

Análise da relação entre magnitude e tamanho da zona de ruptura em terremotos

Gustavo Mostacada Siqueira
Grupo 19

Introdução

- Teoria do Rebote Elástico (Henry Fielding Reid, 1906)
- O papel da zona de ruptura superficial (SRL)
- Como é calculada a Magnitude

$M = k * \log(E/E_0)$, com k e E_0 ajustáveis dependendo da região, tipo de solo e instrumentos utilizados

Modelo

Premissas:

- Energia liberada é proporcional ao tamanho da zona de ruptura

Limitações:

- Leva em conta apenas a zona de ruptura superficial
- Desconsidera diferenças de geometria e terreno
- Desconsidera o Momento Sísmico (M_L)

Modelos

$$M_{\text{linear}} = a + b * \text{SRL}$$

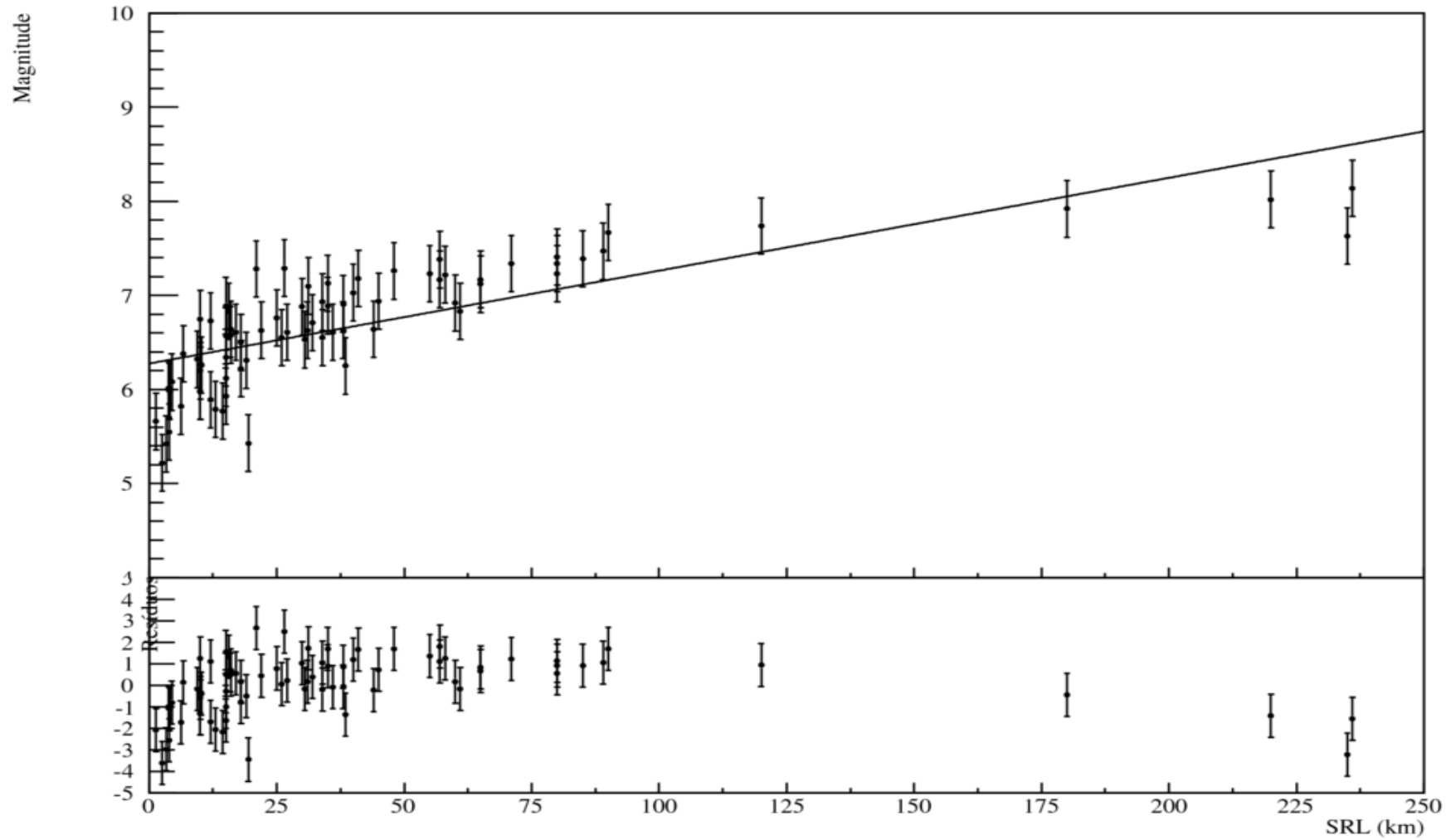
$$M_{\text{logaritmico}} = c + d * \log_{10}(\text{SRL})$$

