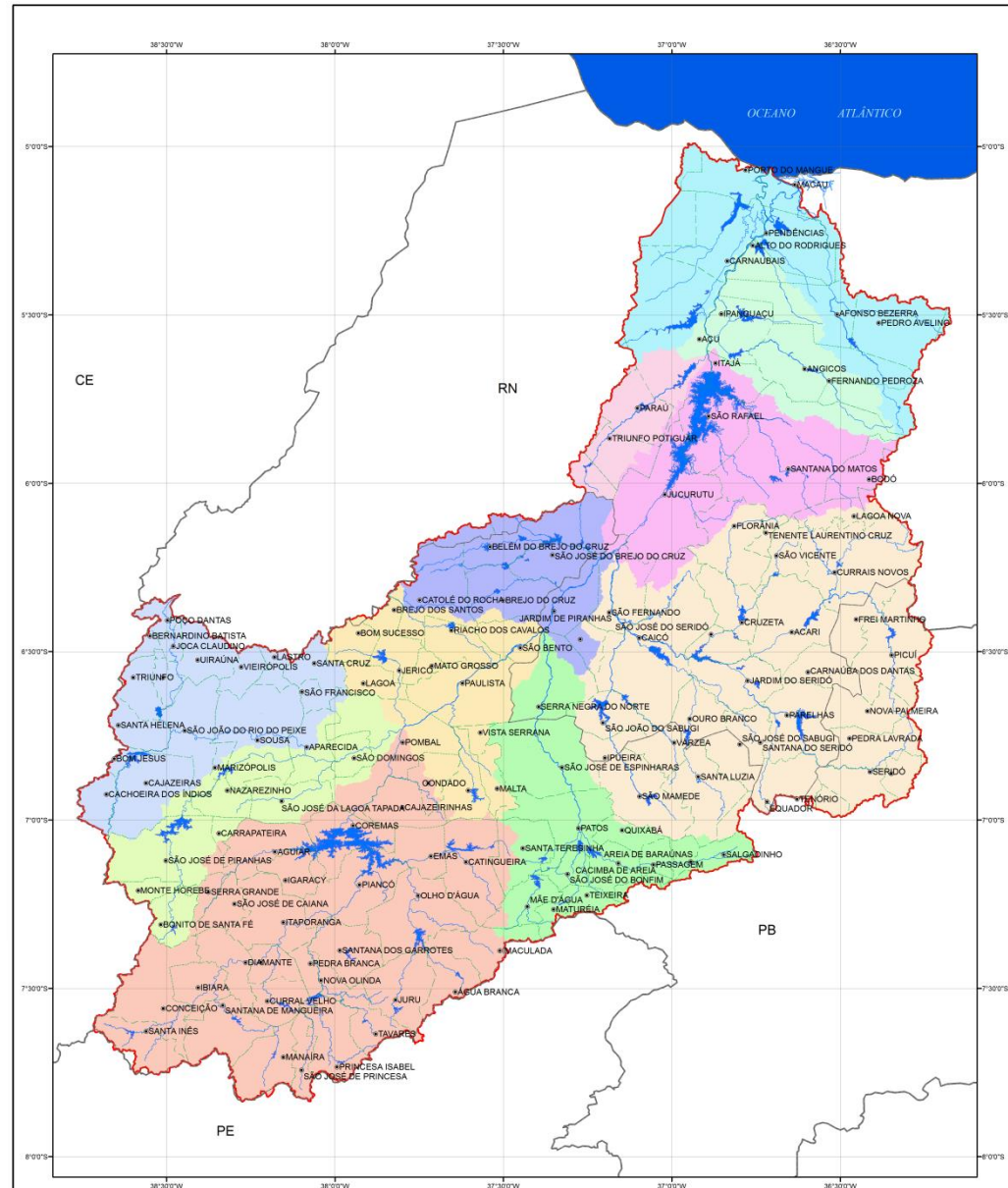


Disponibilidade Hídrica Superficial

Definição das UP's

UP's (11)

- Foram determinadas a partir das UP's Estaduais;
- Bacias hidrográficas;
- Regiões hidrográficas.



Base Teórica dos Estudos da Disponibilidade Hídrica Superficial para a Bacia do Piranhas-Açu

- Localização da Bacia do Piranhas-Açu **Semiárido brasileiro na Região Nordeste**;
- Substrato Cristalino;
- Rios **intermitentes** -> **escoamento nulo** durante o período de estiagem que se estende por até 8 a 9 meses/ano em situações normais (alta permanência de Vazão natural nula).

Em anos secos, o período de estiagem pode perdurar todo o ano.

RESUMO: NÃO HÁ **VAZÃO NATURAL** GARANTIDA NOS RIOS PARA SUPRIR A DEMANDA DE ABASTECIMENTO (Humano, Animal, Agrícola, Urbano, Industrial, Mineração, etc..)

Sequência dos Estudos da Disponibilidade Hídrica Superficial

Etapa 1: Estudos de Base

Pluviometria (chuva), Fluviometria (vazão nos rios), Evaporação (lagos) e Evapotranspiração (solo e vegetação, biomassa)

Etapa 2: Geração das Vazões

Ajuste de modelos chuva-vazão, geração de vazões afluentes aos açudes. Uso do Modelo SMAP-M.

Etapa 3: Estudos de Regularização

Balanco Hídrico nos açudes para diferentes níveis de garantia (90%, 95%, 99%). Uso do Modelo SIMRES.

Disponibilidade Hídrica Superficial

- Dados Pluviométricos Disponíveis (Concentração de dados a partir de 1960)
 - ✓ HidroWeb- ANA: Concentração de dados 1935 a 1983
 - ✓ EMPARN: Concentração de dados 1985 a 2010
 - ✓ AESA: Concentração de dados 1994 a 2012

Disponibilidade Hídrica Superficial

Dados Pluviométricos

✓ Estado do Rio Grande do Norte: 43 postos com dados de boa qualidade

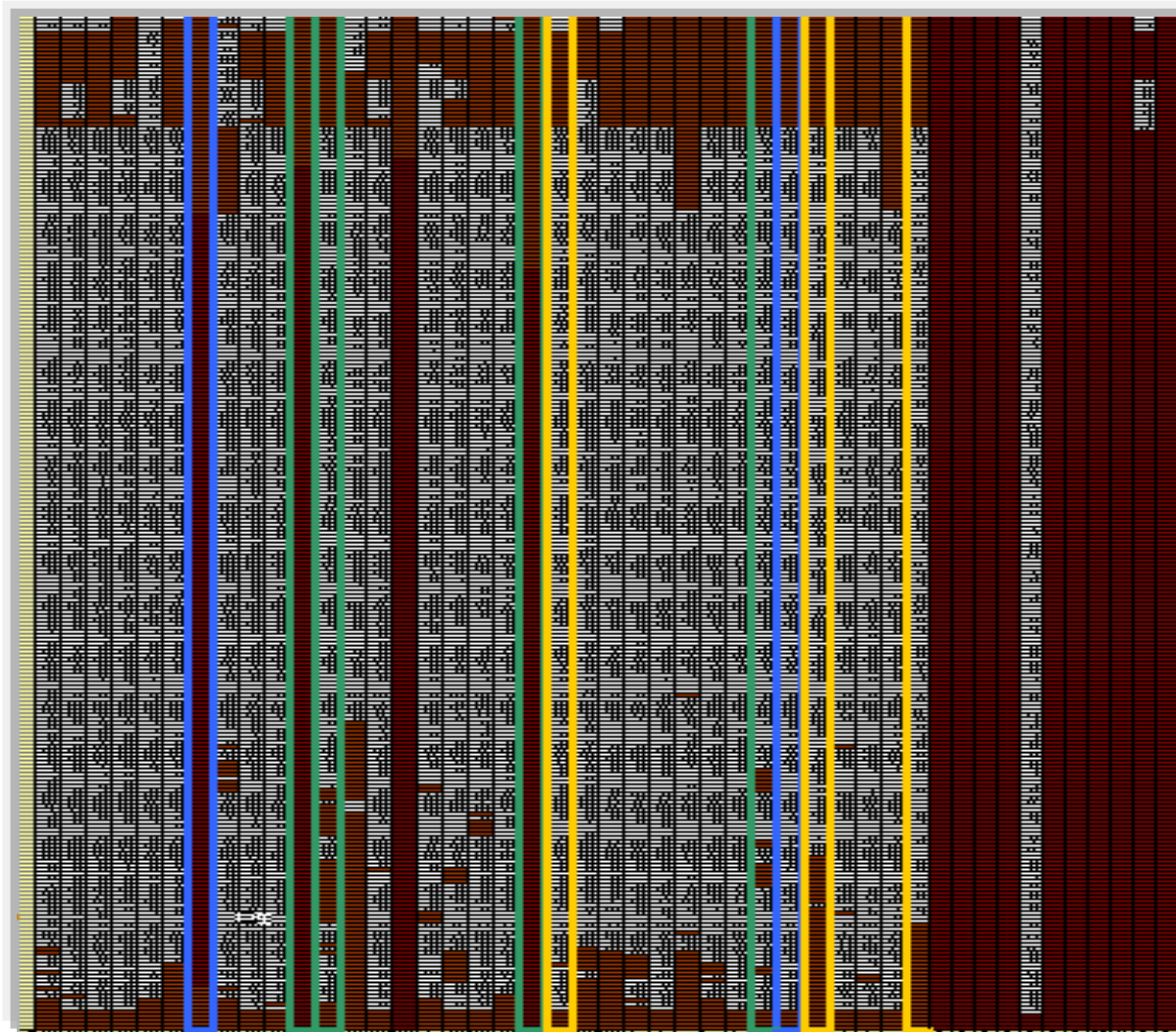
disponíveis na bacia.

Quadro de Totais Anuais de Chuva nos 43 postos PLU levantados (ANA+EMPARN)



Disponibilidade Hídrica Superficial

Dados Pluviométricos



- ✓ Estado da Paraíba:
35 postos com dados de boa qualidade disponíveis na bacia.

