

OBJETOS ESTELARES JOVENS EMBEBIDOS EM REGIÕES HII ULTRACOMPACTAS**Milton Vinícius Diogo de Sousa Cássio Leandro Dal Ri Barbosa**Universidade do Vale do Paraíba, Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova - São José dos Campos - SP,
milton_diogo@yahoo.com.br, cassio@univap.br.

Resumo - O presente trabalho teve a finalidade de identificar a contrapartida no infravermelho próximo da fonte ionizante de regiões HII Ultracompactas relacionadas dos catálogos de rádio de Wood & Churchwell e Kurtz et al., a partir de observações efetuadas no Laboratório Nacional de Astrofísica. Além da identificação, foi feita uma caracterização de suas distribuições espectrais de energia. As regiões HII Ultra Compactas que tiveram as contrapartidas identificadas são G10.30-0.15, G18.14-0.28, G18.30-0.39 e G28.29-0.36.

Palavras-chave: Astronomia, Estrelas, Regiões Ultracompactas HII

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra

Introdução

As estrelas de alta massa têm um papel importante na evolução das galáxias. São fontes de elementos pesados, *momentum*, massa e energia injetados no meio interestelar. A radiação ultravioleta dessas estrelas aquece a poeira das nuvens moleculares proto-estelares e produzem regiões HII ultracompactas. Entretanto, questões importantes como o tempo de vida nas regiões HII, qual a estatística de estrelas atualmente confinadas em nuvens moleculares, qual a sua taxa de formação na Via Láctea ainda permanecem em aberto. Por estarem imersas em suas nuvens progenitoras, as estrelas de alta massa permanecem invisíveis em comprimentos de onda no óptico até que seu processo de formação tenha se encerrado e a estrela já esteja na sequência principal. A alta opacidade de regiões de formação de estrelas de alta massa em comprimentos de onda no visível impede a identificação de candidatas a fonte ionizante de regiões HII ultracompactas.

Estrelas de alta massa são formadas em aglomerações mornas e densas de nuvens moleculares conhecidas como “núcleos pré-estelares” (*prestellar cores*, ou PSCs). Os PSCs são o estágio evolutivo mais jovem de uma estrela em processo de formação (CHURCHWELL, 2002). Neste estágio não há ainda uma estrela central formada e por isso eles não são detectados no infravermelho próximo (NIR) ou em comprimentos de ondas de rádio. PSCs têm, em média, temperaturas entre 10-20 K e são aquecidos pela radiação ultravioleta (UV) do meio interestelar. Nesta temperatura a distribuição espectral de energia (SED) típica de um PSC tem um máximo no infravermelho distante (FIR) em $\sim 200 \mu\text{m}$. Entretanto, PSCs podem ser detectados entre 4-8 μm como fontes em absorção contra o fundo das

nuvens moleculares, ou como fontes em emissão no FIR e sub-milimétrico (sub-mm) e possuem linhas rotacionais de CO, entre outras moléculas. Quando a captura de matéria diminui bastante ou mesmo termina, os fótons do contínuo de Lyman emitidos pela estrela de alta massa conseguem finalmente escapar e ionizam o gás em seu ambiente e uma região HII ultracompacta (UCHII) é formada. As regiões UCHII têm também SEDs largas e com um máximo em $\sim 100 \mu\text{m}$ como os “Hot Cores”, mas eventualmente são detectados no NIR (WOOD & CHURCHWELL 1989; HANSON, LUHMAN & RIEKE 2002). O gás ionizado é cercado por poeira morna ($\sim 200\text{-}300 \text{ K}$) o que faz as fontes destacadas no infravermelho médio (MIR). Conforme a estrela evolui, a região UCHII expande-se e a nuvem original de gás e poeira é varrida por ventos estelares intensos. Finalmente a estrela ionizante torna-se visível, mas nesse estágio deve ter percorrido 10-15% do seu caminho evolutivo após a sequência principal de idade zero e questões importantes a respeito da formação de estrelas de alta massa e seu ambiente de formação não podem mais ser respondidas (GARMANY 1994).

A identificação espectral da fonte ionizante de regiões UCHII era um desafio observacional aparentemente intransponível. Isso porque a estrela, invariavelmente, está embebida em seu casulo de gás e poeira em forma muito profunda. Além disso, a emissão circumstelar é tão intensa que vela as linhas fotosféricas da estrela jovem, impedindo sua identificação espectral. Esta dificuldade pôde ser contornada recentemente efetuando-se observações com o auxílio de óptica adaptativa (AO), em especial com o uso de uma estrela de guiagem laser. Com esta técnica é possível atingir uma resolução espacial da ordem de $0,1''$ e com isto minimizar a emissão nebular da região HII, recuperando a emissão fotosférica da

estrela. A AO mostrou que pesquisas das regiões UCHII tem esperança, pois com ela é possível suplantar as dificuldades encontradas durante duas ou três décadas de pesquisa. O presente trabalho utilizou-se de técnicas observacionais no NIR e MIR, onde a opacidade é bem menor, para identificar e caracterizar as contrapartidas no infravermelho de regiões UCHII.

