



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**



**Trabalho para disciplina Introdução ao Geoprocessamento (SER300):**  
Especialização de parâmetros de qualidade da água para o  
reservatório de Três Marias/MG.

Victor Pedroso Curtarelli (RA: 142905)

# 1. INTRODUÇÃO

- Água como fonte para abastecimento público, recreação e potencial veículo de contaminantes e riscos à saúde humana e ambiental;
- Quantidade x Qualidade da água;
- Uso de medidas de Sensoriamento Remoto e comparação com modelos que usam medidas feitas *in situ*;
- Modelos Determinísticos e Estatísticos (Estocásticos);

## 2. OBJETIVOS

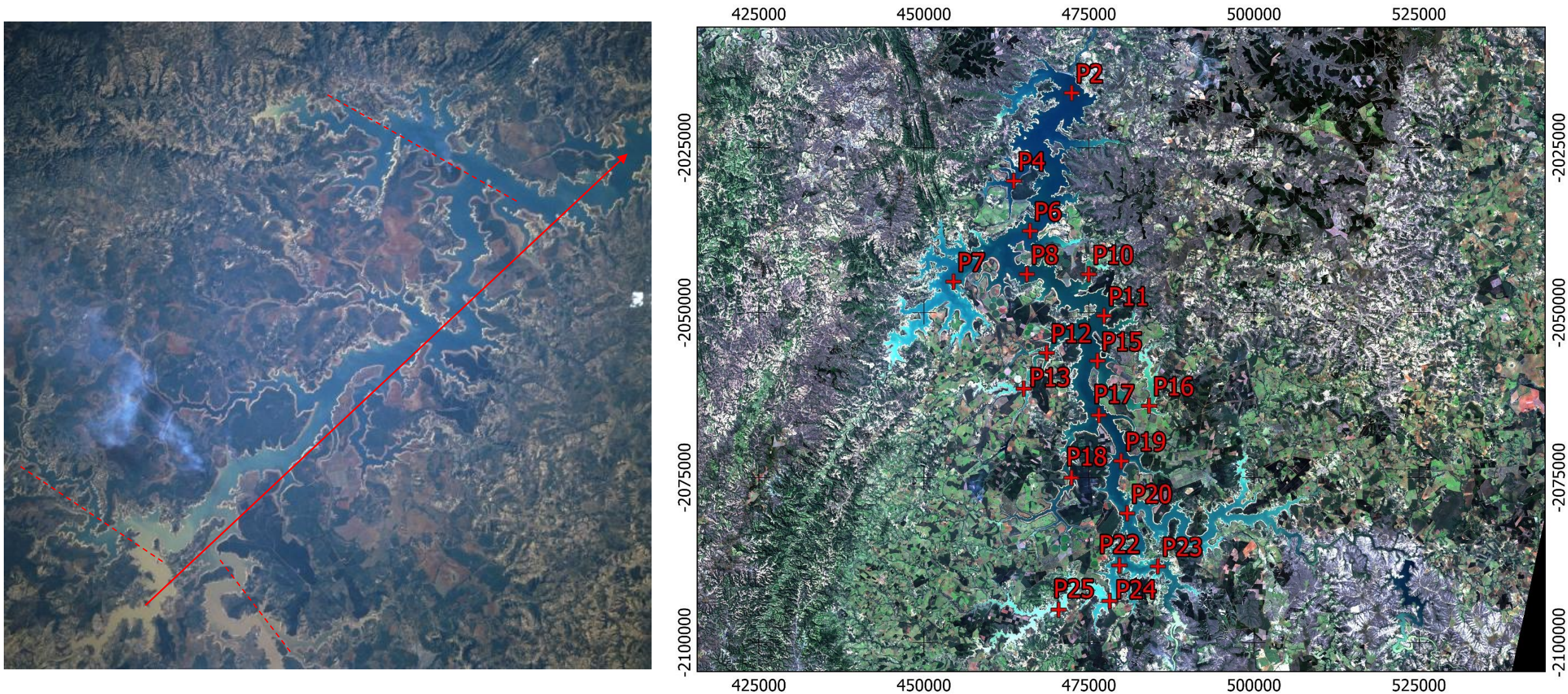
Projeto da disciplina Introdução ao Geoprocessamento (SER300) visando a espacialização de parâmetros de qualidade da água em reservatório de Três Marias/MG, correlacionando parâmetros de concentração com parâmetro óptico da água, utilizando de métodos geoestatísticos e uma tentativa de validação por meio de modelo empírico de imagem Landsat-8/OLI:

