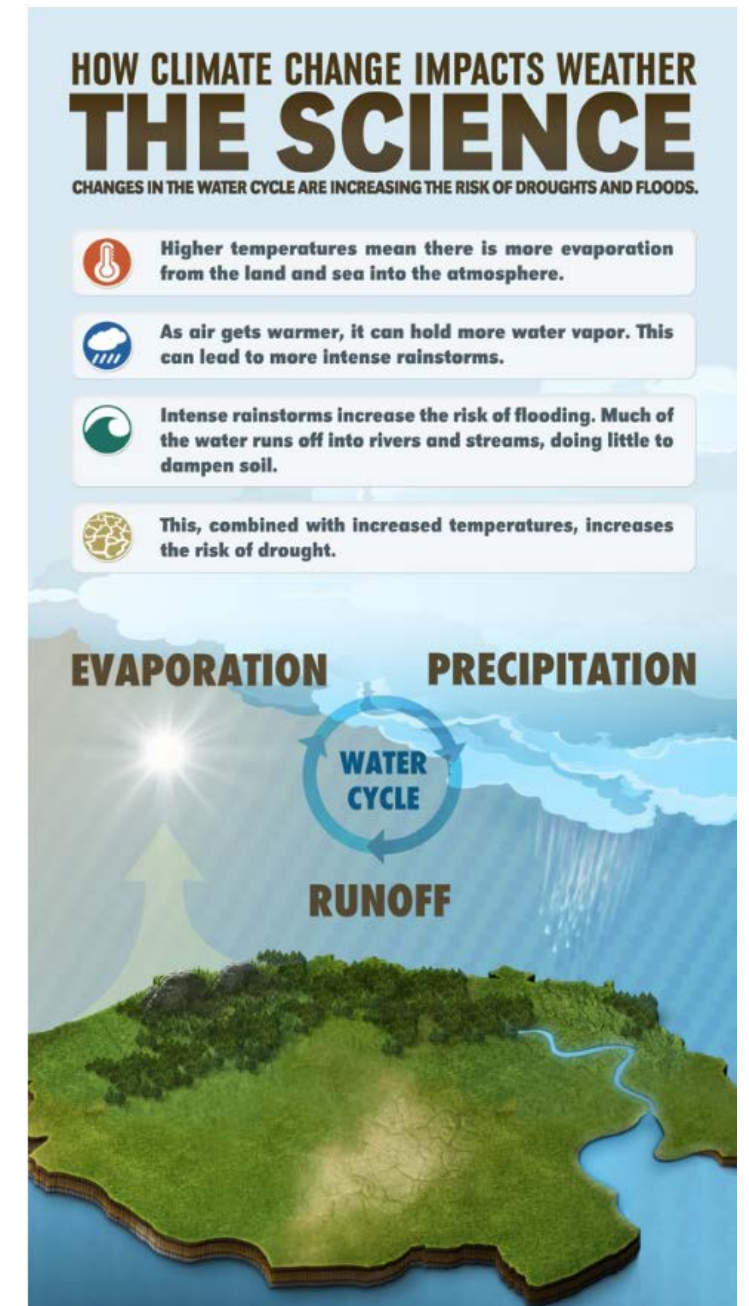


Variabilidade e Mudança Climática

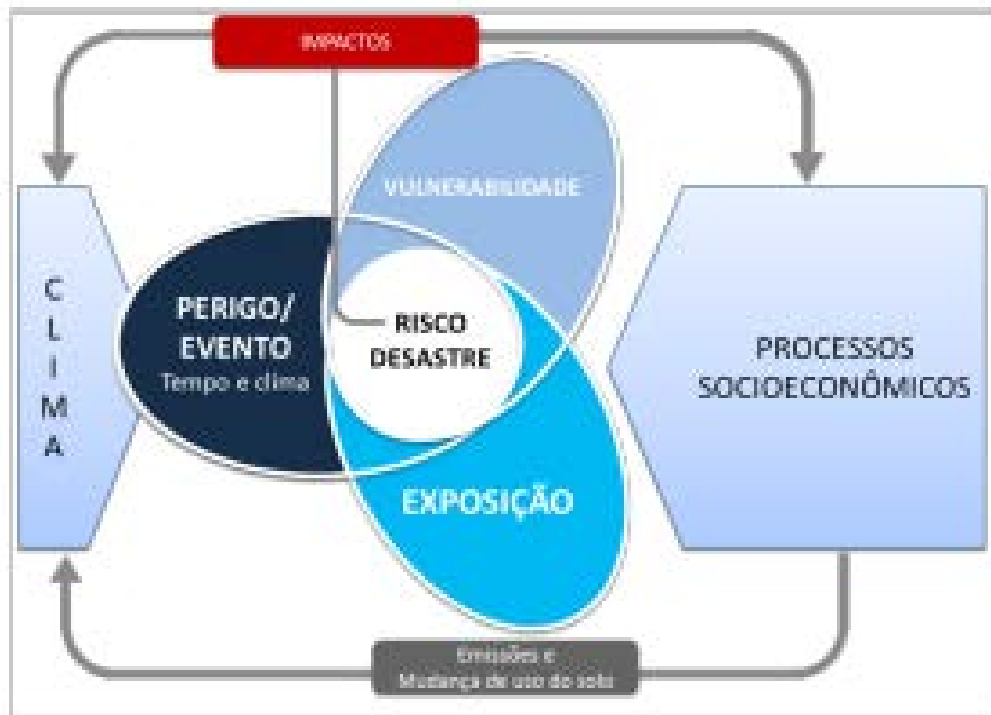


Saulo Aires de Souza
Coordenador de Mudanças Climáticas
Superintendência de Estudos Hídricos e
Socioeconômicos (SHE)





Determinantes de riscos climáticos



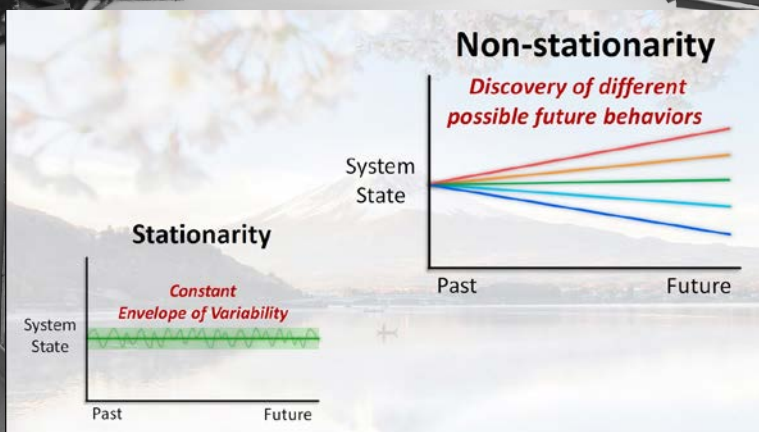
Clima e Planejamento de Recursos Hídricos Linhas de Atuação

01. Diagnóstico do Clima

- Monitoramento do **clima presente** (variabilidade climática de alta e baixa frequência);
- Análise de **estacionariedade** (mudança nas séries temporais);
- Análise de cenários climáticos futuros oriundos da modelagem da **tendência observada**;
- Análise de cenários climáticos futuros oriundos dos **MCG's**;

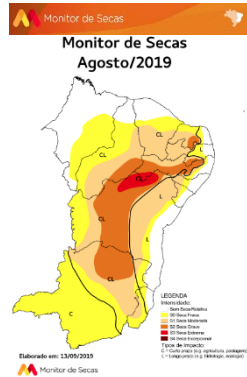
02. Impactos e Estratégias de Adaptação

- Avaliação do **impacto** do risco climático nos diferentes usuários;
- Avaliação da **segurança hídrica**;
- Definição de estratégias de **adaptação**.



Ações da ANA na questão do clima

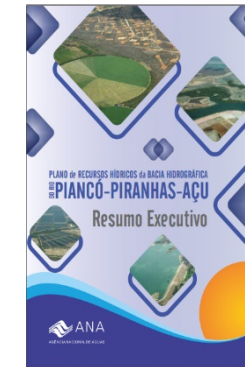
Monitoramento do Clima Presente



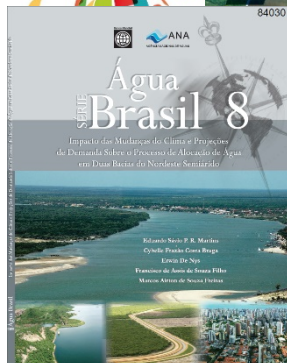
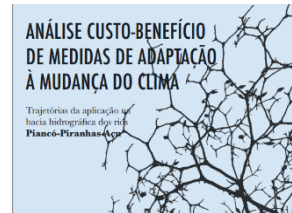
Impacto e Adaptação



Planos de Recursos Hídricos



Clima Futuro



ADAPTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E DA
OPERAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS À
VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS
NA BACIA ESTENDIDA DO RIO SÃO
FRANCISCO

PROJETO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA ANA-UFPA Nº 003/2013

Sumário Executivo

Ciência e Educação



Conjuntura RECURSOS HÍDRICOS Brasil 2018

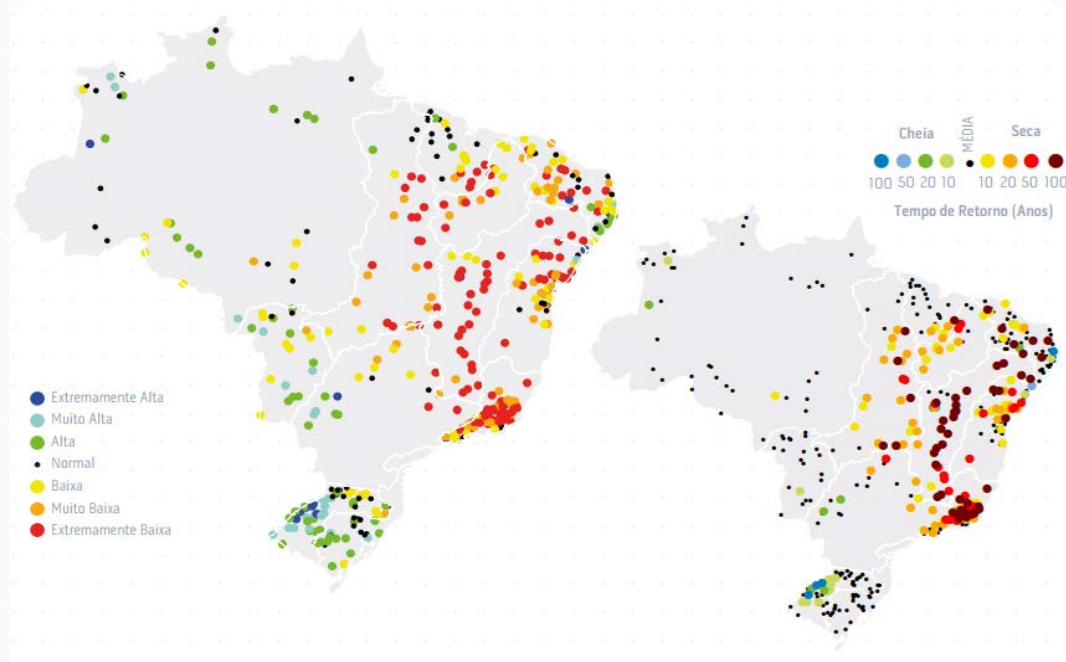
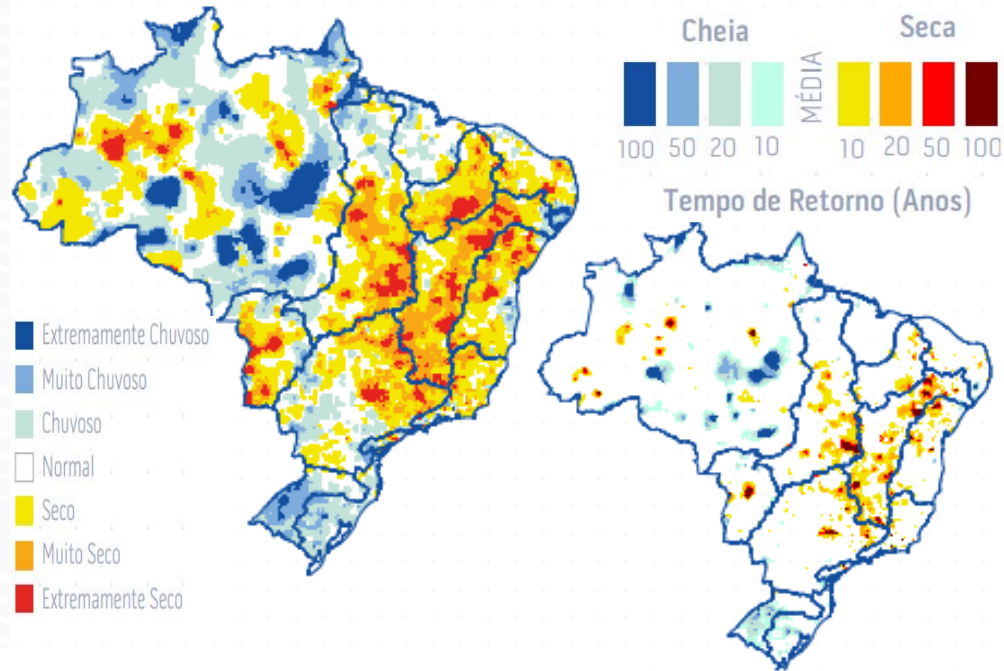
INFORME
ANUAL

