



I Encontro Nacional de Desastres

Porto Alegre - RS/Brasil

25 a 27 de julho de 2018



COM QUAL ANTECEDÊNCIA CONSEGUIMOS PREVER CHEIAS NO RIO URUGUAI USANDO UM MODELO HIDROLÓGICO DE GRANDE ESCALA?

Guilherme Mendoza Guimarães ; Fernando Mainardi Fan ; Francisco Fernando Noronha Marcuzzo ; Franco Turco Buffon & Andrea de Oliveira Germano

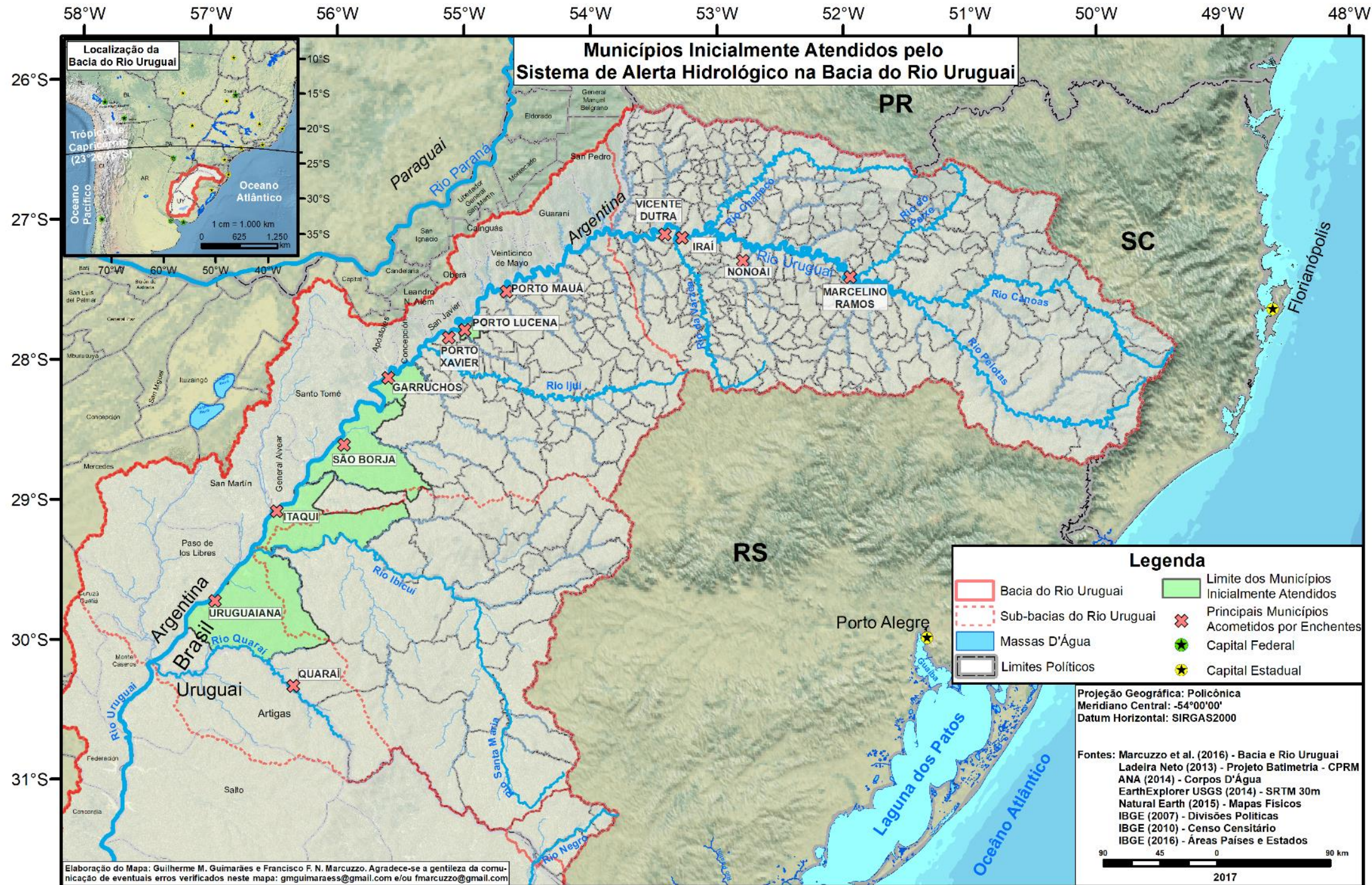




INTRODUÇÃO

- Área de estudo





INTRODUÇÃO

- Motivações



CHEIA

Nível do Rio Uruguai sobe e deixa Fronteira Oeste em alerta

Mais de três mil pessoas já estão fora de casa, segundo a Defesa Civil

🕒 23/12/2015 - 16h59min
Atualizada em 23/12/2015 - 16h59min



Enchente em São Borja, na Fronteira Oeste (Foto: Defesa Civil/Divulgação)

MAU TEMPO

Com histórico de cheias, Uruguaiana tenta tirar do papel dique prometido há décadas

Projeto foi concebido na década de 80 e foi ventilado em 2014 pela então presidente Dilma Rousseff, mas recursos federais nunca foram liberados

06/06/2017 - 19h22min
Atualizada em 06/06/2017 - 19h25min

“A obra, orçada há três anos em **R\$ 70 milhões**, é **inviável** para os cofres municipais.”



CHEIA

Nível do Rio Uruguai sobe e deixa Fronteira Oeste em alerta

03/01/2018



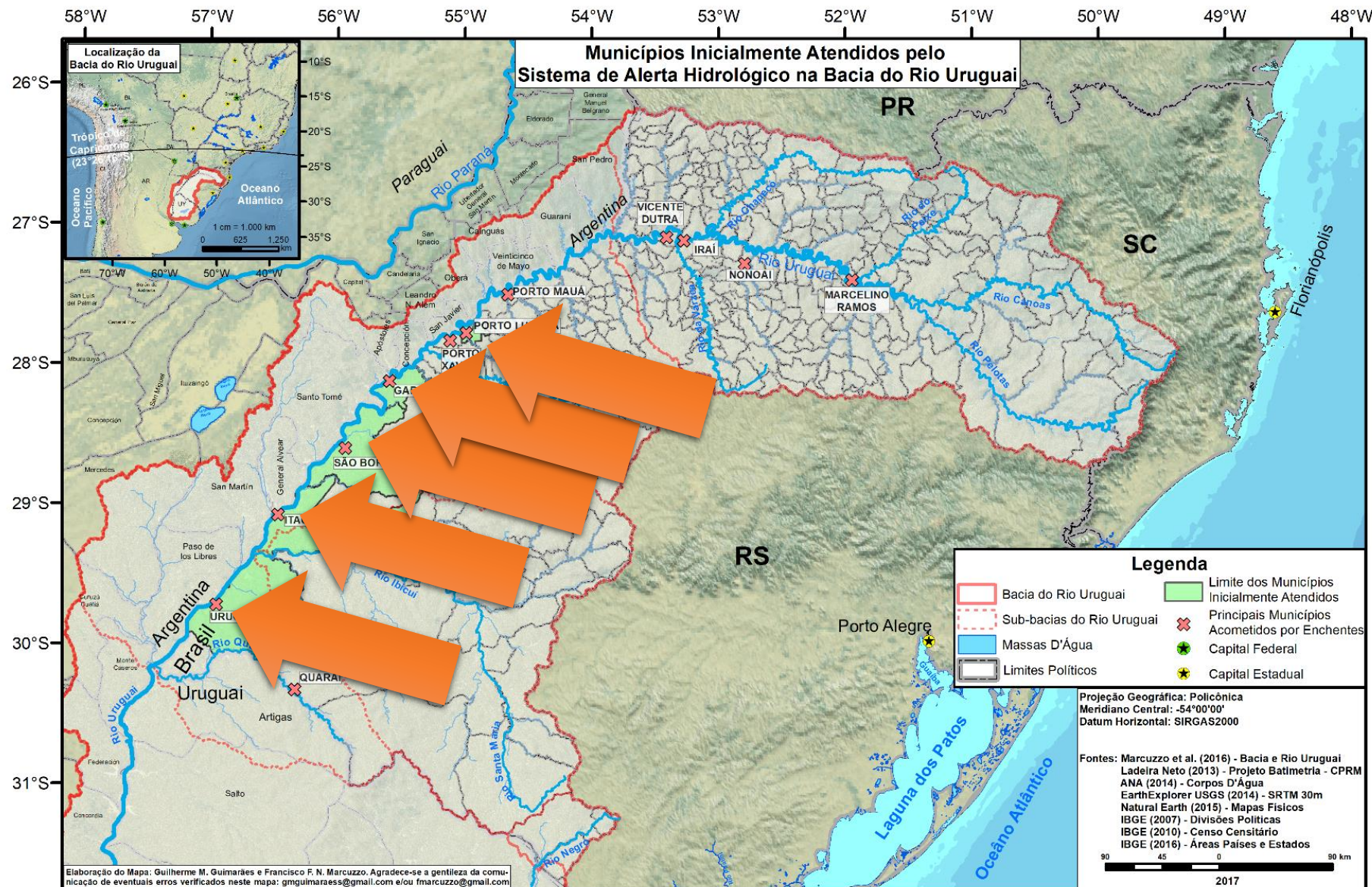
23/12/2015

Fotos: Fernando Fan/ Especial / Rádio IPH



INTRODUÇÃO

- Motivações
- Gostaríamos de prever as cheias que acontecem aqui...

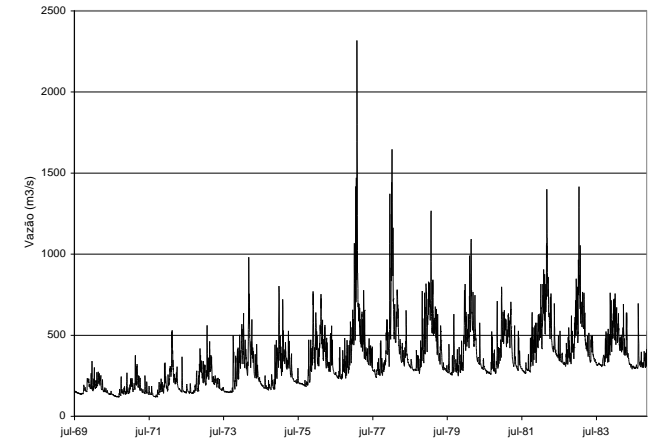
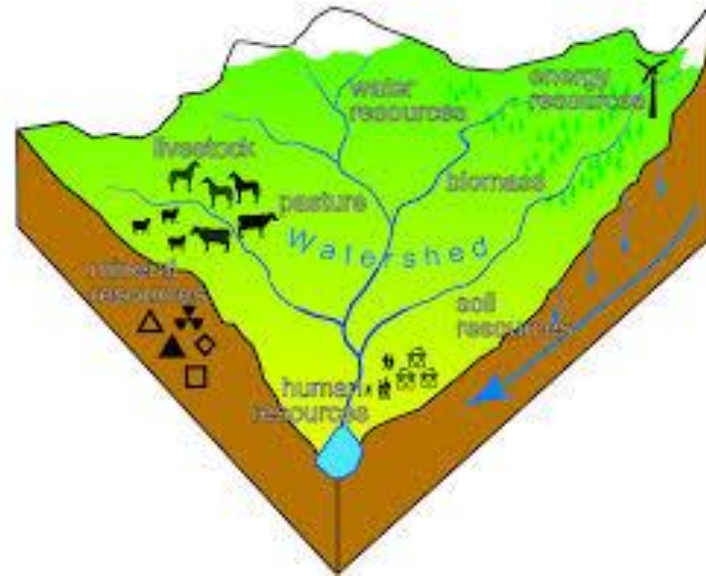


INTRODUÇÃO

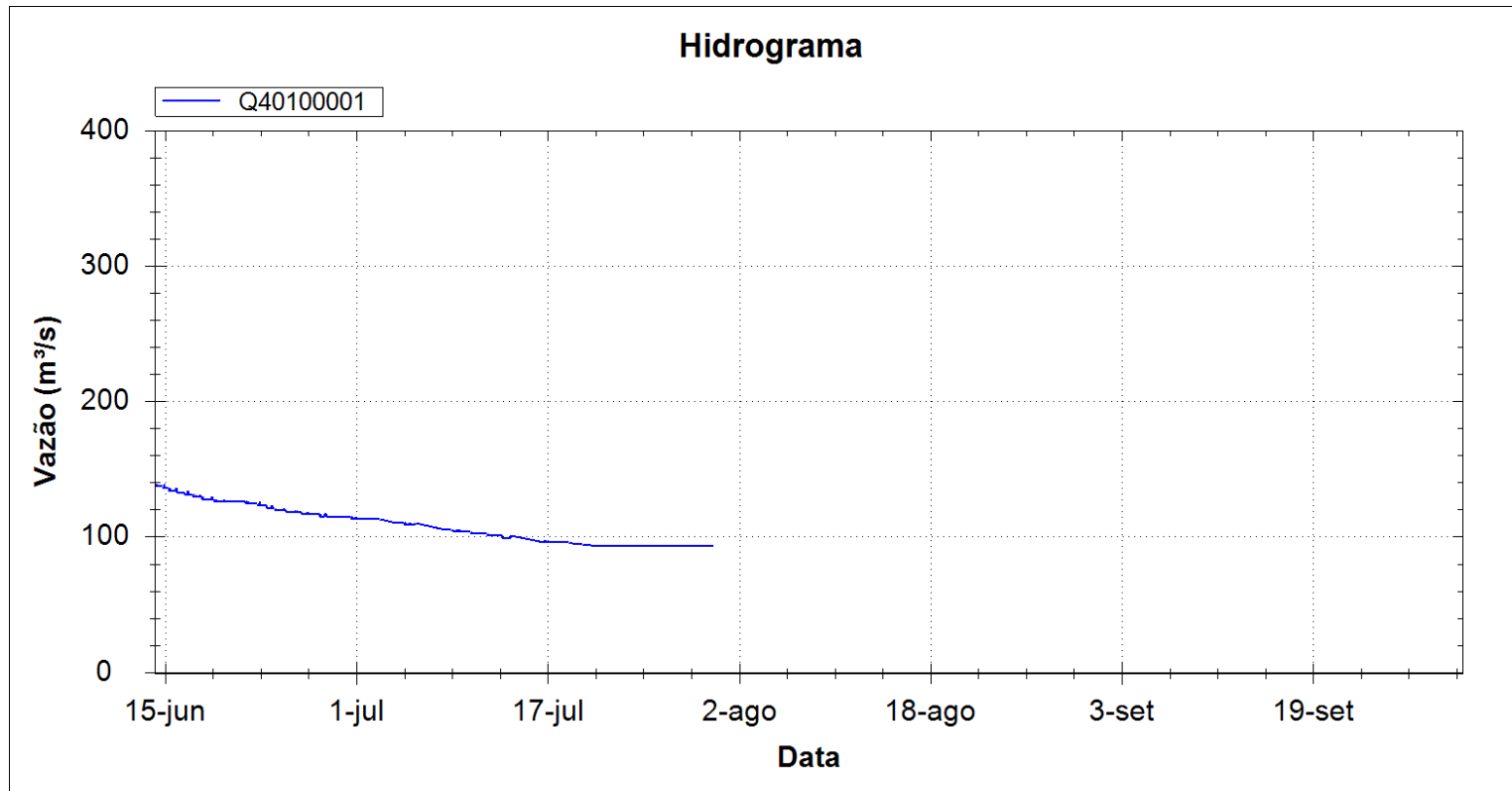
- Motivações
- Gostaríamos de dizer com antecedência a que isto vai acontecer, para minimizar os danos...