- Turbidez (NTU)

- Reflectância da banda 4 (vermelho) Landsat-8/OLI

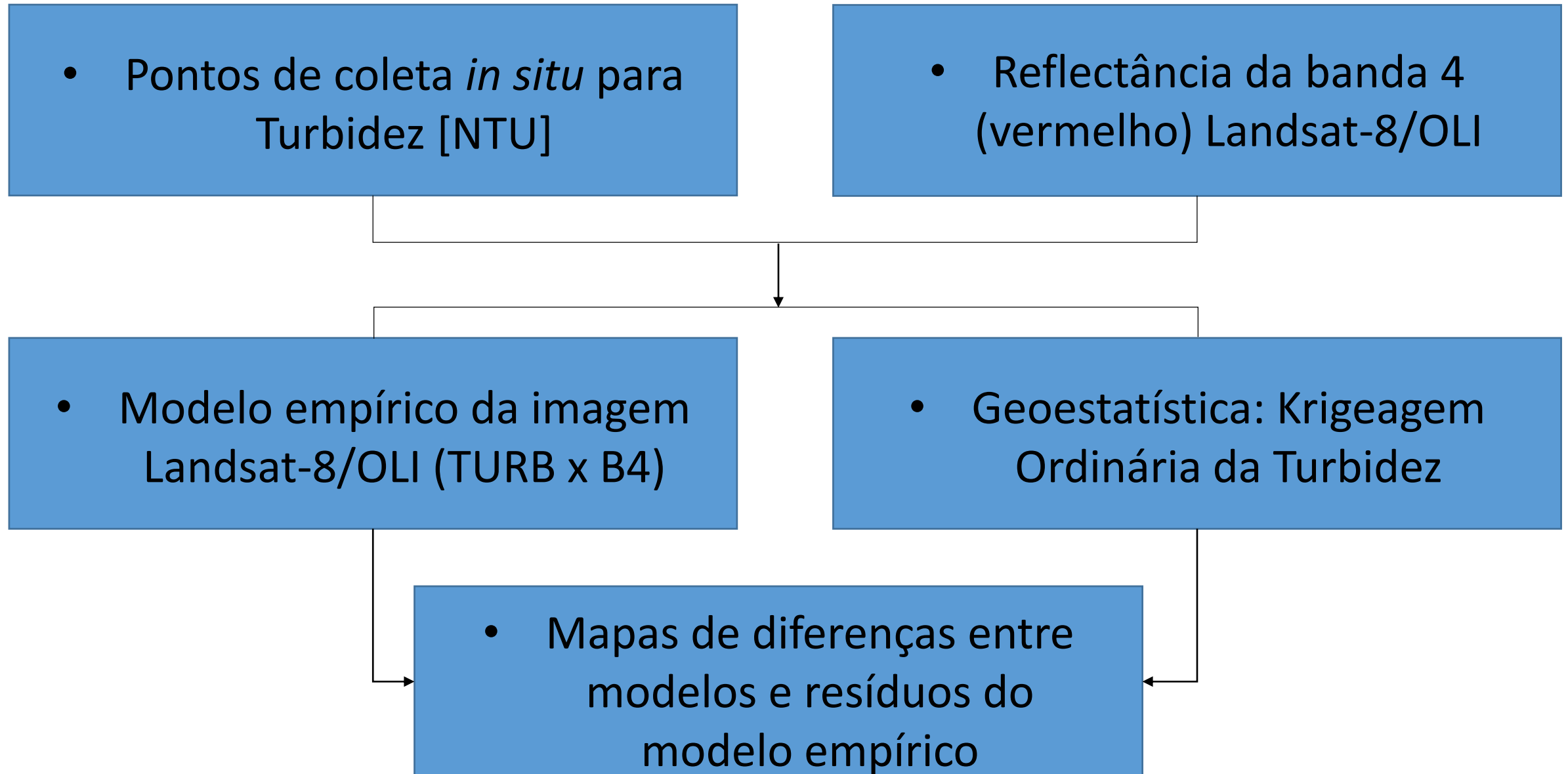
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

