



É POSSÍVEL ESTIMAR SÉRIES ANUAIS DE VAZÕES
EM BACIAS NÃO MONITORADAS UTILIZANDO
EQUAÇÕES BASEADAS NAS HIPÓTESES DE
BUDYKO?

Rodrigo Gomes Otsuki
Maria Elisa Leite Costa
Dirceu Silveira Reis Jr. (UnB)

OBJETIVO



- Estimar dados de vazão em bacias de sem monitoramento utilizando a metodologia preconizada por Budyko
 - Longo Período (LP);
 - Séries Anuais.
- Importante para dar uma idéia da magnitude e do comportamento das componentes do ciclo hidrológico.



Hipóteses de Budyko (1974)

- Relações entre balanço hídrico e as componentes do balanço energético.

$$Q = P - E$$

$$R_n = H + L_e E$$

- Condição 1 → Aridez Extrema

$$R_n / L_e > P \quad \text{Água é o fator limitante}$$

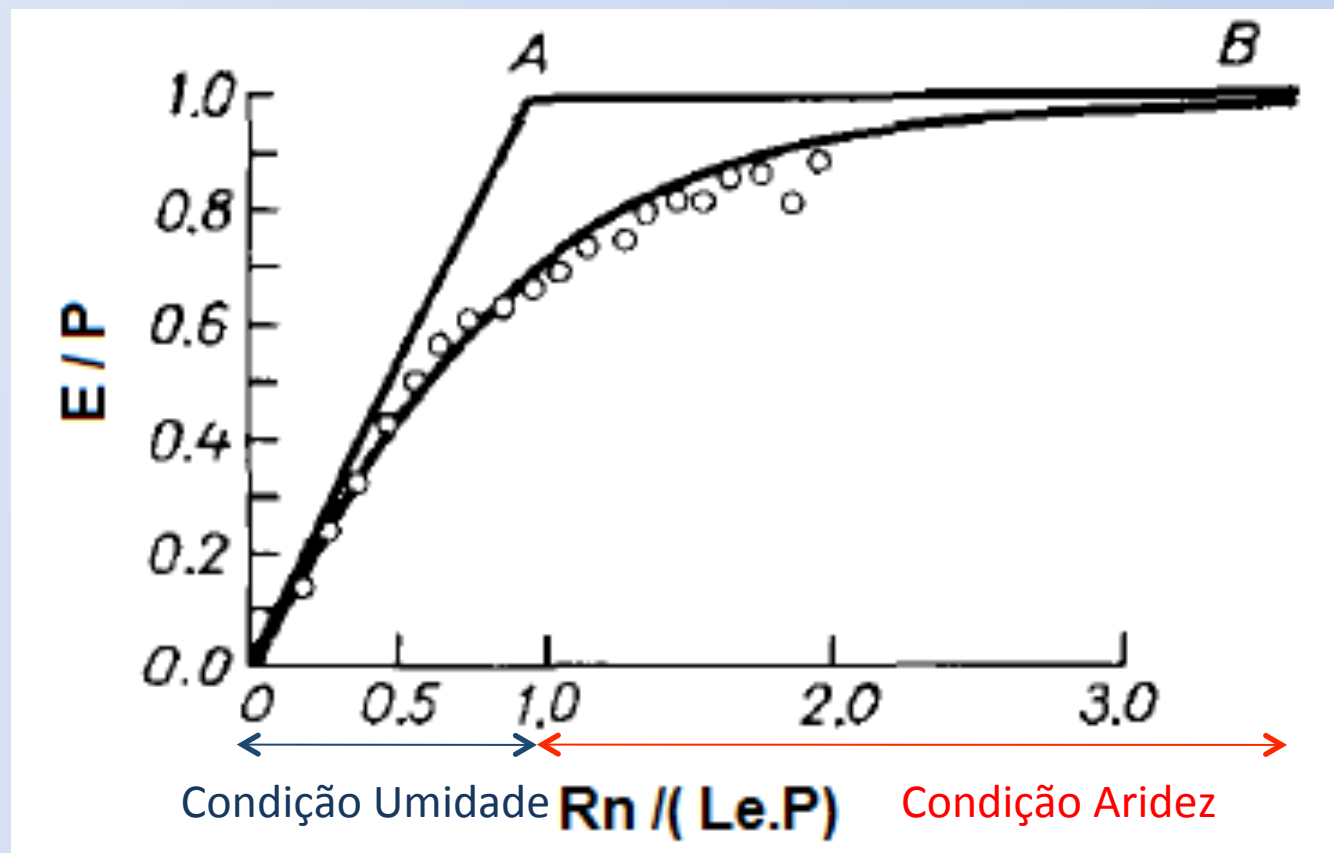
- Condição 2 → Umidade Abundante

$$P > R_n / L_e \quad \text{Energia é o fator limitante}$$

METODOLOGIA



$$\frac{E}{P} = \left\{ \frac{E_0}{P} \left[1 - \exp\left(-\frac{E_0}{P}\right) \right] \operatorname{tgh}\left(\frac{P}{E_0}\right) \right\}^{1/2}$$

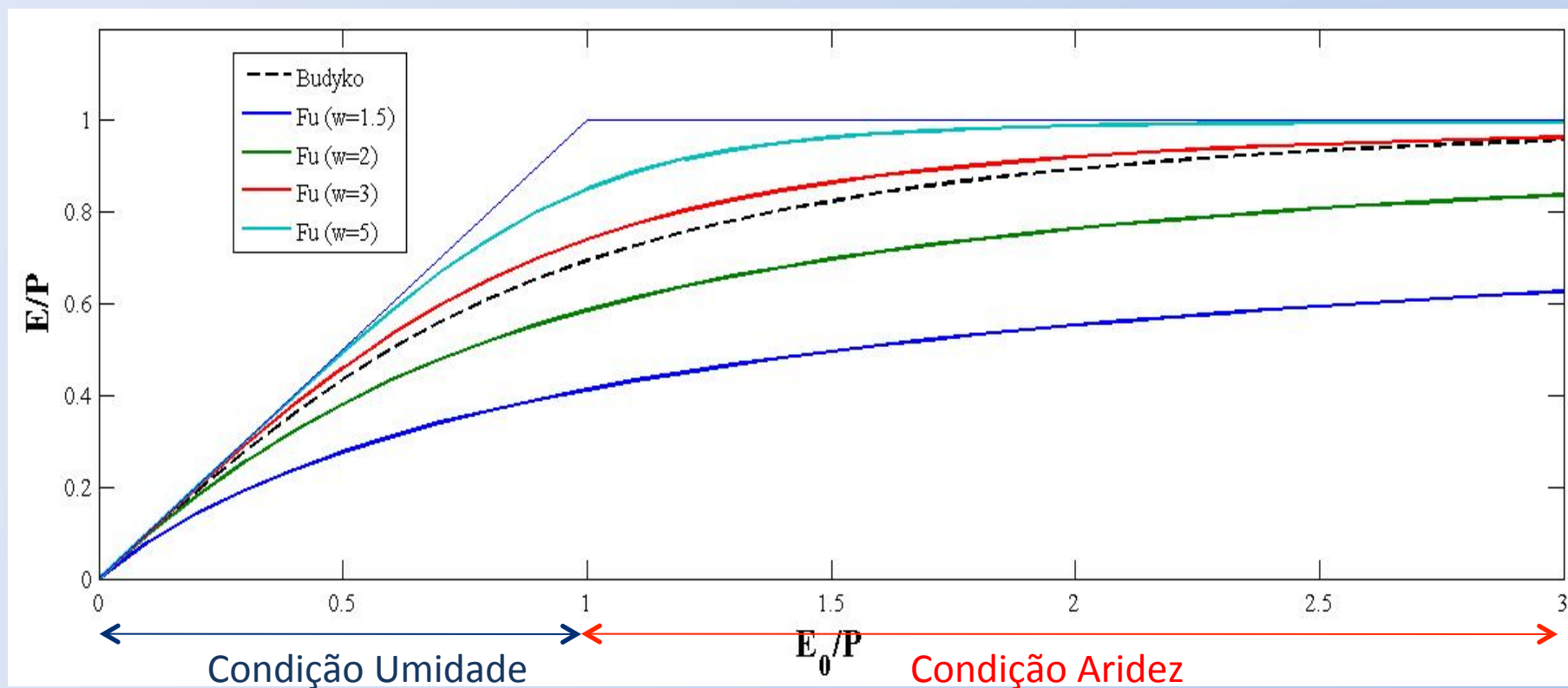


METODOLOGIA



Fu (1981)

