Deep ou Bayesiano? Estimando parâmetros de lentes gravitacionais

Análise de Big Data & Astroinformática

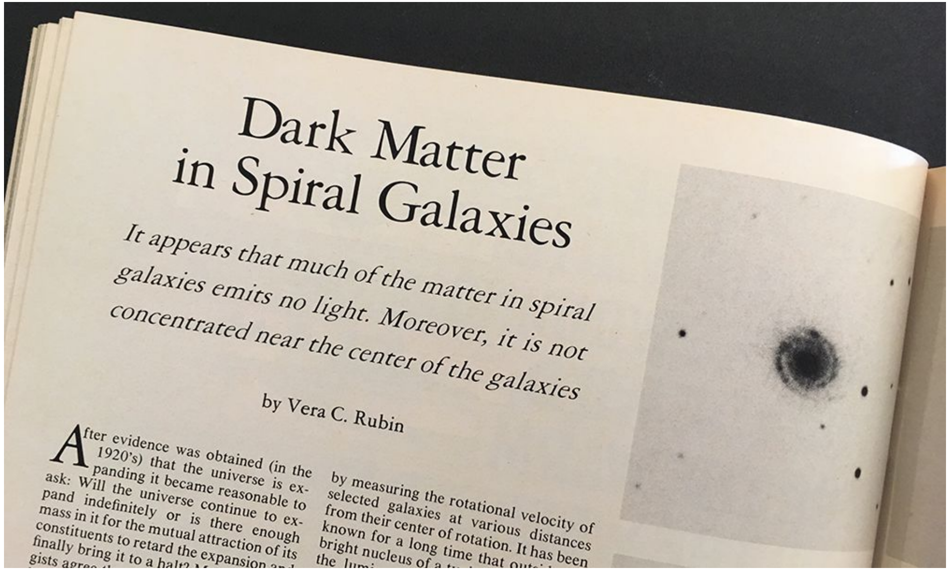
Prof.: Clécio R. de Bom
João Paulo

Conteúdo

- Por que estimar parâmetros de lentes gravitacionais?
- Duas vertentes interessantes para análise de sistemas SL
- Modelagem
  - Métodos Bayesianos
  - Deep Learning
  - Resultados/comparação
- Conclusão

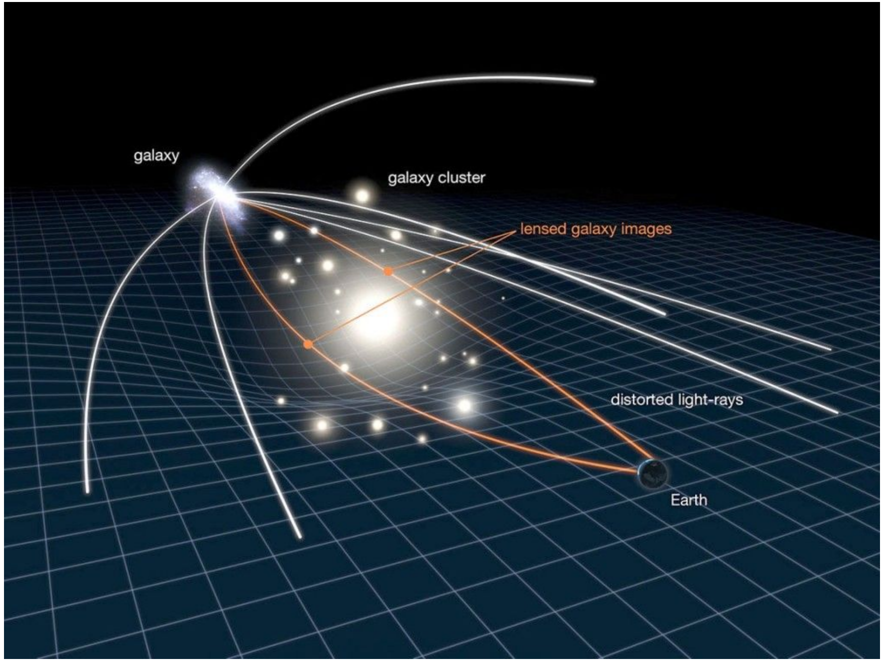
Por que estimar parâmetros de Lentes gravitacionais?

Detecção direta de matéria escura



Um telescópio gravitacional...

Vínculo em parâmetros cosmológicos



Duas vertentes interessantes para análise de sistemas SL

2 vertentes:

2 vertentes:

> Detecção de sistemas

A&A 611, A2 (2018)
DOI: 10.1051/0004-6361/201731201
© ESO 2018

Astronomy & Astrophysics

Deep convolutional neural networks as strong gravitational lens detectors

C. Schaefer[1], M. Geiger[1], T. Kuntzer[1], and J.-P. Kneib[1,2]

2 vertentes:

> Modelagem em massa

Published: 31 August 2017

Fast automated analysis of strong gravitational lenses with convolutional neural networks

Yashar D. Hezaveh, Laurence Perreault Levasseur & Philip J. Marshall

Nature **548**, 555–557 (2017) | Cite this article

8432 Accesses | **97** Citations | **346** Altmetric | Metrics

2 vertentes:

> Modelagem em massa

Deep Learning in Wide-field Surveys: Fast Analysis of Strong Lenses in Ground-based Cosmic Experiments