- 19 pontos selecionados por *script* com dados de turbidez (17 a 21/06/2013);
- Imagem Landsat-8/OLI (16/06/2013);
- Trabalho realizado com uso de ferramentas SIG livres QGIS e linguagem R;
- Comparação de métodos de interpolações geoestatísticas para os dados medidos *in situ* com modelo empírico da imagem (correlação B4 – Turbidez) :
- Avaliação das vantagens, desvantagens e incertezas de cada método;



**Figura 1** – Aerofotogrametria da área de estudo na década de 80 e composição de cor verdadeira da imagem Landsat-8/OLI com pontos das estações usadas para data do estudo .

# Fluxograma da metodologia do trabalho.



# 4. RESULTADOS

The image shows the RStudio interface with the following components:

- Code Editor:** Contains R code for Krigeagem, including variogram generation, model fitting, interpolation, and map visualization.
- Environment:** Lists data objects such as b4, dif, dif\_percent, grid, GRID\_INT, grid22, lzn.krige, mod, shape\_rand..., and sho.
- Viewer:** Displays a map of a river network with a legend for 'Diferença %' ranging from 0 to 100.
- Console:** Shows the output of the R script, including coordinates and TRUE values.

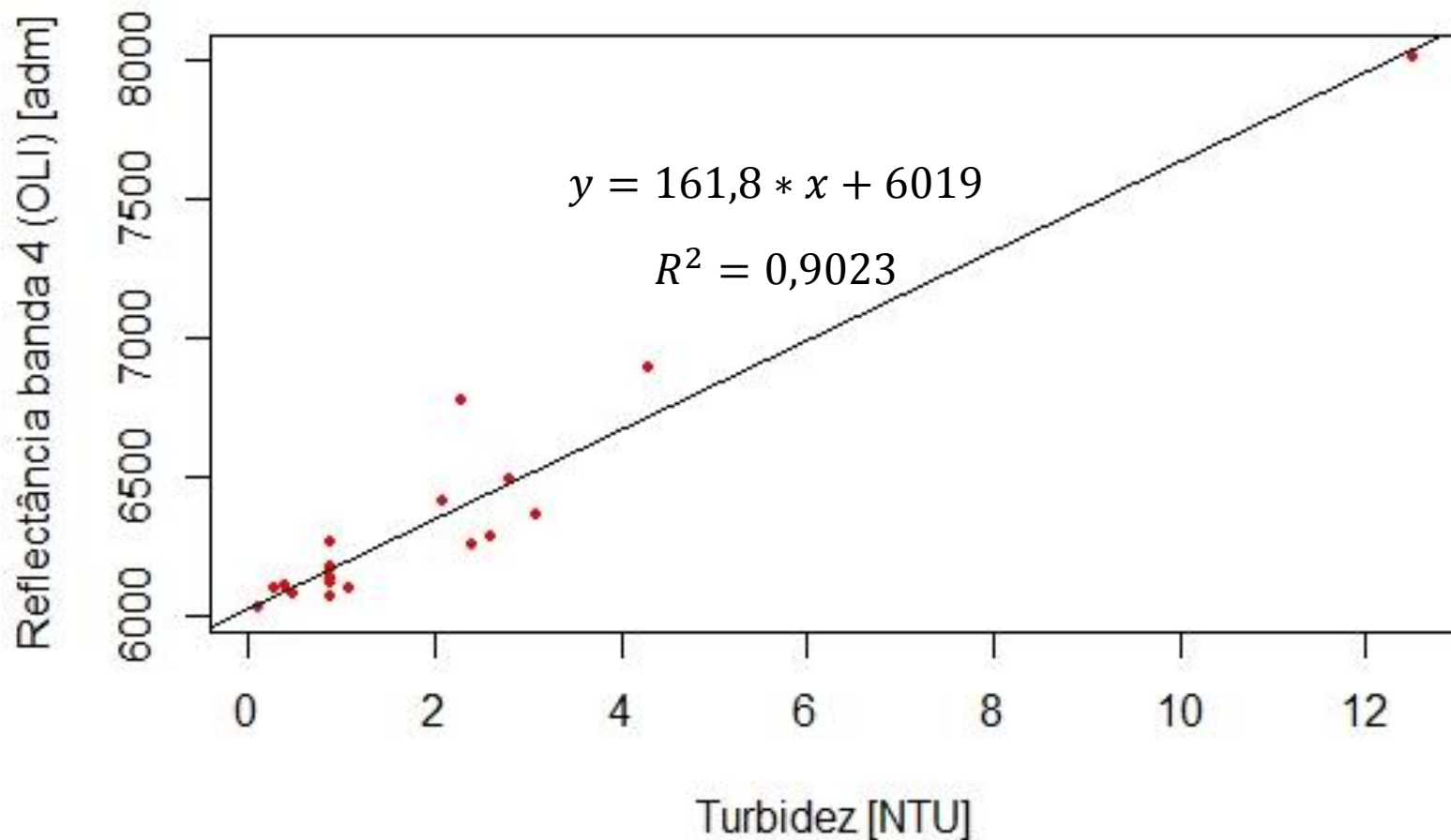
```
# Krigeagem
# gera o variograma
vr <- variogram(TURB_NTU ~ 1, location=shpf, cutoff=35000, width=7000) #fit para a KED
plot(vr, main = "Semivariograma", pch = 16, cex = 0.5, col = "red", xlab = "Distância - h", ylab = "Semivariância")
vrmf <- fit.variogram(vr, vgm(psill = 8, model = "Exp", range = 35000, nugget = 1)) #Ajuste o modelo para o variograma
#Interpolação pela krigeagem (Usa o variograma (fit.variogram acima), o GRID criado e o shape com os pontos)
lzn.krige <- krige(TURB_NTU ~ 1, locations = shpf, newdata = GRID_INT, model=vrmf)
#Transforma em raster o objeto interpolado pela krigeagem
TURB_KRIG <- raster(lzn.krige)
#Abrindo o resultado no mapview para visualização
mapview(TURB_KRIG, legend = T, layer.name = "Turbidez [NTU]", trim = T, alpha.regions = 0.7, at = seq(0, 20, 2))
#Modelo empírico
TURB_EMPIRICO <- mod$coefficients[1] + mod$coefficients[2]*b4
mapview(TURB_EMPIRICO, legend = T, layer.name = "Turbidez [NTU]", trim = T, alpha.regions = 0.7, at = seq(0, 20, 2))
#salva os rasters:
writeRaster(x = TURB_KRIG, filename = "TURB_KRIG.tif", overwrite = T)
writeRaster(x = TURB_EMPIRICO, filename = "TURB_EMPIRICO.tif", overwrite = T)
#ABre o shape aleatório que foi feito no ArcGis
shane_random <- readOGR("shape/np_tot.shp")
```

