

## Urutau não é somente um pássaro

Porto Alegre, 28 de Agosto de 2023

Quando ouvimos a palavra urutau, é possível que nos venha à cabeça a imagem de um pássaro extremamente sorrateiro e furtivo, capaz de se disfarçar como um galho, e cujo canto ressoa de forma melancólica (figura 1).

Em astrofísica, urutau tem um significado distinto. Para isso, é preciso que o leitor saiba que o Survey MaNGA observou mais de 10 mil galáxias próximas a Via-Láctea. Todos estes dados foram obtidos usando instrumentos complexos, na qual a luz é transportada através de conjuntos de fibras ópticas (com até 127 fibras). Este tipo de instrumento, que é capaz de mapear a galáxia espacialmente (e espectralmente) é chamado de unidade de campo integral (Integral Field Units – IFU, figura 2). Cada uma destas fibras, que estão presas a uma placa, coleta a luz de uma parte diferente da galáxia e a envia para a entrada do espectrógrafo, representada pela caixa pontilhada (figura 3).

Na presente tese, foram analisados os 10 mil cubos de dados observados pelo levantamento MaNGA – o que representa a análise de mais de 40 milhões de espectros ou cerca de 140 bilhões de dados individuais (data-points).

A análise manual de um conjunto de dados tão volumosos é impraticável. Para tal, desenvolvemos um pipeline modular, chamado urutau, capaz de manipular e analisar dados astronômicos de forma automatizada.

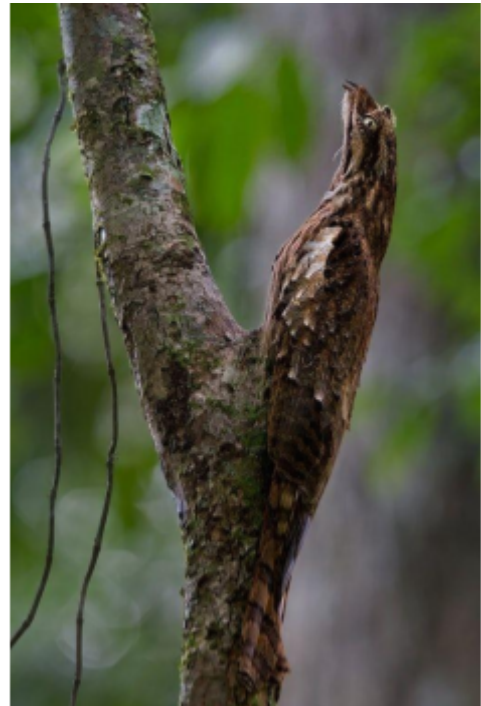


Figura 1: Urutau, pássaro nativo das regiões tropicais da América do Sul e Central.  
<https://br.pinterest.com/pin/855402522947476861/>

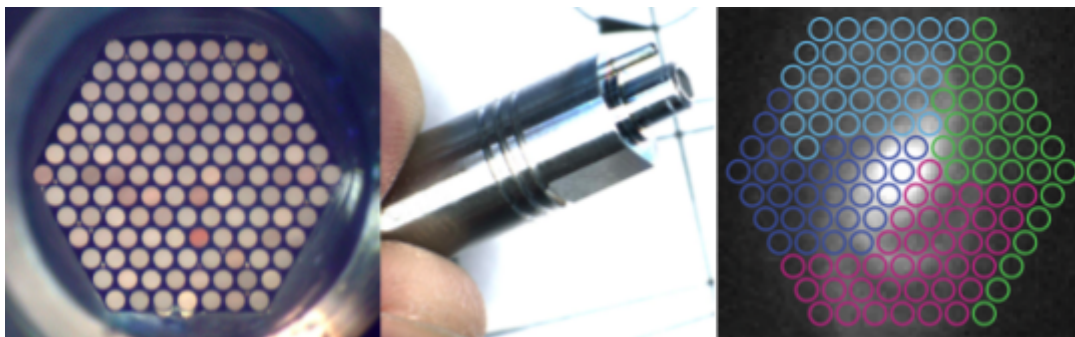


Figura 2: IFUs do MaNGA são compostos por conjuntos de fibras agrupadas em hexagonos.  
<https://www.sdss4.org/dr13/manga/>

Todos os dados processados, bem como subprodutos (tais como propriedades das populações estelares e das linhas de emissão do gás ionizado) foram disponibilizados para a comunidade científica através do portal <https://manga.linea.org.br/>.