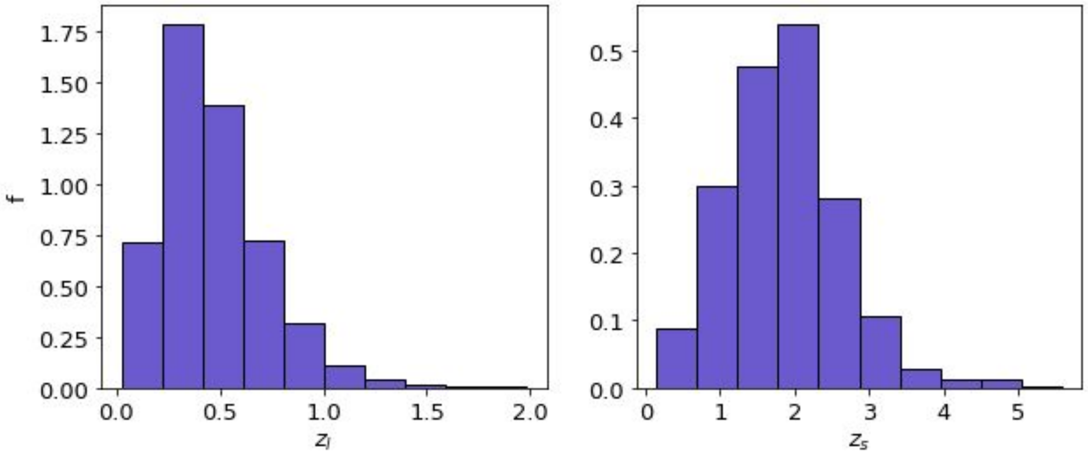
C. R. Bom[a,b], J. Poh[d], B. Nord[c,d,e], M. Blanco-Valentin[b], L. O. Dias[b]

Modelagem via métodos bayesianos e deep learning

Modelagem Bayesiana

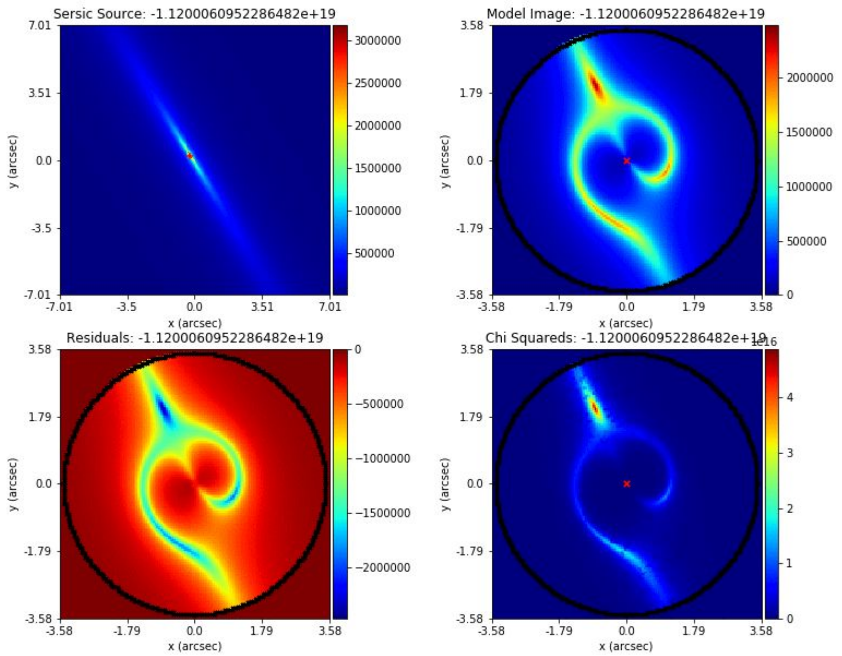
> Data set

~ 19000 sistemas



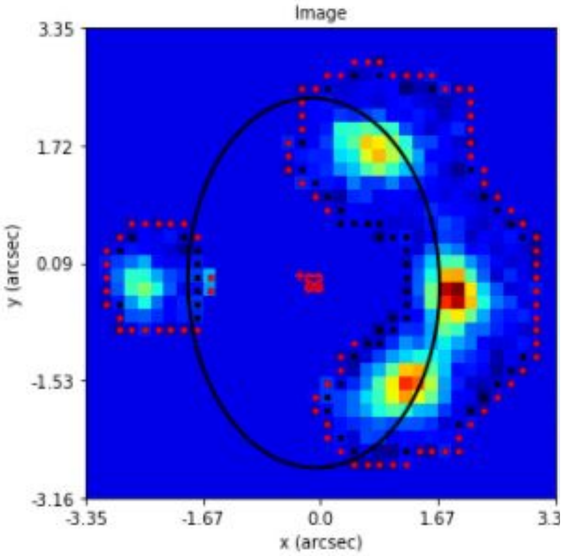
Modelagem Bayesiana

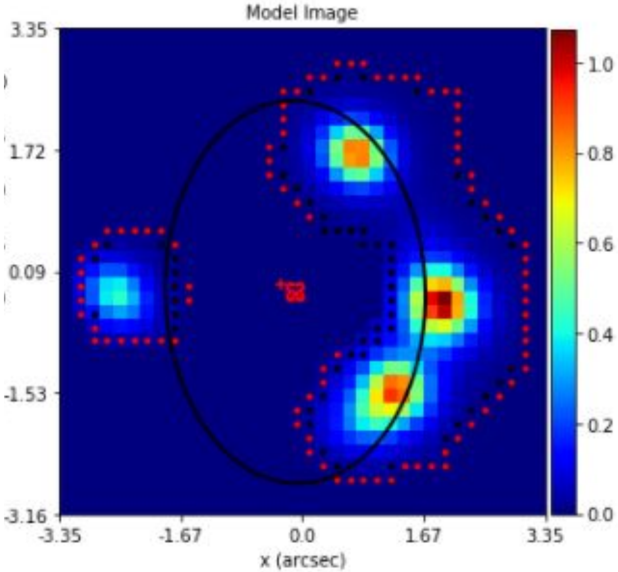
> AutoLens (Distribuição de brilho da fonte)



