Validação de uma Krigeagem Ordinária por meio do produto TRMM 3B43 de precipitação mensal – Um estudo de caso do Bioma Cerrado

Alana Carla Toniol

Sumário

- Introdução
- Objetivos
- Metodologia
- Resultados e Discussão
- Conclusões
- Referências

Precipitação

Fonte: Marcuzzo, et al. (2012)

Medição da Pluviosidade

Método tradicional:

Pluviômetro

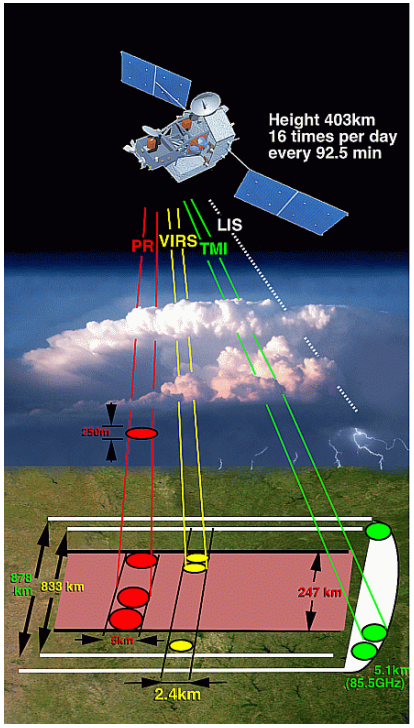
Fonte: IAG-USP

Pluviógrafo

Fonte: ECLA

Método alternativo:

Imagens Orbitais
Ex.: Produto TRMM-3B43



Fonte: NASA

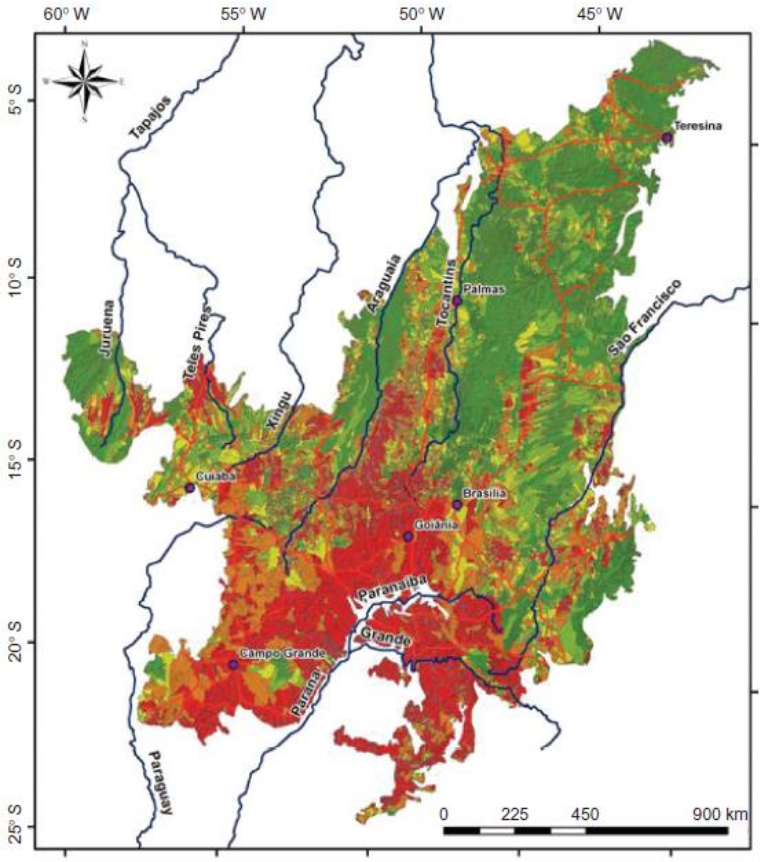
Problema

Hipótese

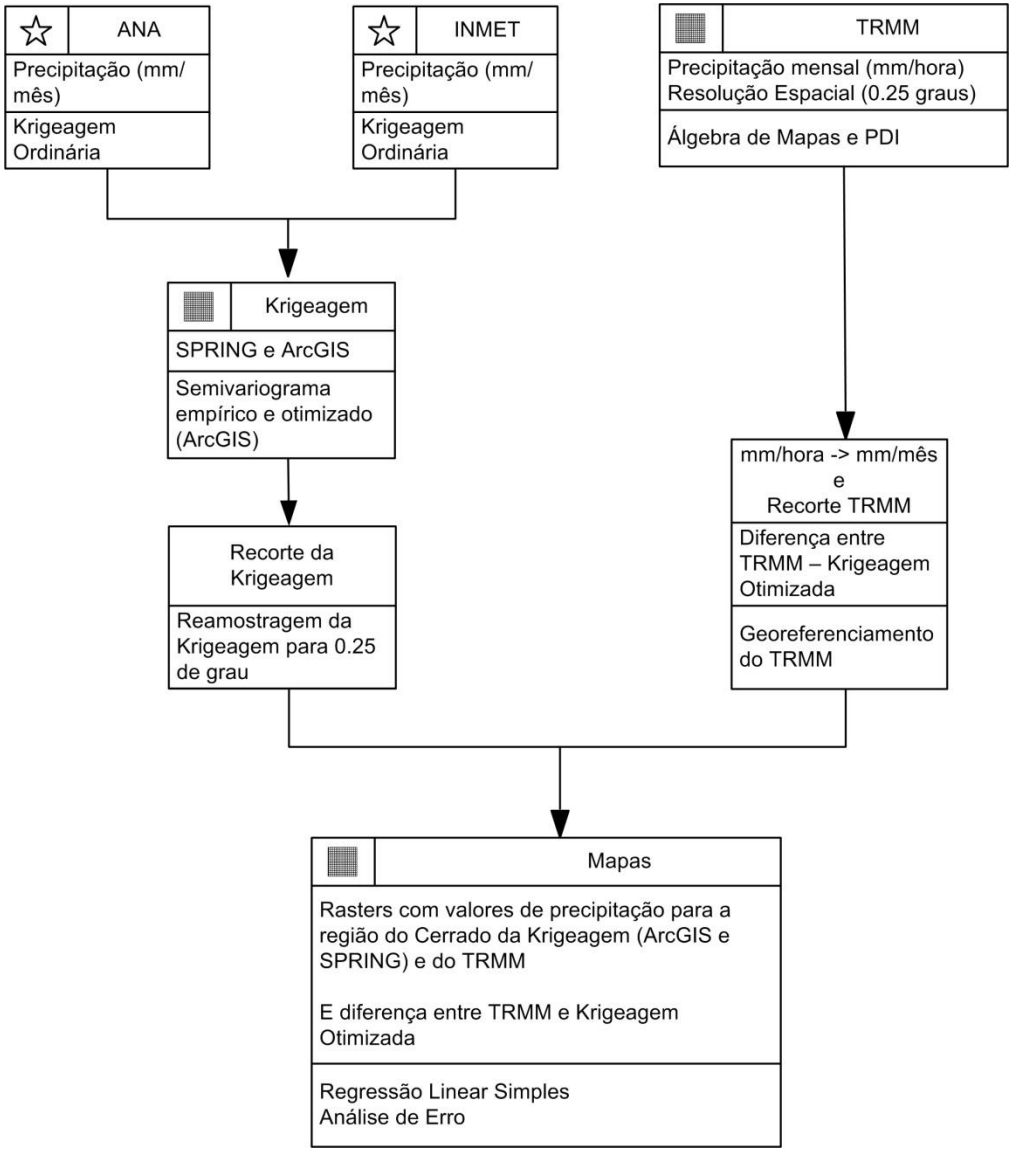
Objetivos

ÁREA DE ESTUDO

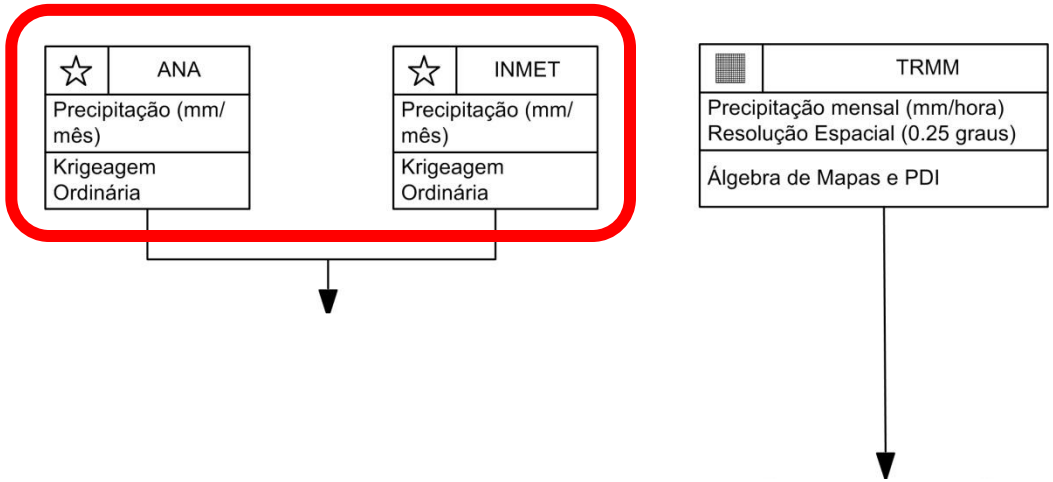
Bioma Cerrado



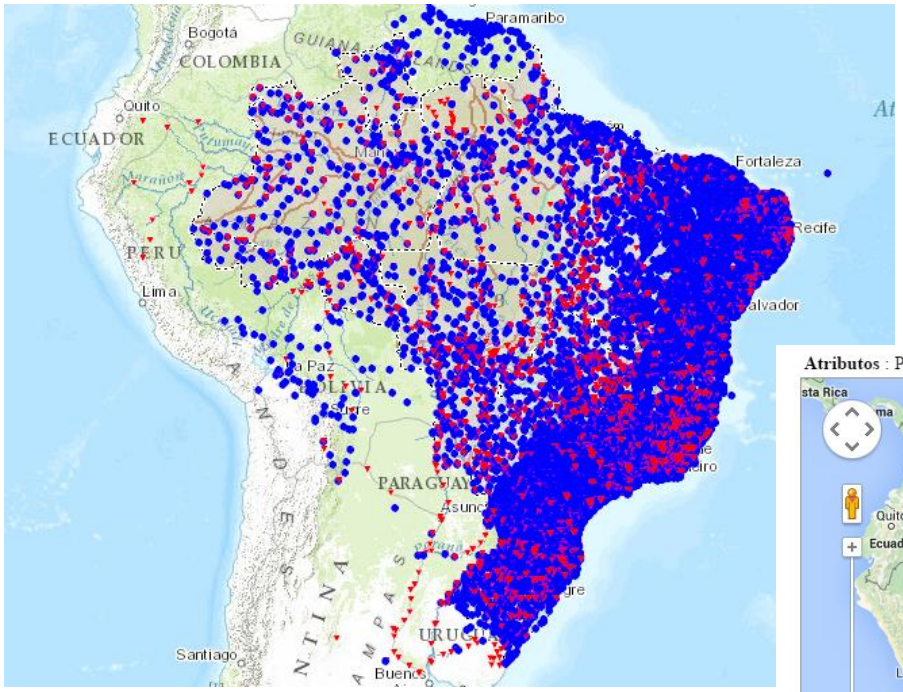
Fonte: Ferreita, et al. 2011


ANA
Precipitação (mm/ mês)
Krigeagem Ordinária
INMET
Precipitação (mm/ mês)
Krigeagem Ordinária
TRMM
Precipitação mensal (mm/hora)
Resolução Espacial (0.25 graus)
Álgebra de Mapas e PDI
Krigeagem
SPRING e ArcGIS
Semivariograma empírico e otimizado (ArcGIS)
Recorte da Krigeagem
Reamostragem da Krigeagem para 0.25 de grau
mm/hora -> mm/mês e Recorte TRMM
Diferença entre TRMM – Krigeagem Otimizada
Georeferenciamento do TRMM
Mapas
Rasters com valores de precipitação para a região do Cerrado da Krigeagem (ArcGIS e SPRING) e do TRMM
E diferença entre TRMM e Krigeagem Otimizada
Regressão Linear Simples
Análise de Erro

Dados

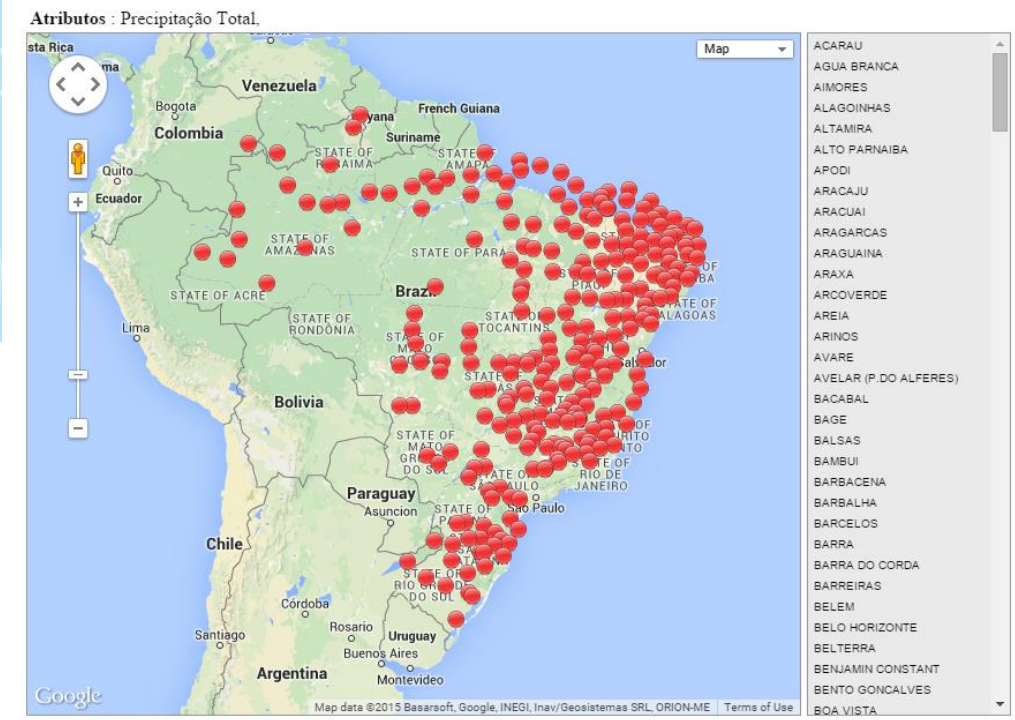

ANA
Precipitação (mm/ mês)
Krigeagem Ordinária
INMET
Precipitação (mm/ mês)
Krigeagem Ordinária
TRMM
Precipitação mensal (mm/hora)
Resolução Espacial (0.25 graus)
Álgebra de Mapas e PDI

Dados



ANA

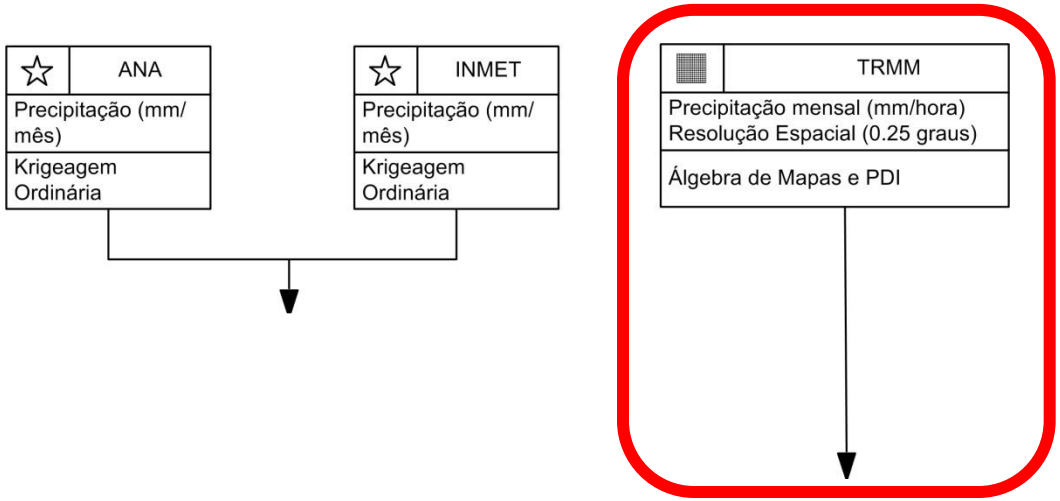
http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/informacoeshidro.aspx



