

Núcleos Ativos de Galáxia

The background image shows two galaxies, one on the left and one on the right, both with bright, active nuclei. From each nucleus, a powerful jet of light extends outwards, appearing as a purple and blue glow. The jets are directed towards each other, meeting in the center. The surrounding space is filled with numerous stars of various colors, including white, yellow, and blue, set against a dark, starry background.

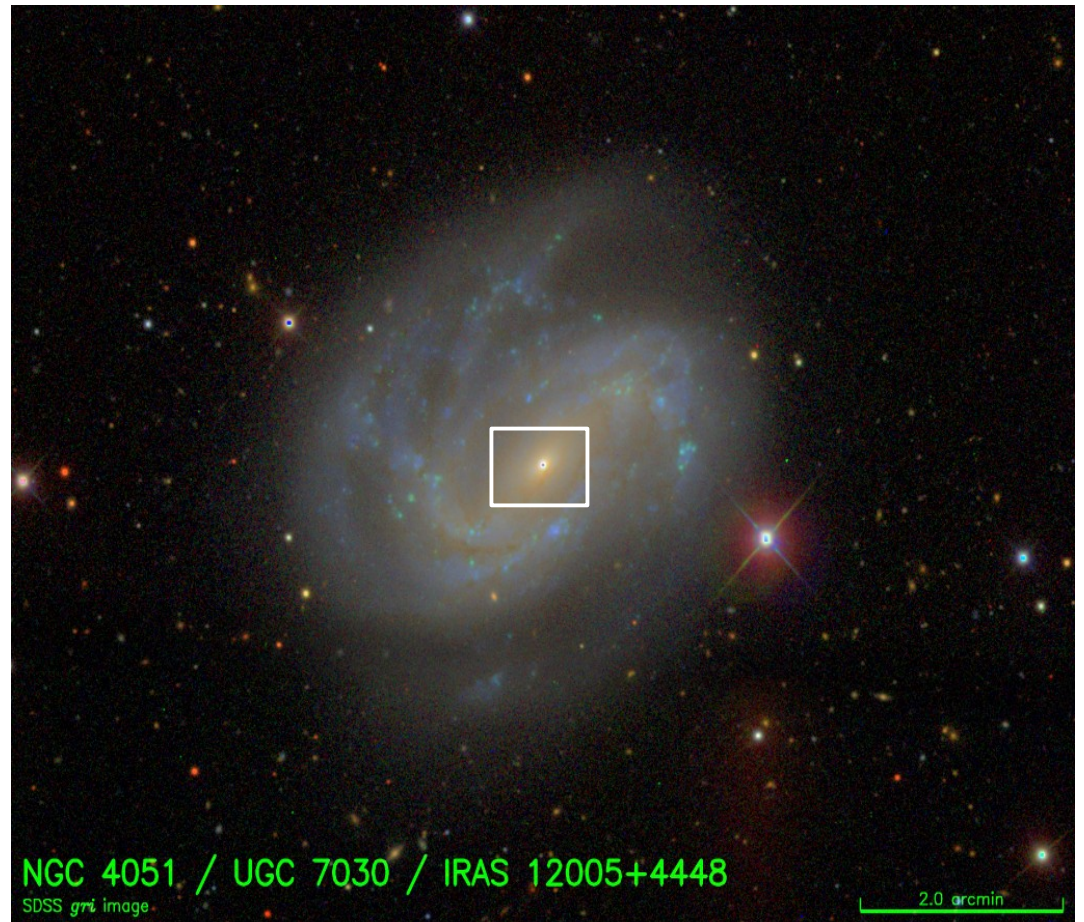
Alberto Rodríguez Ardila
Laboratório Nacional de Astrofísica /MCTI & INPE
Workshop PG-AST/DAS 2016
Abril 2016 - INPE

Conteúdo

- Introdução aos núcleos ativos de galáxia
- Motivação para seu estudo
- A região de linhas estreitas – linhas coronais

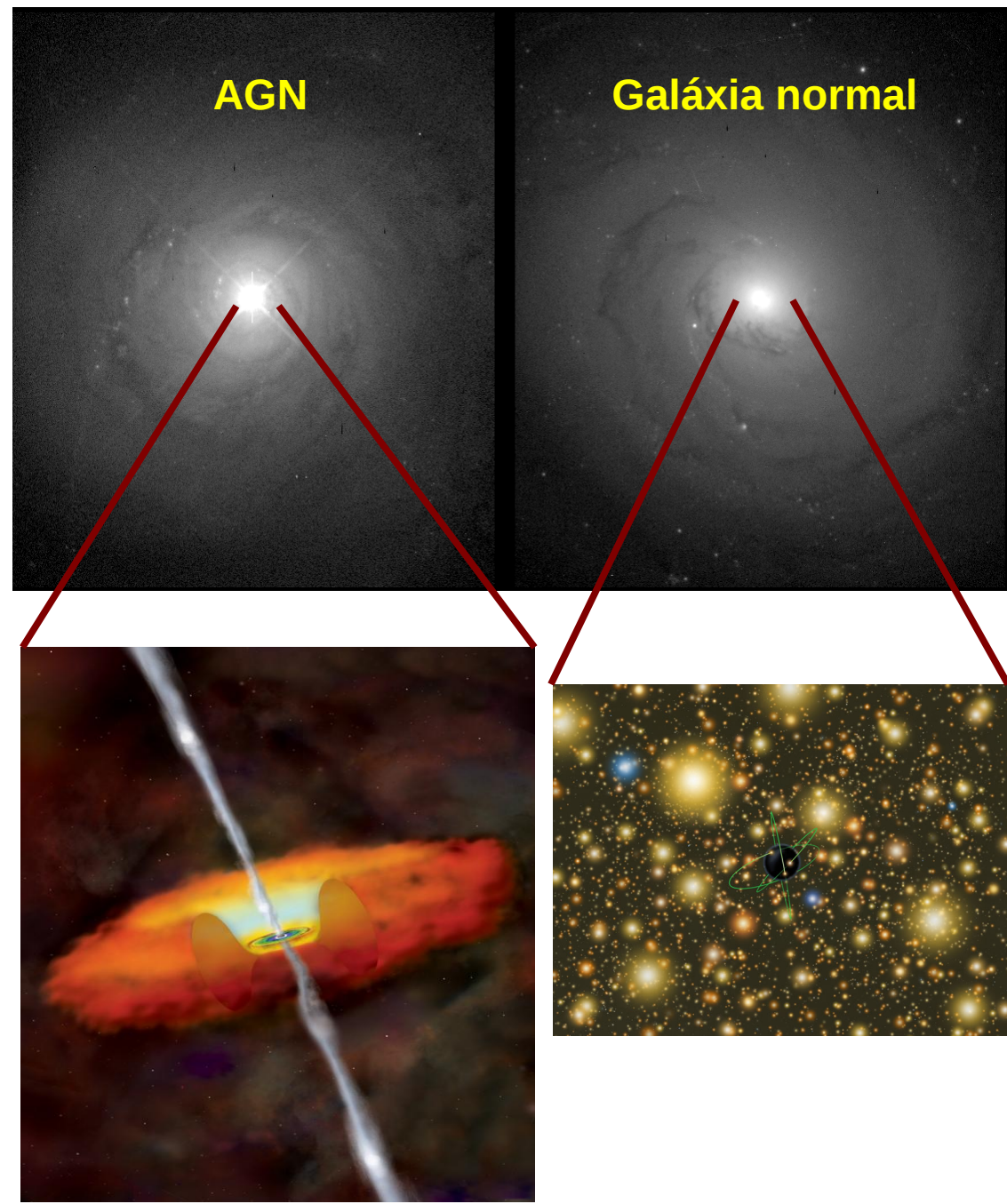
O que é um AGN?