Modelagem Bayesiana

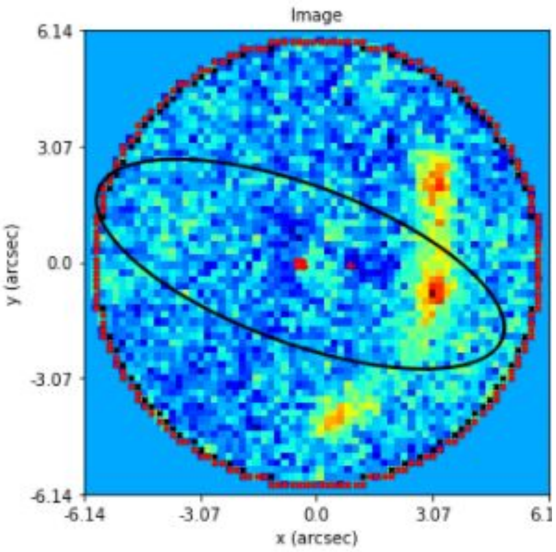
> AutoLens (Distribuição de brilho da fonte)

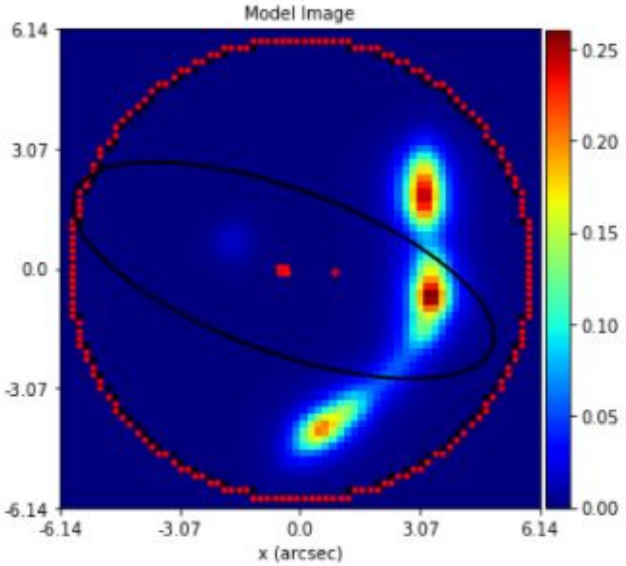




Modelagem Bayesiana

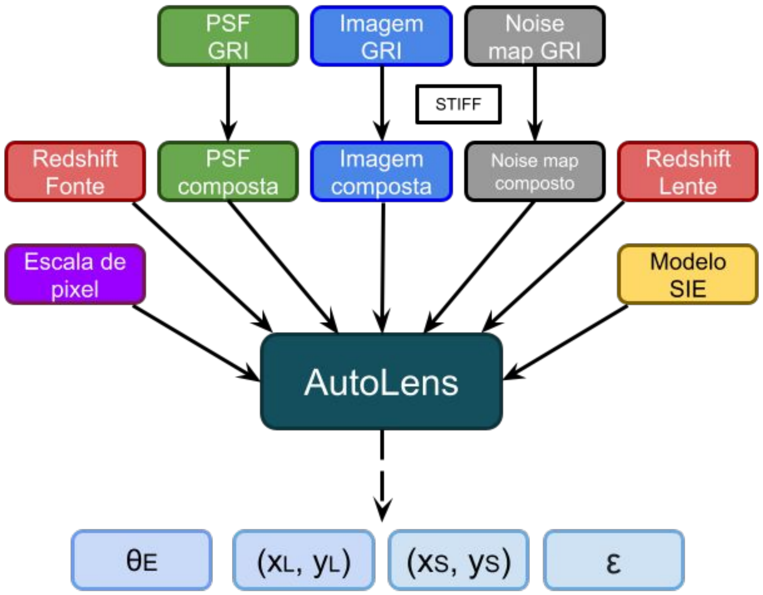
> AutoLens (Distribuição de brilho da fonte)





