



I END

Encontro Nacional de Desastres

25 a 27 de Julho - Porto Alegre - RS

INCERTEZA NA ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DE VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS UTILIZANDO MODELOS ESTACIONÁRIO E NÃO ESTACIONÁRIO APLICADOS À REGIÃO SUL DO BRASIL



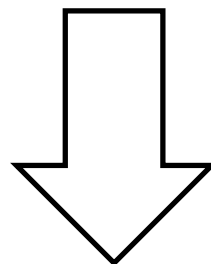
Debora Yumi de Oliveira
Daniel Bartiko
Pedro Luiz Borges Chaffe



Porto Alegre, 26 de Julho de 2018

A identificação de **tendências** em séries temporais fluviométricas levaram ao desenvolvimento de **modelos não estacionários** para a análise de frequência de eventos extremos

incerteza associada à detecção e estimativa de tendência nas séries históricas disponíveis



incerteza intrínseca ao se realizar qualquer previsão de cenários futuros

Ainda não existe um consenso quanto à utilização de modelos estacionários ou modelos não estacionários para a estimativa das vazões associadas a diferentes tempos de retorno



Comparar o desempenho de modelos estacionário e não estacionário aplicados à análise de frequência de cheias de séries temporais relativas à região Sul do Brasil, considerando a incerteza na estimativa dos parâmetros dos dois modelos



MATERIAIS E MÉTODOS

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

- (1) Mínimo 30 anos de dados
- (2) Séries com dados referentes ao ano de 2005
- (3) Verificação do percentual de falhas



TOTAL DE 131 SÉRIES

MUDANÇA ABRUPTA

Teste de Pettitt aplicado às séries de máximas anuais



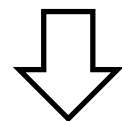
TENDÊNCIA MONOTÔNICA

Teste de Mann-Kendall aplicado às séries de máximas anuais



CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

- (1) Mínimo 30 anos de dados
- (2) Séries com dados referentes ao ano de 2005
- (3) Verificação do percentual de falhas



TOTAL DE 131 SÉRIES

MUDANÇA ABRUPTA

Teste de Pettitt aplicado às séries de máximas anuais



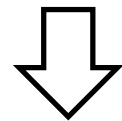
TENDÊNCIA MONOTÔNICA

Teste de Mann-Kendall aplicado às séries de máximas anuais



CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

- (1) Mínimo 30 anos de dados
- (2) Séries com dados referentes ao ano de 2005
- (3) Verificação do percentual de falhas



TOTAL DE 131 SÉRIES

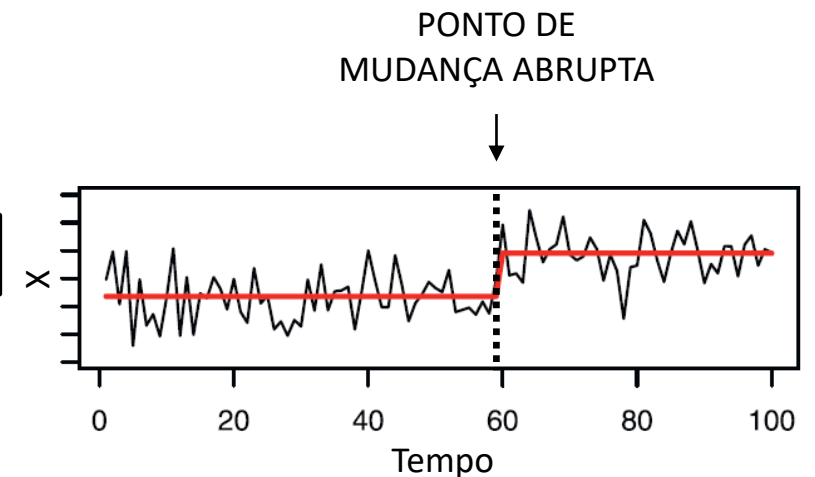
MUDANÇA ABRUPTA

Teste de Pettitt aplicado às séries de máximas anuais



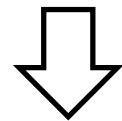
TENDÊNCIA MONOTÔNICA

Teste de Mann-Kendall aplicado às séries de máximas anuais



CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

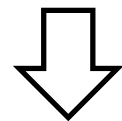
- (1) Mínimo 30 anos de dados
- (2) Séries com dados referentes ao ano de 2005
- (3) Verificação do percentual de falhas



TOTAL DE 131 SÉRIES

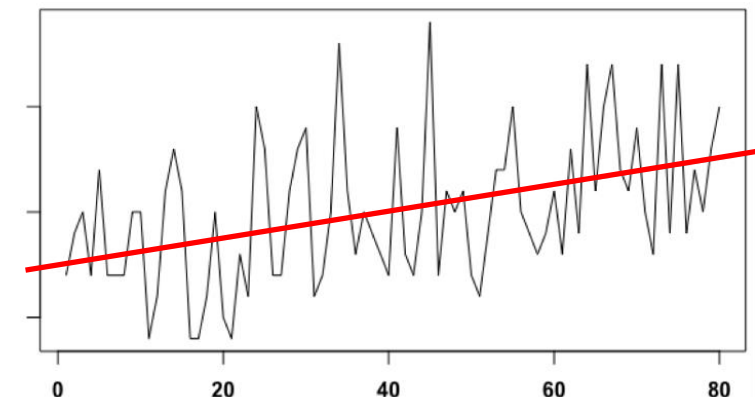
MUDANÇA ABRUPTA

Teste de Pettitt aplicado às séries de máximas anuais



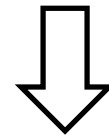
TENDÊNCIA MONOTÔNICA

Teste de Mann-Kendall aplicado às séries de máximas anuais



A distribuição lognormal foi utilizada na análise de frequência de vazões extremas

$$\log_{10}(Q) \sim N(\mu_t, \sigma)$$



FUNÇÃO DENSIDADE DE
PROBABILIDADE DA
DISTRIBUIÇÃO NORMAL

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



Dois modelos para análise de frequência de cheias foram considerados:
modelo estacionário (ST) e modelo não estacionário (NS)

