

Caracterização de eventos extremos de precipitação em bacias do SIN e projeções futuras com base em cenários de mudanças climáticas

P&D ANEEL PD-07427-0222/2022



Dados Gerais

Projeto P&D ANEEL

Proponente: Norte Energia S.A.

Executor: Lactec

Início: 11/2022

Término: 01/2025

Prazo: 27 meses



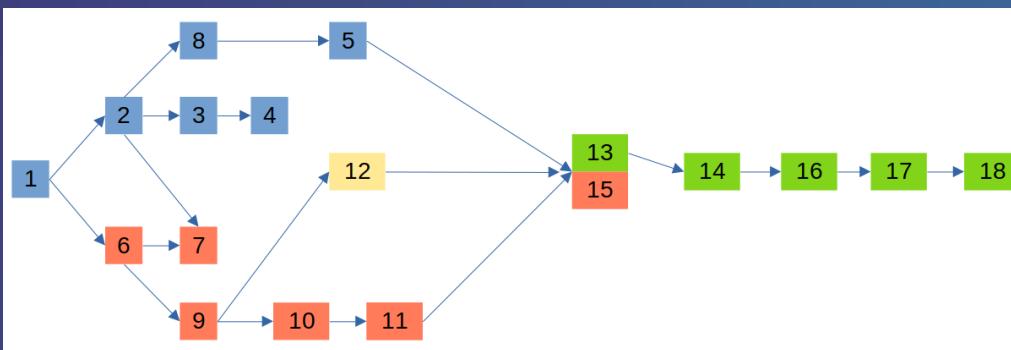


Objetivos

Uma visão ampla sobre extremos climáticos de precipitação no contexto do SIN

Estudar o passado e possíveis cenários futuros dos extremos climáticos

Entender como a disponibilidade hídrica é afetada



- Passado
- Futuro
- Disponibilidade hídrica
- Sistema



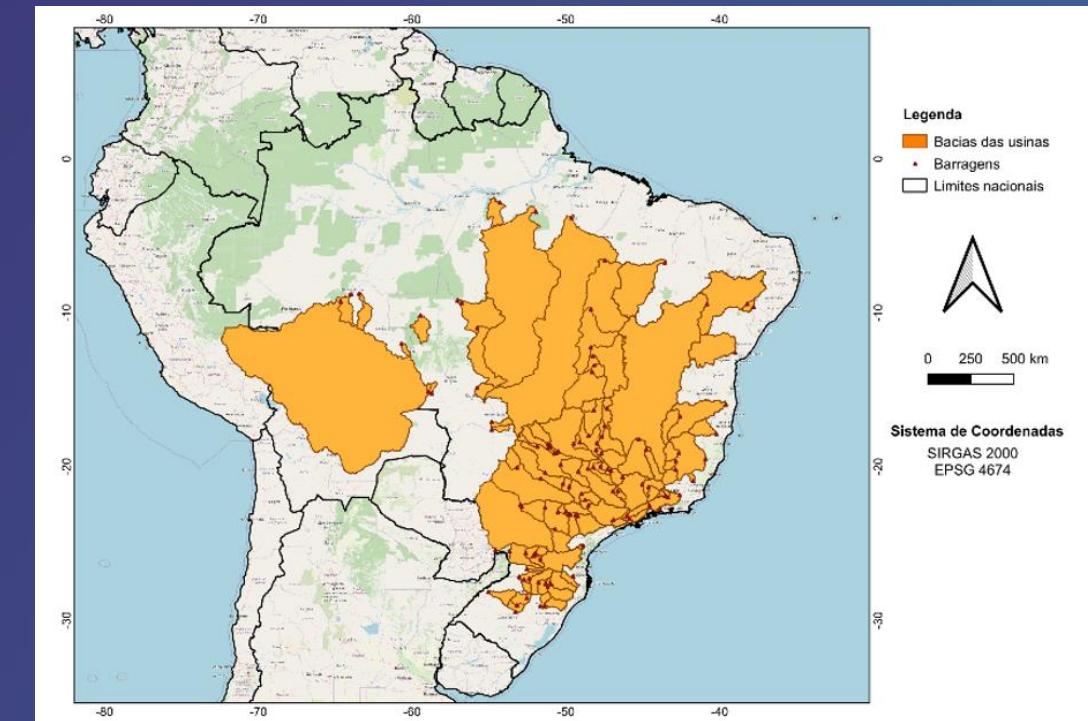
Área de Estudo



115 bacias que compõe o SIN

Diferentes tamanhos (318 a 982.131 km²)