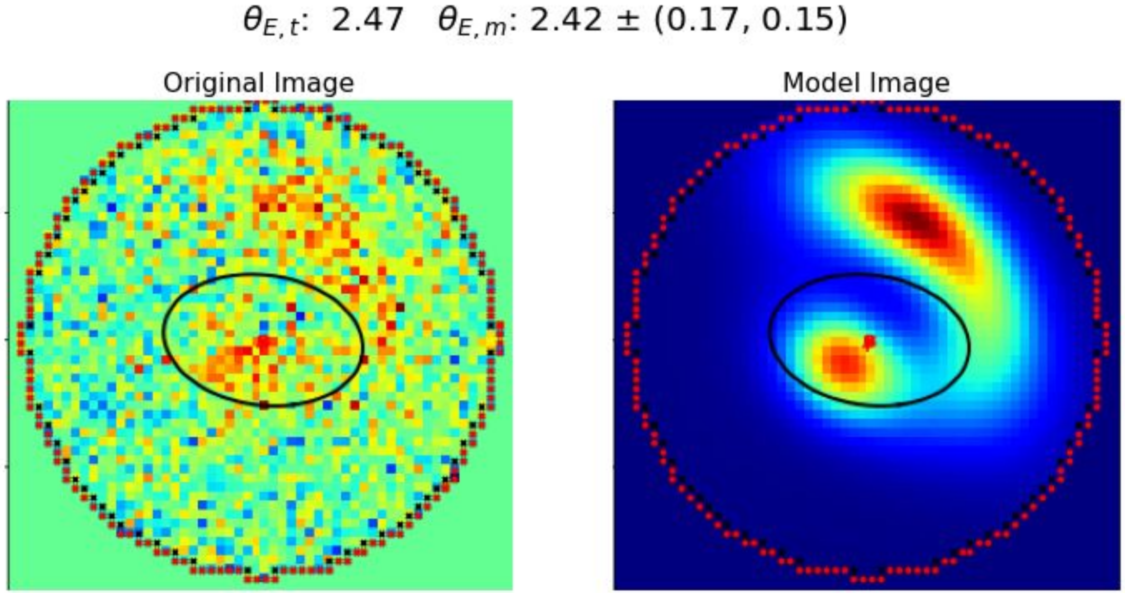
Modelagem Bayesiana

> AutoLens (Distribuição de brilho da fonte)



Modelagem Bayesiana

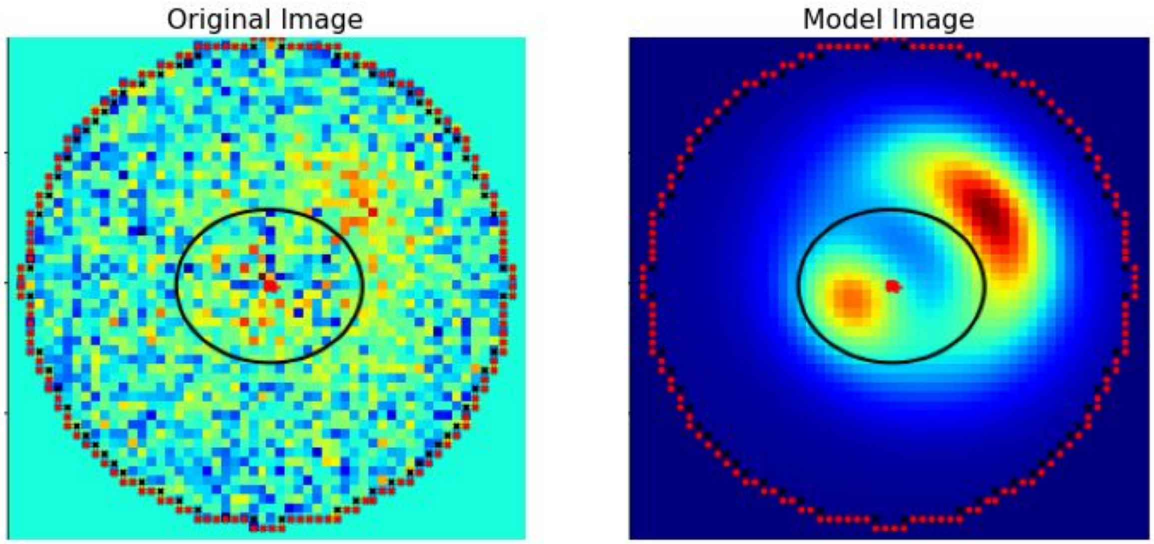
> AutoLens (Distribuição de brilho da fonte)



Modelagem Bayesiana

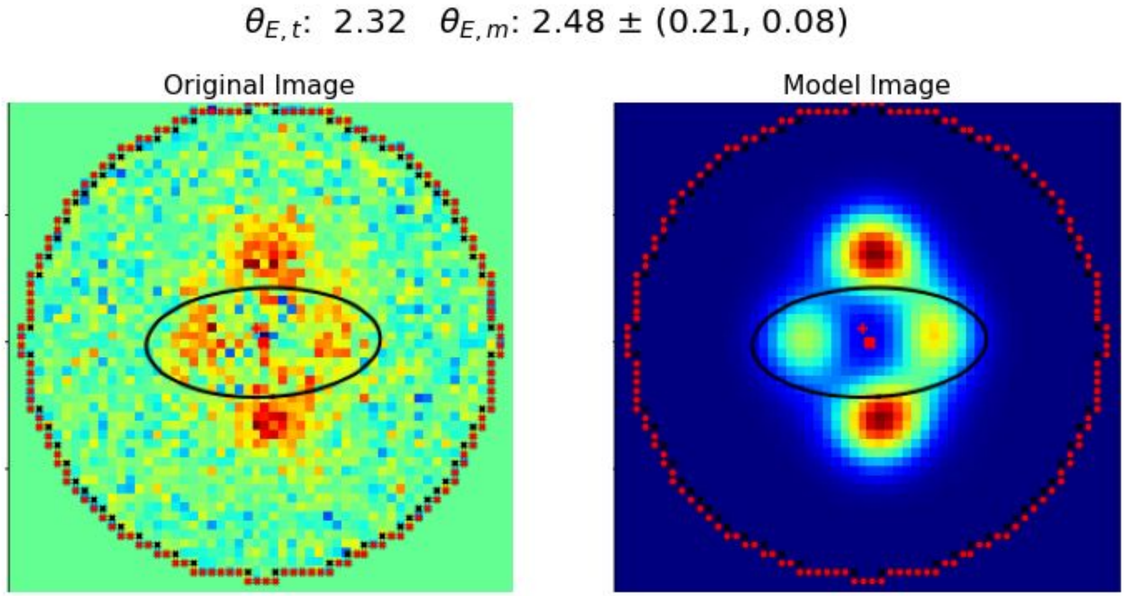
> AutoLens (Distribuição de brilho da fonte)

$\theta_{E,t}$: 2.3 $\theta_{E,m}$: 2.51 ± (0.23, 0.35)



