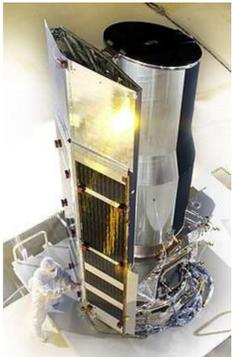


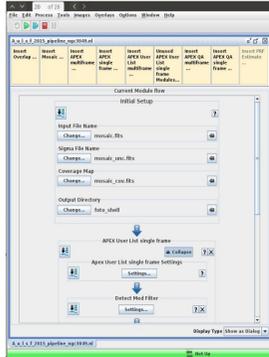
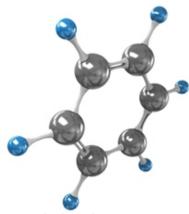
## 1. Resumo

O objetivo global desse projeto é tentar definir se existe ou não uma relação entre galáxias Starburst e galáxias com núcleo ativo (AGN's do inglês). Existindo, qual seria essa relação, bem como quanto e de que modo o núcleo ativo da galáxia pode contribuir para a formação estelar. O trabalho realizado no último ano teve o intuito de começar a responder essa pergunta a partir de estudos fotométricos no infravermelho médio de uma amostra de dez galáxias Starburst de morfologias distintas. Foram utilizadas imagens públicas obtidas do banco de dados on-line do telescópio espacial Spitzer. Para cada uma das dez galáxias foram baixados imagens dos 4 filtros da câmera IRAC (3.6,4.5,5.8,8.0 $\mu$ m) e dos 3 filtros da câmera MIPS (24,70,160 $\mu$ m) do Spitzer, pegando no mínimo duas missões astronômicas distintas para cada galáxia. A redução dos dados dessas dez galáxias foi feita a partir das imagens produzidas pela pipeline (Basic Calibrated Data, BCDs). Os processos pós-pipeline das imagens observadas com IRAC foram realizados usando o código MOPEX que consiste em um refinamento do apontamento, "muxbleed", correções por flatfield, mascaramento de pixels ruins e raios cósmicos, montagem de múltiplos DCEs por observações e extrações de fontes que incluem ruído, background e estimativa da PRF (Point Response Functions). Escolhemos a galáxia NGC 1512 - uma galáxia SB(r)a de baixo redshift - para determinar a natureza das fontes ionizantes. Utilizando o software DS9 foram escolhidas visualmente regiões brilhantes no filtro de 8.0 $\mu$ m, localizadas no núcleo, barra e braços espirais da galáxia. Utilizando o MOPEX, foi realizada a fotometria de abertura dessas regiões HII, bem como a fotometria integrada da galáxia nos quatro filtros 3.6,4.5,5.8,8.0 $\mu$ m, para duas missões astronômicas distintas. Por último, com os dados fotométricos obtido, foram construídos diagramas de diagnósticos cor-cor, utilizados na literatura para separar regiões de formação estelar recente de restos de supernova e núcleos ativos de galáxias. A maioria das regiões HII observadas em NGC 1512 tem cores típicas de regiões de formação estelar recente, porém identificamos no anel circumnuclear algumas regiões, cujas cores são características de remanescentes de Super Novas.

## 2. Instrumentação

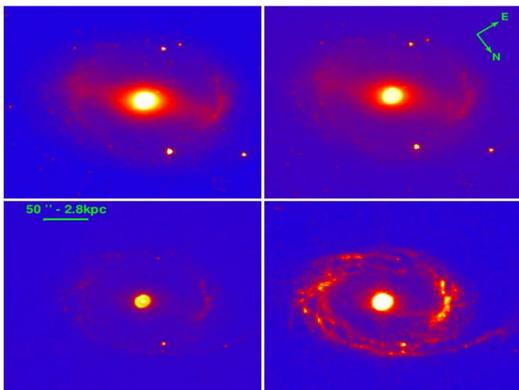


**Fig. 2:** Modelo de uma molécula de PAH. Associa-se sua assinatura vibracional (emissão em 8.0 $\mu$ m) com regiões de intensa formação estelar.



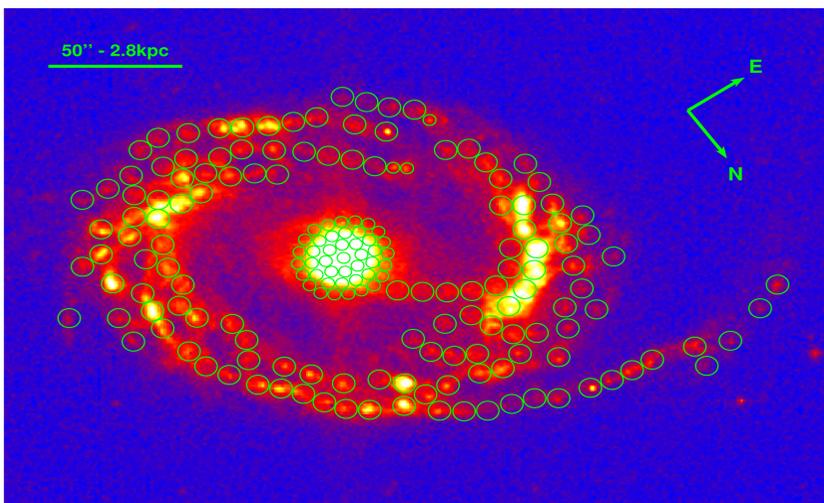
**Fig. 3:** O software Mopex (a cima) foi utilizado tanto no processo de redução de imagens (Fig. 4) quanto na fotometria de abertura das regiões HII (Fig. 5).