Abrangendo todas regiões hidrográficas brasileiras



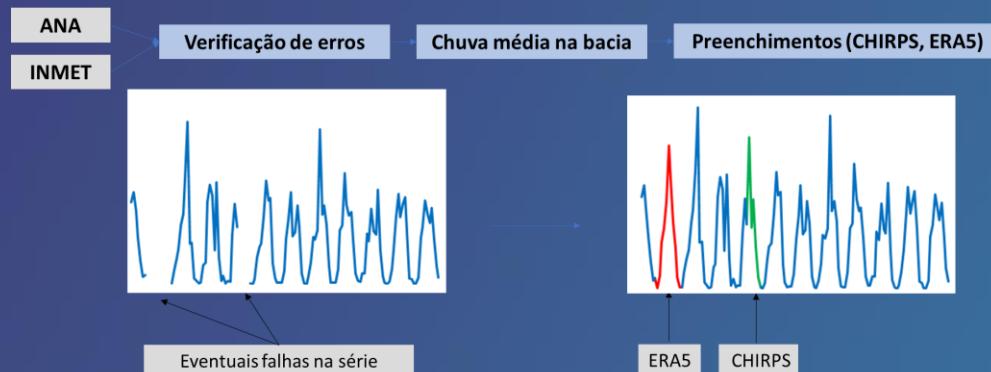
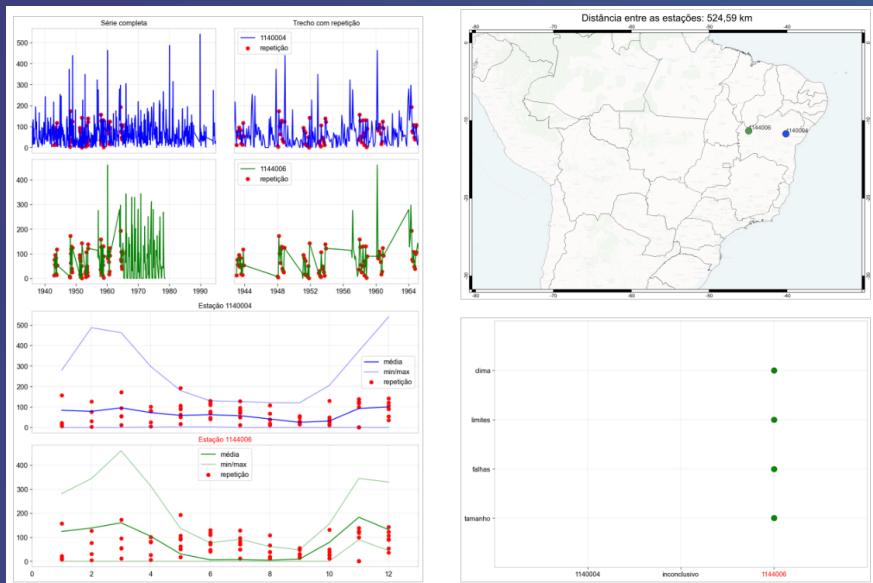
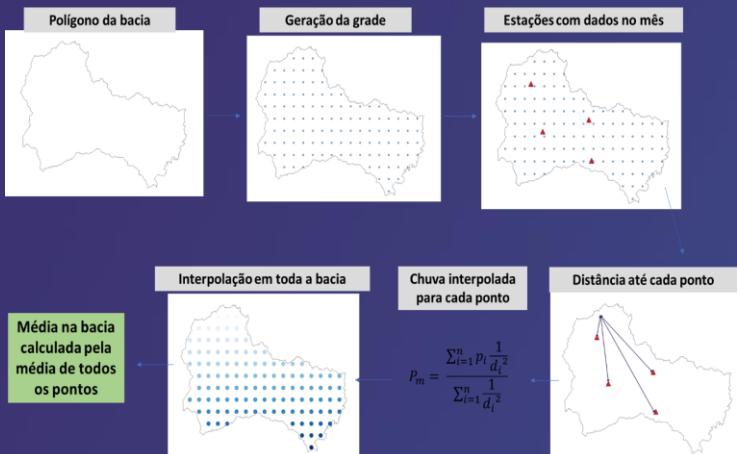


Passado

Séries de precipitação mensal

Dados ANA, INMET, CHIRPS, entre outros

Análise de erros dados de estações
pluviométricas





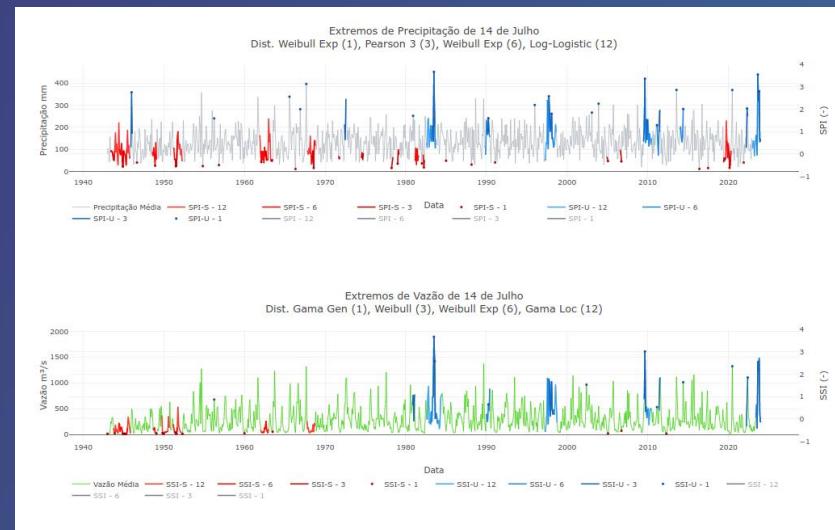
Extremos

SPI (Standardized Precipitation Index)

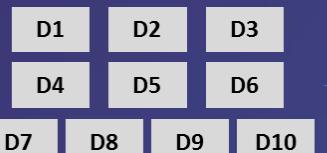
SSI (Standardized Streamflow Index)

Caracterização dinâmica e personalizada para cada bacia

Período	Melhor opção	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*
1	Gama Gen 0.83	Weibull Exp 0.76	Mescla 0.69	Gama Loc 0.26	Pearson 3 0.25	Weibull 0.03	Gama 0.01	Gumbel 0.01	Normal 0.00
3	Weibull Exp 0.18	Mescla 0.15	Pearson 3 0.06	Gama Loc 0.04	Gama 0.00	Gama Gen 0.00	Normal 0.00	Weibull 0.00	Gumbel 0.00
6	Mescla 0.08	Pearson 3 0.05	Gama Loc 0.05	Weibull Exp 0.03	Gama 0.03	Gama Gen 0.02	Normal 0.00	Gumbel 0.00	Weibull 0.00
12	Gama 0.17	Mescla 0.16	Gama Gen 0.10	Gama Loc 0.06	Pearson 3 0.05	Weibull Exp 0.04	Normal 0.00	Gumbel 0.00	Weibull 0.00
24	Mescla 0.01	Gama Loc 0.00	Pearson 3 0.00	Normal 0.00	Gama 0.00	Gama Gen 0.00	Weibull Exp 0.00	Weibull 0.00	Gumbel 0.00
36	Pearson 3 0.00	Mescla 0.00	Weibull Exp 0.00	Weibull 0.00	Normal 0.00	Gama Loc 0.00	Gama 0.00	Gama Gen 0.00	Gumbel 0.00
48	Pearson 3 0.00	Mescla 0.00	Weibull 0.00	Weibull Exp 0.00	Normal 0.00	Gama Loc 0.00	Gama 0.00	Gama Gen 0.00	Gumbel 0.00



Cálculo do SPI
utilizando 10
distribuições
diferentes



Teste de Stagge et al.
(2015)
Verificação da normalidade
da série de SPI



Teste de Pieper et al.
(2020)
Teste de classes de SPI – melhor
ajuste para extremos