Line	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7
163	0	1.6500842	1.535401330	-45.12441	-18.82483	TRUE	
164	0	1.3562944	1.872596380	-45.20548	-18.65527	TRUE	
165	0	1.5832330	1.683995759	-45.11996	-18.81400	TRUE	
166	0	0.8144064	1.398237241	-45.42313	-18.46166	TRUE	

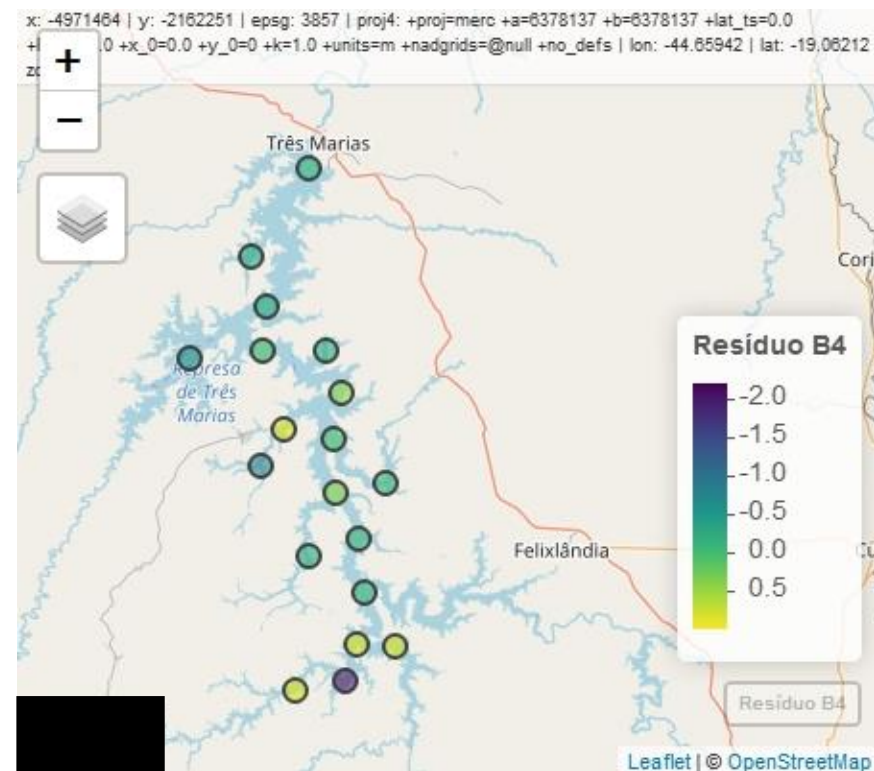
[ reached getOption("max.print") -- omitted 12007 rows ]