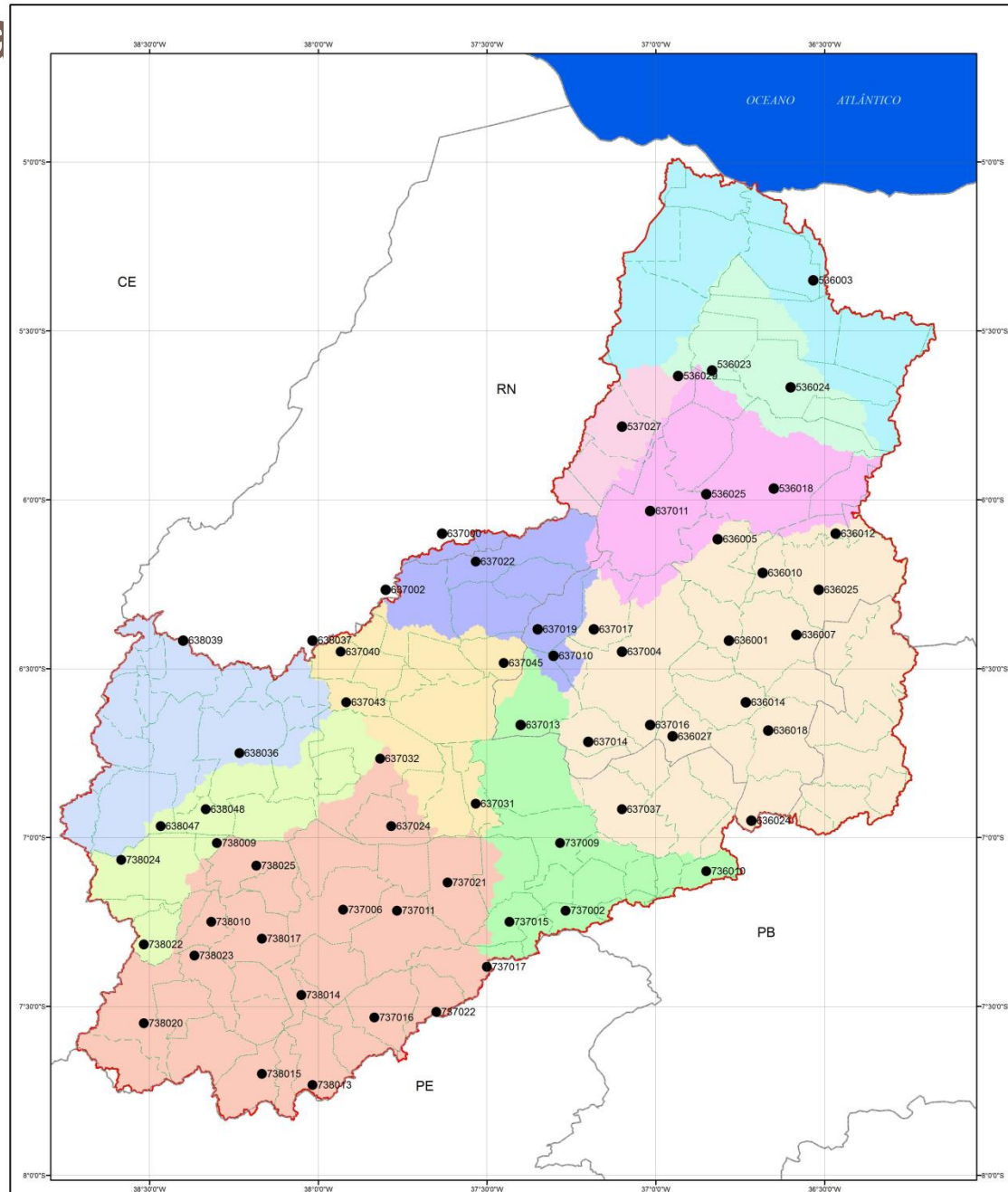
Quadro de Totais Anuais de Chuva nos 33 postos PLU levantados (ANA+AESA)

Disponibilidade Hídrica Superficial Postos Pluviométricos

✓ Dos **78** postos selecionados utilizou-se **61** - com razoável qualidade e quantidade de dados de precipitação para empregar no presente estudo.

LEGENDA

- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite da Bacia do Piranhas Açú
- Postos Pluviométricos



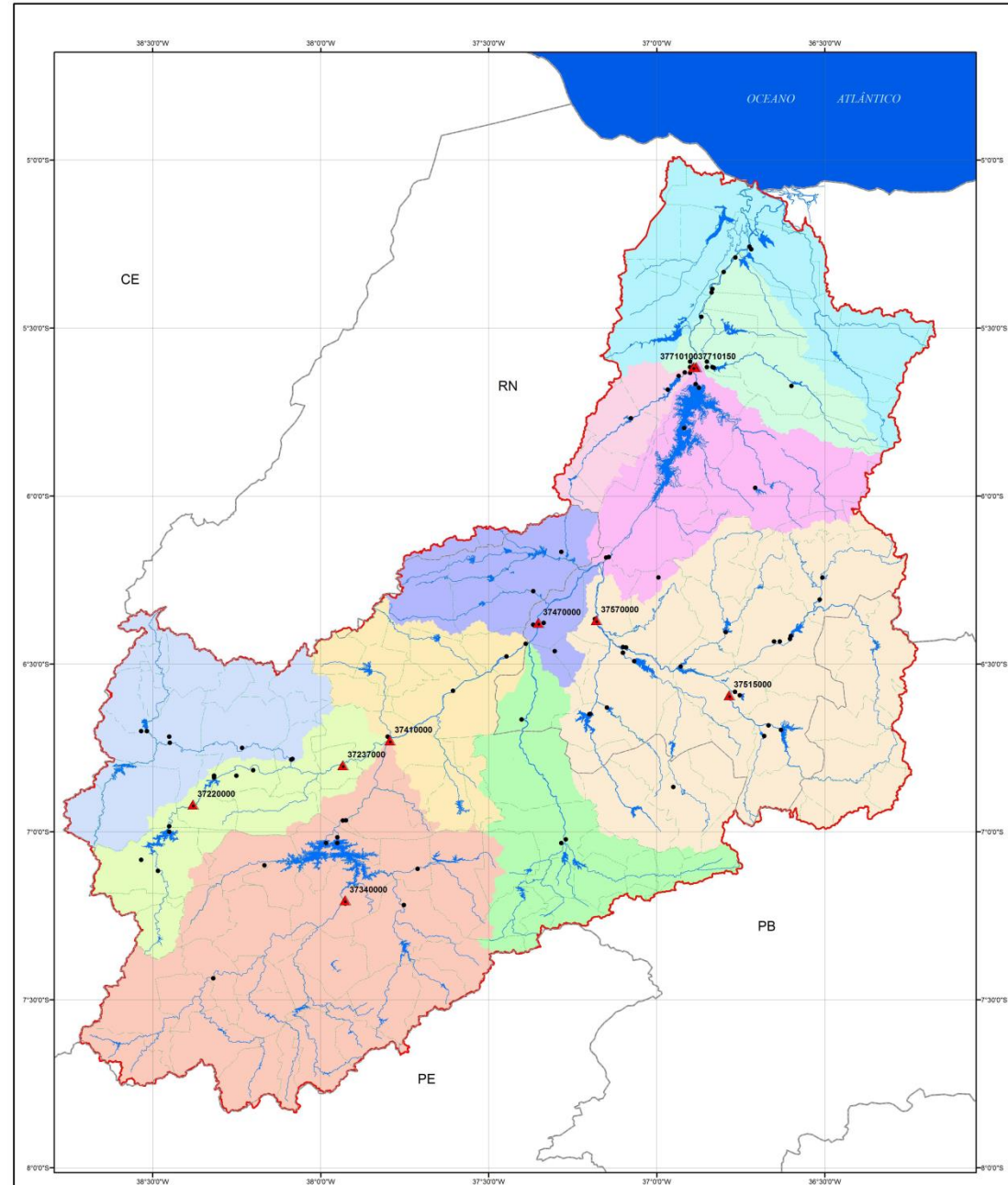
Disponibilidade Hídrica Superficial

Dados Fluviométricos

✓ Localização das estações fluviométricas.

LEGENDA

- ▭ Limite Estadual
- ▭ Limite Municipal
- ▭ Limite da Bacia do Piranhas Açú
- ☁ Reservatórios
- ~ Rede Hidrográfica
- Estações Fluviométricas Existentes na Bacia
- ▲ Estações Fluviométricas Selecionadas



Sequência dos Estudos da Disponibilidade Hídrica Superficial

Etapa 1: Estudos de Base

Pluviometria (chuva), Fluviometria (vazão nos rios), Evaporação (lagos) e Evapotranspiração (solo e vegetação, biomassa)

Etapa 2: Geração das Vazões

Ajuste de modelos chuva-vazão, geração de vazões afluentes aos açudes. Uso do Modelo SMAP-M.

Etapa 3: Estudos de Regularização

Balanço Hídrico nos açudes para diferentes níveis de garantia (90%, 95%, 99%). Uso do Modelo SIMRES.

Modelos Hidrológicos para extensão das séries e melhor espacialização dos processos naturais

MODELOS QUE SIMULAM A GERAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA BACIA: MODELOS CHUVA x VAZÃO

- ✓ Modelo selecionado – **SMAP** (Soil Moisture Accounting Procedure - Lopes, 1981)

Dados de entrada:

- ✓ Precipitações Médias – Polígonos de Thiessen dos postos Flu;
- ✓ Evapotranspiração.



Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

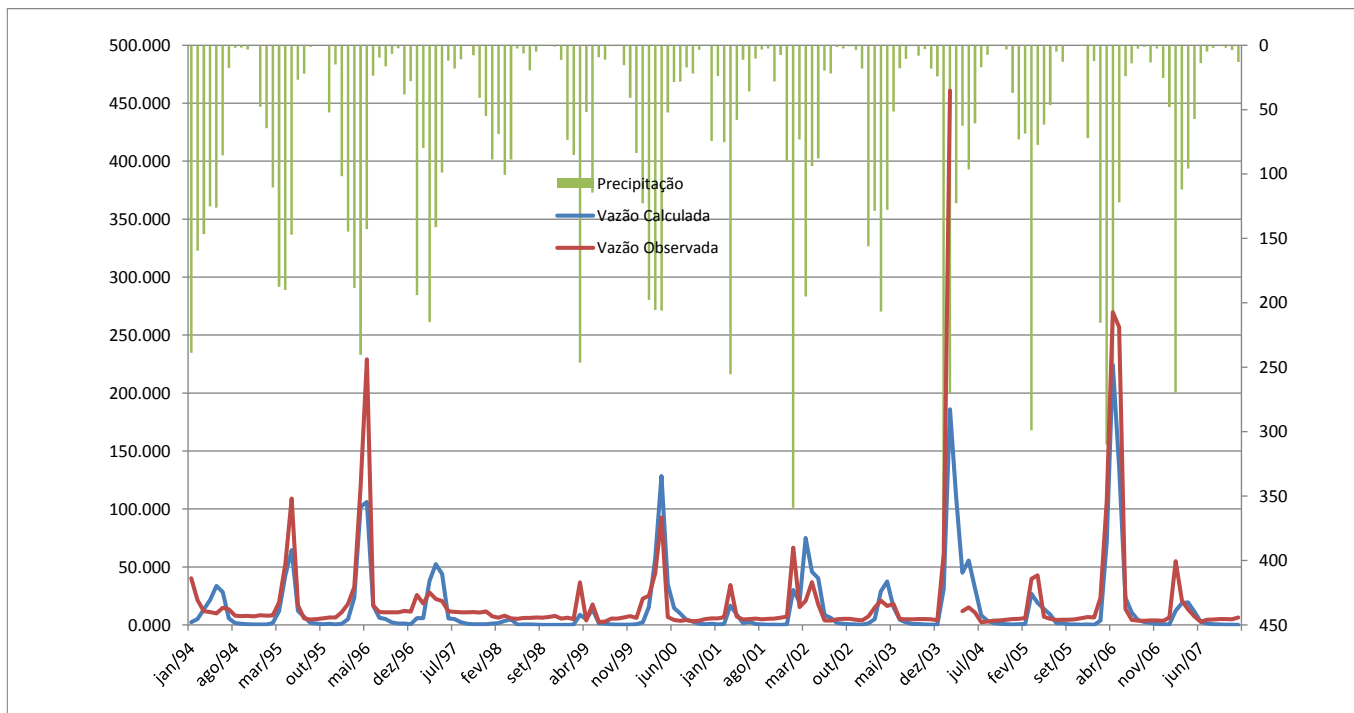
Foram modeladas **9** estações fluviométricas na bacia do Piranhas-Açu.