## 3. Redução de imagens: NGC1512



**Fig. 4:** Painel superior: na esquerda filtro de 3.6 $\mu$ m, na direita filtro de 4.5 $\mu$ m. Painel inferior: na esquerda filtro de 5.8 $\mu$ m, na direita filtro de 8.0 $\mu$ m. Cores mais "amareladas" indicam maior intensidade de radiação em cada filtro. Nota-se o contraste entre a emissão difusa em 3.6 $\mu$ m - característica do contínuo estelar - em relação a emissão pontual dos "hot spots" (regiões HII) em 8.0 $\mu$ m - característica de PAH's (Fig. 2).

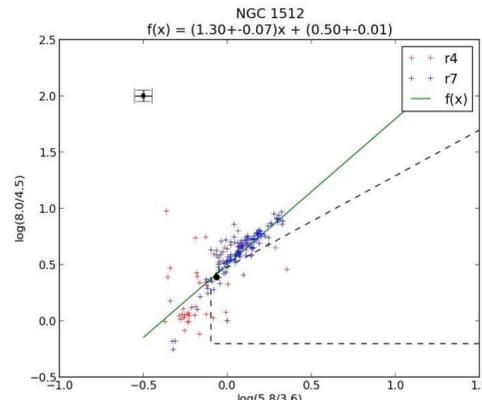
## 4. Fotometria de regiões HII



**Fig. 5:** A escolha das regiões HII foi feita visualmente utilizando o DS9. Escolhemos o filtro de 8.0 $\mu$ m (emissão de PAH's) para delimitar as posições e raios das regiões HII, afinal é a assinatura nesse comprimento de onda que é a marca das regiões de intensa formação estelar. As mesmas posições obtidas com o filtro de 8.0 $\mu$ m foram usadas na fotometria dos outros 3 filtros. Foram usados dois tamanhos de abertura com raios igual a 4 pix. ( regiões circum-nucleares) e 7 pix. para as restantes. A contribuição do céu é a mesma para todos as regiões analisadas.

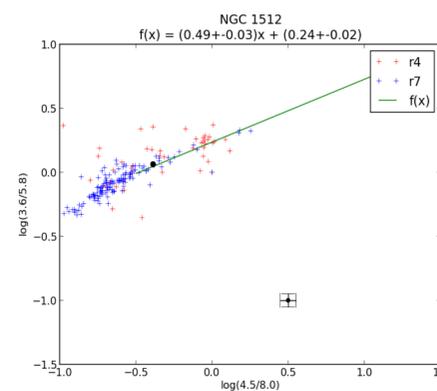
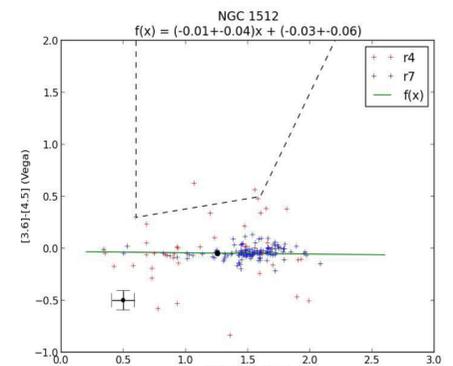
## 5. Diagramas Diagnósticos

Escolhemos 4 diagramas cor-cor para basearmos a nossa análise: o de Donley et al. (2012) no espaço de cor de Lacy et al. (2004,2007) [1], o de Donley et al. (2012) no espaço de cor de Stern et al. (2005) [1], o de Verley et al. (2007) no espaço de cor de Reach et al. (2006) [4] e o de Verley et al. (2007) diferente espaço de cor [4]. Cada um desses diagramas relaciona o tipo de fonte de radiação com uma devida localização específica no diagrama, assim, galáxias Starbursts e regiões HII tem posições bem definidas nesses diagramas. Desse modo construímos esses 4 diagramas diagnósticos com os nossos dados fotométricos da NGC 1512.