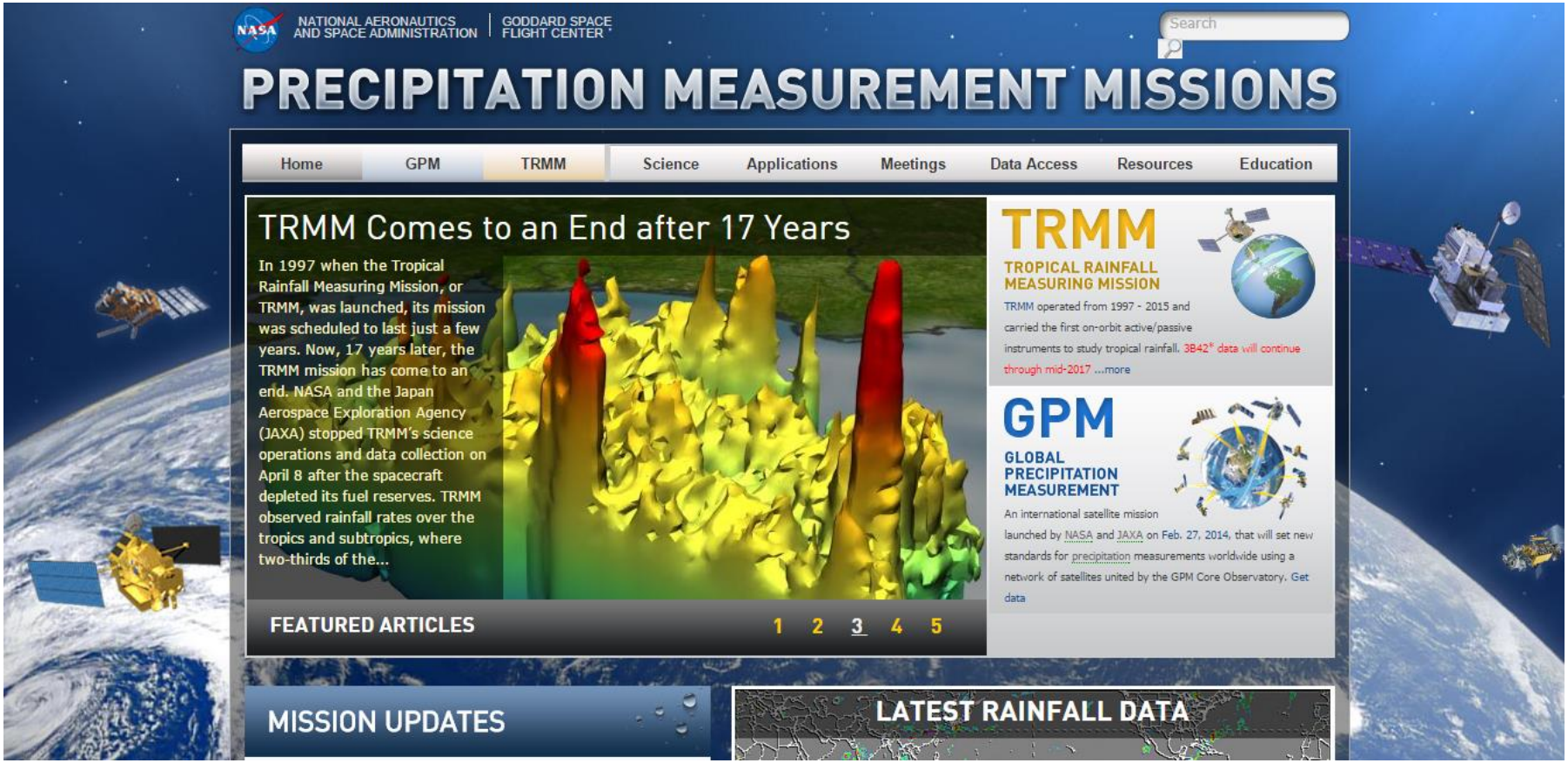
INMET

http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep

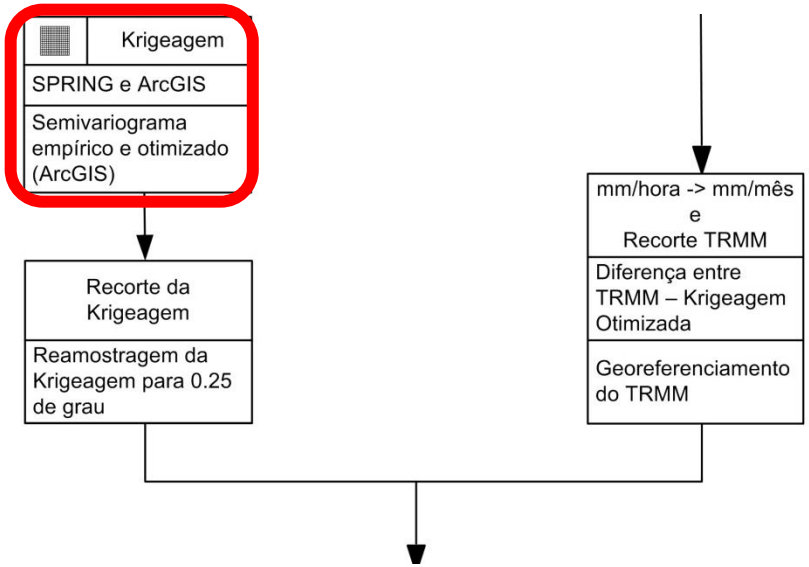
Dados


ANA
Precipitação (mm/ mês)
Krigeagem Ordinária
INMET
Precipitação (mm/ mês)
Krigeagem Ordinária
TRMM
Precipitação mensal (mm/hora)
Resolução Espacial (0.25 graus)
Álgebra de Mapas e PDI

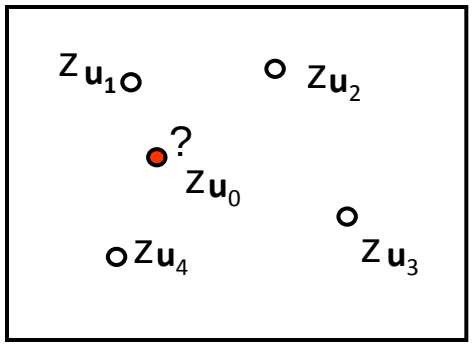
Dados


NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION
GODDARD SPACE FLIGHT CENTER
Search
PRECIPITATION MEASUREMENT MISSIONS
Home
GPM
TRMM
Science
Applications
Meetings
Data Access
Resources
Education
TRMM Comes to an End after 17 Years
In 1997 when the Tropical Rainfall Measuring Mission, or TRMM, was launched, its mission was scheduled to last just a few years. Now, 17 years later, the TRMM mission has come to an end. NASA and the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) stopped TRMM's science operations and data collection on April 8 after the spacecraft depleted its fuel reserves. TRMM observed rainfall rates over the tropics and subtropics, where two-thirds of the...
FEATURED ARTICLES
1 2 3 4 5
TRMM
TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION
TRMM operated from 1997 - 2015 and carried the first on-orbit active/passive instruments to study tropical rainfall. 3B42* data will continue through mid-2017 ...more
GPM
GLOBAL PRECIPITATION MEASUREMENT
An international satellite mission launched by NASA and JAXA on Feb. 27, 2014, that will set new standards for precipitation measurements worldwide using a network of satellites united by the GPM Core Observatory. Get data
MISSION UPDATES
LATEST RAINFALL DATA

Krigeagem Ordinária



Krigeagem Ordinária



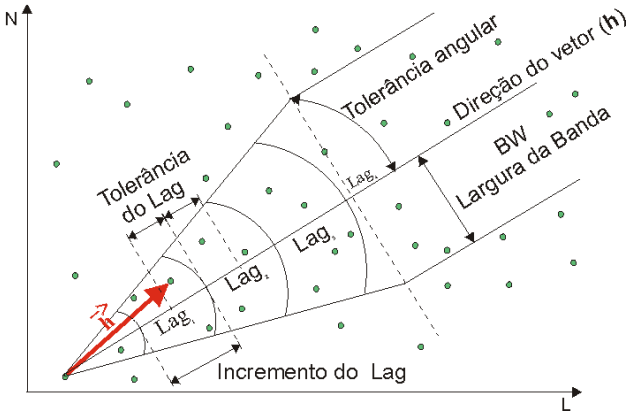
$$\hat{Z}_{u_0} = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \cdot Z_{u_i}$$

$\lambda_i = ?$

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1n} & 1 \\ C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2n} & 1 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \cdots & C_{nn} & 1 \\ 1 & 1 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} C_{10} \\ C_{20} \\ \vdots \\ C_{n0} \\ 1 \end{bmatrix}$$