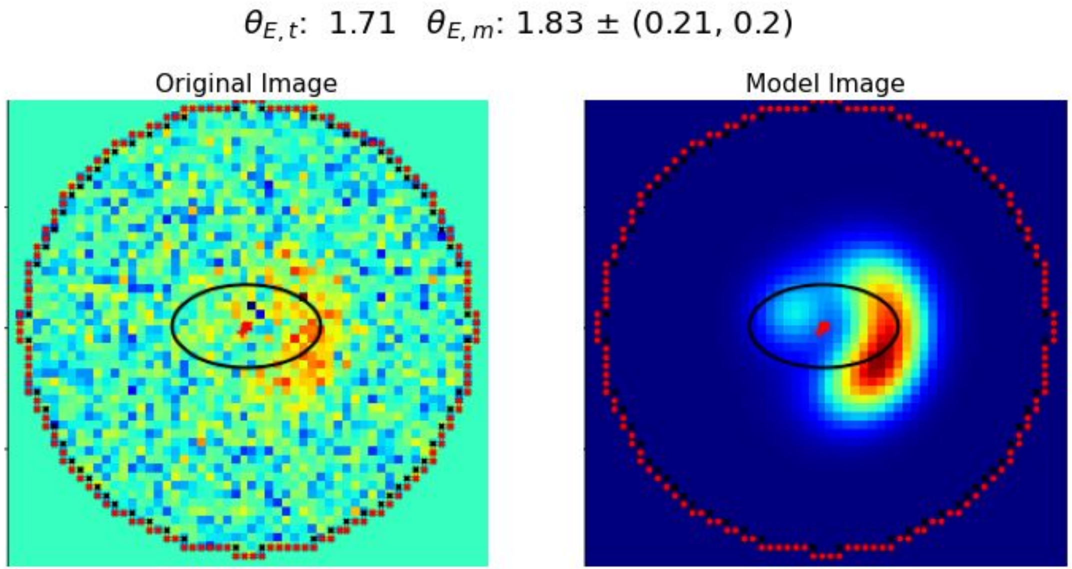
Modelagem Bayesiana

> AutoLens (Distribuição de brilho da fonte)



Modelagem Bayesiana

> AutoLens (Distribuição de brilho da fonte)

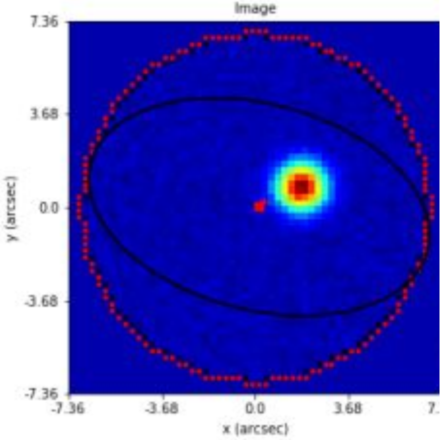


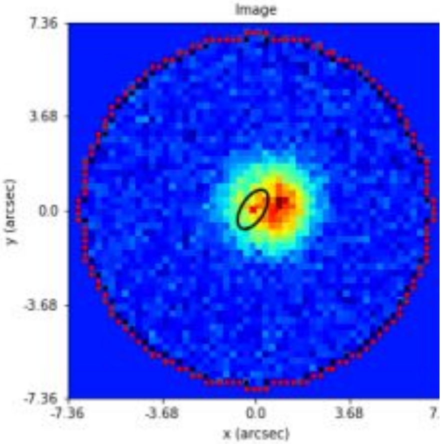
Modelagem Bayesiana

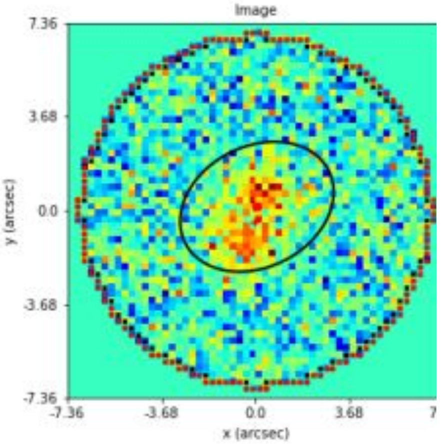
> AutoLens (Distribuição de brilho da fonte)

30 sistemas modelizados...