- **Objeto** extremamente **compacto** alimentado por **acréscimo de gás** ao redor de um buraco negro supermassivo no centro de uma galáxia hospedeira.
- Esse **termo inclui uma ampla variedade de objetos**, alguns dos quais se subdividem-se em várias categorias:
 - Quasares y QSOs
 - Galáxias Seyfert 1/Seyfert 2
 - Objetos BL Lac / blazares
 - LINERS
 - Rádio galáxias

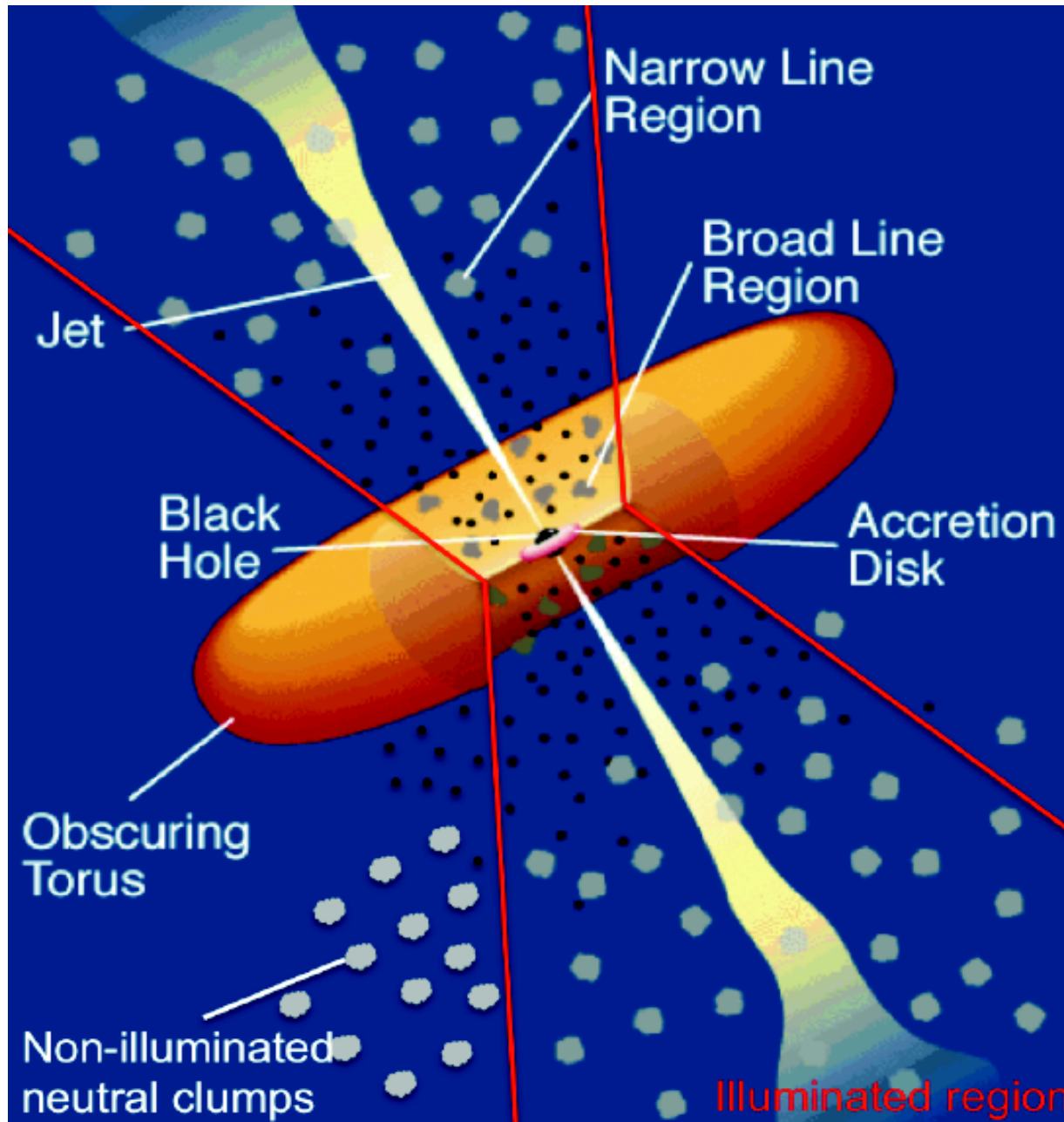


O que é um AGN?