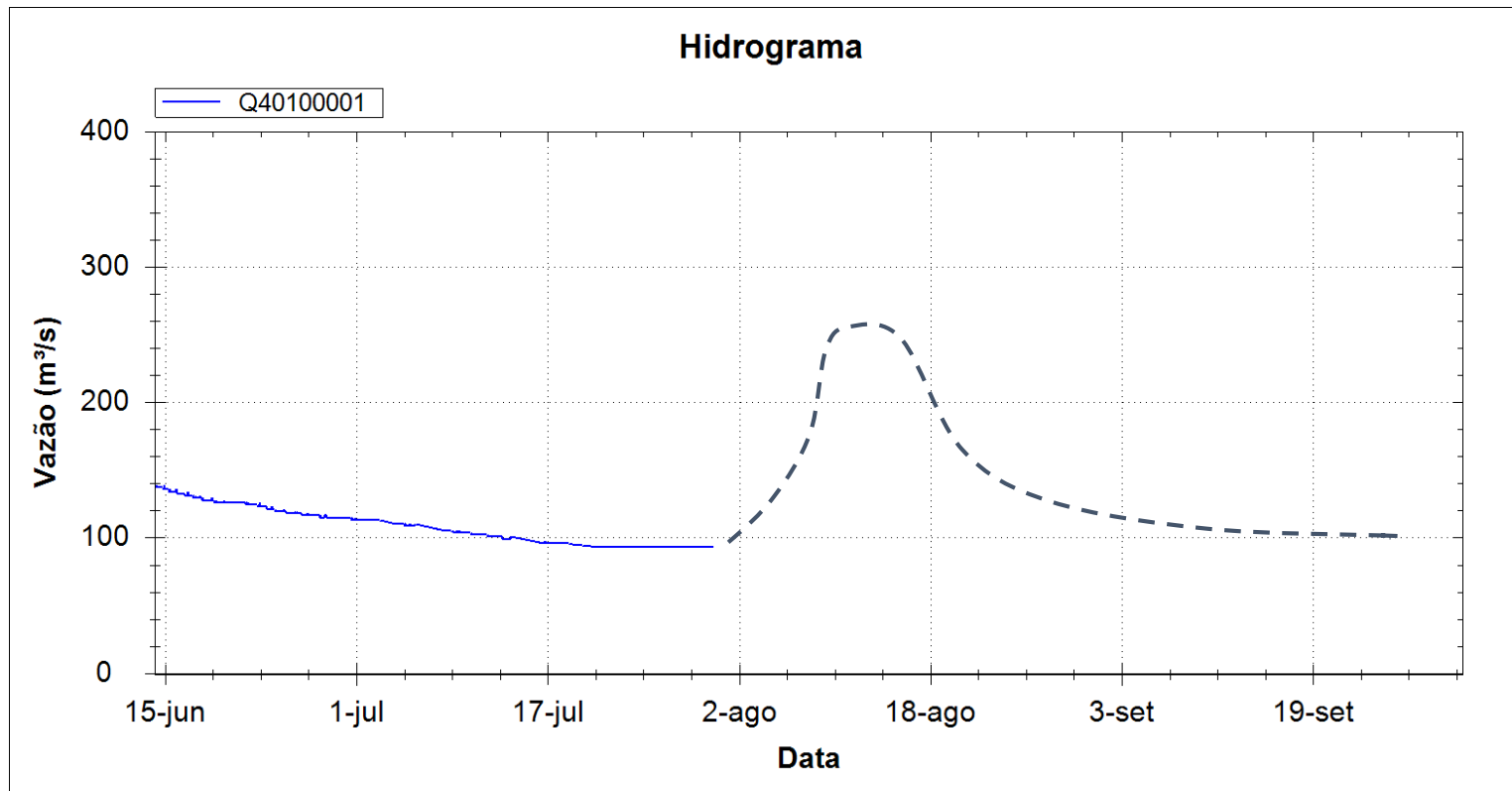
Modelagem hidrológica



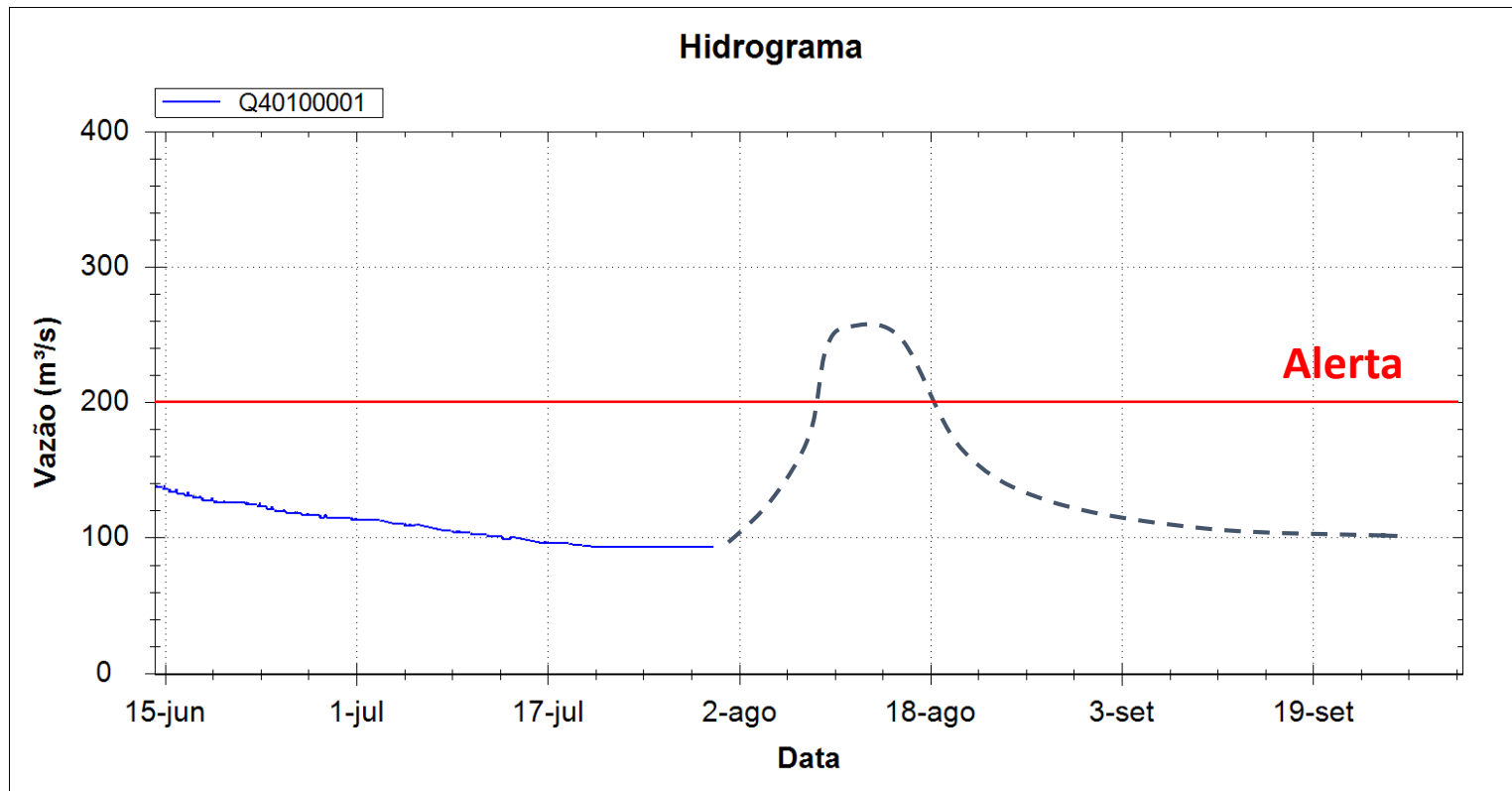
- Previsão de vazões



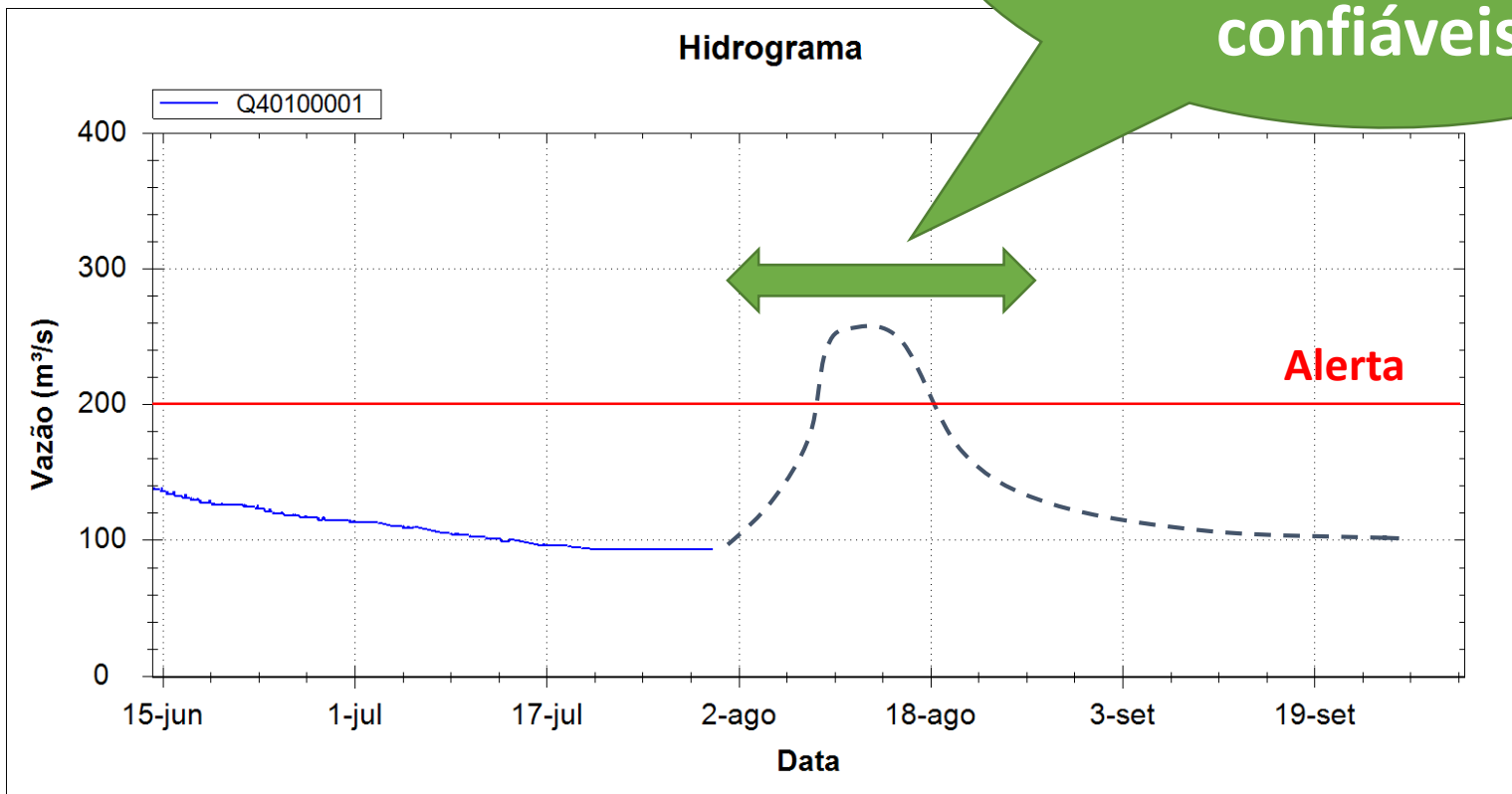
- Previsão de vazões



- Previsão de vazões



- Previsão de vazões



Com quantos dias de antecedência conseguimos emitir previsões confiáveis?

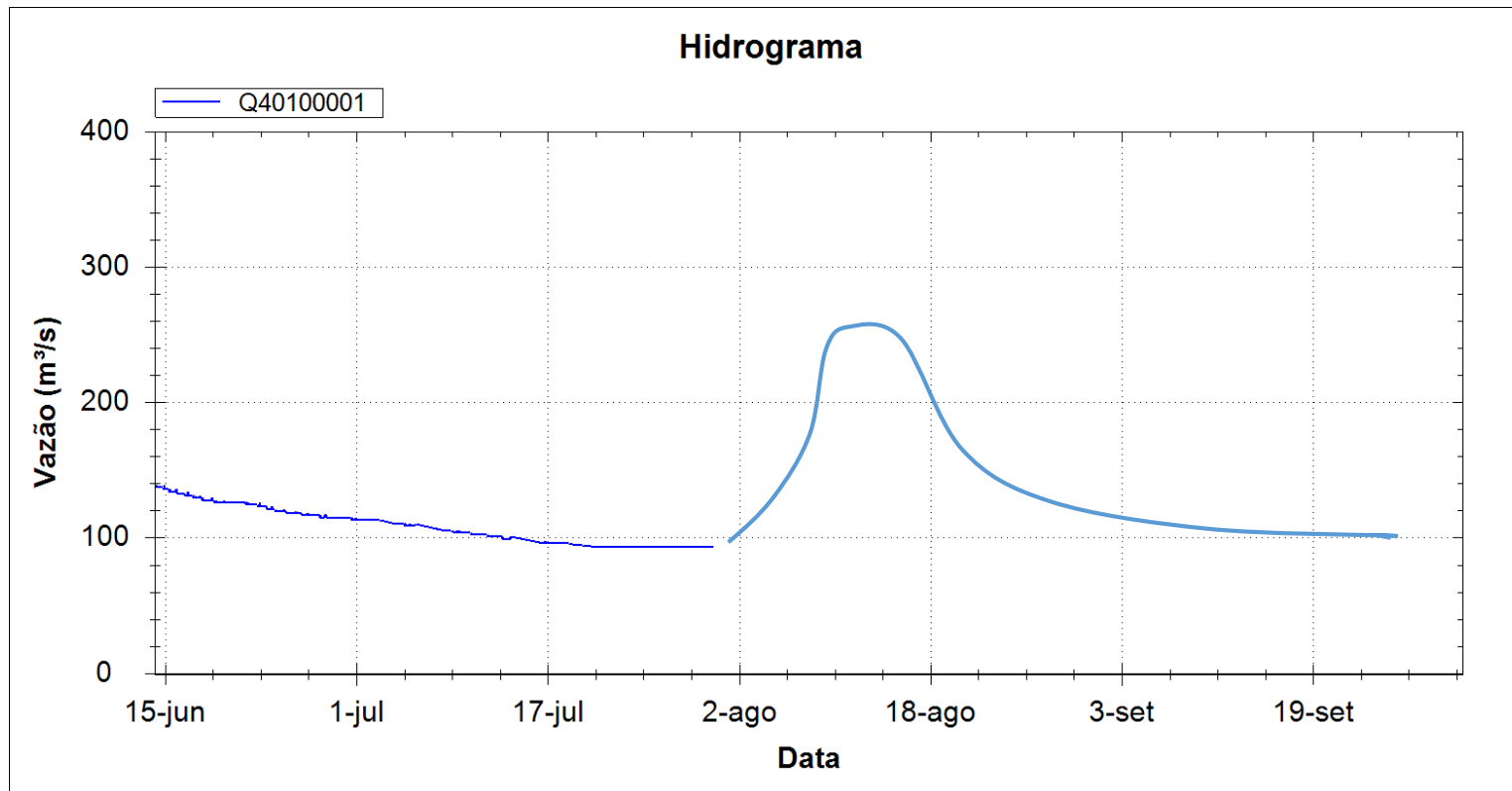
ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE

- Estimativa da degradação de uma dada previsão ao longo dos horizontes

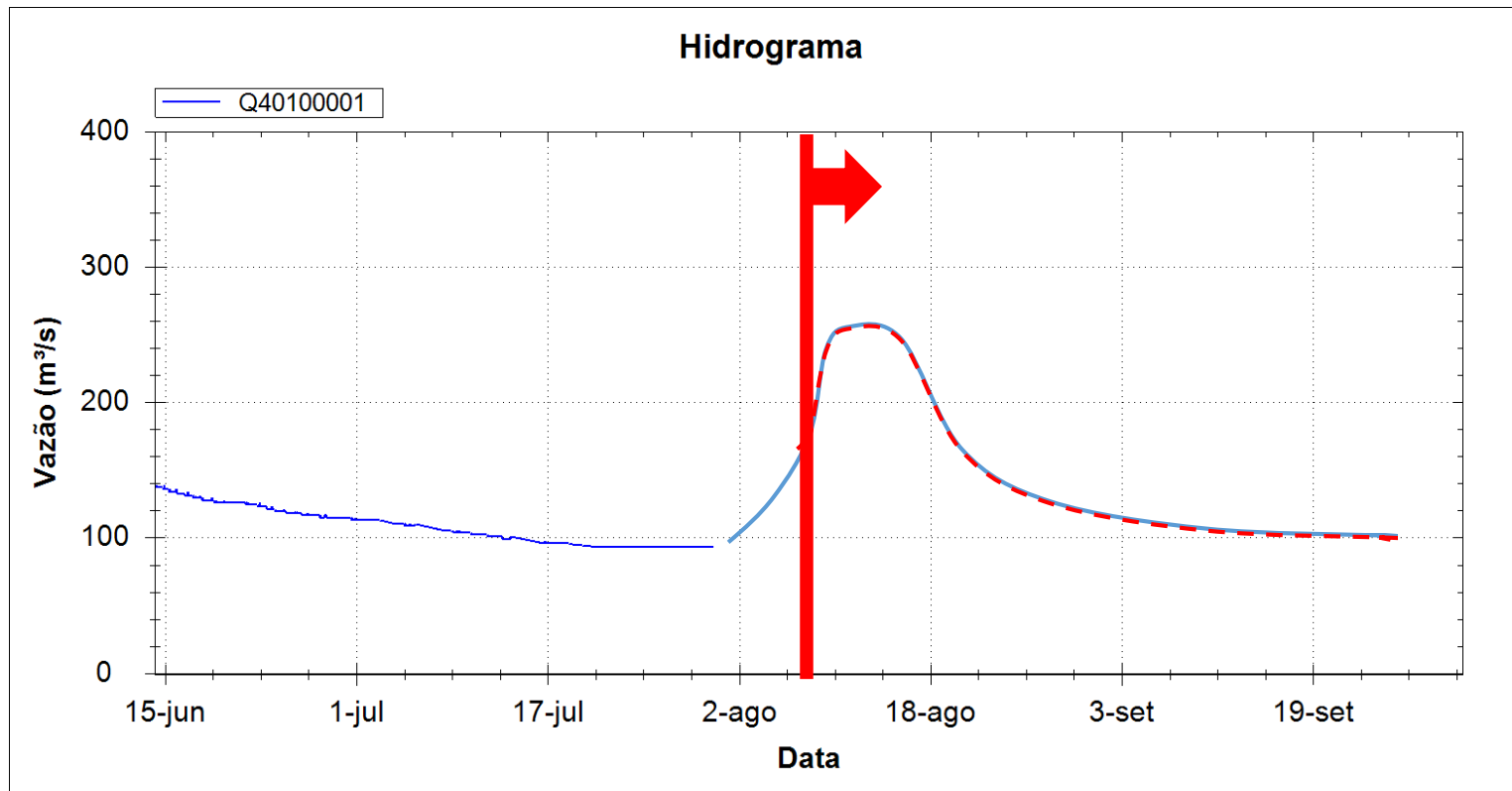
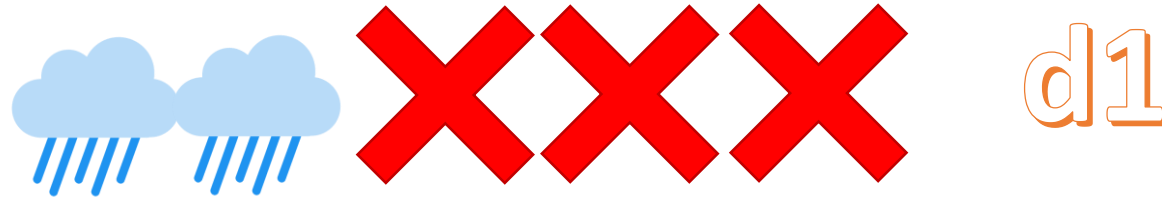
ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE

- COMO FOI REALIZADA?