...mas 15 outliers

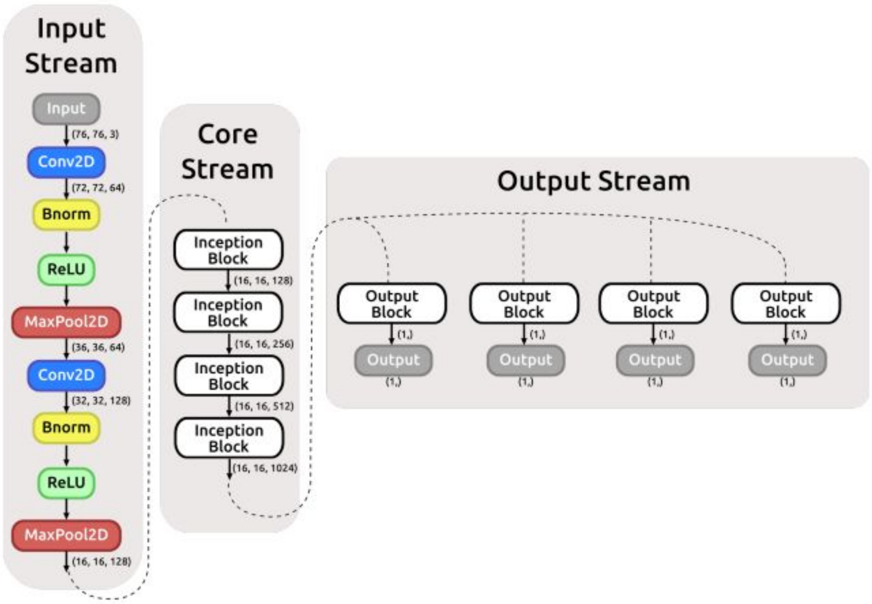






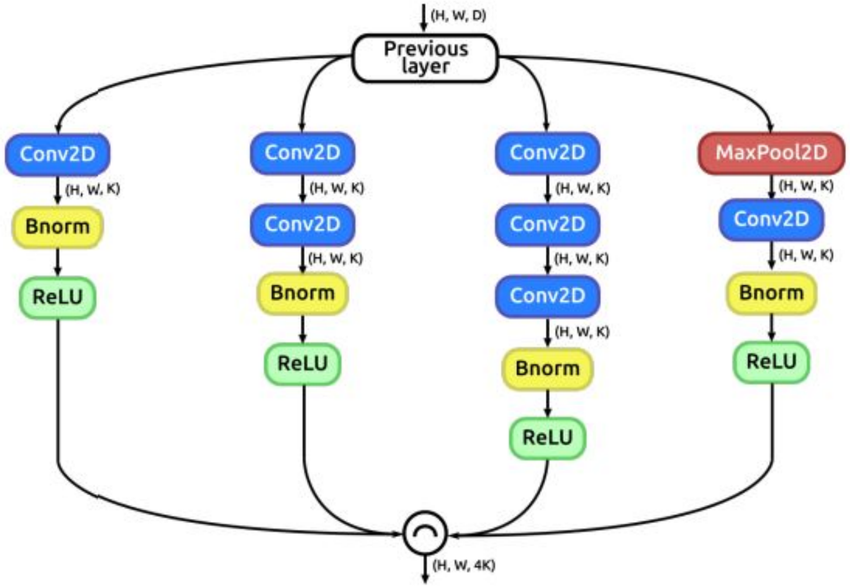
Modelagem via Deep Learning - Inception

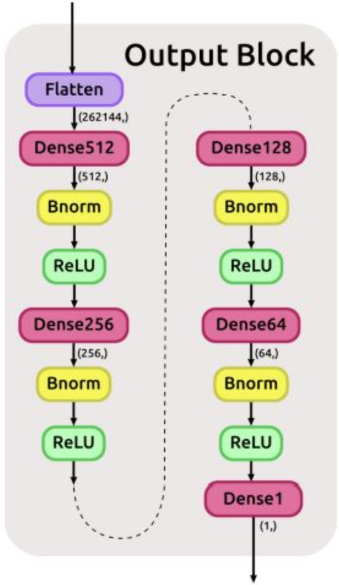
> Análise baseada em 1911.06341 (Bom, *et al*)



Modelagem via Deep Learning - Inception

> Análise baseada em 1911.06341 (Bom, *et al*)

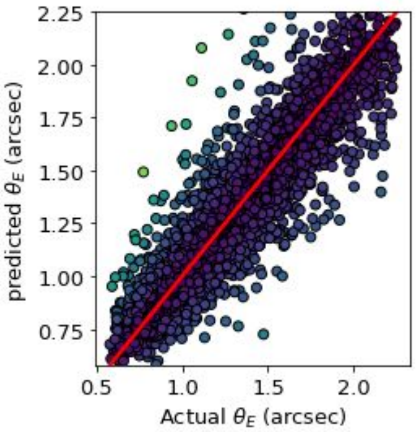




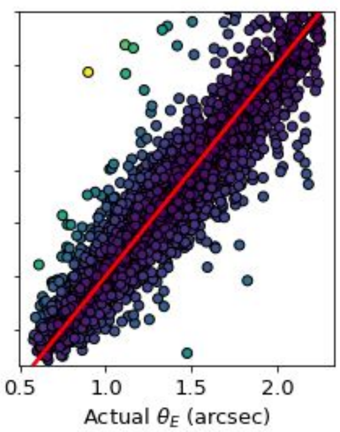
Modelagem via Deep Learning - Inception

> Análise baseada em 1911.06341 (Bom, *et al*)