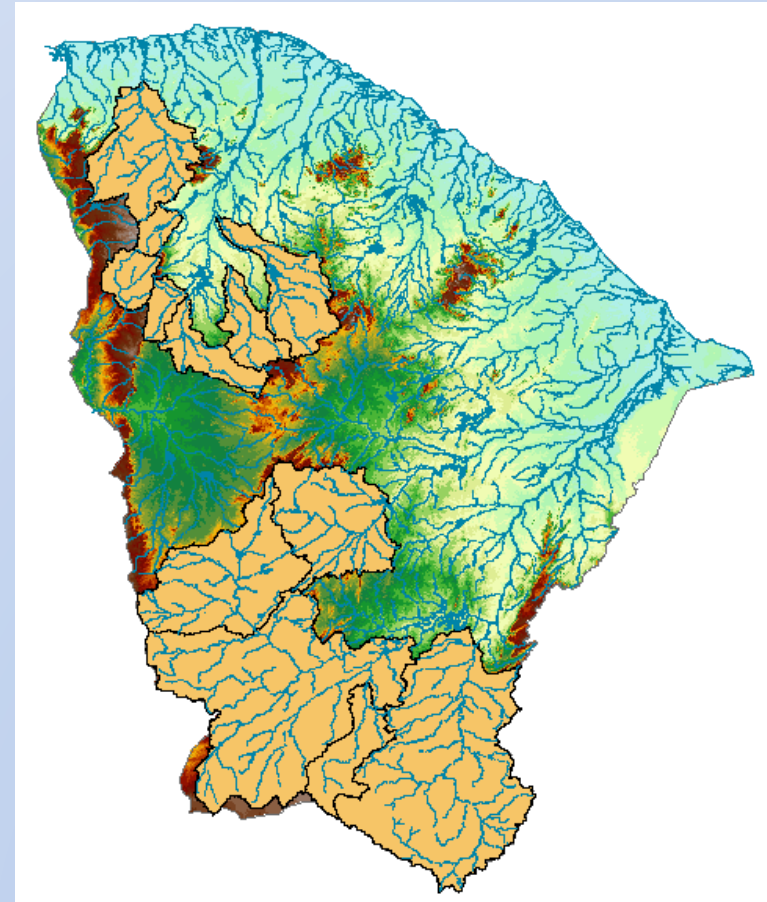
Solução inclui o parâmetro ω :

$$\frac{E}{P} = 1 + \frac{E_0}{P} - \left[1 + \left(\frac{E_0}{P} \right)^\omega \right]^{1/\omega}$$


ESTUDO DE CASO



- Estado do Ceará
- 16 bacias hidrográficas
- Dados:
 - Séries de vazão (Q);
 - Séries de precipitação (P);
 - Evapotranspiração potencial (E_0).



ESTUDO DE CASO



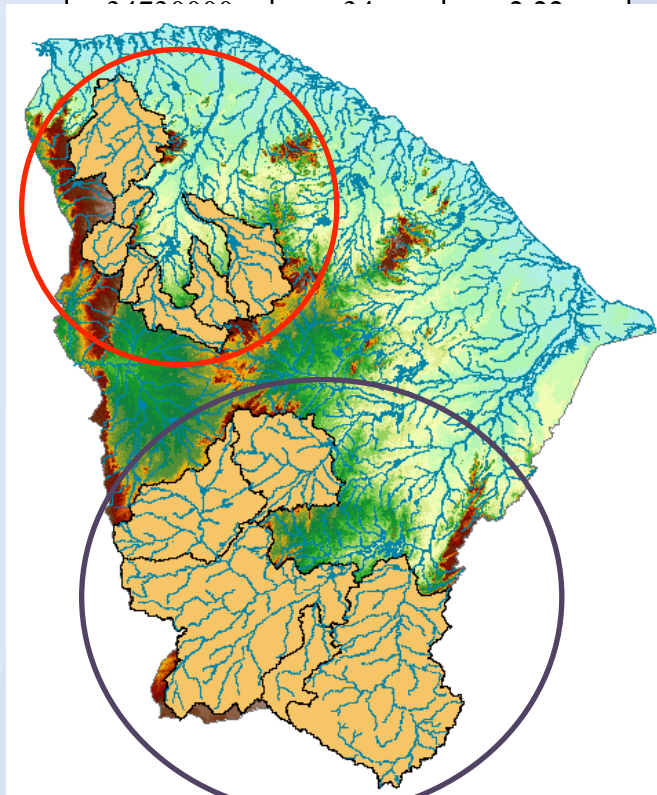
- Estimativa do parâmetro ω :
 - Longo Período
 - Cálculo direto (aplicação equação)
 - Análise do Comportamento Regional
 - Regionalização com Variáveis Explanatórias
 - Séries Anuais
 - Cálculo com base na minimização do desvio quadrático
 - Análise do Comportamento Regional
 - Regionalização com Variáveis Explanatórias