Figura 2 – Interface do Rstudio, linguagem R e apresentação dos resultados.v

## Correlação Turbidez x Banda 4 (OLI)

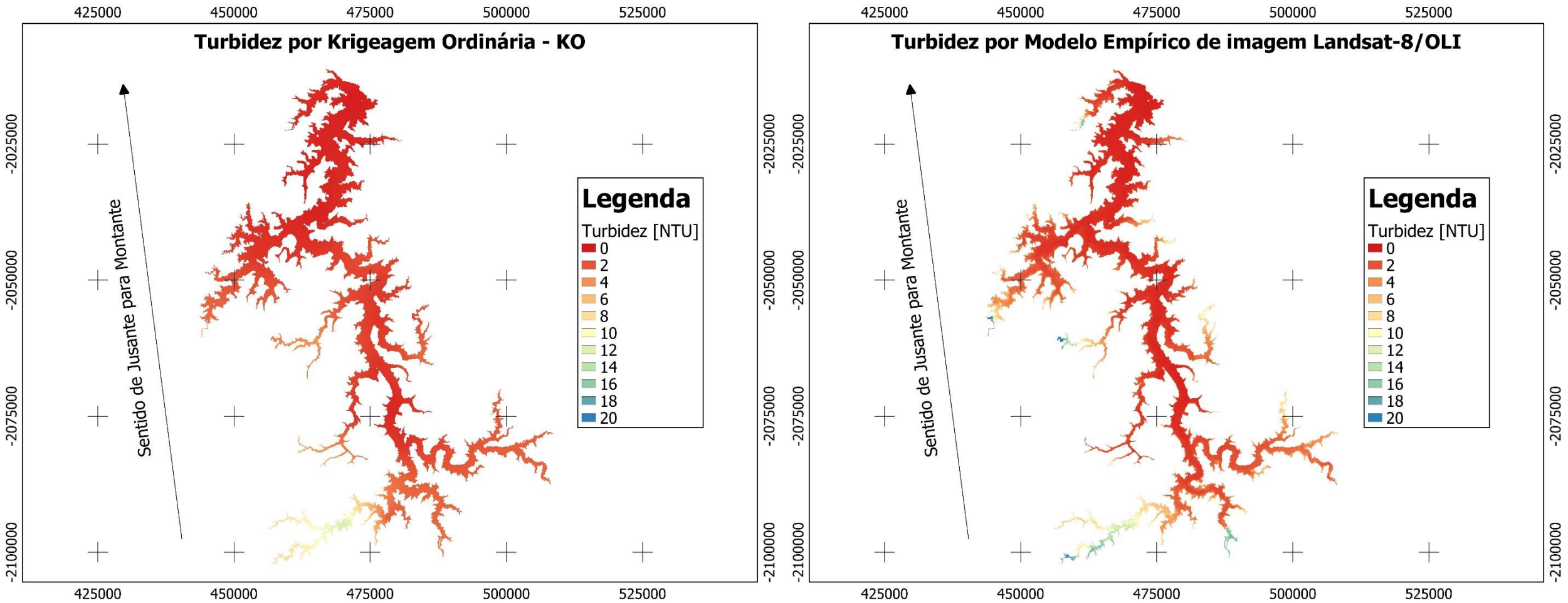


**Figura 3** – Correlação entre dados medidos