

Mapeamento da distribuição espacial de sólidos suspensos totais no reservatório de Barra Bonita via inferência estatística *versus* uso de dados orbitais do sensor OLI

Trabalho final da disciplina de Introdução ao Geoprocessamento (SER-300)

Docentes: Antônio Miguel Vieira Monteiro e Cláudio Barbosa

Discente: Nariane Marselhe Ribeiro Bernardo

INTRODUÇÃO

DADOS DE
SENSORES REMOTOS
ORBITAIS

GEOPROCESSAMENTO

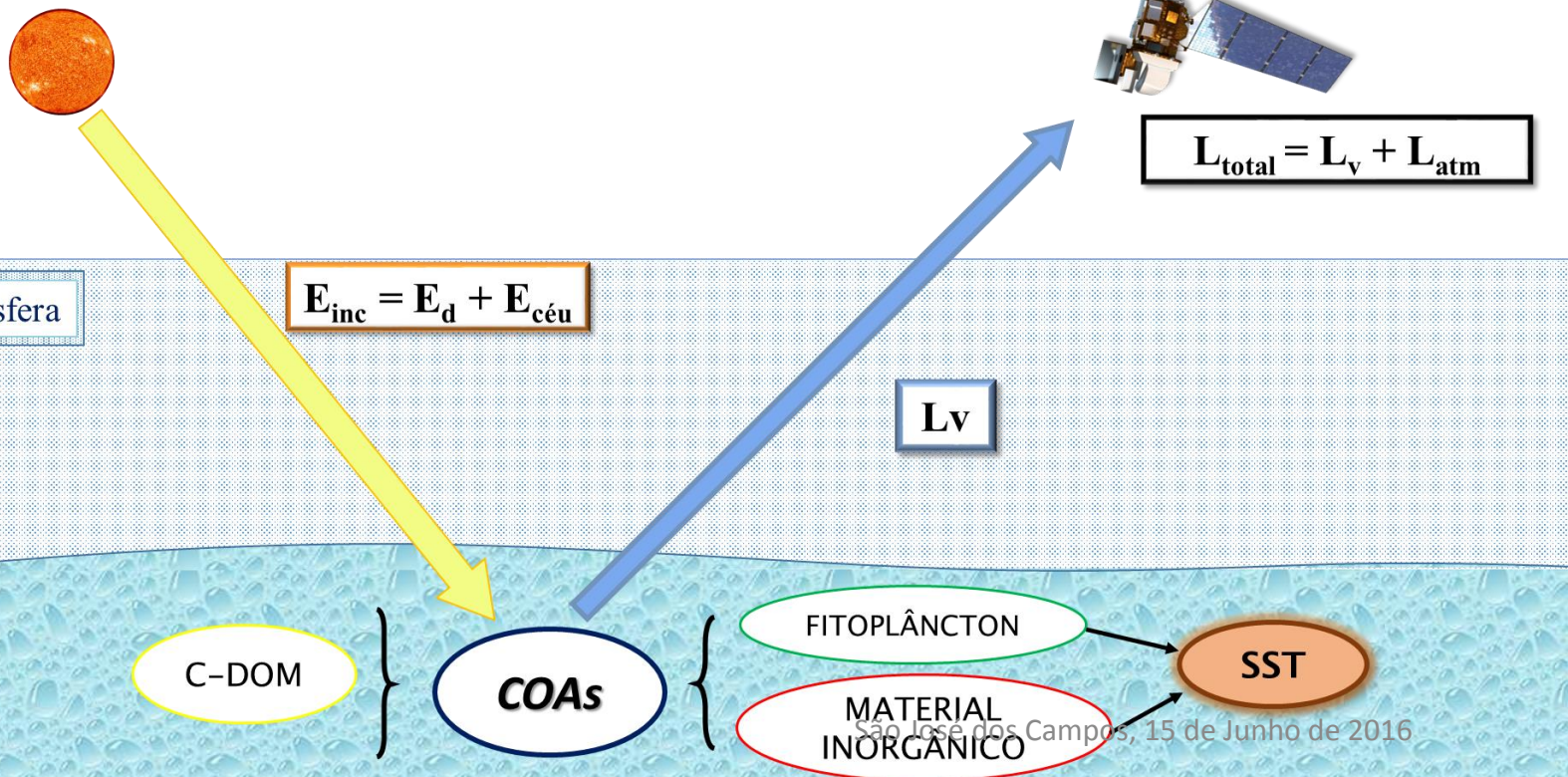
Cobertura temporal regular
+
Informação espacializada
(geocampo de radiâncias)
=
Visão holística de fenômenos

INTRODUÇÃO

EM SISTEMAS
AQUÁTICOS

DADOS DE SENSORES REMOTOS
ORBITAIS

CONCENTRAÇÕES
DE COAs (SST, Chl-*a* e
CDOM)



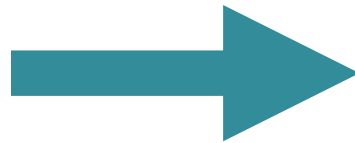
80 % do sinal
registrado
para alvos
aquáticos são
provenientes
de
componentes
atmosféricos.

Pahvelan, 2015.