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS



Vazão Precipitação

CLASSIFICAÇÃO QUANTO À QUANTIDADE DE CHUVA EM 2017



ANÁLISE DE ESTACIONARIEDADE DAS ESTAÇÕES HIDROLÓGICAS

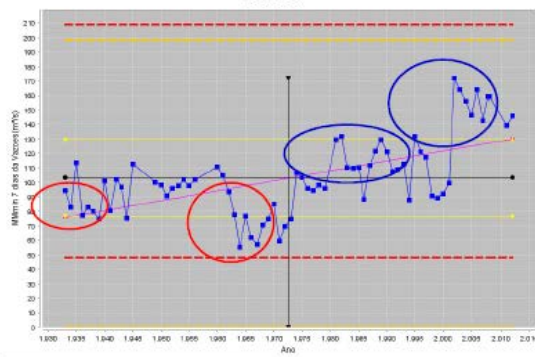
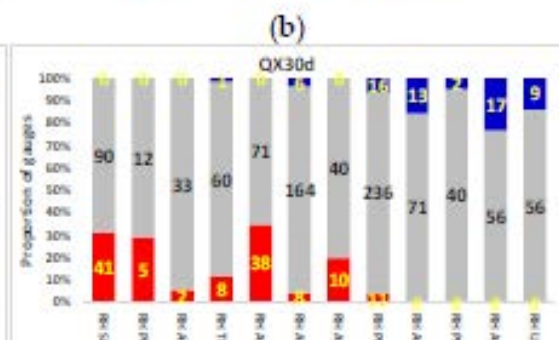
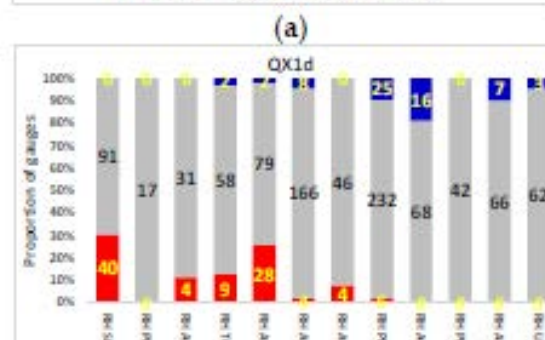
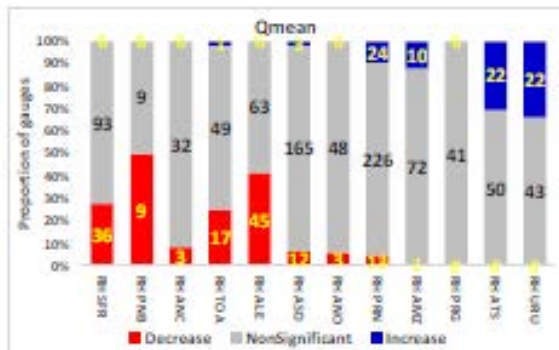
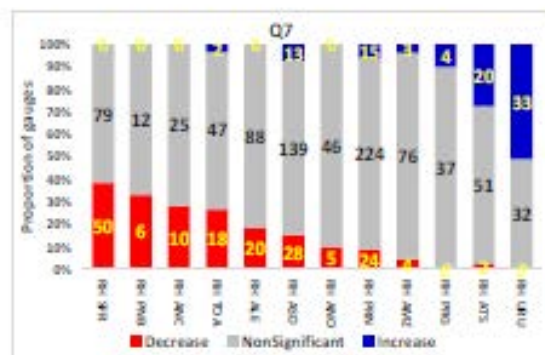


Figura 3a – Série de vazões mínimas de 7 dias da estação Cuiabá no período de 1933 a 2012. Destaque em vermelho para o ciclo de seca e em azul para o ciclo de cheia.

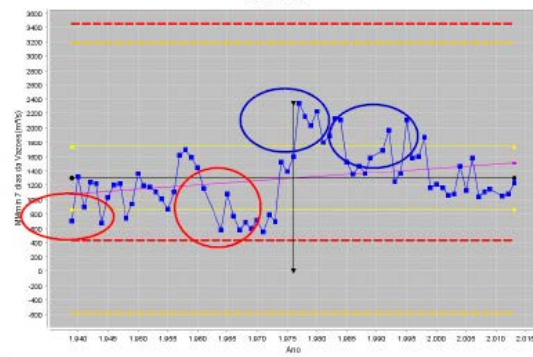
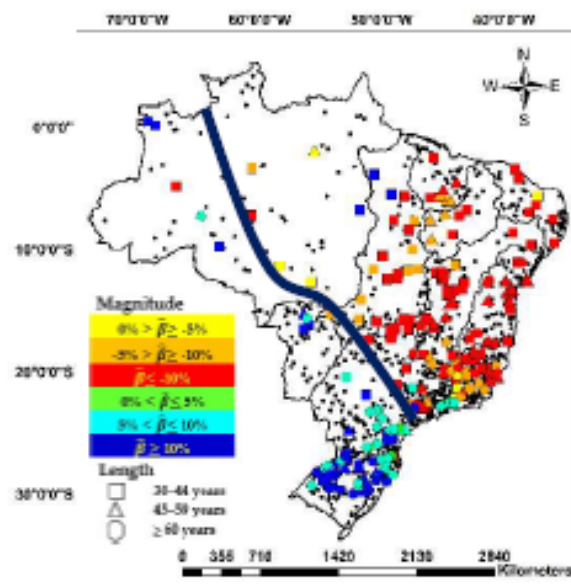
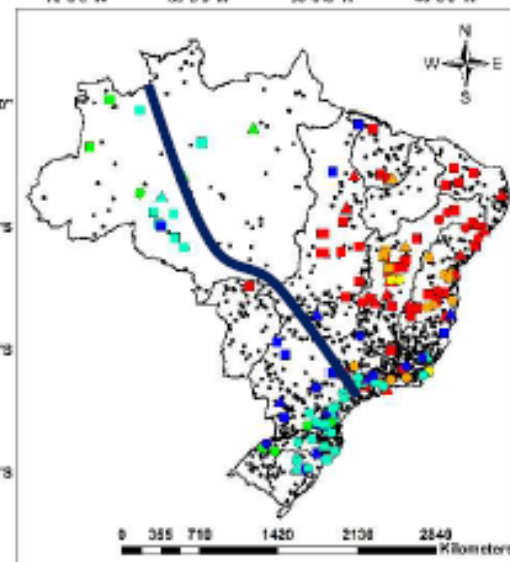


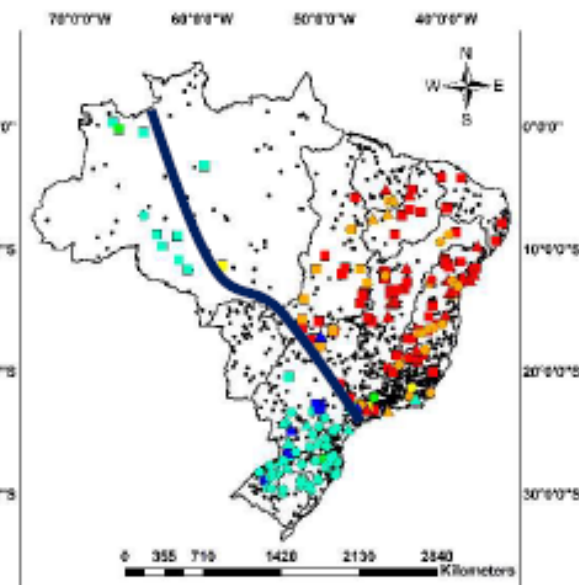
Figura 3b – Série de vazões mínimas de 7 dias da estação Porto Murtinho no período de 1939 a 2013. Destaque em vermelho para o ciclo de seca e em azul para o ciclo de cheia.



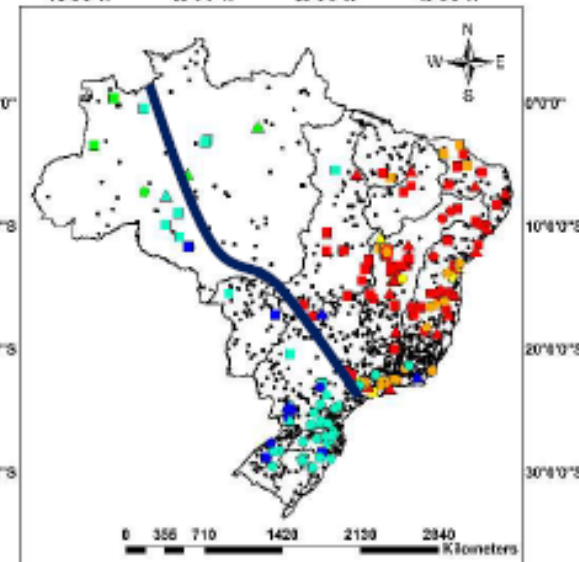
(a) Q7



(c) QX1d

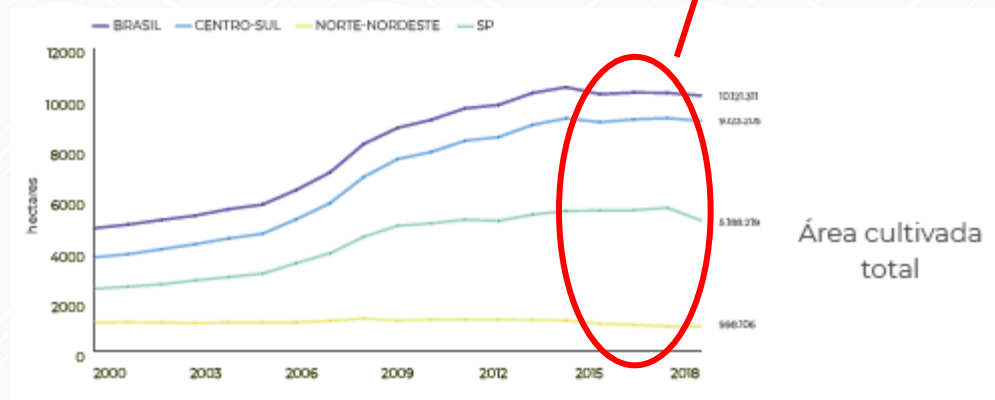
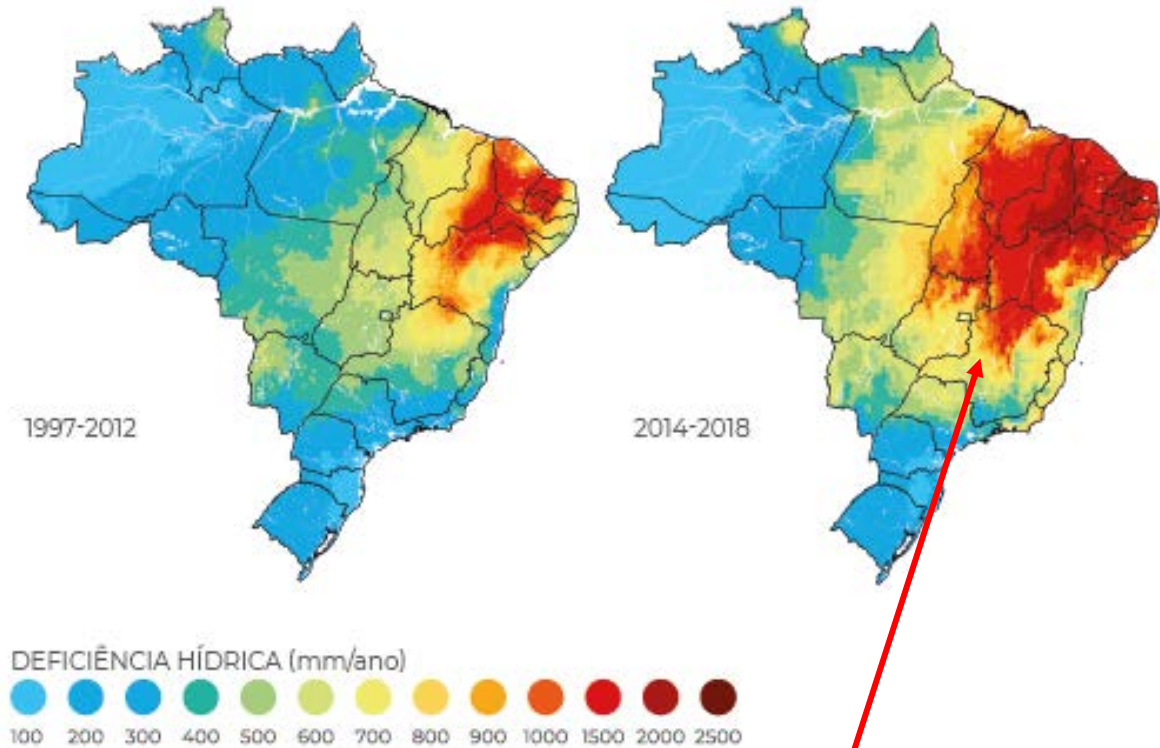
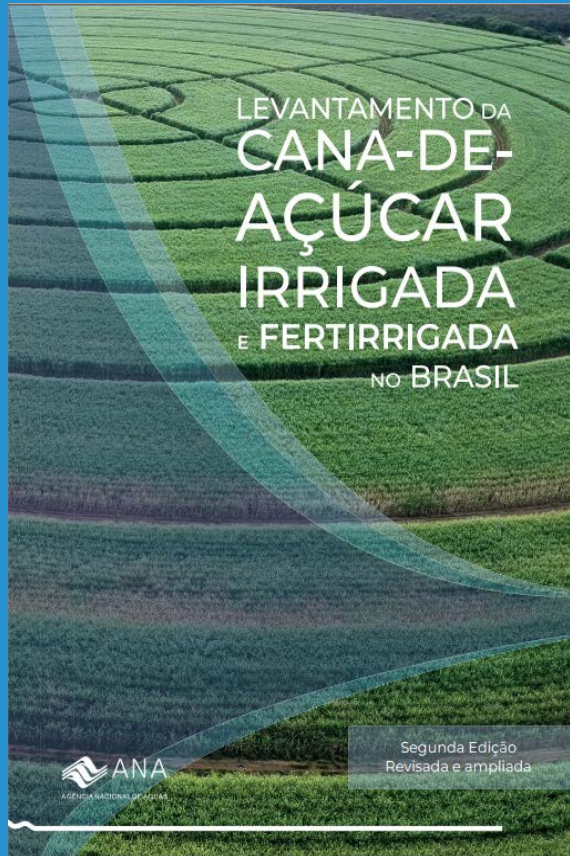


(b) Qmean



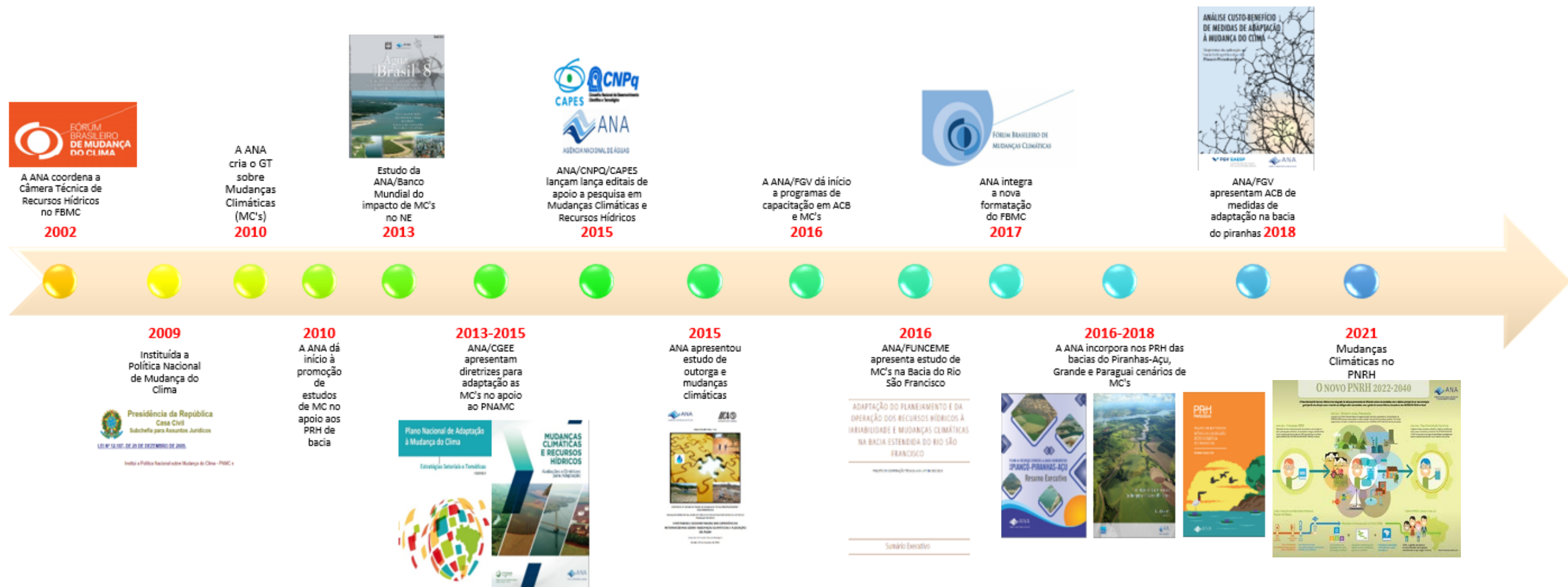
(d) QX30d

Impacto da Variabilidade Climática na Produção da Cana-de-Açúcar no Brasil



MUDANÇA CLIMÁTICA NA

LINHA DO TEMPO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ANA



COOPERAÇÃO EM TECNOLOGIAS PARA
ANÁLISES HIDROLÓGICAS EM ESCALA
NACIONAL

SUBPROJETO – CLIMA

Impactos de Mudanças Climáticas em
Extremos de Vazão
(Cheias e Estiagens)
Relatório Final

