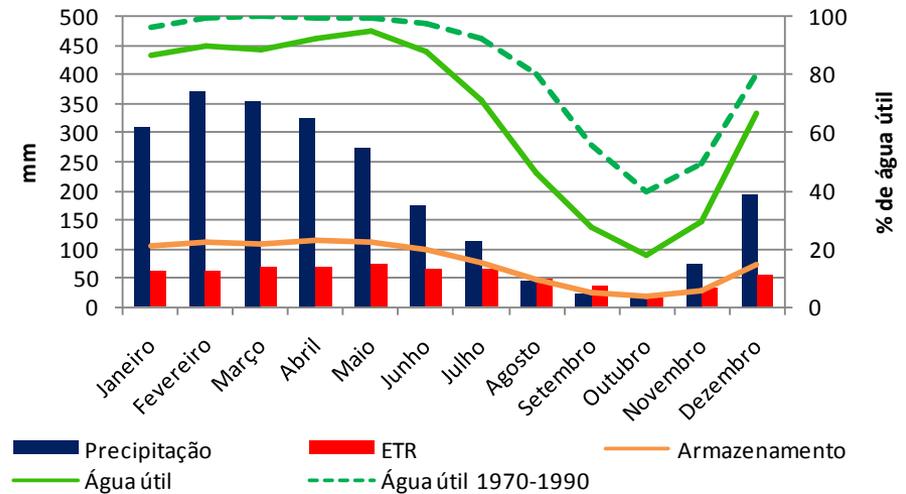


Balancos hídricos em algumas cidades da região.

Belém 1970-1990

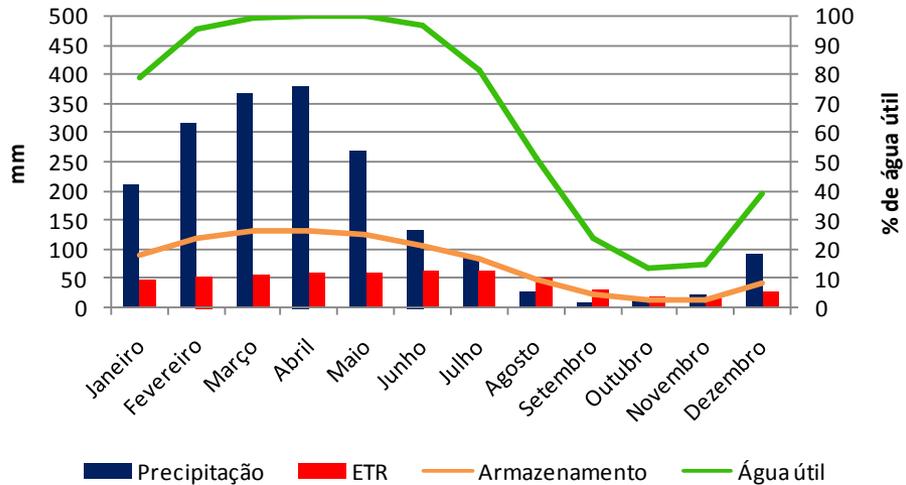


Belém 2080-2090

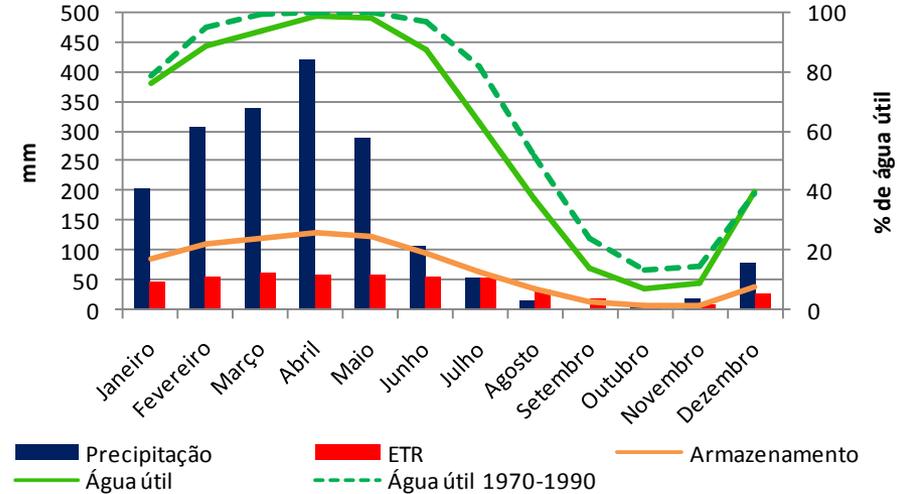


Balanços hídricos em algumas cidades da região.

São Luís 1970-1990

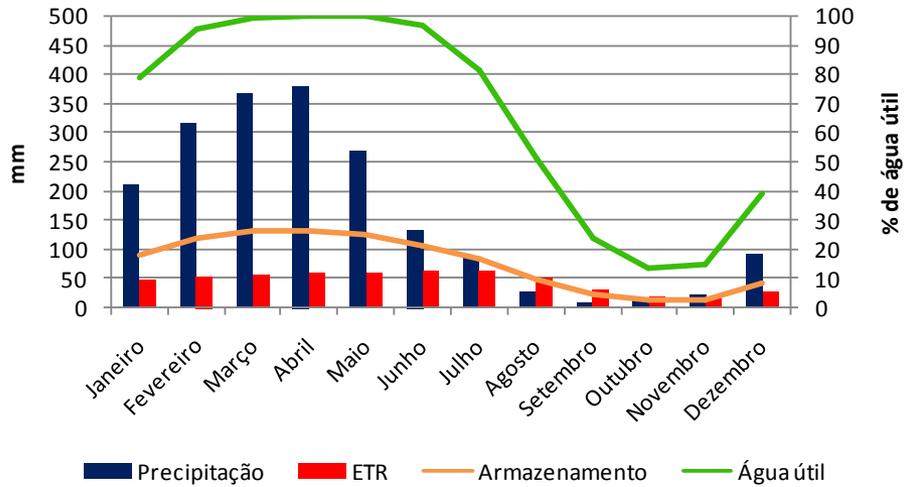


São Luís 2020-2030

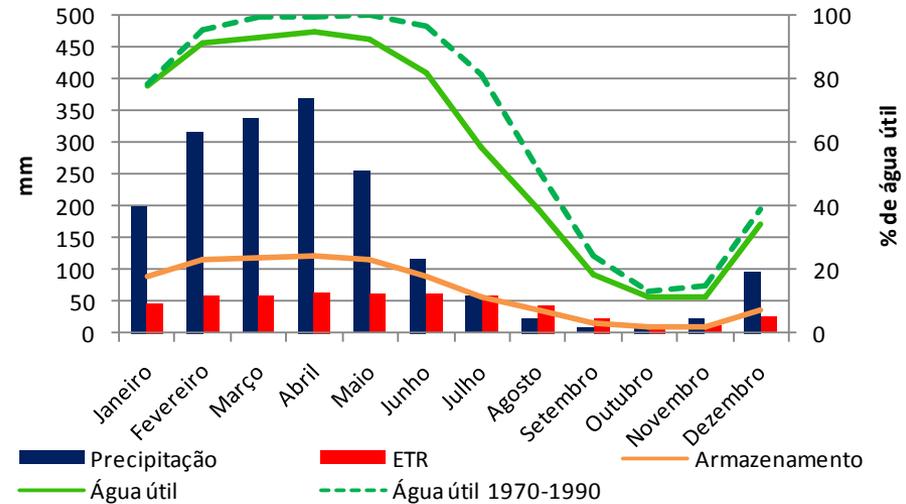


Balanços hídricos em algumas cidades da região.

São Luís 1970-1990

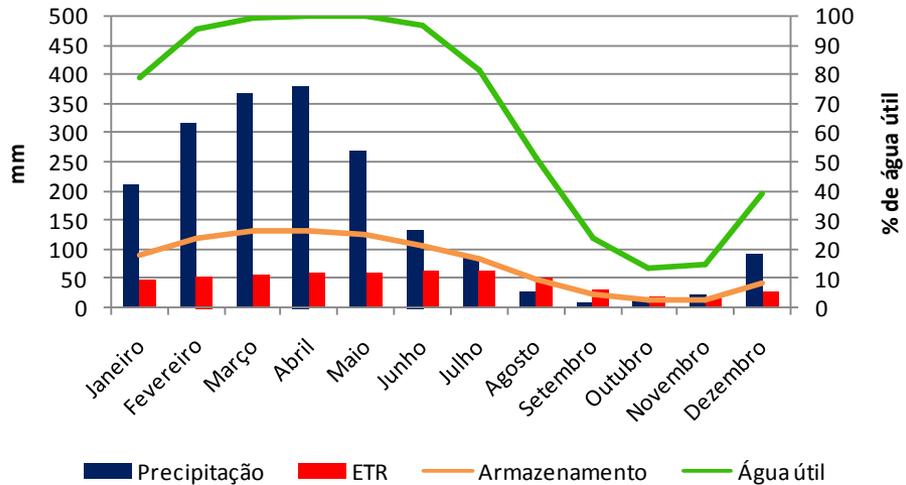


São Luís 2050-2060

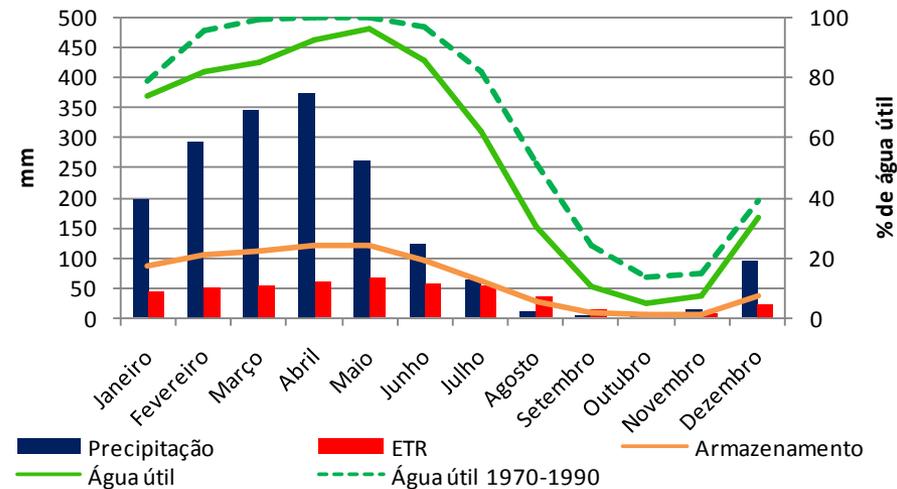


Balanços hídricos em algumas cidades da região.