Justificativa

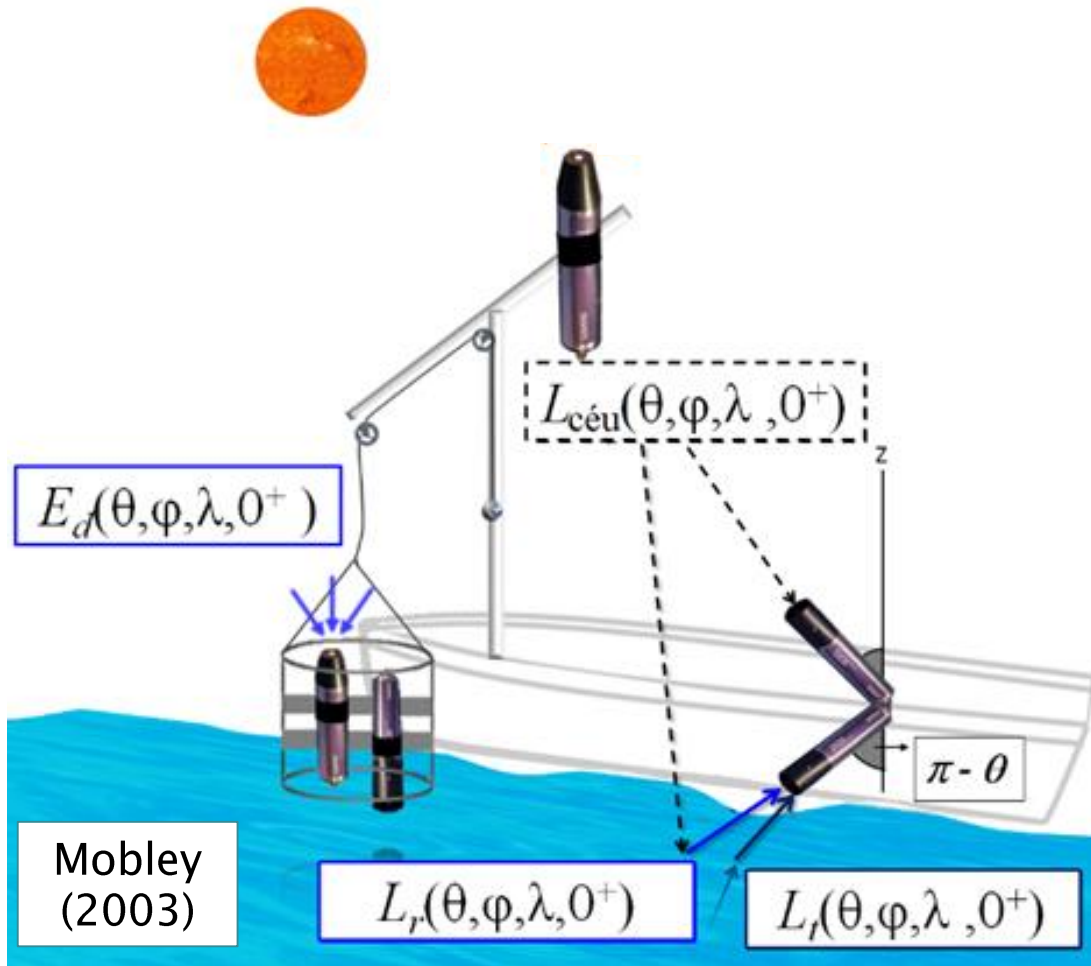
Métodos de correção atmosférica: **modelam** e **minimizam** os efeitos atmosféricos, mas ainda sim podem permanecer **ruídos** da correção devido à **adaptabilidade dos dados de entrada requeridos** pelos mesmos.

GRANDEZAS
RADIOMÉTRICAS
SUPER OU SUBESTIMADAS



ERROS NAS ESTIMATIVAS
DE COMPONENTES
AQUÁTICOS

Hipótese



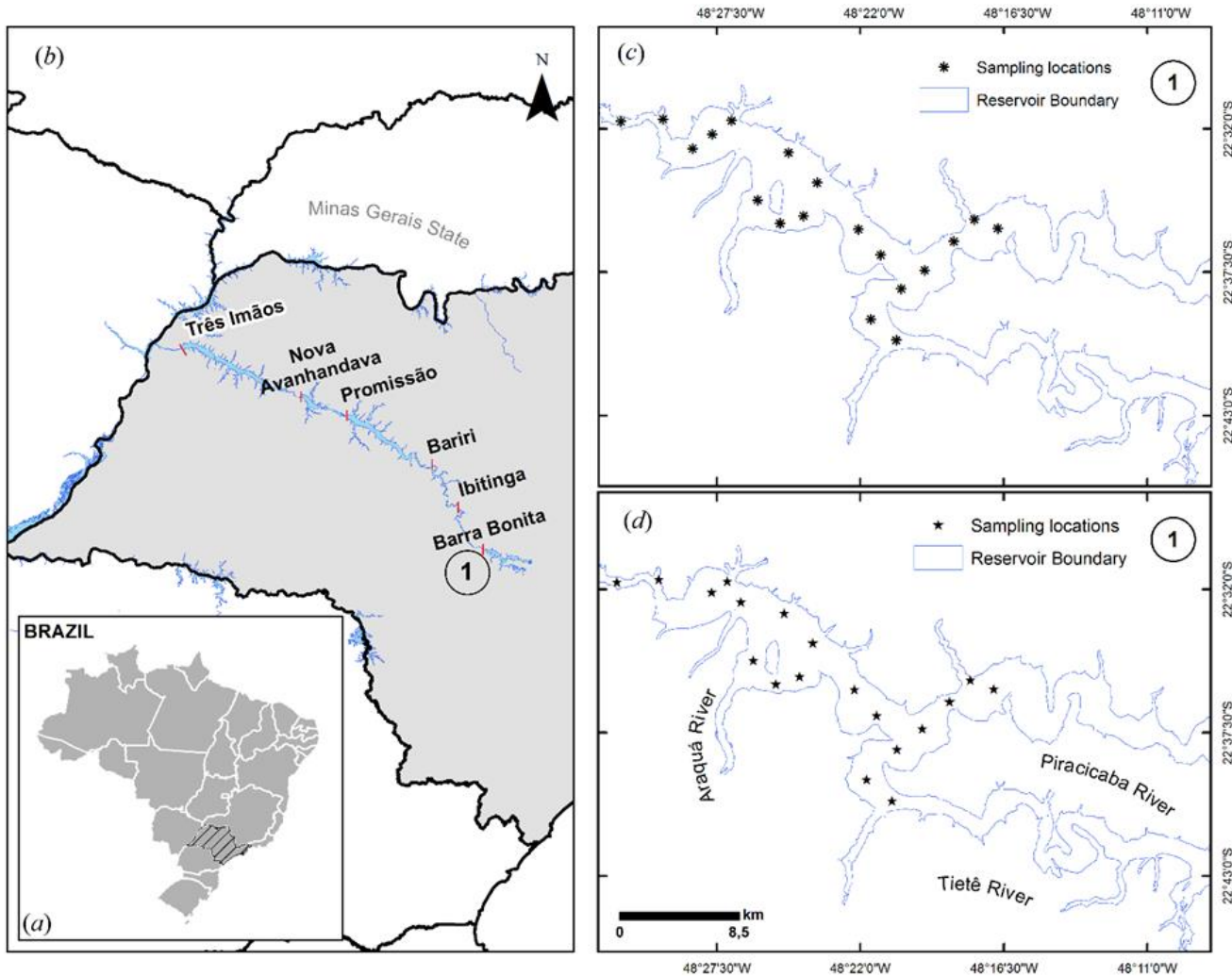
Dados remotos de **campanhas de campo**: **apresentam reduzida interferência dos componentes atmosféricos** devido à sua proximidade de aquisição com o alvo de interesse, e podem gerar estimativas mais precisas das concentrações de COAs.