- Dados experimentais foram retirados do artigo New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement

by Donald L. Wells and Kevin J. Coppersmith (1994)

- Um problema: qual é a incerteza nas estimativas de magnitude?

SRL x Magnitude (Ajuste linear)

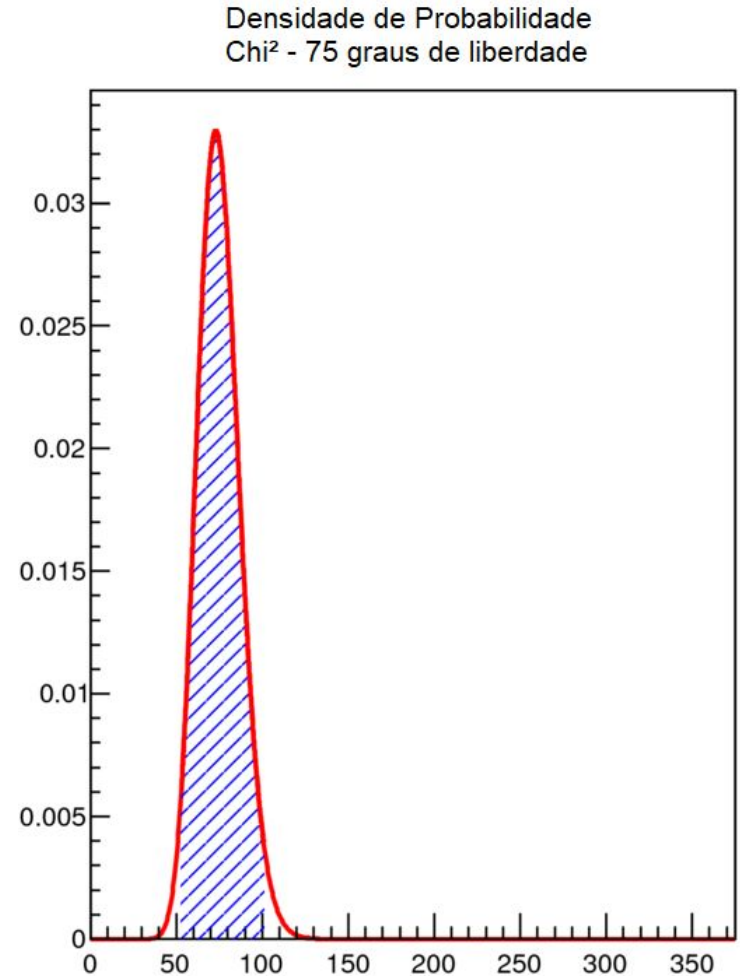


Bad, bad idea

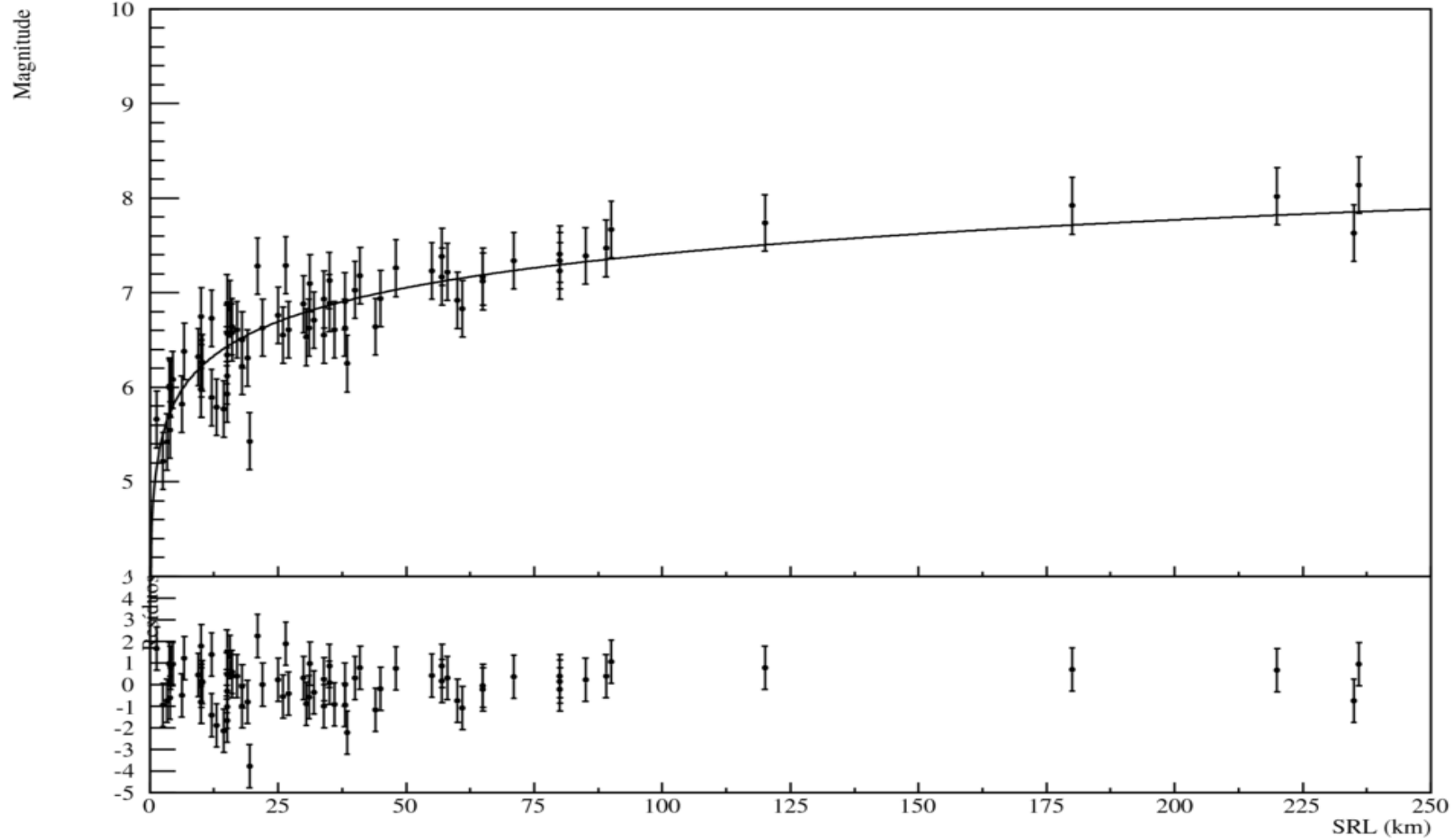
Resultados do ajuste

Número de parâmetros 2