- **Objeto** extremamente **compacto** alimentado por **acréscimo de gás** ao redor de um buraco negro supermassivo no centro de uma galáxia hospedeira.
- Esse **termo inclui uma ampla variedade de objetos**, alguns dos quais se subdividem-se em várias categorias:
 - Quasares y QSOs
 - Galáxias Seyfert 1/Seyfert 2
 - Objetos BL Lac / blazares
 - LINERS
 - Rádio galáxias



O Modelo Unificado de AGNs



BLR < 0.1 pc
Torus < 1 pc
NLR ~ 0.1 – 1 Kpc

**Fonte central + BLR
não-resolvida!!!!**

Por que estudar AGNs:

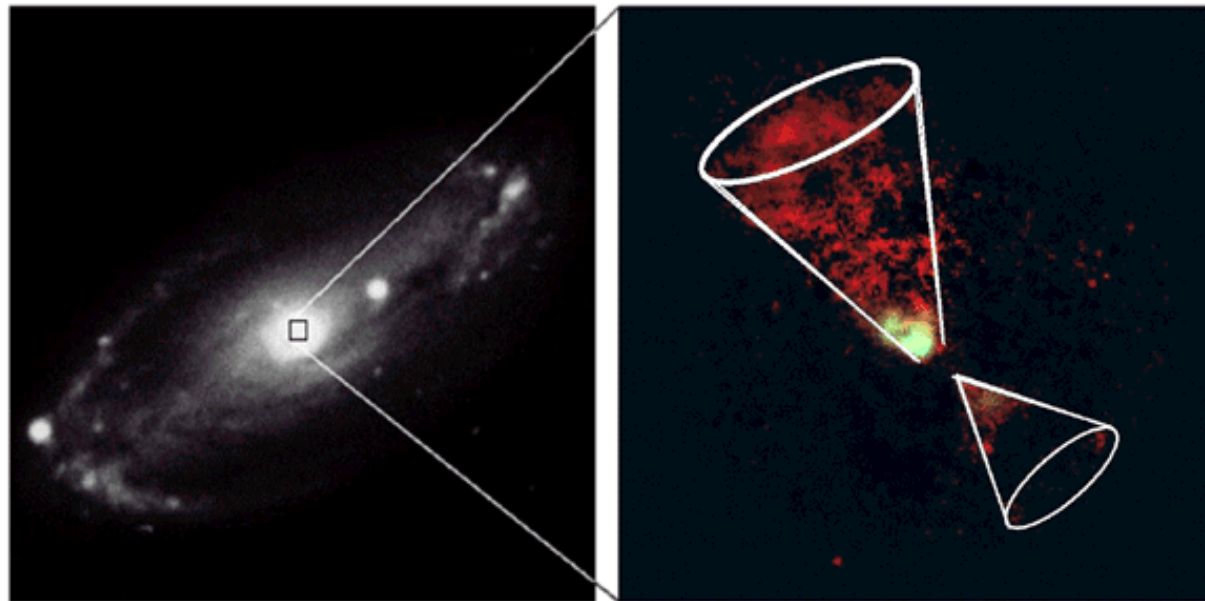
- O motor central é um SMBH, o objeto astrofísico mais exótico conhecido. Acesso a um sistema que seria elusivo de qualquer outra forma.
- O acréscimo de matéria por um SMBH é eficiente ($\xi \sim 0.1$). Entender como grandes quantidades de energia (1-1000x a luz da galáxia hospedeira) são produzidas em uma região tão compacta é um dos principais objetivos no campo.
- **Os AGNs são laboratórios naturais de altas energias** onde relatividade geral, partículas ultra-relativistas, campos magnéticos, hidrodinâmica e transferência radiativa estão todas interligadas.
- **Evolução de galáxias em geral** Os Quasares são reconhecidos como sondas cosmológicas:
 - * Velas Cosmológicas
 - * Evolução do IGM pelas linhas de absorção na linha de visada
 - * Conexão AGN - Starburst.

A Região de linhas estreitas

NGC 5728

Hubble Space Telescope

Wide Field / Planetary Camera



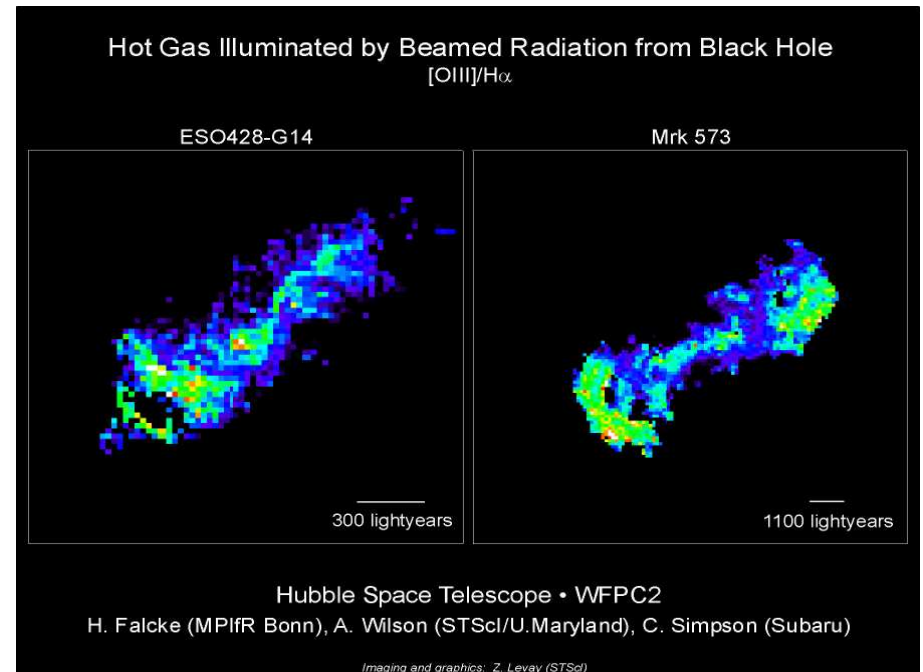
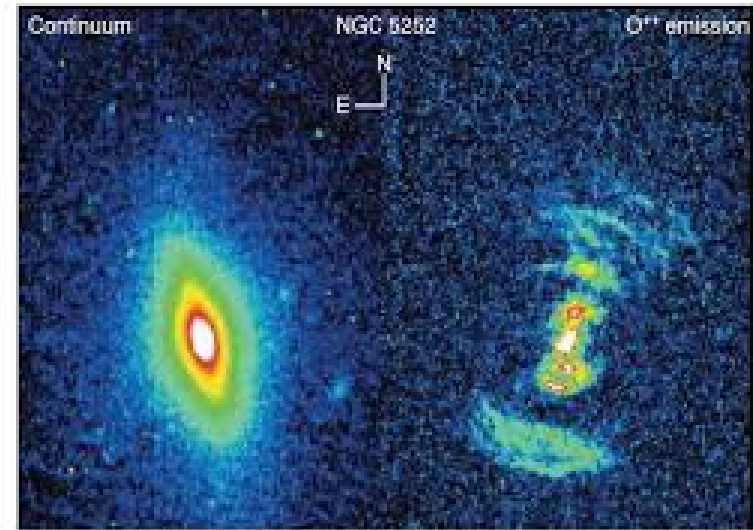
Ground View