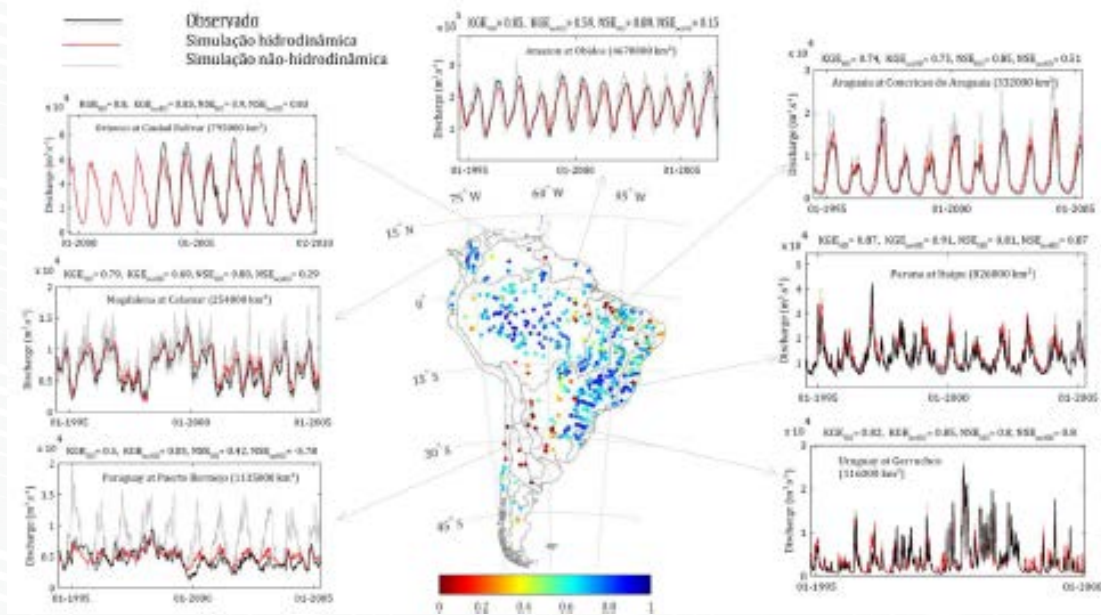
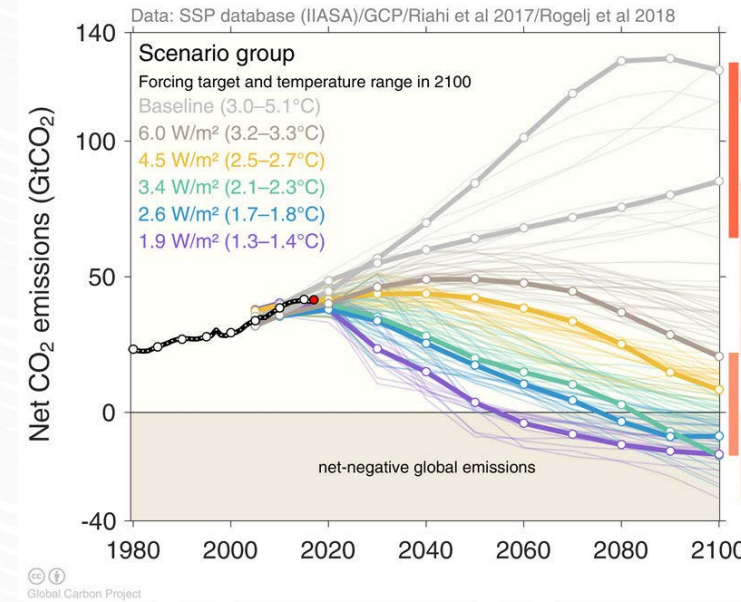
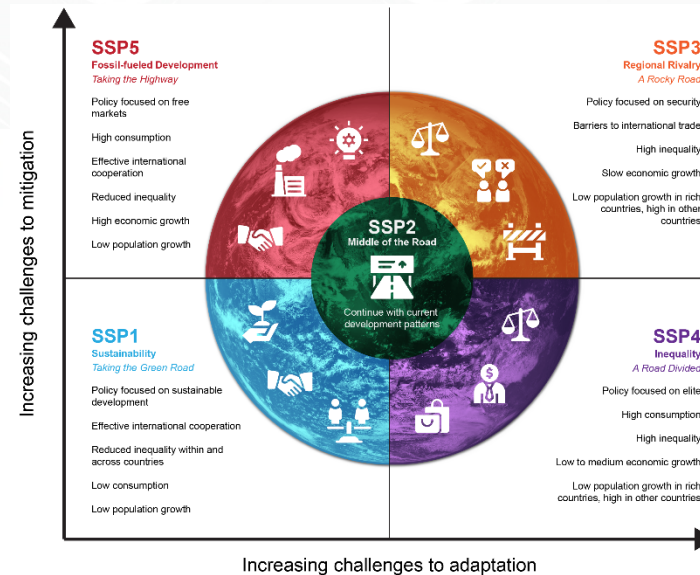
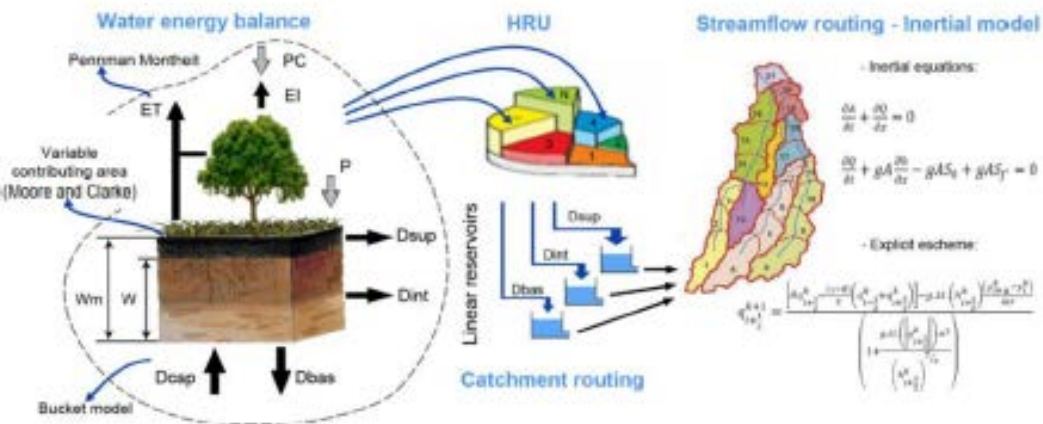
IPH-ANA-HGE-CLIMA-A3

Porto Alegre - RS
Abril 2024



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

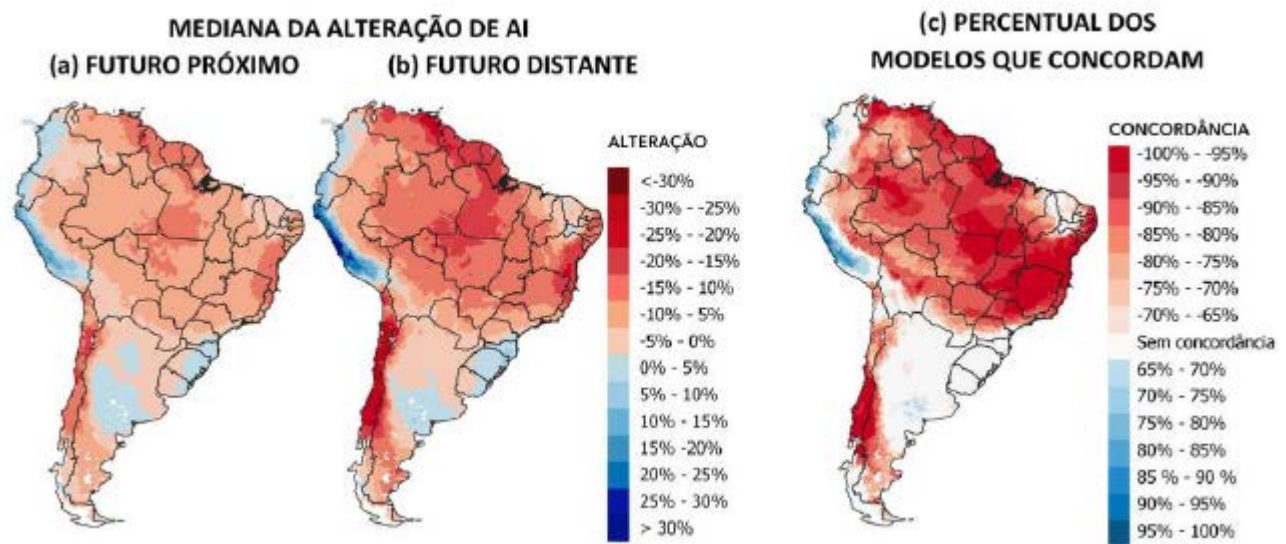
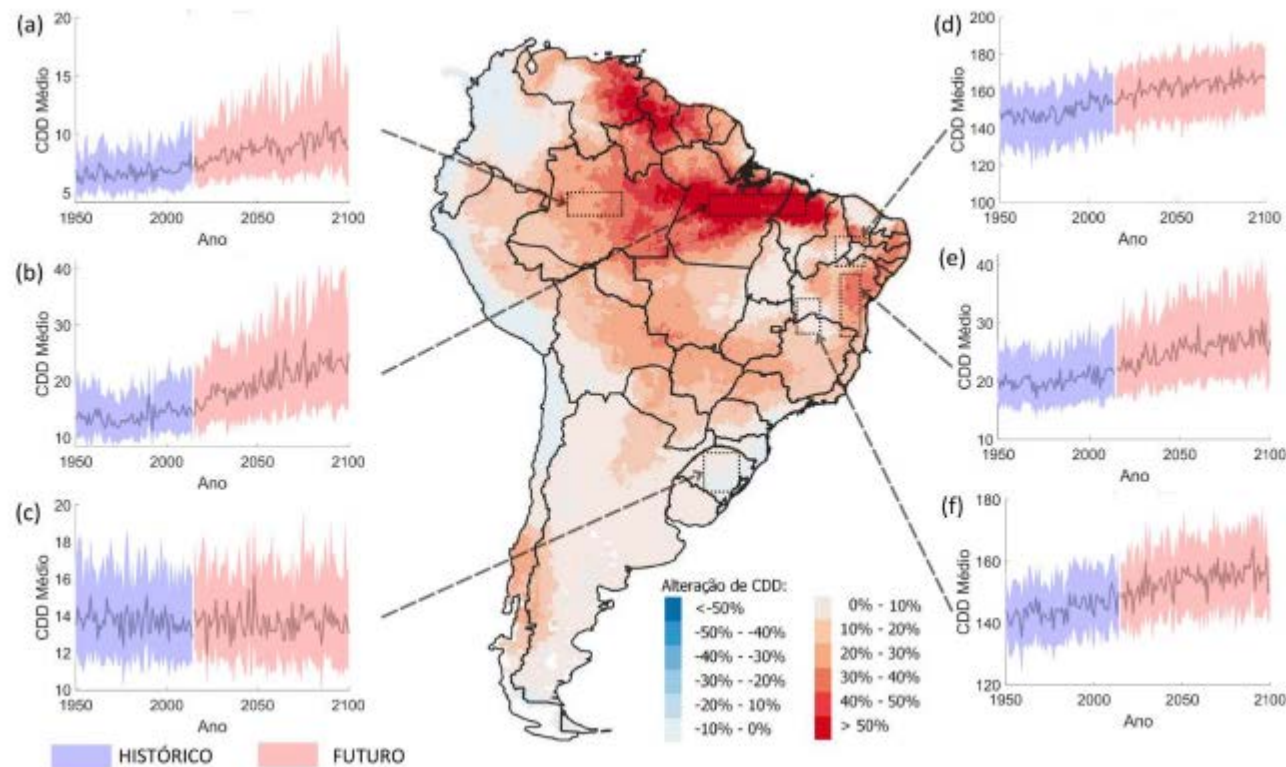
MUDANÇA CLIMÁTICA NA HIDROLOGIA DA AMÉRICA DO SUL