São Luís 1970-1990

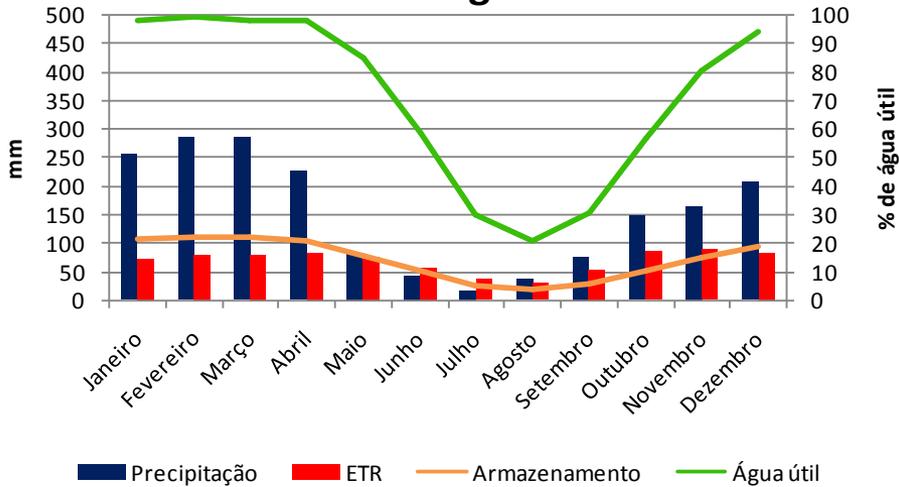


São Luís 2080-2090

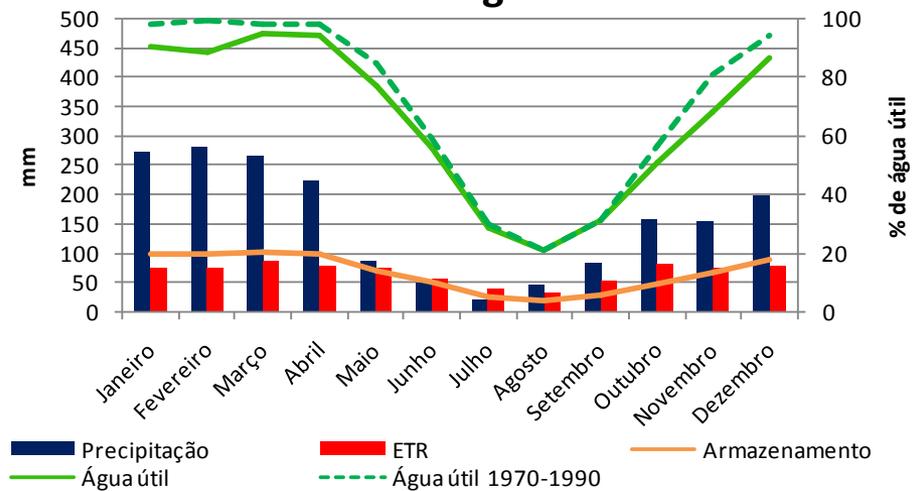


Balanços hídricos em algumas cidades da região.

São Félix do Xingu 1970-1990

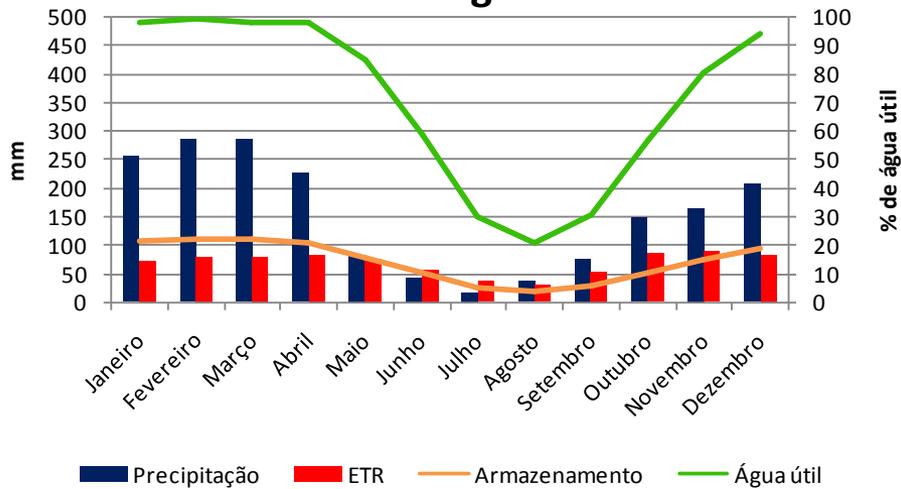


São Félix do Xingu 2020-2030

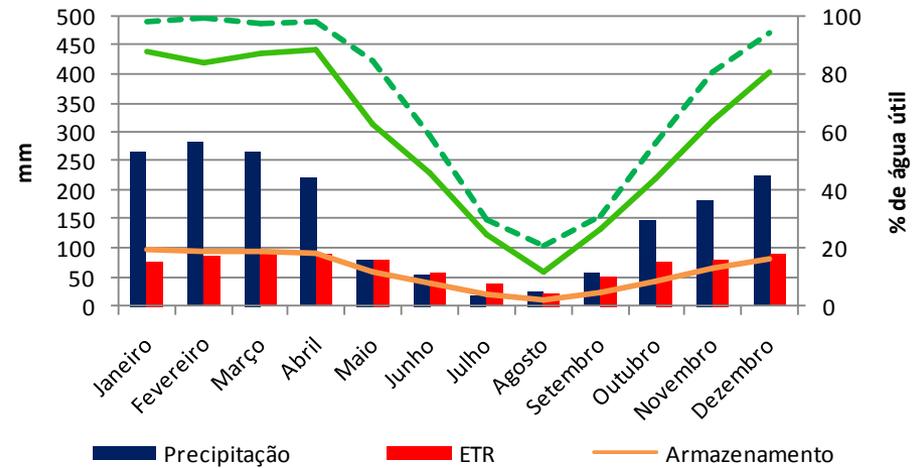


Balanços hídricos em algumas cidades da região.

São Félix do Xingu 1970-1990

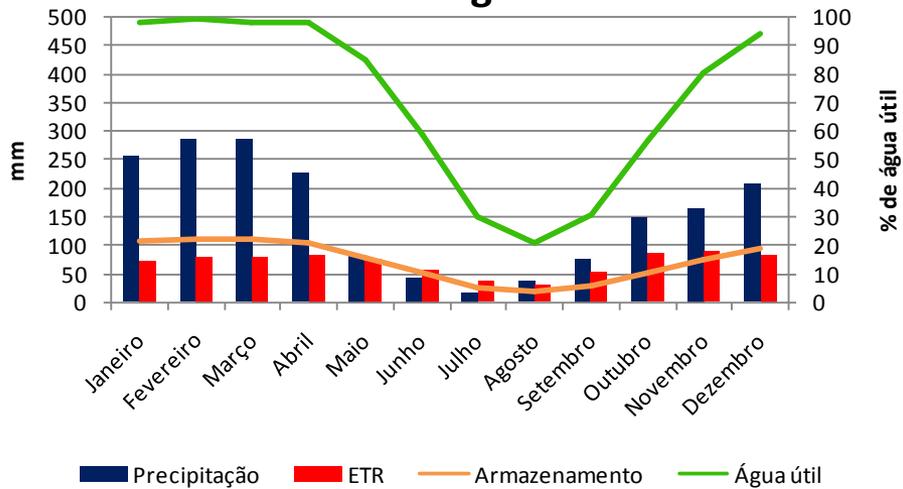


São Félix do Xingu 2050-2060

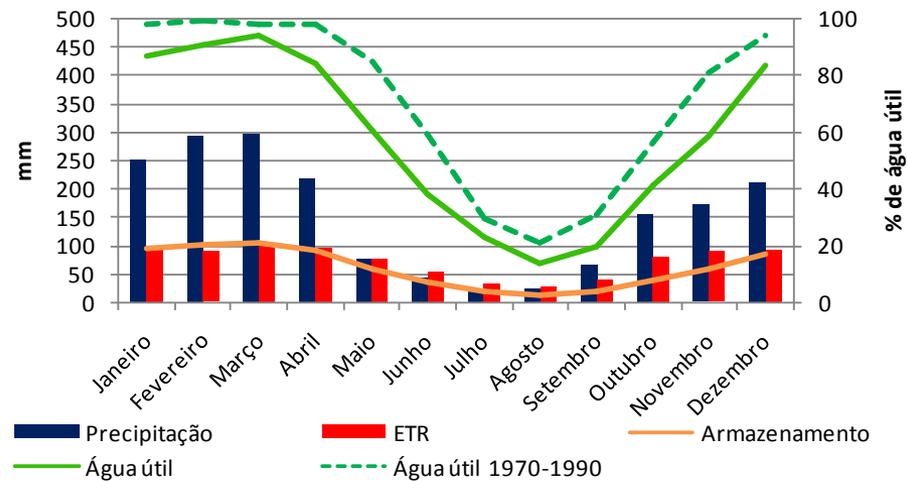


Balanços hídricos em algumas cidades da região.

São Félix do Xingu 1970-1990

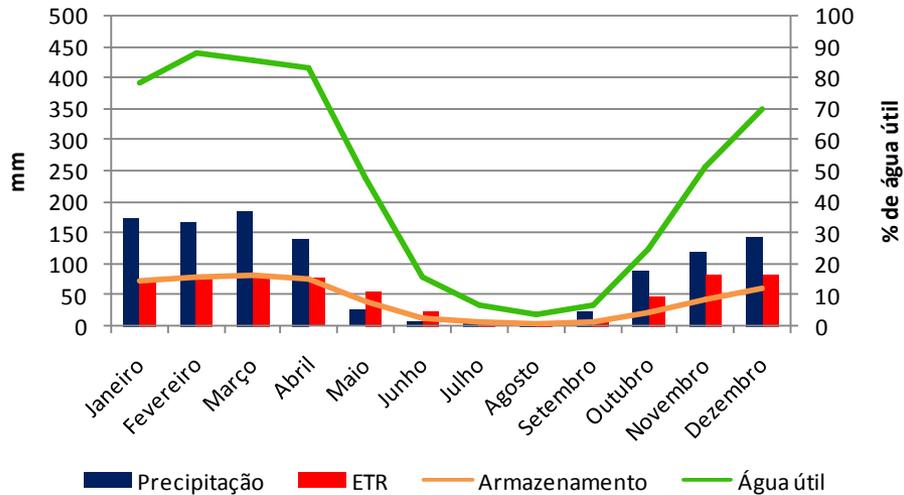


São Félix do Xingu 2080-2090

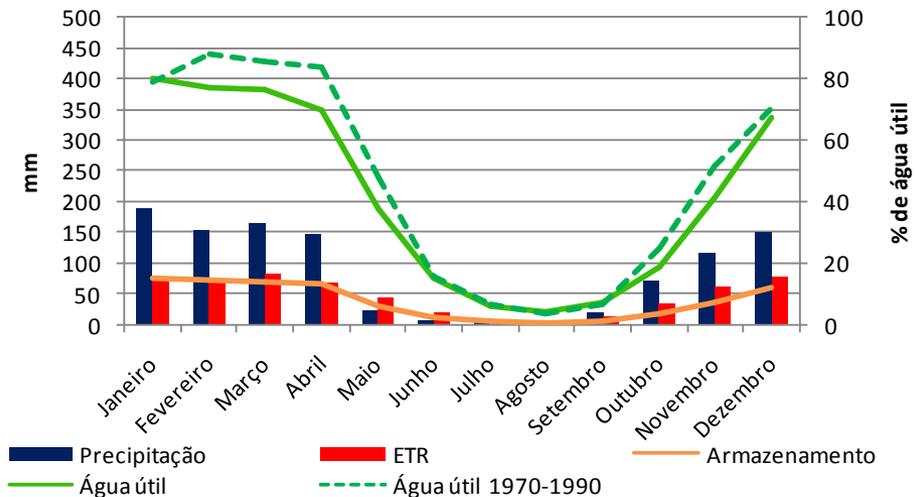


Balanços hídricos em algumas cidades da região.