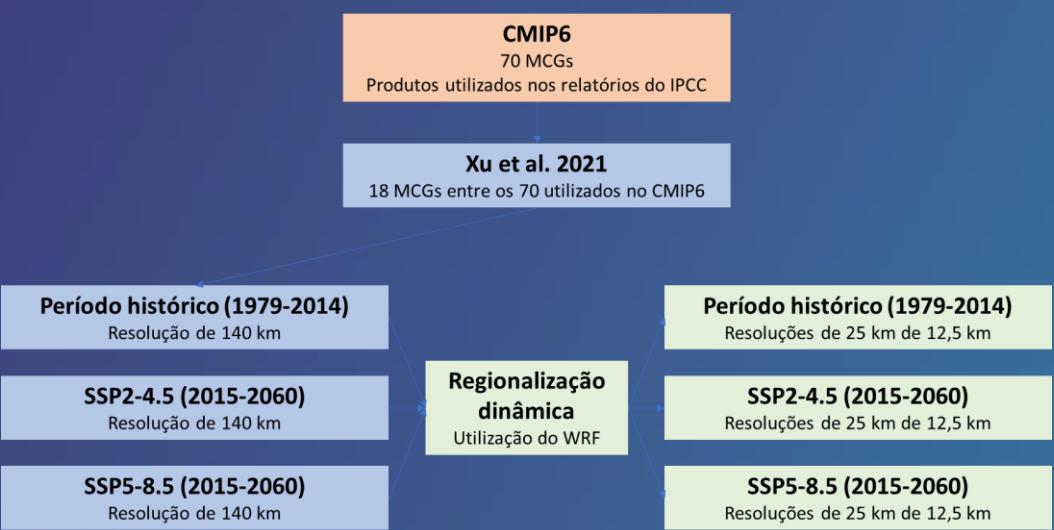
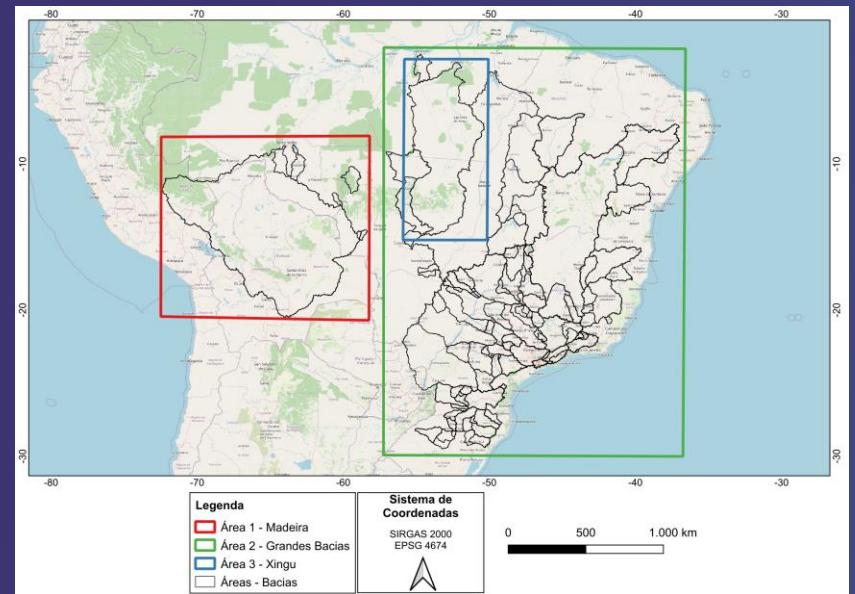
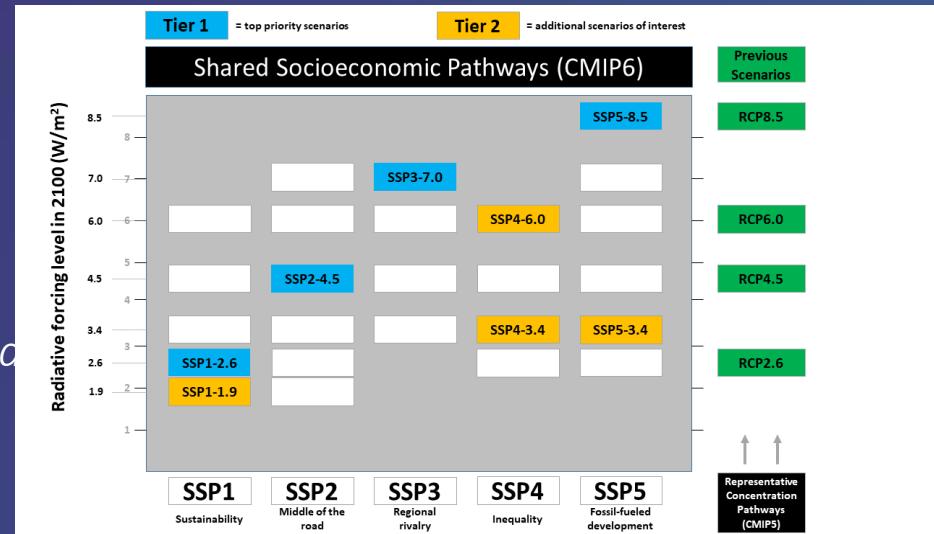
D4



Futuro

Projeções futuras

Base em modelos utilizados no CMIP6
(*Coupled Model Intercomparison Project Phase 6*)