Chi² 147.465
Número de graus de liberdade 75

parâmetro	Valor	Incerteza
0	6.27623	0.0451221
1	0.00986779	0.000704712



SRL x Magnitude



Densidade de Probabilidade
Chi² - 75 graus de liberdade

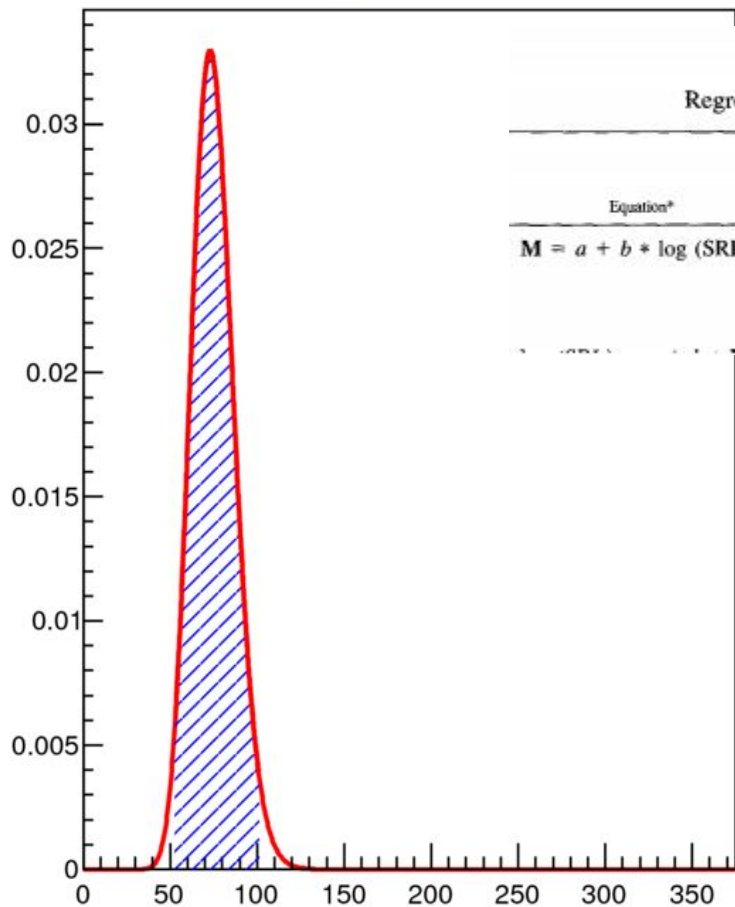


Table 2A
Regressions of Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Moment Magnitude (M)

Equation*	Slip Type†	Number of Events	Coefficients and Standard Errors		Standard Deviation s	Correlation Coefficient r	Magnitude Range	Length/Width Range (km)
			$a(sa)$	$b(sb)$				
$M = a + b * \log(SRL)$	SS	43	5.16(0.13)	1.12(0.08)	0.28	0.91	5.6 to 8.1	1.3 to 432
	R	19	5.00(0.22)	1.22(0.16)	0.28	0.88	5.4 to 7.4	3.3 to 85
	N	15	4.86(0.34)	1.22(0.26)	0.34	0.81	5.2 to 7.2	2.5 to 41
	All	77	5.08(0.10)	1.16(0.07)	0.28	0.89	5.2 to 8.1	1.3 to 432