RESULTADOS

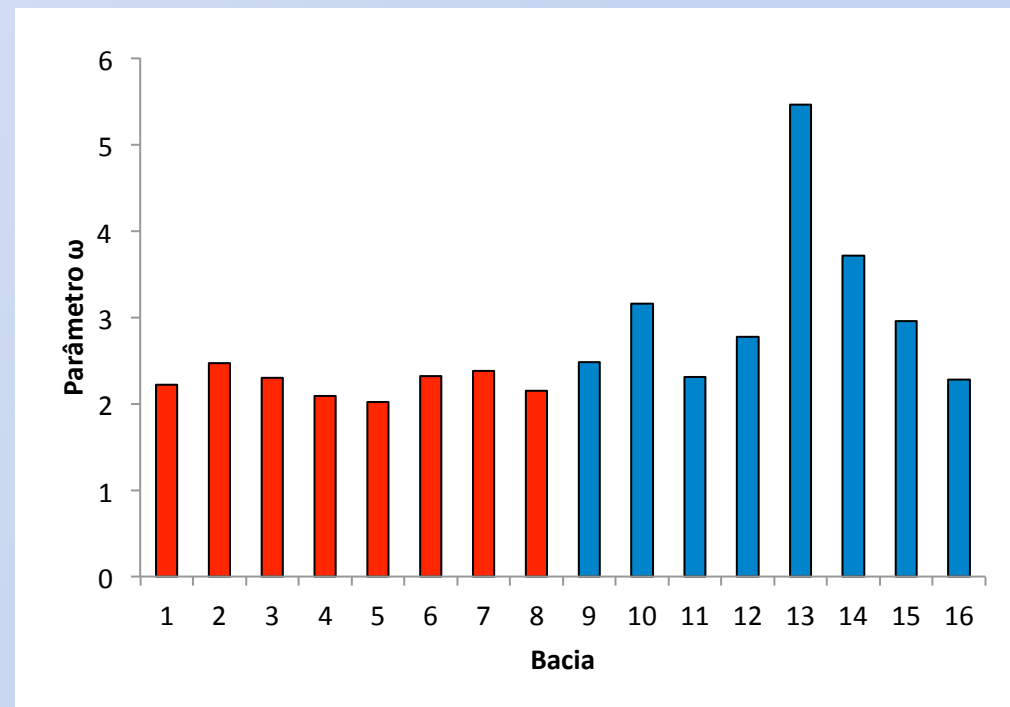


- Cálculo do parâmetro ω (Longo Período)

Estação	Nº de Anos	ω
34730000	31	2,33



36290000	30	2,96
36470000	53	2,28



RESULTADOS

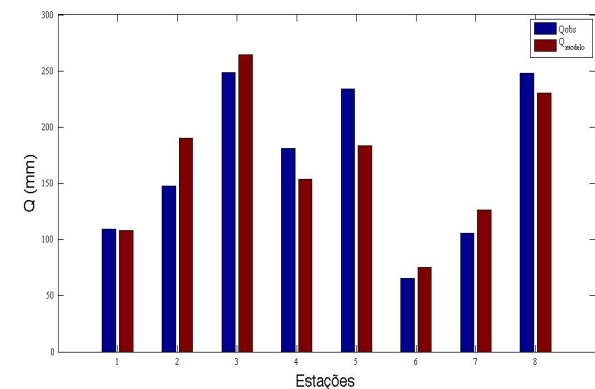
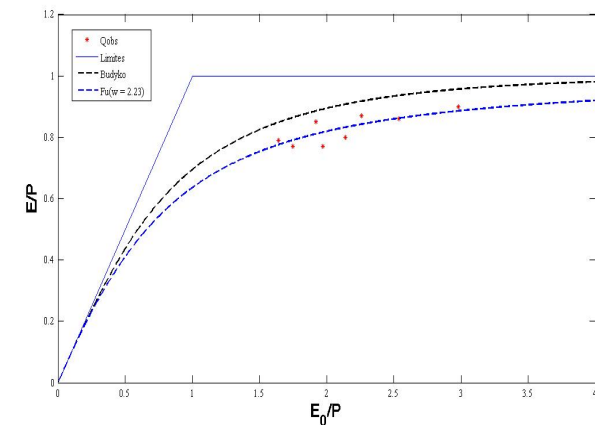