Projeções de temperatura de acordo com o cenário, em graus Celsius

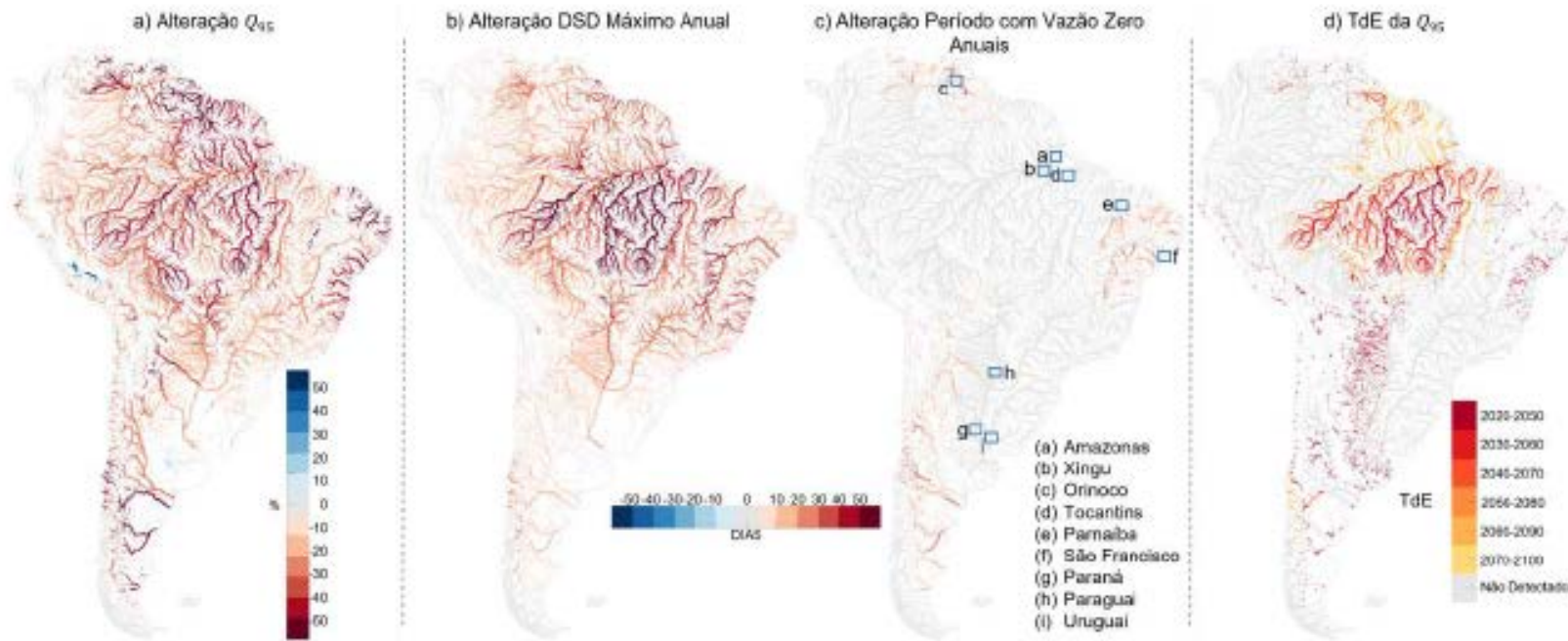
Cenário	Curto prazo (2021-2040)		Médio prazo (2041-2060)		Longo prazo (2081-2100)	
	Estimativa central	Variação muito provável	Estimativa central	Variação muito provável	Estimativa central	Variação muito provável
SSP1-1.9	1,5	1,2 a 1,7	1,6	1,2 a 2	1,4	1 a 1,8
SSP1-2.6	1,5	1,2 a 1,8	1,7	1,3 a 2,2	1,8	1,3 a 2,4
SSP2-4.5	1,5	1,2 a 1,8	2	1,6 a 2,5	2,7	2,1 a 3,5
SSP3-7	1,5	1,2 a 1,8	2,1	1,7 a 2,6	3,6	2,8 a 4,6
SSP5-8.5	1,6	1,3 a 1,9	2,4	1,9 a 3	4,4	3,3 a 5,7

Séries temporais de CDD para o período histórico (azul) e futuro (vermelho) obtidas a partir de 28 GCMs. A linha continua representa a média entre os modelos, e a área preenchida é delimitada pelos percentis. As séries temporais são apresentadas para seis regiões de interesse.

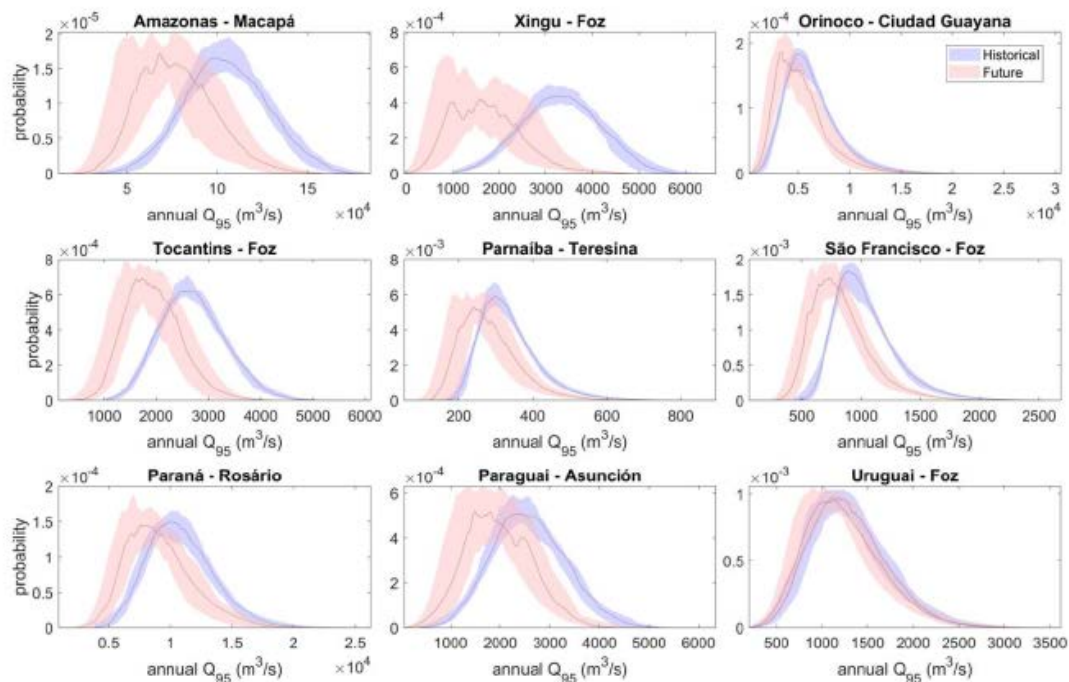


Projeções de alteração do índice de aridez para o período (a) futuro próximo, 2015-2065, e (b) futuro distante, 2050-2100, com tons quentes indicando regiões mais áridas e tons frios indicando regiões mais úmidas, em relação à média histórica, e (c) percentual dos modelos que concordam para aumento (cores quentes) ou redução (cores frias) da aridez.

Resultados de alteração para (a) Q_{95} média anual, (b) DSD máximo médio anual e (c) duração média anual da intermitência, e (d) detecção de ToE.

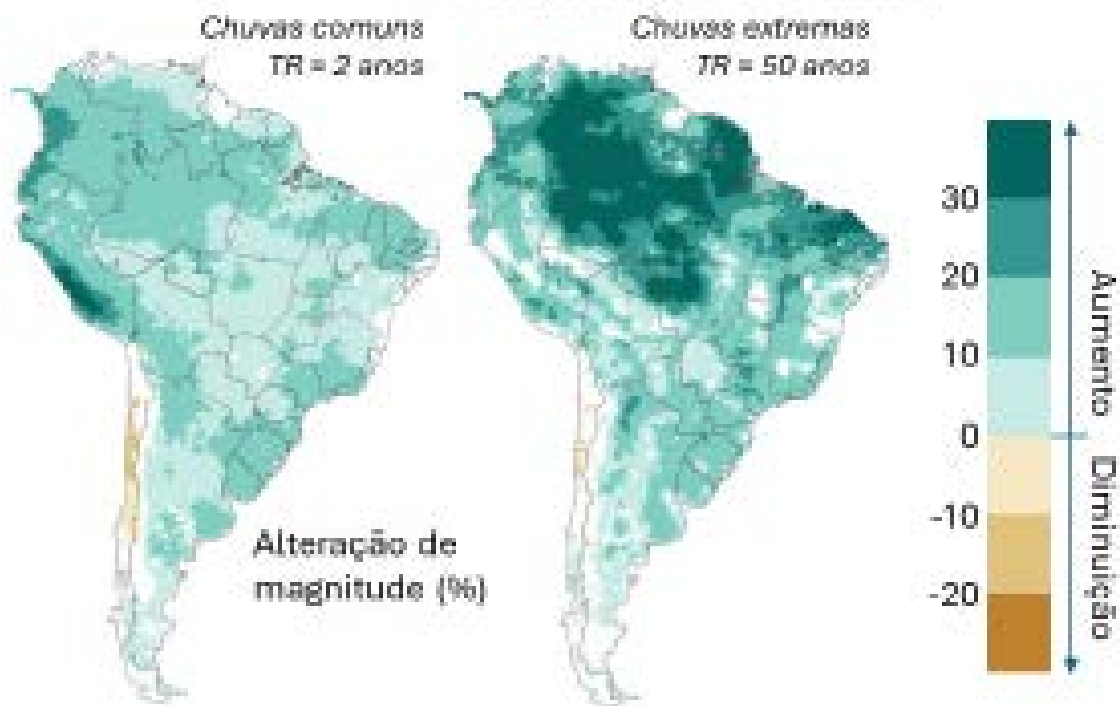


Funções de Densidade de Probabilidade (FDPs) da Q_{95} anual ajustadas para distribuição GEV em algumas grandes bacias sul-americanas para os períodos histórico (azul) e futuro (vermelho). A área sombreada indica a distância interquartil do conjunto de modelos climáticos, e a linha sólida indica a mediana do conjunto.

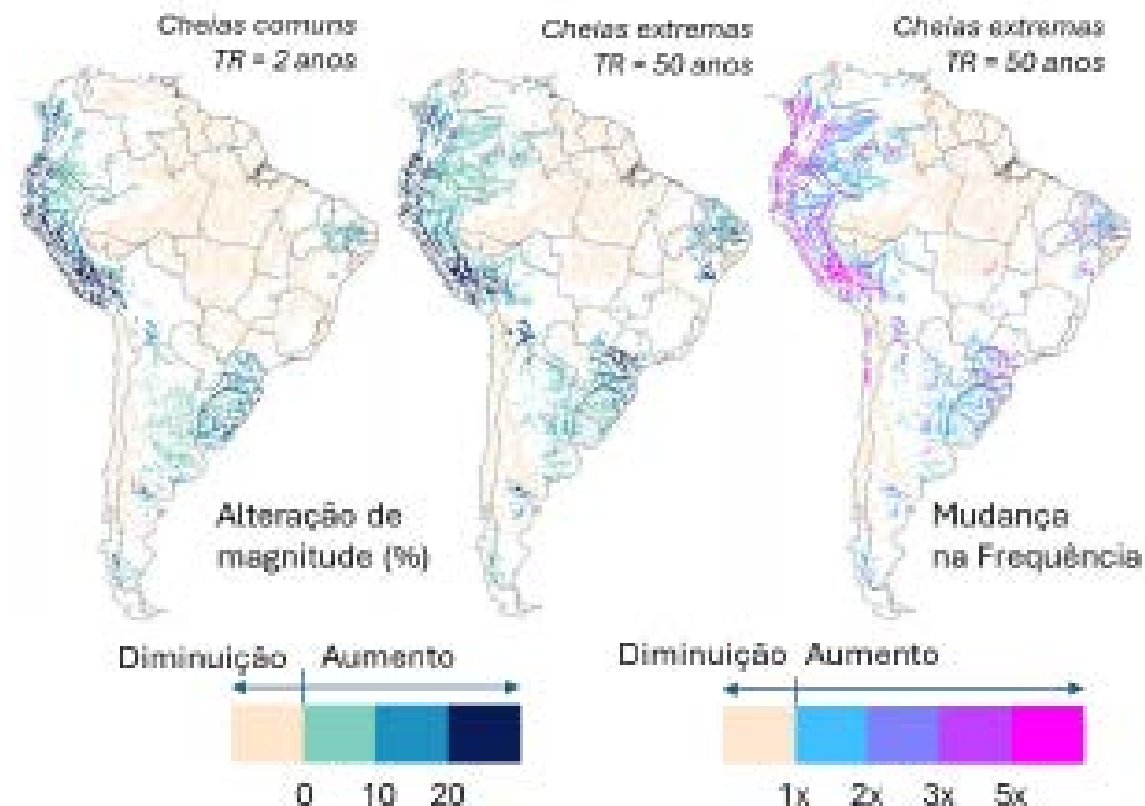


Projeções de impacto da mudança climática na magnitude e frequência da precipitação máxima diária e vazão máxima nos rios na América do Sul. Comparação entre período futuro (2050 a 2100) e histórico (1965 a 2015) considerando a mediana dos resultados do modelo hidrológico MGB forçado com 28 modelos climáticos globais (cor neutra indica não concordância entre modelos) e o cenário intermediário SSP2-4.5.

Impacto da mudança climática Precipitação máxima



Vazão Máxima





Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Nota Técnica

Critérios hidrológicos para adaptação à mudança climática: Chuvas e cheias extremas na Região Sul do Brasil

Rodrigo Paiva*, Walter Collischonn, Pedro Miranda, Ingrid Petry, Fernando Dornelles,
Joel Goldenfum, Fernando Fan, Anderson Ruhoff e Hugo Fagundes

*rodrigo.paiva@ufrgs.br

27 de maio de 2024

Objetivo

Apresentar critérios hidrológicos para adaptação à mudança climática, relacionada a chuvas e cheias extremas, para aplicações em projetos de infraestrutura, mapeamento de áreas de risco e planejamento durante e após a recuperação dos desastres de 2023 e 2024 na região Sul do Brasil.

2. A fim de considerar projeções do impacto da mudança climática (ver Anexo 1), deve-se calcular a variável de interesse considerando o critério mais restritivo entre os itens a seguir:

- 2.1. **Aumento da magnitude:** A magnitude da precipitação intensa ou da vazão máxima estimada com base no histórico passado para o Tempo de Retorno pretendido no estudo/projeto deve ser aumentada pelos fatores conforme a tabela abaixo:

Tabela 1. Fatores de aumento da magnitude da precipitação e vazão máxima

Tempo de Retorno	Precipitação máxima	Vazão máxima
até 10 anos	15 %	15 %
maior que 10 anos	20%	20%

- 2.2. **Aumento na frequência de eventos extremos:** O Tempo de Retorno (TR) adotado para estimar variáveis com base no histórico passado deve ser majorado em relação ao pretendido para o futuro no estudo/projeto conforme a tabela abaixo:

Tabela 2. Alteração no Tempo de Retorno (TR) adotado devido a mudança climática para pequenas e grandes bacias.

TR de projeto (anos)	TR a ser adotado (anos)	
	$A < 1000 \text{ km}^2$	$A > 1000 \text{ km}^2$
2	3	3
5	12	10
10	25	20
25	75	60
50	200	150
100	450	350
200	1000	800
500	3500	2500
1000	8000	6000

* A é a área de drenagem.

**IMPACTO DA MUDANÇA
CLIMÁTICA NOS RECURSOS
HÍDRICOS DO BRASIL**



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

IMPACTO DA MUDANÇA CLIMÁTICA NA DISPONIBILIDADE DE HÍDRICA

INTRODUÇÃO E CONTEXTO

TERMO DE REFERÊNCIA (TR) – PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

1. IDENTIFICAÇÃO

Elaboração do novo Plano Nacional de Recursos Hídricos pela Agência Nacional de Águas e Secretaria de Segurança Hídrica do Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR.