Balsas 1970-1990

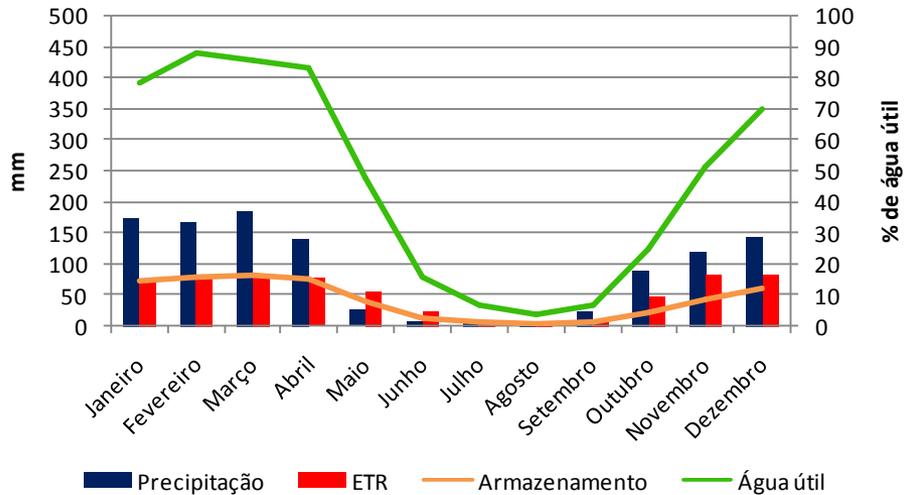


Balsas 2020-2030

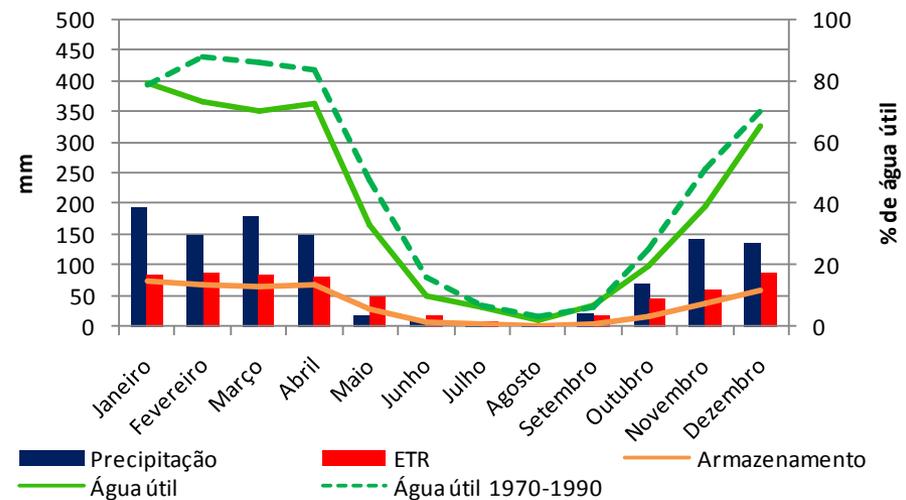


Balancos hídricos em algumas cidades da região.

Balsas 1970-1990

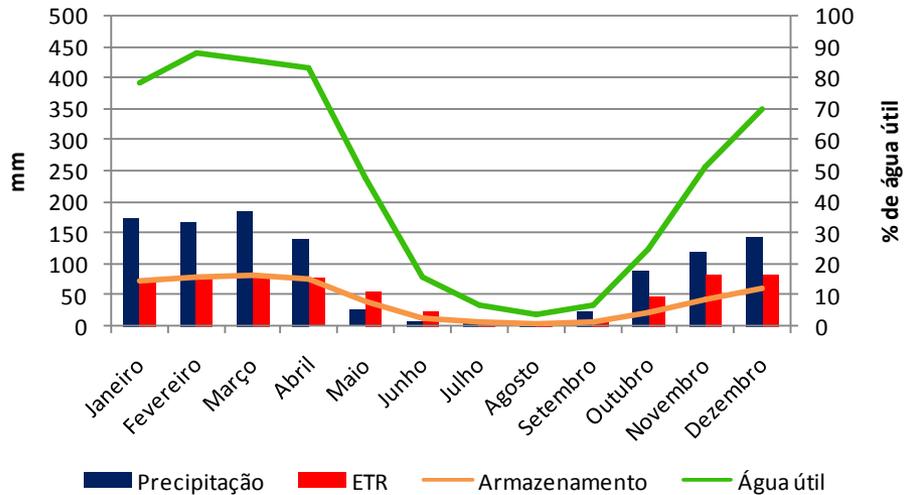


Balsas 2050-2060

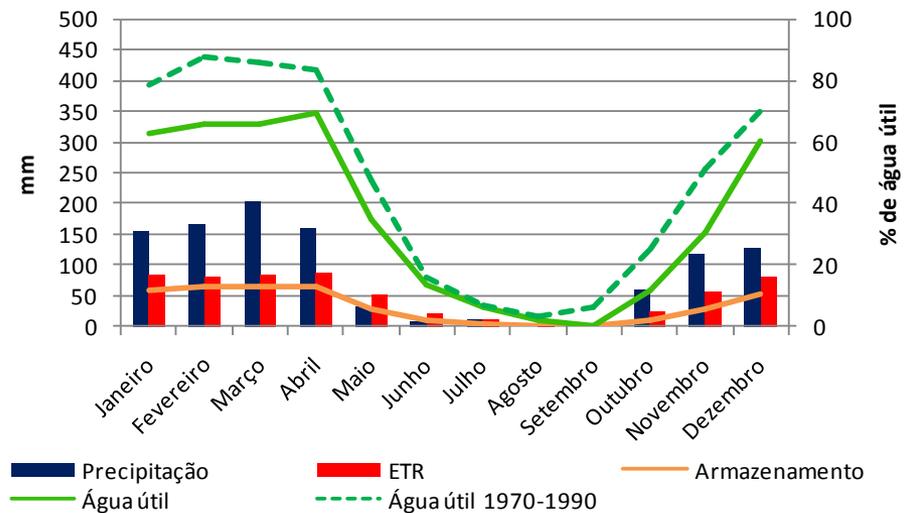


Balancos hídricos em algumas cidades da região.

Balsas 1970-1990



Balsas 2080-2090



Conclusões.

- Os cenários apresentados indicam de que as mudanças na disponibilidade hídrica serão mais sentidas nos anos secos do que nos chuvosos: nos anos chuvosos, esperam-se aumentos de excedentes hídricos; em anos normais a secos, esperam-se reduções na disponibilidade hídrica o forte aumento de déficits.
- No período 2020-2030, as mudanças nos extremos (anos secos ou chuvosos) são relativamente graduais. A partir do período 2050-2060, as mudanças se tornam muito significativas, sendo que no período 2080-2090 há, em geral, uma consolidação do quadro apresentado no período 2050-2060.
- O número de dias com déficit hídrico mostra um prolongamento do período com estresse hídrico, o que sugere um aumento na duração da estação seca. Este processo é mais intenso no extremo leste do Maranhão, mas afeta significativamente todo o estado do Pará.

Conclusões.

- Déficits hídricos com 10 % de probabilidade de ser excedido (estação seca moderada) se tornam ligeiramente mais intensos em magnitude no longo prazo, principalmente no centro e sul do Estado de Maranhão.
- Déficits hídricos com 90 % de probabilidade de ser excedido (secas severas) se tornam mais intensos em magnitude e generalizados a toda a região. Déficits hídricos significativos, hoje restritos ao extremo leste do Maranhão, deverão ocorrer em todo o Estado do Pará nos cenários de mais longo prazo.
- Os excedentes hídricos com 10 % de probabilidade de ser excedido (estação chuvosa abundante) tendem a gerar excedentes hídricos muito significativos que afetam a região como um todo, o que sugere uma maior incidência de enchentes em toda a região. Esses excedentes são mais acentuados no litoral.
- Excedentes hídricos com 90 % de probabilidade de ser excedido (estação chuvosa fraca) sugere que os excedentes hídricos em anos secos deverão ser menores do que os observados no período 1970-1990.

Conclusões.

A análise de distribuição empírica de probabilidades, focadas em algumas cidades da região, mostraram que:

- No caso de Belém, há um forte aumento de excedentes hídricos em anos muito chuvosos. Com relação ao déficit hídrico, deverão apresentar déficits mais acentuados na maioria do tempo, com magnitude muito maior do que o clima atual nos anos mais secos.
- Na cidade de São Luís, há uma significativa redução de excedentes hídricos em anos secos comparados ao clima atual. Haverá aumento de déficits hídricos comparados ao clima atual, sendo que as diferenças serão bem maiores nos anos secos.
- Em São Felix do Xingu, os cenários futuros mostram tendência de aumento de excedentes hídricos em anos chuvosos, e uma redução desses excedentes em anos secos. Os déficits hídricos aumentam significativamente nas projeções de longo prazo e afetam todas as faixas de probabilidade.
- Finalmente, em Balsas, os excedentes hídricos também mostram um aumento de extremos. Já os déficits hídricos mostram um aumento consistente que se acentua nas projeções de longo prazo, afetando também todos os níveis de probabilidade.

Conclusões.

A análise do balanço hídrico médio mensal nessas quatro localidades mostrou que:

- O balanço hídrico médio anual em Belém mostra redução na percentagem de água útil em todo o ano, de maneira mais acentuada na estação seca no longo prazo. Observa-se um encerramento abrupto do período chuvoso e uma maior extensão da estação seca. Há aumentos nos valores de *ETR*, associados com o aumento de temperatura.
- O Balanço hídrico médio na cidade de São Luís apresenta comportamento relativamente similar ao observado em Belém, com diminuição de percentagens de água no solo em todos os meses do ano, exacerbados por uma transição prematura de estação chuvosa para seca.
- No caso de São Felix do Xingu, a diminuição de disponibilidade de água no solo relaciona-se com o aumento da *ETR*, responsável pelo aumento de período de déficit hídrico.
- Finalmente, Balsas, no Maranhão, mostra significativas reduções na disponibilidade hídrica em todos os meses do ano, relacionado com o aumento de *ETR* e com um atraso no início da estação chuvosa.

Estudo de impacto das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos superficiais e sobre os níveis dos aquíferos na Bacia do Rio Tocantins.

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

INPE/CCST

Itajubá, Novembro 2009

Objetivos

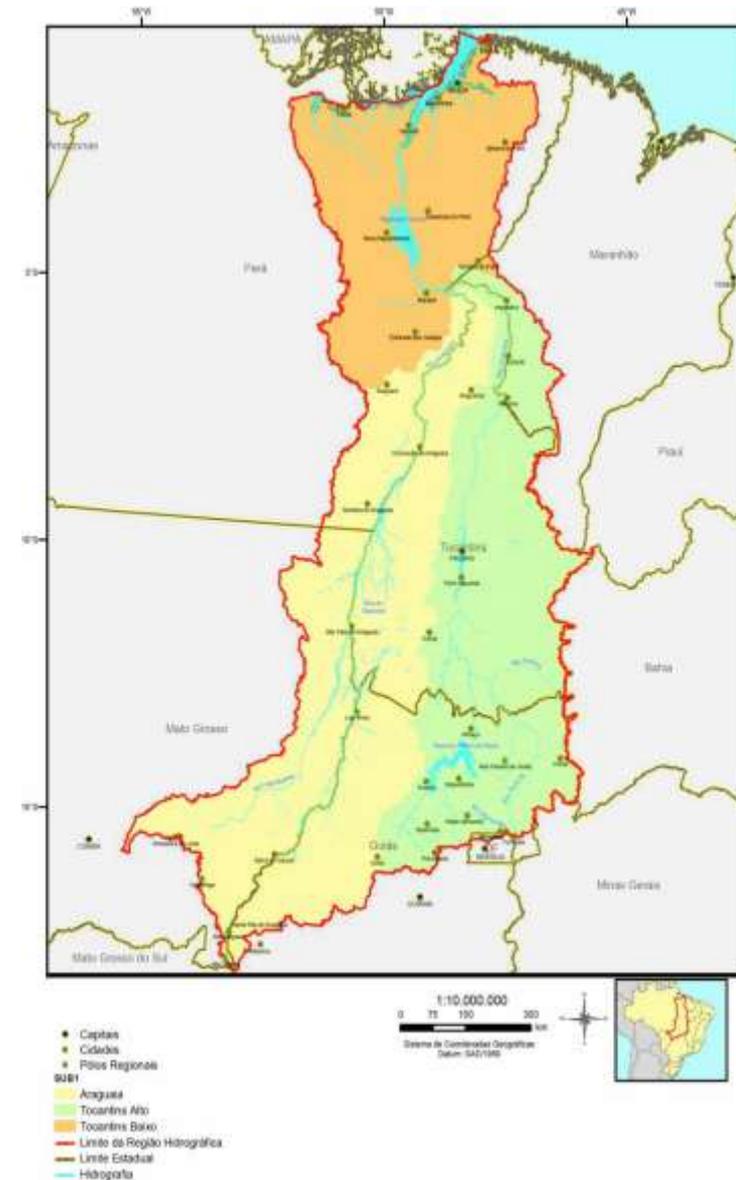
- O objetivo geral do estudo é avaliar de que maneira as mudanças climáticas irão afetar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos na Bacia do Rio Tocantins.