HST View

``Cones de ionização'' em NGC 5728

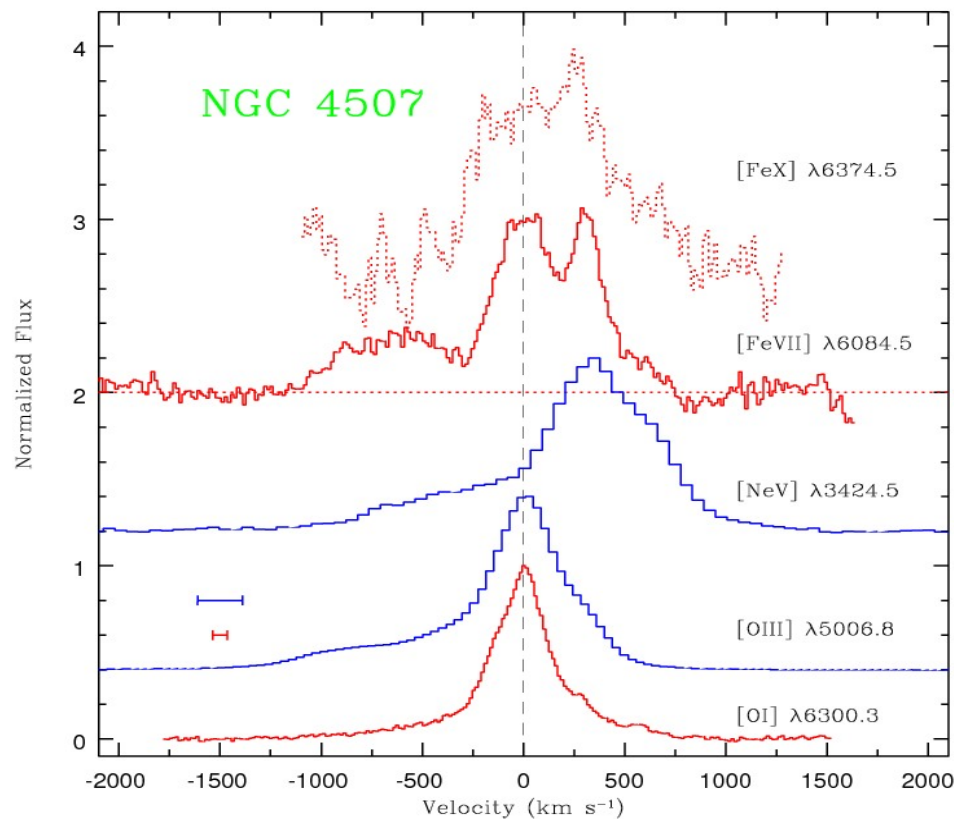
Questões relevantes à NLR

- Geometria do gás emissor
- Estrutura de ionização e mecanismos de excitação dominantes
- Cinemática e dinâmica do gás
- Choques? Outflows? Ventos?
- Interação do gás com o jato?
 - Influencia apenas na dinâmica ou também na excitação do gás?
- Distribuição da poeira
- Pouco estudada no NIR



Linhas Coronais

- Além das linhas da BLR e NLR clássicas, os AGNs apresentam linhas de íons altamente ionizados, também conhecidas como “linhas coronais” (CLs).
- CLs são transições proibidas dentro do nível fundamental, com potencial de ionização > 100 eV e excitadas por colisões.



- Tendem a ser mais largas que as linhas proibidas de menor ionização (Phillips & Osterbrock 1975).
- Usualmente deslocada para o azul em relação à velocidade sistémica da galáxia (Penston et al. 1984).

Estamos interessados em:

- Distribuição do fluxo das LCs ao longo do eixo espacial

- * Comparação com o gás de baixa ionização

- Extensão física e morfologia da CLR.

- Cinemática do gás coronal

- * Perturbado em regiões onde o jato-rádio interage com a NLR ??

- * Compatível com a rotação do disco ou associado a um vento?

- * Mapas de velocidade radial e FWHM com a distância

- Úteis para estudar o *feedback* em AGNs através de escoamentos de gás ionizado, agora reconhecidos como um ingrediente crucial na relação MBH - σ^* (e.g. Gebhardt et al. 2000).

Colaboradores: Fábio Pinto Rodrigues (UNIFEI); Ximena Mazzalay (Max Planck-Alemanha)
Almudena Prieto (IAC, Espanha); Yaherlyn Díaz (INPE).

Vários modelos têm sido considerados para explicar as CLs:

- ▶ **Ventos originados no tórus de gás e poeira**
(e.g., Pier & Voit 1995; Nagao et al. 2000; Mullaney et al. 2009; Rose et al. 2015).
- ▶ **Uma componente altamente ionizada da NLR interna**
(e.g., Komossa & Schulz 1997; Ferguson, Korista & Ferland 1997b; Binette et al. 1997).
- ▶ **Uma componente de baixa densidade do ISM** (Korista & Ferland 1989).
- ▶ **Choques entre o jato rádio jet e o ISM** (Contini & Viegas 2002; Rodríguez-Ardila et al. 2006, 2016; Mazzalay et al. 2013)

Estudos IFU da CLR

- Estudar os perfis e a distribuição de luz de [FeVII] no óptico e de [SiVI], [SiVII], [SVIII], [SIX] no NIR.
- Mapear a cinemática da CLR e a sua relação com o jato rádio através de observações AO (NIFS, SINFONI). A escala angular atingida é de ~5-10 pc.
- Comparar razões de linhas de alta ionização com modelos para intuir as condições físicas do gás de alta ionização.