$$\log_{10}(Q) \sim N(\mu_t, \sigma)$$

MODELO ESTACIONÁRIO

$$\mu_t = \mu$$

$$\theta = \{\mu, \sigma\}$$

MODELO NÃO ESTACIONÁRIO

$$\mu_t = \mu_0 + \beta t$$

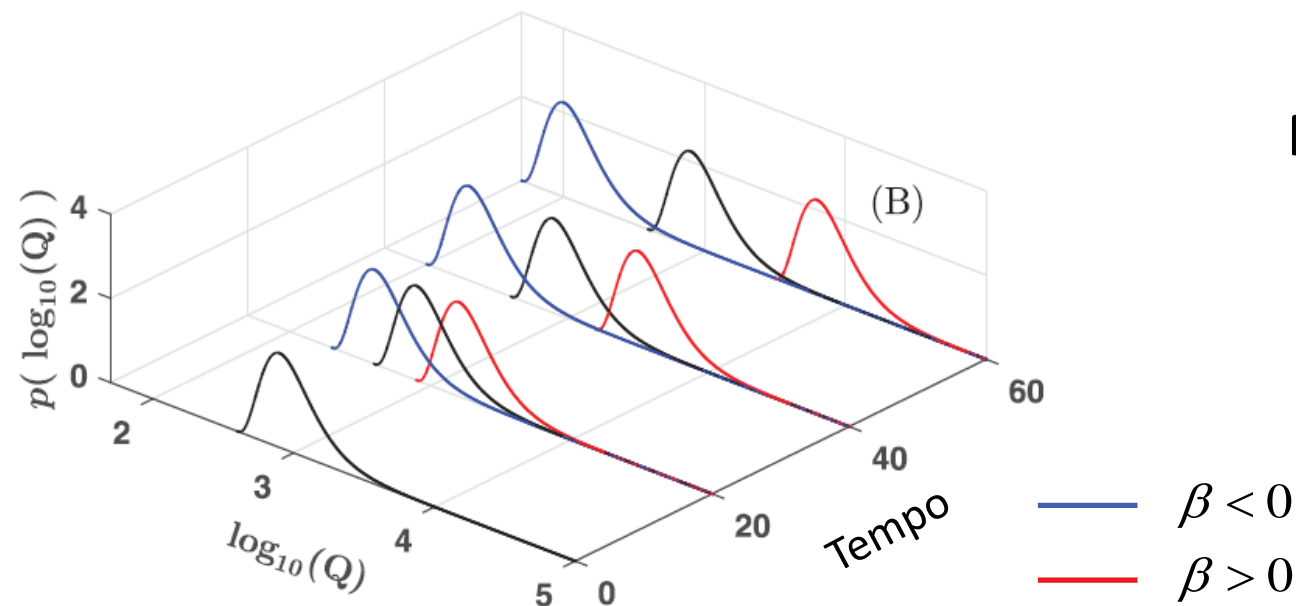
$$\theta = \{\mu_0, \beta, \sigma\}$$



ANÁLISE DE FREQUÊNCIA

Dois modelos para análise de frequência de cheias foram considerados:
 modelo estacionário (ST) e modelo não estacionário (NS)

$$\log_{10}(Q) \sim N(\mu_t, \sigma)$$



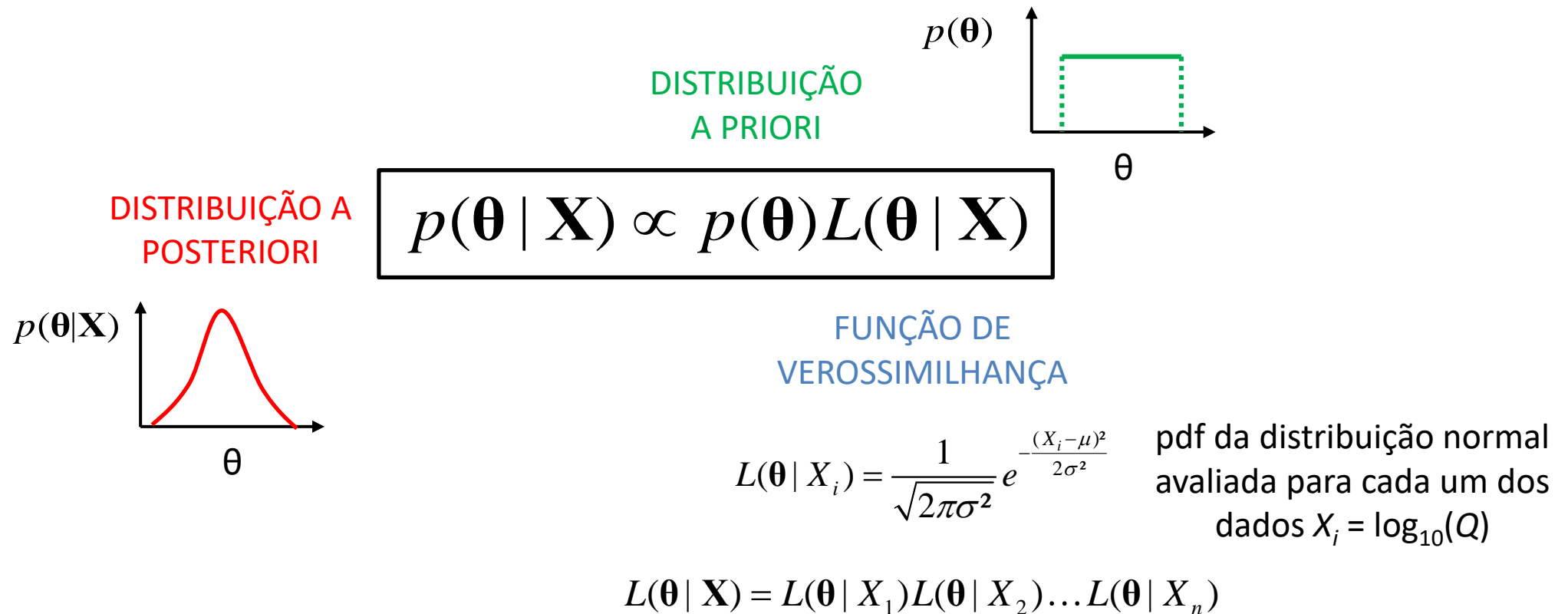
MODELO NÃO ESTACIONÁRIO

$$\mu_t = \mu_0 + \beta t$$

$$\theta = \{\mu_0, \beta, \sigma\}$$

Luke et al. (2017)

A inferência Bayesiana foi utilizada para obtenção dos parâmetros dos modelos ST e NS



ANÁLISE DE FREQUÊNCIA

MÉTODO 1

- Inferência dos parâmetros dos modelos ST e NS a partir da série inteira
- Comparação realizada a partir dos critérios de informação

CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO DE AKAIKE

$$AIC_c = -2 \ln(L^*) + \frac{2d(d+1)}{(n-d-1)}$$

CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO DE BAYES

$$BIC = -2 \ln(L^*) + d \ln(n)$$

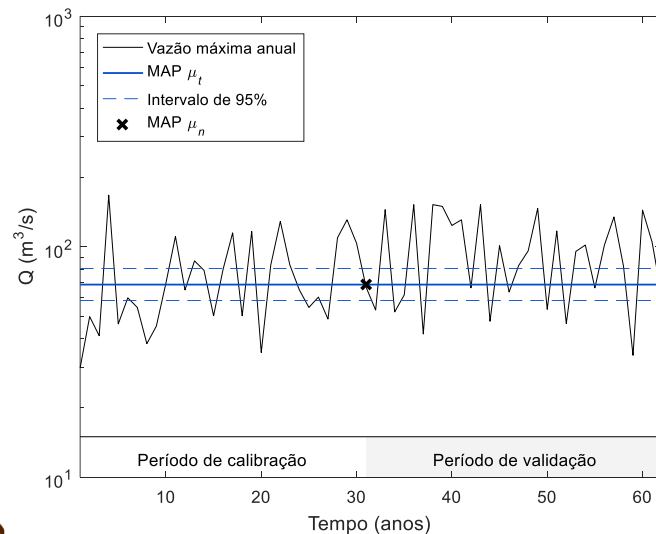


ANÁLISE DE FREQUÊNCIA

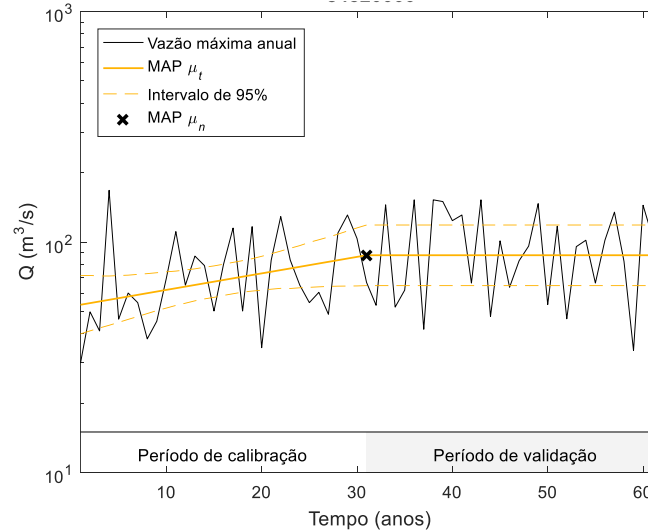
MÉTODO 2

- Separação de cada uma das séries de dados em duas partes