Metodologia

As imagens das regiões UCHII foram obtidas pelo orientador deste trabalho com a CamIV, no Observatório Pico dos Dias nas noites dos dias 23 a 30 de julho de 2002. Essas imagens foram reduzidas em ambiente IRAF, seguindo o procedimento padrão para reduções de dados no infravermelho próximo. Inicialmente as imagens nas bandas J (1,25 μm), H (1,6 μm) e C1 (2,2 μm) (que nos dá acesso à banda K) foram corrigidas de linearidade, foram subtraídas de *dark* e divididas pelo *flatfield*. Em seguida, imagens de um campo adjacente foram usadas para subtração de fundo de céu. Finalmente, todas as imagens foram combinadas na imagem final que foram corrigidas de pixels ruins.

Como o objetivo deste trabalho foi a identificação das contrapartidas NIR, todas as imagens tiveram suas coordenadas locais transformadas em coordenadas celestes de acordo com a astrometria fornecida pela identificação dos mesmos campos em imagens do 2MASS. A precisão obtida neste procedimento foi inferior a 1". A identificação das regiões UCHII foi possível a partir da sobreposição das curvas de nível de emissão rádio, dos catálogos de Kurtz et al. (1994) (KCW) e Wood & Churchwell (1989) (WC), que foram gentilmente cedidos pelos autores. A tabela 1 mostra as regiões UCHII estudadas e quais delas tiveram suas contrapartidas NIR detectadas.

Tabela 1 - Regiões UCHII observadas no OPD/LNA com a CamIV.

Região UCHII	Deteção nas bandas J, H e K
G10.15-0.34	Não
G10.30-0.15	Sim
G18.14-0.28	Sim
G18.30-0.39	Sim
G20.08-0.14	Não
G28.29-0.36	Sim
G33.5+0.20	Não

Resultados e Discussão

Das sete regiões UCHII utilizadas neste trabalho, não foi possível obter as contrapartidas NIR de três, as quais: G10.15-0.34, G20.08-0.14 e G33.5+0.20. Esse percentual também foi encontrado por Hanson et al. (2002) em seu "survey" de UCHII. As figuras 1, 2, 3 e 4 mostram as estrelas apontadas como sendo as estrelas ionizantes de cada umas das regiões UCHII.

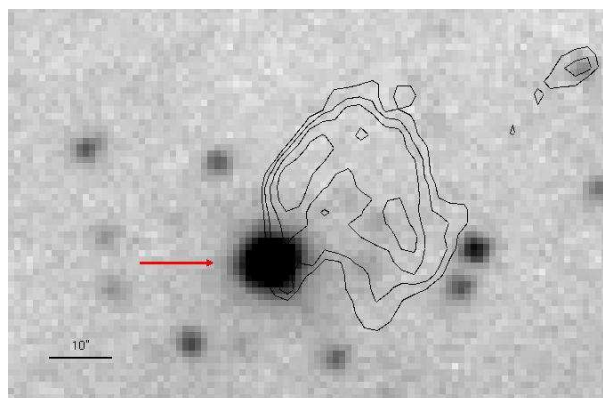


Figura 1 - Detalhamento da posição da estrela ionizante de G10.30-0.15. As curvas de nível representam o contínuo rádio em 3,6 cm (KCW). A seta vermelha aponta a estrela ionizante. O Norte está para cima e o Leste para a esquerda.

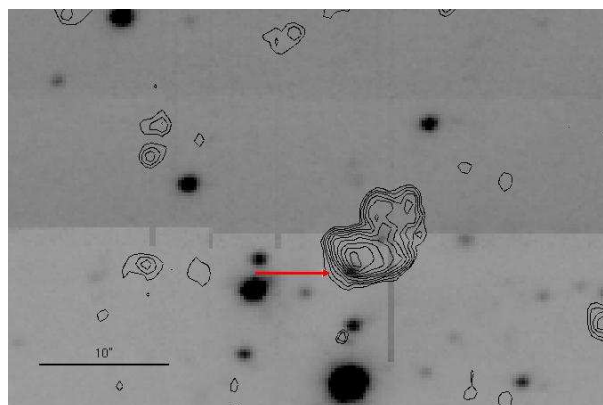


Figura 2 - O Mesmo da figura 1, mas para G18.14-0.28.