Os objetivos específicos são:

- Ajustar e validar um modelo hidrológico de macro-escala MGB-IPH na Bacia do Rio Tocantins, compatível com as escalas de modelos atmosféricos regionais, usando dados observados de precipitação e variáveis meteorológicas do período 1970-1990.
- Examinar o desempenho do modelo regional ETA em simular vazões na Bacia do Rio Tocantins para o clima presente, usando as saídas do modelo ETA no modelo hidrológico e comparando vazões observadas e simuladas no período 1970-1990.
- Avaliar os cenários de mudanças climáticas dos períodos 2020-2030, 2050-2070, 2080-2099 sobre os recursos hídricos superficiais, utilizando os cenários do modelo regional ETA como dado de entrada do modelo hidrológico distribuído
- Avaliar o impacto de mudanças do regime hidrológico sobre os sistemas aquíferos superficiais na bacia do Rio Tocantins, realizando projeções de mudanças no nível dos principais aquíferos da bacia.

Caracterização da bacia do Rio Tocantins

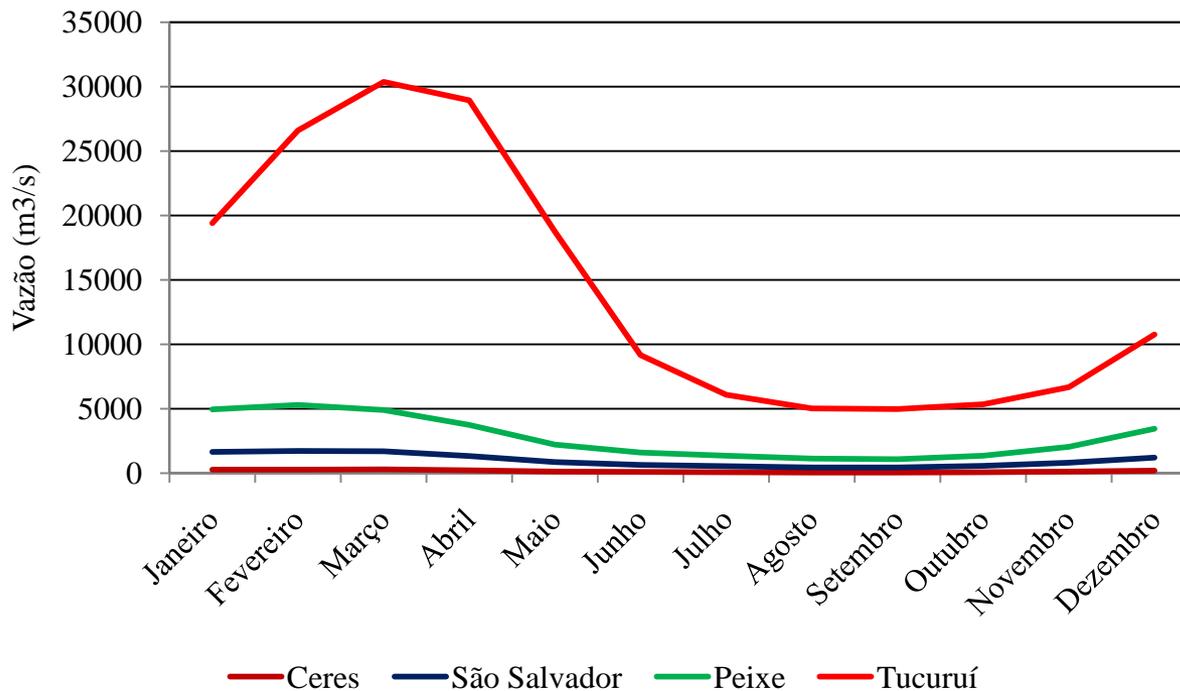
- É a segunda maior em termos de área, inferior apenas a do Amazonas (3.869.953 km²), e a maior do país situada completamente em território nacional.
- A bacia hidrográfica do rio Tocantins, do ponto de vista climático, situa-se entre duas importantes regiões de natureza muito diferenciada
- A configuração espacial da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Tocantins é bastante assimétrica: no Alto e Médio Tocantins, os principais afluentes são todos na margem direita, Já no Baixo Tocantins, os afluentes principais são o Araguaia e o Itacaiúnas, ambos na margem esquerda do rio.



Caracterização da bacia do Rio Tocantins

Apresenta variações de vazão de baixa amplitude no seu Alto e Médio curso ao longo do ano, enquanto em seu baixo curso elas são bem maiores.

Tucuruí apresenta-se muito díspare das outras em relação a seus números absolutos, uma vez que já se encontra no bioma Amazônia

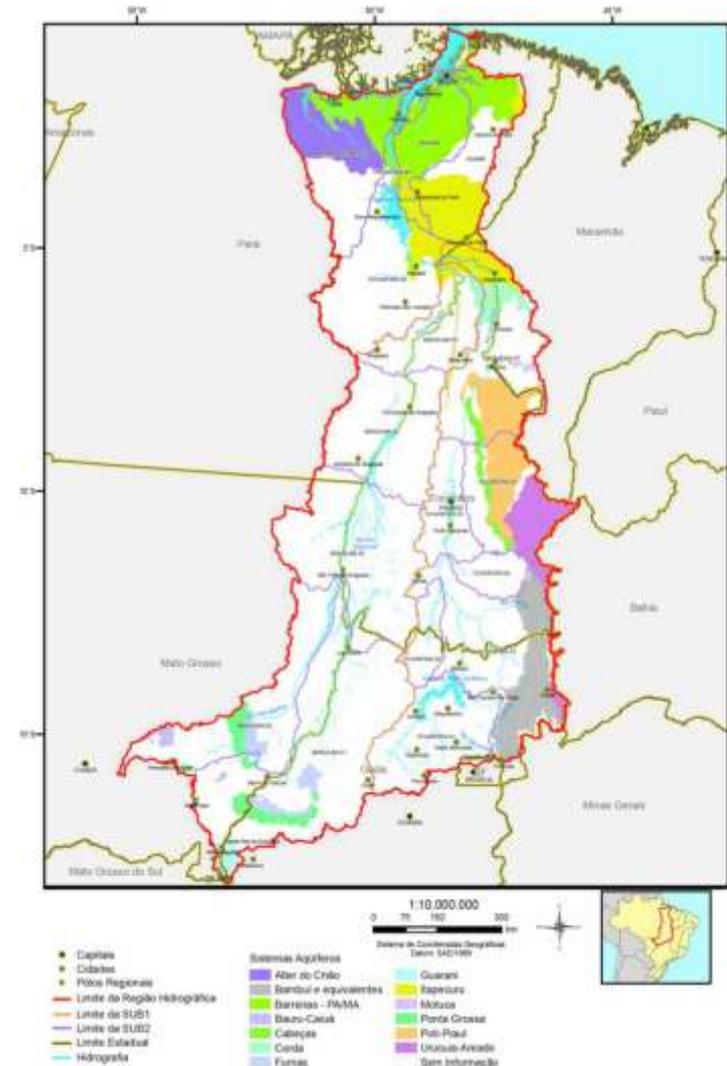


Caracterização da bacia do Rio Tocantins

Hidrogeologicamente, a área que compreende a Bacia Hidrográfica do Tocantins pode ser compartimentada em quatro grandes domínios, a saber: embasamento cristalino Pré-Cambriano e as Bacias sedimentares do São Francisco, Parnaíba e do Amazonas.

Toda a porção central da Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins é constituída por unidades do embasamento cristalino.

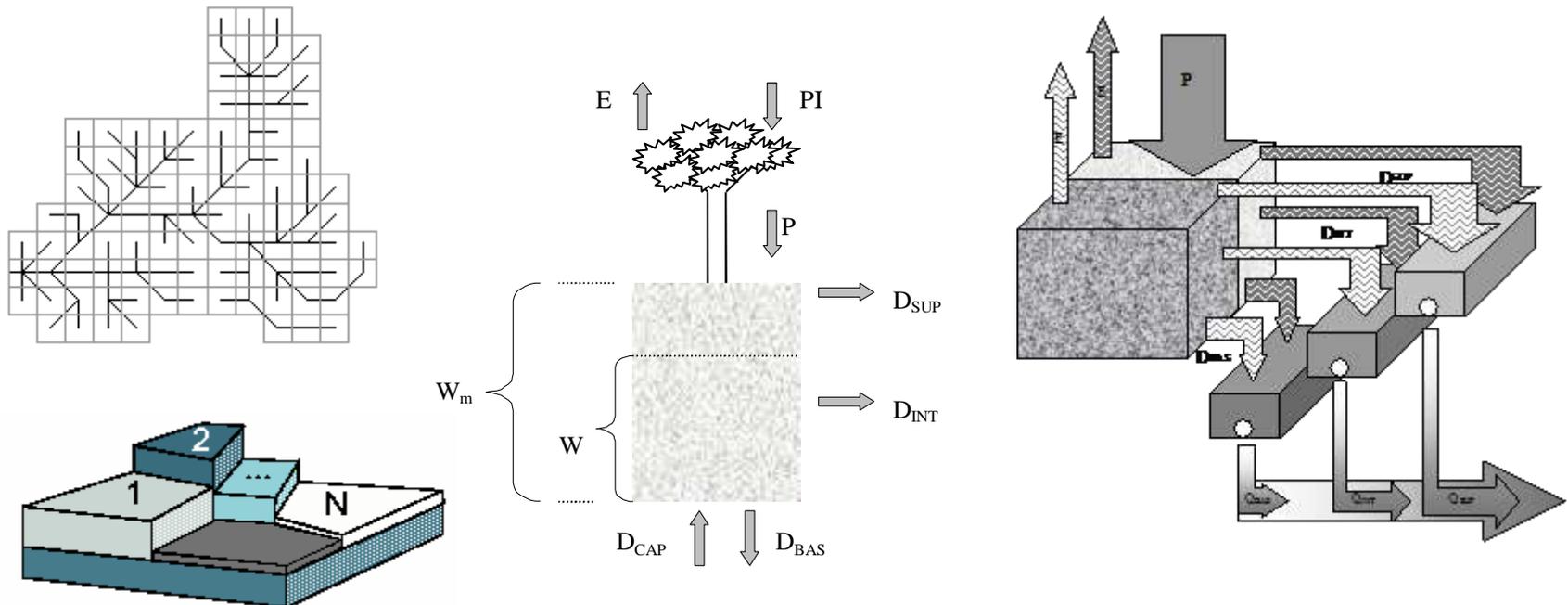
Dentre as bacias sedimentares que ocorrem na região, a do Parnaíba é a maior de todas, apresentando área total de cerca de 700.000 km² e espessura do pacote de sedimentos de 3.000 m.