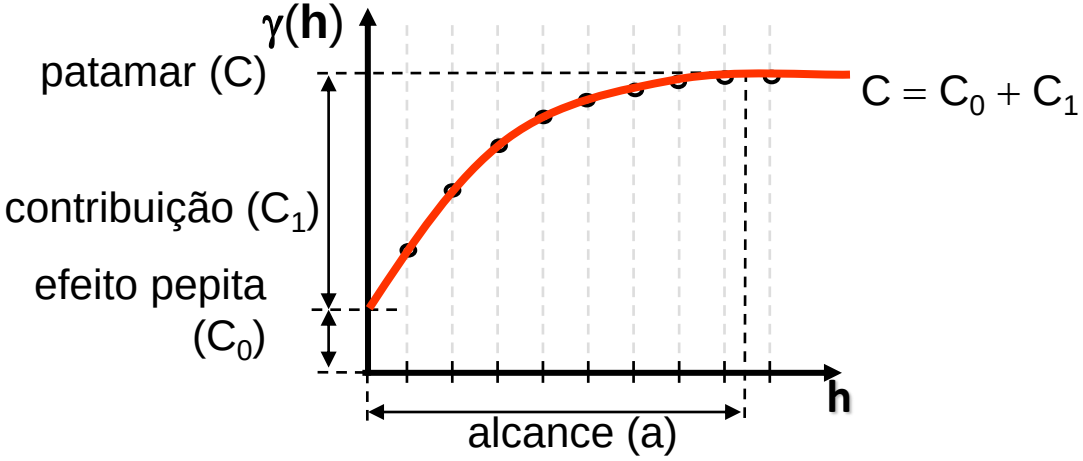
3

1

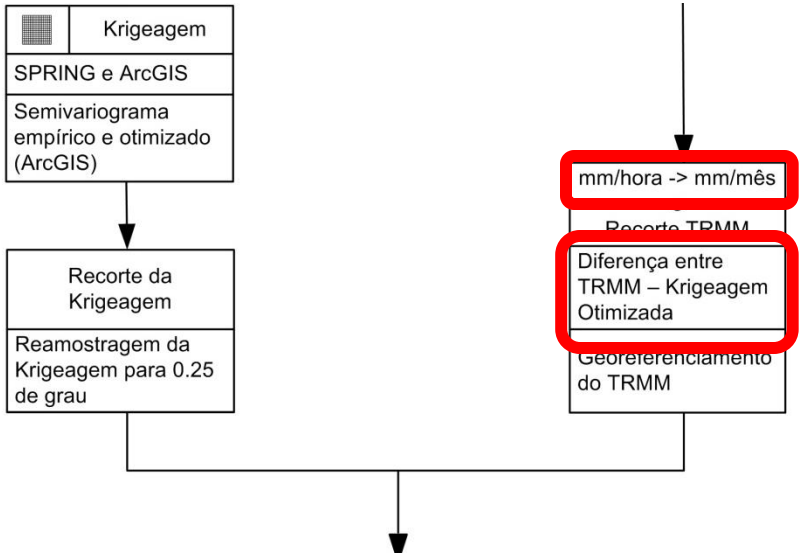


Fonte: Camargo, 2015

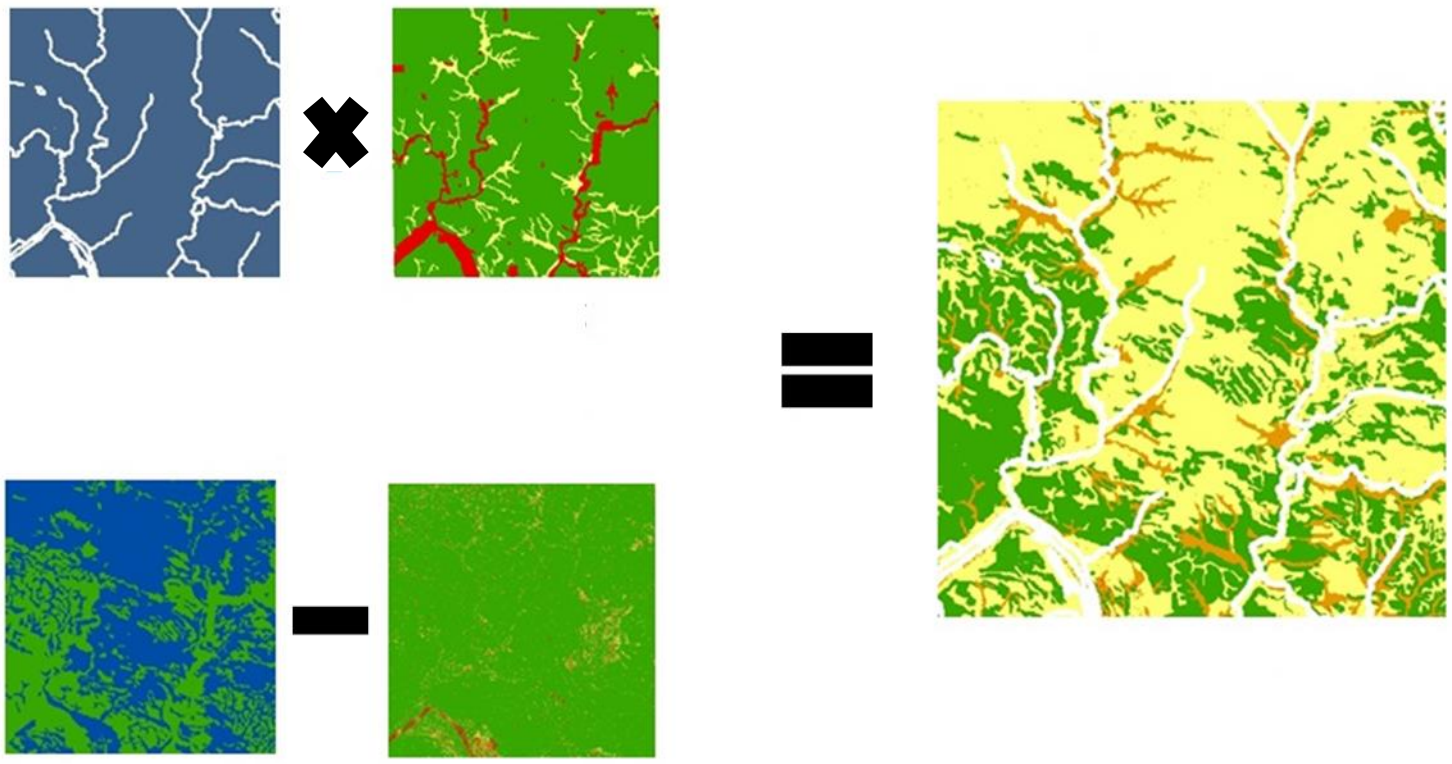
2



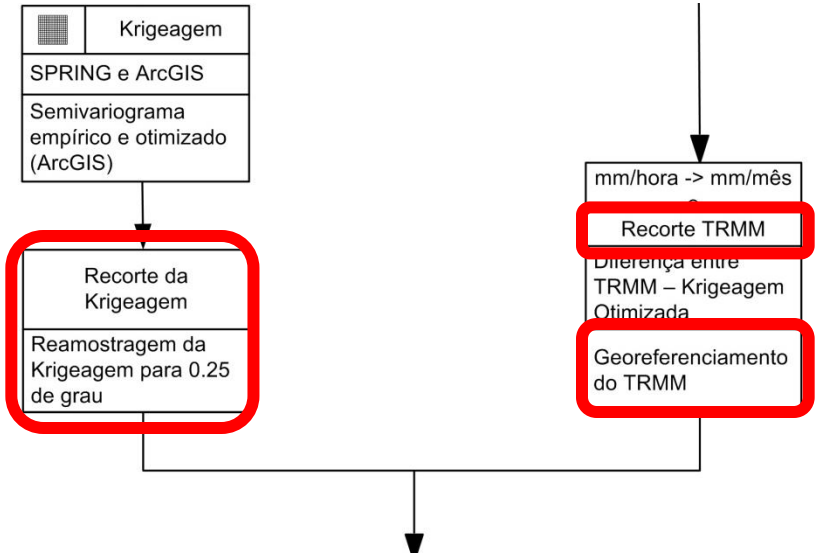
Álgebra de mapas



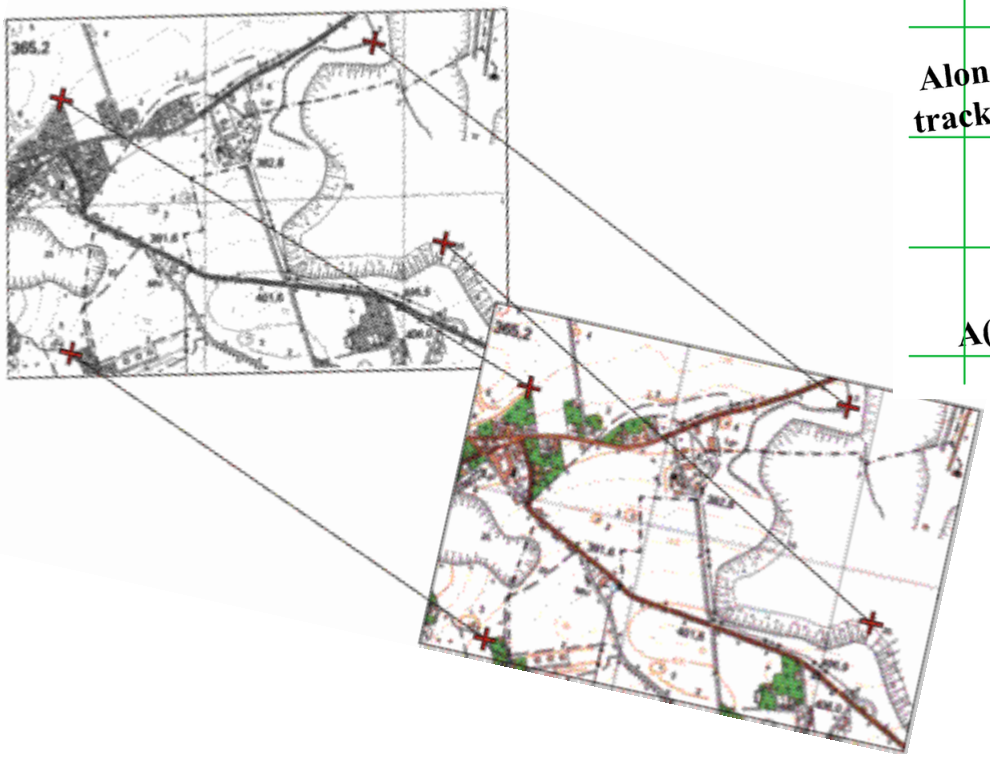
Álgebra de mapas

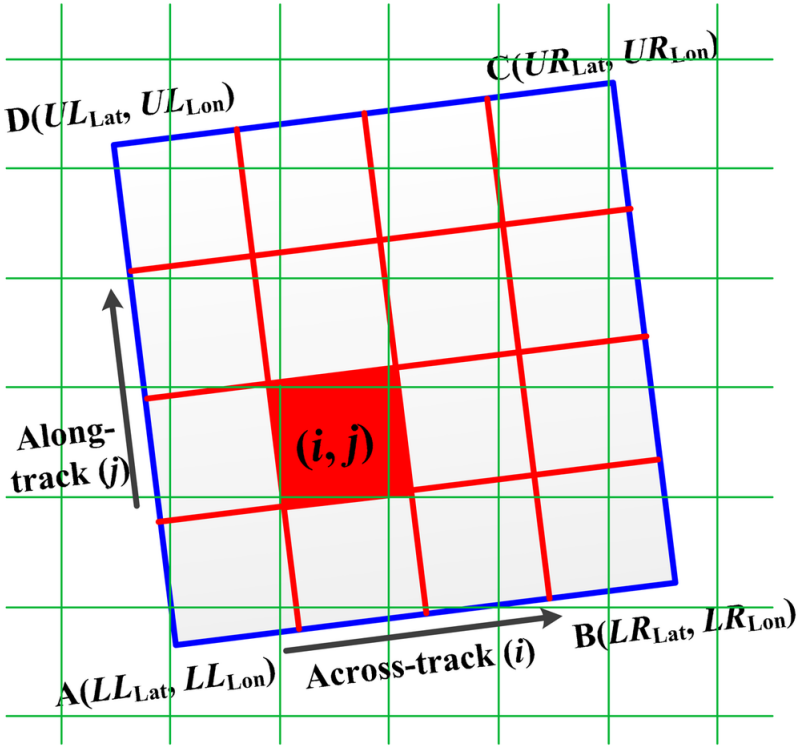


Processamento Digital de Imagens

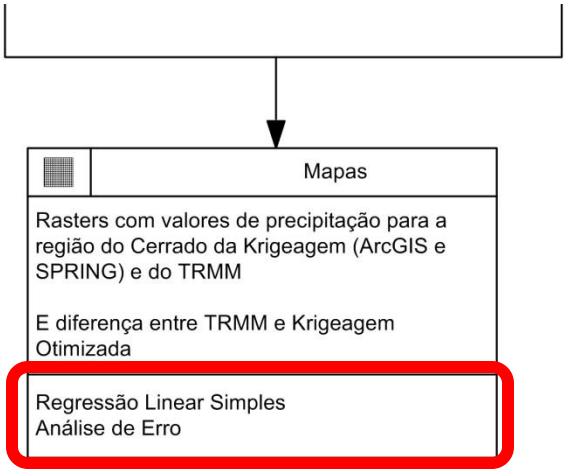


Processamento Digital de Imagens

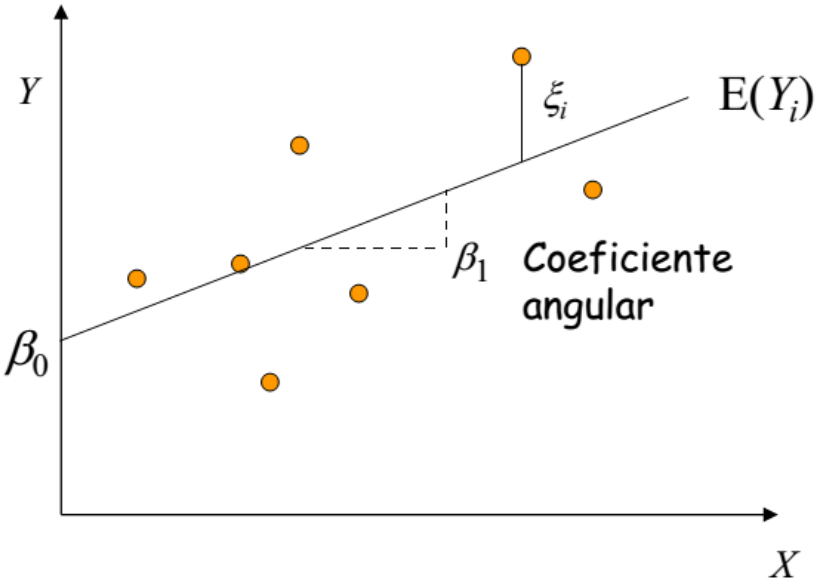




Regressão Linear e Análise do Erro



Regressão Linear



$$E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_i$$

Inclinação populacional

Intercepto populacional

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \xi_i$$

β_0 representa o valor de $E(Y_i)$ quando $X_i = 0$

β_1 representa o aumento em $E(Y_i)$ quando X_i é aumentado em uma unidade