Objetivo

Avaliar a distribuição espacial de Sólidos Suspensos Totais (SST) no reservatório hidrelétrico de Barra Bonita (BB), localizado no Rio Tietê (em São Paulo) por meio de duas metodologias distintas:

- 1) Via dados orbitais de imagem do sensor *Operational Land Imager* (Landsat -8) após correção atmosférica;
- 2) Via dados radiométricos obtidos *in situ* espacializados por meio de método de interpolação probabilística.

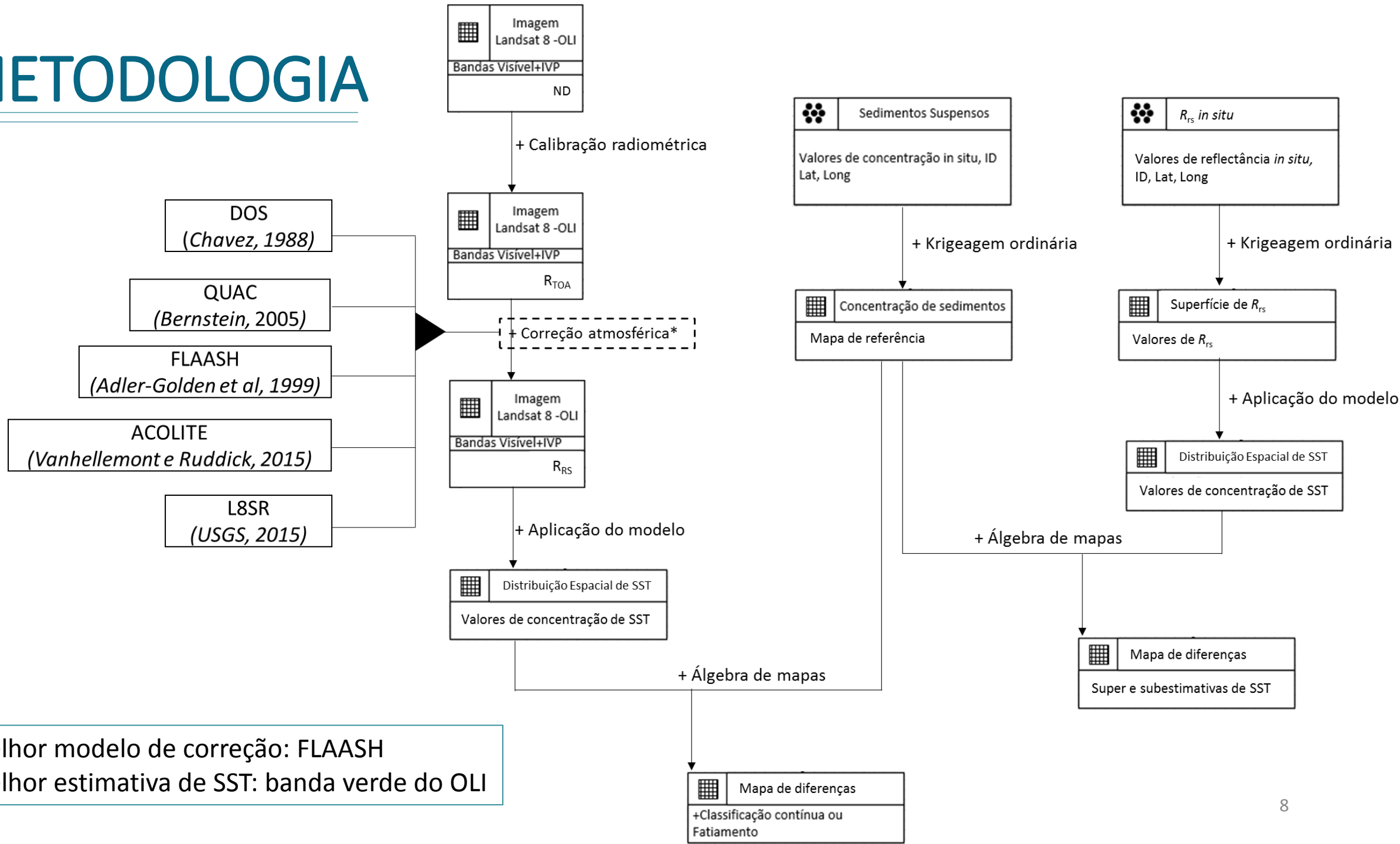
RESERVATÓRIO DE BARRA BONITA



Primeiro reservatório de uma série de reservatórios em cascata: elevadas concentrações de nutrientes e SST;

Estudos limnológicos e físico-químicos no reservatório de Barra Bonita: caracterização do ambiente como eutrófico a hipereutrófico.