Demonstramos o potencial científico que este tipo de dado tem ao fazer uma análise das populações estelares em galáxias de núcleo ativo, chamados de AGNs – galáxias que possuem um buraco negro supermassivo em seu centro acretando matéria e emitindo energia.

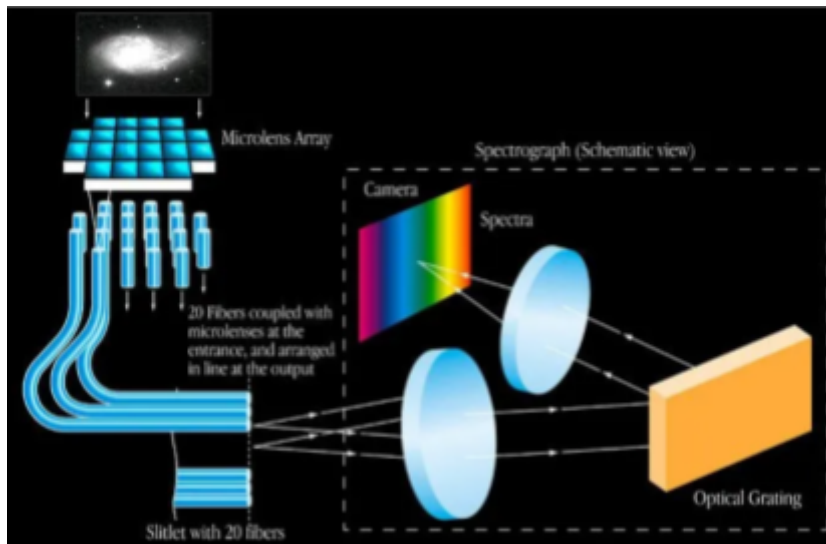


Figura 3: Espectrógrafo BOSS (retângulo tracejado), recebe a luz capturada pelas fibras dos instrumentos do MaNGA.  
<https://www.sdss4.org/instruments/manga-instrument/>

Um dos principais resultados deste trabalho revela que as AGNs possuem um excesso de população de idade intermediária, e que a perda de massa dessas estrelas alimenta o núcleo ativo, tornando-o mais “poderoso”.

Outro resultado importante encontrado diz respeito a classificação de galáxias com linhas de emissão. Esta deve ser baseada em diagramas de diagnóstico que consideram, além das razões de fluxos de linhas de emissão ( $H\beta$ ,  $[OIII]\lambda 5007$ ,  $H\alpha$  e  $[NII]\lambda 6583$ ), também a largura equivalente –

representado por  $H\alpha$ . Os diagramas de diagnóstico espacialmente resolvidos revelam que a emissão do AGN está concentrada na região interna de raio efetivo ( $R_e$ ) – raio que concentra a metade de luz da galáxia. Isso mostra que a classificação do AGN depende da região utilizada e que as razões das linhas de emissão devem ser consideradas em conjunto com a largura equivalente de  $H\alpha$  para uma classificação adequada da atividade. É apresentado, na figura 4, um diagrama composto que proporciona um mapeamento mais abrangente da excitação do gás.

Além disso, também demonstramos que é possível medir a taxa de formação estelar nas AGNs utilizando as técnicas de síntese de populações estelares. Este resultado é muito importante pois os métodos tradicionais, baseados no fluxo das linhas do hidrogênio atômico, não podem ser aplicados por que a fonte de ionização dos AGNs não tem origem estelar.

Neste trabalho demonstramos que o desenvolvimento de habilidades e códigos para a análise de grandes conjuntos de dados vem se tornando algo fundamental em astrofísica moderna. Sendo assim, você já pode concluir que o urutau, no contexto da astronomia, é um código de computador que possibilita a análise de dados astrofísicos.