6. COMPONENTES

Estrutura do PNRH



Diagnóstico Consolidado e Prognóstico

- *Deverão ser considerados estudos que considerem cenários possíveis de alterações do clima com impactos na disponibilidade hídrica das principais bacias brasileiras;*
- *Nesse caso, deverão ser gerados no território a situação projetada do balanço hídrico, simulando possíveis alterações do quadro de áreas críticas para os horizontes do plano;*

Avaliar os cenários representativos de mudança do clima e os **impactos** decorrentes dessas mudanças sobre a disponibilidade hídrica no Brasil.

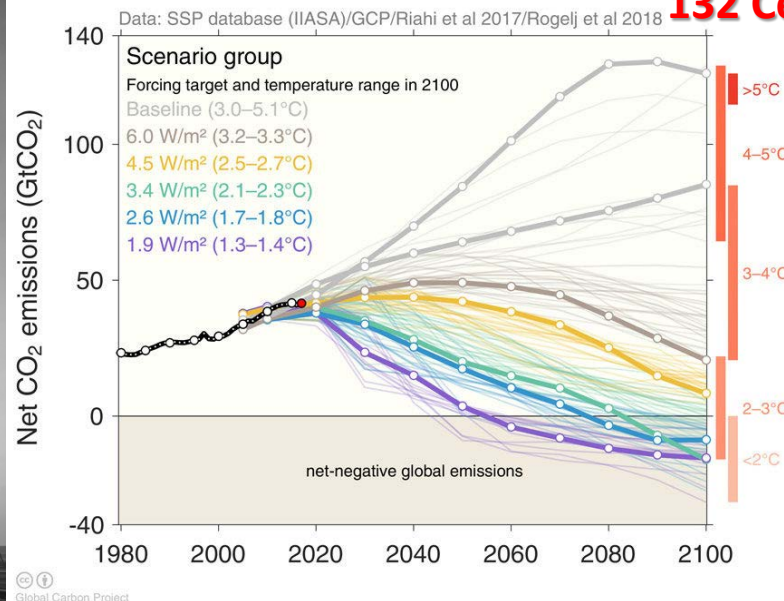
Essa avaliação foi apresentada em 3 horizontes temporais e na menor escala territorial disponível considerando o recorte espacial (BHO) utilizado na gestão.



IMPACTO DA MUDANÇA CLIMÁTICA NOS RECURSOS HÍDRICOS DO BRASIL



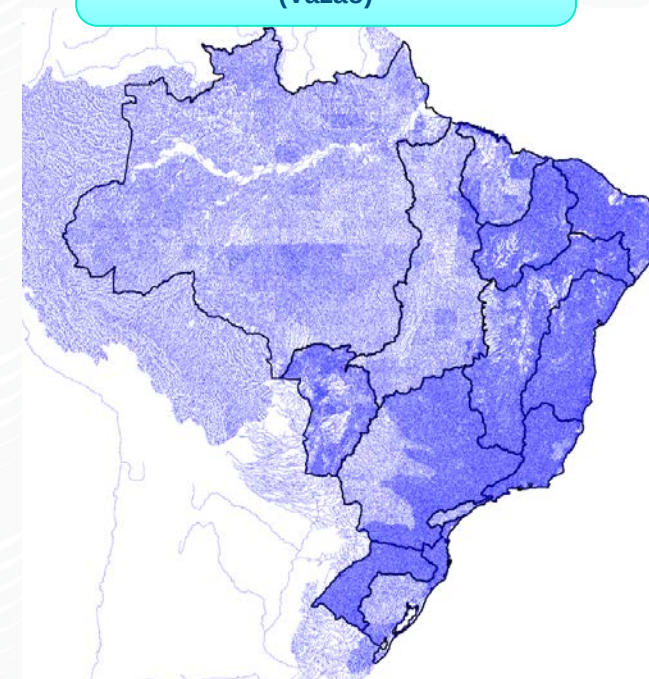
Cenários de Mudanças Climáticas



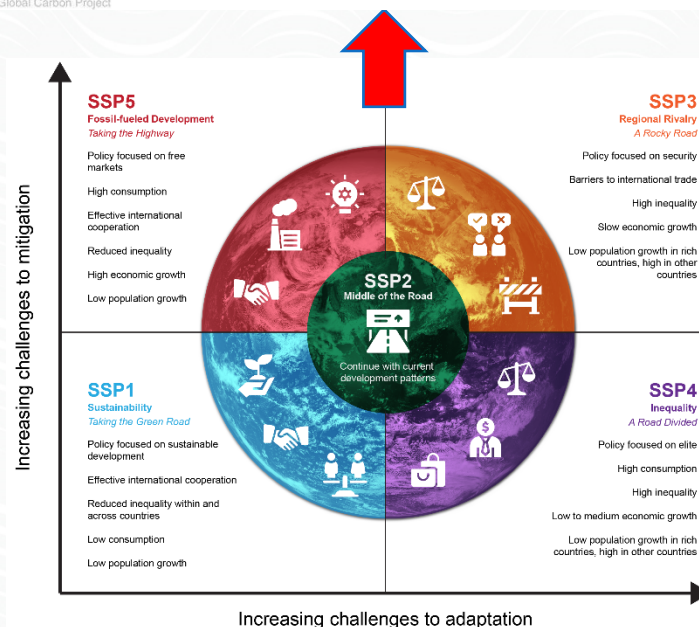
**33 MCGs e 4 cenários SSPs
(SSP2-4.5, SSP5-8.5, SSP1-2.6 e SSP3-7.0)**

132 Cenários Futuros!!

Precipitação, Evapotranspiração (ET0), Disponibilidade Hídrica (Vazão)



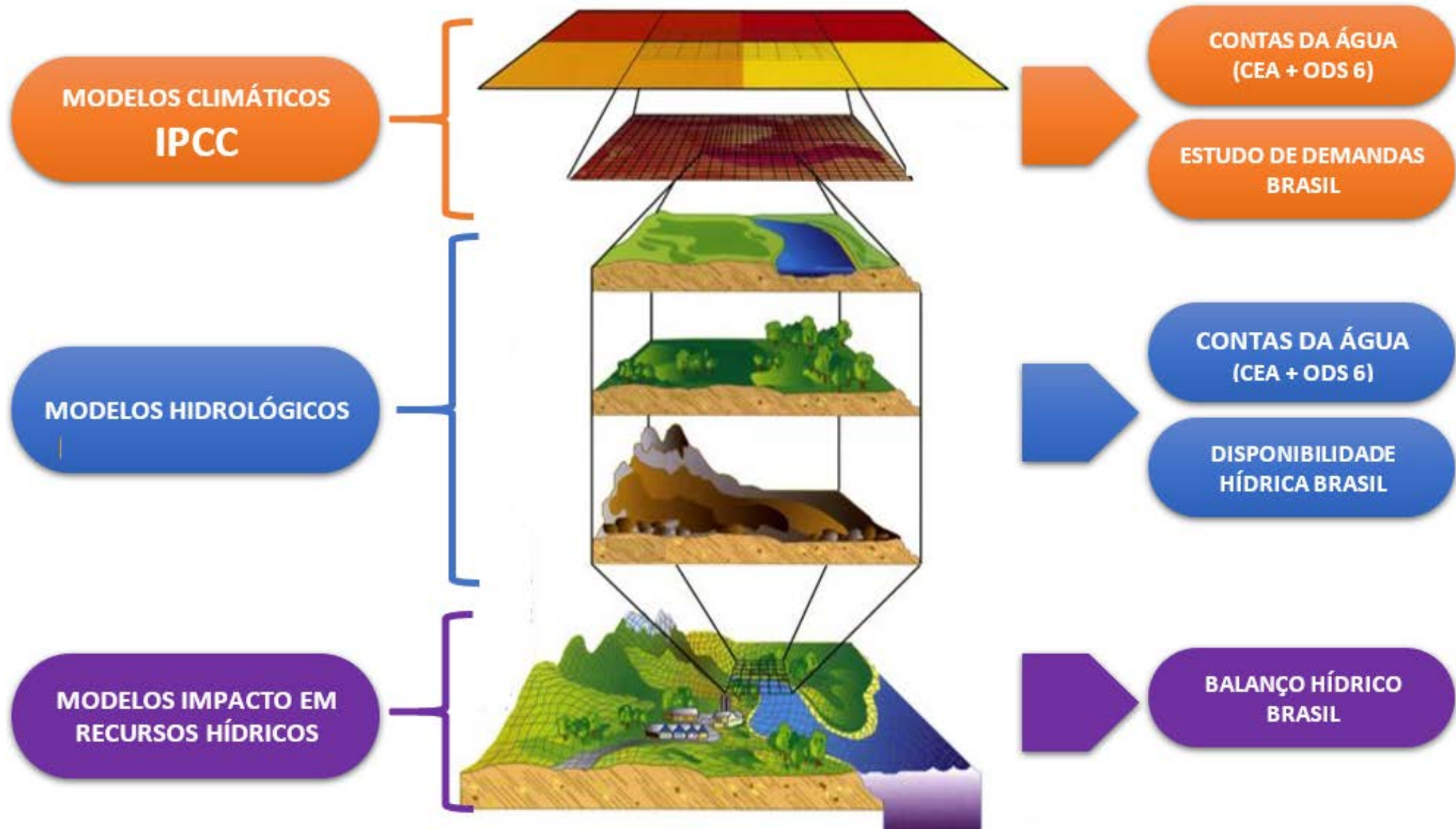
462883 Trechos de Rio da BHO



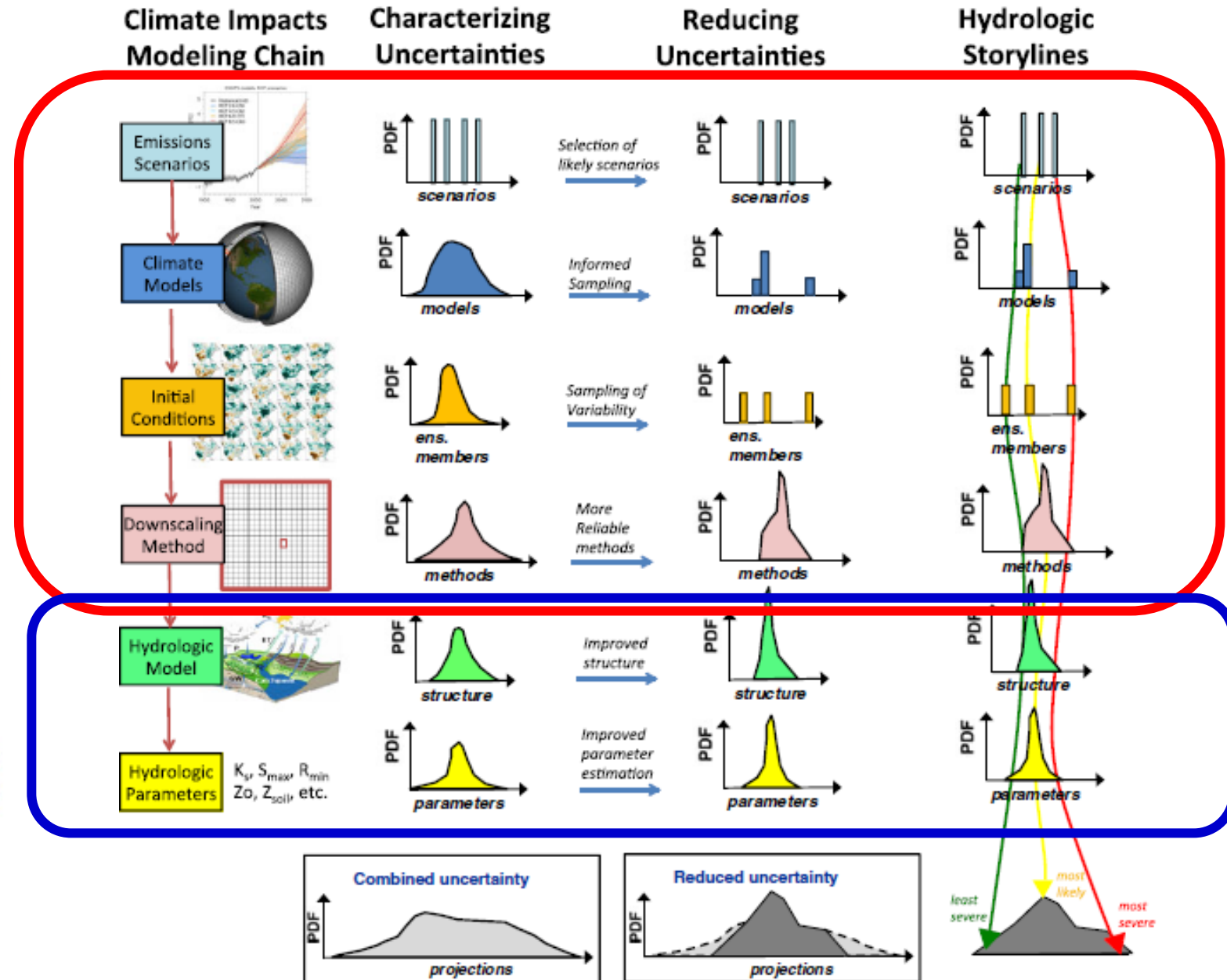
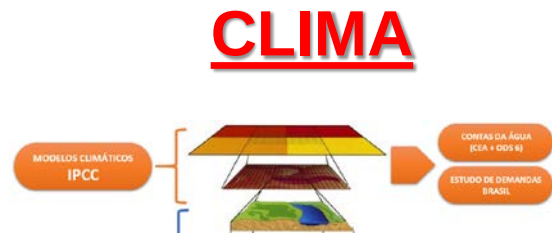
Projeções de temperatura de acordo com o cenário, em graus Celsius

Cenário	Curto prazo (2021-2040)		Médio prazo (2041-2060)		Longo prazo (2081-2100)	
	Estimativa central	Variação muito provável	Estimativa central	Variação muito provável	Estimativa central	Variação muito provável
SSP1-1.9	1,5	1,2 a 1,7	1,6	1,2 a 2	1,4	1 a 1,8
SSP1-2.6	1,5	1,2 a 1,8	1,7	1,3 a 2,2	1,8	1,3 a 2,4
SSP2-4.5	1,5	1,2 a 1,8	2	1,6 a 2,5	2,7	2,1 a 3,5
SSP3-7	1,5	1,2 a 1,8	2,1	1,7 a 2,6	3,6	2,8 a 4,6
SSP5-8.5	1,6	1,3 a 1,9	2,4	1,9 a 3	4,4	3,3 a 5,7