Mapeamento 3D de linhas Coronais: NGC 1068

➡ Alongada na direção
NE-SW.

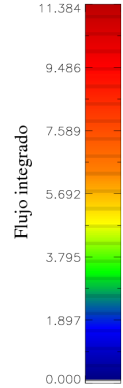
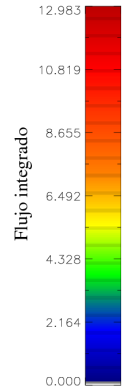
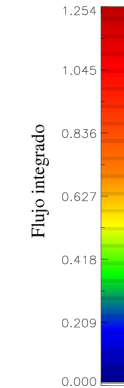
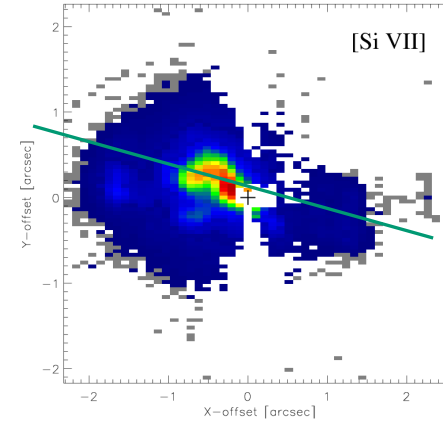
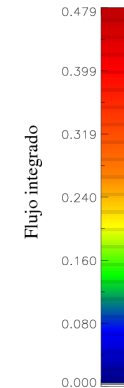
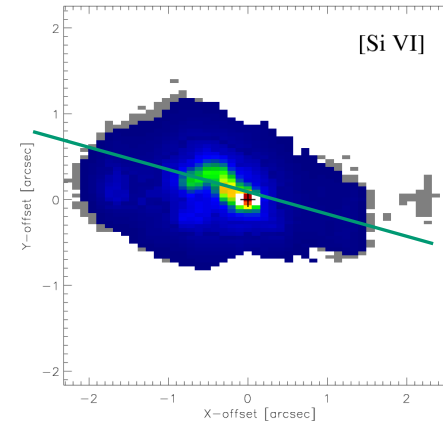
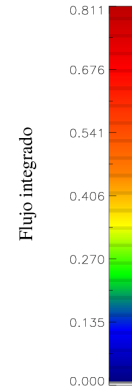
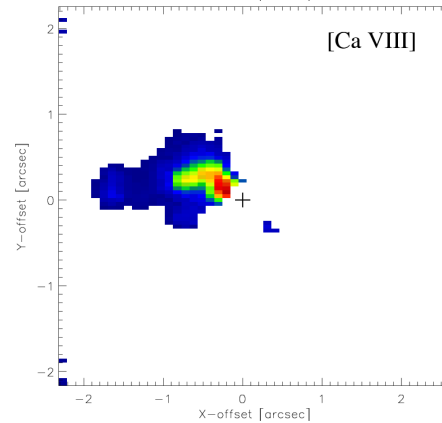
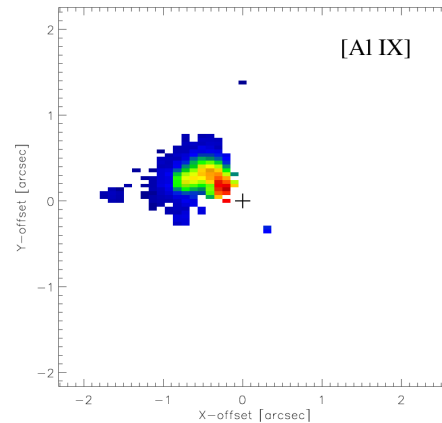
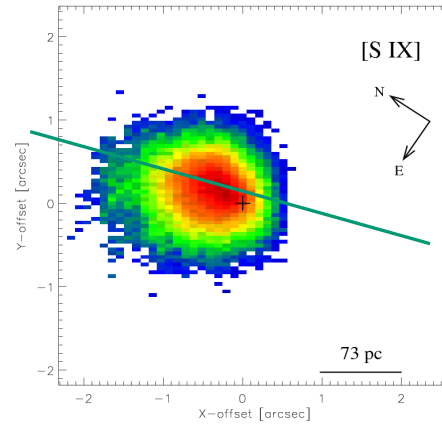
➡ Morfologia irregular.

➡ Regiões mais
brilhantes no N-NE do
núcleo. Arco que se
estende por $\sim 0.8''$.

➡ No SW, emissão mais
fraca (extinção).

➡ Extensão:

- NE: $2.3'' \sim 170$ pc
- SW: [SiVI] & [SiVII]
têm um segundo
pico em $\sim 2.2''$
- SW: [SIX] $< 1''$



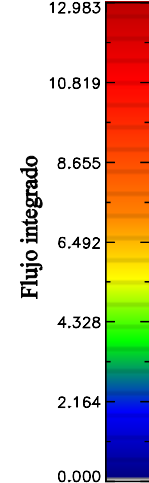
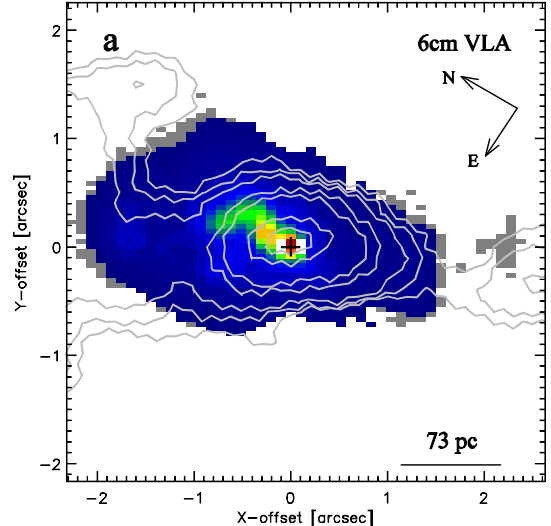
Mazzalay, Rodríguez-Ardila &
Komossa (2013).

Results found are
compatible to those of
Müller-Sanchez et al.
2011.