A representatividade hidrológica da modelagem das estações fluviométricas foi avaliada pela sua capacidade de reproduzir um **rendimento hidrológico** compatível com aquele avaliado no **Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Setentrionais do Nordeste (PISF)**, que é a melhor referência disponível para a bacia.

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Calibração - Posto Flu Sítio Vassouras

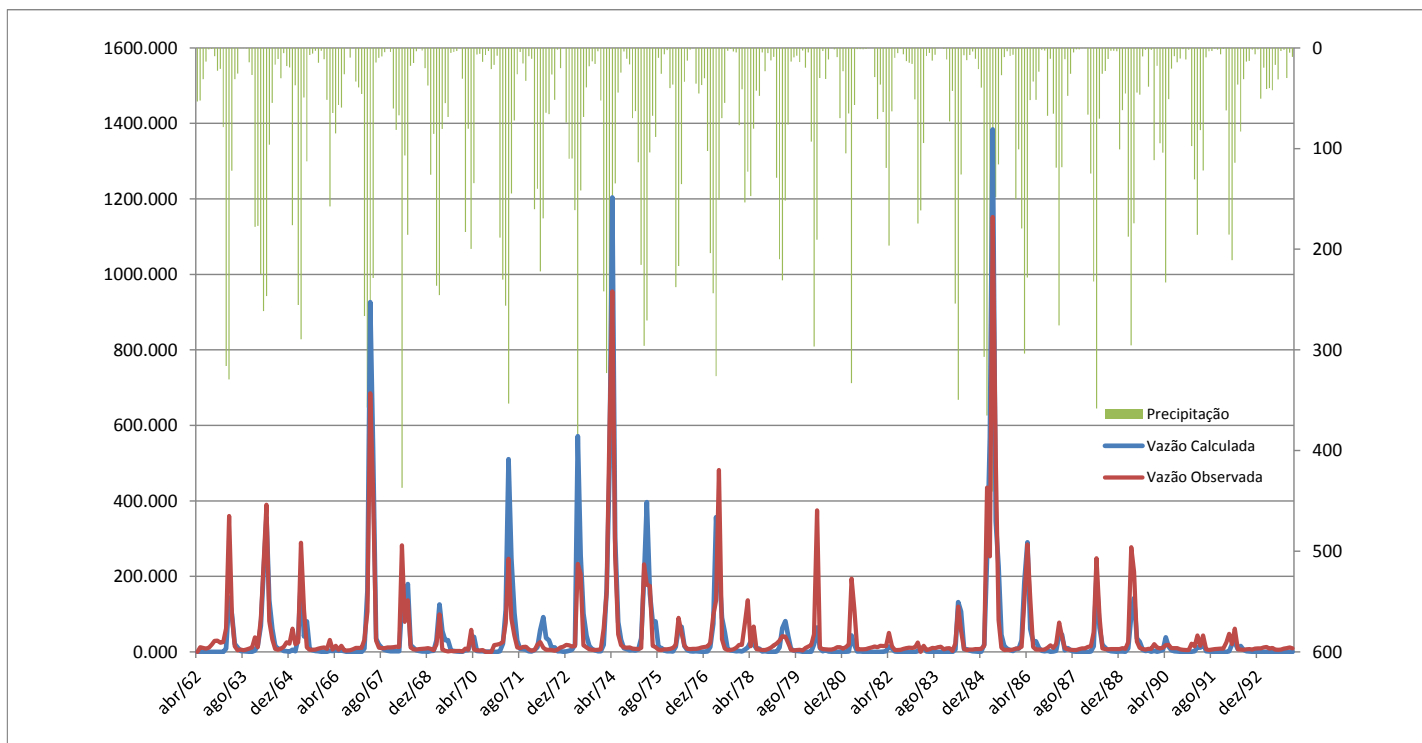


Calibração: janeiro/1994 a dezembro/2007

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Validação - Posto Flu Sítio Vassouras

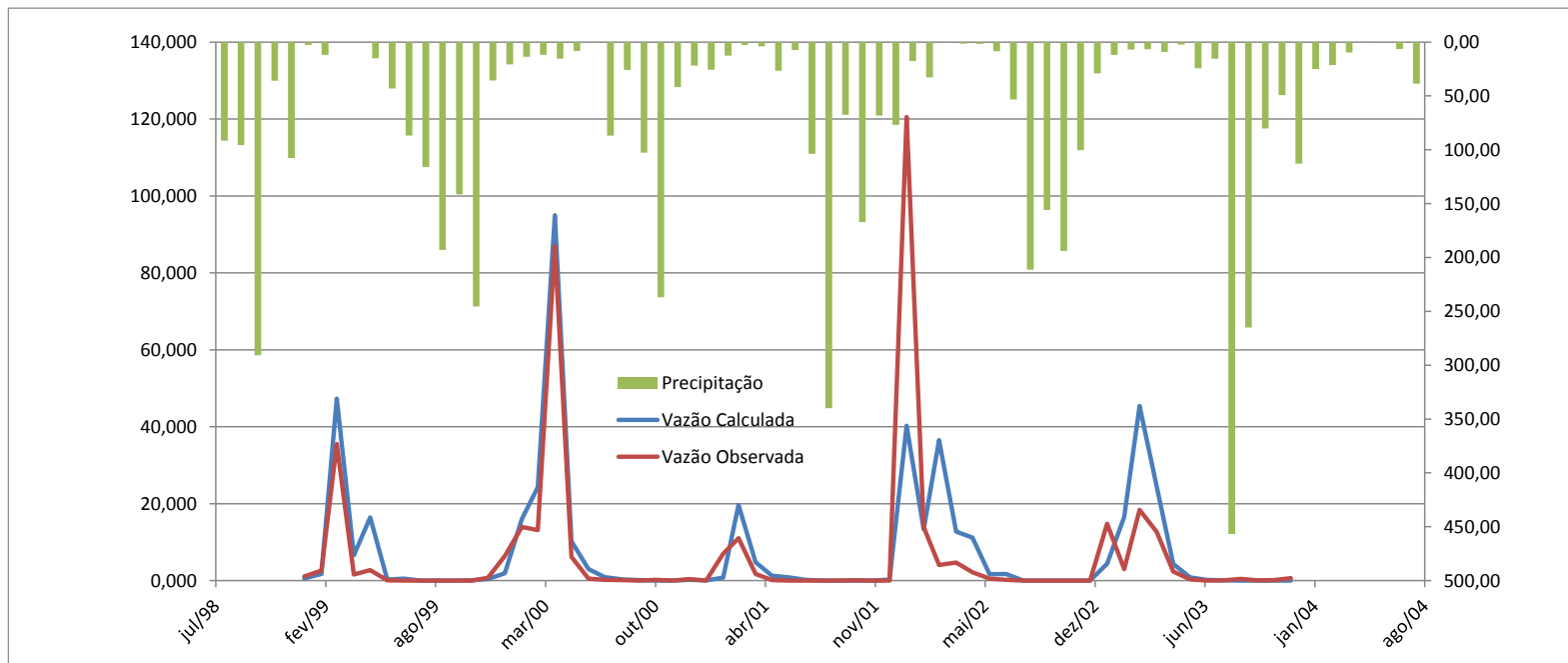


Validação: abril/1962 a dezembro/1993

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Calibração - Posto Flu Piancó

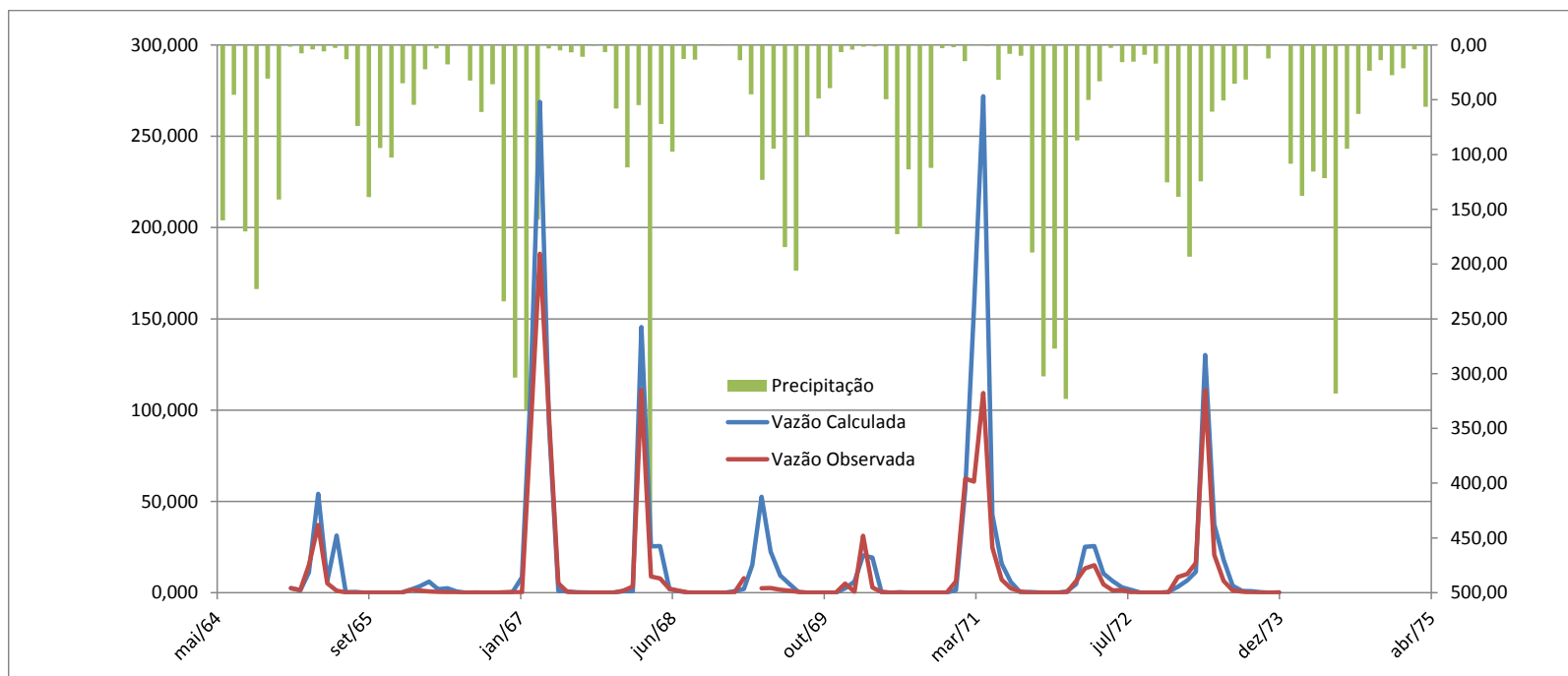


Calibração: janeiro/1999 a dezembro/2004

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Validação - Posto Flu Piancó