Framework Básico do Estudo de Impacto da MC



Incertezas consideradas e incorporadas no estudo

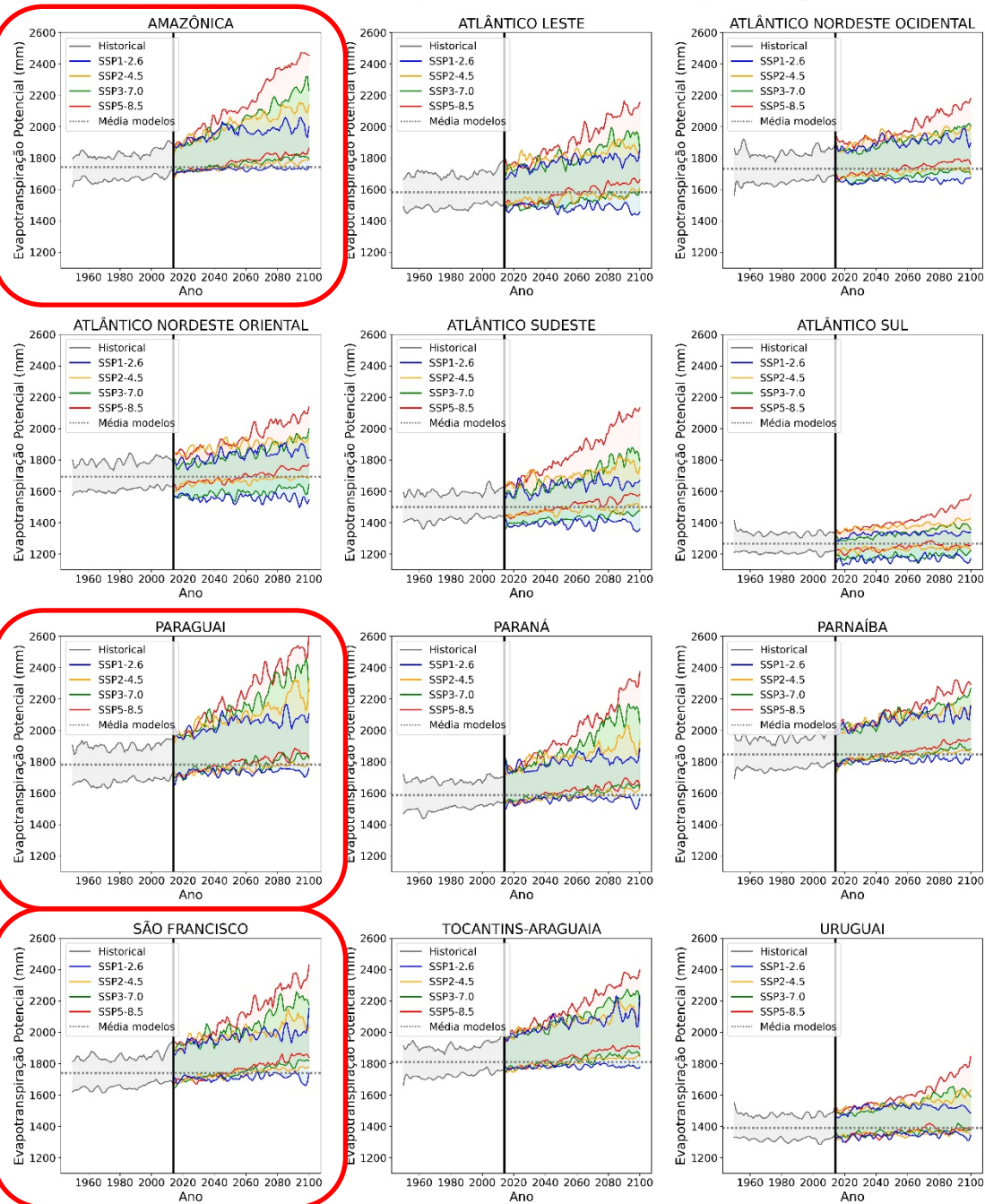


**IMPACTO DA MUDANÇA
CLIMÁTICA NOS RECURSOS
HÍDRICOS DO BRASIL**

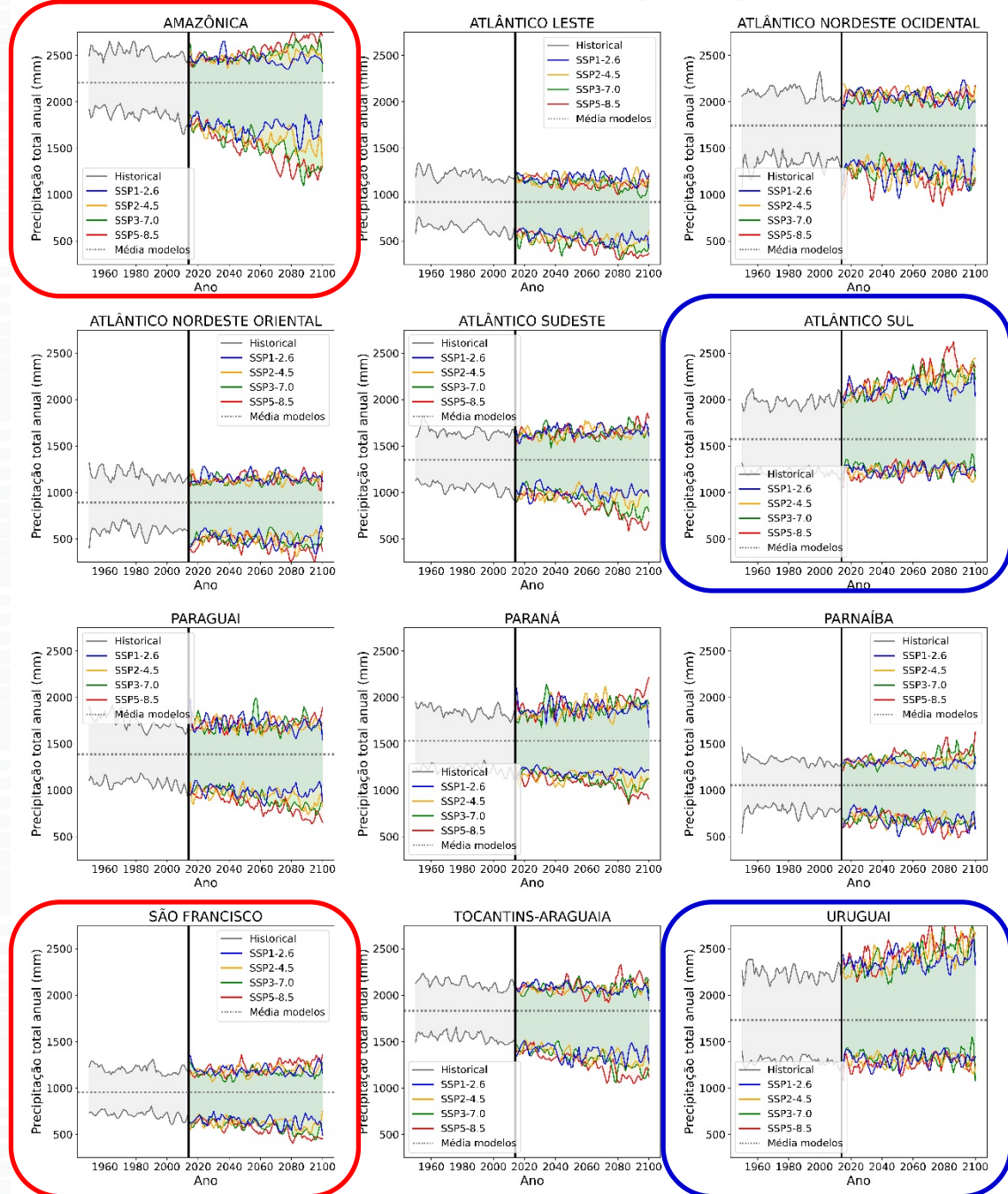


RESULTADOS PARA O

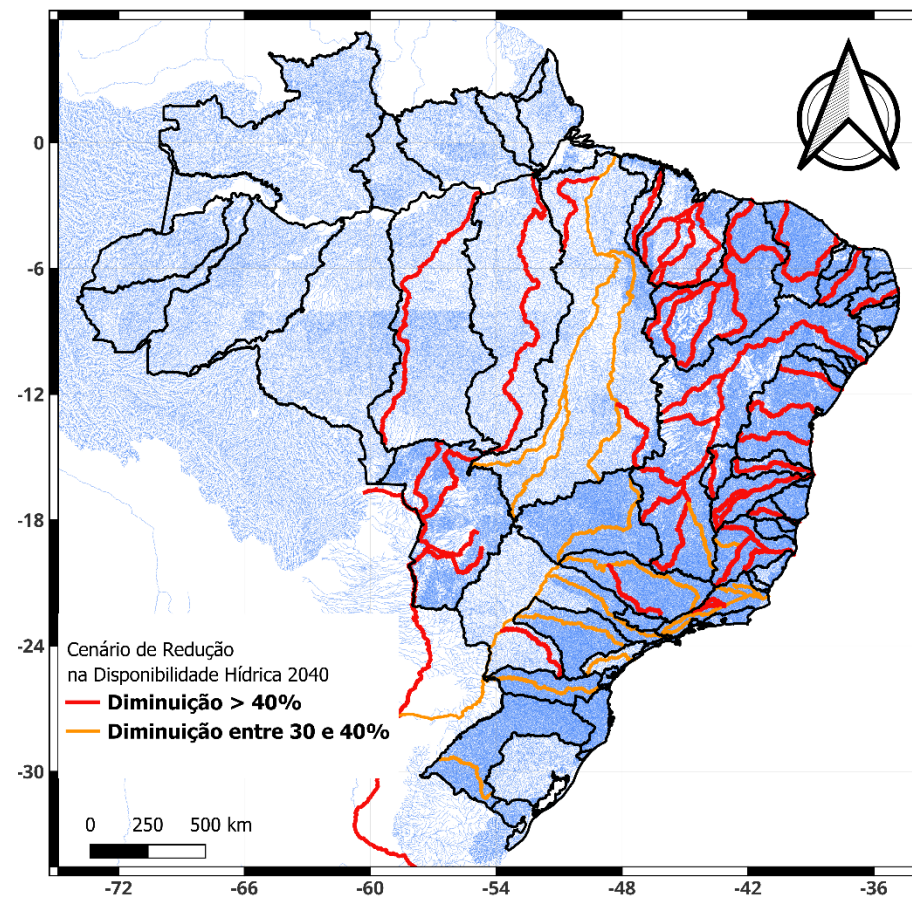
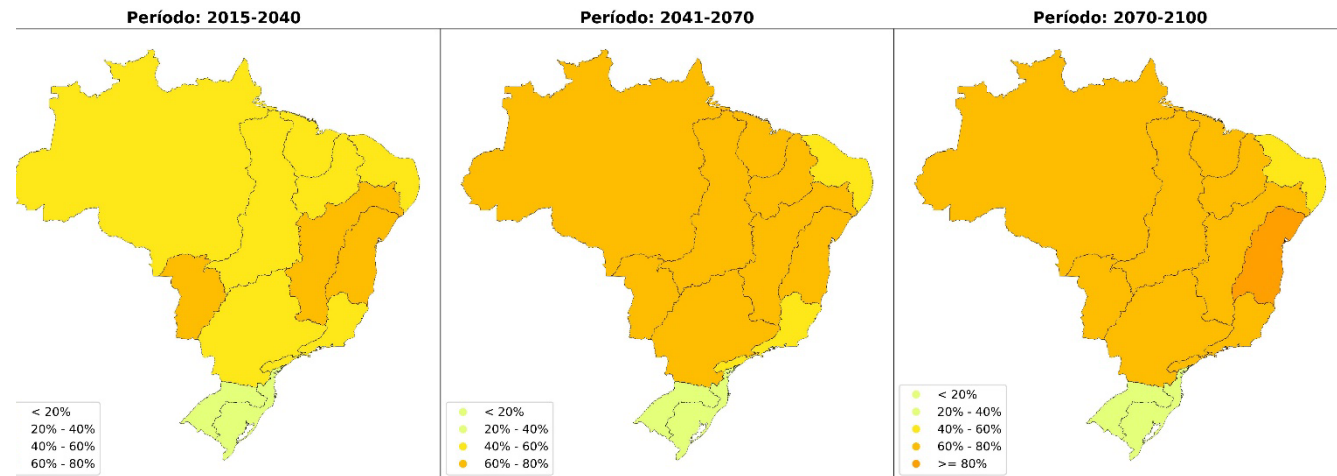
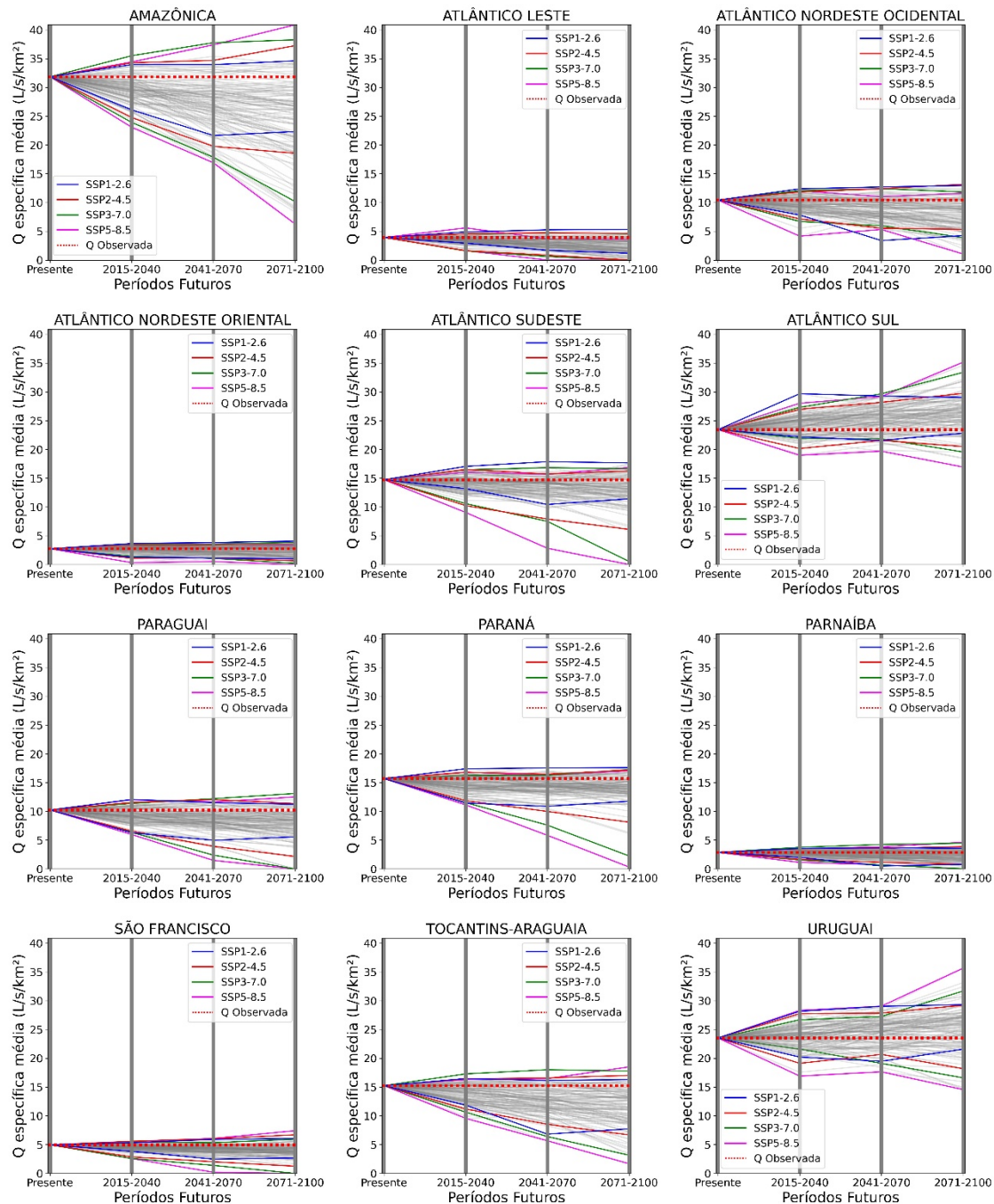
Evapotranspiração Potencial média total anual dos MCGs nas Regiões Hidrográficas