METODOLOGIA



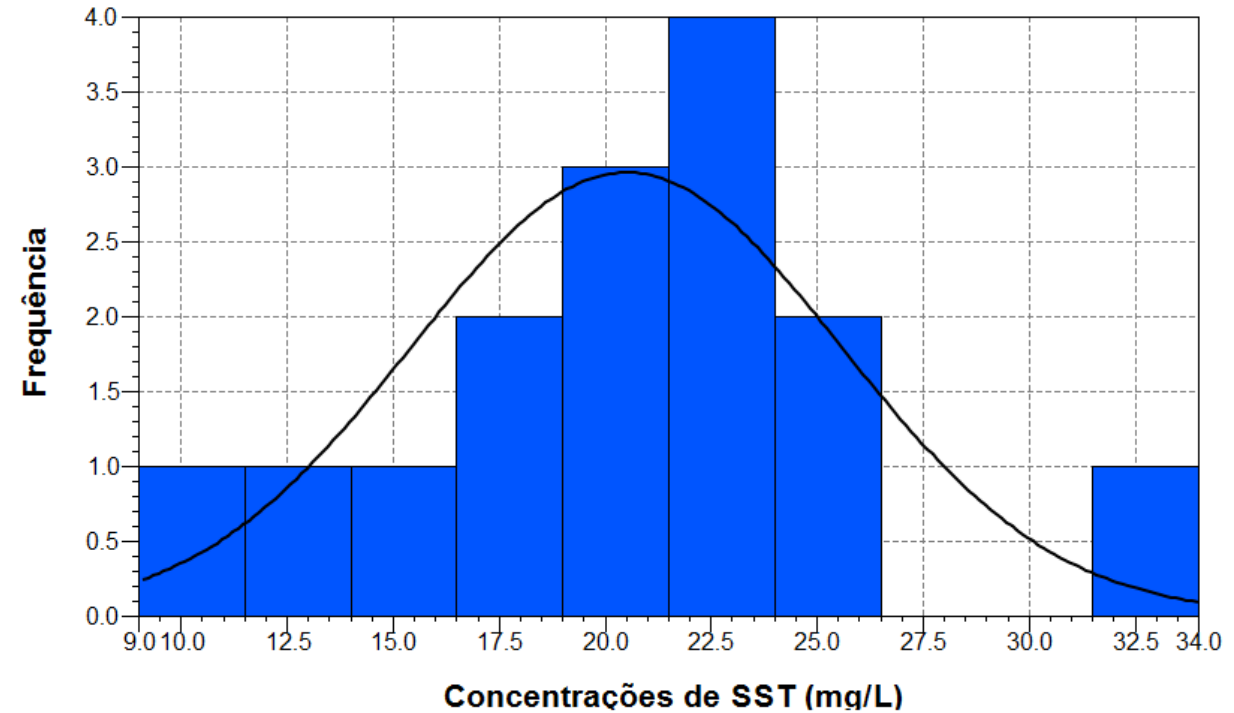
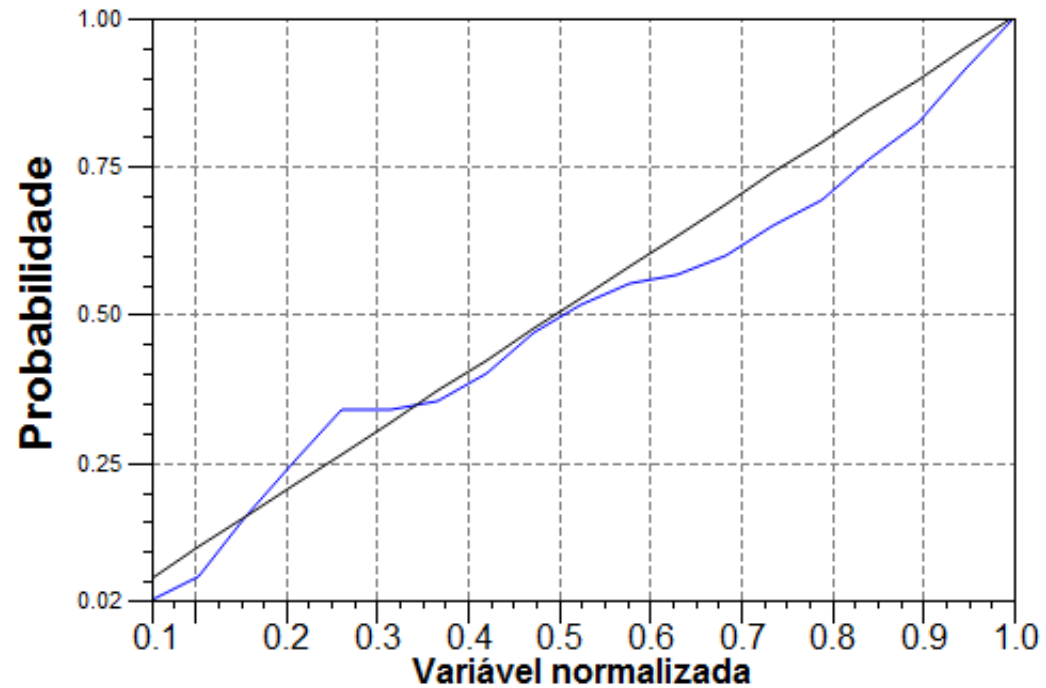
Melhor modelo de correção: FLAASH
Melhor estimativa de SST: banda verde do OLI

Krigeagem – SST de referência

Construção de **mapa de referência** dos dados de SST (amostrados *in situ*) por modelo geoestatístico, conforme as seguintes etapas:

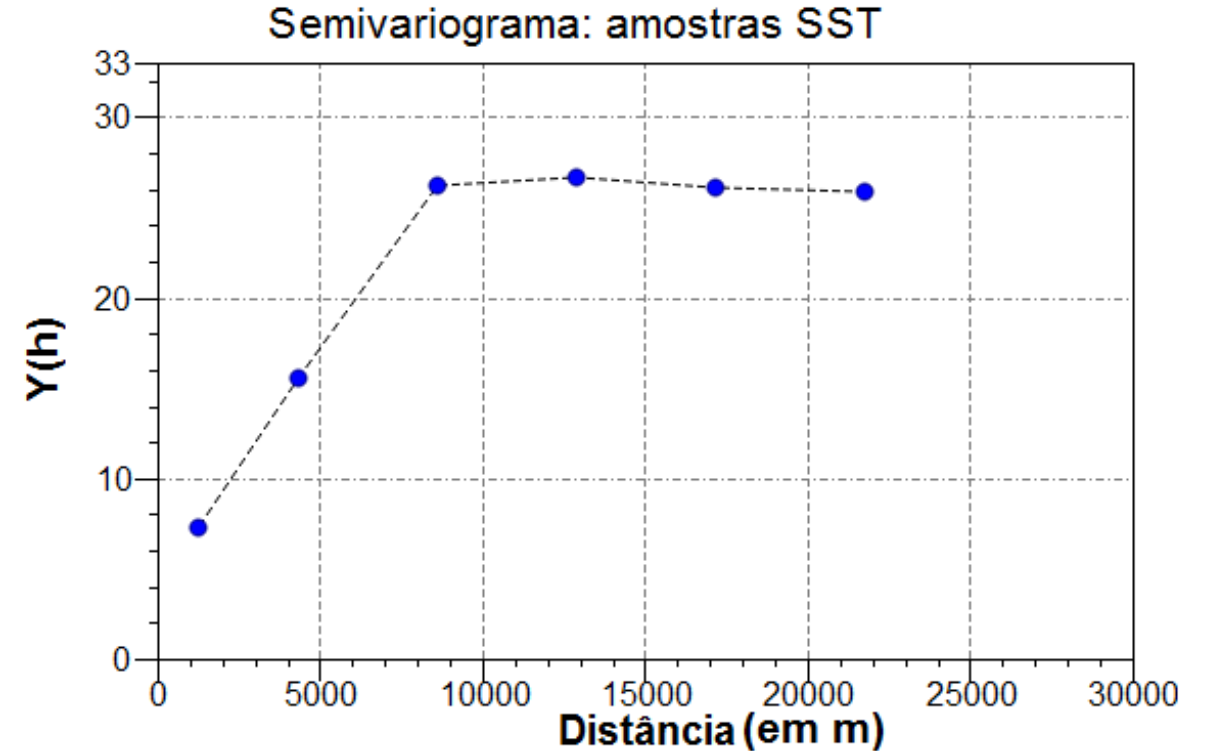
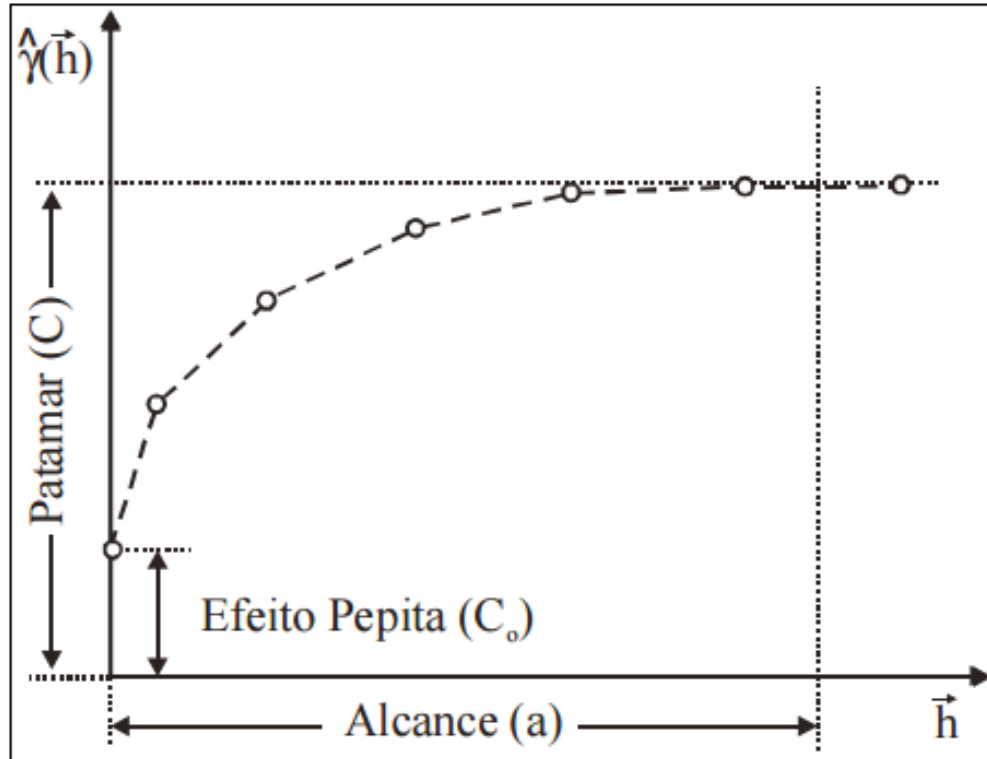
- Análise exploratória dos dados;
- Análise estrutural dos dados (construção de semivariograma e modelagem);
- Krigeagem – superfície interpolada.

Krigeagem dos dados de SST – Análise exploratória



Conjunto de dados de SST ($n = 19$ – segundo campo):
Seguem uma distribuição normal

Krigeagem dos dados de SST – Construção do Semivariograma



Considerações para construção do semivariograma:
Estacionariedade de 2ª ordem e Isotrópico (Omnidirecional)

Krigeagem dos dados de SST – Modelagem do Semivariograma

Modelo	Akaike	Pepita	Contribuição	Alcance (em m)
Esférico	-40,84	3,281	22,853	11196,659
Exponencial	-31,338	1,118	25,663	14352,257
Gaussiano	-42,561	6,096	20,087	9368,392

Melhor modelo: esférico

Análise de erros permitiu que as análises assumissem o modelo esférico como melhor modelo para ajuste do semivariograma.