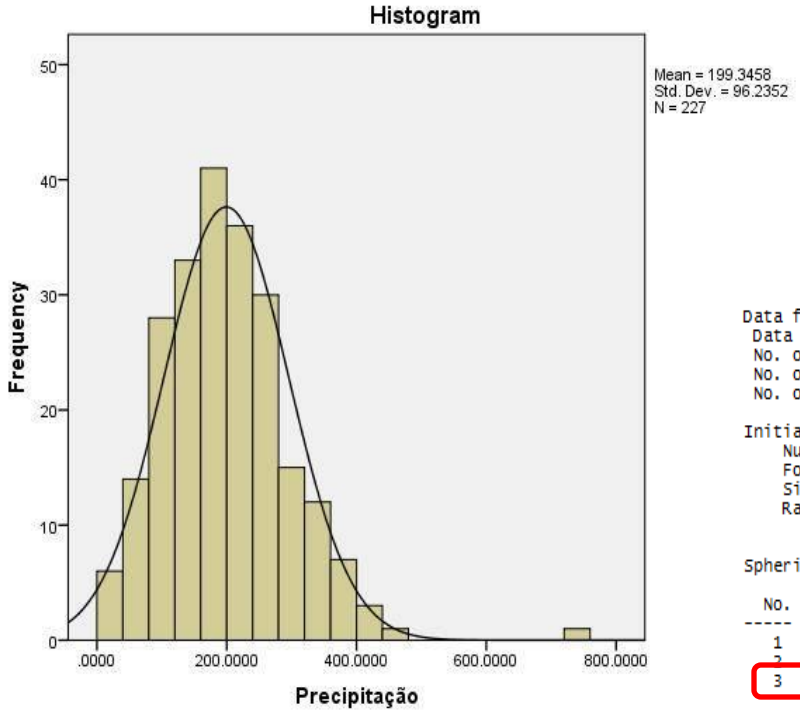
Fonte: Rennó, C. D. (2015)

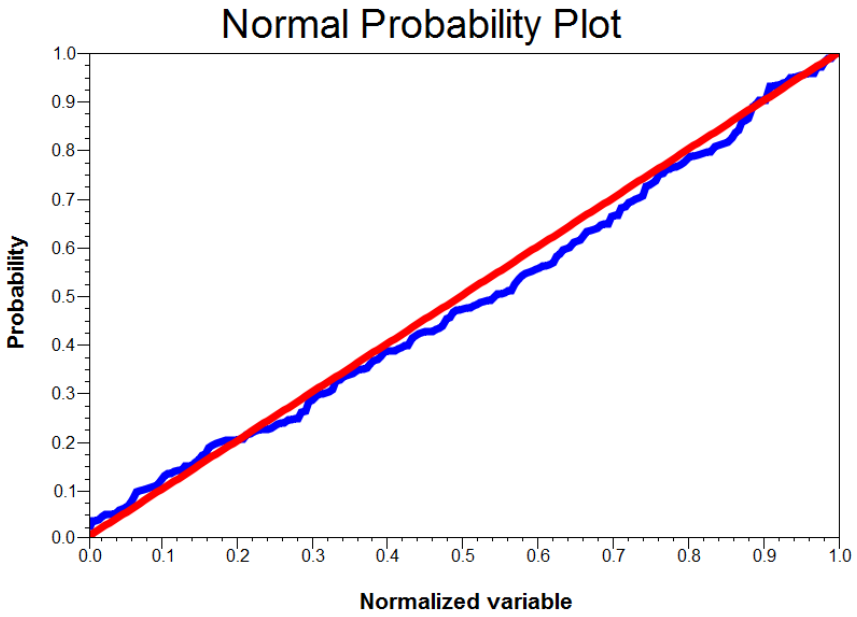
Análise do Erro

Estimador	**Fórmulas**
MSE	$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - x_i)^2$
RMSE	$RMSE = \sqrt{MSE}$

y_i e x_i são os valores de precipitações (mm/mês) observados e estimados para *i*th amostras

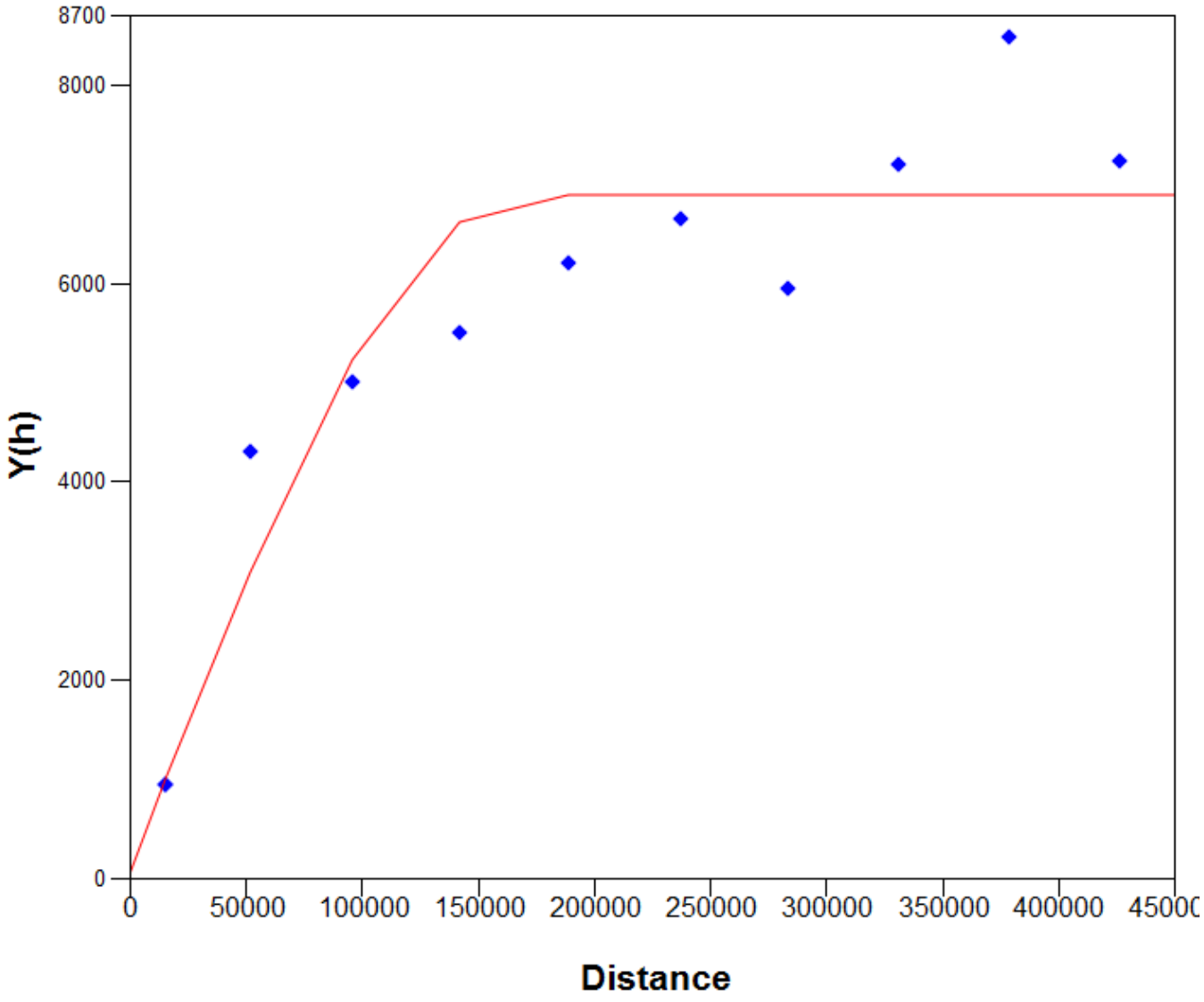
```
E S T A T I S T I C  S: Precipitation
Number of Points  ..... 219
Number of Valid Points ... 219
Mean Value ..... 199.30682532
Variance Value ..... 9379.53817140
Standart Desviation  Value ..... 96.84801584
Coefficient of Variation ... 0.48592423
Skewness ...1.05730379
Kurtose .....6.99093973
Minimum Value ..... -0.00002350
 Lower Quartile ..... 128.99996948
Median Value..... 192.59997559
Upper Quartile ..... 258.14996338
Maximum Value ..... 757.79998779
```