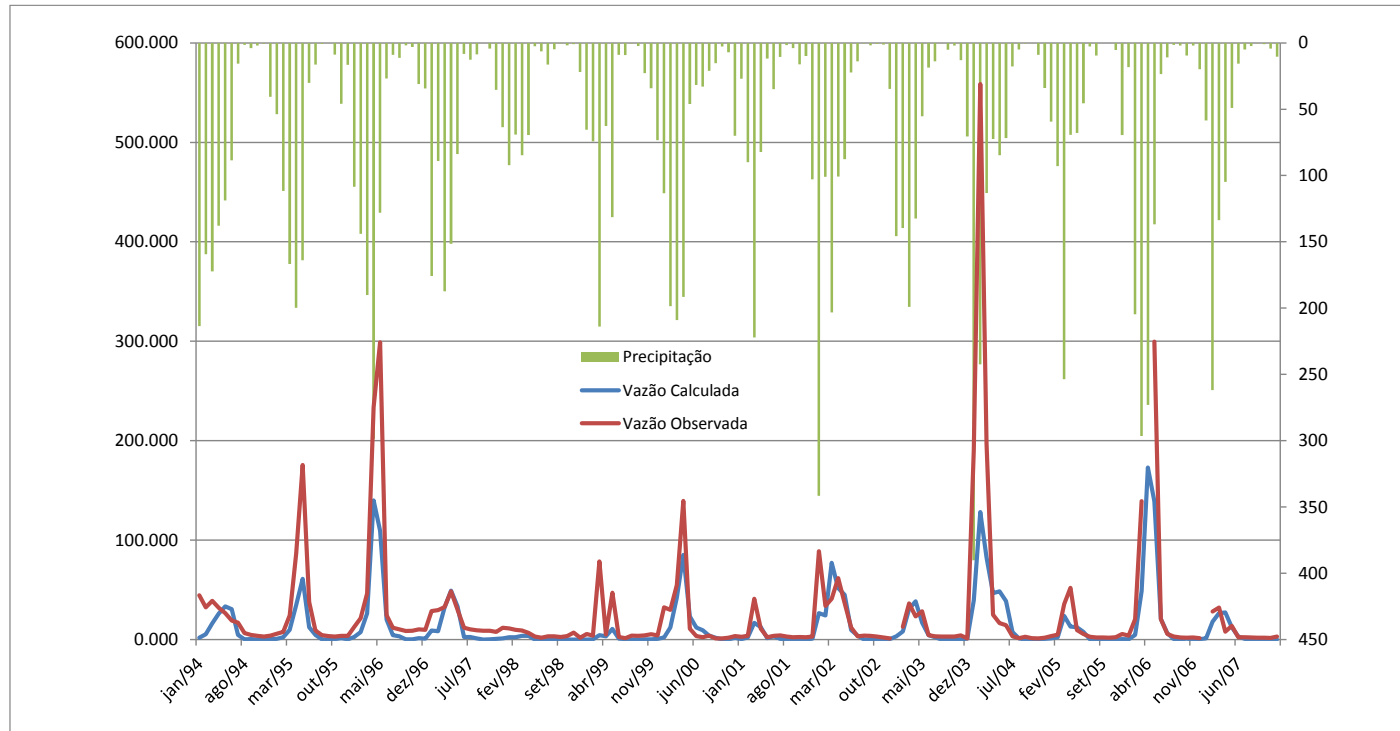


Validação: janeiro/1965 a dezembro/1973

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Calibração - Posto Flu Jardim de Piranhas

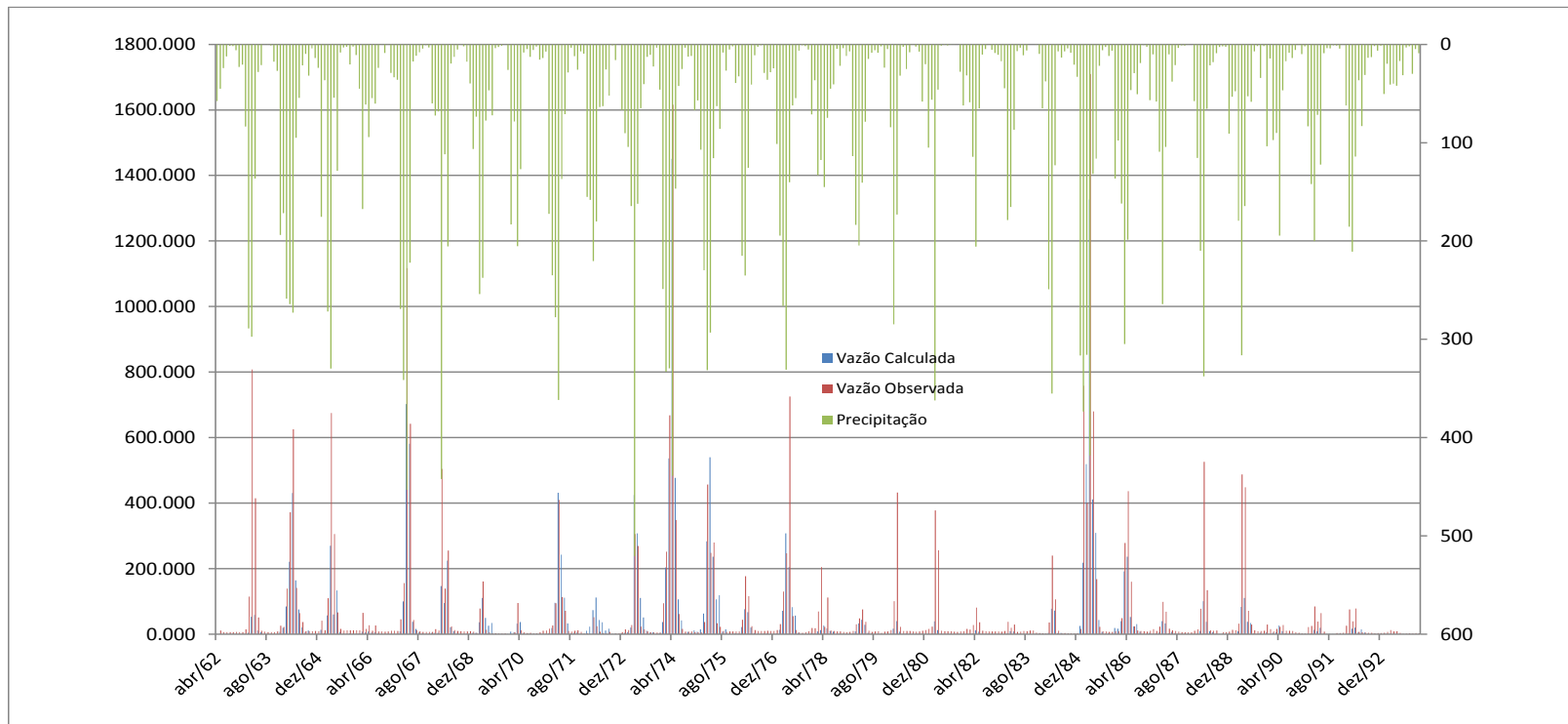


Calibração: janeiro/1994 a dezembro/2007

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Validação - Posto Flu Jardim de Piranhas

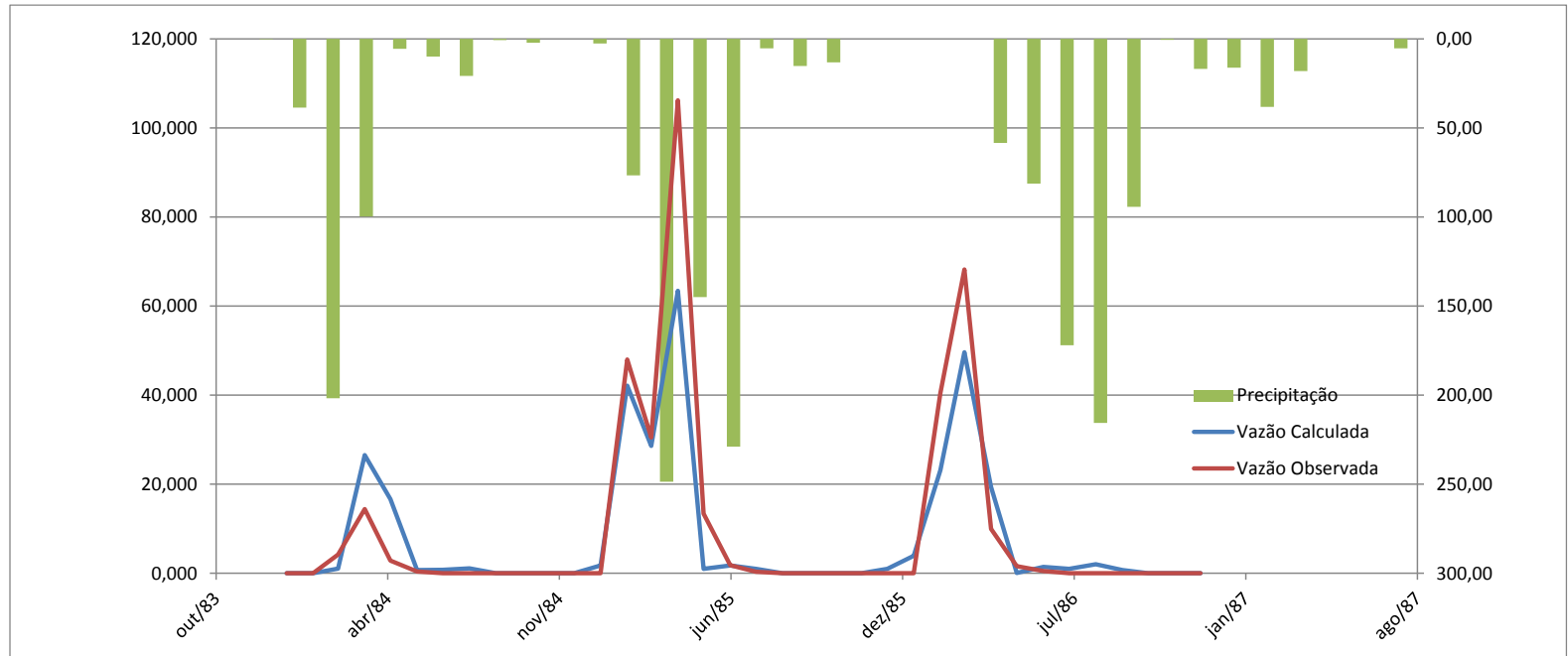


Validação: abril/1962 a dezembro/1993

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Calibração - Posto Flu Sítio Volta