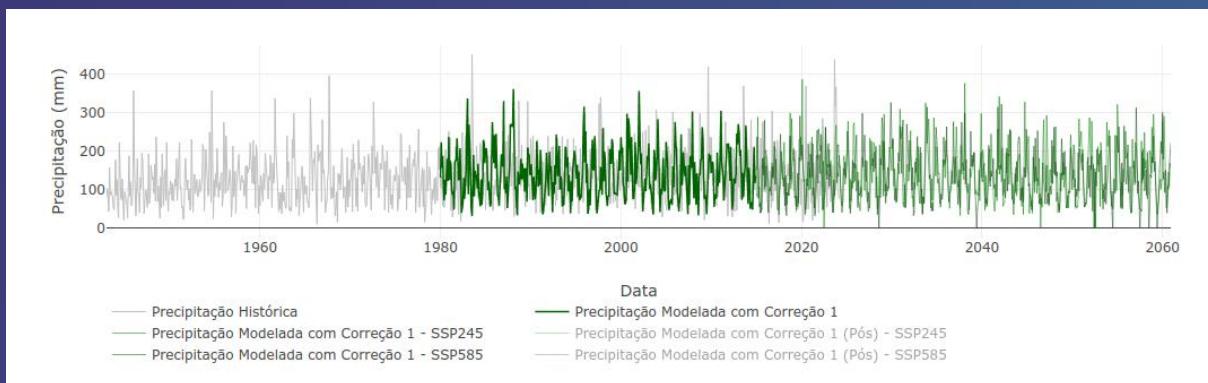
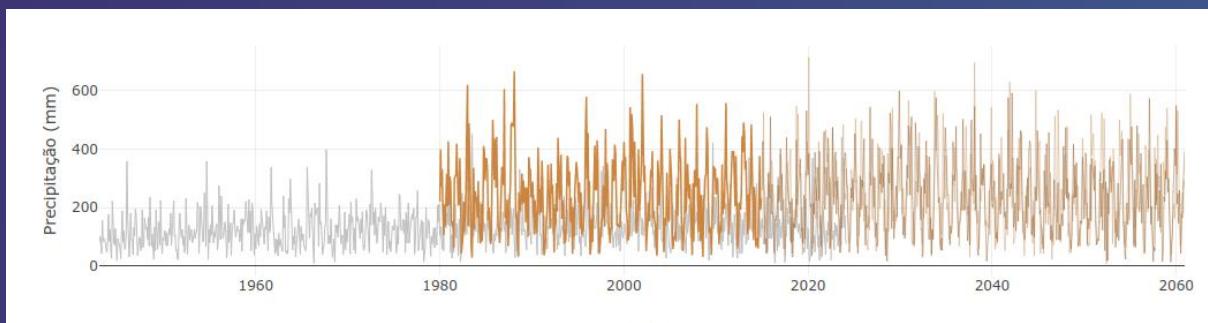




Correção de Viés

Etapa essencial em qualquer estudo hidrológico que utiliza cenários futuros de precipitação

UHE Baixo Iguaçu

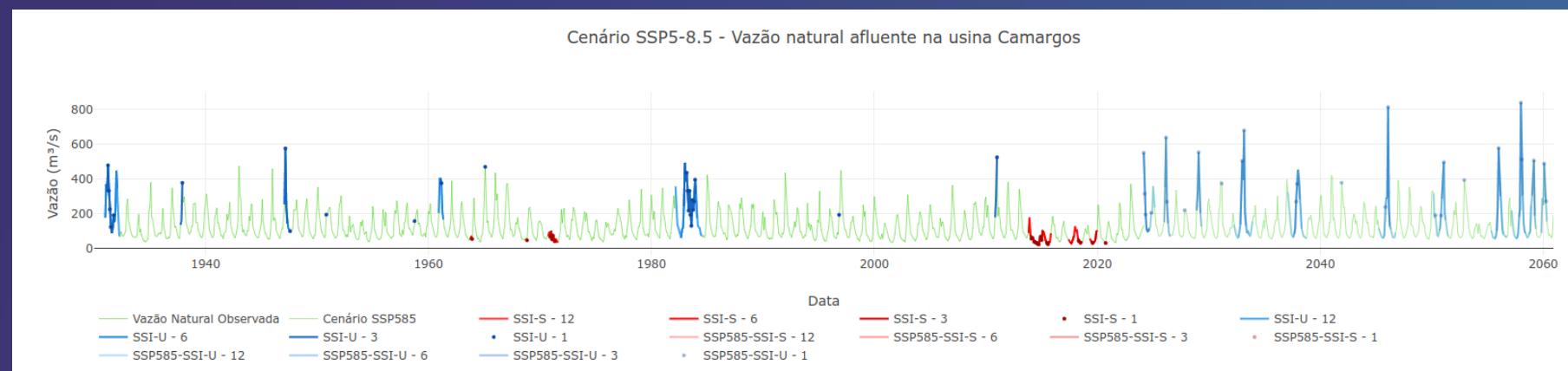
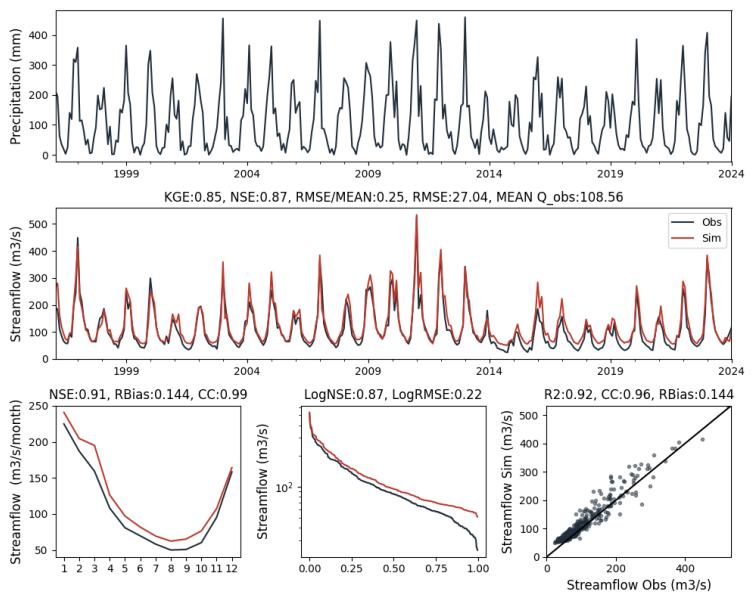




Disponibilidade Hídrica

Modelagem chuva-vazão

Modelo concentrado (GR2M)





Climex

Sistema para caracterização de extremos e comparação de projeções climáticas futuras



Análise Geral

Resumo das análises geradas para cada usina.

Escolha uma usina pela lista de seleção ou clicando no marcador correspondente no mapa.