Krigeagem dos dados de SST – Interpolação dos dados

Geração de superfície interpolada das concentrações de SST
+
Mapa de variâncias das estimativas de SST via Krigeagem

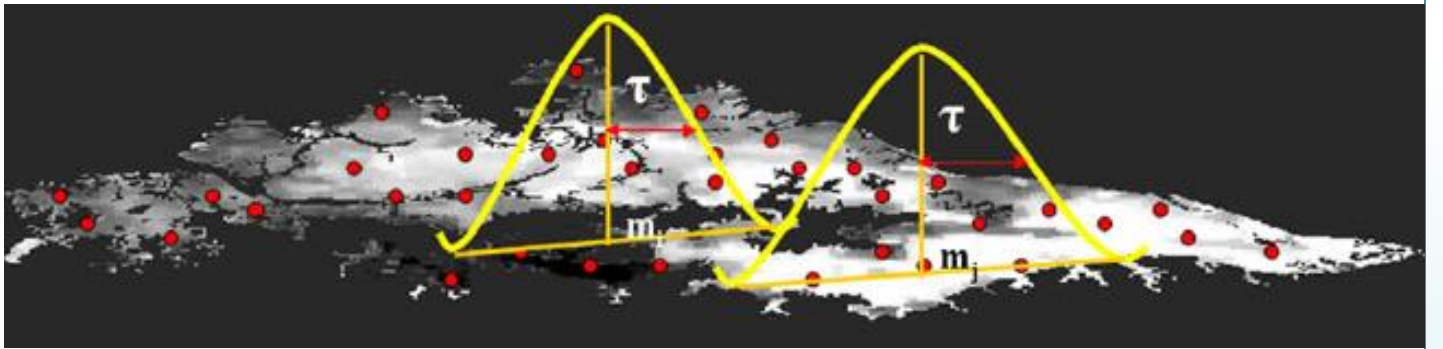
Mapa de variâncias: demonstração do grau de confiabilidade dos dados estimados (Locais de amostragem a variância é zero).

Estimador de Kernel

Correlação espacial: dependente do número de pontos amostrais, bem como as suas localizações geográficas.

Estimador de Kernel: função bidimensional ajustada sobre as amostras de forma que seja gerada uma superfície proporcional à densidade de amostragem.

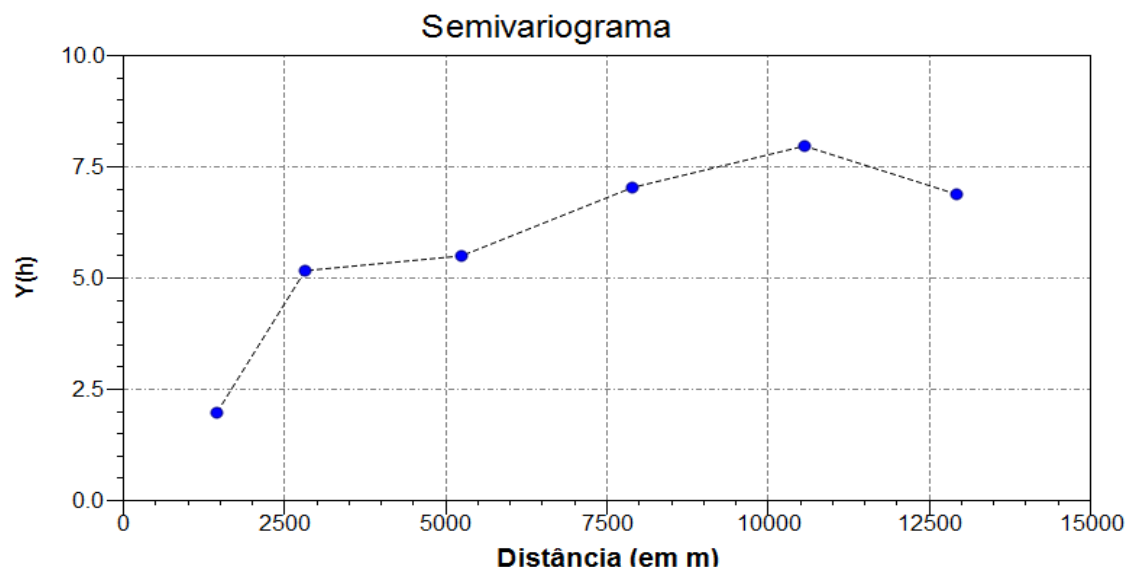
$$\hat{\lambda} = \frac{1}{\tau^2} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d(u_i, u)}{\tau}\right)$$



Krigeagem dos dados de R_{rs_r} (Banda verde do OLI)

Conjunto de dados de R_{rs_r} ($n = 19$ – segundo campo):
Seguem uma distribuição normal;

Considerações para construção do semivariograma:
Estacionariedade de 2ª ordem e Isotrópico (Omnidirecional)



Melhor modelo: esférico.

Superfície interpolada de R_{rs_r}

Comparação das abordagens: imagem x probabilística

MAPA DE REFERÊNCIA
DAS CONCENTRAÇÕES DE SST

MAPA DE SST
VIA IMAGEM

MAPA DE SST
VIA ESPACIALIZAÇÃO (Krigagem)

Álgebra
de
Mapas

Diferenças > 0 : valores de SST foram **SUBESTIMADOS**;
Diferenças < 0 : valores de SST foram **SUPERESTIMADOS**;
Diferenças ≈ 0 : estimativas próximas aos dados de referência.