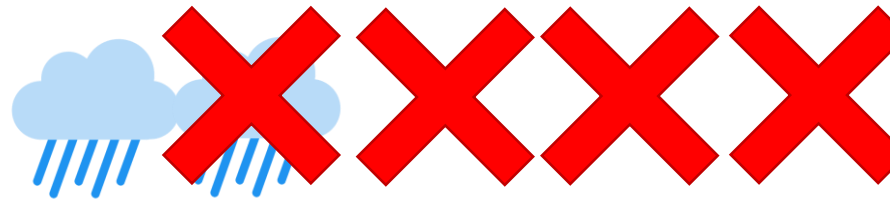
- Análise de previsibilidade



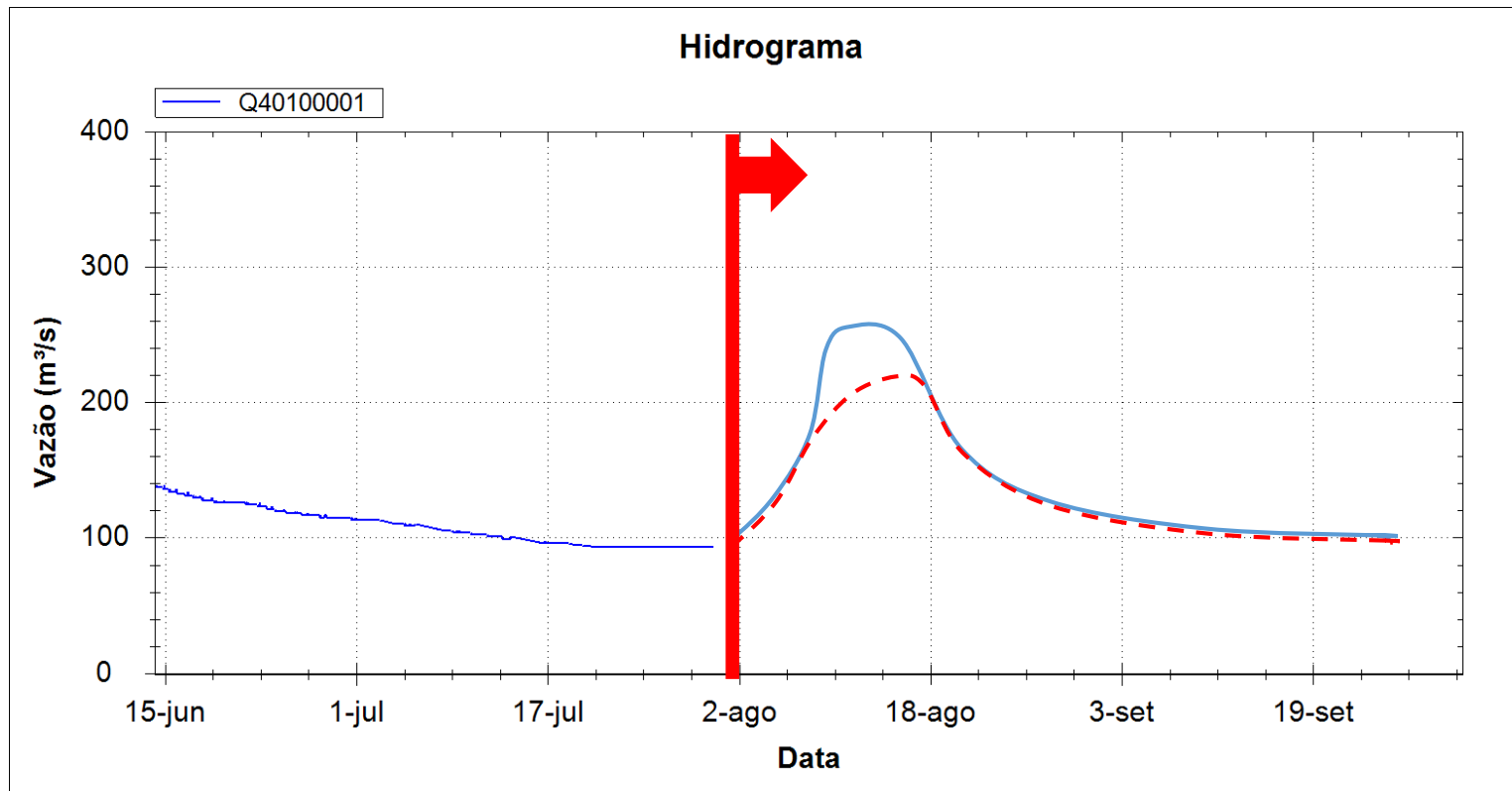
- Análise de previsibilidade



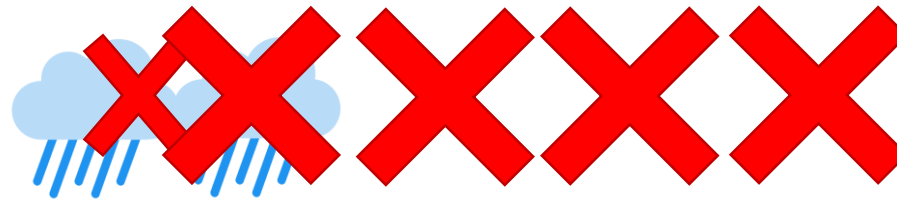
- Análise de previsibilidade



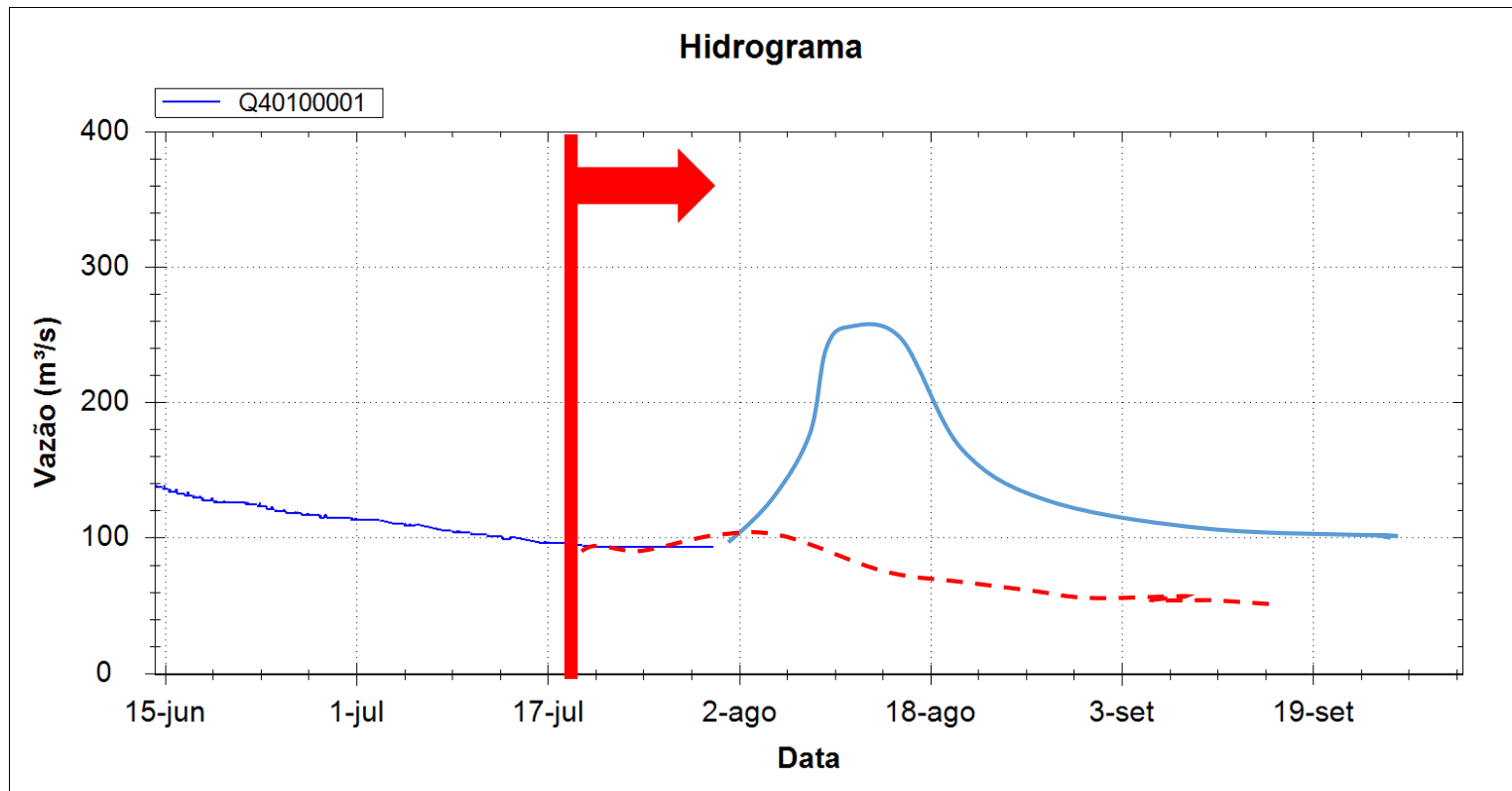
d2



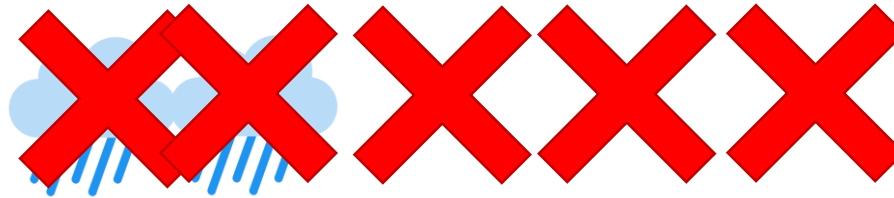
- Análise de previsibilidade



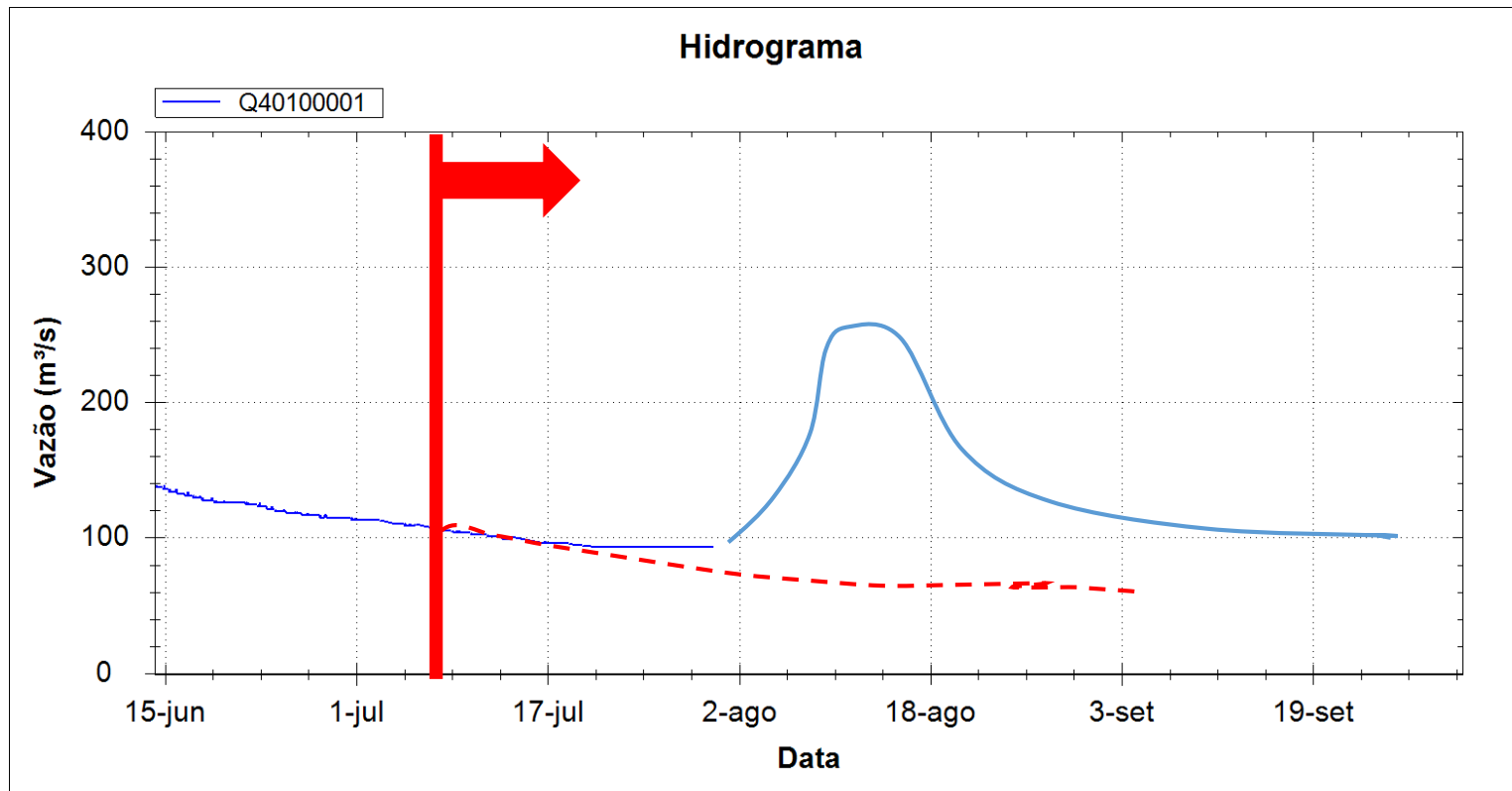
d3



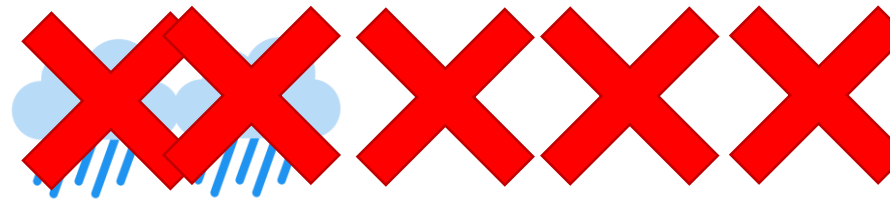
- Análise de previsibilidade



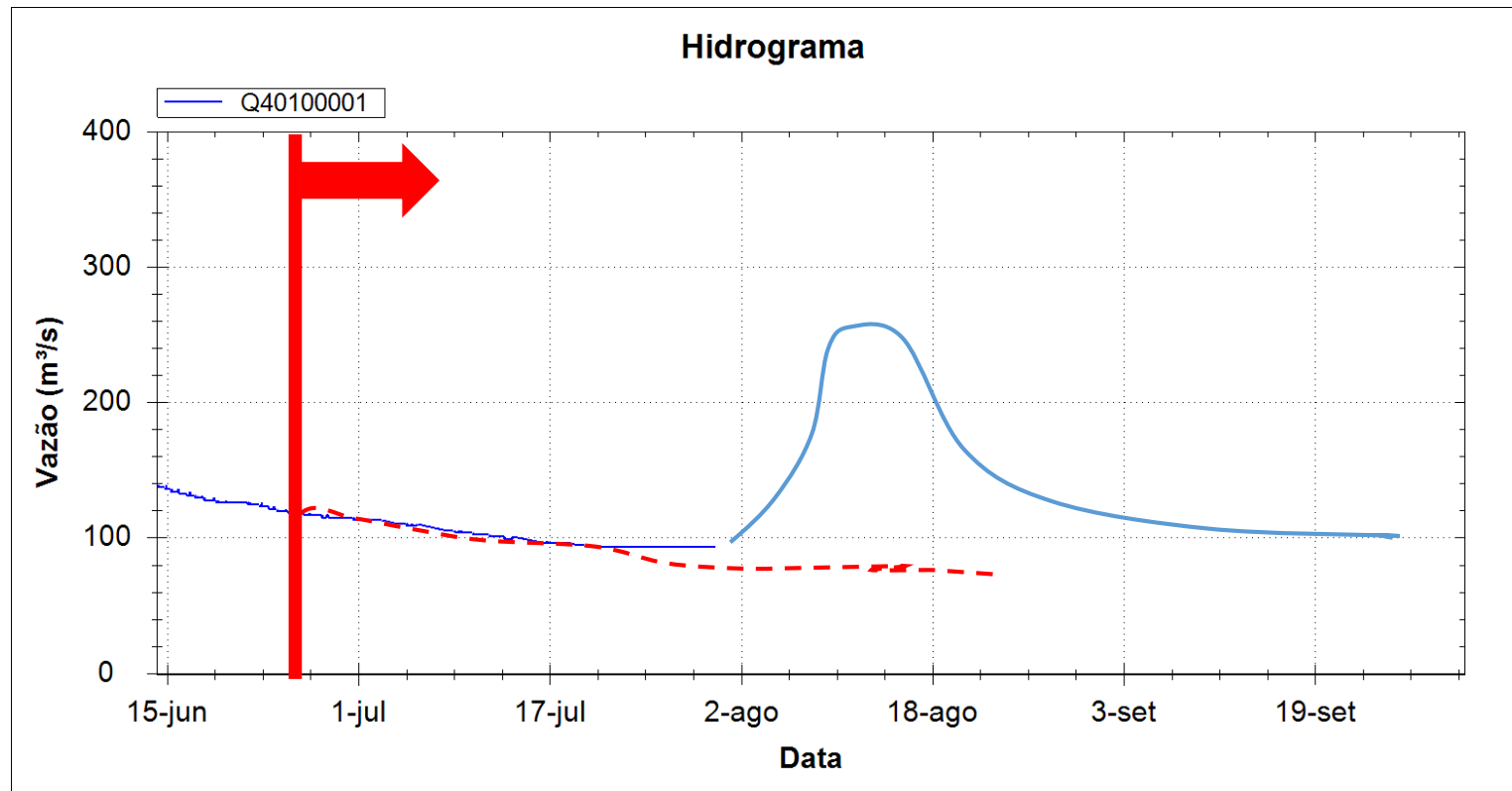
d4



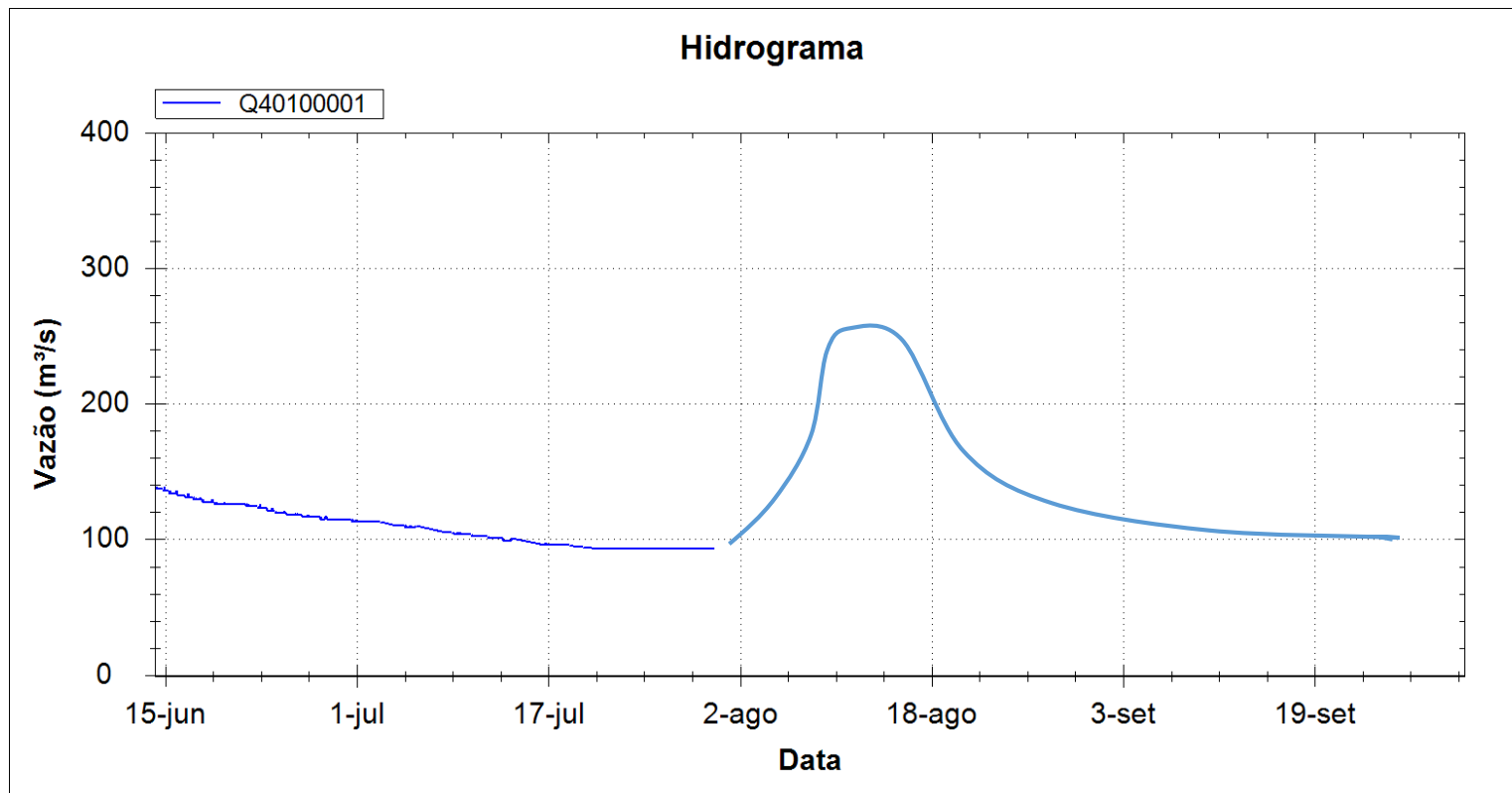