de turbidez e a reflectância para B4 por regressão linear.

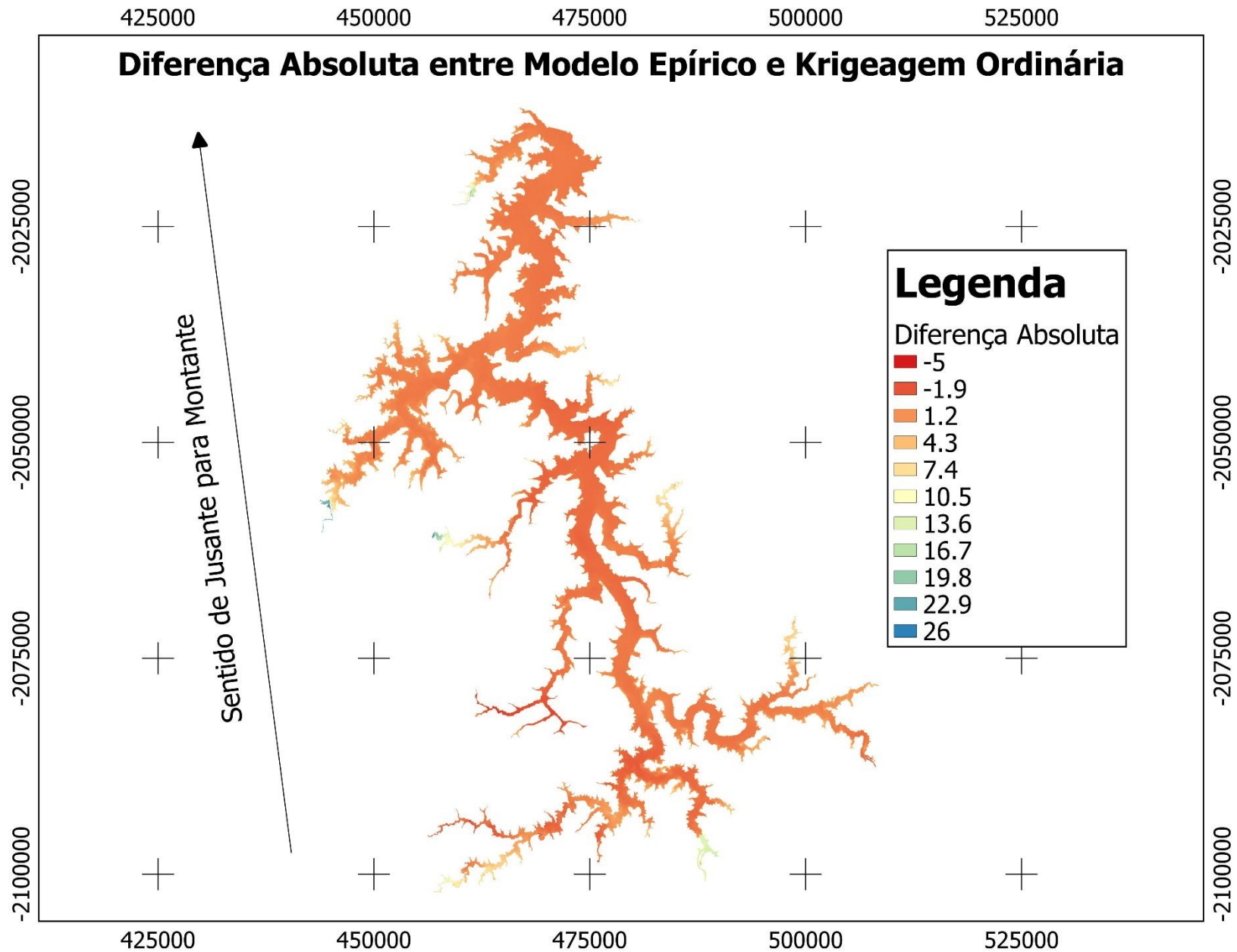


**Figura 4** – Resíduos do modelo de regressão linear proposto visto com pacote Mapview em RStudio.