- Cálculo do parâmetro ω (Longo Período)

Região “Norte” $\rightarrow \omega = 2,23$

Região “Sul” $\rightarrow \omega = 2,85$

Estação	Região	ω	$\omega_{região}$	$Q_{observada}$	Q_{modelo}	Erro relativo (%)
34730000	Norte	2,22	2,23	109,1	108,2	0,9
35125000	Norte	2,47	2,23	147,6	190,1	2,9
35170000	Norte	2,30	2,23	248,7	264,4	6,3
35210000	Norte	2,09	2,23	181,2	153,6	15,2
35223000	Norte	2,02	2,23	234,0	183,5	21,6
35240000	Norte	2,32	2,23	65,1	74,9	15,0
35260000	Norte	2,38	2,23	105,3	126,5	20,1
35263000	Norte	2,15	2,23	248,2	230,3	7,2
36020000	Sul	2,48	2,85	37,7	21,0	44,3
36125000	Sul	3,16	2,85	39,5	57,0	44,3
36130000	Sul	2,31	2,85	151,1	84,1	44,3
36160000	Sul	2,77	2,85	37,2	33,5	9,9
36220000	Sul	5,46	2,85	5,6	74,0	1.211,5
36250000	Sul	3,71	2,85	32,6	79,0	142,3
36290000	Sul	2,96	2,85	75,3	84,7	12,7
36470000	Sul	2,28	2,85	86,5	39,7	54,1



RESULTADOS



- Equação de Regionalização (Longo Período)