 - período utilizado para inferência dos parâmetros
 - período para avaliação de desempenho dos modelos
- Apenas séries com mais de 60 anos foram consideradas → 20 séries

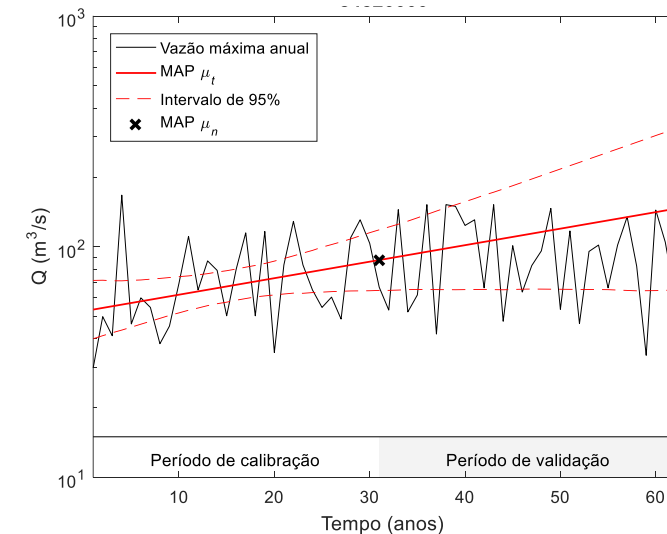
ESTACIONÁRIO



ESTACIONÁRIO ATUALIZADO

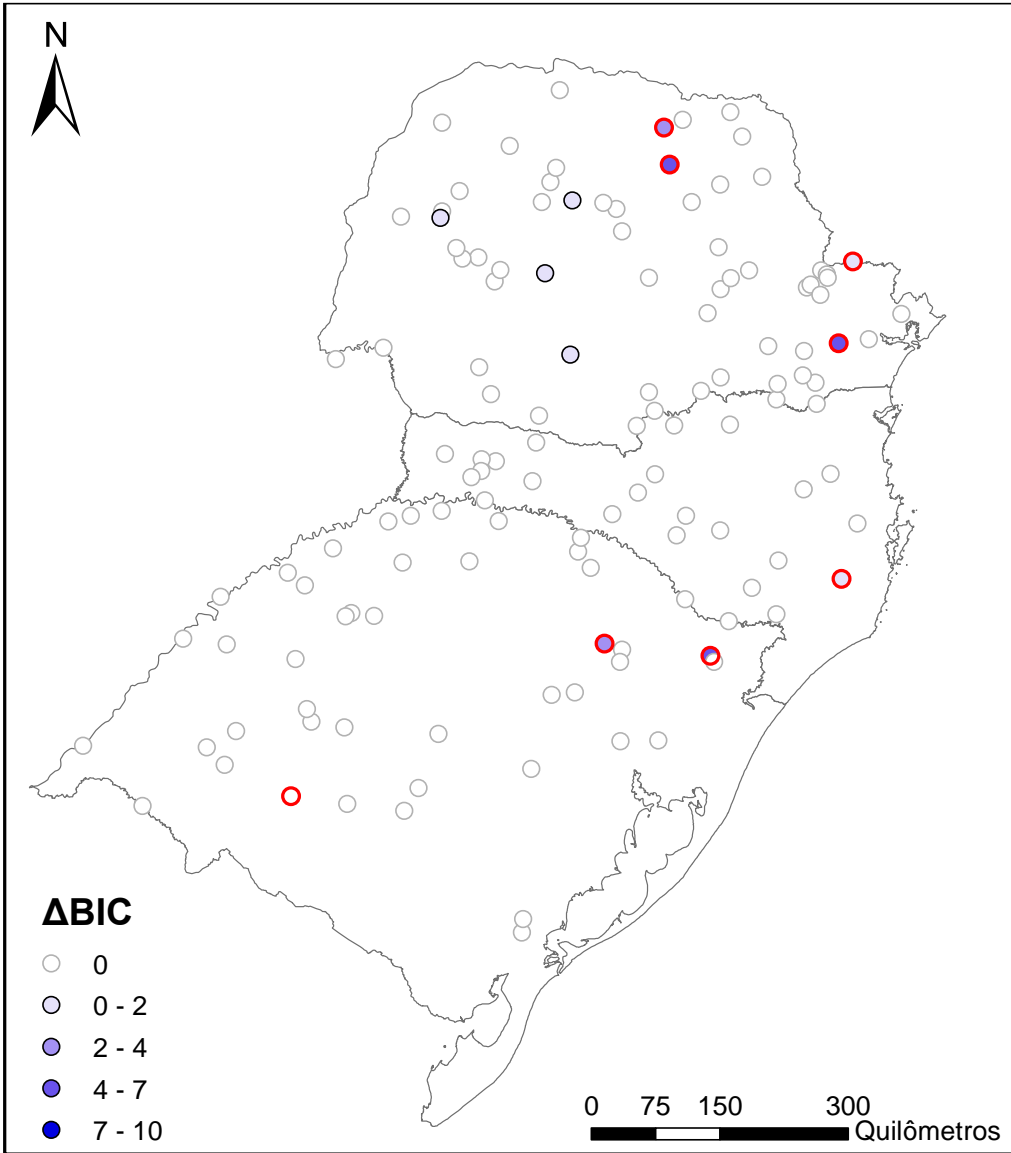
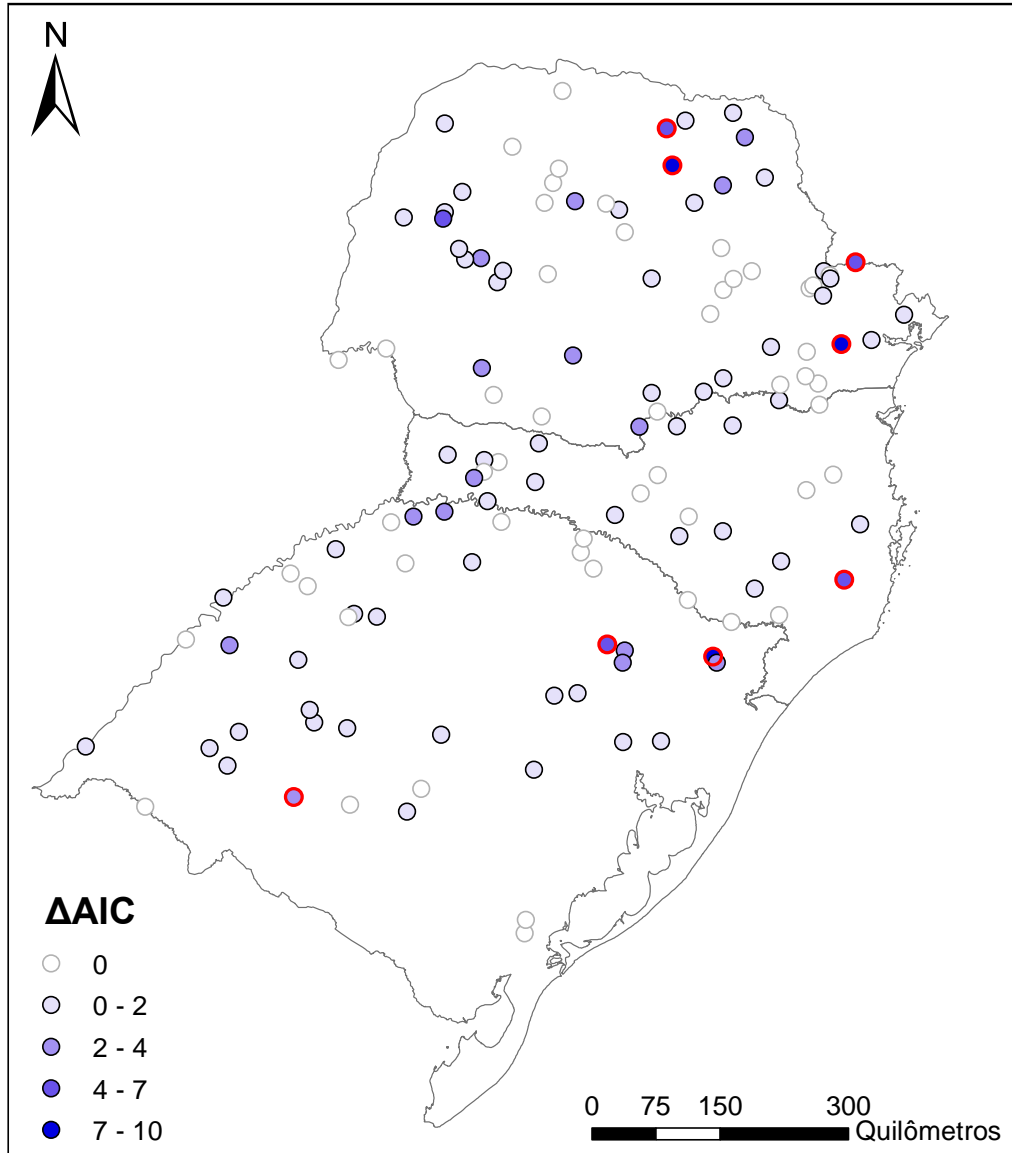