- Análise de previsibilidade



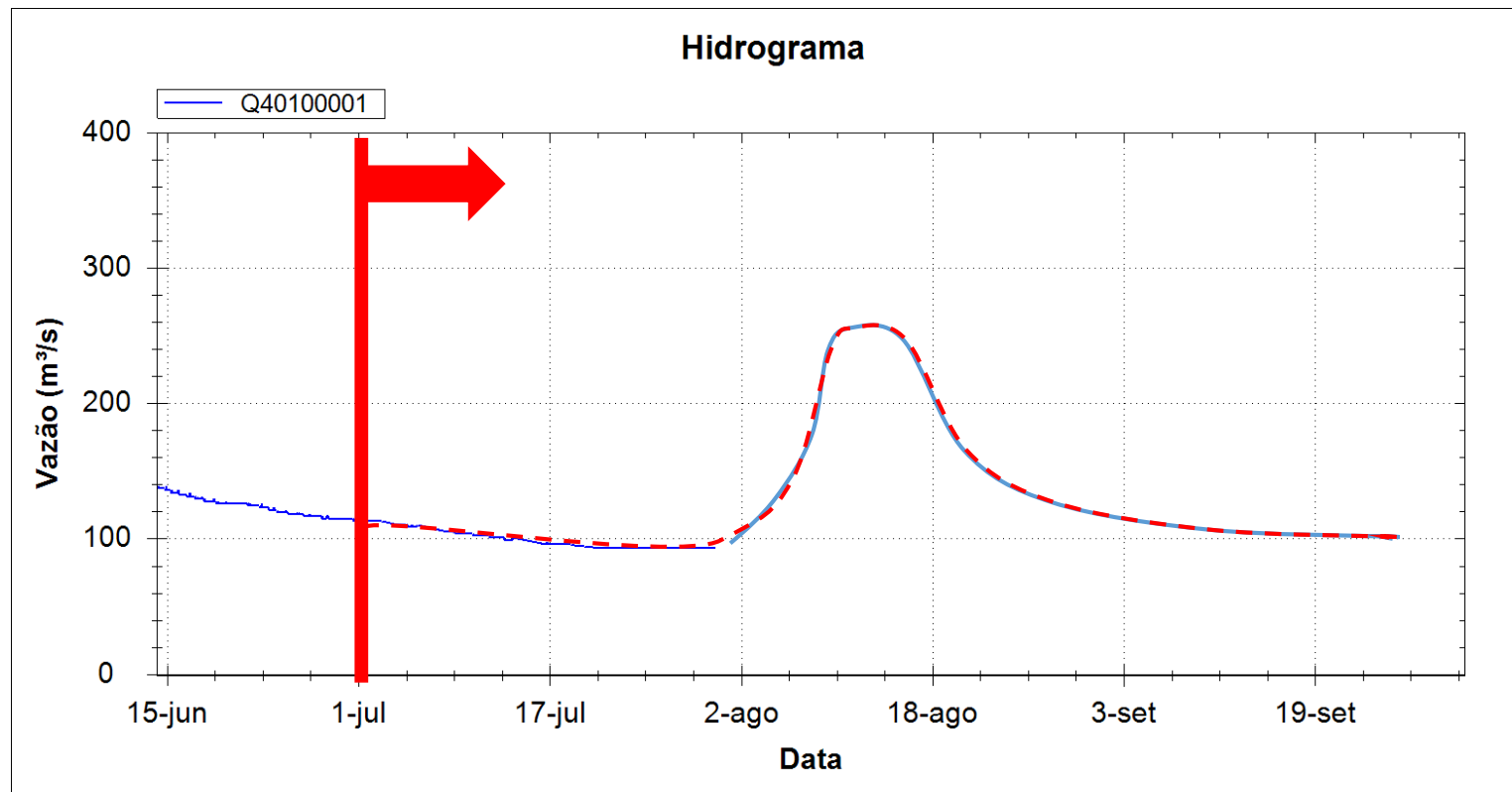
d5



- Bacia lenta



- Bacia lenta

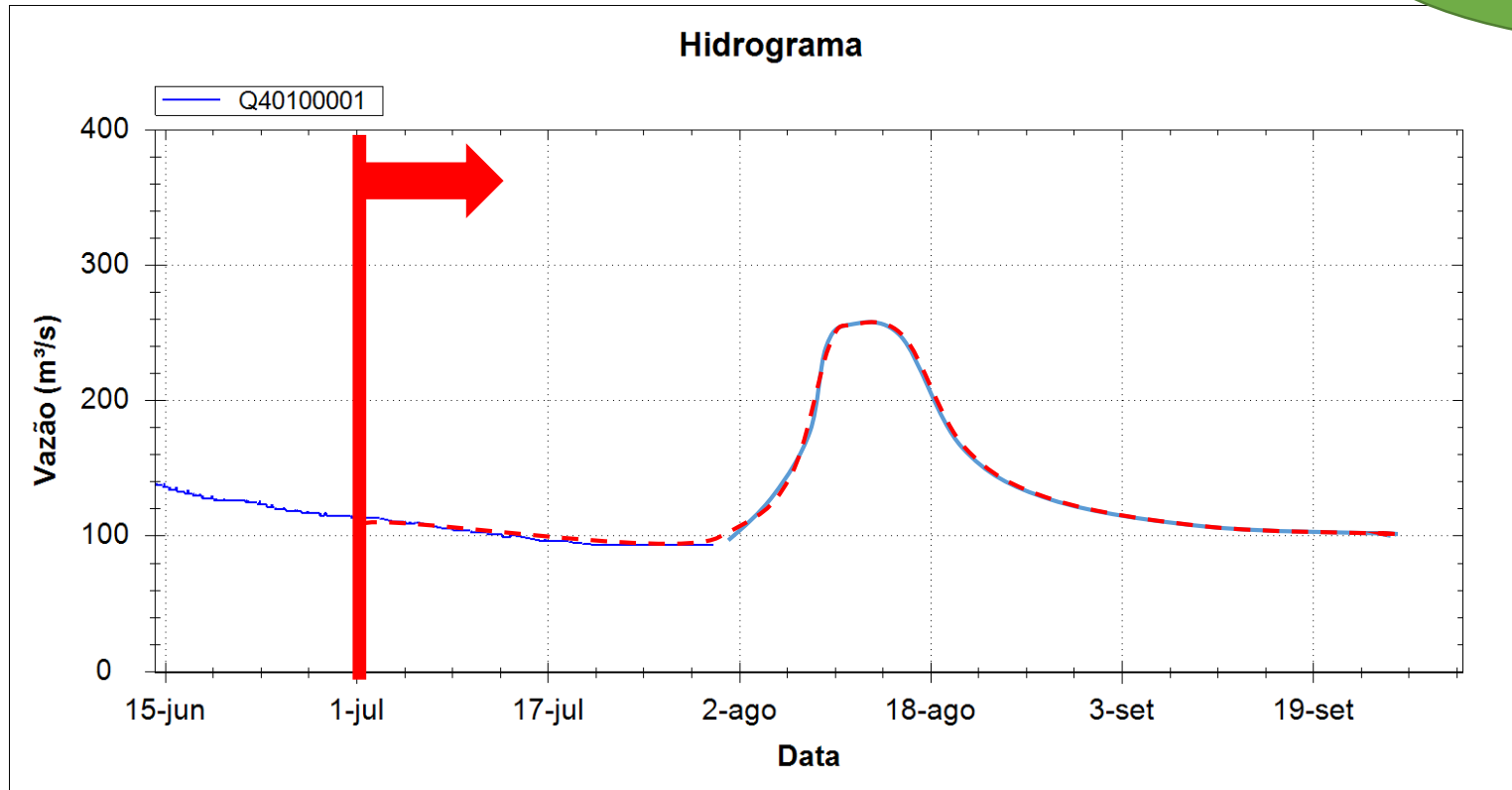


- Bacia lenta

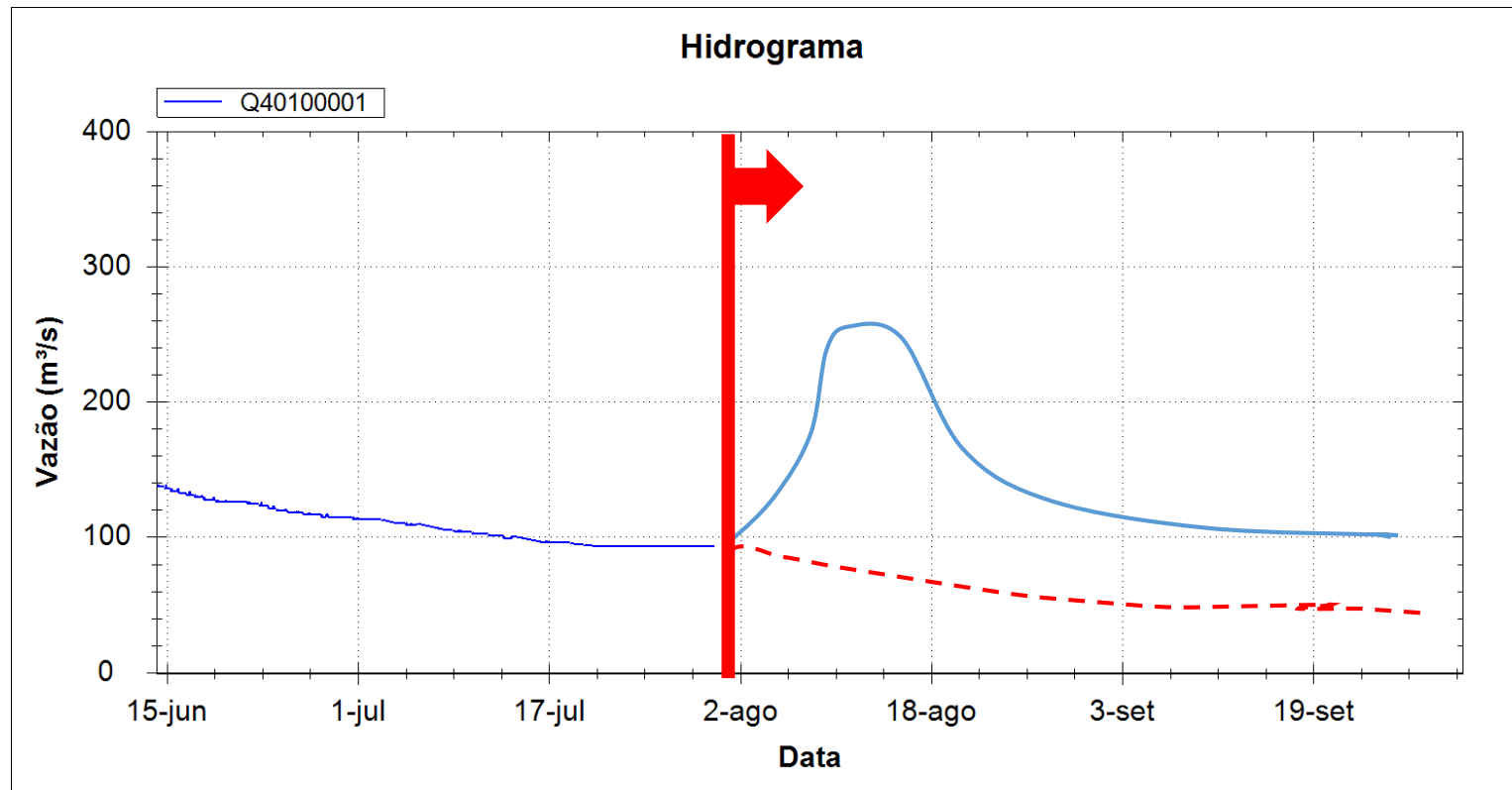


Alta
previsibilidade

Depende menos da
chuva no futuro



- Bacia rápida



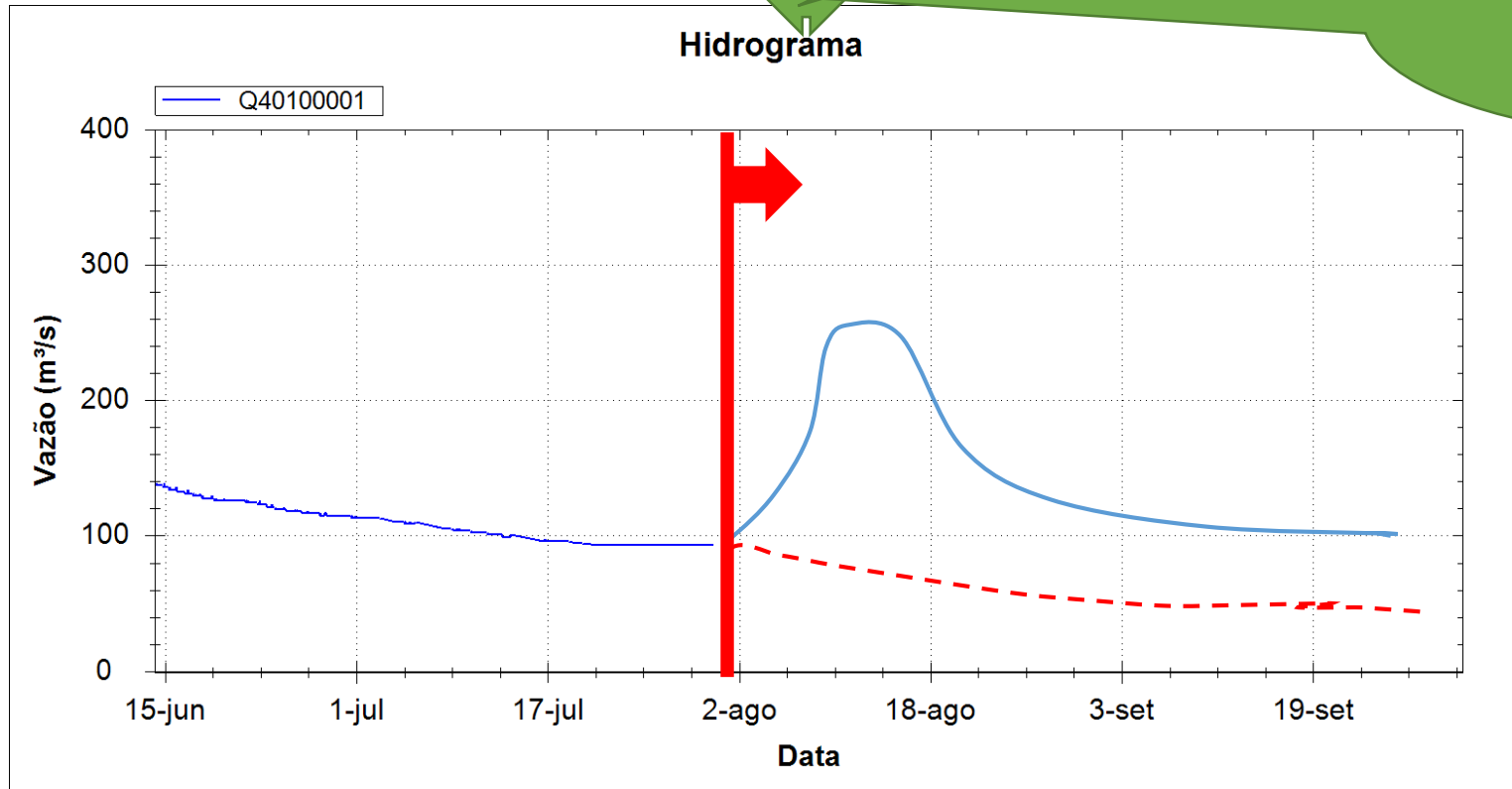
- Bacia rápida



Hidrograma

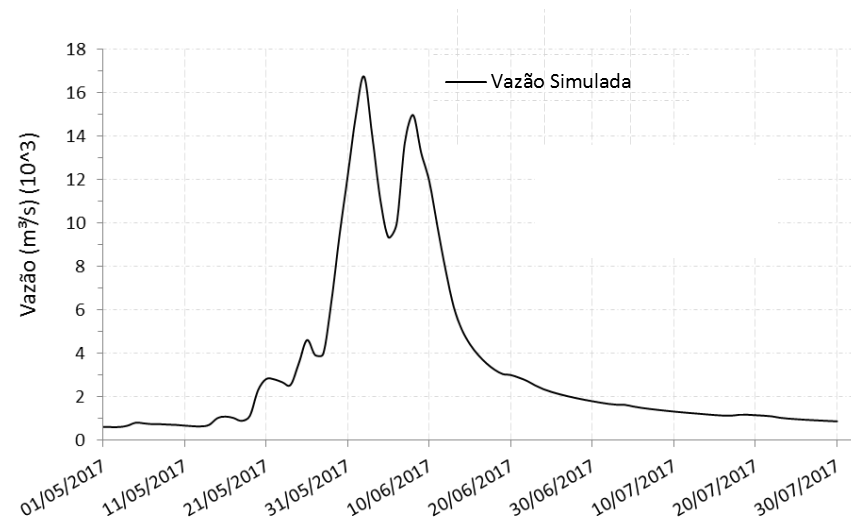
Baixa
previsibilidade

Depende muito da
chuva no futuro



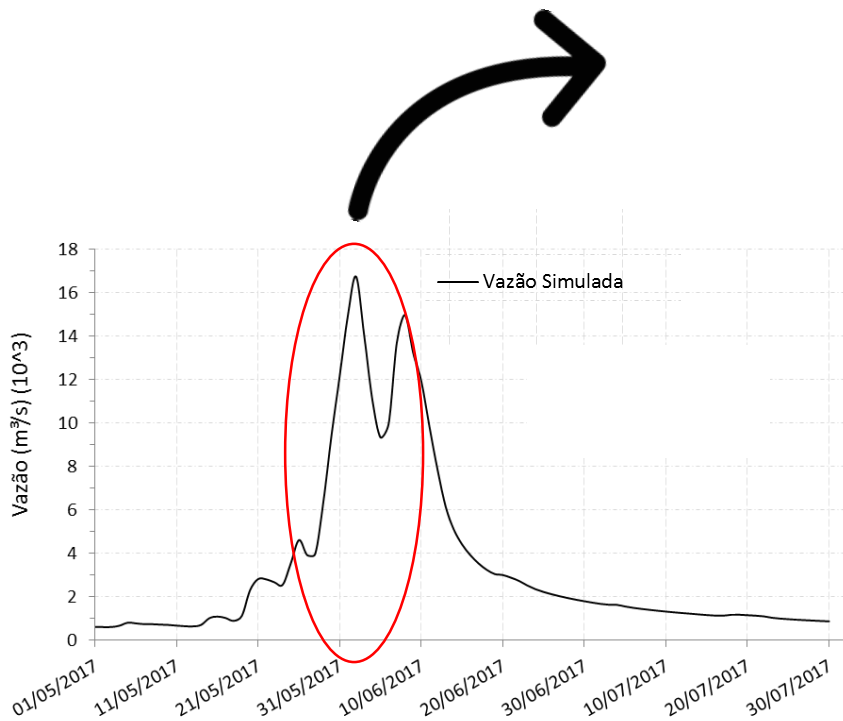
ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE

- Exemplificando



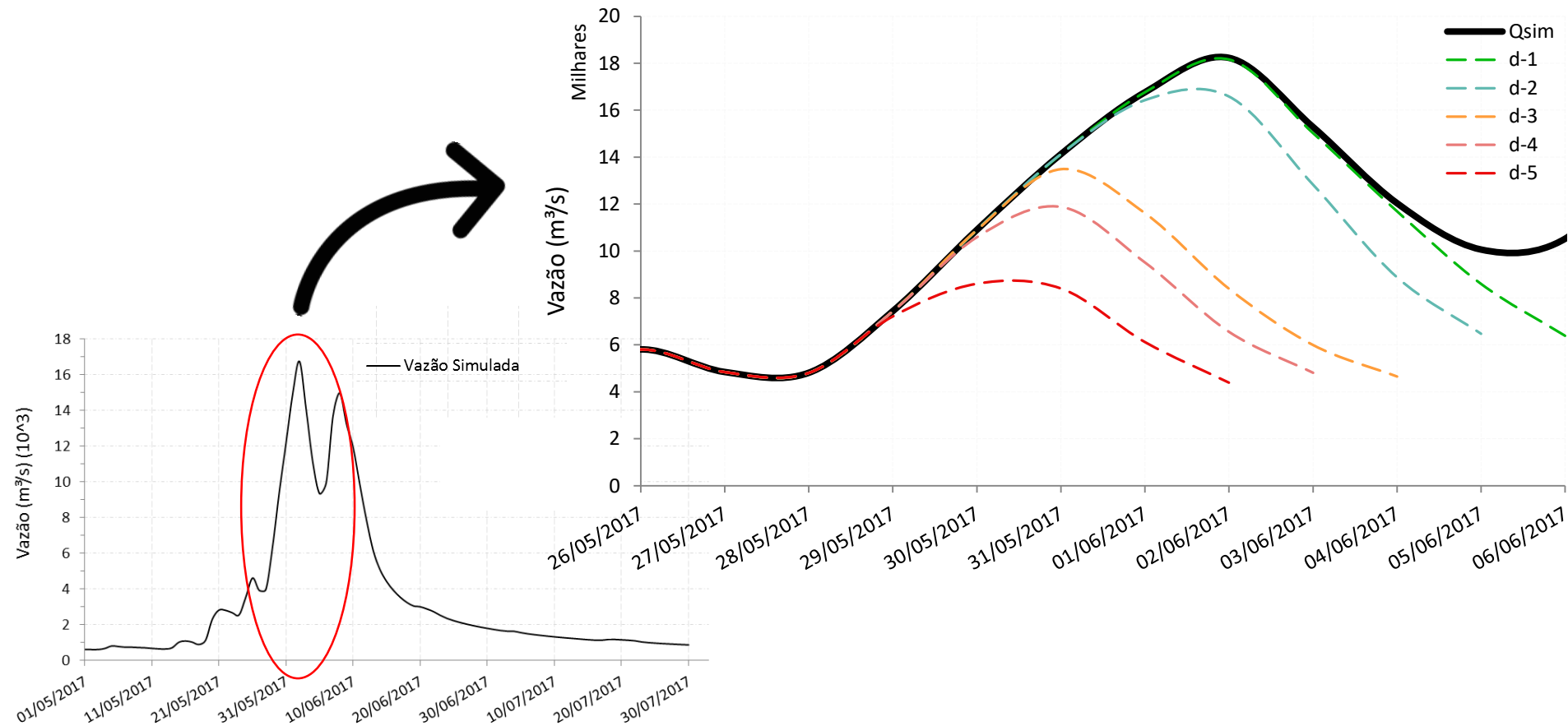
ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE

- Exemplificando



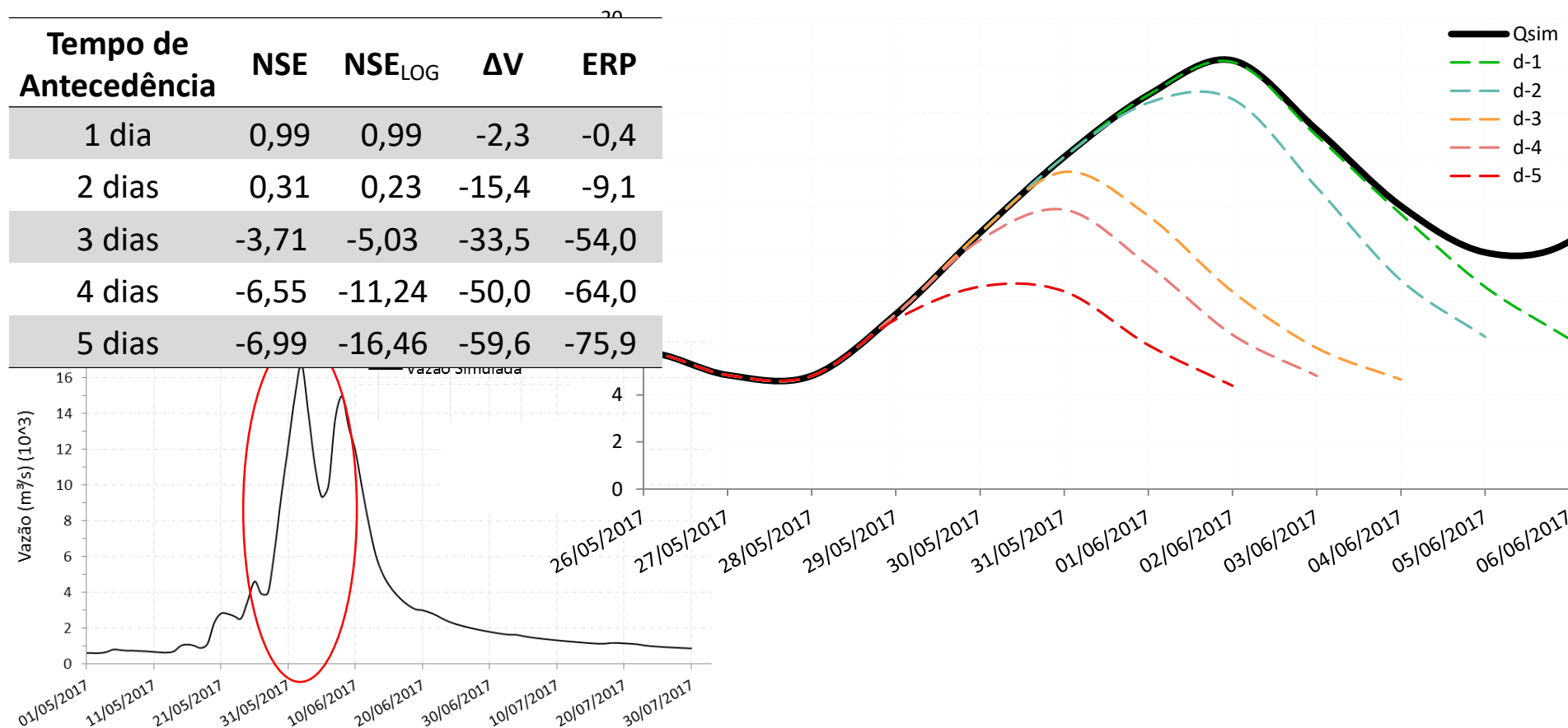
ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE

- Exemplificando



ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE

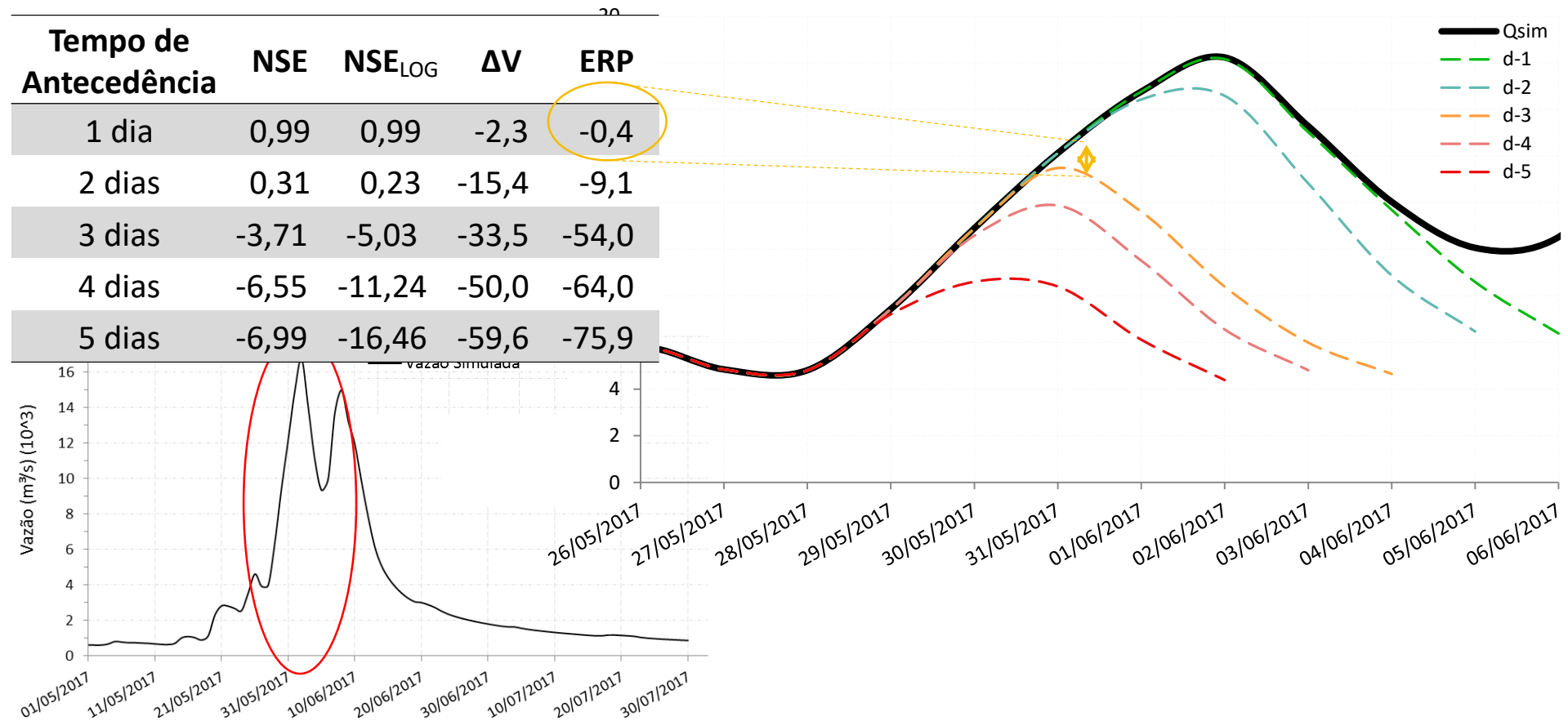
- Exemplificando



MGB - IPH

ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE

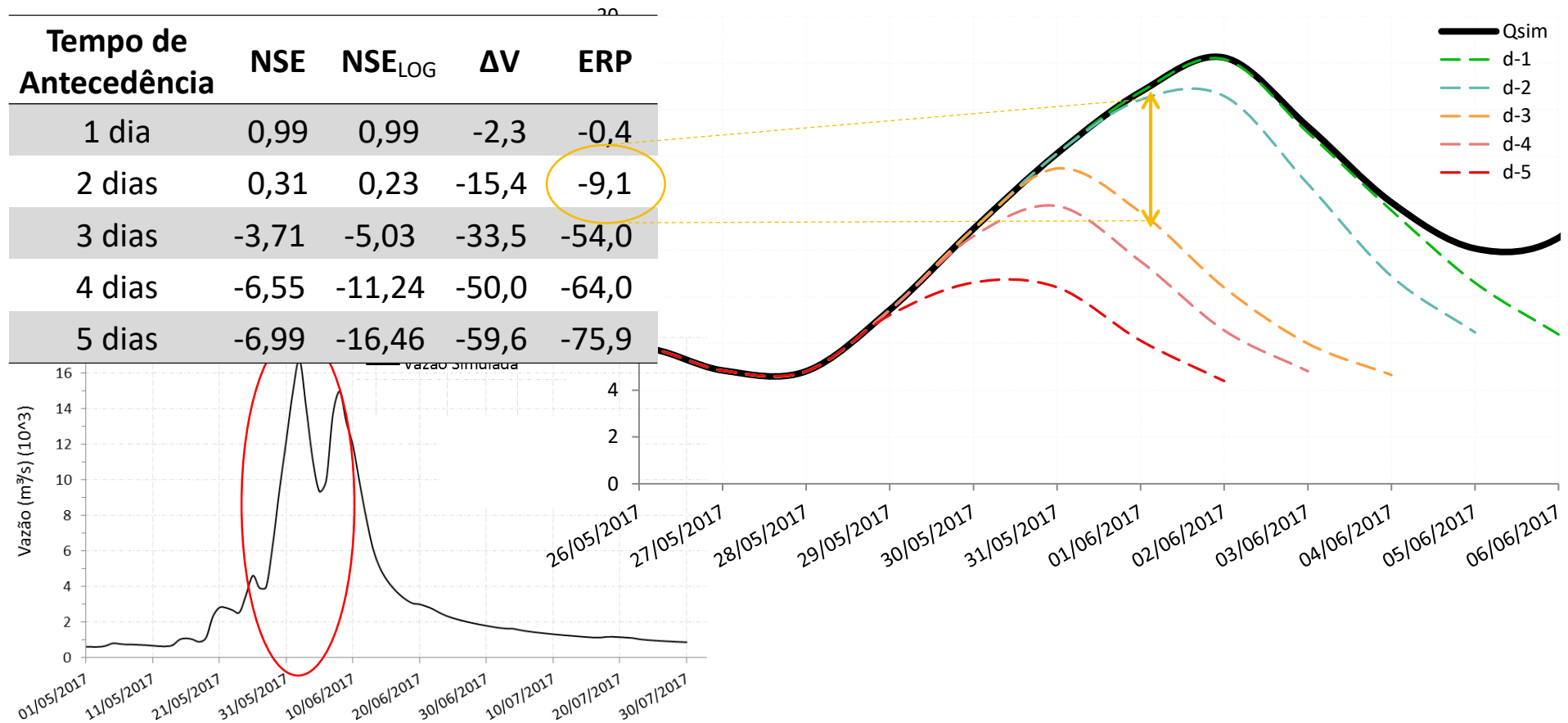
- Exemplificando



MGB - IPH

ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE

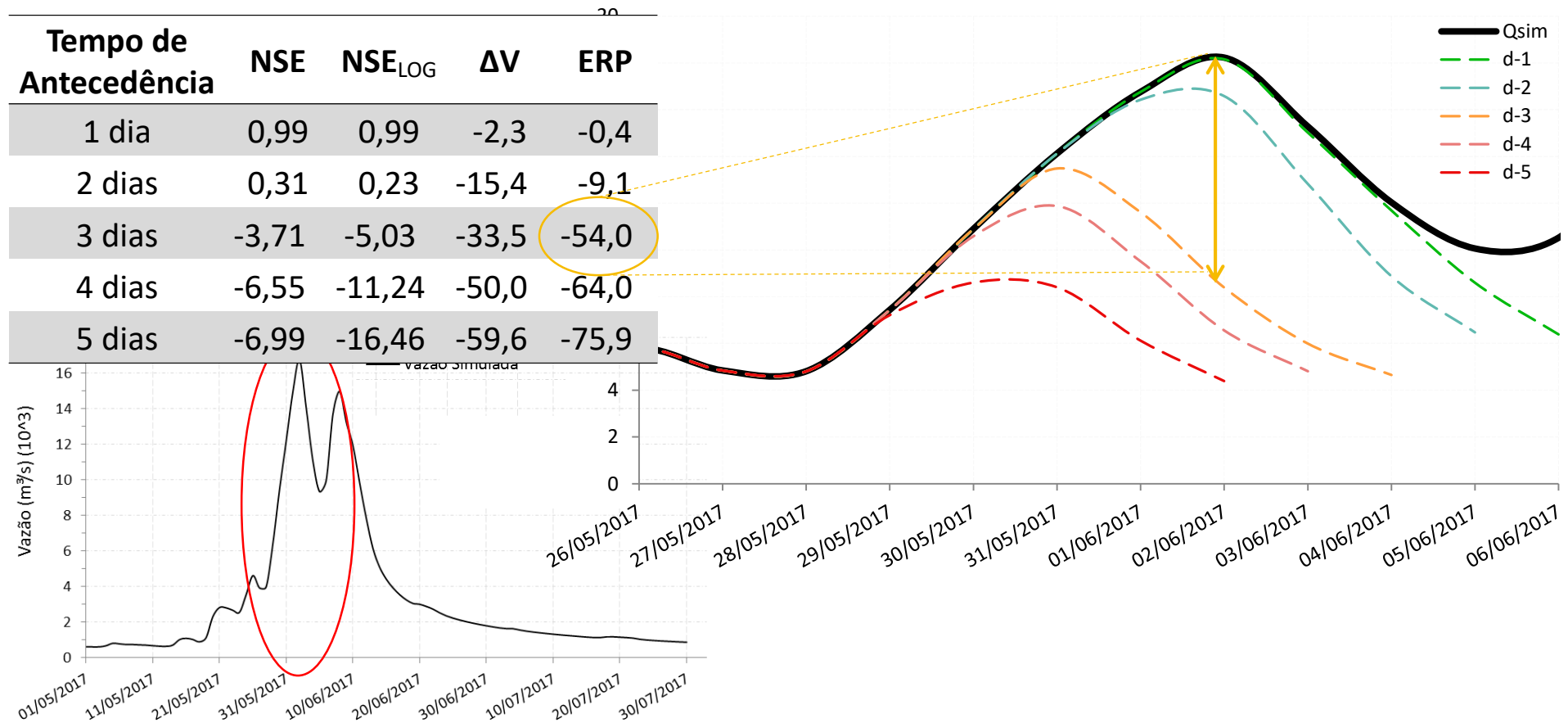
- Exemplificando

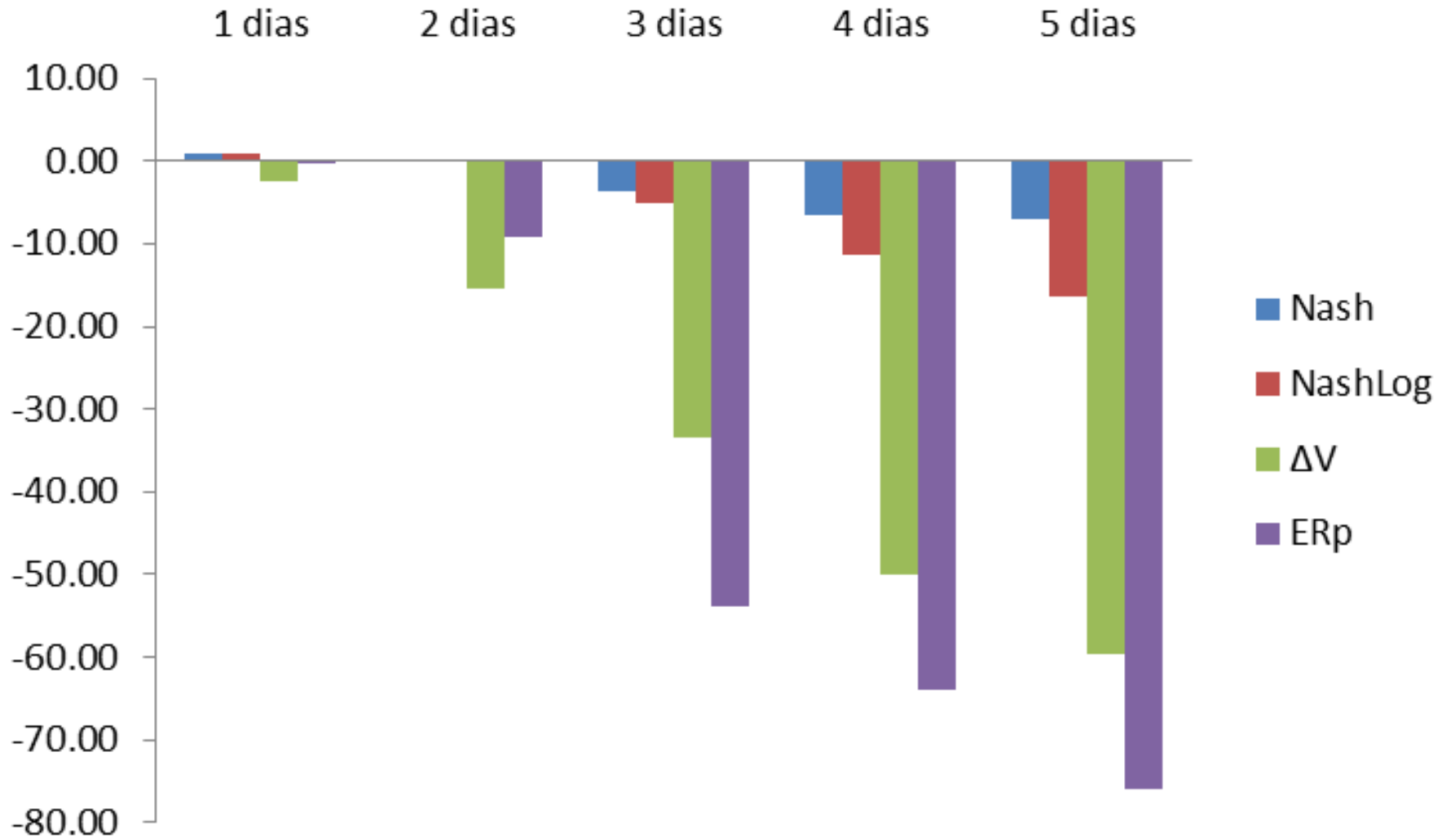


MGB - IPH

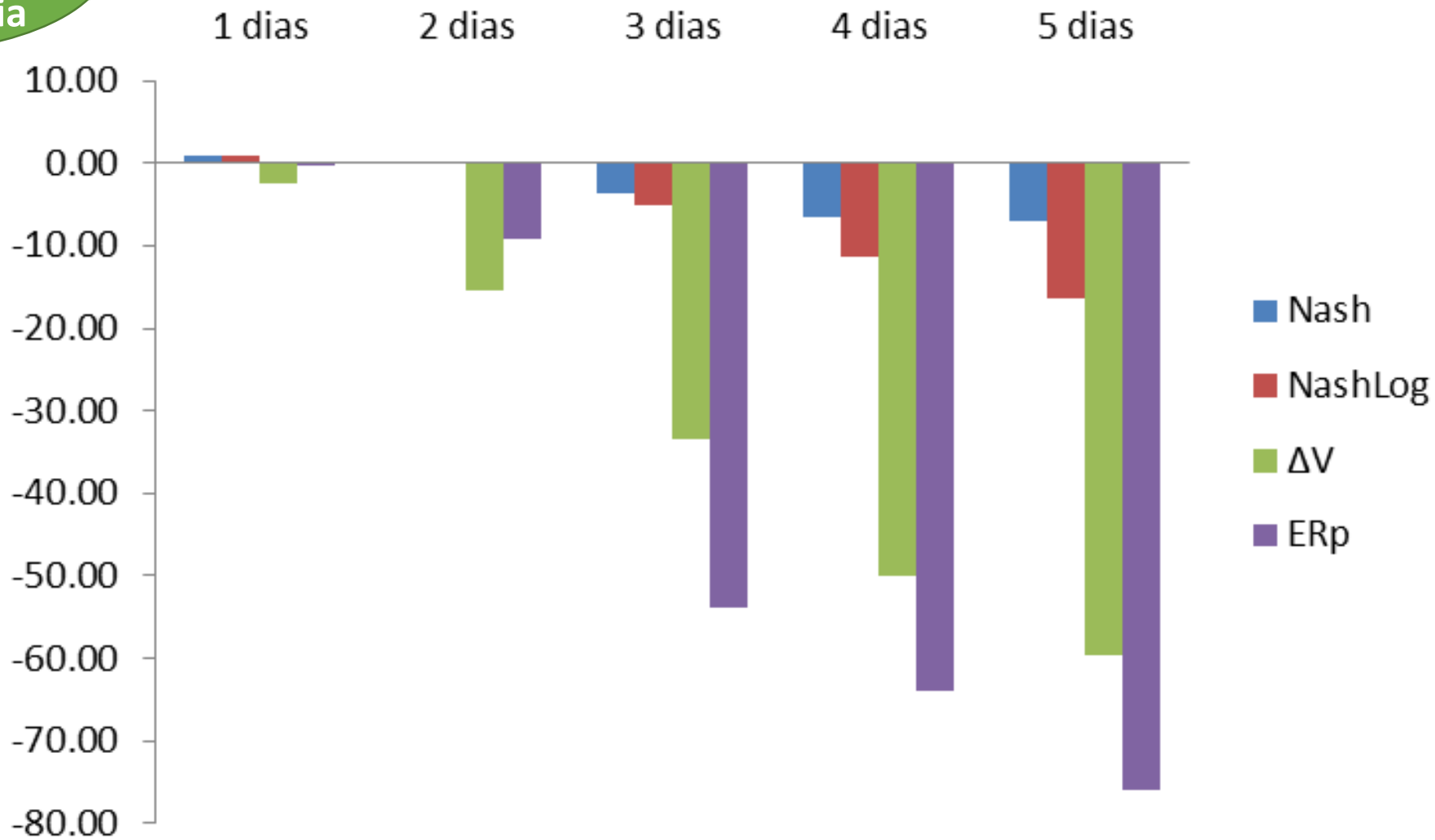
ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE

- Exemplificando

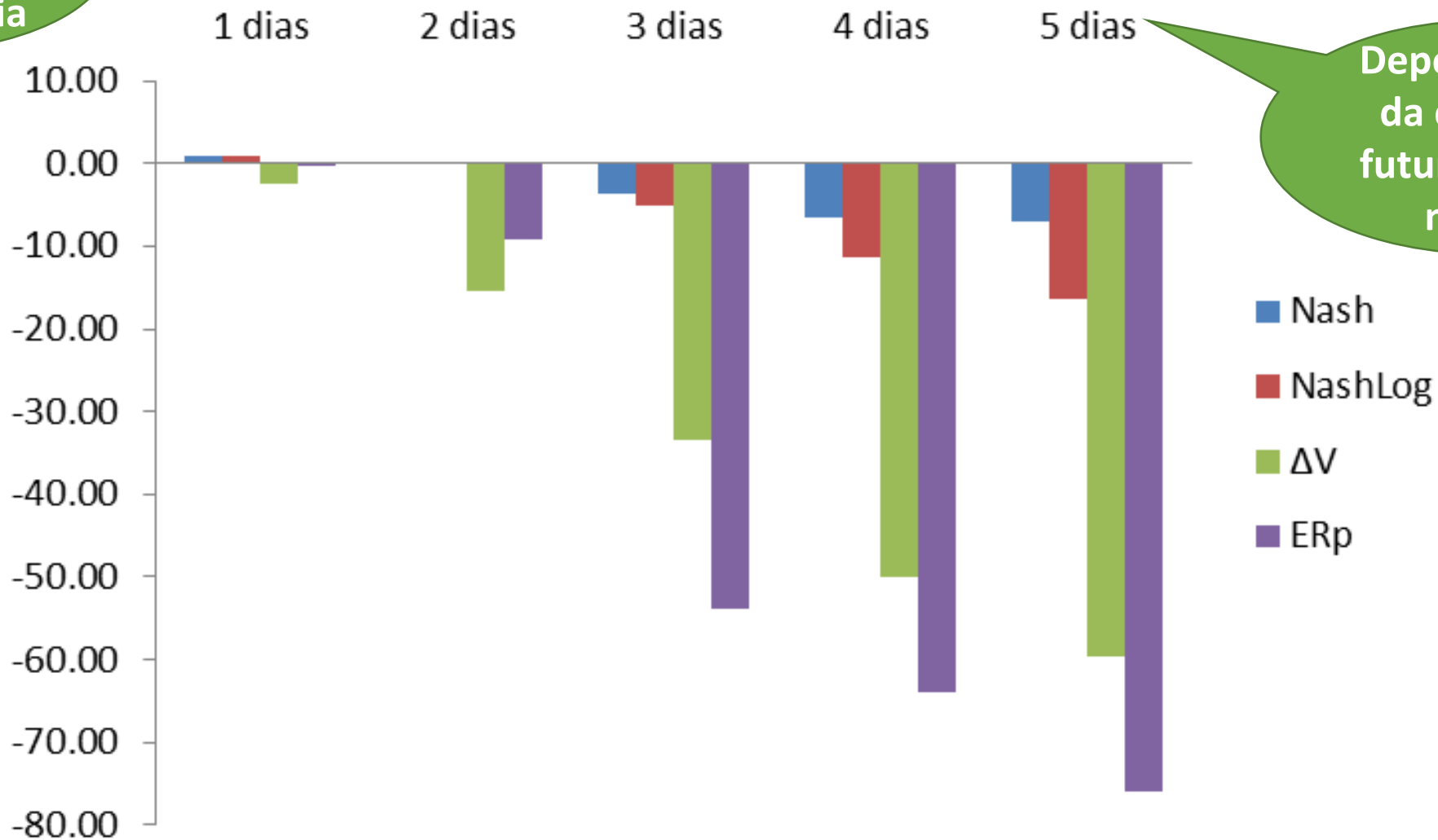




Depende mais
da chuva que
já caiu na bacia



Depende mais
da chuva que
já caiu na bacia



Depende mais
da chuva no
futuro, que eu
não sei

Postos Fluviométricos na Bacia do Rio Uruguai utilizados para Análise de Previsibilidade