Precipitação total anual média dos MCGs nas Regiões Hidrográficas



Vazão incremental específica média das ottobacias nas Regiões Hidrográficas para os MCGs

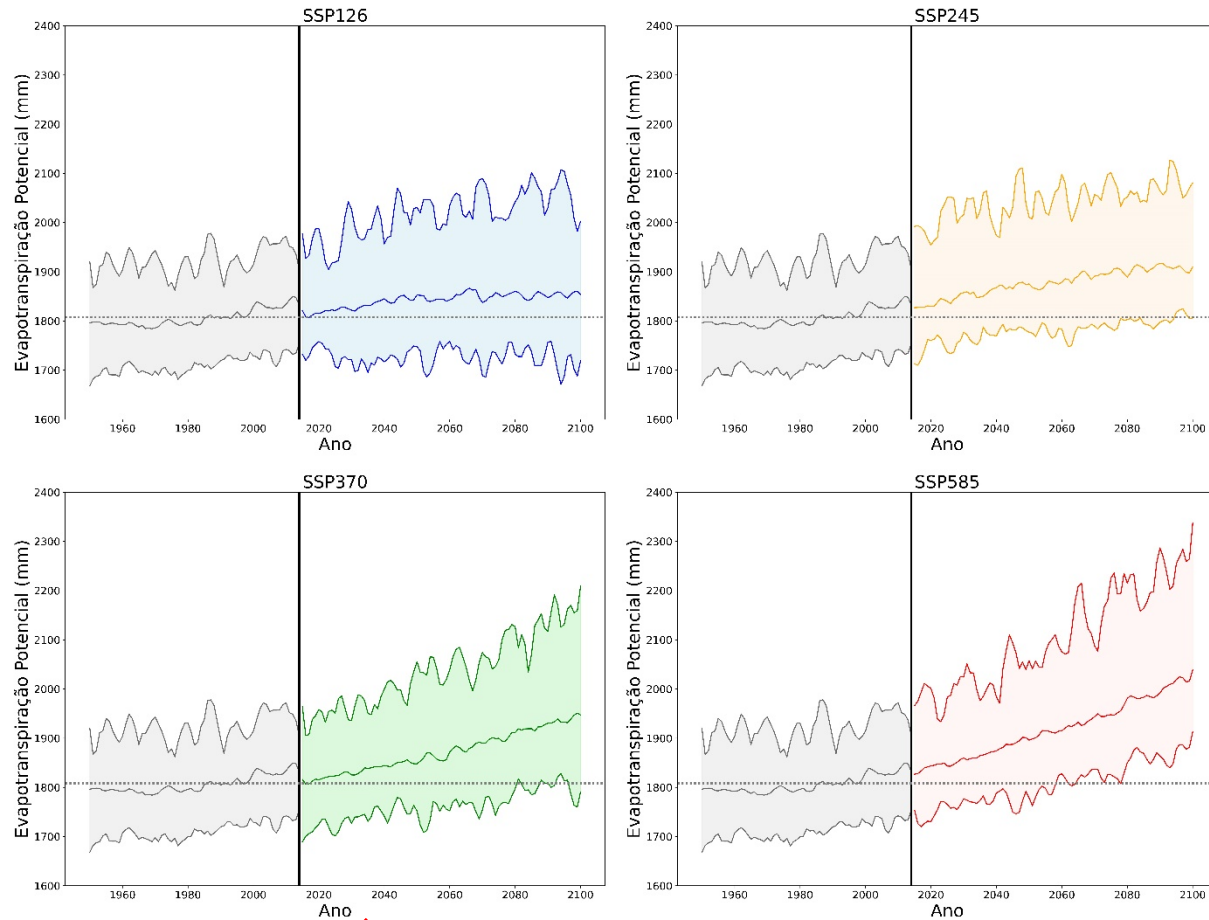


IMPACTO DA MUDANÇA
CLIMÁTICA NOS RECURSOS
HÍDRICOS DO BRASIL



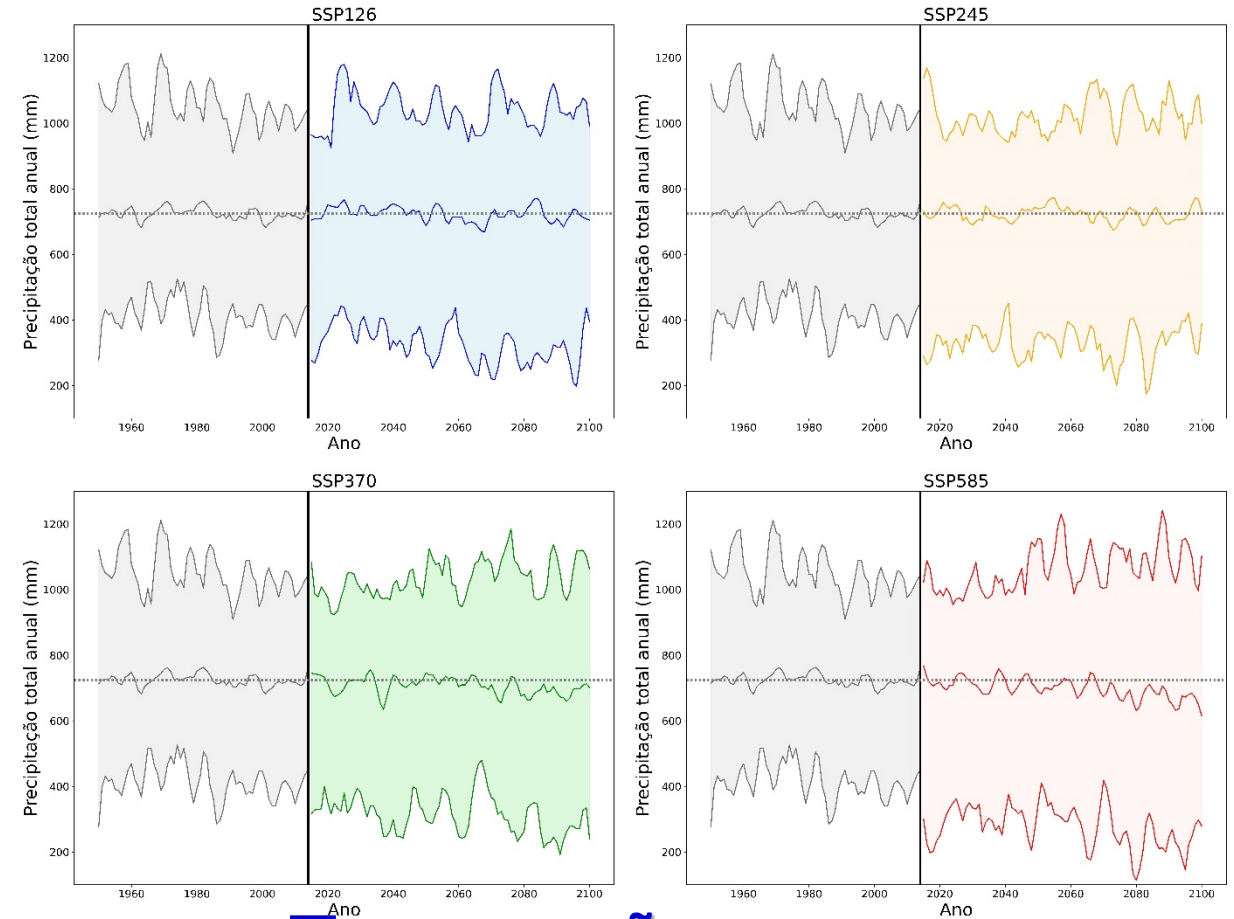
RESULTADOS PARA O BACIA DO RIO PIANCÓ- PIRANHAS-AÇU

Evapotranspiração Potencial média total anual dos MCGs na Bacia do Piranhas-Açu



↑ AUMENTO DA ETP

Precipitação total anual média dos MCGs na Bacia do Piranhas-Açu

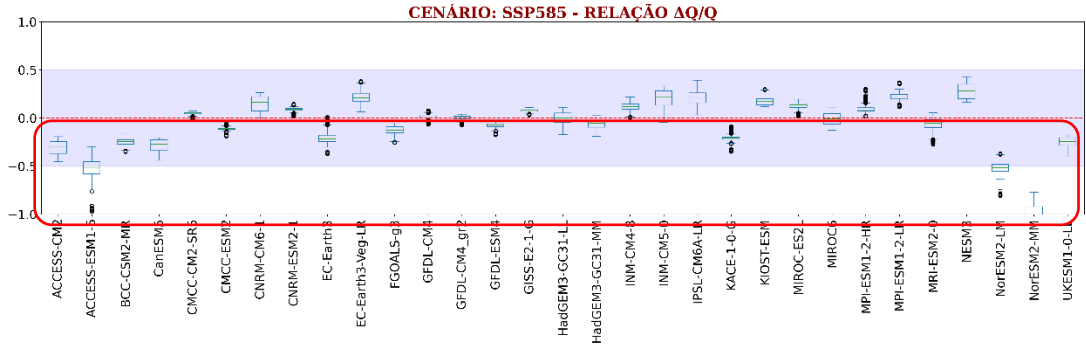
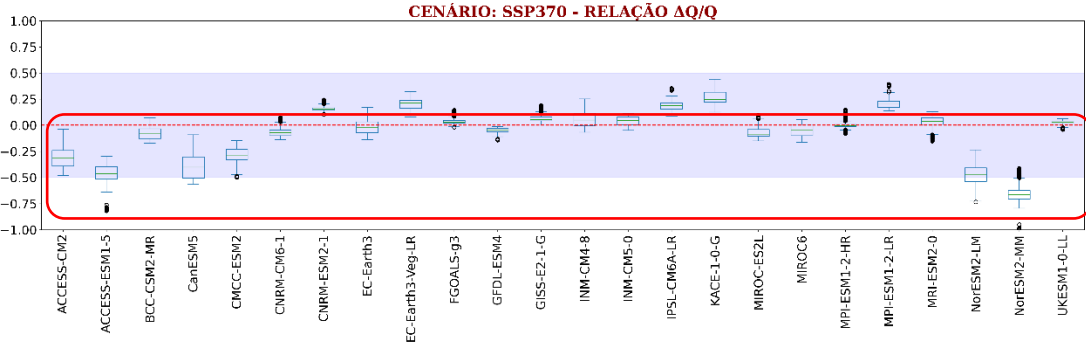
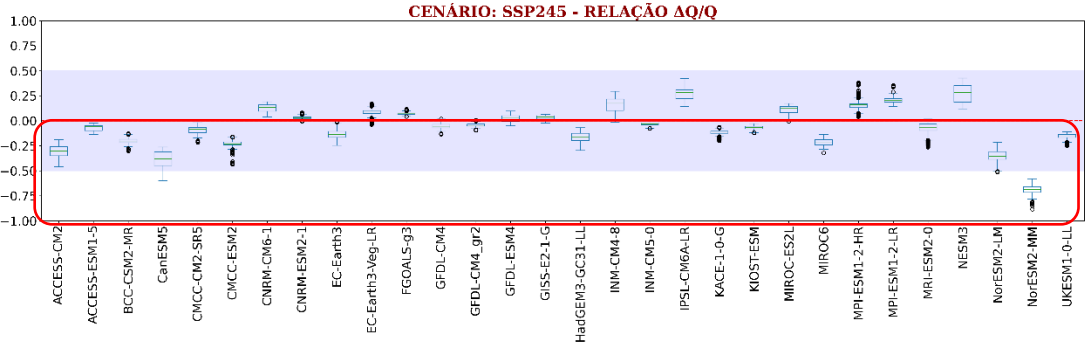
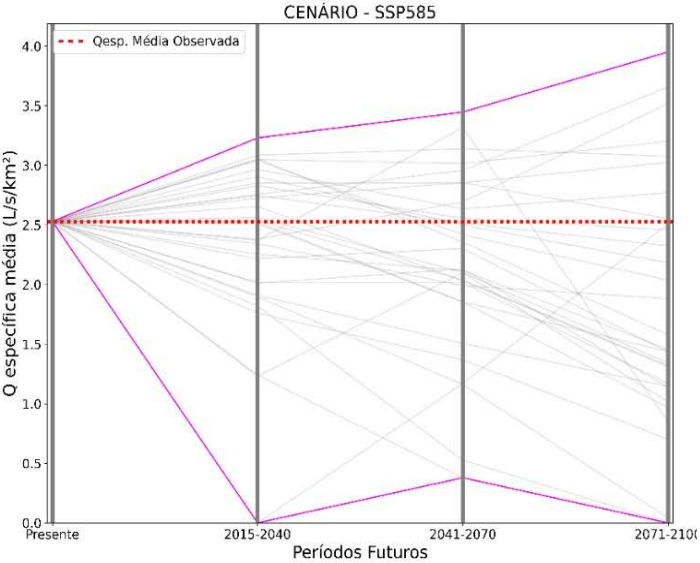
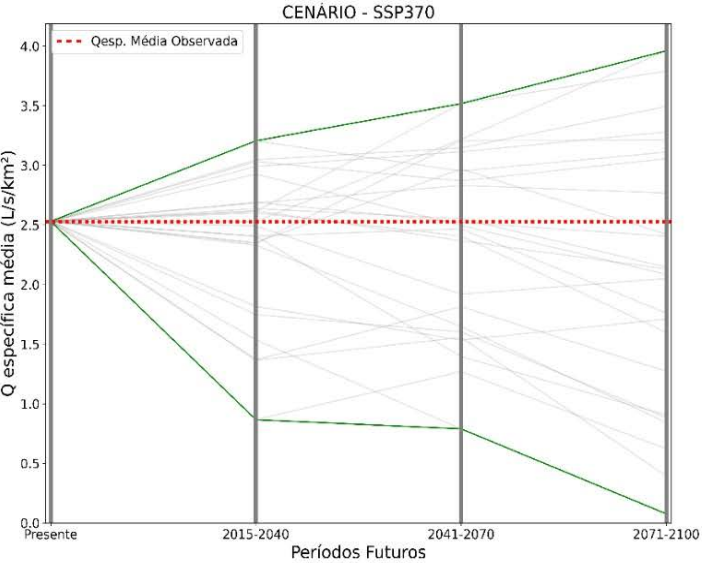
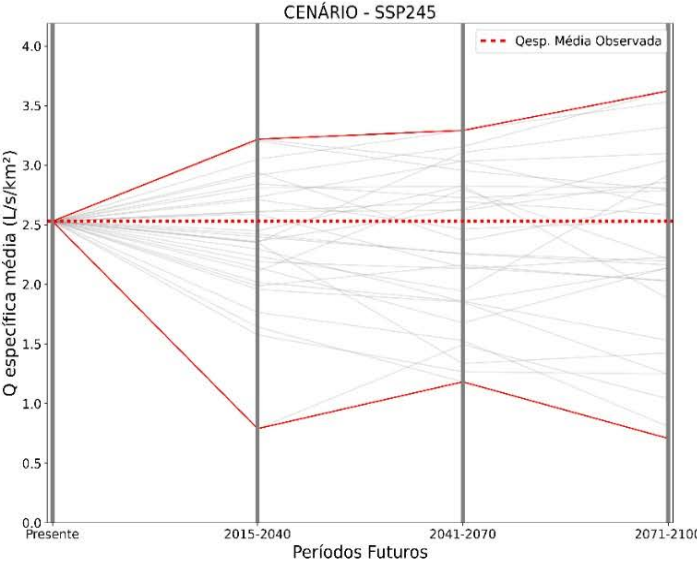
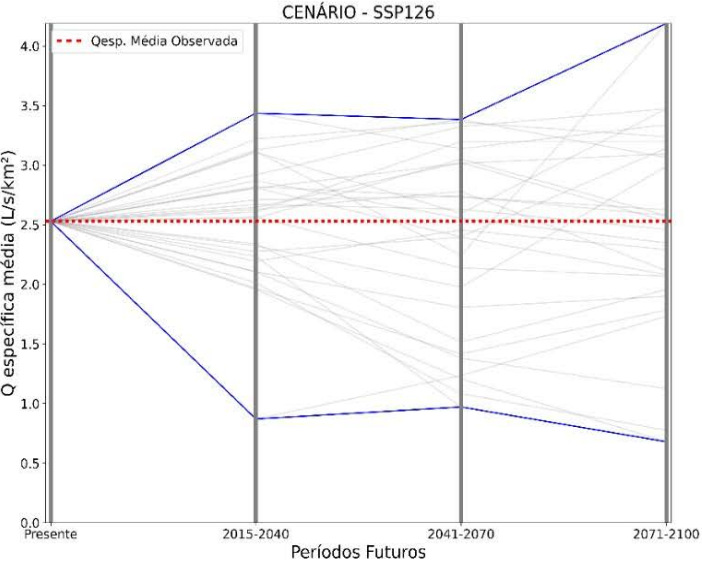