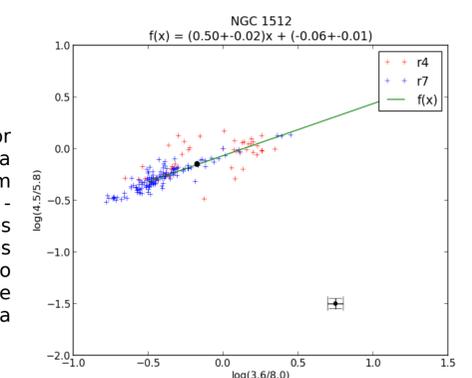
**Fig. 6:** NGC 1512 no espaço de cor de Lacy et al. (2004,2007) [2]. Cada cruz representa uma região HII da galáxia, onde as vermelhas são de raio igual a 4 pixels e as azuis de raio igual a 7 pixels. O círculo sólido preto é o fluxo integrado de toda a galáxia. O círculo sólido com uma cruz não tem significado físico, é só para dar a dimensão das barras de erro. A linha pontilhada delimita a fronteira entre Starburst e AGN. Galáxias Starburst tendem a ficar fora dessa região enquanto que a parte de dentro é ocupada por AGN's. O diagrama mostra que a região ocupada pelas RHII de NGC 1512 corresponde com a região ocupada por uma galáxia Starburst de baixo redshift.

**Fig. 7:** NGC 1512 no espaço de cor de Stern et al. (2005) [3]. Mesma legenda da Fig. 6. A linha pontilhada também delimita a fronteira entre Starburst e AGN. Galáxias Starburst tendem a ficar fora dessa região enquanto que a parte de dentro é ocupada por AGN's. O diagrama mostra que a região ocupada pela NGC 1512 corresponde com a região ocupada por uma galáxia Starburst de baixo redshift, confirmando o resultado acima encontrado.



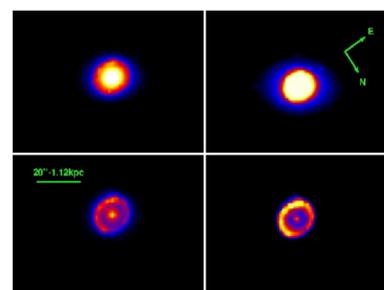
**Fig. 8:** NGC 1512 no espaço de cor de Reach et al. (2006). Mesma legenda da figura 4. A maioria das nossas regiões HII da NGC 1512 ocupam, no nosso diagrama, exatamente a localização prevista para regiões HII, porém certo número de pontos (o aglomerado de cruzes vermelhas sobre a curva verde) ocupam o que seria a região associada a remanescentes de supernovas de acordo com [4].

**Fig. 9:** NGC 1512 em outro espaço de cor de Verley et al. (2007). Mesma legenda da Fig. 7. Nesse diagrama usamos um diferente espaço de cor utilizado em [4] - onde é possível separar melhor as regiões HII (aglomerado de cruzes azuis) dos remanescentes de super nova (aglomerado de cruzes vermelhas sobre a curva verde) e de nebulosas planetárias (região bem acima na f(x) onde não temos nenhuma cruz).



## 6. Conclusões e Perspectivas

1. Das imagens observadas nos quatro filtros concluímos que o filtro de 8 $\mu$ m permite identificar as regiões HII, pois é dominado pela emissão dos PAH's.
2. Os diagramas de diagnósticos no espaço de cor de Lacy e Stern (Fig. 6,7) mostram que a maioria das regiões HII observadas em NGC 1512 têm cores típicas de regiões de formação estelar recente.
3. Os diagramas  $\log(3.6/5.8) \times \log(4.5/8.0)$  e  $\log(4.5/5.8) \times \log(3.6/8.0)$  (Fig. 8, 9) permitiram identificar no anel circumnuclear algumas regiões, cujas cores são características de remanescentes de Super Novas.
4. Estender as análises fotométricas para mais nove galáxias, das quais já temos imagens reduzidas em todos os filtros das câmeras IRAC e MIPS, totalizando 146 imagens prontas para serem analisadas.
5. Investigar espectroscopicamente a região circumnuclear da NGC1512 (Fig. 10) afim de melhor caracterizar as fontes ionizantes da mesma.



**Fig. 10:** Mesma imagem da Fig.4, porém com um zoom central evidenciando um belo anel de formação estelar circumnuclear da NGC1512. Futuras análises espectroscópicas da região darão mais informações sobre as características das fontes ionizantes.

## 7. Referências

- [1] Donley, J. L.; Koekemoer, A. M., 2012ApJ, 748, 142D.
- [2] Lacy, M., Petric, A. O., Sajina, A., et al. 2007, AJ, 133, 186.
- [3] Stern, D., Eisenhardt, P., Gorjian, V., et al. 2005, ApJ, 631, 163.
- [4] Verley, S.; Hunt, L. K., 2007A&A, 476, 1161V.
- [5] Reach, W. T., Rho, J., Tappe, A., et al. 2006, AJ, 131, 1479.
- [6] <http://sha.ipac.caltech.edu>