Legenda

- ▼ Postos Fluviométricos
- ★ Capital Estadual
- Red outline: Bacia do Rio Uruguai
- Brown area: Sub-Bacia do Alto Uruguai

Projeção Geográfica: Policônica
Meridiano Central: -54°00'00"
Datum Horizontal: SIRGAS2000

Fontes: Marcuzzo et al. (2016) - Bacia e Rio Uruguai
Ladeira Neto (2013) - Projeto Batimetria - CPRM
ANA (2014) - Corpos D'Água

ÍNDICES DE EFICIÊNCIA

Código	Nome da Estação	Tempo de Antecedência [dias]	NSE	NSE _{LOG}	ΔV [%]	ERP [%]
74100000	Iraí	1	0,99	0,98	-3,1	-0,4
		2	0,31	-0,07	-19,0	-9,1
		3	-2,53	-4,89	-38,0	-41,4
		4	-5,17	-9,60	-50,7	-70,4
		5	-6,51	-12,44	-59,6	-78,0
74800000	Porto Lucena	1	1,00	0,99	-1,3	-0,1
		2	0,86	0,81	-7,0	-2,2
		3	-0,46	-0,66	-20,8	-18,4
		4	-2,88	-3,19	-33,0	-42,9
		5	-4,93	-5,63	-40,8	-54,5
75550000	Garruchos	1	1,00	1,00	-0,5	0,0
		2	0,95	0,95	-3,9	-0,2
		3	0,26	0,13	-13,5	-7,6
		4	-1,77	-1,75	-25,5	-31,2
		5	-2,86	-4,03	-33,4	-47,5
75780000	Passo São Borja	1	1,00	1,00	-0,4	-0,1
		2	0,97	0,98	-2,7	-0,8
		3	0,45	0,49	-7,5	-8,0
		4	-1,62	-1,85	-18,1	-21,1
		5	-2,25	-4,11	-31,7	-43,4

ÍNDICES DE EFICIÊNCIA

Código	Nome da Estação	Tempo de Antecedência [dias]	NSE	NSE _{LOG}	ΔV [%]	ERP [%]
74100000	Iraí	1	0,99	0,98	-3,1	-0,4
		2	0,31	-0,07	-19,0	-9,1
		3	-2,53	-4,89	-38,0	-41,4
		4	-5,17	-9,60	-50,7	-70,4
		5	-6,51	-12,44	-59,6	-78,0
74800000	Porto Lucena	1	1,00	0,99	-1,3	-0,1
		2	0,86	0,81	-7,0	-2,2
		3	-0,46	-0,66	-20,8	-18,4
		4	-2,88	-3,19	-33,0	-42,9
		5	-4,93	-5,63	-40,8	-54,5
75550000	Garruchos	1	1,00	1,00	-0,5	0,0
		2	0,95	0,95	-3,9	-0,2
		3	0,26	0,13	-13,5	-7,6
		4	-1,77	-1,75	-25,5	-31,2
		5	-2,86	-4,03	-33,4	-47,5
75780000	Passo São Borja	1	1,00	1,00	-0,4	-0,1
		2	0,97	0,98	-2,7	-0,8
		3	0,45	0,49	-7,5	-8,0
		4	-1,62	-1,85	-18,1	-21,1
		5	-2,25	-4,11	-31,7	-43,4

ÍNDICES DE EFICIÊNCIA

Código	Nome da Estação	Tempo de Antecedência [dias]	NSE	NSE _{LOG}	ΔV [%]	ERP [%]
74100000	Iraí	1	0,99	0,98	-3,1	-0,4
		2	0,31	-0,07	-19,0	-9,1
		3	-2,53	-4,89	-38,0	-41,4
		4	-5,17	-9,60	-50,7	-70,4
		5	-6,51	-12,44	-59,6	-78,0
74800000	Porto Lucena	1	1,00	0,99	-1,3	-0,1
		2	0,86	0,81	-7,0	-2,2
		3	-0,46	-0,66	-20,8	-18,4
		4	-2,88	-3,19	-33,0	-42,9
		5	-4,93	-5,63	-40,8	-54,5
75550000	Garruchos	1	1,00	1,00	-0,5	0,0
		2	0,95	0,95	-3,9	-0,2
		3	0,26	0,13	-13,5	-7,6
		4	-1,77	-1,75	-25,5	-31,2
		5	-2,86	-4,03	-33,4	-47,5
75780000	Passo São Borja	1	1,00	1,00	-0,4	-0,1
		2	0,97	0,98	-2,7	-0,8
		3	0,45	0,49	-7,5	-8,0
		4	-1,62	-1,85	-18,1	-21,1
		5	-2,25	-4,11	-31,7	-43,4

ÍNDICES DE EFICIÊNCIA

Código	Nome da Estação	Tempo de Antecedência [dias]	NSE	NSE _{LOG}	ΔV [%]	ERP [%]
74100000	Iraí	1	0,99	0,98	-3,1	-0,4
		2	0,31	-0,07	-19,0	-9,1
		3	-2,53	-4,89	-38,0	-41,4
		4	-5,17	-9,60	-50,7	-70,4
		5	-6,51	-12,44	-59,6	-78,0
74800000	Porto Lucena	1	1,00	0,99	-1,3	-0,1
		2	0,86	0,81	-7,0	-2,2
		3	-0,46	-0,66	-20,8	-18,4
		4	-2,88	-3,19	-33,0	-42,9
		5	-4,93	-5,63	-40,8	-54,5
75550000	Garruchos	1	1,00	1,00	-0,5	0,0
		2	0,95	0,95	-3,9	-0,2
		3	0,26	0,13	-13,5	-7,6
		4	-1,77	-1,75	-25,5	-31,2
		5	-2,86	-4,03	-33,4	-47,5
75780000	Passo São Borja	1	1,00	1,00	-0,4	-0,1
		2	0,97	0,98	-2,7	-0,8
		3	0,45	0,49	-7,5	-8,0
		4	-1,62	-1,85	-18,1	-21,1
		5	-2,25	-4,11	-31,7	-43,4

ÍNDICES DE EFICIÊNCIA

Código	Nome da Estação	Tempo de Antecedência [dias]	NSE	NSE _{LOG}	ΔV [%]	E _{RP} [%]
75900000	Itaqui	1	1,00	1,00	-0,1	0,0
		2	1,00	0,99	-1,4	-0,4
		3	0,88	0,91	-4,5	-2,6
		4	-0,13	-0,30	-11,6	-13,4
		5	-0,85	-1,12	-22,9	-29,0
76800000	Passo Mariano Pinto	1	1,00	0,99	-1,7	0,0
		2	0,54	0,43	-13,0	-3,8
		3	-2,23	-3,92	-29,6	-47,8
		4	-7,23	-16,50	-40,5	-60,6
		5	-6,10	-14,98	-44,4	-66,8
77150000	Uruguaiana	1	1,00	1,00	-0,1	0,0
		2	1,00	1,00	-0,4	-0,2
		3	0,95	0,96	-2,1	-1,5
		4	0,49	0,66	-5,9	-8,9
		5	0,04	0,08	-11,0	-14,4

ÍNDICES DE EFICIÊNCIA

Código	Nome da Estação	Tempo de Antecedência	NSE	NSE _{LOG}	ΔV [%]	E _{RP} [%]
		[dias]				
75900000	Itaqui	1	1,00	1,00	-0,1	0,0
		2	1,00	0,99	-1,4	-0,4
		3	0,88	0,91	-4,5	-2,6
		4	-0,13	-0,30	-11,6	-13,4
		5	-0,85	-1,12	-22,9	-29,0
76800000	Passo Mariano Pinto	1	1,00	0,99	-1,7	0,0
		2	0,54	0,43	-13,0	-3,8
		3	-2,23	-3,92	-29,6	-47,8
		4	-7,23	-16,50	-40,5	-60,6
		5	-6,10	-14,98	-44,4	-66,8
77150000	Uruguaiana	1	1,00	1,00	-0,1	0,0
		2	1,00	1,00	-0,4	-0,2
		3	0,95	0,96	-2,1	-1,5
		4	0,49	0,66	-5,9	-8,9
		5	0,04	0,08	-11,0	-14,4

Postos Fluviométricos na Bacia do Rio Uruguai utilizados para Análise de Previsibilidade



Legenda

- ▼ Postos Fluviométricos
- ★ Capital Estadual
- Red outline: Bacia do Rio Uruguai
- Brown area: Sub-Bacia do Alto Uruguai

Projeção Geográfica: Policônica
Meridiano Central: -54°00'00"
Datum Horizontal: SIRGAS2000

Fontes: Marcuzzo et al. (2016) - Bacia e Rio Uruguai
Ladeira Neto (2013) - Projeto Batimetria - CPRM
ANA (2014) - Corpos D'Água

ÍNDICES DE EFICIÊNCIA

Código	Nome da Estação	Tempo de Antecedência	NSE	NSE _{LOG}	ΔV [%]	E _{RP} [%]
		[dias]				
75900000	Itaqui	1	1,00	1,00	-0,1	0,0
		2	1,00	0,99	-1,4	-0,4
		3	0,88	0,91	-4,5	-2,6
		4	-0,13	-0,30	-11,6	-13,4
		5	-0,85	-1,12	-22,9	-29,0
76800000	Passo Mariano Pinto	1	1,00	0,99	-1,7	0,0
		2	0,54	0,43	-13,0	-3,8
		3	-2,23	-3,92	-29,6	-47,8
		4	-7,23	-16,50	-40,5	-60,6
		5	-6,10	-14,98	-44,4	-66,8
77150000	Uruguaiana	1	1,00	1,00	-0,1	0,0
		2	1,00	1,00	-0,4	-0,2
		3	0,95	0,96	-2,1	-1,5
		4	0,49	0,66	-5,9	-8,9
		5	0,04	0,08	-11,0	-14,4

Postos Fluviométricos na Bacia do Rio Uruguai utilizados para Análise de Previsibilidade



Legenda

- ▼ Postos Fluviométricos
- ★ Capital Estadual
- Red outline: Bacia do Rio Uruguai
- Brown area: Sub-Bacia do Alto Uruguai

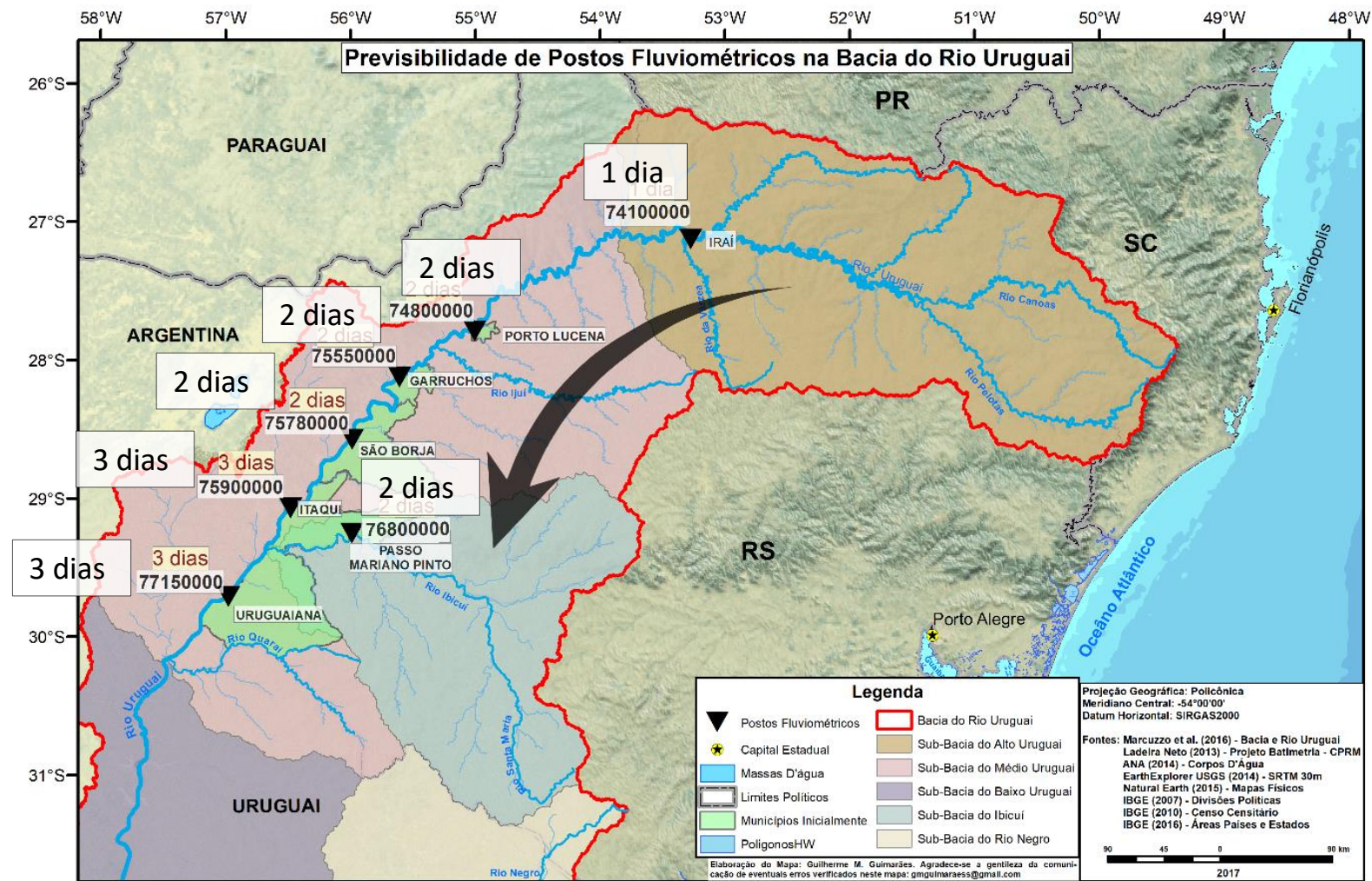
Projeção Geográfica: Policônica
Meridiano Central: -54°00'00"
Datum Horizontal: SIRGAS2000

Fontes: Marcuzzo et al. (2016) - Bacia e Rio Uruguai
Ladeira Neto (2013) - Projeto Batimetria - CPRM
ANA (2014) - Corpos D'Água

COM QUAL ANTECEDÊNCIA CONSEGUIMOS PREVER CHEIAS NO RIO URUGUAI USANDO UM MODELO HIDROLÓGICO DE GRANDE ESCALA?



- Adotando valor máximo de 5% para o E_{RP}





I Encontro Nacional de Desastres

Porto Alegre - RS/Brasil

25 a 27 de julho de 2018



COM QUAL ANTECEDÊNCIA CONSEGUIMOS PREVER CHEIAS NO RIO URUGUAI USANDO UM MODELO HIDROLÓGICO DE GRANDE ESCALA?

Guilherme Mendoza Guimarães ; Fernando Mainardi Fan ; Francisco Fernando Noronha Marcuzzo ; Franco Turco Buffon & Andrea de Oliveira Germano