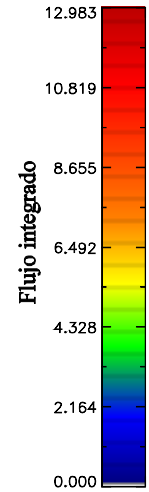
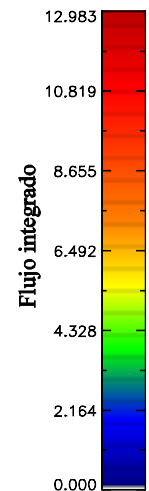
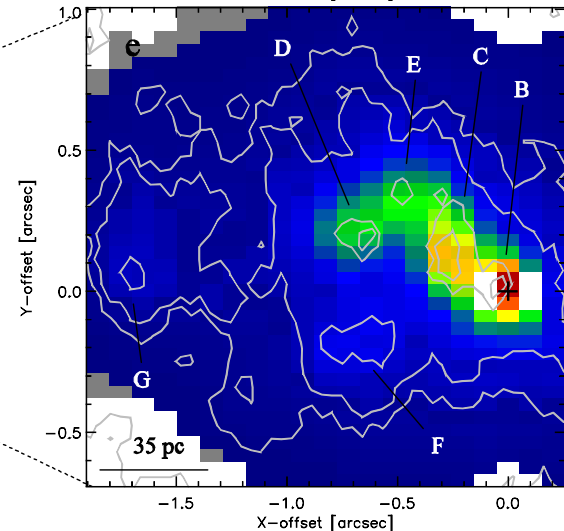
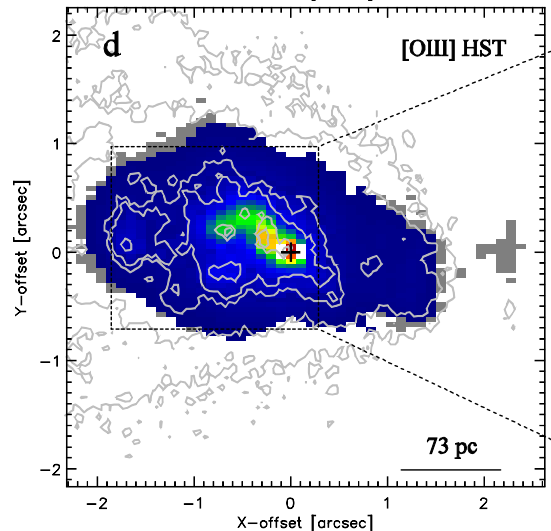
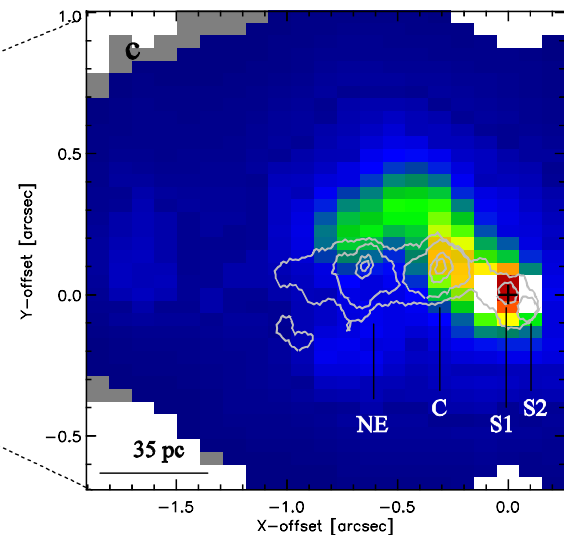
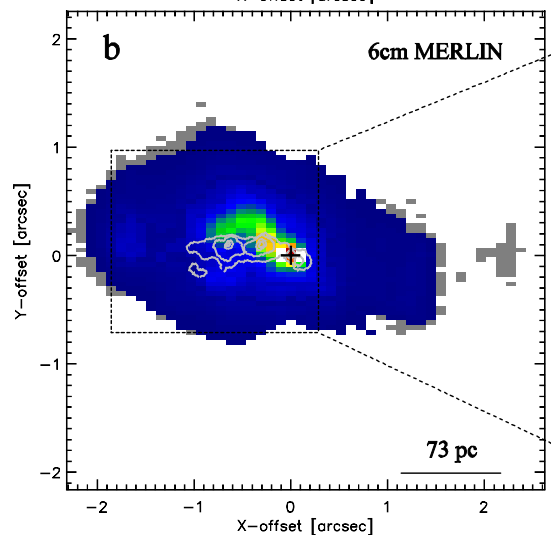
Amostra com +5 galáxias em estudo!!!!

[SiVI], [OIII] and radio emission

- ➡ [SiVI] similar à [OIII]
- ➡ [SiVI] alongada na direção do radio-jet
- ➡ Em escalas menores (Merlin): o jato cria um canal, incrementa a densidade do gás (e a sua emissão na borda).
- ➡ O jato tem um papel fundamental na morfologia do gás da CLR em NGC1068.