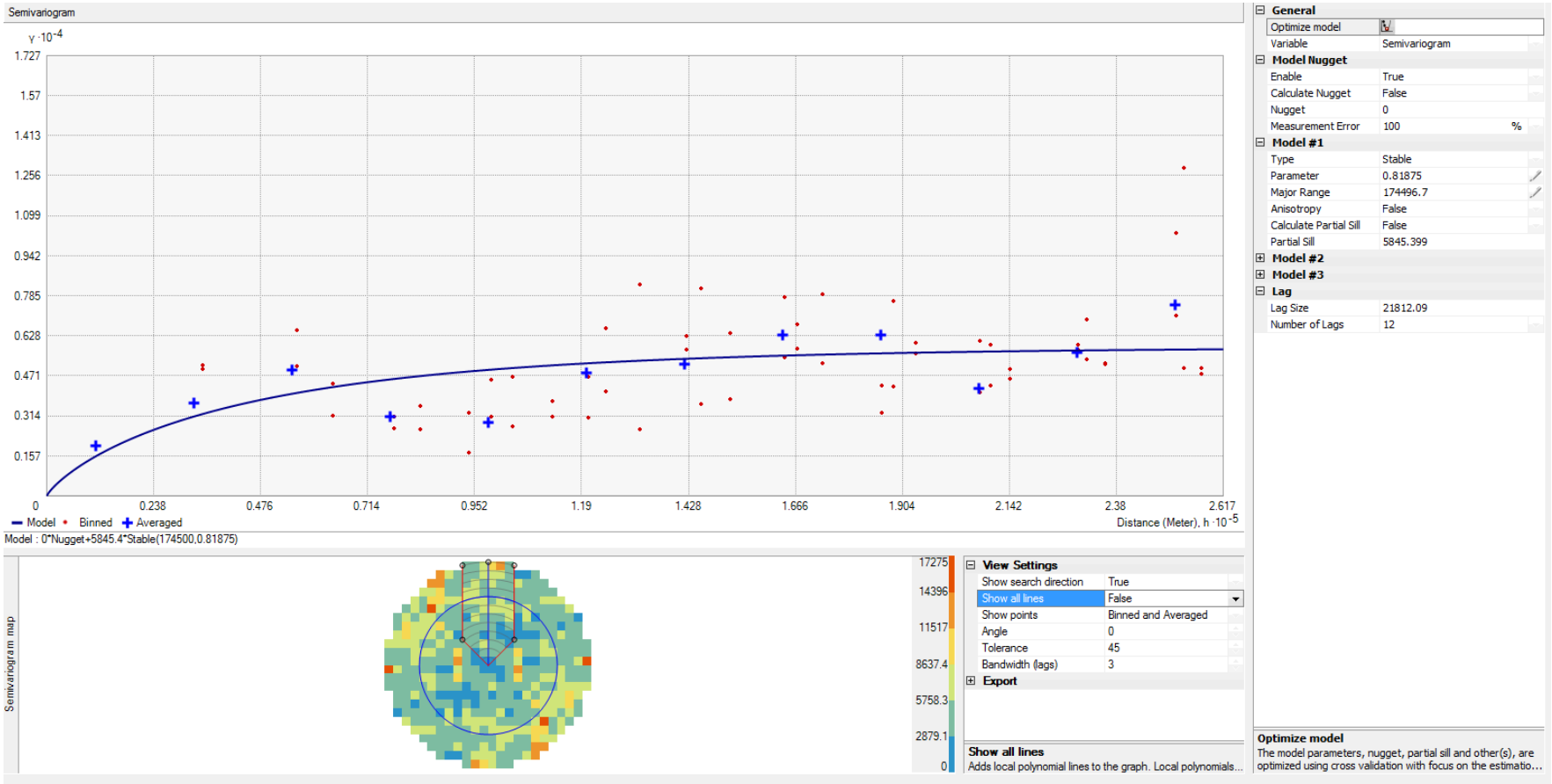


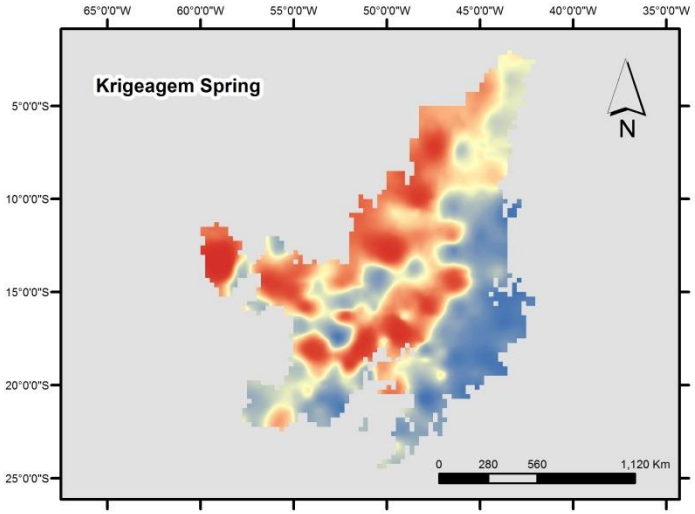


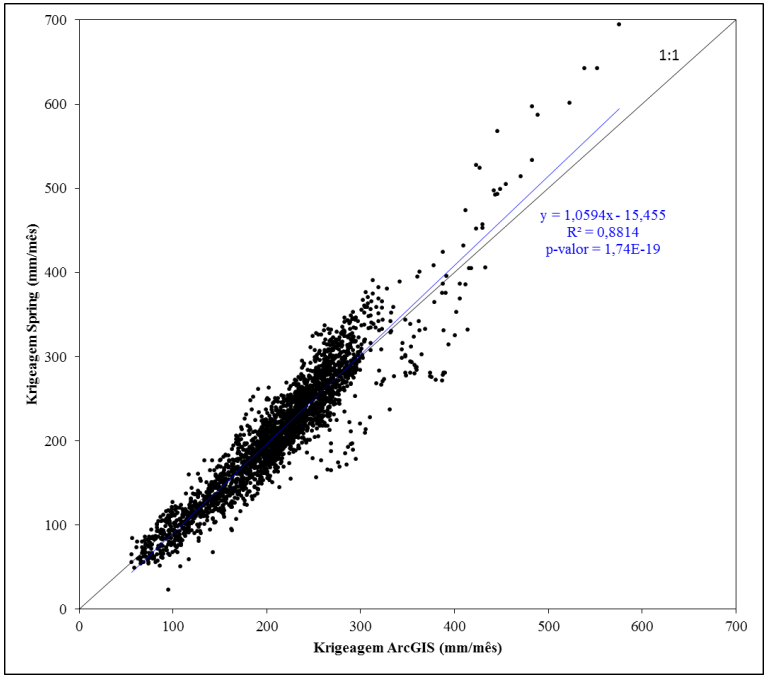

```
F I T T I N G   O F  S E M I V A R I O G R A M
************************************************************
Data file summary:
 Data file name:  C:\Users\Diogo Amore\Desktop\Piccina\DATA\Geo_coursework/Precipitation/Precipitation/G
 No. of variables:    3
 No. of points:       12
 No. of points used:  12

Initial Parameters:
    Nugget effect (Co):      0.000
    For transtive model:  Spherical
    Sill-nugget (C1):   7767.262
    Range (a): 260096.142


Spherical semivariogram model
```