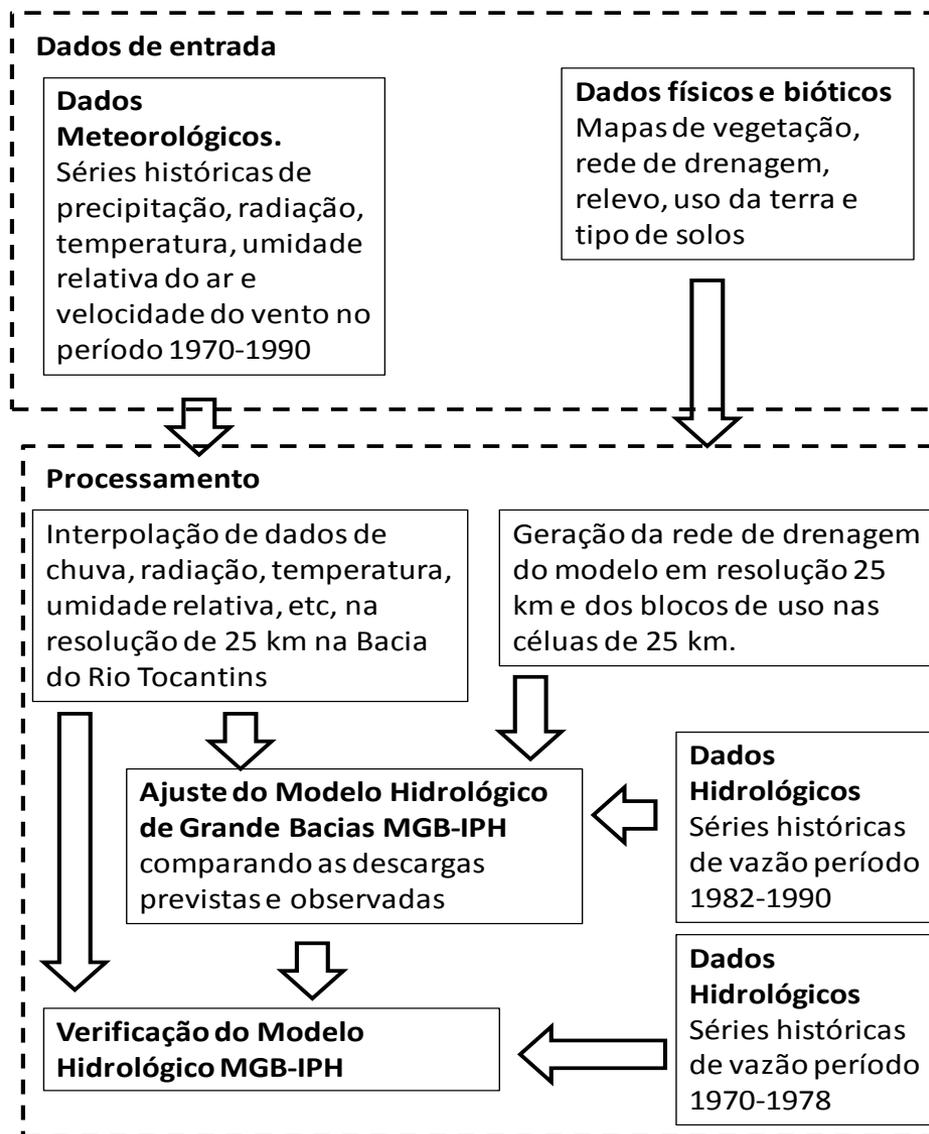
O Modelo Hidrológico de grandes bacias – MGB-IPH

O modelo hidrológico utilizado neste trabalho é o modelo Modelo de Grandes Bacias (MGB-IPH) descrito por Collischonn (2001).

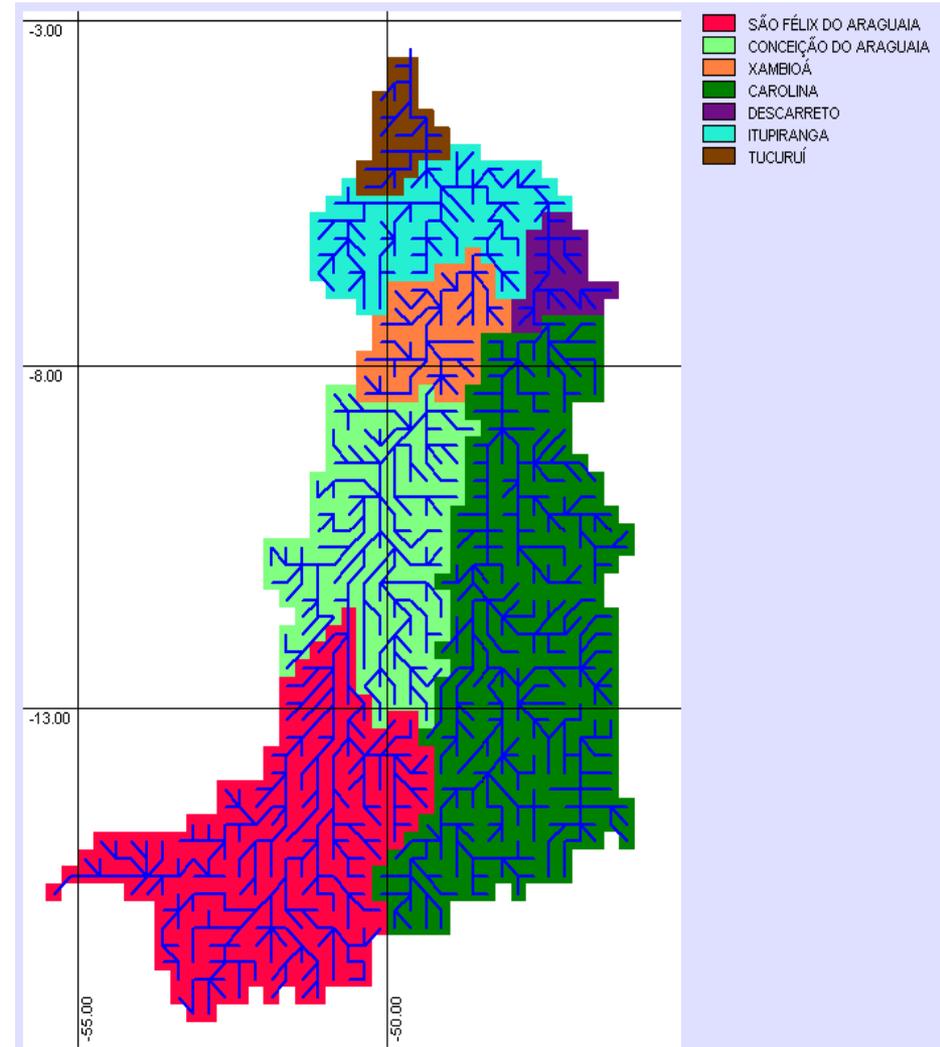
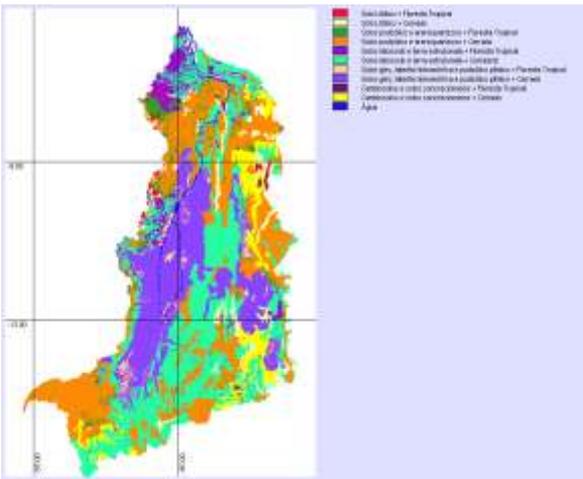
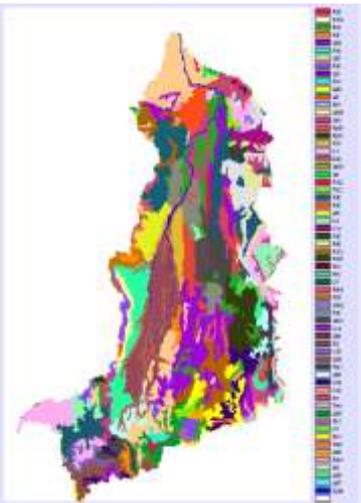
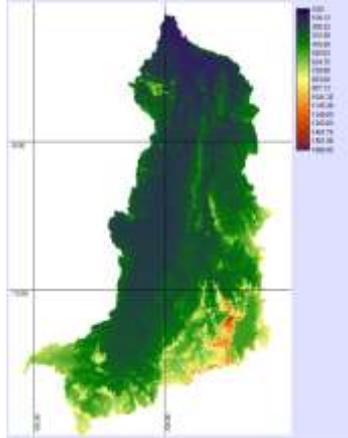
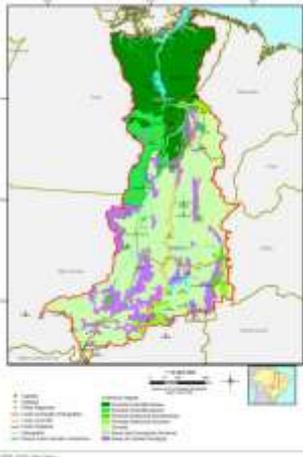
O modelo é composto dos seguintes algoritmos: Balanço de água no solo; Evapotranspiração; Escoamentos: superficial, sub-superficial e subterrâneo na célula; Escoamento na rede de drenagem.