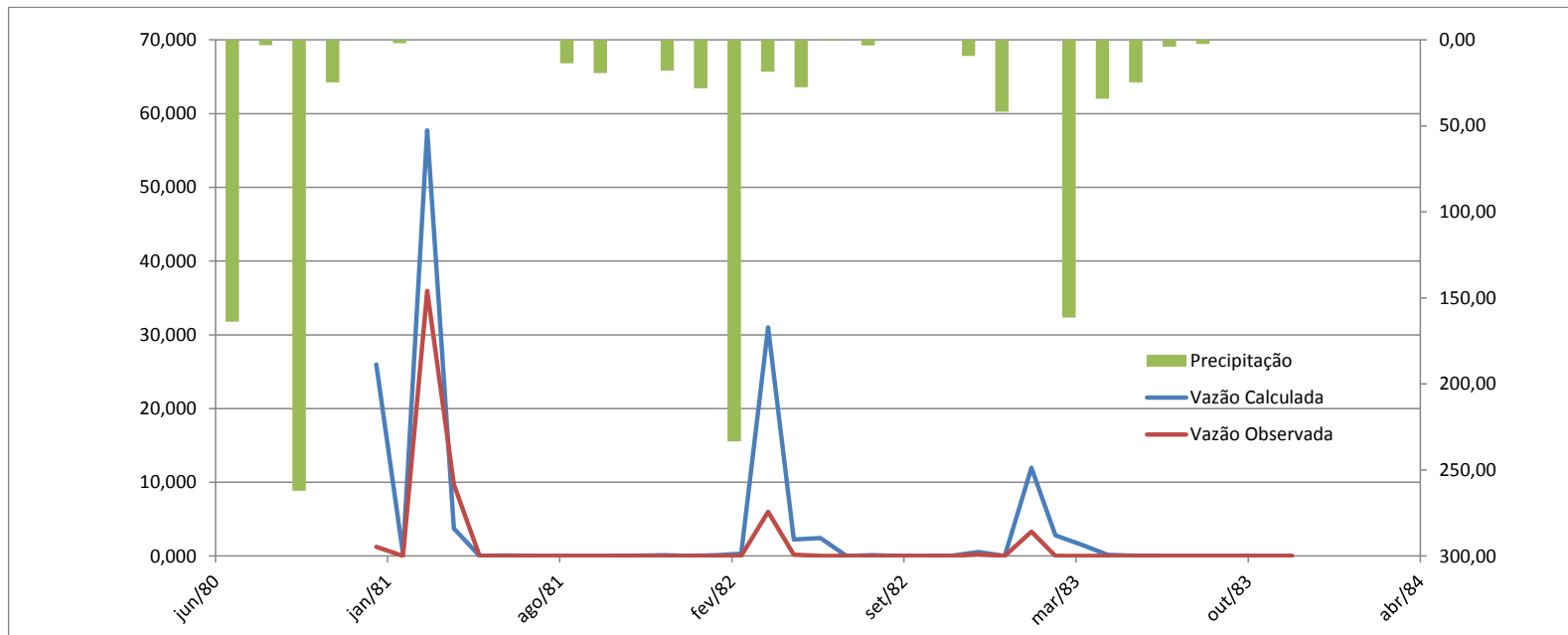


Calibração: janeiro/1984 a dezembro/1986

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Validação - Posto Flu Sítio Volta

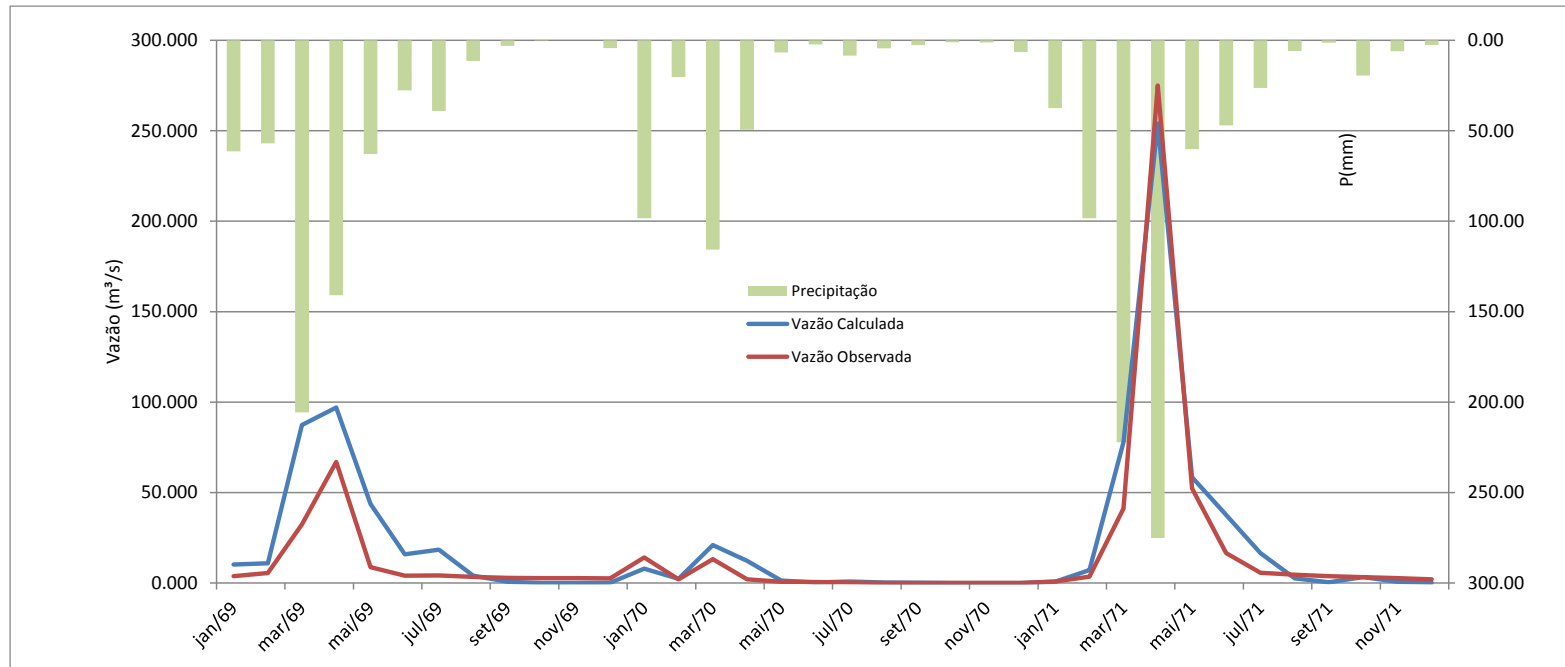


Validação: janeiro/1981 a dezembro/1983

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Calibração - Posto Flu São Fernando

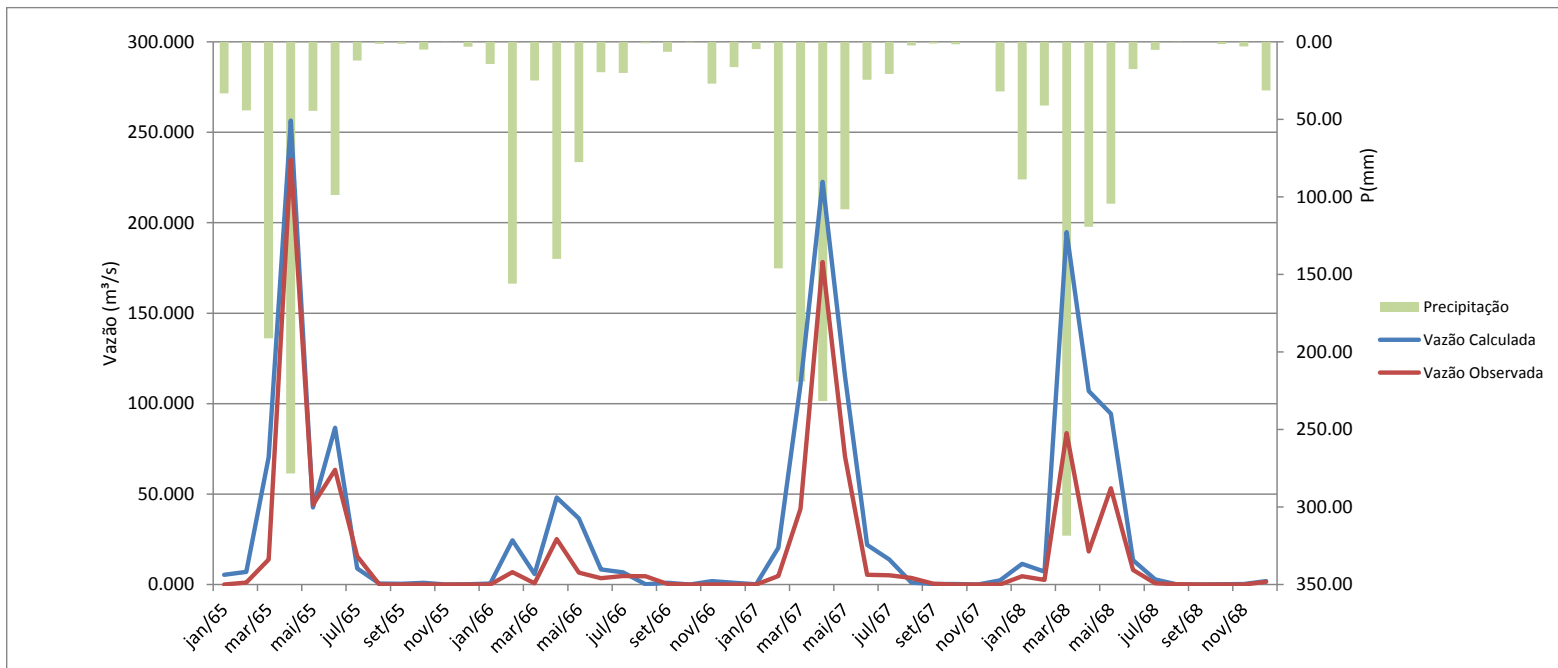


Calibração: janeiro/1969 a dezembro/1971

Disponibilidade Hídrica Superficial

Modelagem Chuva x Vazão

Validação - Posto Flu São Fernando



Validação: janeiro/1965 a dezembro/1968

Disponibilidade Hídrica Superficial

Resultados da Modelagem Chuva x Vazão

Texto Conclusivo da Modelagem Hidrológica da Bacia do Piranhas-Açu:

Conclusão do processo de calibração e validação:

- **PF Jardim de Piranhas – RH 3,5 a 6%;**
- **PF Sítio Vassouras – – RH 3,5 a 6%;**
- **PF Piancó – RH 7 a 14%. (mais próximo PISF);**
- **PF São Fernando– RH 18%;**
- **PF Sítio Volta – RH 28%;**
- **PFs Sítio Acauã I e II (jusante açudagem);**

- Dessa forma, elegeu-se a estação **FLU Piancó** como a mais representativa para simular as vazões afluentes aos reservatórios estratégicos da bacia do Piranhas-Açu.