NÃO ESTACIONÁRIO

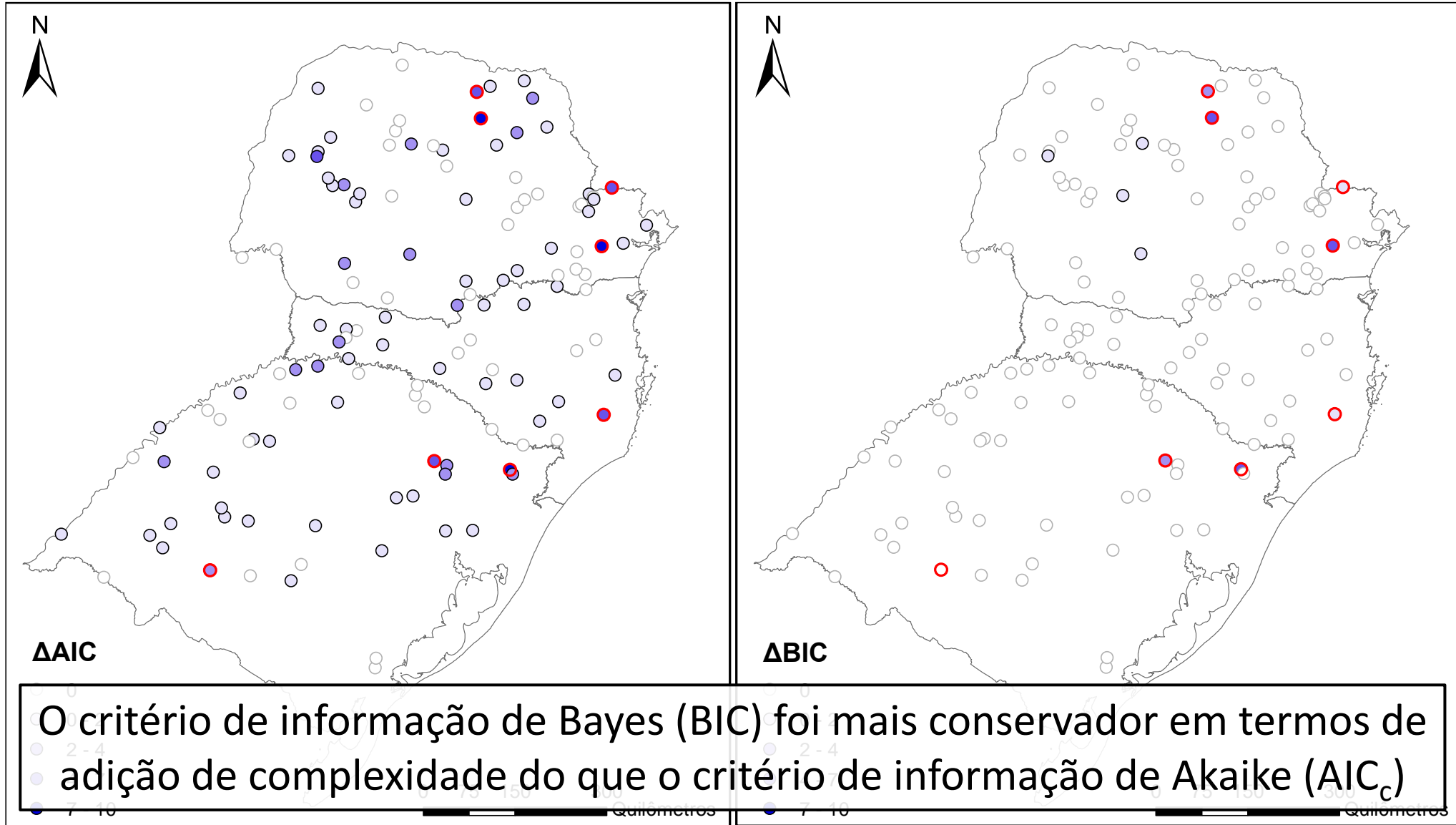


RESULTADOS E DISCUSSÃO

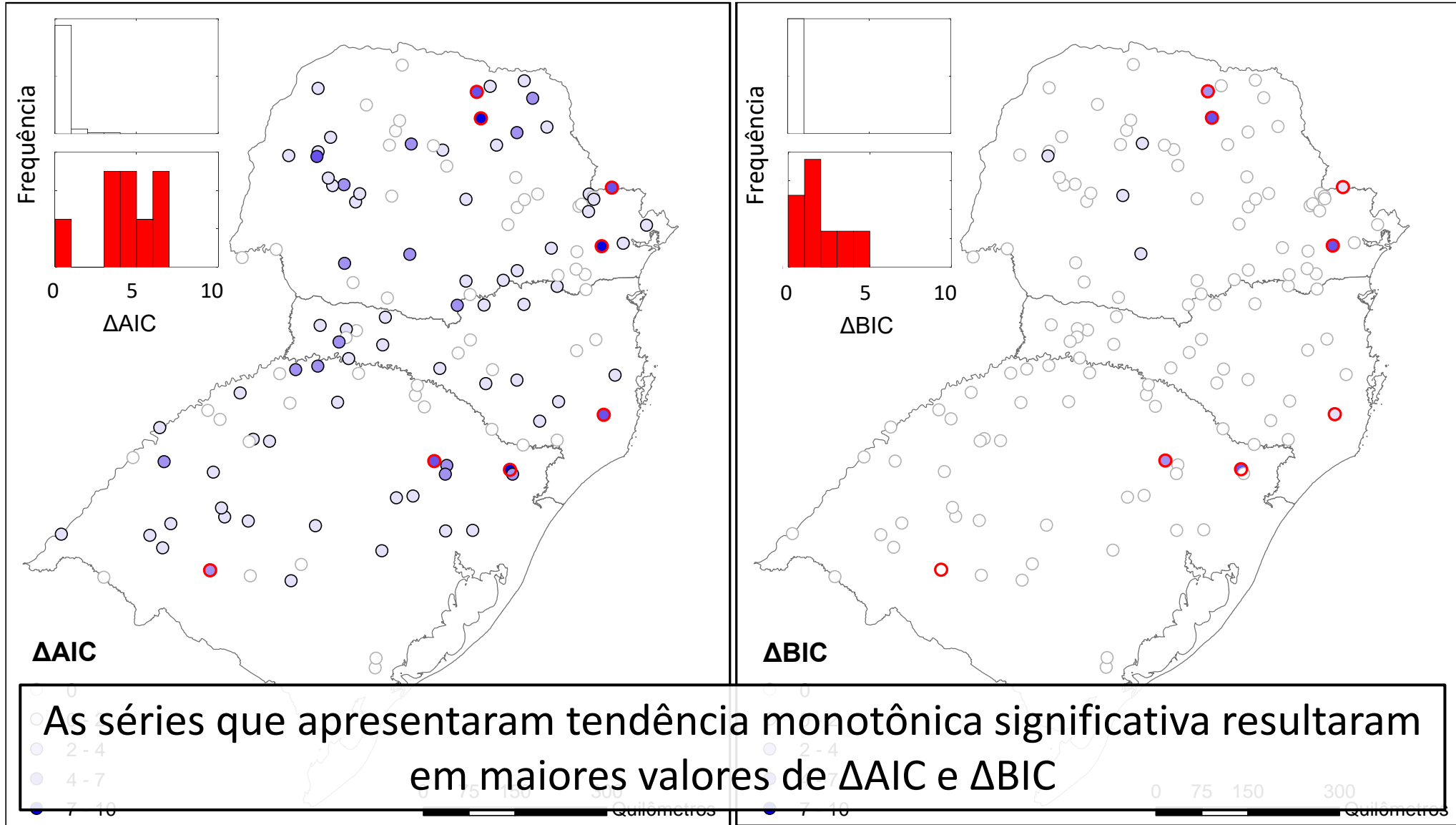
ANÁLISE DE FREQUÊNCIA: MÉTODO 1



ANÁLISE DE FREQUÊNCIA: MÉTODO 1



ANÁLISE DE FREQUÊNCIA: MÉTODO 1

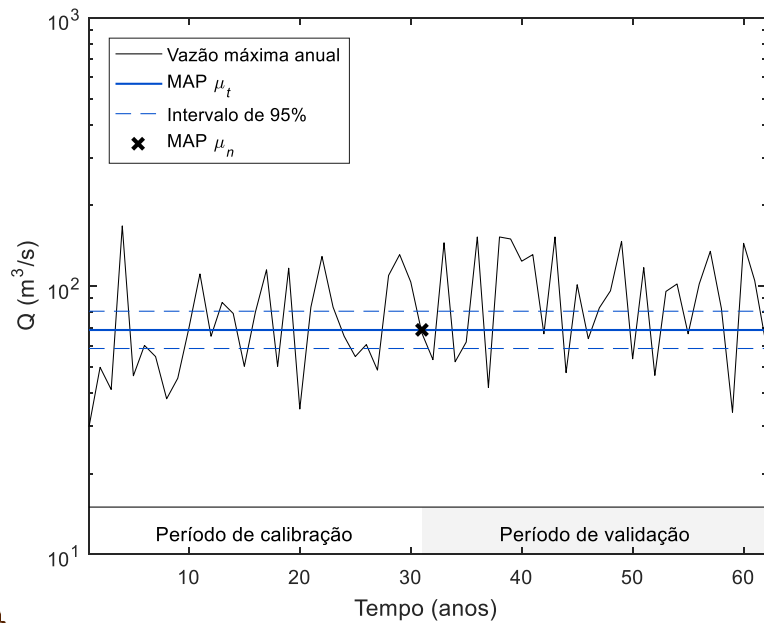


ANÁLISE DE FREQUÊNCIA: MÉTODO 2

O modelo não estacionário resultou em maiores valores da função de verossimilhança considerando o conjunto ótimo de parâmetros para algumas séries de dados