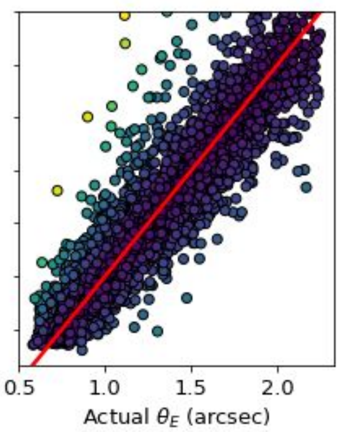
Inception



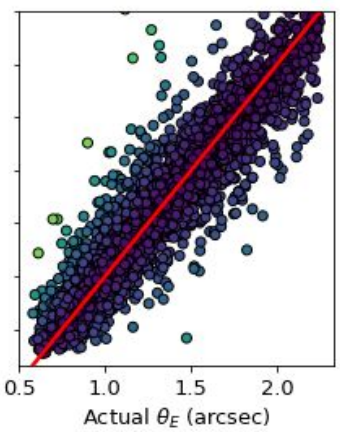
Sequential



ResNet



ResNetXt



Modelagem via Deep Learning

Ensai: Lensing with Artificial Intelligence

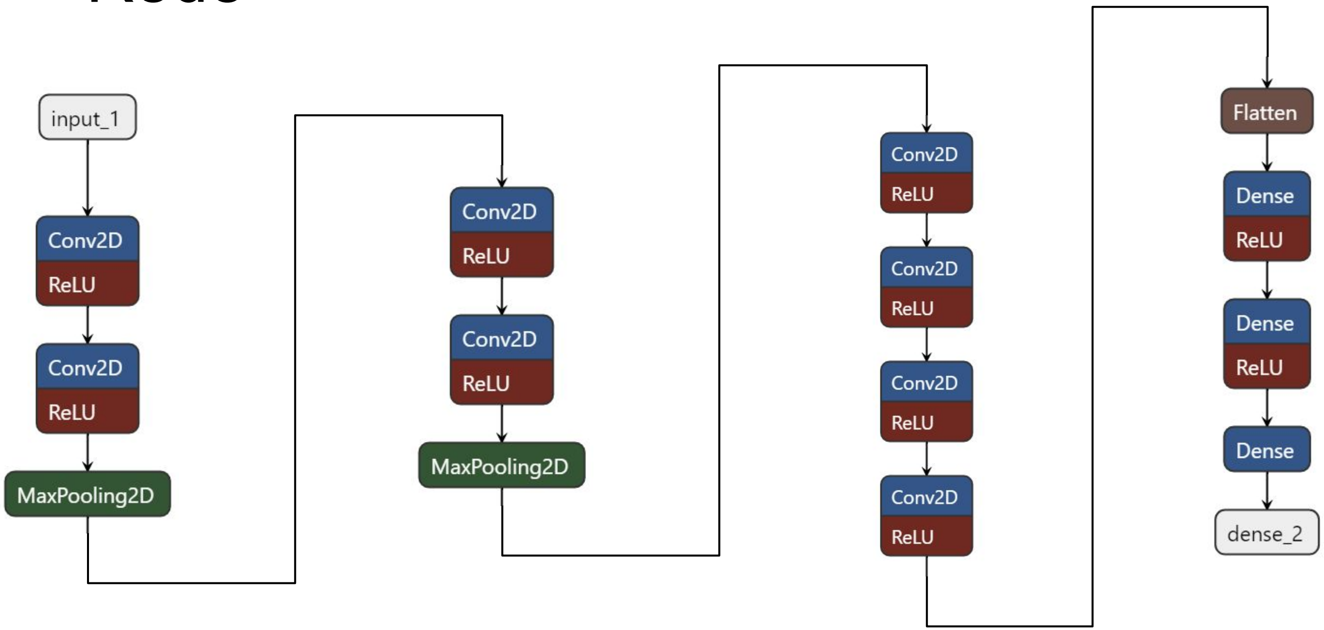
Estimating parameters of strong gravitational lenses with convolutional neural networks.

This code uses convolutional neural networks (with tensorflow) to estimate the parameters of strong gravitational lenses. Unfortunately we're not very good at coding, so you'll find that the code is messy, not well documented, and crazily written. However, that shouldn't discourage you from trying it out. Because it's a pretty pretty cool thing: The code can recover the parameters of gravitational lenses in a fraction of a second. Something that used to take hundreds of hours!

https://github.com/yasharhezaveh/Ensai

Modelagem via Deep Learning

> Rede



Modelagem via Deep Learning

> Rede

> Treinamento (~0.7), validação (~0.2) e teste (~0.1)