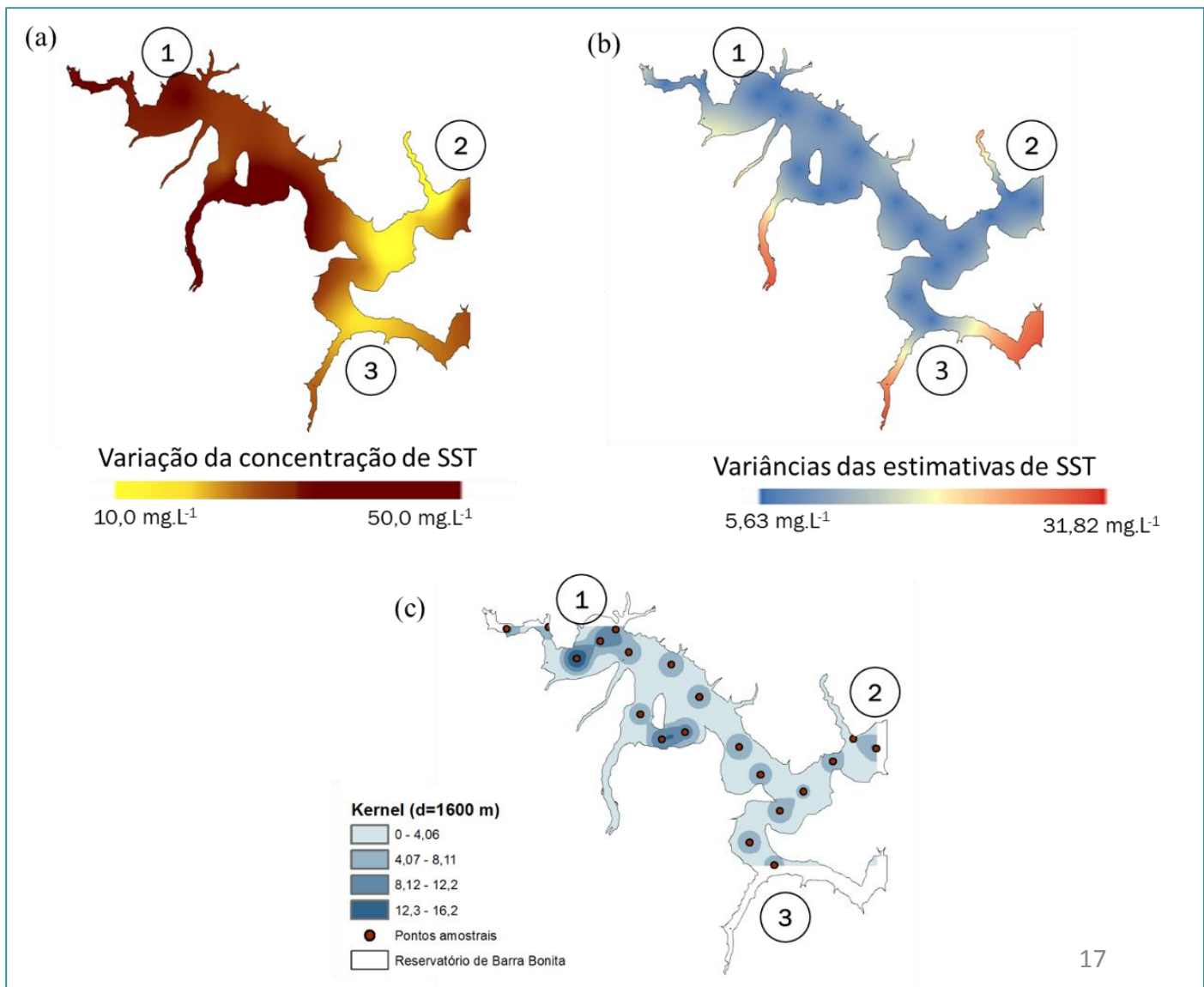
RESULTADOS E DISCUSSÕES

MAPA DE REFERÊNCIA DE SST:

Identificação de três regiões distintas no reservatório de BB;

Mapa de variâncias: maiores variâncias em locais sem amostragem;

Confirmação da hipótese:
Estimador de Kernel.