**Palavras chave:** populações estelares; núcleos ativos de galáxias; feeding e feedback; software para astronomia;

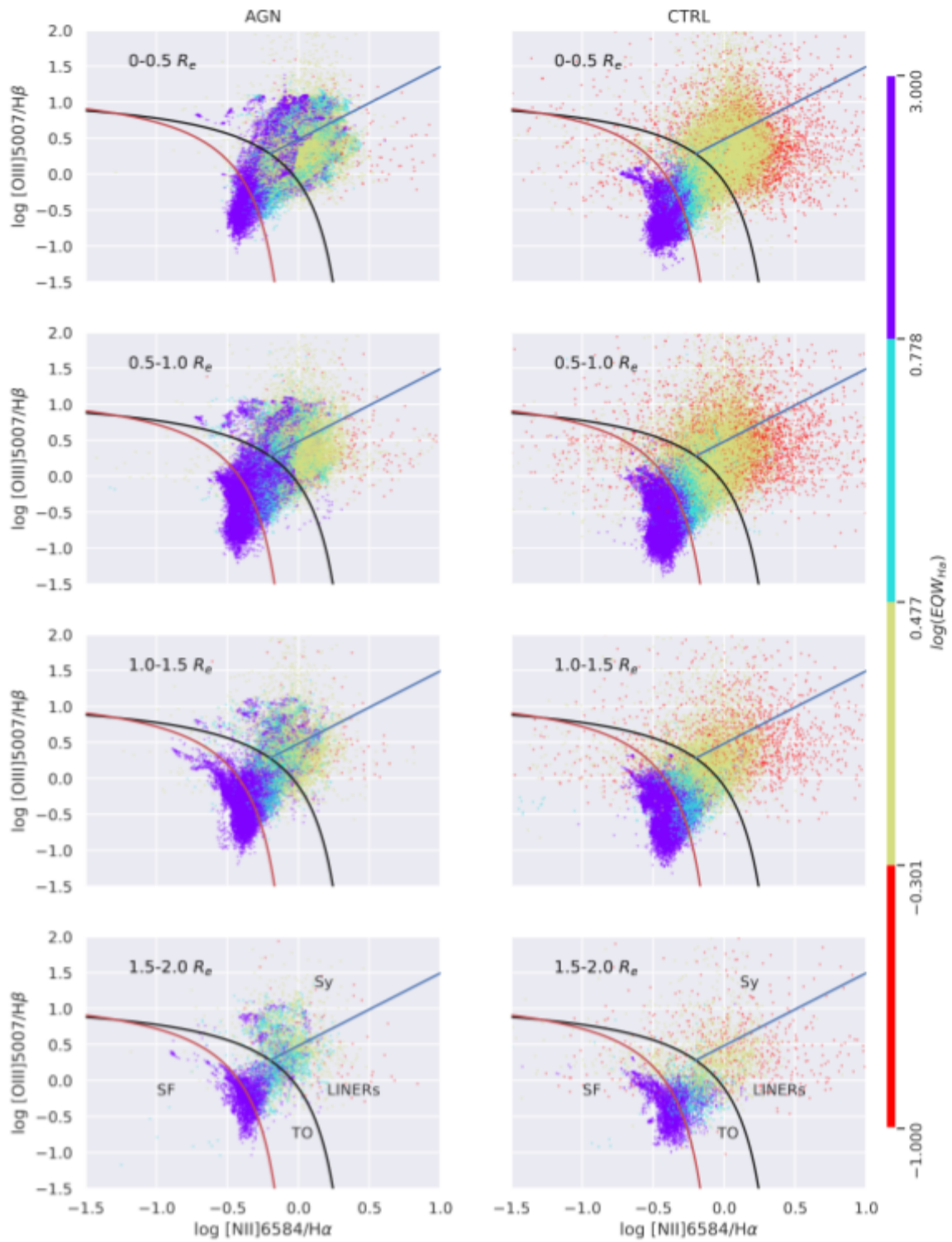


Figura 4: Diagramas de diagnóstico (BPTs) para diferentes regiões de galáxias com e sem núcleo ativo.