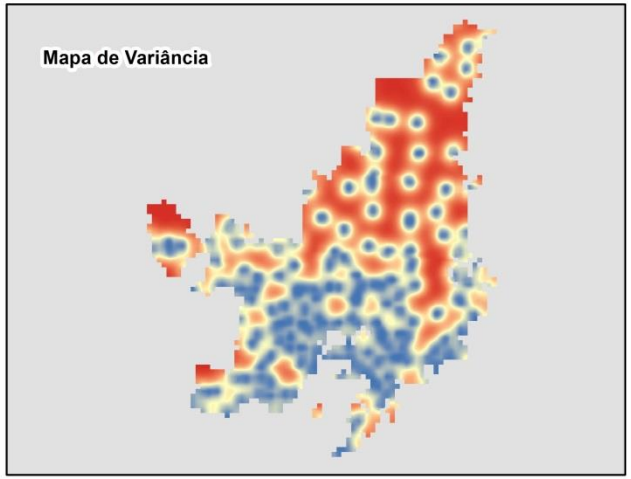
No.	Akaike	Nugget Effect	Contribution	Range
1	-51.226	235.517	6773.641	208605.361
2	-51.906	117.907	6824.981	185235.496
3	-52.191	28.437	6854.678	171342.471

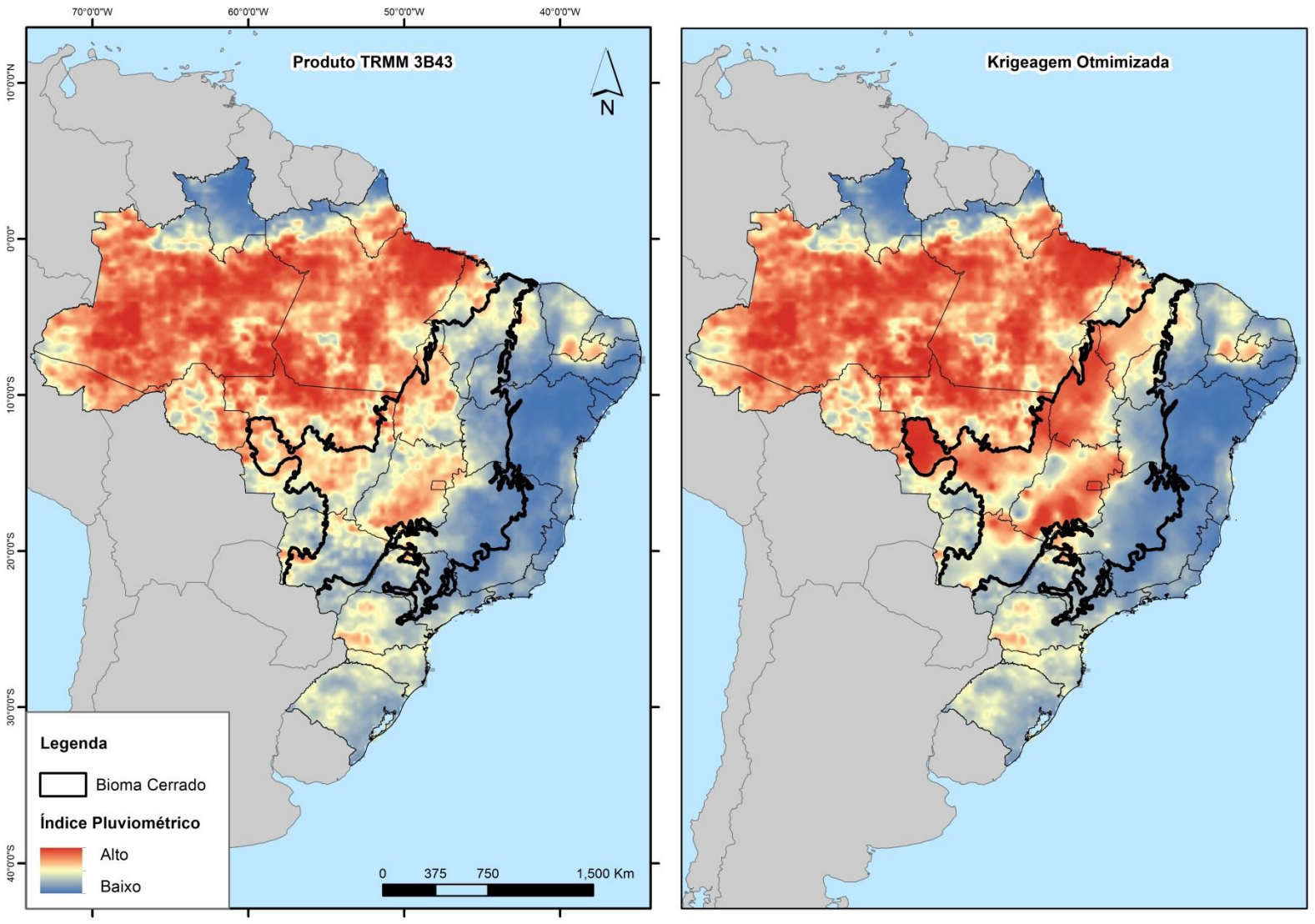

8700
8000
6000
4000
2000
0
Y(h)
0
50000
100000
150000
200000
250000
300000
350000
400000
45000
Distance

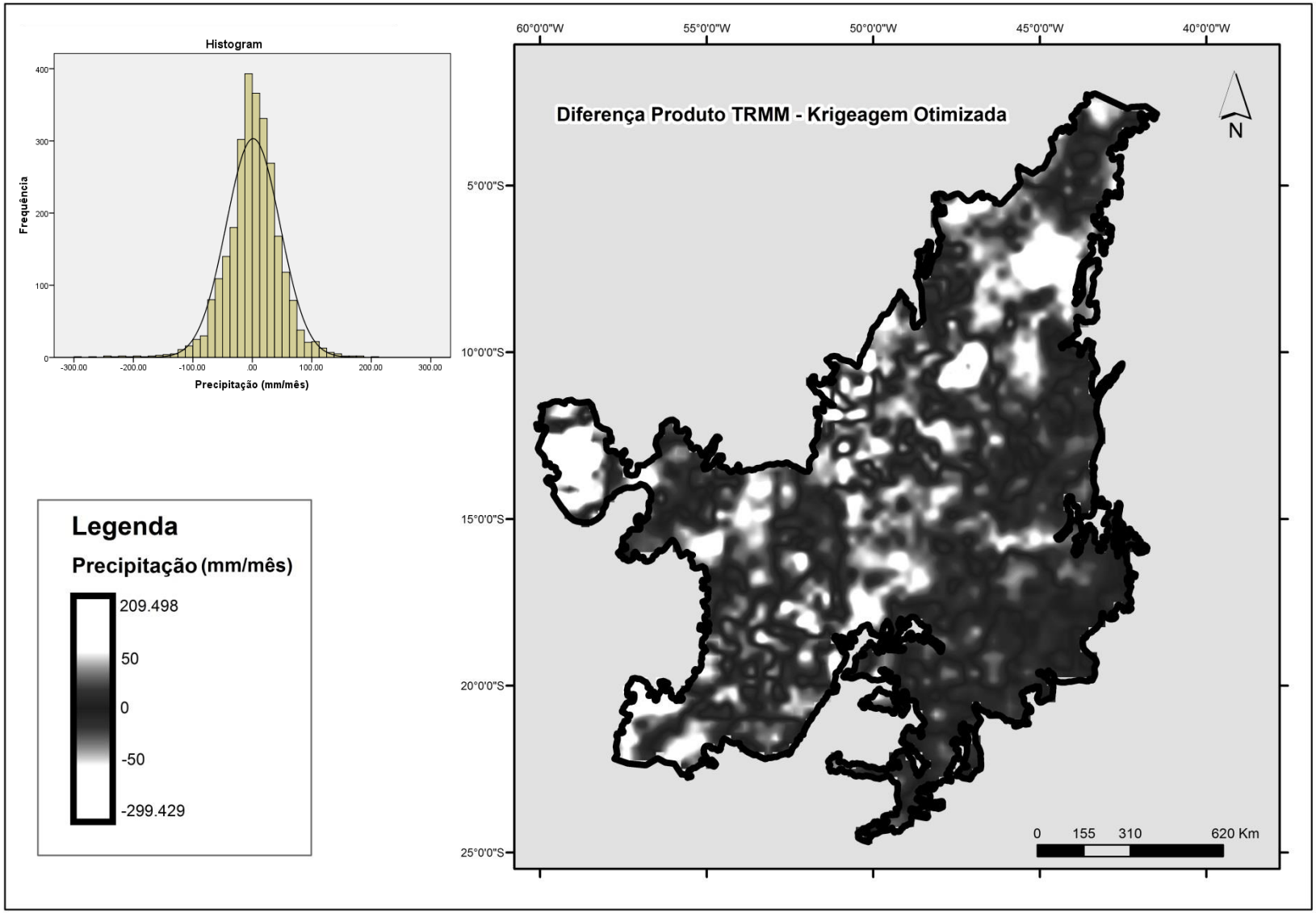

Semivariogram
γ ·10-4
1.727
1.57
1.413
1.256
1.099
0.942
0.785
0.628
0.471
0.314
0.157
0
0.238
0.476
0.714
0.952
1.19
1.428
1.666
1.904
2.142
2.38
2.617
Model
Binned
Averaged
Distance (Meter), h ·10-5
Model : 0*Nugget+5845.4*Stable(174500,0.81875)
Semivariogram map
17275
14396
11517
8637.4
5758.3
2879.1
0
General
Optimize model
Variable
Semivariogram
Model Nugget
Enable
True
Calculate Nugget
False
Nugget
0
Measurement Error
100
%
Model #1
Type
Stable
Parameter
0.81875
Major Range
174496.7
Anisotropy
False
Calculate Partial Sill
False
Partial Sill
5845.399
Model #2
Model #3
Lag
Lag Size
21812.09
Number of Lags
12
View Settings
Show search direction
True
Show all lines
False
Show points
Binned and Averaged
Angle
0
Tolerance
45
Bandwidth (lags)
3
Export
Show all lines
Adds local polynomial lines to the graph. Local polynomials...
Optimize model
The model parameters, nugget, partial sill and other(s), are optimized using cross validation with focus on the estimatio...