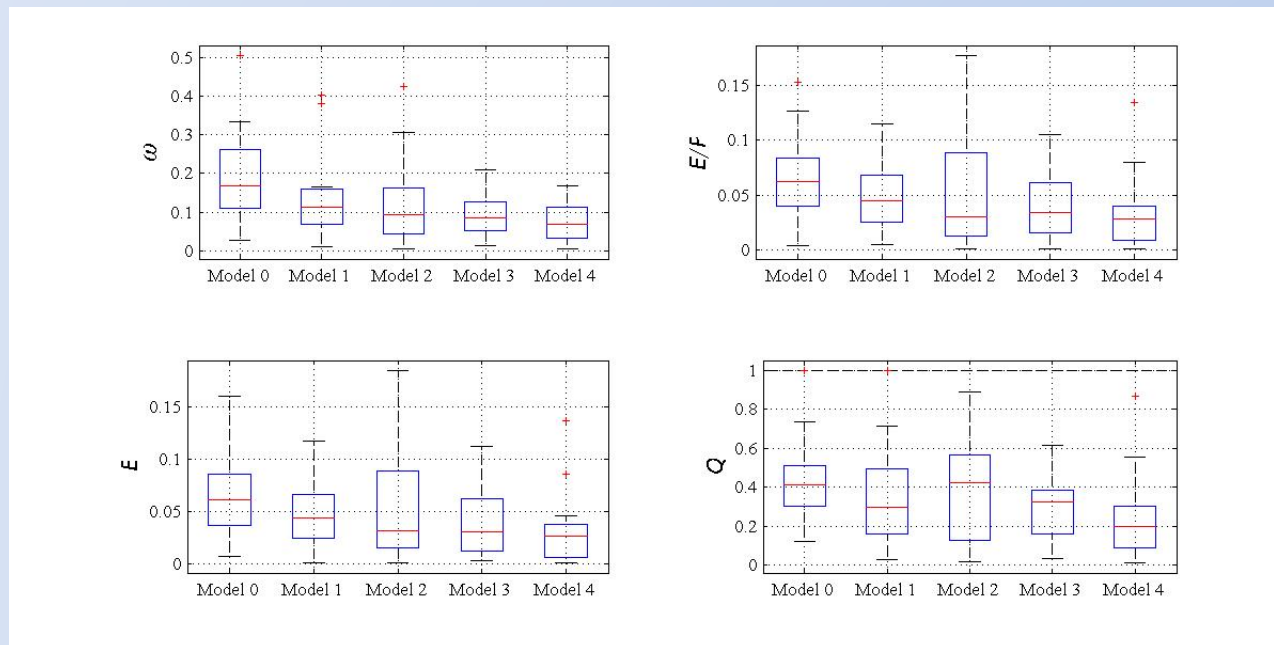
Modelo 0 → Valor constante de ω

Modelo 1 → P_{sem2} / P_y

Modelo 2 → Cr, CN

Modelo 3 → Cr, CN, P_d

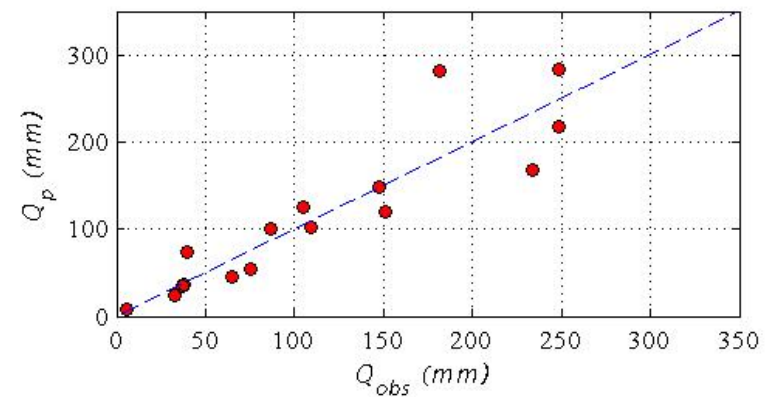
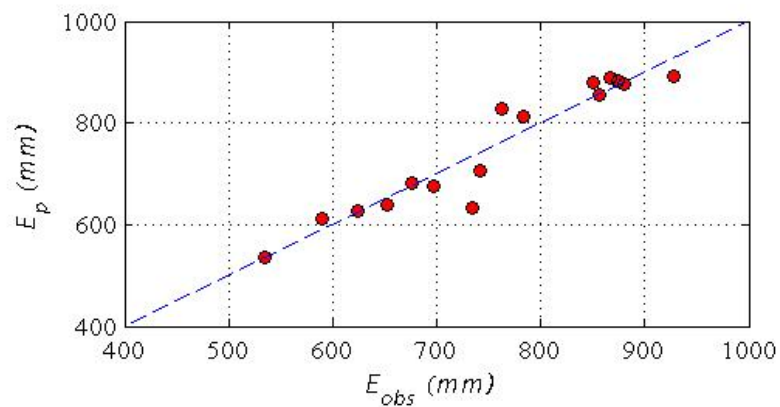
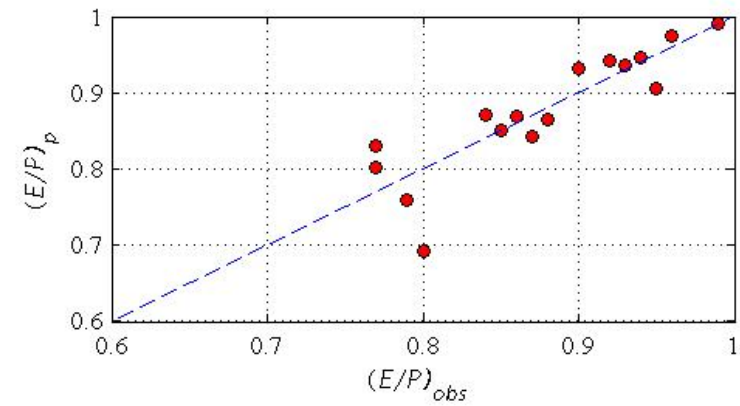
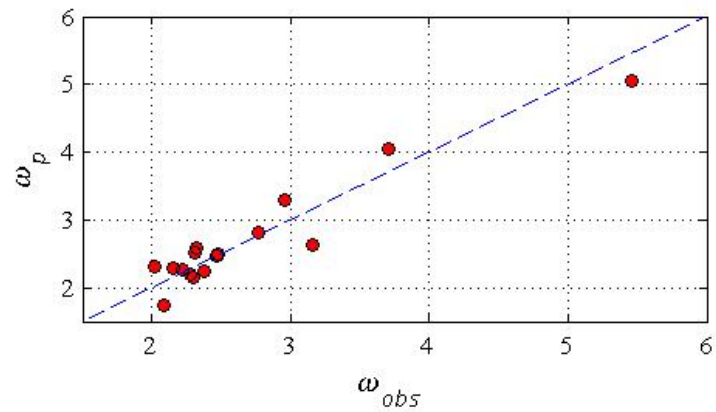
Modelo 4 → Cr, CN, CAD, P_{sem2} / P_y