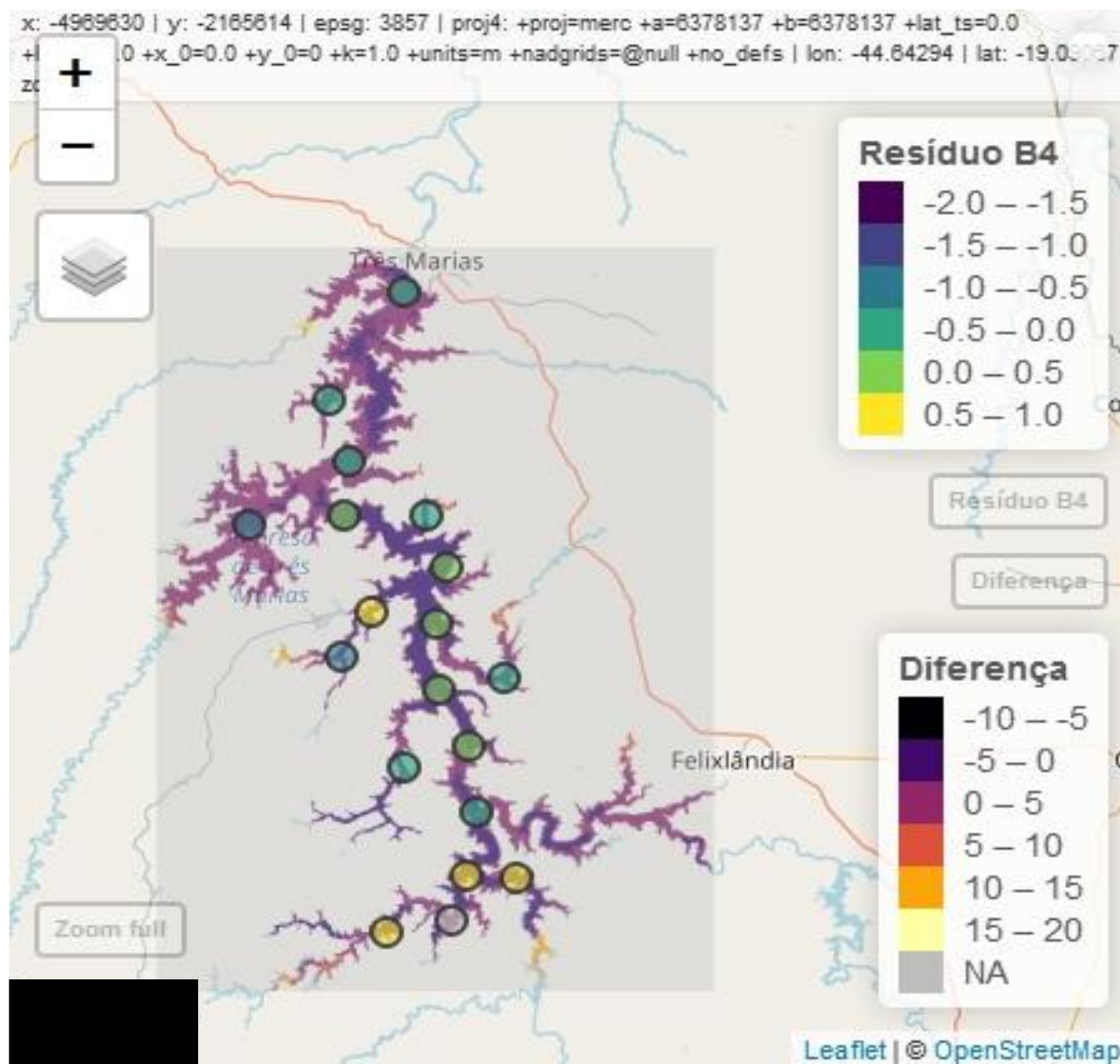


**Figura 5** – Modelo criado por KO e modelo empírico da imagem criados com uso de *software* RStudio e linguagem R e representados com uso de *software* QGIS.