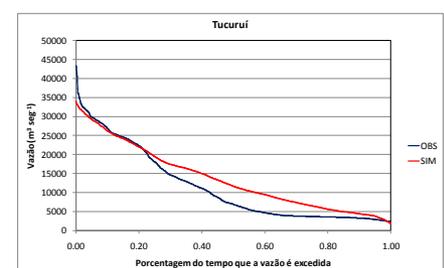
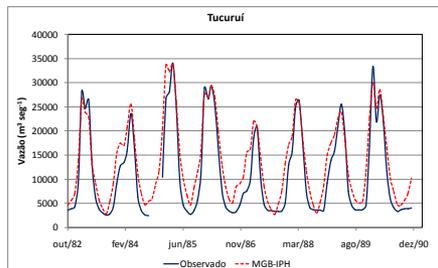
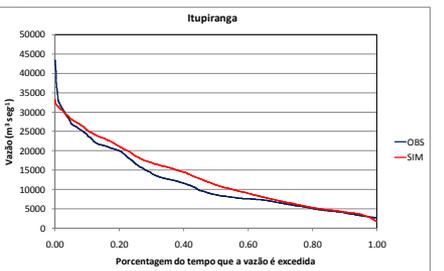
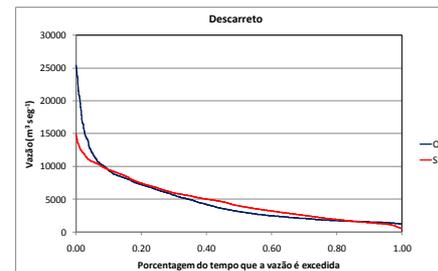
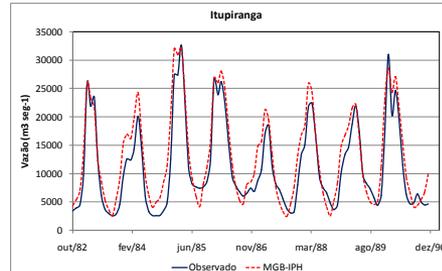
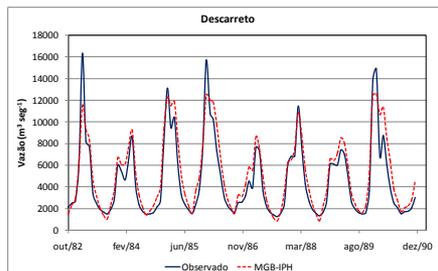
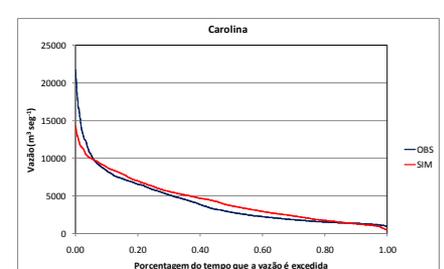
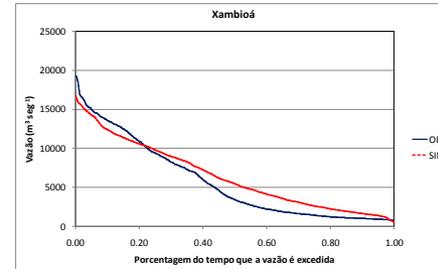
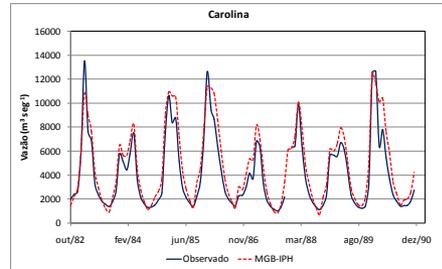
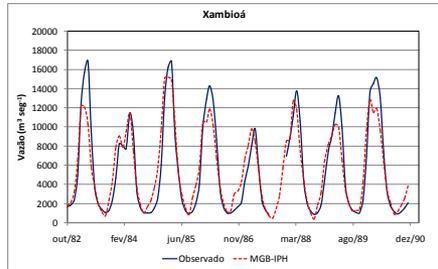
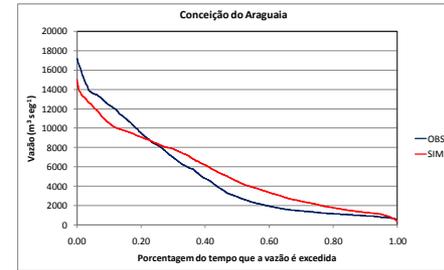
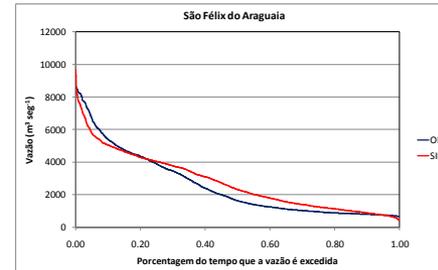
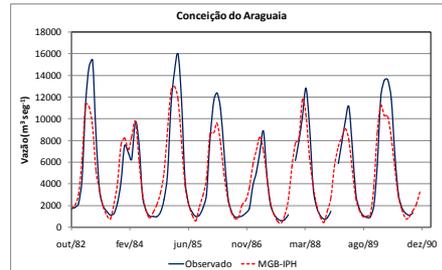
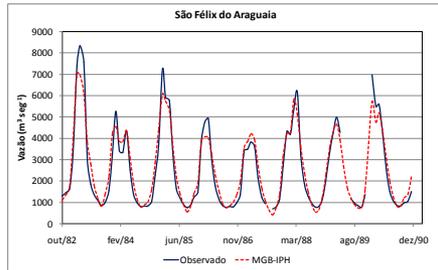
Aplicação do Modelo Hidrológico de grandes bacias – MGB-IPH à bacia do Rio Tocantins



Preparação de dados de entrada

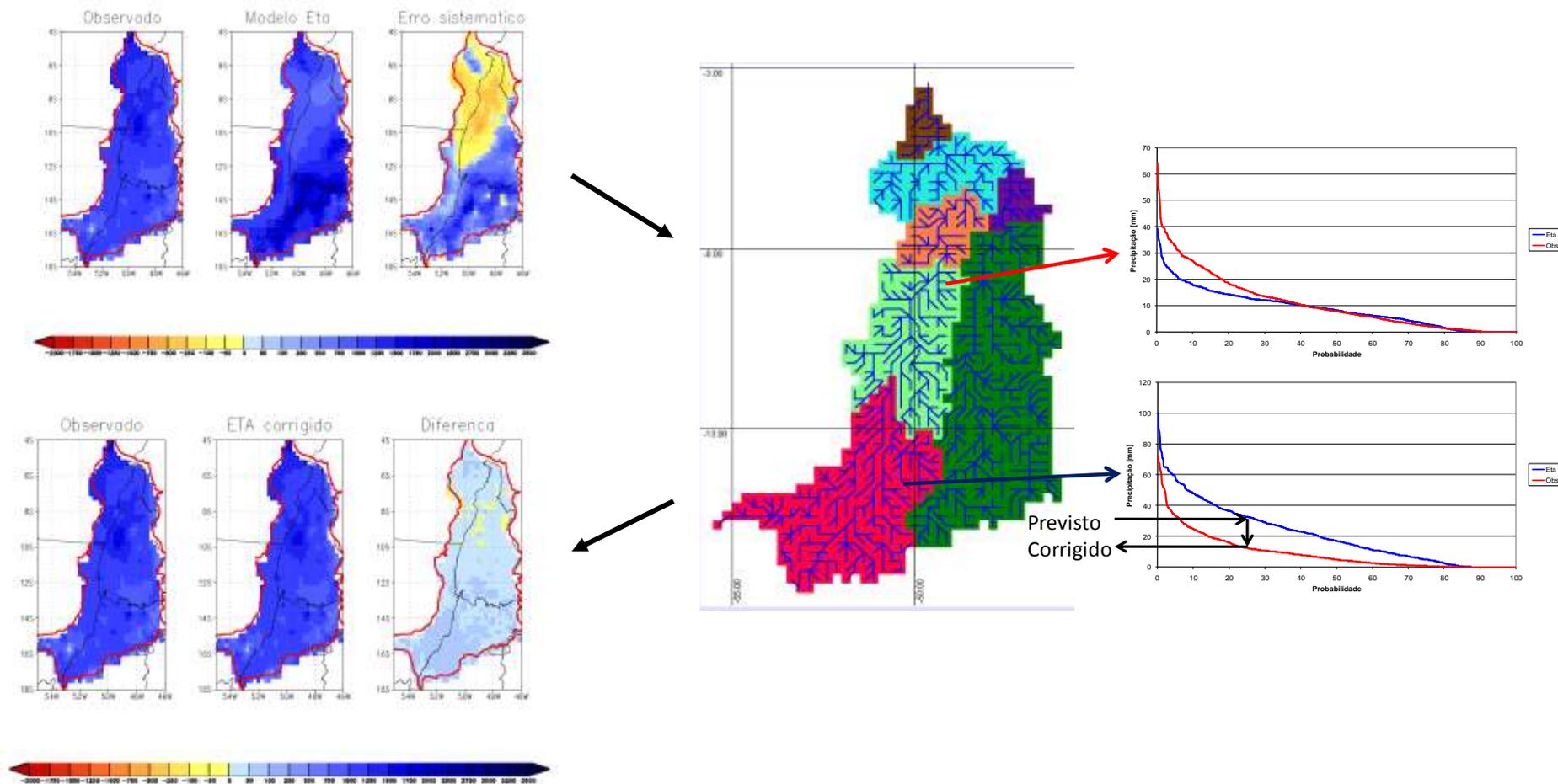


Aplicação do Modelo Hidrológico de grandes bacias – MGB-IPH à bacia do Rio Tocantins