RESULTADOS



- Modelo 4



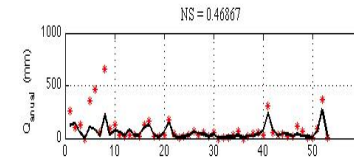
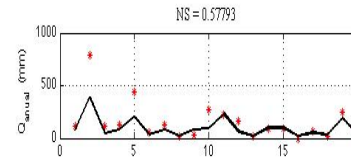
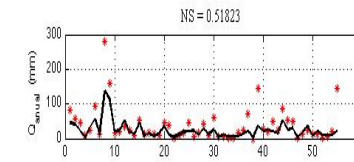
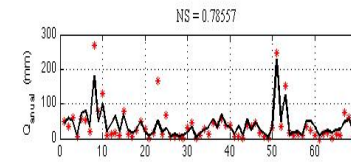
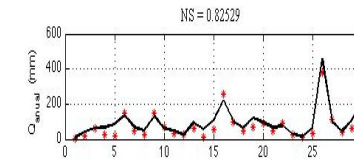
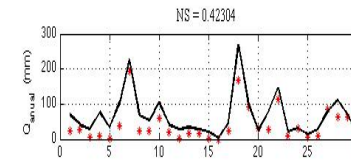
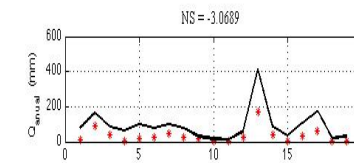
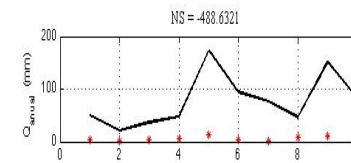
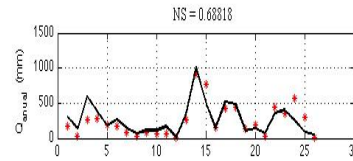
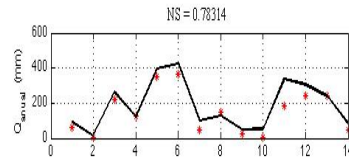
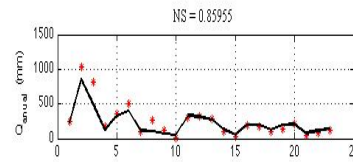
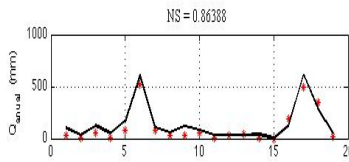
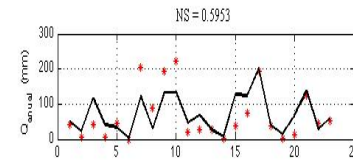
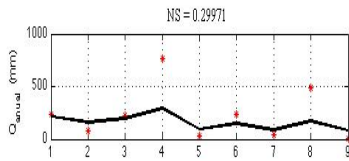
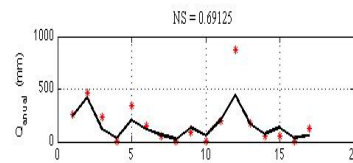
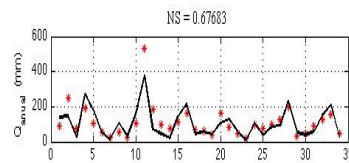
RESULTADOS



- Cálculo do parâmetro ω (Séries Anuais)

Região “Norte” $\rightarrow \omega = 2,39$

Região “Sul” $\rightarrow \omega = 2,91$



Conclusões

- Foi analisada a aplicação da equação de Fu em duas escalas temporais: longo período e anual.
- O parâmetro ω não tem comportamento homogêneo no estado do Ceará.
- As bacias da região Norte apresentam maior homogeneidade e menor valor de ω , enquanto para as bacias da região Sul os resultados foram mais dispersos com maiores valores de ω .
- Na região Norte, foram obtidos bons resultados na estimativa das vazões.
- Este foi apenas um trabalho preliminar. A intenção do projeto é mapear e analisar o comportamento em diferentes regiões brasileiras.

Agradecimentos

- **FUNCEME** – Dados de chuva e características fisiográficas
- **Engº Venícius Barros** – Tratamento e cálculo dos dados utilizados