Resultados do ajuste

Número de parâmetros 2
Chi² 81.0212
Número de graus de liberdade 75

parâmetro	Valor	Incerteza
0	1.19208	0.0735747
1	5.02747	0.108073

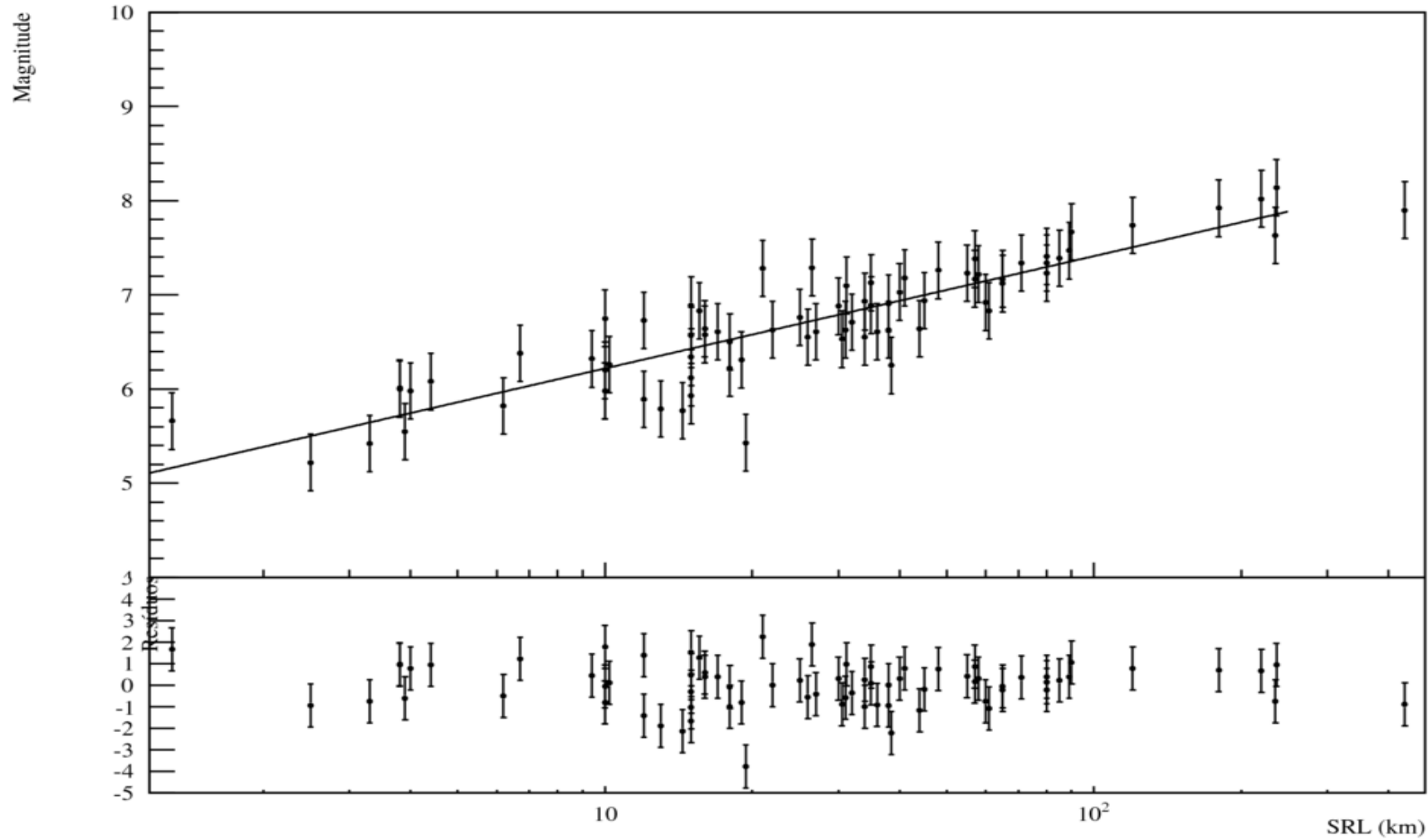
Matriz de correlação

$$\begin{bmatrix} 1.00 & -0.95 \\ -0.95 & 1.00 \end{bmatrix}$$

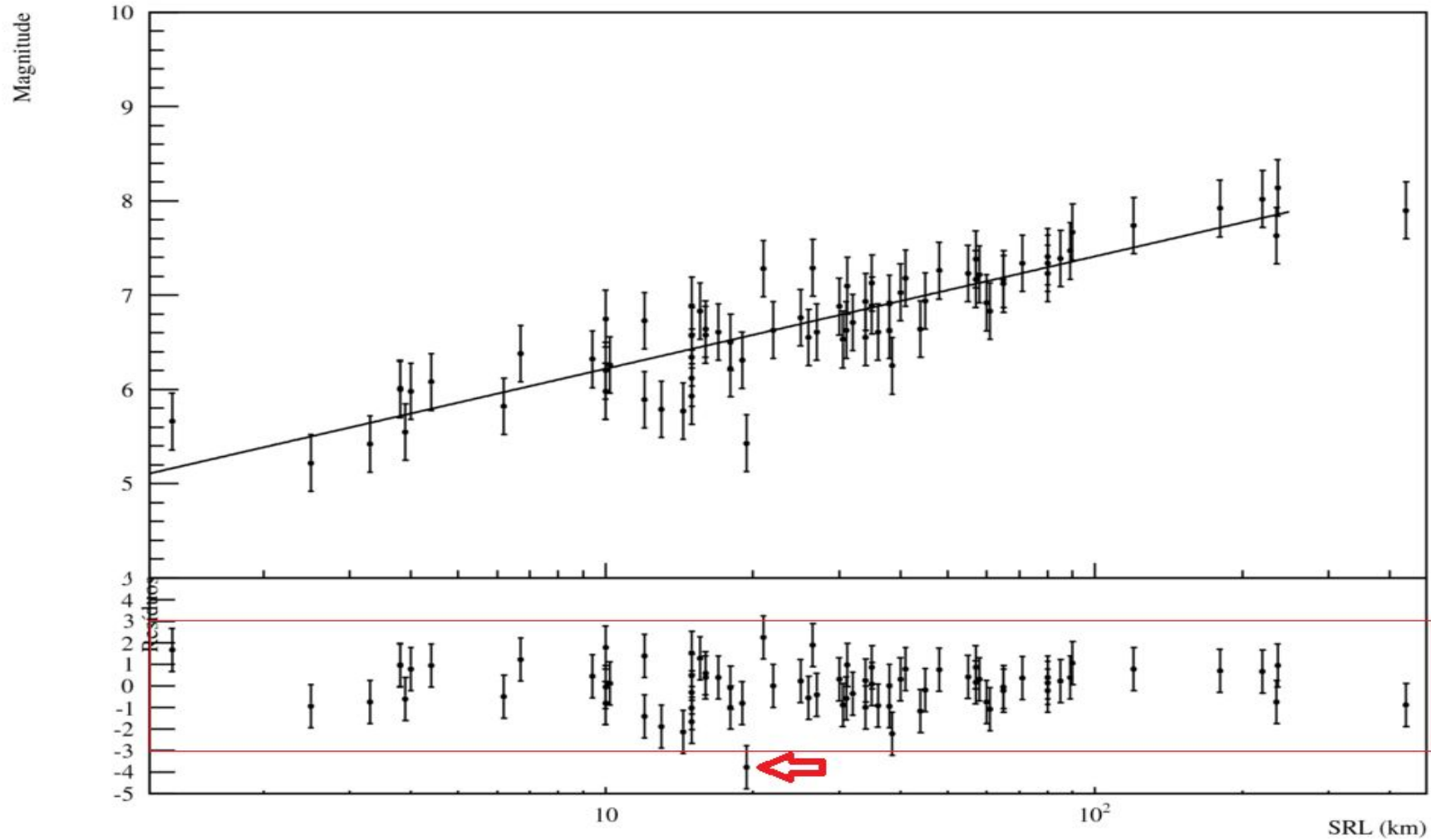
Matriz de covariância

$$\begin{bmatrix} 0.00541324 & -0.00754306 \\ -0.00754306 & 0.0116797 \end{bmatrix}$$

SRL x Magnitude



SRL x Magnitude



Análise dos Resíduos

- Praticamente todos os pontos (exceto um) apresentam resíduo absoluto menor que 3
- Apenas um dos pontos apresenta resíduo absoluto próximo de 4 (o que num conjunto de 77 pontos experimentais não causa estranheza)
- O comportamento dos resíduos e a função densidade de probabilidade do Chi^2 sugerem que o modelo é uma boa primeira aproximação para modelagem do fenômeno!

Conclusões

- Modelo: $M = 1,19(07) * \log_{10}(\text{SRL}) + 5,03(10)$
- Na literatura: $M = 1,16(07) * \log_{10}(\text{SRL}) + 5,08(10)$
- Obviamente o ajuste obtido é compatível com o presente na literatura
- A qualidade do ajuste é boa considerando as incertezas disponíveis para as magnitudes
- Uma melhor determinação das incertezas das magnitudes evidenciaria melhor as limitações do modelo atual (sabidamente existentes, considerando a literatura disponível)