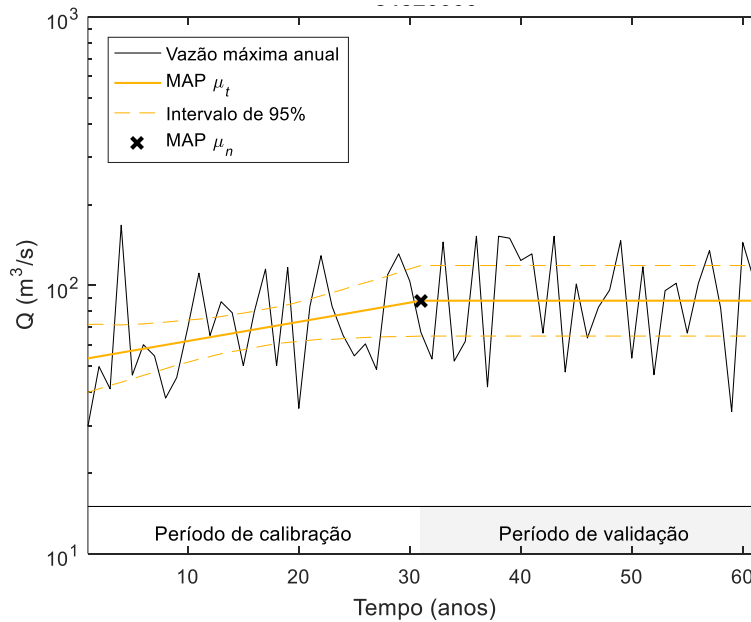
ESTACIONÁRIO

8



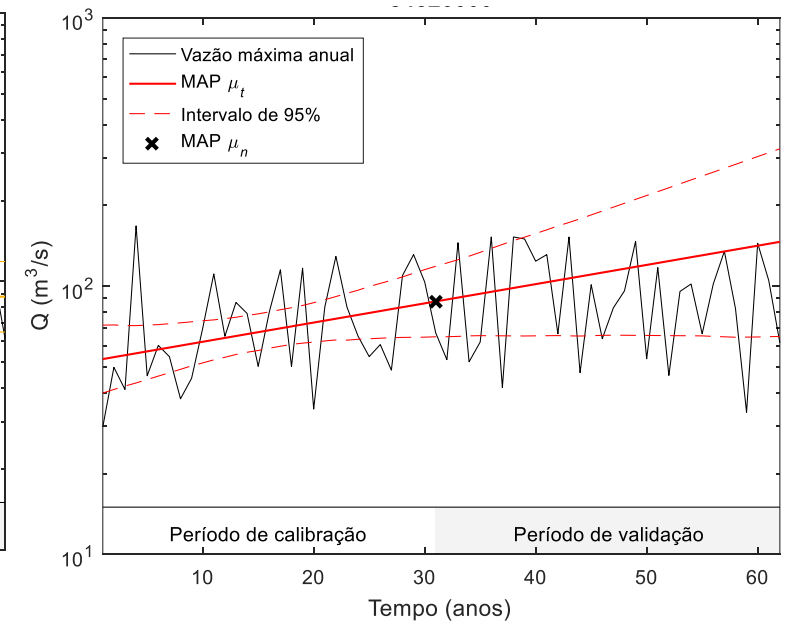
ESTACIONÁRIO ATUALIZADO

7



NÃO ESTACIONÁRIO

5

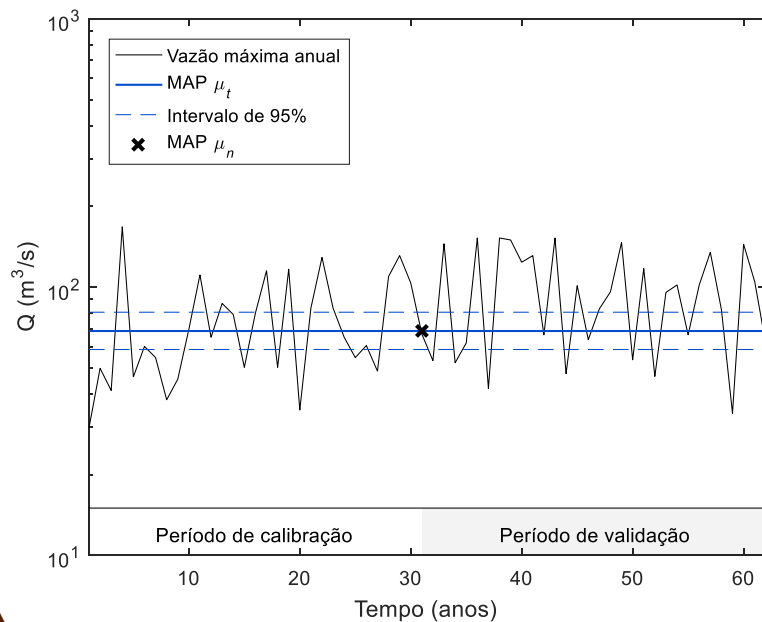


ANÁLISE DE FREQUÊNCIA: MÉTODO 2

Analisando os valores da média do valor da função de verossimilhança em nenhuma série o modelo NS foi superior aos modelos ST e uST