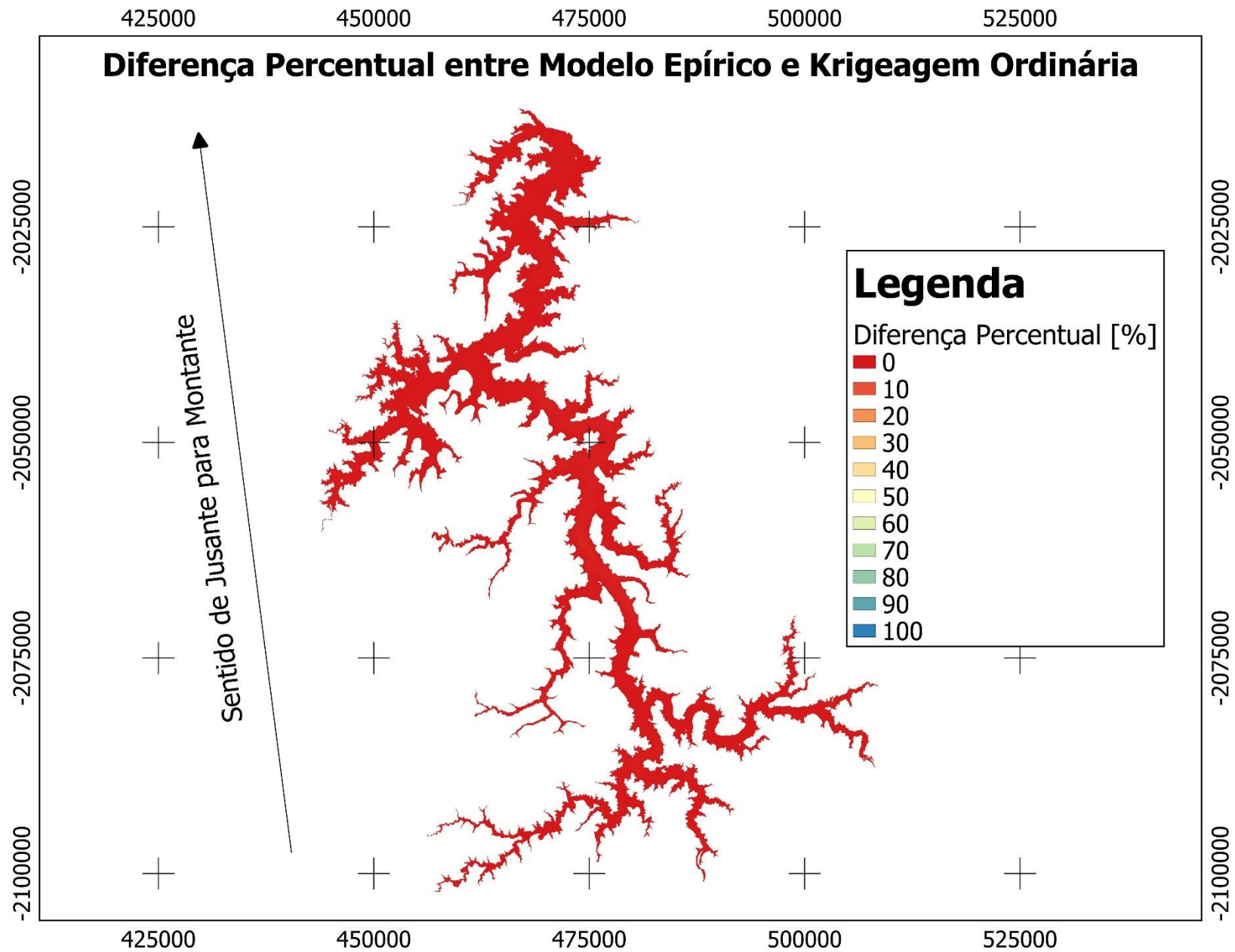


**Figura 6** – Diferença absoluta entre KO e modelo empírico gerado por linguagem R e representado usando *software* QGIS.

# Diferença entre modelo e krigagem e resíduos do modelo



**Figura 7** – Diferença absoluta entre KO e modelo empírico e sua comparação como resíduo do modelo empírico usando pacote Mapview em linguagem R.



**Figura 8** – Diferença percentual entre KO e modelo empírico da imagem Landsat-8/OLI.

## 5. CONCLUSÕES

- O reservatório da UHE de Três Marias/MG possui águas claras e homogêneas para a data;
- Este estudo foi uma tentativa de compreender o uso de métodos de geoprocessamento e suas ferramentas associadas, como tecnologias SIG e linguagens de programação;
- Modelos determinísticos e estatísticos são valiosas ferramentas a serem usadas na tomada de decisões no gerenciamento de recursos hídricos;
- Avanços futuros deste estudo no sentido de testar métodos mais específicos de krigagem para o reservatório em questão;

**OBRIGADO!**