Usinas:

Map showing the location of hydroelectric power plants across Southern Brazil, with a focus on the Paraná River basin. Major cities labeled include Foz do Iguaçu, Cascavel, Londrina, Curitiba, Paranavaí, Maringá, Apucarana, Umuarama, Cianorte, Campo Mourão, Saltinho, Assis Chateaubriand, Francisco Beltrão, São Miguel do Oeste, Patos de Minas, Xanxeré, Concórdia, Erechim, Videira, Blumenau, Jaraguá do Sul, Porto União, Araucária, Lages, Brusque, Florianópolis, Santa Rosa, Santo Ângelo, Panambi, Passo Fundo, Ijuí, Criciúma, Tubarão, and Joinville. A scale bar indicates 100 km.

SSI-SPI

Modelagem Climática

Log

Temperatura

Precipitação

Documentação

ANEEL | Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

norteENERGIA

Log

Andamento dos processos do sistema

Processo	Finalização da última rodada	Duração da última rodada	Status
Download de precipitação do CHIRPS	05/04/2024 06:08	6:08	Concluído
Download Índices Climáticos	05/04/2024 00:00	0:00	Concluído
Download Vazões Naturais	08/04/2024 11:24	0:24	Concluído
Download do inventário ANA	01/04/2024 00:02	0:02	Concluído
Download ANA Convencionais	03/04/2024 04:17	4:17	Concluído
Download ANA Telemétricos	03/04/2024 15:39	11:21	Concluído
Atualização dos dados do INMET	19/01/2024 17:35	0:24	Concluído
Atualização da disponibilidade de dados	03/04/2024 15:55	0:16	Concluído
Verificação de estações vizinhas	03/04/2024 23:34	2:25	Concluído
Preparação de séries vizinhas	19/01/2024 18:31	0:01	Concluído
Geração de funções de preenchimento	19/01/2024 18:37	0:01	Concluído
Preparação de séries sem verificação	03/04/2024 17:45	1:50	Concluído
Verificação de dados repetidos	22/01/2024 11:03	0:01	Concluído
Analise de casos de repetição	22/01/2024 11:12	0:01	Concluído
Geração de chuva média sem verificação	03/04/2024 21:09	3:23	Concluído
Preparação de séries com verificação	04/04/2024 02:44	3:09	Concluído
Verifica sequências de estagagem	19/01/2024 18:50	0:01	Concluído
Analisa sequências de estagagem - parte 1	19/01/2024 18:57	0:05	Concluído
Analisa sequências de estagagem - parte 2	19/01/2024 18:56	0:01	Concluído
Preparação de séries finais	04/04/2024 02:53	0:09	Concluído
Geração de chuva média com verificação	04/04/2024 08:06	5:12	Concluído
Geração de chuva média com rede neural	22/01/2024 11:22	0:00	Concluído
Revisão da séries de chuva	04/04/2024 08:06	0:00	Concluído
Calcula SSI e SPI dos dados observados	04/04/2024 11:12	3:06	Concluído
Escolhe melhores distribuições SSI e SPI	04/04/2024 11:17	0:04	Concluído
Calcula SSI e SPI das projeções futuras	04/04/2024 11:21	0:04	Concluído

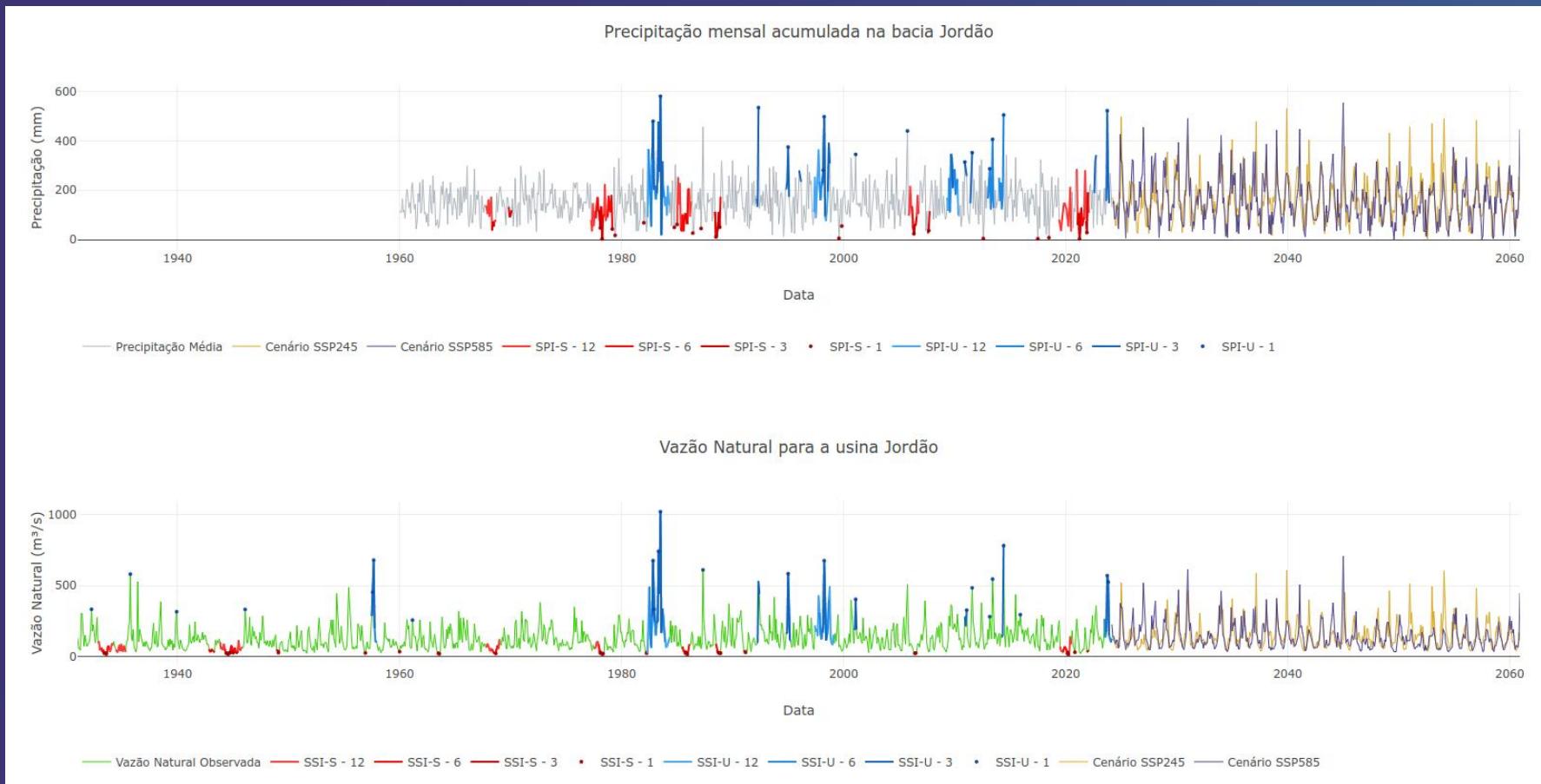
ANEEL | Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