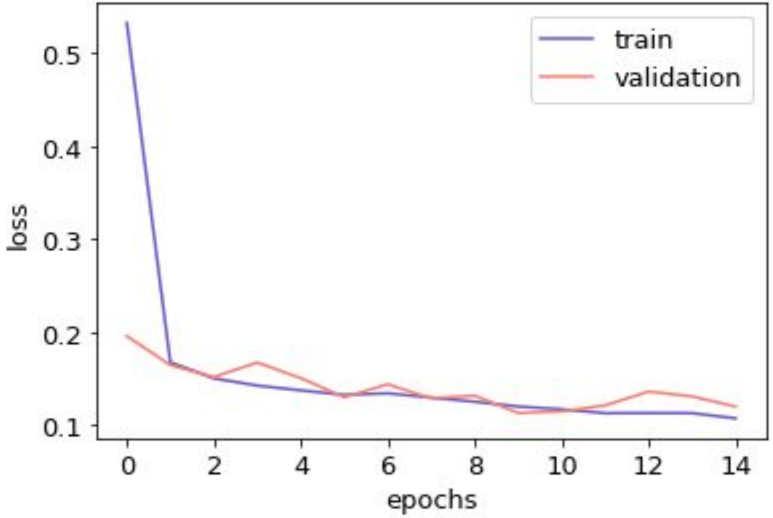
> 15 Épocas

> Batch Size 32

> Raio de Einstein, z_L e z_S como output

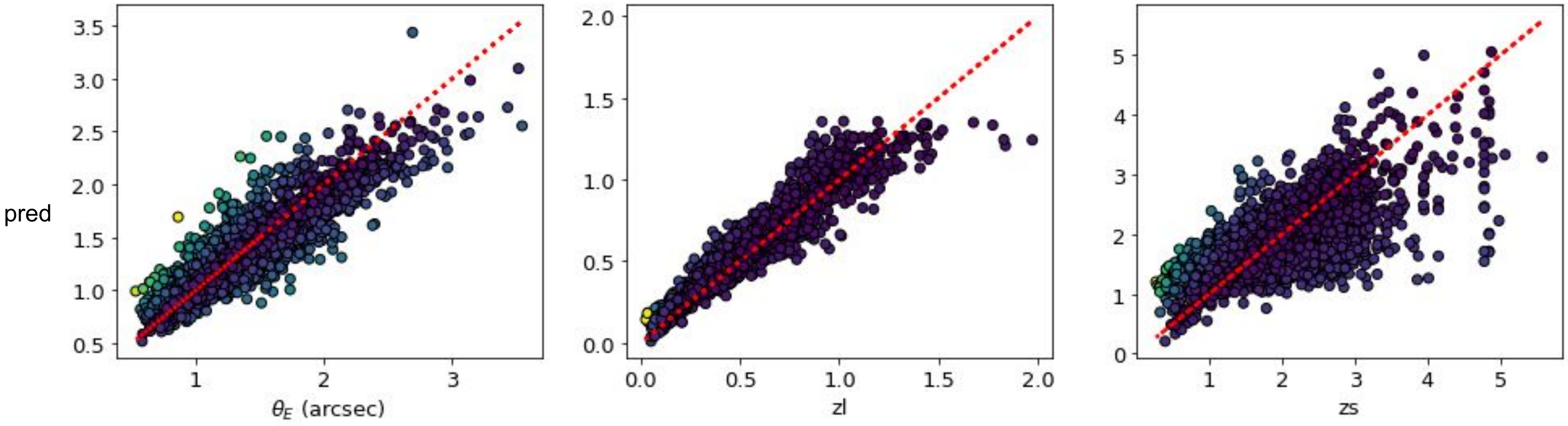
Modelagem via Deep Learning

> Loss



Modelagem via Deep Learning

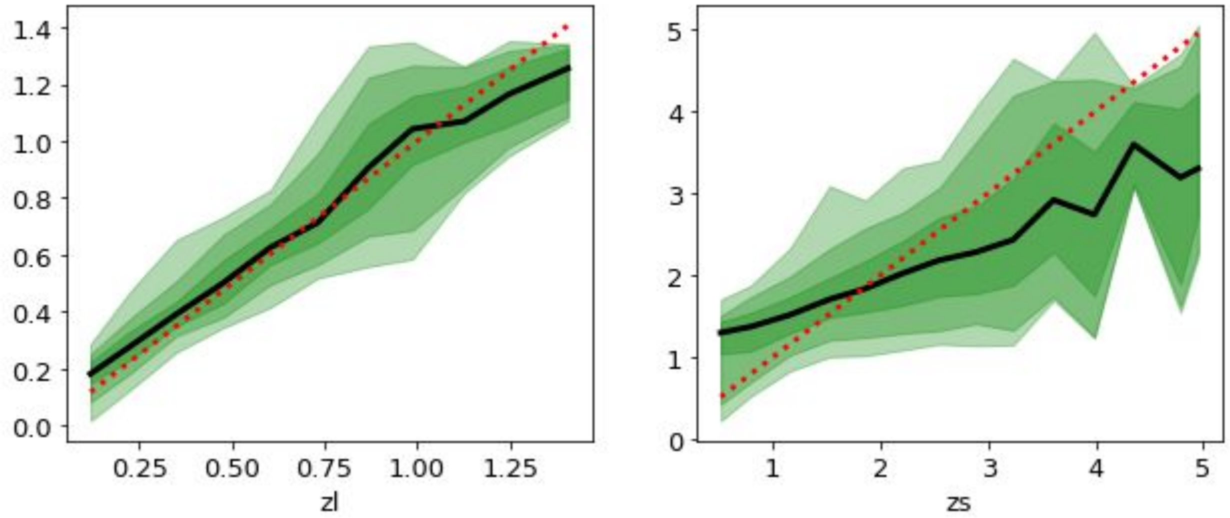
> Resultados



Modelagem via Deep Learning

> Resultados

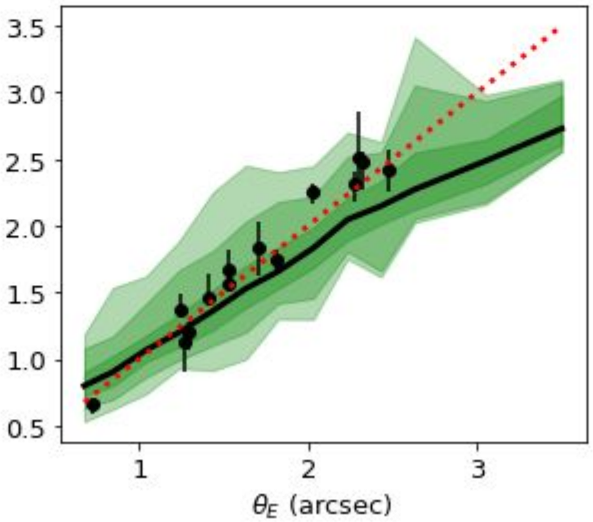
z



Modelagem via Deep Learning

> Resultados

pred



Modelagem via Deep Learning

> Resultados

	Artigo				Este trabalho
	Inception	Sequential	ResNet	ResNetXt	Ensai
RMSE	0.026	0.021	0.023	0.020	0.032

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (x_i^p - x_i^a)}$$

Modelagem via Deep Learning

> Uma curiosidade…

Bayes (30 sistemas):

$$10 \text{ min} \times 30 + 10 \text{ min} \approx 5\text{h}$$

DL (3720 sistemas):

2.19 s

Conclusões

- Análise Bayesiana
  - Mais intuitiva
  - Análise cruzada com visual
  - Análise de outliers (depende do método)
  - Processo menos prático e lento
- Análise via DL
  - Mais prático
  - Mais rápido
  - Tão complexo quanto você queira
  - Sensível a overfit e underfit

Obrigado!