Sequência dos Estudos da Disponibilidade Hídrica Superficial

Etapa 1: Estudos de Base

Pluviometria (chuva), Fluviometria (vazão nos rios), Evaporação (lagos) e Evapotranspiração (solo e vegetação, biomassa)

Etapa 2: Geração das Vazões

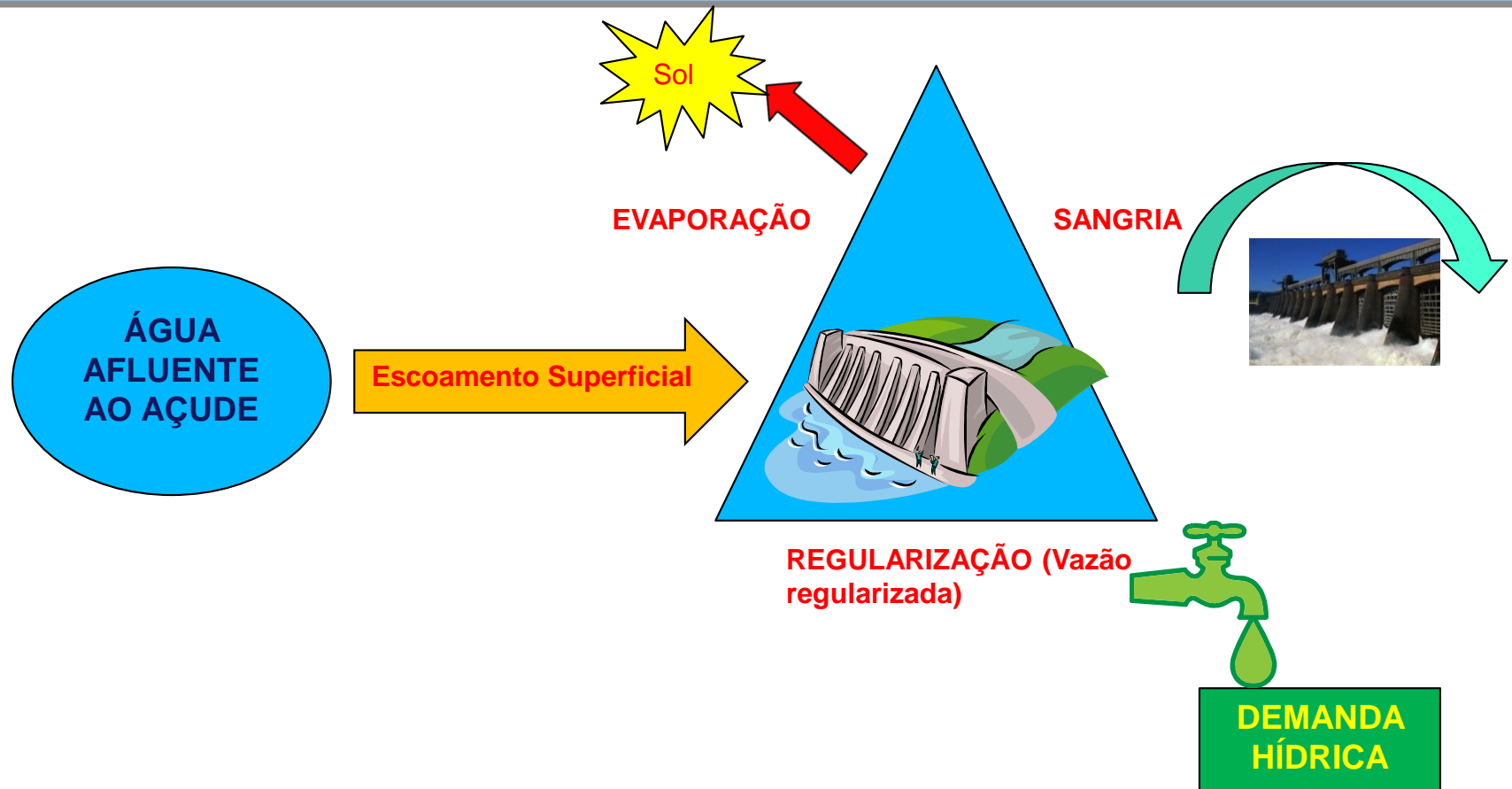
Ajuste de modelos chuva-vazão, geração de vazões afluentes aos açudes. Uso do Modelo SMAP-M.

Etapa 3: Estudos de Regularização

Balanço Hídrico nos açudes para diferentes níveis de garantia (90%, 95%, 99%). Uso do Modelo SIMRES.

Base Teórica dos Estudos da Disponibilidade Hídrica Superficial para a Bacia do Piranhas-Açu

A água afluyente aos reservatórios se distribui em três partes: Sangria, Evaporação e Regularização.



Base Teórica dos Estudos da Disponibilidade Hídrica Superficial para a Bacia do Piranhas-Açu

A **Vazão Regularizada Anual** (para qualquer nível de garantia): **vazão de referência** para *estudos de planejamento*, representa uma vazão hipoteticamente retirada continuamente do açude durante 24 horas por dia, ao longo de 365 dias por ano.

A Vazão Regularizada Anual não deve ser a mesma nem confundida com **vazão operacional** acordada com os Comitês de Bacia para liberação pela tomada d'água do açude, pois esta última dependerá de fatores a considerar, tal como a sazonalidade da oferta e da demanda, além dos limites da outorga legal.

Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

- ✓ Para realização do balanço hídrico foi empregado o programa computacional SIMRES – Simulador de Reservatórios desenvolvido na Universidade Federal do Ceará pelos professores José Nilson Bezerra Campos, PhD, e Ticiania Studart, D.Sc.;
- ✓ O Programa SIMRES permite a simulação de um único reservatório por vez, de forma que não foram simulados sistemas integrados de reservatórios em cadeia, tal como foi feito no PISF - daí seria de se esperar haver diferenças entre as vazões regularizadas calculadas para o Plano Piranhas-Açu e o PISF;
- ✓ Capacidades de regularização estimadas para garantias de **80, 90, 95 e 99%**.

Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

Estudos Anteriores de Vazões Regularizadas para os Açudes da Bacia do Piranhas-Açu:

- ✓ Três estudos anteriores são referência para comparação das vazões regularizadas para os reservatórios estratégicos da bacia do Piranhas-Açu:
 - PERH-RN/1998;
 - PERH-PB/2005;
 - PISF, 2000.

Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

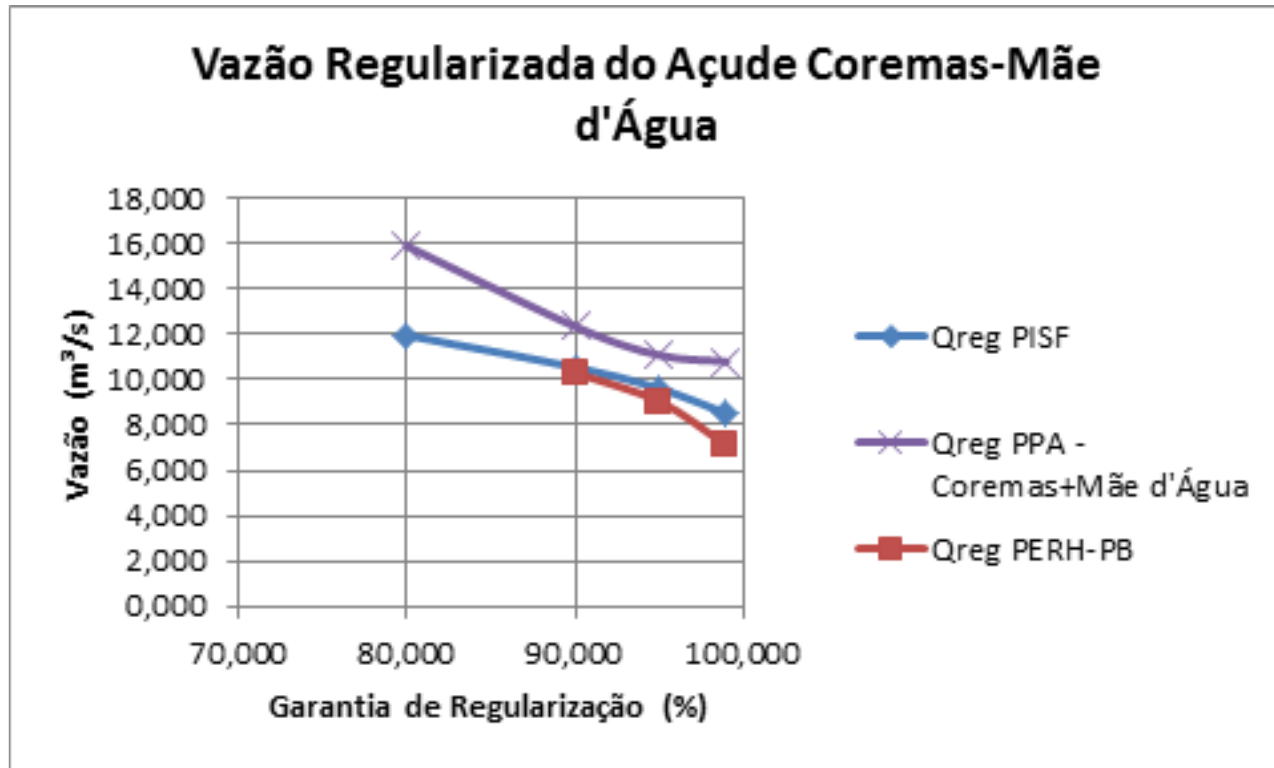
✓ Exemplo: Açude Coremas-Mãe d'Água

Vazões Regularizadas	Plano Piranhas-Açu	PISF (2000)	PERH-PB (2005)
Vazão Regularizada 90% Garantia (m ³ /s)	12,3	10,53	9,16
Vazão Regularizada 95% Garantia (m ³ /s)	11,0	9,60	7,99
Vazão Regularizada 99% Garantia (m ³ /s)	10,7	8,50	6,33

Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

✓ Exemplo: Açude Coremas-Mãe d'Água-PB



Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

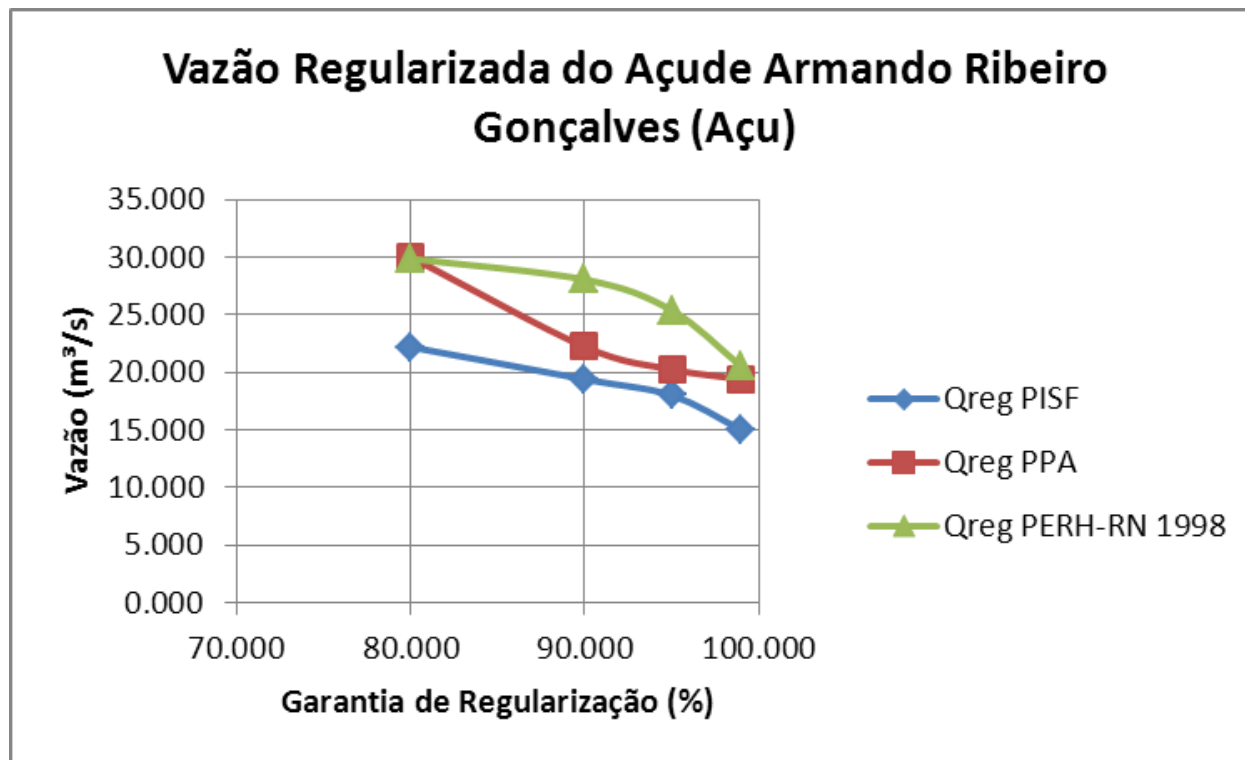
✓ Exemplo: Açude Armando Ribeiro Gonçalves