norteENERGIA



Climex

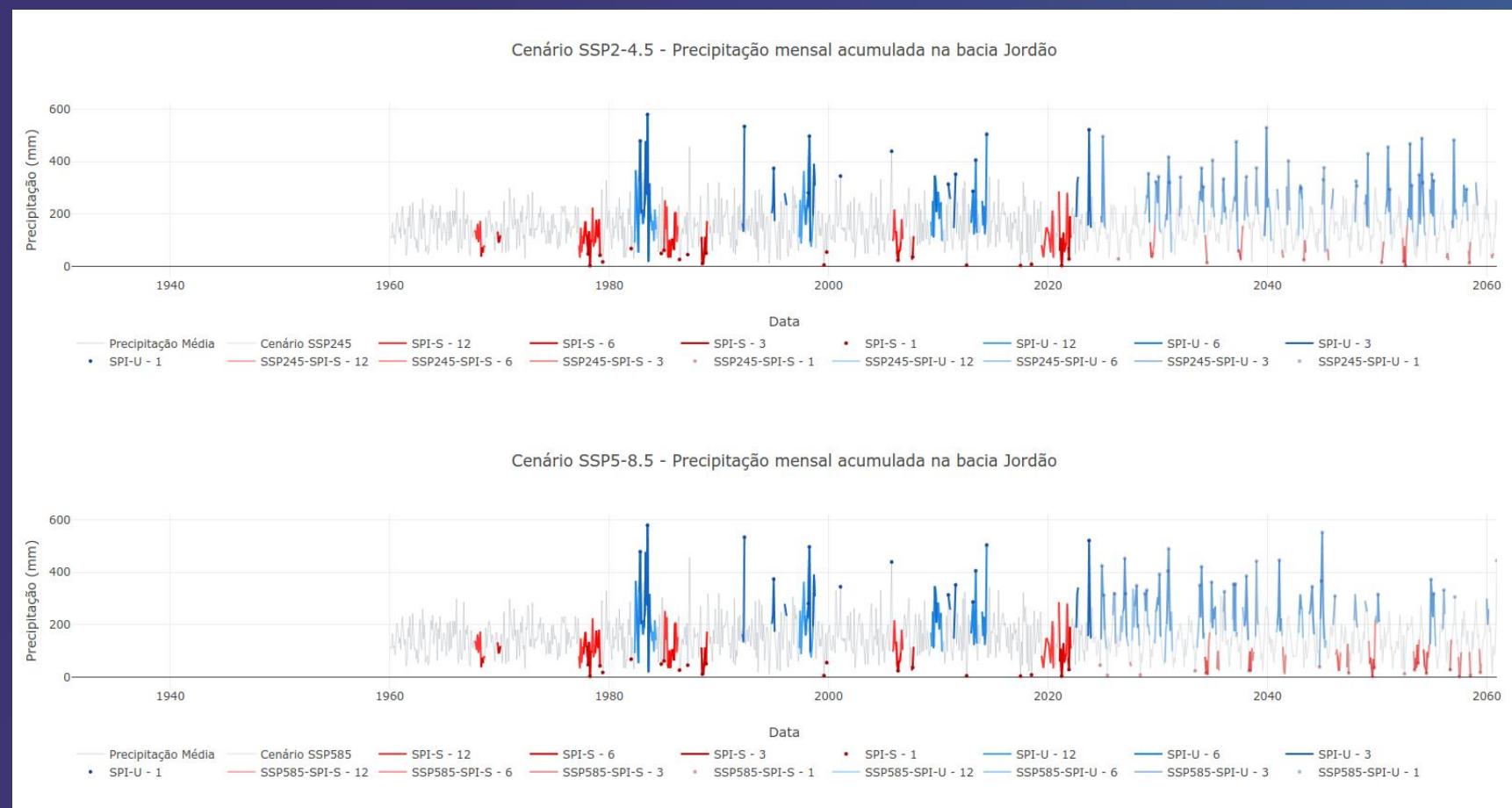
Precipitação e vazão





Climex

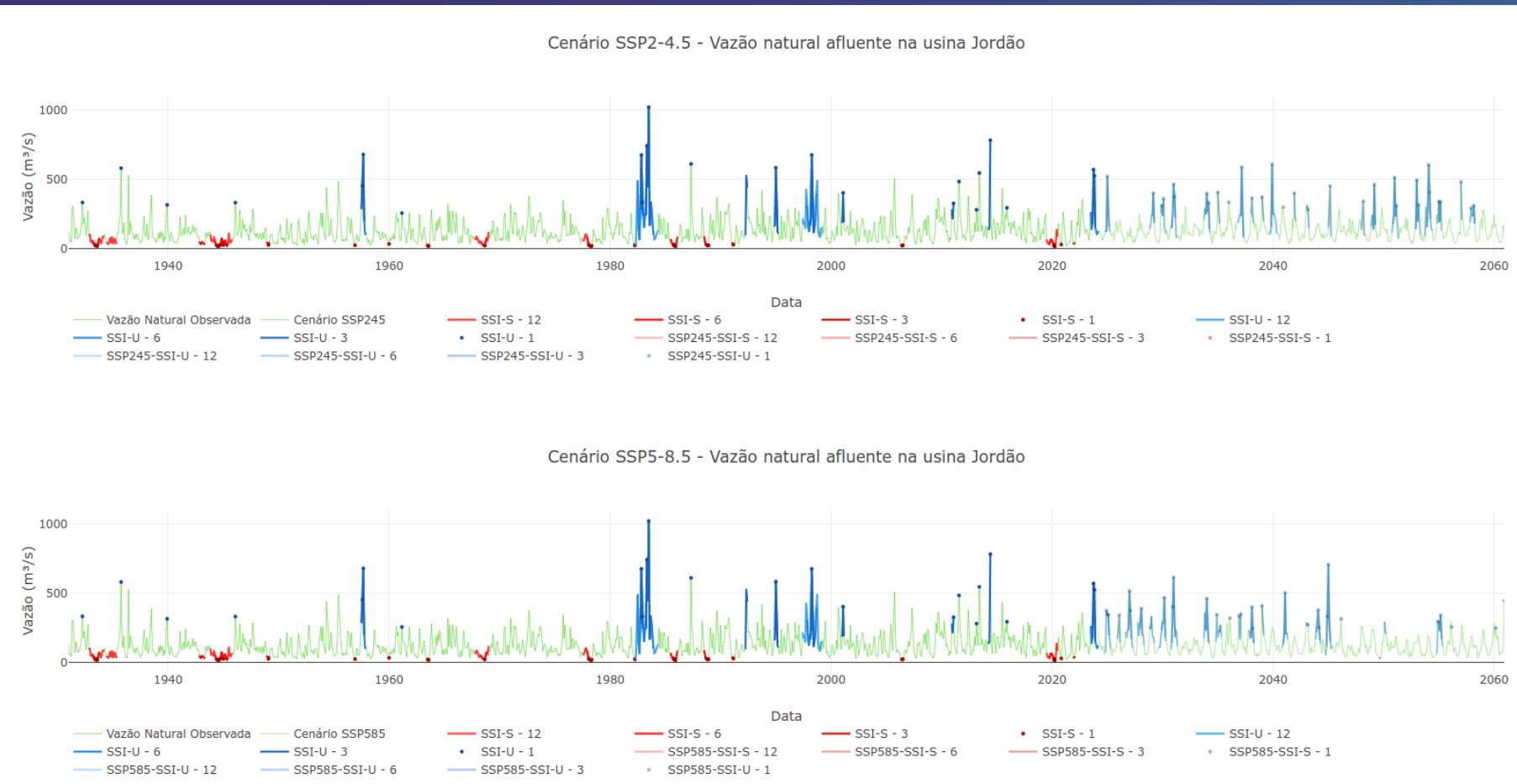