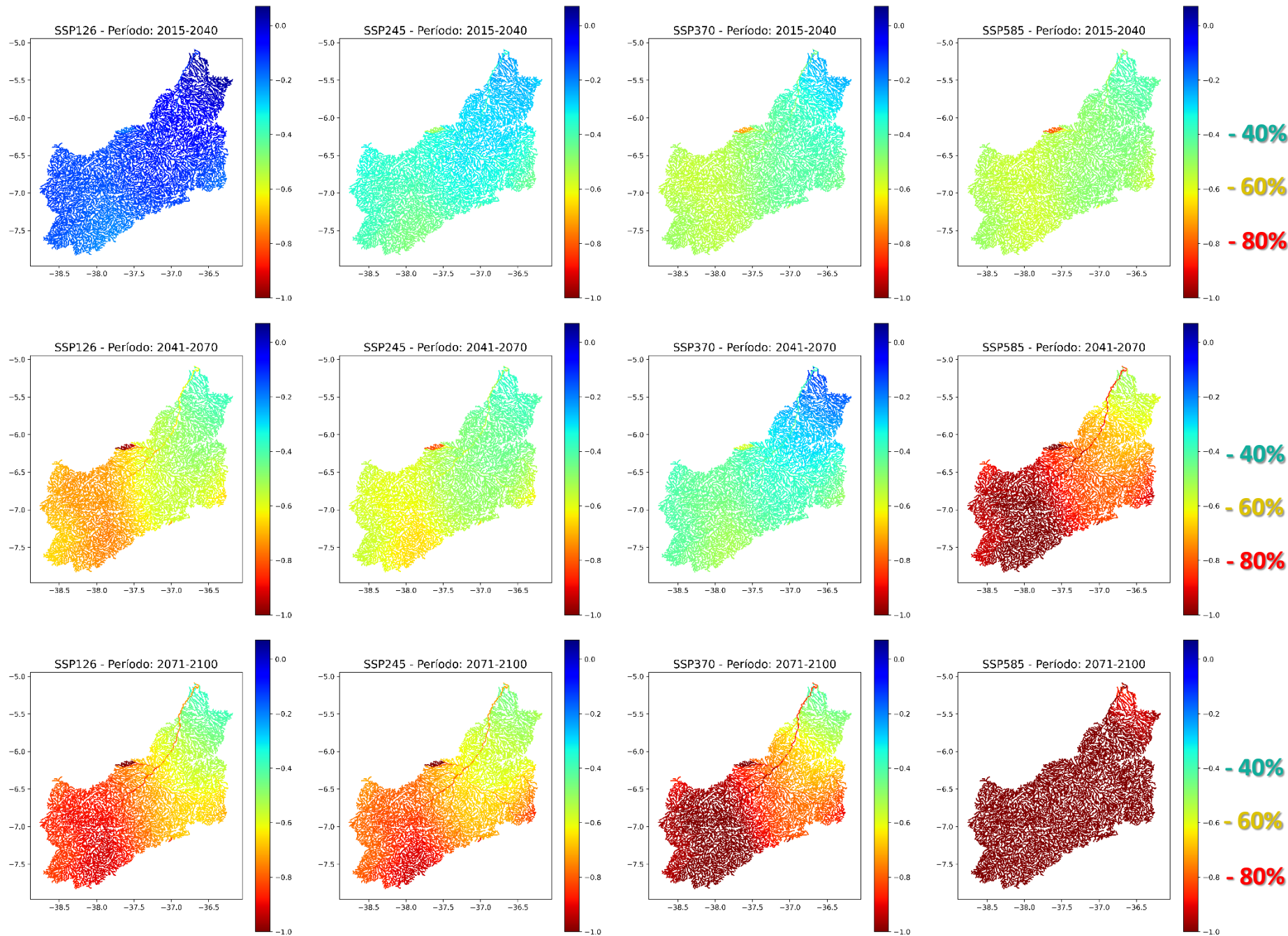
↓ DIMINUIÇÃO DA CHUVA



Tendência de impactos negativos na agricultura!!

Vazão incremental específica média das ottobacias na Bacia do Piranhas-Açu para os MCGs





Resultados em cada um dos 4830 trechos da hidrografia para diferentes modelos, emissão e períodos!

**MAIOR EMISSÃO DE GEE
MAIOR DIMINUIÇÃO DA VAZÃO!!!**

**IMPACTO DA MUDANÇA
CLIMÁTICA NOS RECURSOS
HÍDRICOS DO BRASIL**

COOPERAÇÃO EM TECNOLOGIAS PARA
ANÁLISES HIDROLÓGICAS EM ESCALA
NACIONAL

SUBPROJETO – CLIMA

Impactos de Mudanças Climáticas em
Extremos de Vazão
(Cheias e Estiagens)
Relatório Final

IPH-ANA-HGE-CLIMA-A3

Porto Alegre - RS
Abril 2024



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Estudos inéditos e inovadores sendo fundamental na consideração da **mudança climática** na gestão e planejamento dos recursos hídricos no Brasil;
- Escala espaço-temporal compatível com a escala de gestão de recursos hídricos no Brasil;
- Compatível com a integração com diferentes planos de recursos hídricos, como planos estaduais, de bacias hidrográficas e setores usuários;
- Consideração mais ampla das **incertezas** nesse tipo de estudo no Brasil (**132 cenários futuros**). Ignorá-las pode nos levar a investirmos em ações que se mostrarão inadequadas no futuro e associadas a **alto nível de arrependimento**;
- Ferramenta de Justiça Climática. A população mais pobre geralmente é mais **vulnerável** aos impactos da mudança climática sobre a água. **Disponibilizado livremente**, esse estudo irá ajudar a incorporar a questão da mudança climática em todas as camadas da sociedade;

- A exceção da região Sul, TODOS os estados do Brasil apresentaram cenários críticos de **redução na disponibilidade hídrica** já em 2040. Essa diminuição é resultante da combinação do **aumento ET0 e diminuição das chuvas;**
- A **elevação da temperatura e da ET0** poderá acarretar **maior necessidade** de irrigação, refrigeração, consumo humano e animal em determinados períodos e regiões, além de afetar a capacidade de reservação e o balanço hídrico;
- Esse aumento na região Sul foi da ordem de 5% em 2040, muitas vezes sob condições de **eventos extremos de cheias e inundações**, o que nem sempre favorece o uso ou eventual benefício advindo desse aumento;
- Cenários com **aumento da emissão de GEE** (ex. SSP5-8.5) apontam cenários ainda **piores** em termos de redução da **disponibilidade hídrica** no Brasil;

MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO E ANA

ANA já vem atuando com uma gama de medidas estratégicas. Destacam-se:

- Ações de monitoramento e prevenção à eventos extremos como as **salas de situação e salas de crise**, o **Monitor de Secas do Brasil** e o **observatório regional da Amazônia**, incluindo o sistema de alerta precoce de cheias;
- Apoio a **soluções baseadas na natureza (SbN)**, reconhecendo seu valor estratégico como medida de adaptação, como no Programa Produtor de Águas;
- **Aprimorar** os instrumentos da política nacional de recursos hídricos por meio de inúmeras resoluções com definição de **regras operativas** para os principais **reservatórios** e marcos regulatórios de alocação hídrica. Destaca-se também a incorporação explícita, desde 2016, do impacto da mudança climática nos **planos de bacias hidrográficas** de domínio da união;
- Ações **institucionais** que contribuem para melhorar a **tomada de decisão** no processo de adaptação à **mudança climática** no setor de recursos hídricos, como a criação de uma **coordenação de mudanças climáticas** (COMUC) na estrutura organizacional da ANA;
- Criação da área de **regulação da drenagem urbana**, que, ao promover o manejo **sustentável** das **águas pluviais**, contribui para aumentar a **resiliência** das cidades brasileiras frente aos **impactos** dos eventos extremos.

PRÓXIMOS PASSOS

Como parte da agenda permanente da ANA no tema, estes estudos representam um processo inicial de como os recursos hídricos são impactados pela mudança climática e como podemos nos adaptar a essas mudanças. Próximos estudos deverão se dedicar a:

- **Disponibilização dos resultados numa estrutura de Power BI;**
- **Definição das séries mensais de projeções futuras de vazões nos reservatórios brasileiros (semiárido e UHEs);**
- **Avaliar como aprimorar os instrumentos da política nacional de recursos hídricos;**
- **Avaliar o impacto da mudança climática na demanda de recursos hídricos, notadamente na demanda de irrigação;**
- **Mensurar o impacto conjunto da oferta e demanda por meio do balanço hídrico;**
- **Desenvolvimento de uma nova dimensão que está sendo criada no índice de segurança hídrica (ISH) do Plano Nacional de Segurança que considere especificamente a questão da mudança climática.**

**ONDE
ENCONTRAR O
ESTUDO**

<https://www.snirh.gov.br/>

<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/home>



Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)

O SNIRH é a base para disponibilização das informações sobre águas no Brasil, contribuindo para a difusão do conhecimento sobre recursos hídricos.



Ler o Conjunto

Navegar em mapas

Explorar os indicadores

Baixar os dados

Portal de Metadados

O Portal de Metadados Geoespaciais disponibiliza bases de dados para download e suas respectivas informações descritivas. Os dados estão acessíveis em diversos formatos, sendo eles: vetoriais, como shapefiles, matriciais, planilhas e documentos de texto. Os metadados e arquivos para download são de livre acesso a toda a sociedade e estão em conformidade com os padrões da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).

Explore alguns metadados nos links do [portal](#):

Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017

Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil

Massas d'Água

Vulnerabilidade a Inundações do Brasil

[Voltar a Pesquisa](#)

[< Anterior](#)

[Próximo >](#)

[Baixar](#)

[Modo de exibição](#)

Cenários Futuros da Disponibilidade Hídrica

Dados referentes a cenários hidrológicos futuros, obtidos a partir das projeções climáticas oriundas de modelos climáticos e de projeções dos modelos climáticos globais (MCGs). Os cenários identificam os diferentes futuros hidroclimáticos plausíveis que podem ocorrer no Brasil até 2040, a partir da avaliação do percentual de cenários que apontam para o aumento ou a redução na disponibilidade hídrica, em diferentes níveis de alteração, tendo como referência a verificação desses níveis na maioria dos trechos de rios das Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGRH). Assim, a partir da avaliação do percentual de cenários que apontam para o aumento ou a redução na disponibilidade hídrica, em diferentes níveis de alteração, tendo como referência a verificação desses níveis na maioria dos trechos de rios da UGRH, observa-se uma preponderância de cenários de diminuição da disponibilidade hídrica, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Na região Sul há uma preponderância de cenários de aumento na disponibilidade hídrica associados ao aumento na frequência de cheias e inundações.

Concluído

Baixar dados e links



Cenário de Redução da Disponibilidade Hídrica

Download de "shapefile"

Download de "shapefile"
https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/31604c98-5bbe-4dc9-845d-998815607b33/attachments/cenario_reducao_disphidrica_ugrh.zip

Baixar



Cenário de Aumento da Disponibilidade Hídrica

Download de "shapefile"

Download de "shapefile"
https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/31604c98-5bbe-4dc9-845d-998815607b33/attachments/cenario_aumento_disphidrica_ugrh.zip

Baixar

Visão geral



Sem classificações

[See all feedback](#)

[Adicione seu comentário](#)

Extensão espacial



FALE COM A **ANA**



TELEFONE

(61) 2109-5400 / 5252



@anagovbr



ENDEREÇO

Setor Policial (SPO), Área 5, Quadra
3, Blocos B, L, M, N, O e T,
Brasília (DF), 70610-200.

www.gov.br/ana



MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO E DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL



Obrigado!

até a próxima.