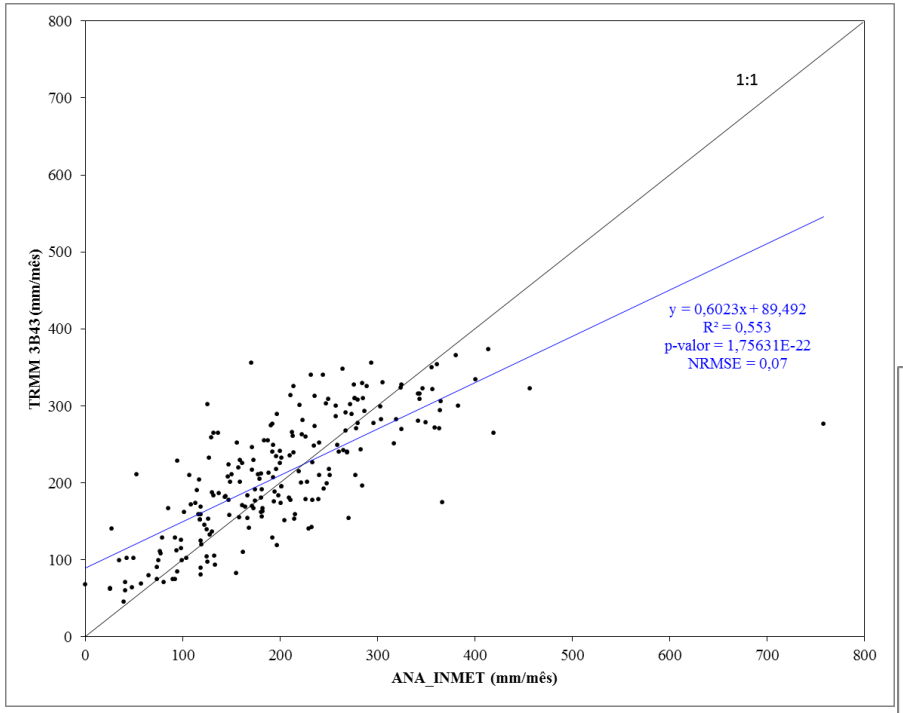

Krigeagem Spring
65°0'0"W
60°0'0"W
55°0'0"W
50°0'0"W
45°0'0"W
40°0'0"W
35°0'0"W
5°0'0"S
10°0'0"S
15°0'0"S
20°0'0"S
25°0'0"S
N
0 280 560 1,120 Km

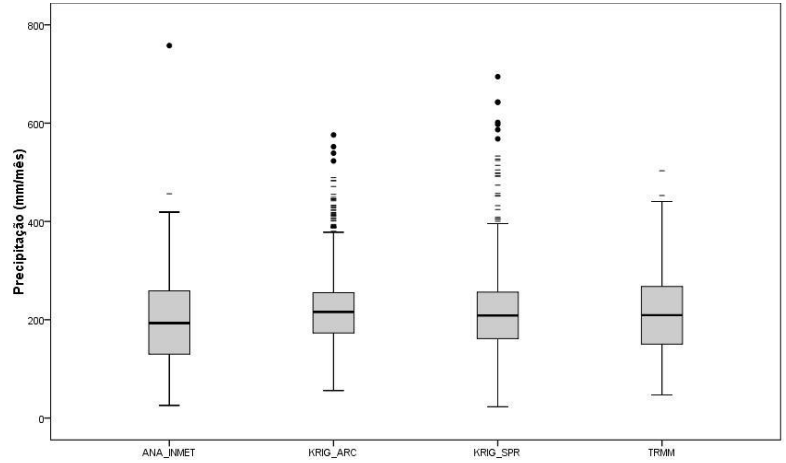

1:1
y = 1,0594x - 15,455
R² = 0,8814
p-valor = 1,74E-19
Krigeagem Spring (mm/mês)
Krigeagem ArcGIS (mm/mês)
0
100
200
300
400
500
600
700

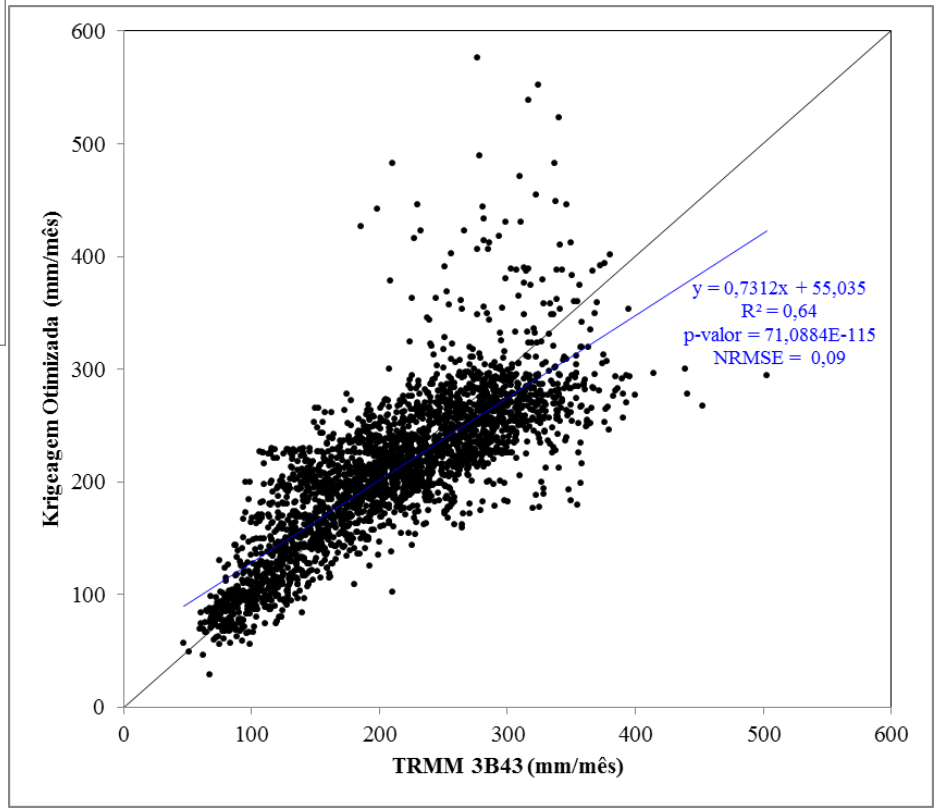

Mapa de Variância


70°0'0"W
60°0'0"W
50°0'0"W
40°0'0"W
10°0'0"N
0°0'0"
10°0'0"S
20°0'0"S
30°0'0"S
40°0'0"S
Produto TRMM 3B43
N
Krigeagem Otmimizada
Legenda
Bioma Cerrado
Índice Pluviométrico
Alto
Baixo
0 375 750 1,500 Km


Histogram
Frequência
Precipitação (mm/mês)
Legenda
Precipitação (mm/mês)
209.498
50
0
-50
-299.429
Diferença Produto TRMM - Krigeagem Otimizada
N
60°0'0"W
55°0'0"W
50°0'0"W
45°0'0"W
40°0'0"W
5°0'0"S
10°0'0"S
15°0'0"S
20°0'0"S
25°0'0"S
0 155 310 620 Km


1:1
y = 0,6023x + 89,492
R² = 0,553
p-valor = 1,75631E-22
NRMSE = 0,07
TRMM 3B43 (mm/mês)
ANA_INMET (mm/mês)
0
100
200
300
400
500
600
700
800


Precipitação (mm/mês)
ANA_INMET
KRIG_ARC
KRIG_SPR
TRMM


y = 0,7312x + 55,035
R² = 0,64
p-valor = 71,0884E-115
NRMSE = 0,09
Krigeagem Otimizada (mm/mês)
TRMM 3B43 (mm/mês)
0
100
200
300
400
500
600

- O TRMM mostrou-se um bom preditor da Krigeagem ordinária, possibilitando a validação dos dados de precipitação no Bioma Cerrado;

- A Krigeagem otimizada obteve maior robustez na espacialização dos valores estimados;

- Os erros inerentes aos dados meteorológicos *in situ* e ao produto TRMM influenciaram na calibração e validação da Krigeagem ordinária, porém, todos estiveram dentro do limiar de significância;

FERREIRA, L. G.; ASNER, P. G.; KNAPP, D. E.; DAVIDSON, E. A.; COE, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; OLIVEIRAE. L. Equivalent water thickness in savanna ecosystems: MODIS estimates based on ground and EO-1 Hyperion data. *International Journal of Remote Sensing*. 2011, 1-18.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D.; FARIA, T. G. *Chuvas no Cerrado da região centro-oeste do Brasil.* 2012 . V.6, n.2, p. 112-130.

CAMARGO, E. G. *Geoestatística para geoprocessamento*. 2015

RENNÓ, C. D. *Estatística: Aplicação ao Sensoriamento Remoto. Análise de Regressão.* 2015

http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/informacoeshidro.aspx acesso em 08/05/5015

http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep acesso em 08/05/2015

www.iag.usp.br acesso em 09/06/2015

www.ucla.edu.ve acesso em 08/06/2015

http://trmm.gsfc.nasa.gov acesso em 08/06/2015