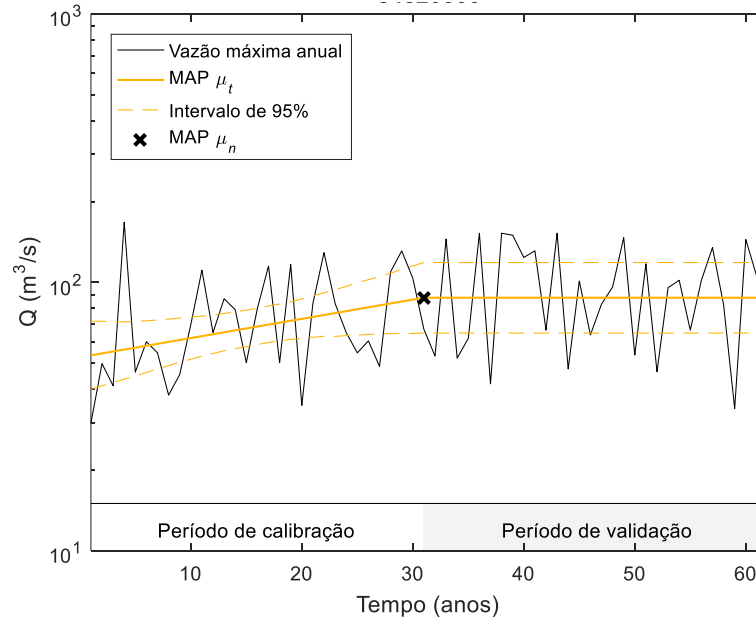
ESTACIONÁRIO

16



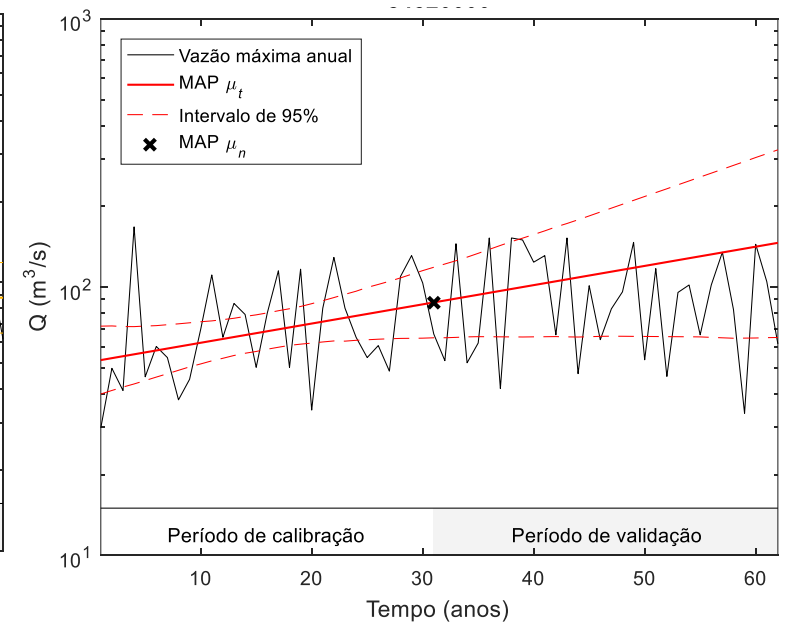
ESTACIONÁRIO ATUALIZADO

4



NÃO ESTACIONÁRIO

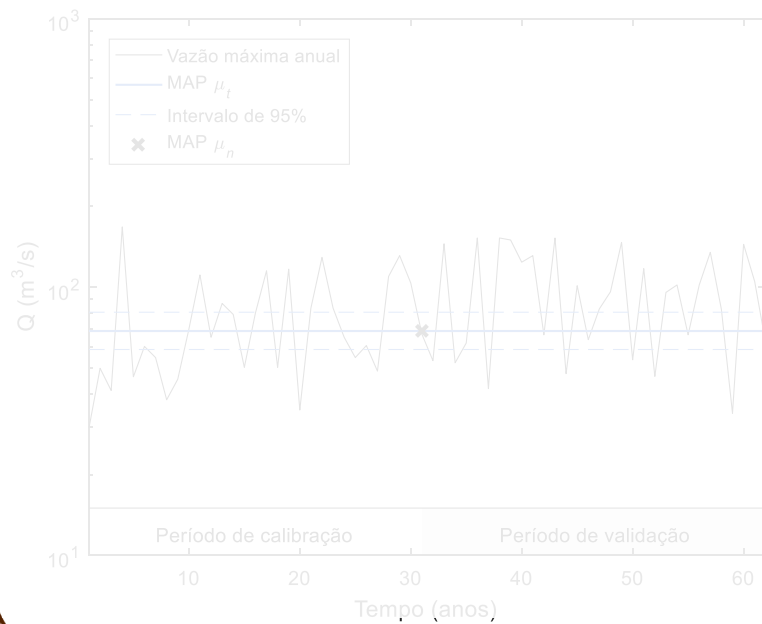
0



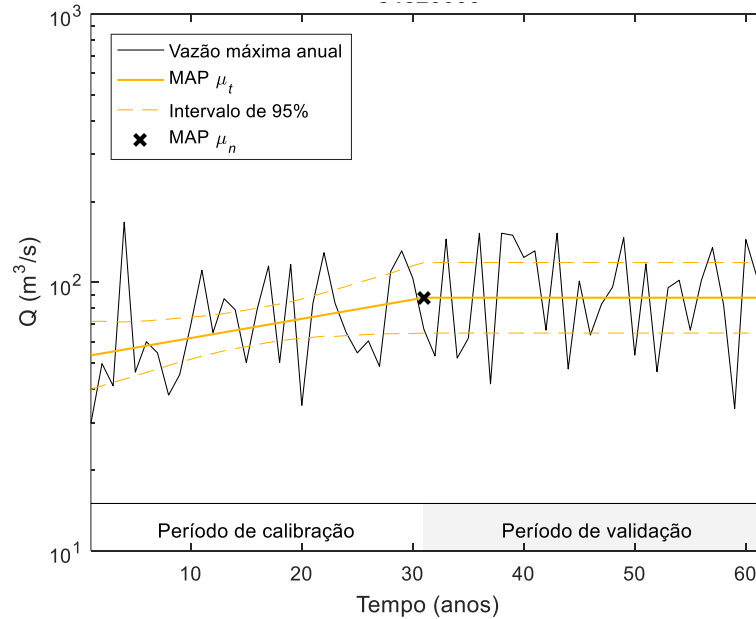
ANÁLISE DE FREQUÊNCIA: MÉTODO 2

Considerando a única série que apresentou tendência para a série completa e também para a série de calibração, os melhores resultados na validação foram obtidos para o modelo estacionário atualizado