Vazões Regularizadas	Plano Piranhas- Açu	PISF (2000)	PERH-RN (1998)
Vazão Regularizada 90% Garantia (m ³ /s)	22,21	19,240	28,055
Vazão Regularizada 95% Garantia (m ³ /s)	20,26	17,770	25,380
Vazão Regularizada 99% Garantia (m ³ /s)	19,41	15,000	20,500

Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

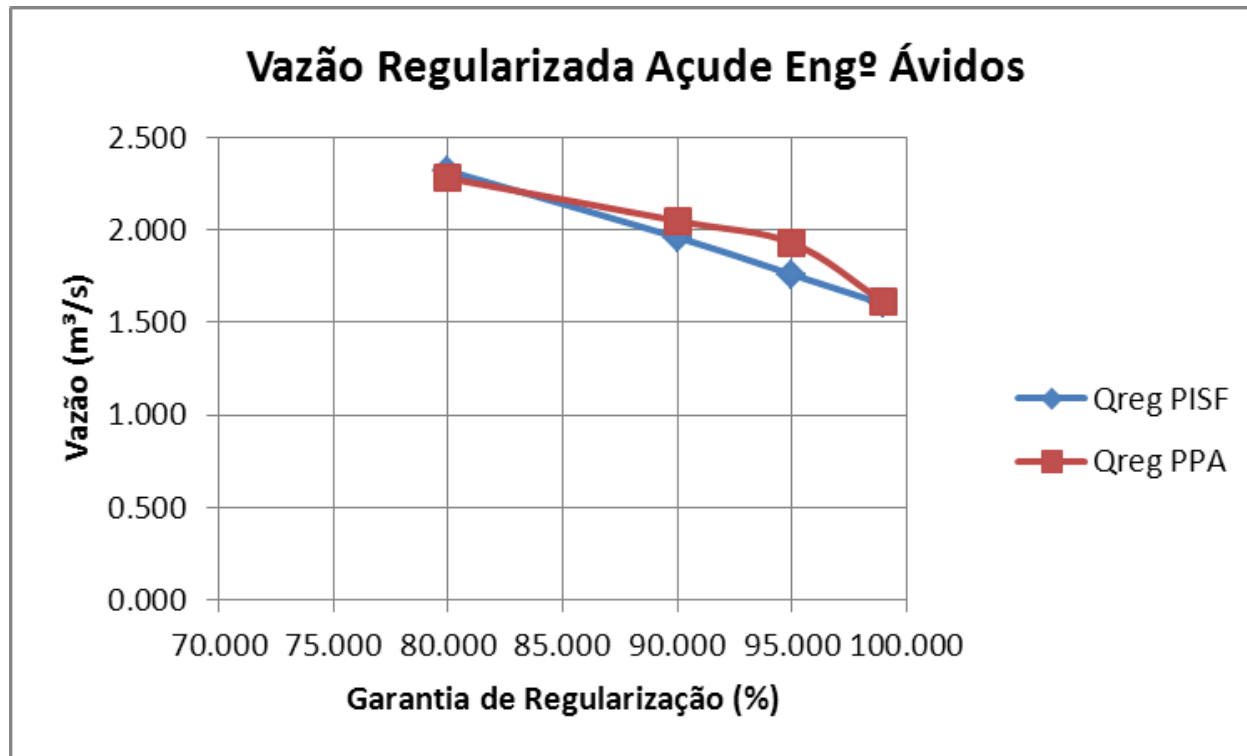
✓ Exemplos: Açude Armando Ribeiro Gonçalves-RN



Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

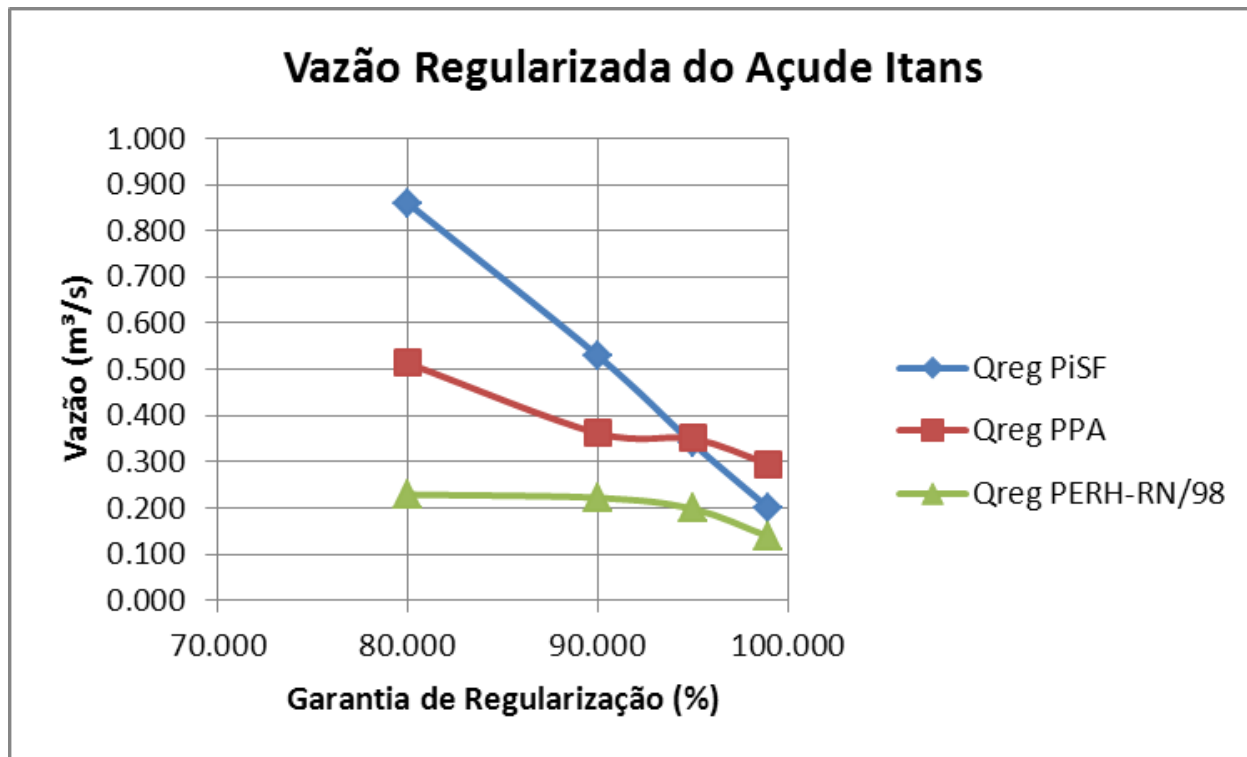
✓ Exemplos: Açude Eng^o Ávidos-PB



Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

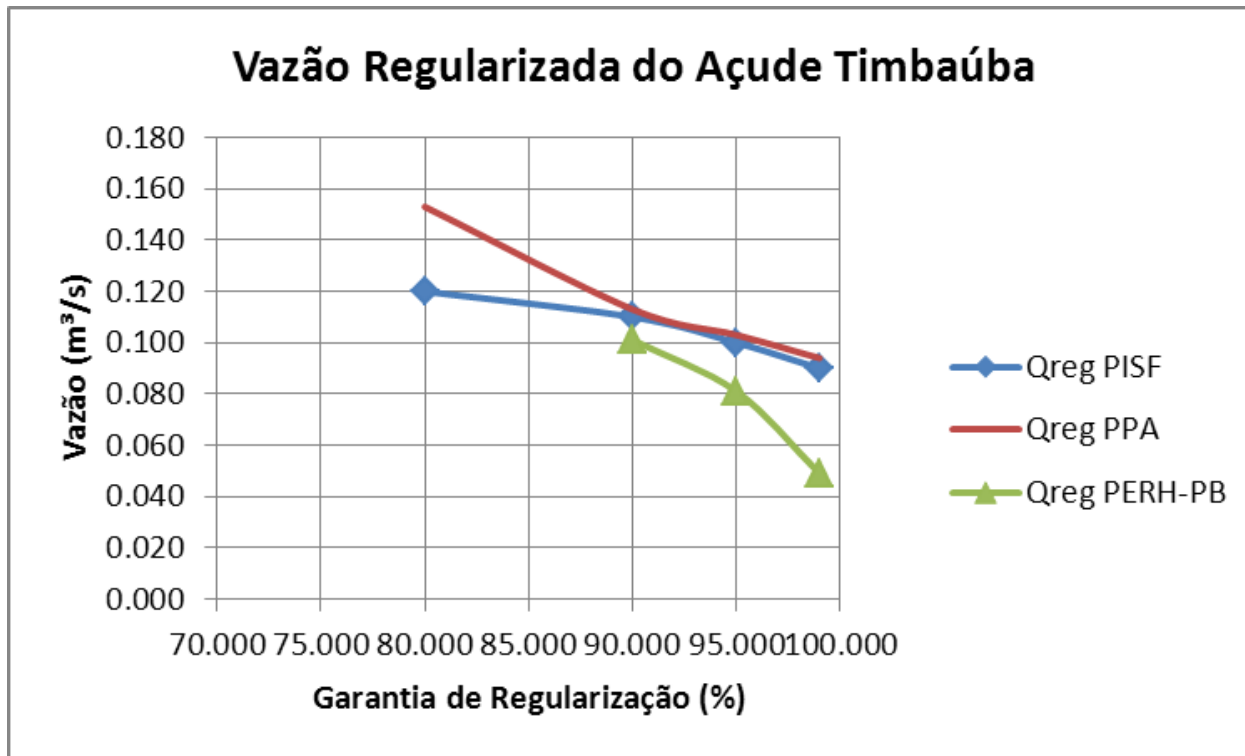
✓ Exemplos: Açude Itans-RN



Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

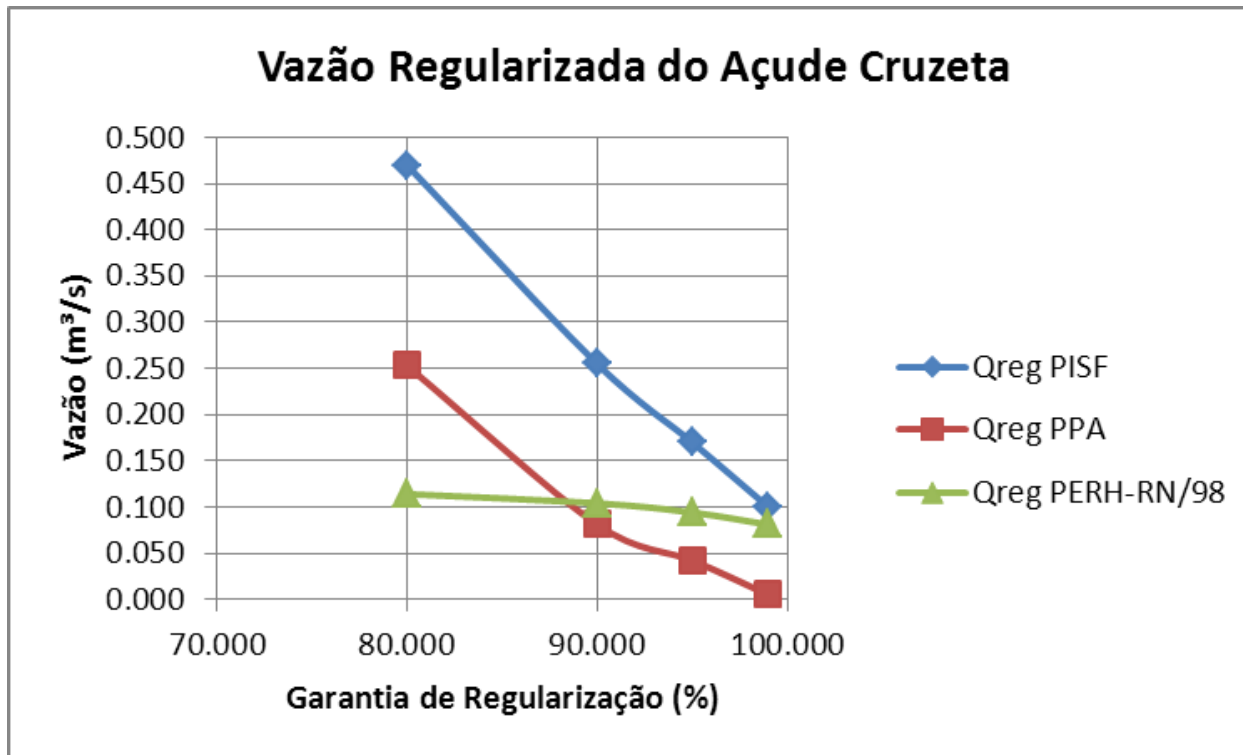
✓ Exemplos: Açude Timbaúba-PB



Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

✓ Exemplos: Açude Cruzeta-RN



Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

Explicação para as diferenças de cálculo podem ser atribuída às seguintes razões:

- ✓ A série histórica utilizada nas simulações do Plano da bacia do Piranhas-Açu não é a mesma empregada no PISF nem no PERH-PB nem do PERH-RN;
- ✓ A série de vazões empregadas no PISF foi de 1912 a 1991, enquanto que no PPA foi de 1962 a 2009;
- ✓ O modelo chuva-vazão empregado para simular as vazões afluentes aos açudes no PISF foi o MODHAC, no PPA foi o SMAP-M;
- ✓ Diferentes programas para aplicar o balanço hídrico – PISF (OPERA), PERH-PB (CADILAC) e PPA (SIMRES).

Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

Princípios para Adoção de Vazões Regularizada

Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

Recomenda-se adotar as vazões definidas para o **Projeto de Integração do São Francisco como referência para o planejamento das ações do Plano da Bacia do Piranhas-Açu, aonde houver este resultado**, pelos seguintes motivos:

- ✓ As principais intervenções estruturais planejadas e em execução para a bacia do Piranhas-Açu estão parcialmente condicionadas ao Projeto de Integração das Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional, atualmente em implantação pelo Ministério da Integração Nacional, as quais são obras definitivas já licitadas em pleno andamento sob a responsabilidade do Governo Federal;
- ✓ Uma vez que as vazões regularizadas definidas no PISF tem repercussão, não somente na Bacia do Piranhas-Açu, mas em todas as bacias dos demais estados do nordeste receptoras do Projeto de Integração do São Francisco;
- ✓ Feita a comparação de todos com os PERHs, diferenças pequenas que sugerem PPA.

Disponibilidade Hídrica Superficial

Conclusões sobre o Estudo de Vazões Regularizadas

Conclusões sobre os Resultados Obtidos para as Águas Superficiais na Bacia do Piranhas-Açu

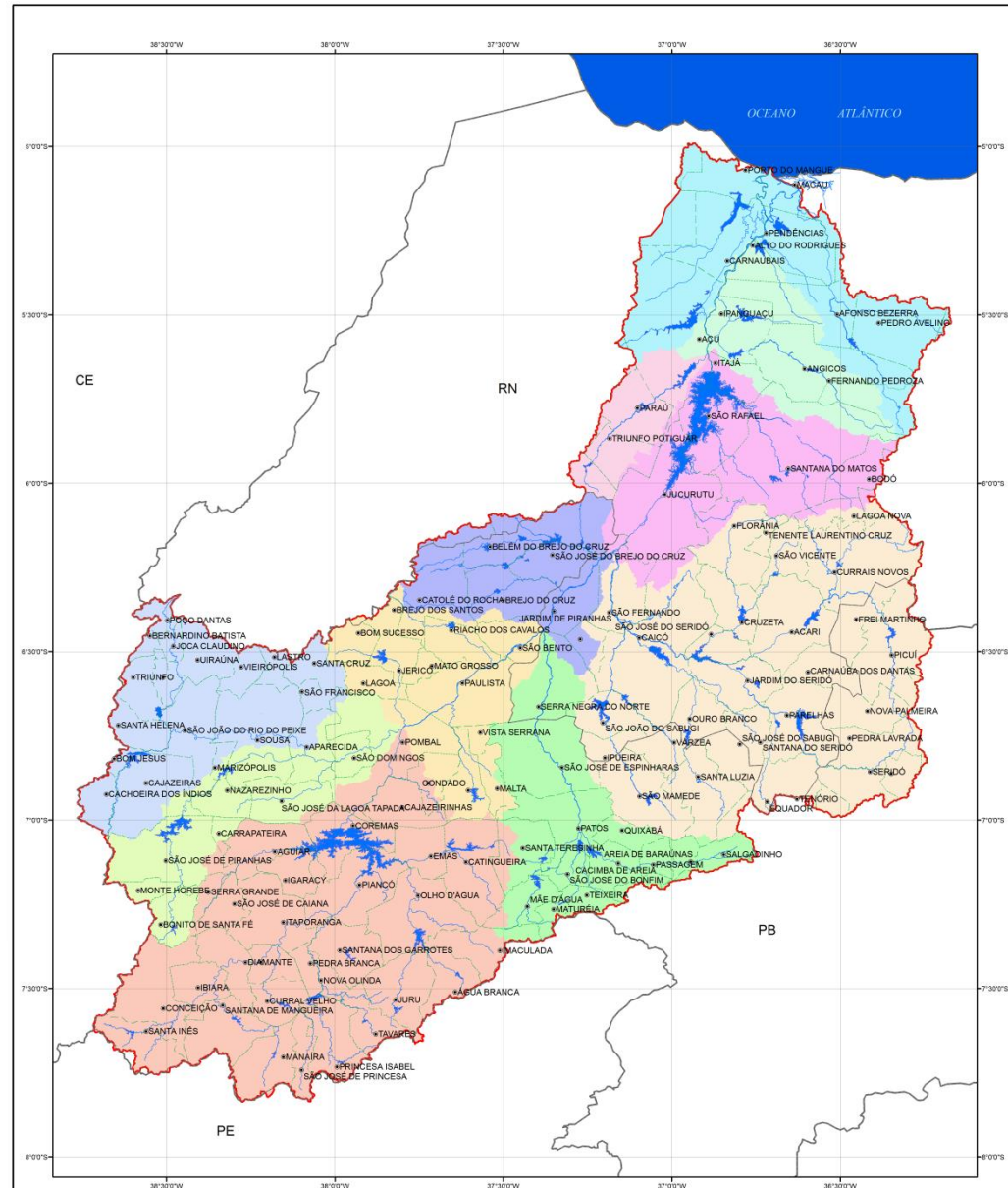
- ✓ Os reservatórios da bacia do Piranhas-Açu apresentam uma vazão regularizada contínua, ao nível de garantia de 95%, da ordem de **39,04** m³/s, representando um volume anual regularizável de **1.231** hm³/ano;
- ✓ Seridó e Piancó – sub-bacias como maior número de açudes - 14 açudes ao todo;
- ✓ Pataxó e Bacias Difusas do Baixo Piranhas - sub-bacias com menor disponibilidade hídrica;
- ✓ Solicitação de Estatísticas das vazões afluentes nas UPHs

Disponibilidade Hídrica Superficial

Definição das UP's

UP's (11)

- Foram determinadas a partir das UP's Estaduais;
- Bacias hidrográficas;
- Regiões hidrográficas.



Disponibilidade Hídrica Superficial

Vazões Regularizadas

✓ Sumário das Vazões Regularizadas por Unidade de Planejamento

Rótulos de Linha	Soma de Q 99% (m ³ /s)	Soma de Q 95% (m ³ /s)	Soma de Q 90% (m ³ /s)
Alto Piranhas	2.05	2.29	2.52
Bacias Difusas do Baixo Piranhas	0.126	0.197	0.207
Espinharas	0.393	0.566	0.641
Médio Piranhas Paraibano	0.23	0.31	0.37
Médio Piranhas Paraibano/Potiguar	0.256	0.382	0.578
Médio Piranhas Potiguar	15.029	18.03	19.44
Paraú	0.25	0.287	0.352
Pataxó	0.239	0.269	0.281
Peixe	0.484	0.54	0.592
Piancó	12.091	13.662	14.984
Seridó	1.7303	2.5045	3.086
Total Geral	32.8783	39.0375	43.051

Conclusões sobre os Resultados Obtidos para as Águas Superficiais na Bacia do Piranhas-Açu: Sumário das UPHs

Unidade de Planejamento Hídrico	Área (km ²)	Precipitação Média Anual (mm)	Lâmina Média Escocada Anual (mm)	Rendimento Hidrológico (%)	Vazão Natural Média Anual (m ³ /ano)
Alto Piranhas	2563.46	937.29	141.04	15.05	11.46
Bacias Difusas do Baixo Piranhas	3665.28	590.49	39.29	6.65	4.56
Espinharas	3290.97	738.07	72.57	9.83	7.57
Médio Piranhas Paraibano	2895.01	907.76	133.92	14.75	12.29
Médio Piranhas Paraibano Potiguar	2244.97	810.35	95.13	11.74	6.77
Médio Piranhas Potiguar	3533.25	728.44	69.76	9.58	7.81
Paraú	973.57	686.44	55.02	8.01	1.69
Pataxó	1952.46	586.27	65.09	11.1	4.03
Peixe	3430.7	919.43	123.4	13.42	13.42
Piancó	9211.48	922.83	135.67	14.7	39.63
Seridó	9915.28	638.72	43.88	6.87	13.79

Obrigado!

Márcio Tavares Nóbrega

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos

Marcio.nobrega@ana.gov.br | (+55) (61) 2109 –5348

www.ana.gov.br