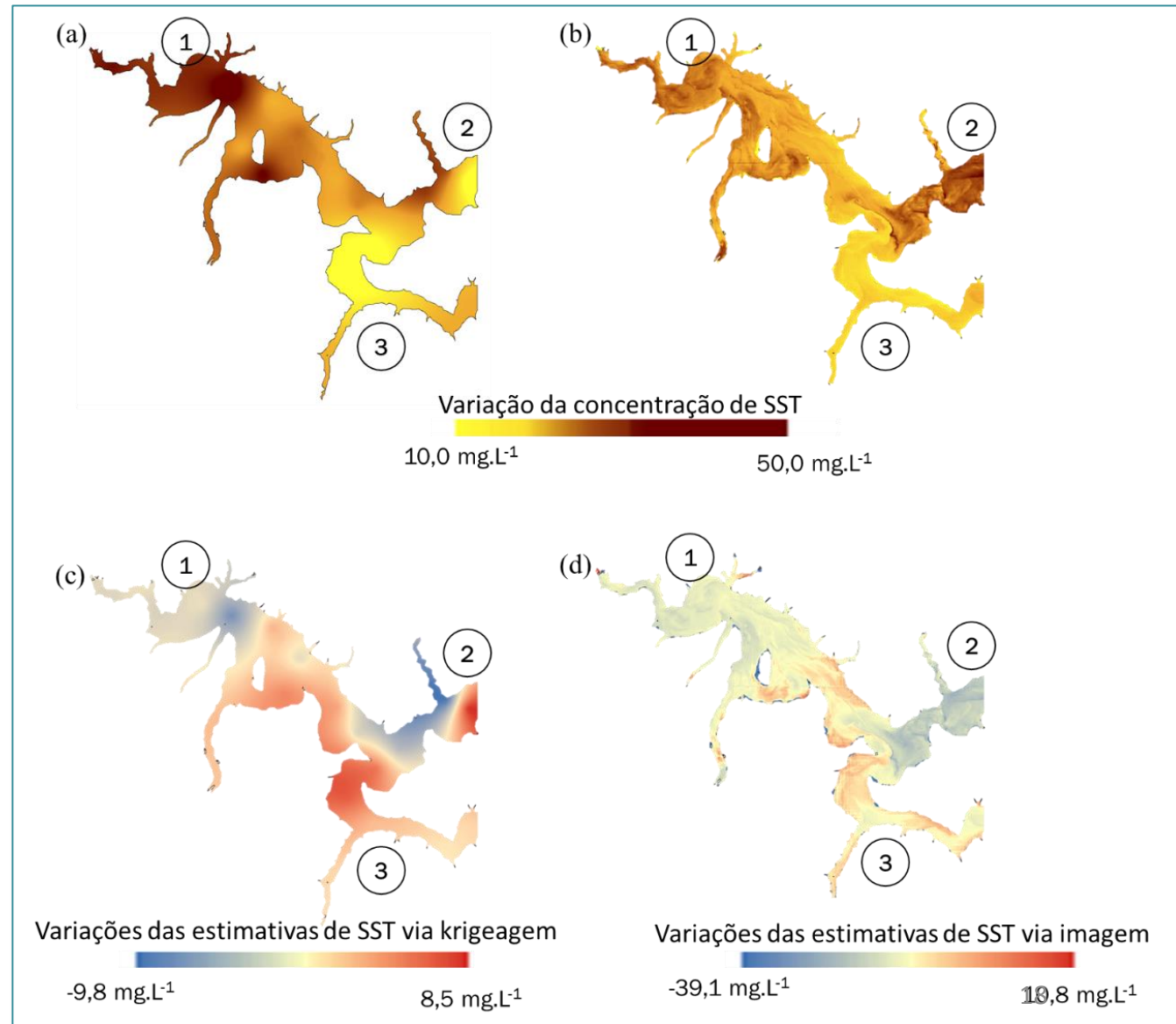


RESULTADOS E DISCUSSÕES

MAPA DE ESTIMATIVA DE SST:

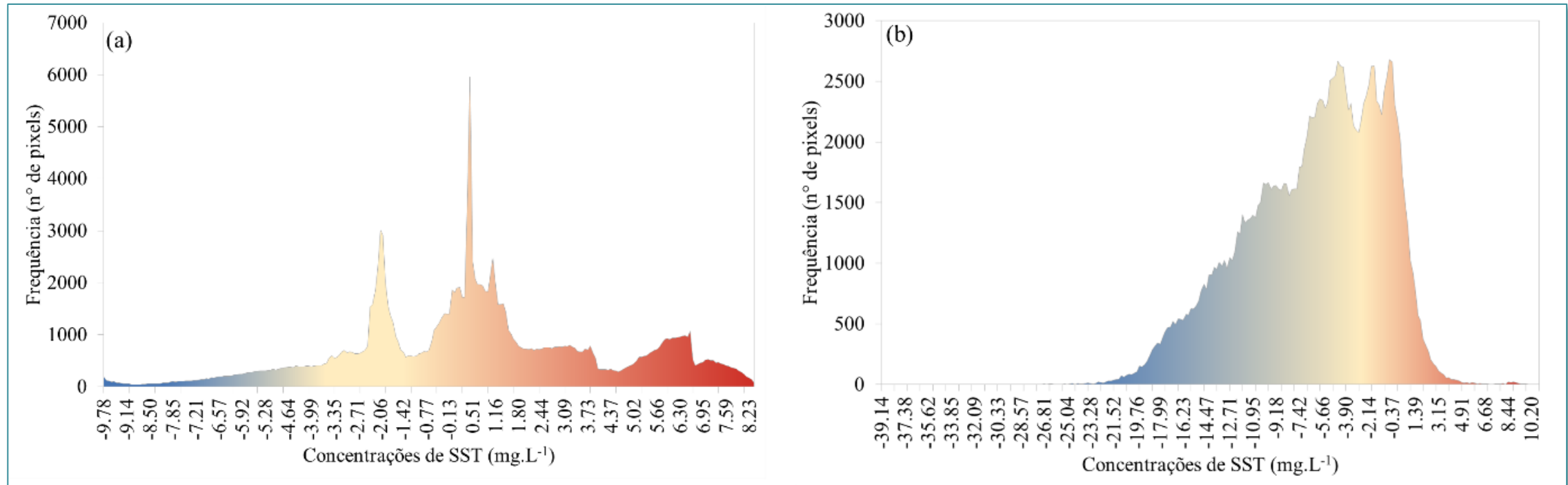
Krigeagem: maior suavidade nas regiões de transição de diferentes concentrações de SST;

Mapa de variâncias: menor intervalo de diferenças para Krigeagem ($-9,8 \text{ mg.L}^{-1}$ a $8,5 \text{ mg.L}^{-1}$) do que para estimativas via imagem OLI ($-39,1 \text{ mg.L}^{-1}$ a $10,8 \text{ mg.L}^{-1}$).



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diagrama de frequências: valores de referência – valores estimados



Krigeagem: pico de frequência próximo à zero.

Imagem: valores negativos → superestimativa de SST no reservatório de BB.

CONCLUSÕES

- Diferentes métodos de correção atmosférica: SST com erros relativamente baixos (aproximadamente 23%);
- Estimativas de SST via imagem: mapeamento da dinâmica espacial, mas quando comparadas aos **dados de referência** e às **estimativas via Krigeagem**, não apresentam os melhores resultados.
- Krigeagem: boa estimativa da distribuição espacial dos dados de SST.

CONCLUSÕES

- Melhores resultados via Krigagem de R_{rs} : interpolação dos dados *in situ* de R_{rs} reamostradas para as bandas do OLI, confirmam que o efeito atmosférico é praticamente nulo devido à proximidade das medidas com o alvo de interesse.
- Desvantagens da krigagem: relação direta com a quantidade de amostras na área de estudo e os efeitos de anisotropia.

Abordagem probabilística: melhores resultados que aplicação de modelos na imagem orbital corrigida atmosféricamente.

OBRIGADO!