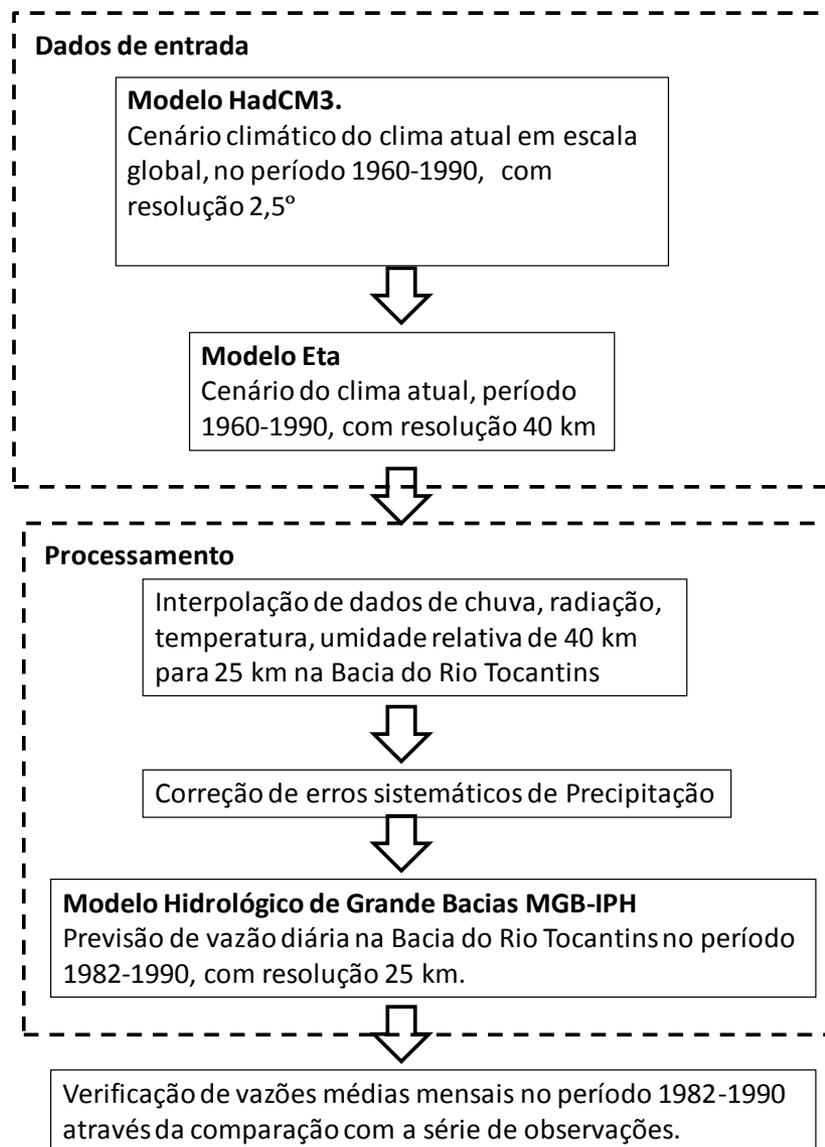


Correção dos erros sistemáticos na precipitação do modelo ETA

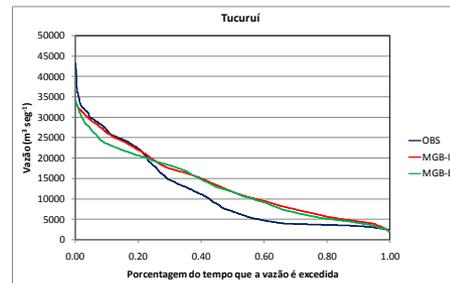
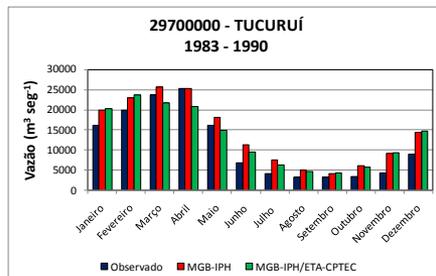
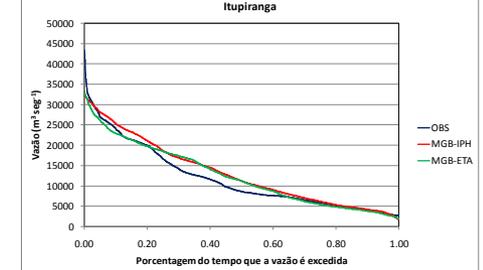
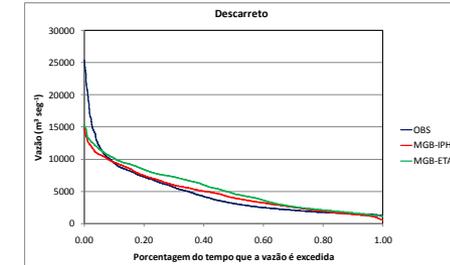
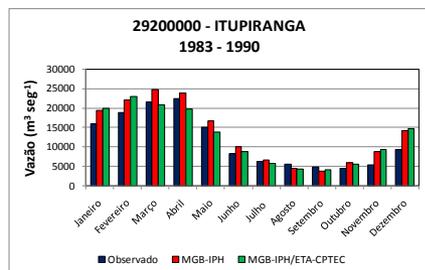
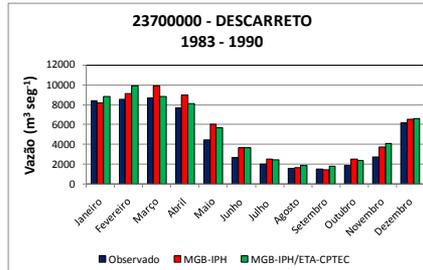
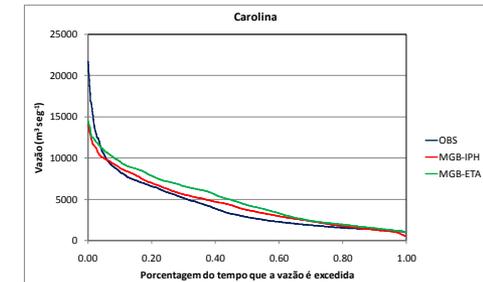
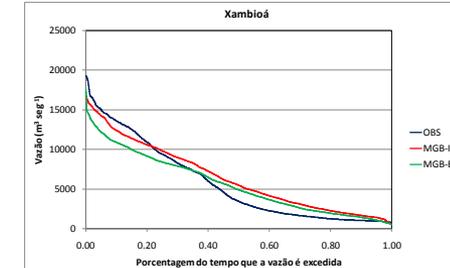
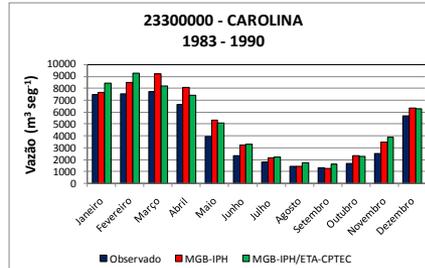
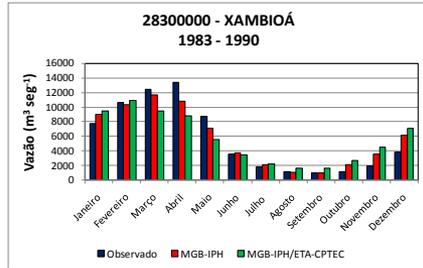
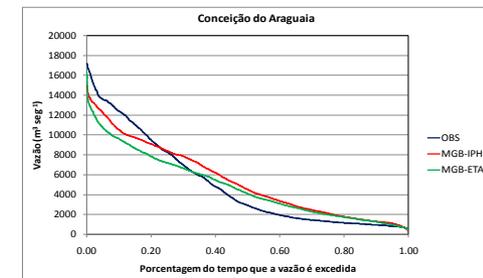
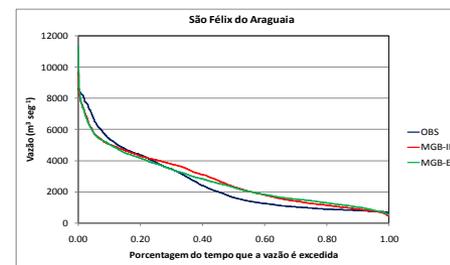
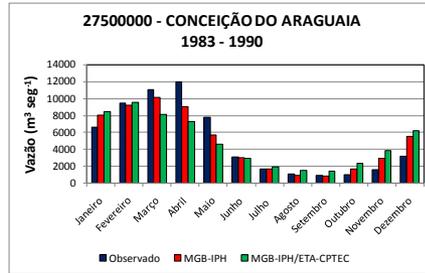
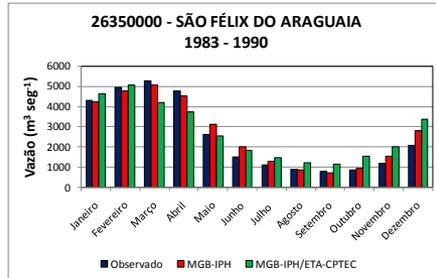
A metodologia de correção dos erros sistemáticos mais empregada em previsões climáticas de precipitação, baseia-se numa transformação da curva de distribuição de probabilidades de precipitação (Hay e Clark, 2003; Wood et al. 2002).



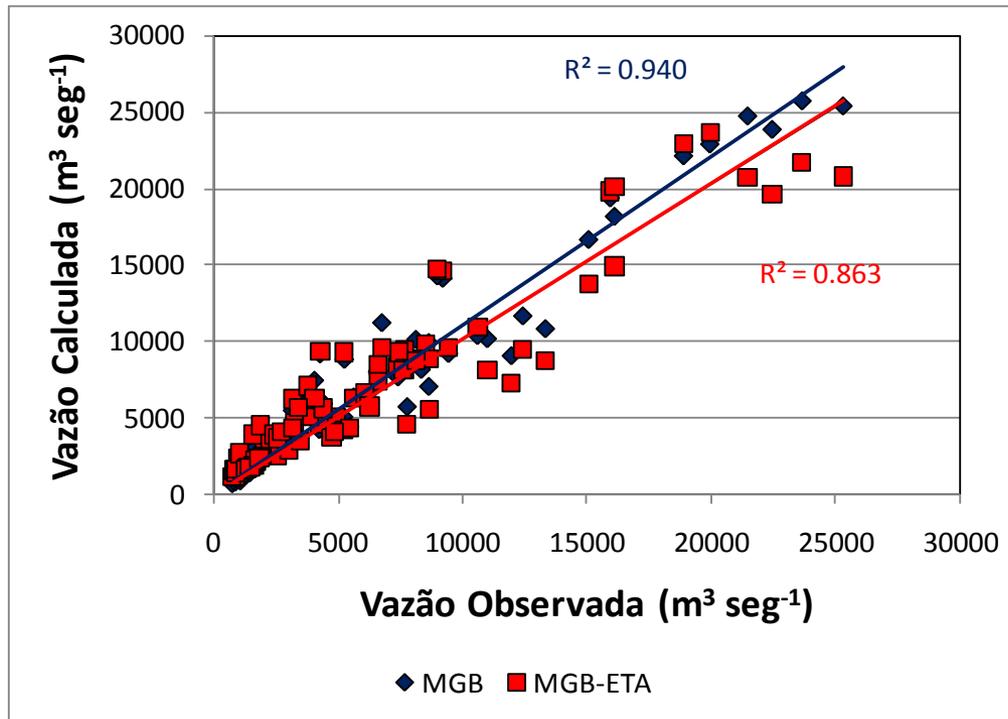
Análise do desempenho do modelo ETA-CPTEC no período 1982-1990