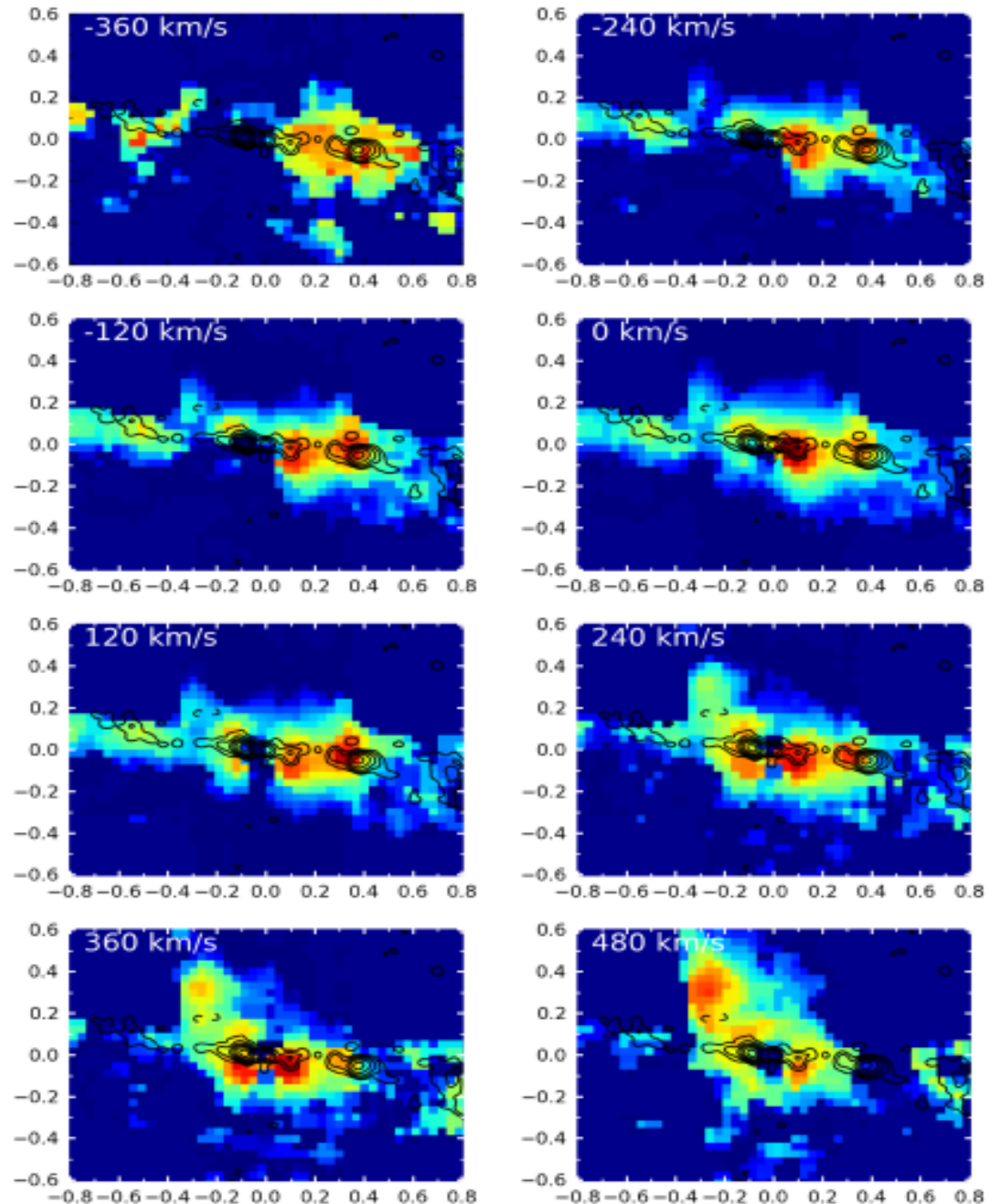


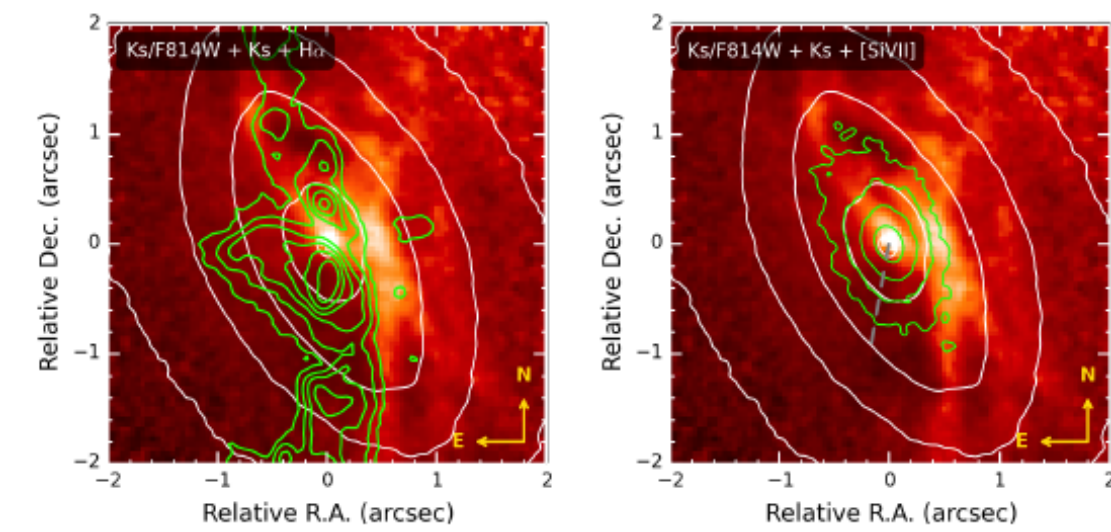
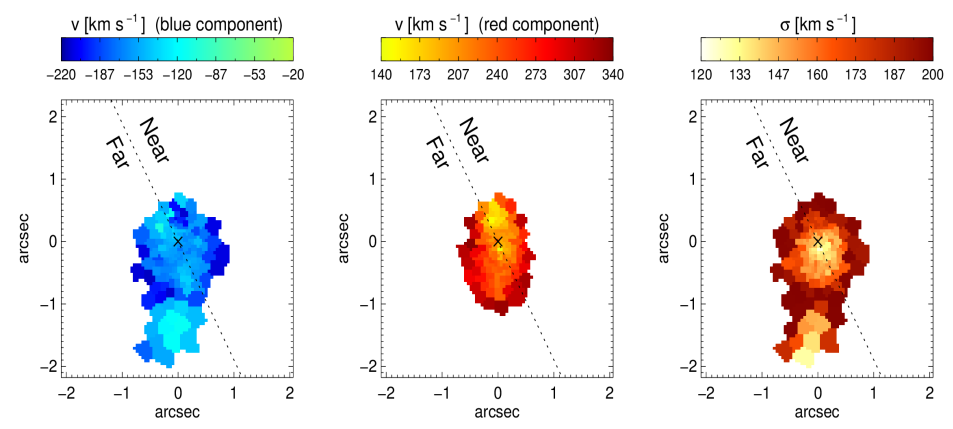
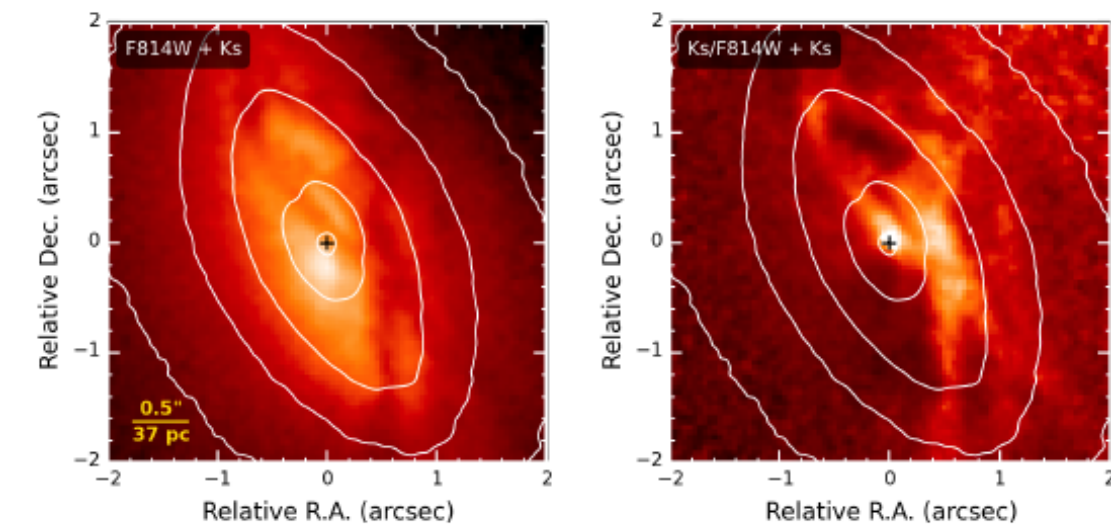
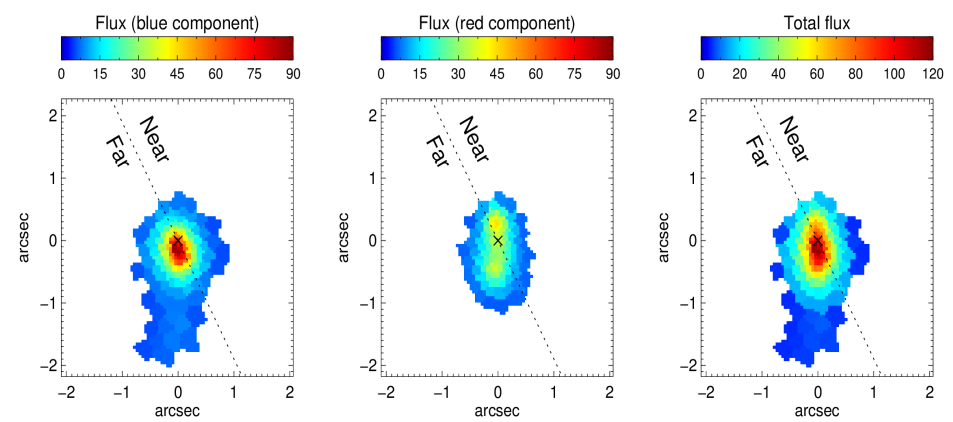
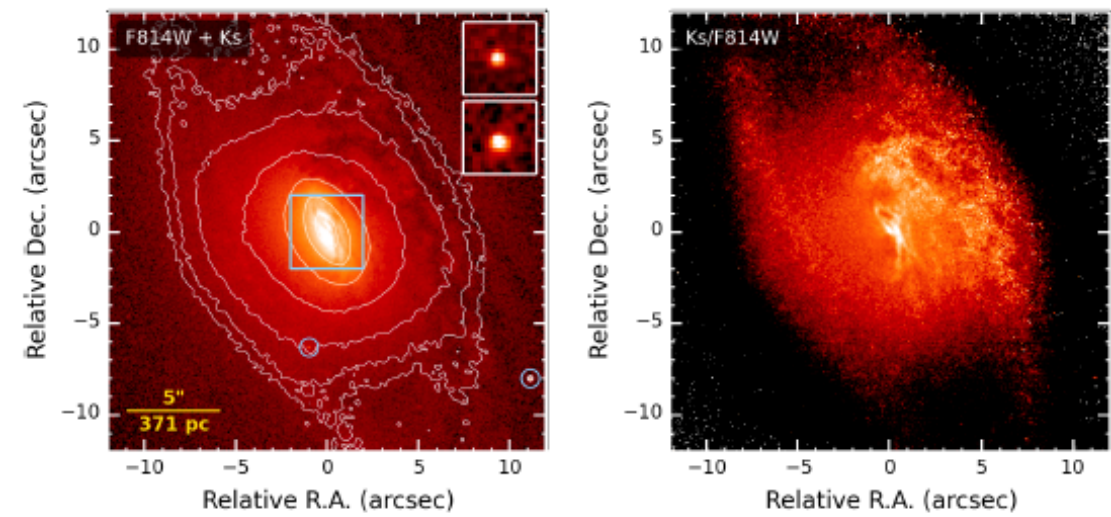
Mazzalay, Rodríguez-Ardila et al. (2013).



NGC 4151 – Emissão de [SiVI]

- Cor vermelha destaca as regiões com maior emissão de [SiVI].
- [SiVI] mais intenso é observado em ou ao redor dos nós de rádio.
- Sugere uma relação estreita entre gás coronal e choques gerados pelo jato.
- 1" ~ 64 pc.
- Norte para cima, leste para a esquerda.





Distribuição de fluxo (painéis superiores) e da posição do centroide do pico da linha coronal [SiVI] 1.963 μm em NGC1386 (SINFONI/VLT +AO). Duas componentes na linha são observadas, evidenciando a presença de um *outflow*. Ainda, a componente azul se estende até distâncias de ~ 150 pc ao sul do núcleo da galáxia. 1"=76 pc. (Rodríguez-Ardila et al. 2016, em preparação).

- Observações de alta resolução espacial são necessárias para estudar as CLs e a física dos hipotéticos escoamentos de gás que as originam.
- No entanto, poucas fontes são próximas o suficiente para resolver espacialmente os parsecs mais internos por meio de técnicas de AO.
- Assim, visando uma maior abrangência nos resultados, a alternativa é utilizar observações realizadas com AO nas fontes mais próximas, e observações limitadas por seeing no caso de fontes mais distantes ($z > 0.03$).

The image features a hypnotic spiral background composed of concentric circles in shades of red and black. The spiral starts from a dark blue/black center and expands outwards. Overlaid on this background is the text "That's all Folks!" written in a white, elegant cursive font. The text is positioned horizontally across the middle of the spiral, with the word "Folks!" ending in a prominent exclamation point.

That's all Folks!