Precipitação – Cenários SSP2-4.5 e SSP5-8.5





Climex

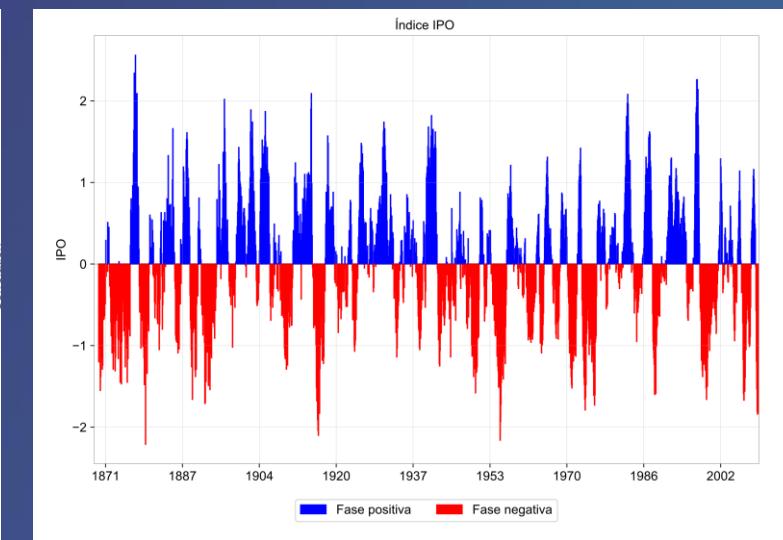
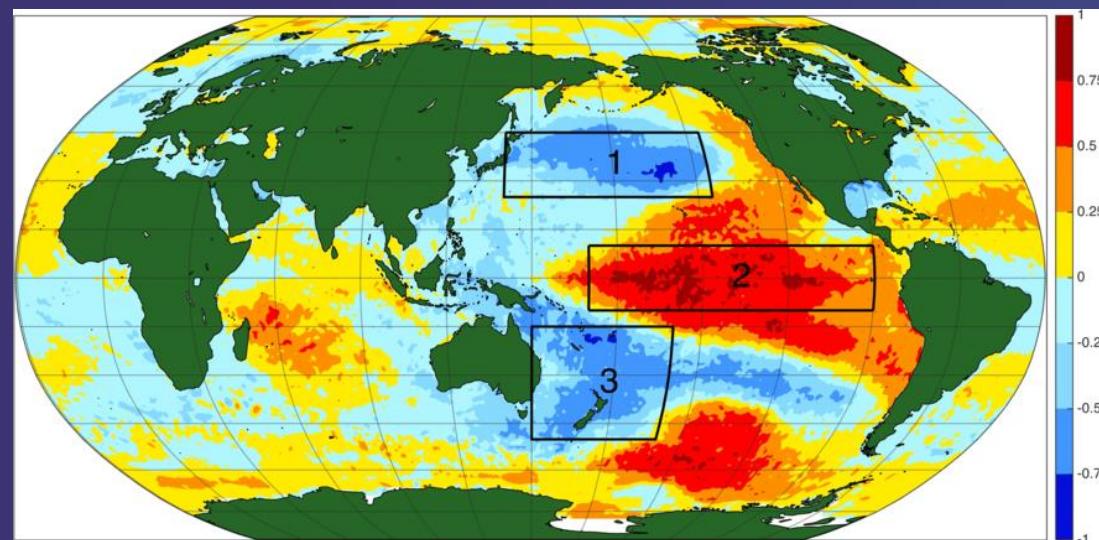
Vazão – Cenários SSP2-4.5 e SSP5-8.5