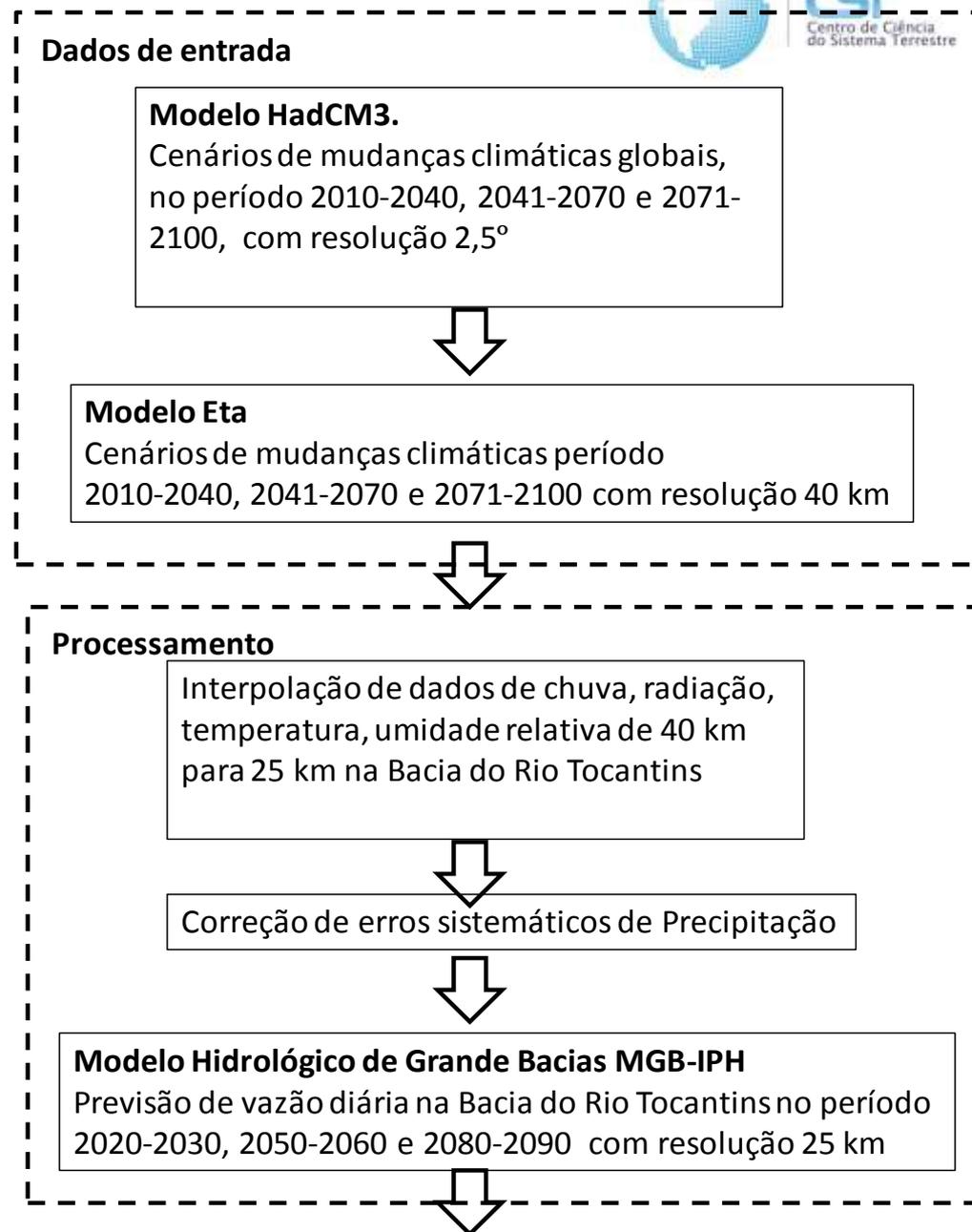


Análise de desempenho do modelo ETA-CPTec no período 1982-1990

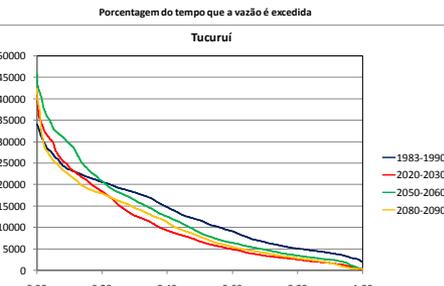
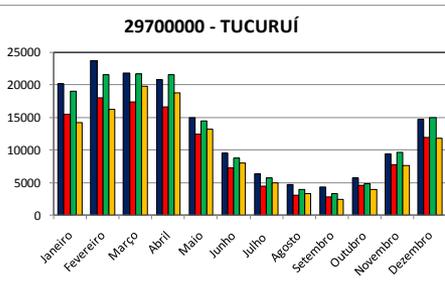
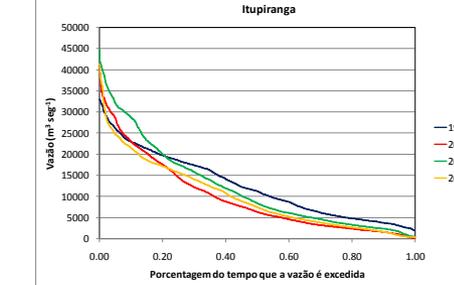
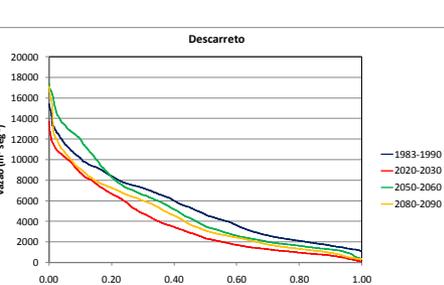
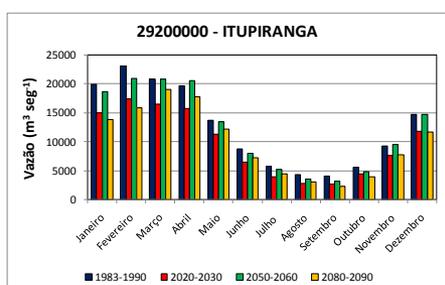
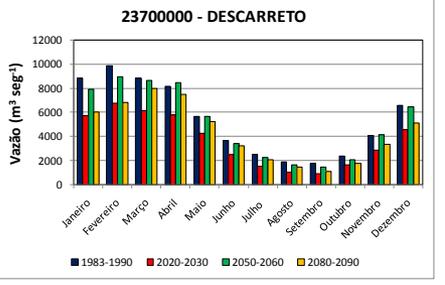
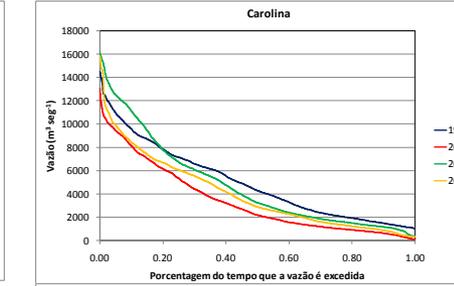
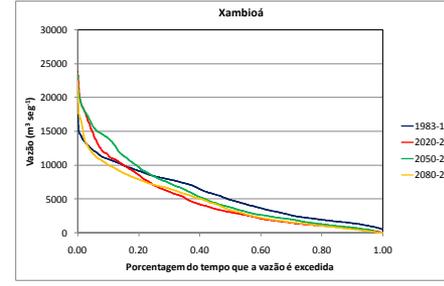
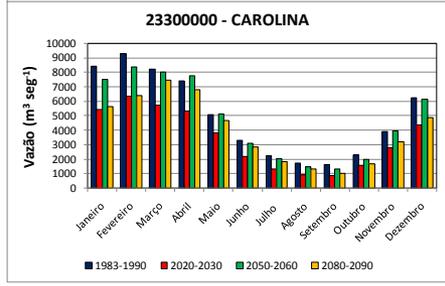
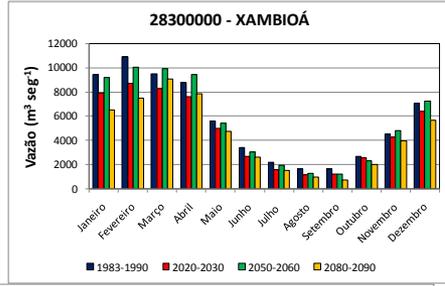
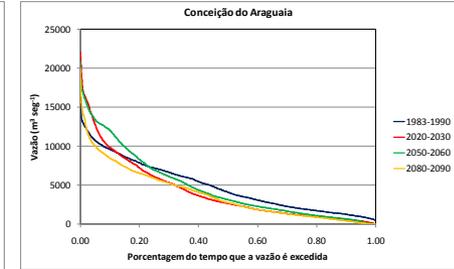
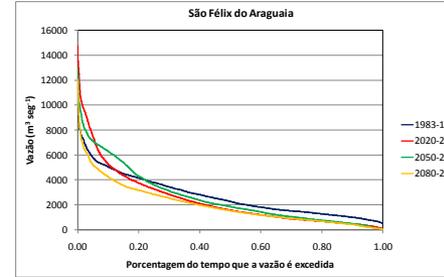
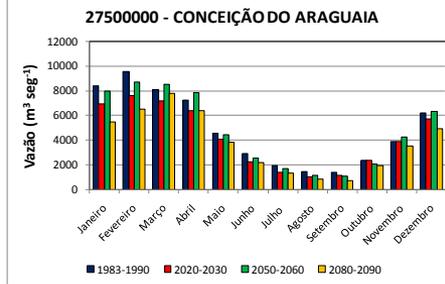
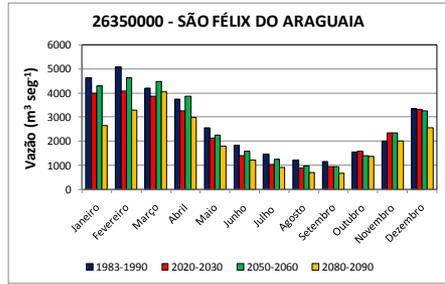


Análise do desempenho do modelo ETA-CPTEC no período 1982-1990





Correção dos erros sistemáticos na precipitação do modelo ETA



Variação percentual da vazão média no percentil 10% em cada sub-bacia do Rio Tocantins dos cenários futuros com relação ao cenário 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

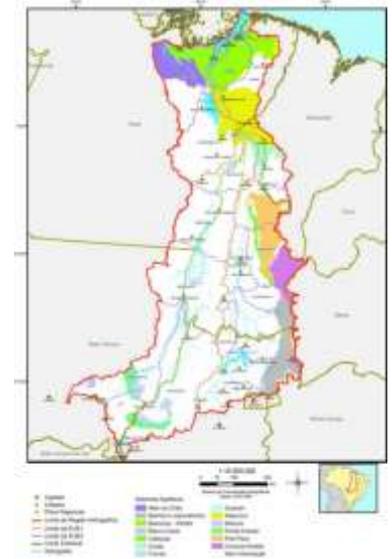
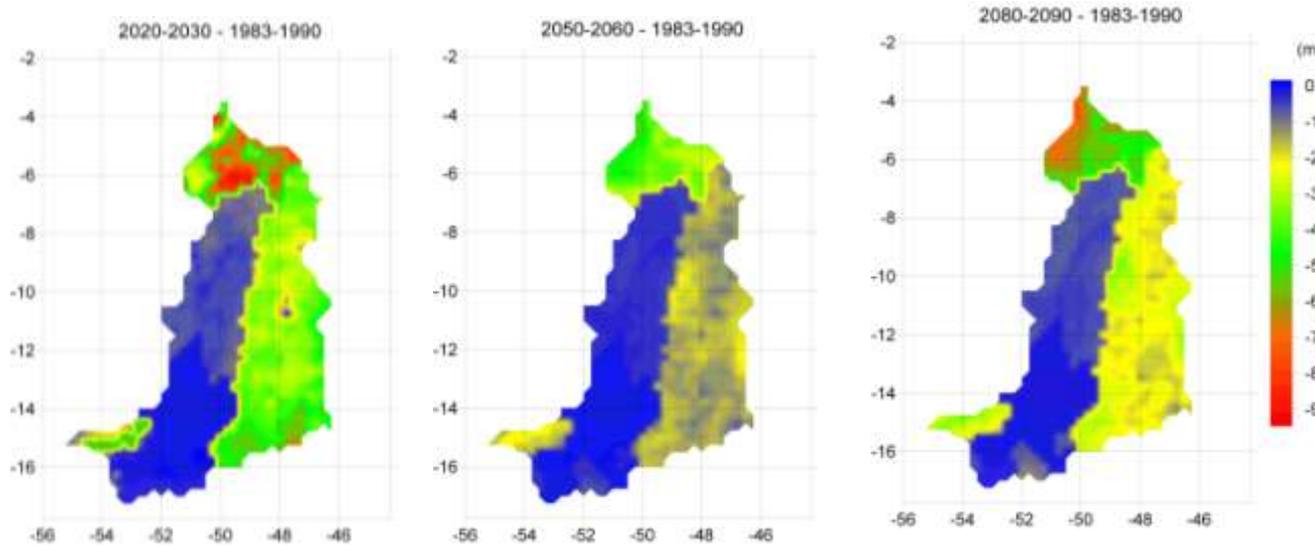
Variação percentual da vazão média no percentil 90% em cada sub-bacia do Rio Tocantins dos cenários futuros com relação ao cenário 1983-1990.

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

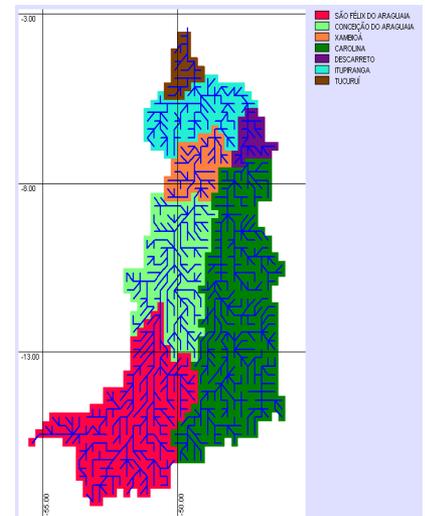
Variação percentual da vazão média no percentil 50% em cada sub-bacia do Rio Tocantins dos cenários futuros com relação ao cenário 1983-1990.

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

Variações esperadas no armazenamento do lençol freático



Diferenças em metros entre o armazenamento subterrâneo médio dos cenários futuros menos o cenário 1983-1990.



Conclusões

- A análise de vazões médias mensais indicou que os cenários futuros deverão apresentar redução de vazões em todas as sub-bacias, em até 30 %.
- Os cenários mais críticos correspondem ao período 2020-2030 e 2080-2090. O cenário 2020-2030 é caracterizado por um aumento de disponibilidade de água somado a um aumento de temperatura, fato que favorece a evaporação e reduz os excedentes hídricos.
- A análise da curva de permanência para os cenários futuros indica de que o período 2040-2050 deverá apresentar um aumento de vazões máximas. Já o período 2080-2090 indica redução dos picos de vazão.

Conclusões

- A análise da variação de armazenamento subterrâneo indica de que os aquíferos sedimentares deverão ser fortemente afetados. Os maiores descensos devem ocorrer no baixo Tocantins (com diminuição de até 8m de água armazenada), mas áreas localizadas nas nascentes deverão sofrer efeitos na recarga (3-4 metros).
- Finalmente, é necessário salientar de que estes resultados incorporam incertezas devido às simplificações e limitações dos modelos matemáticos utilizados. Além das simplificações dos modelos atmosféricos, é necessário considerar de que o modelo MGB-IPH foi idealizado para resolver problemas de engenharia, e está sendo utilizado para prever o comportamento do sistema sob condições bem diferenciadas da atual, como é o caso dos cenários de mudanças climáticas.

javier.tomasella@cptec.inpe.br



This drawing illustrates Diplo's approach to training and research on climate change.

Creative Commons by DiploFoundation

Fonte: DiploFoundation