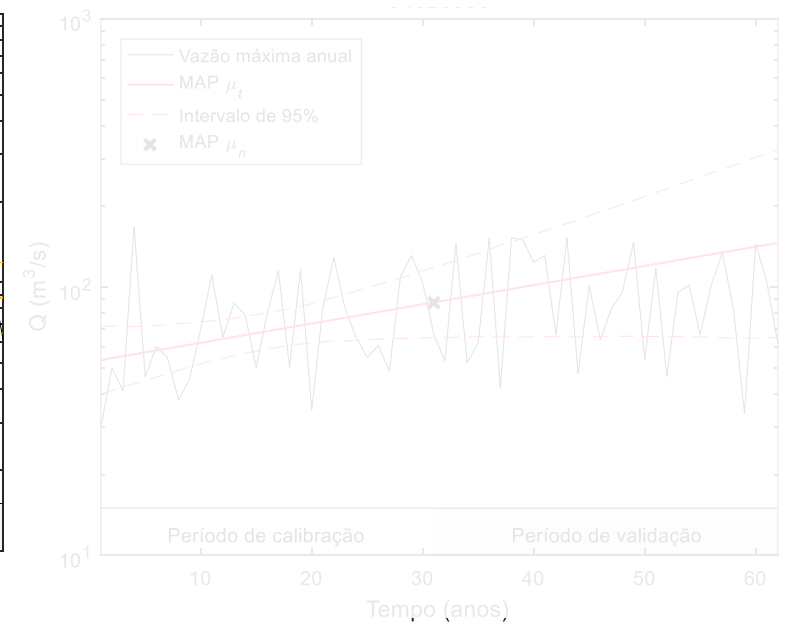
ESTACIONÁRIO



ESTACIONÁRIO ATUALIZADO

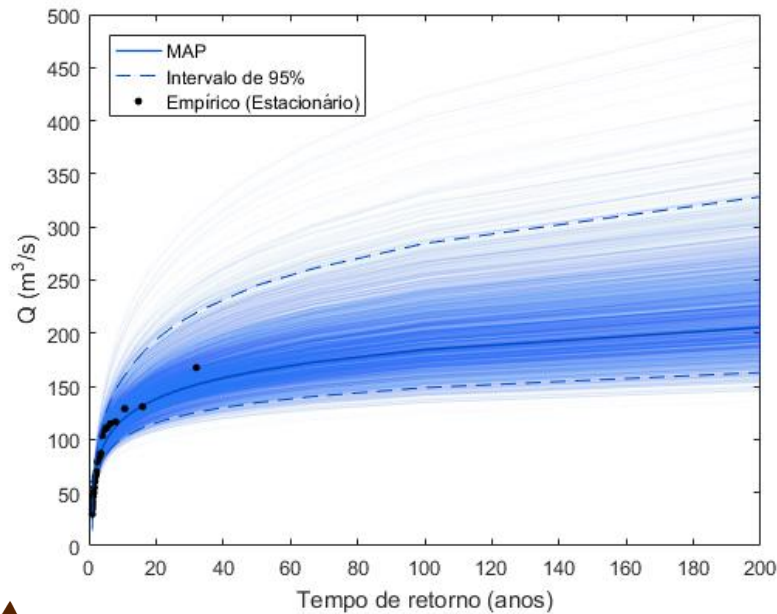


NÃO ESTACIONÁRIO

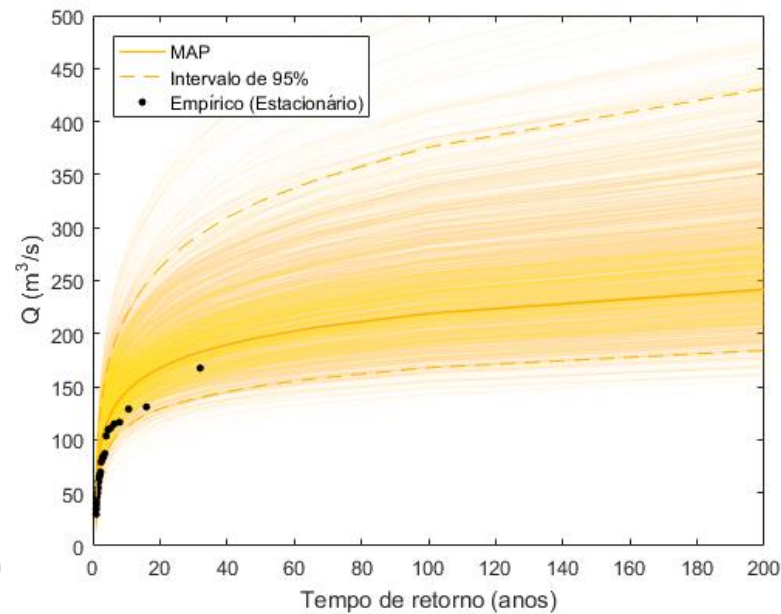


Influência da utilização dos modelos ST e uST na estimativa das vazões para diferentes tempos de retorno

ESTACIONÁRIO



ESTACIONÁRIO ATUALIZADO

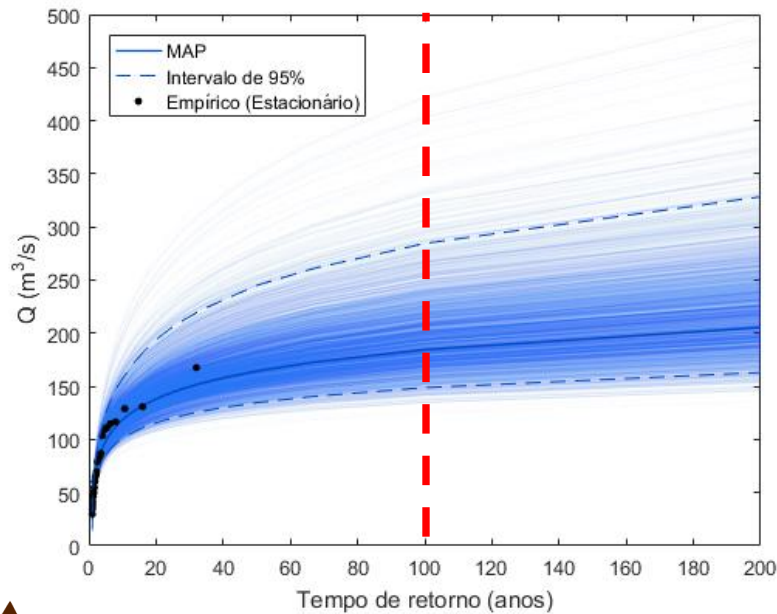


ANÁLISE DE FREQUÊNCIA: MÉTODO 2

Influência da utilização dos modelos ST e uST na estimativa das vazões para diferentes tempos de retorno

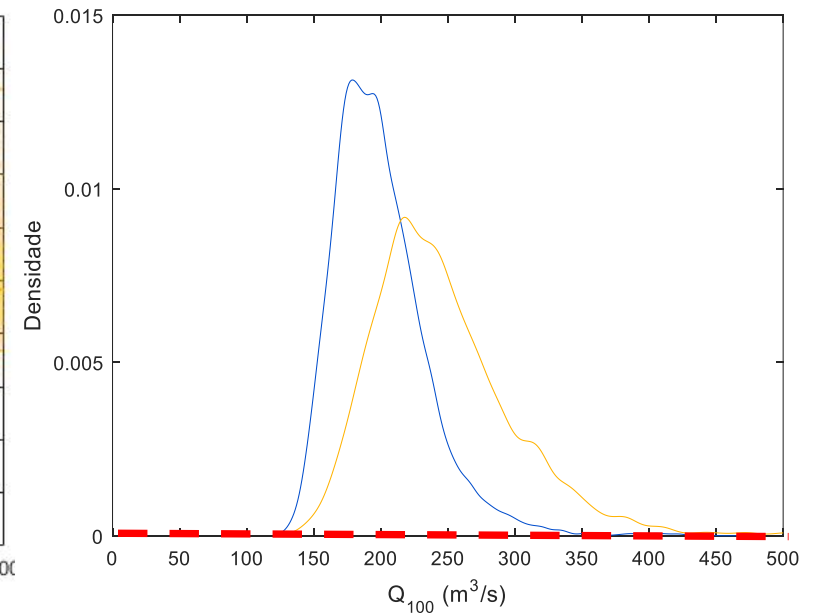
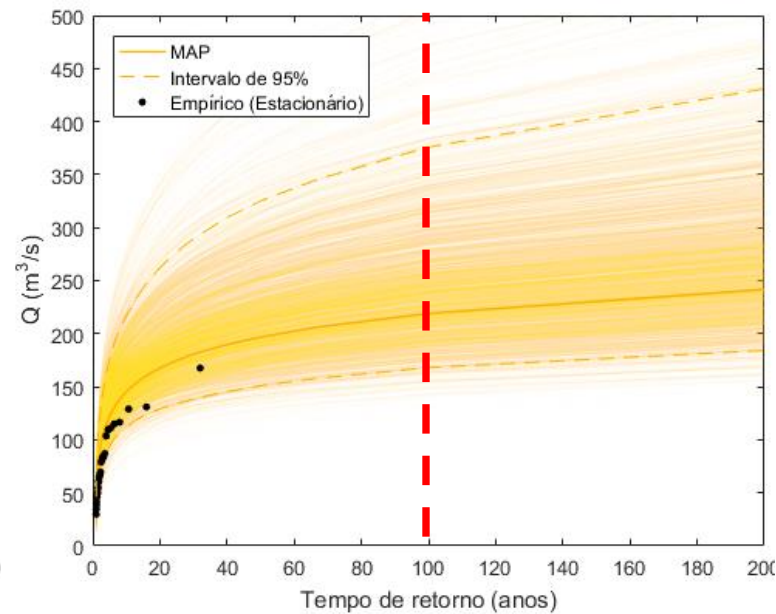
ESTACIONÁRIO

$Q_{100} = 140-280 \text{ m}^3/\text{s}$



ESTACIONÁRIO ATUALIZADO

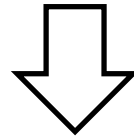
$Q_{100} = 150-360 \text{ m}^3/\text{s}$



CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Considerando a incerteza associada à estimativa dos parâmetros da distribuição, mesmo para séries em que foi verificada a existência de tendência significativa no período de calibração, o **modelo não estacionário** não apresentou melhor desempenho



A presença de tendência na série não é uma condição suficiente para justificar a utilização de um modelo não estacionário na análise de frequência de vazões extremas, e mostra a importância da quantificação da incerteza associada aos parâmetros da distribuição



I END

Encontro Nacional de Desastres

25 a 27 de Julho - Porto Alegre - RS



MUITO OBRIGADA!