Fatores Naturais e Antrópicos

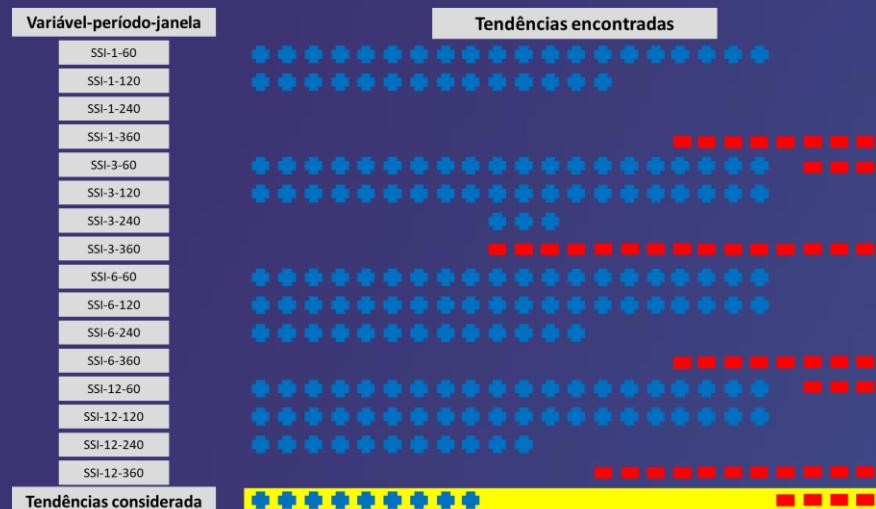
Relação de extremos com alteração do uso do solo e índices climáticos





Fatores Naturais e Antrópicos

Verificação de tendências



Identificação de tendências
Utilização de uma das janelas:
60, 120, 240, 360 meses

Verificação da significância da tendência
Aplicação de 5 métodos
Aceita quando 4 métodos indicam tendência

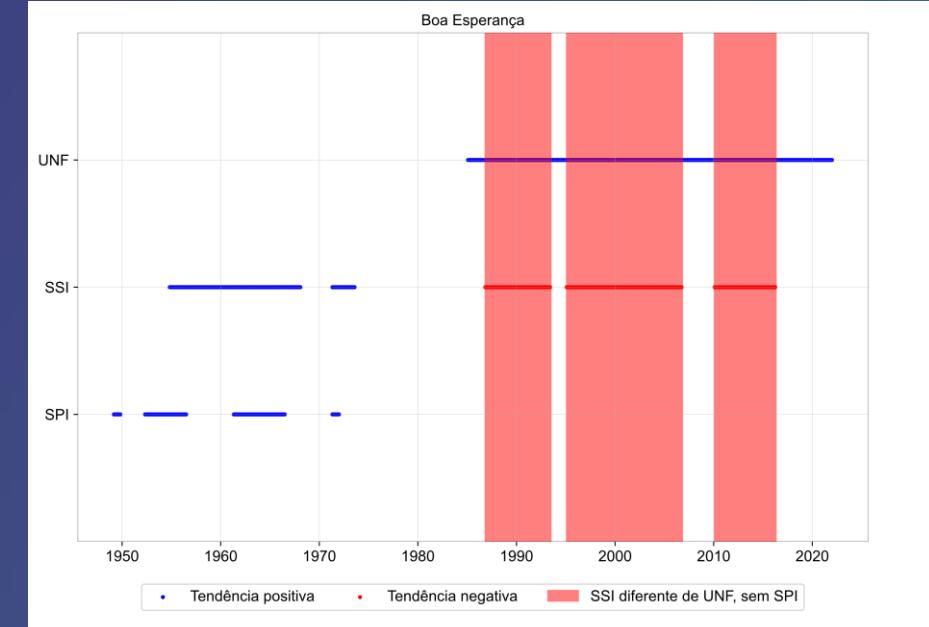
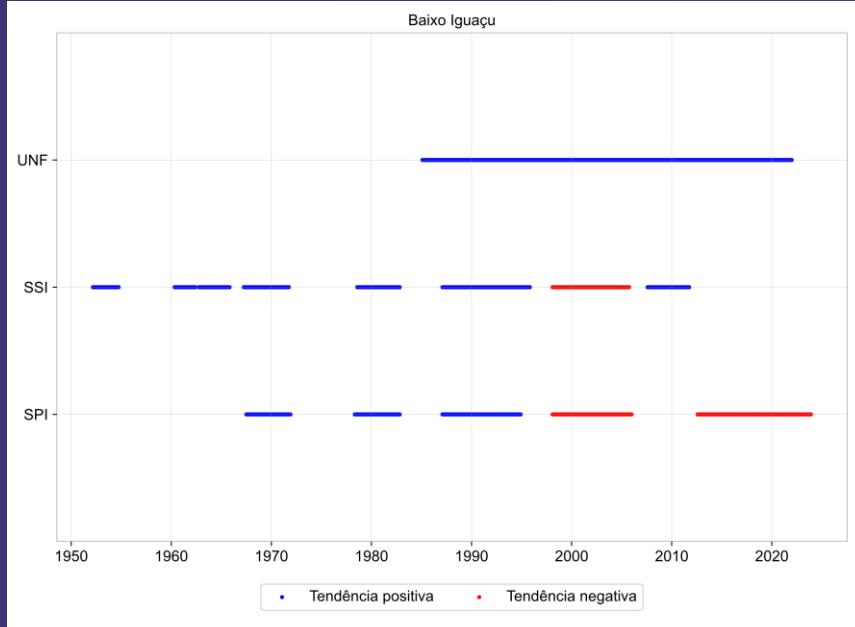
Não significativas Sig. positivas Sig. negativas





Fatores Naturais e Antrópicos

Comparação entre tendências





Projeções futuras

Comparação para os dados observados entre 2015-2023

Período	Série real	Histórico modelado	Cenário SSP2-4.5	Cenário SSP5-8.5
Período total da série	126,33	126,68	118,16	117,24
Período 1980-2014	126,69	126,68	-	-
Período 2015-2013	125,74	-	123,91	122,50
Período 2024-2060	-	-	116,77	115,96





www.lactec.com.br
joao.saboya@lactec.com.br
41-99664-3904