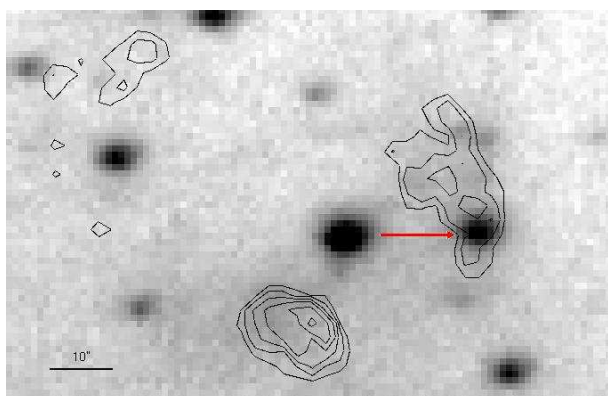


Figura 3 - O mesmo da figura 1, mas para G18.30-0.39.

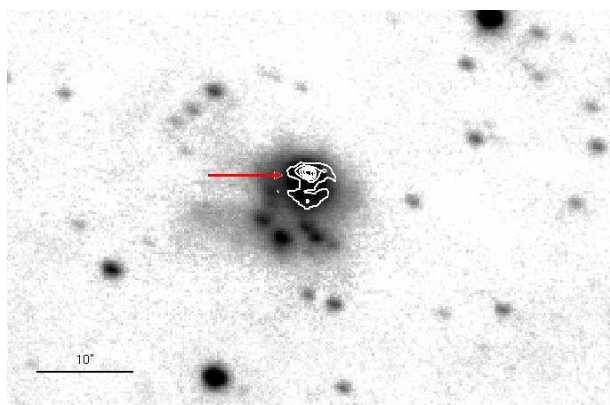


Figura 4 - O mesmo da figura 1, mas para G28.29-0.36.

As coordenadas dos objetos apontados como sendo as estrelas ionizantes das regiões são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Coordenadas das estrelas ionizantes das regiões UCHII.

Região UCHII	Coordenadas da estrela ionizante	
	A.R. (2000)	Dec. (2000)
G10.30-0.15	18:08:56.166	-20:05:56.83
G18.14-0.28	18:25:01.109	-13:15:40.31
G18.30-0.39	18:25:41.972	-13:10:18.70
G28.29-0.36	18:44:15.103	-04:17:55.49

Neste trabalho foi assumida a fotometria fornecida pelo 2MASS, uma vez que o processo de subtração de céu testada pelo orientador deste trabalho não produziu resultados satisfatórios. A tabela 3 lista os resultados obtidos do banco de dados do 2MASS, com as respectivas incertezas.

Tabela 3: Valores das magnitudes nas bandas J, H e K das regiões UCHII.

Região UCHII	J (mag)	H (mag)	K (mag)
G10.30-0.15	11.66(±0.01)	10.72(±0.02)	10.28(±0.02)
G18.14-0.28	14.16(±0.01)	13.15(±0.16)	11.19(±0.08)
G18.30-0.39	15.28(±0.01)	12.75(±0.07)	10.15(±0.07)
G28.29-0.36	12.64(±0.08)	9.68(±0.06)	7.32(±0.01)

Por fim, as magnitudes obtidas foram convertidas em fluxos absolutos, sendo usados para caracterizar a SED das fontes e construir um gráfico da SED. As SEDs obtidas são apresentadas nas figuras 5, 6, 7 e 8, onde os círculos representam dados obtidos de WC e KCW e os losangos os dados obtidos nesse projeto. Para as regiões G10.30-0.15 e G18.14-0.28 este trabalho é o primeiro a fornecer as magnitudes no NIR das estrelas ionizantes.

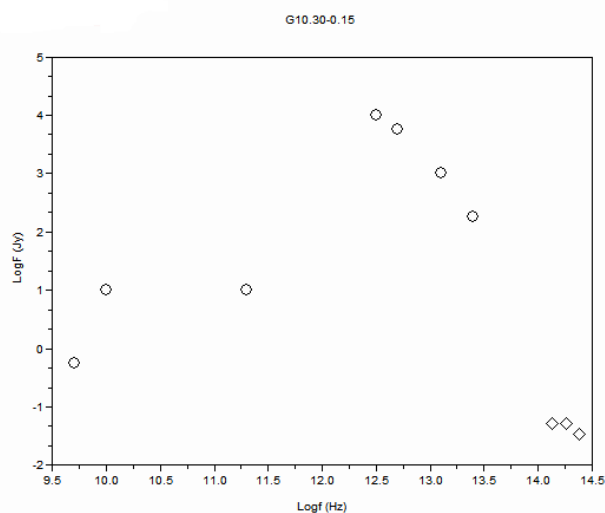


Figura 5: Distribuição espectral de energia de G10.30-0.15. Os pontos representados por círculos foram obtidos de WC89 e/ou KCW94 e os losangos representam fluxos obtidos neste trabalho.

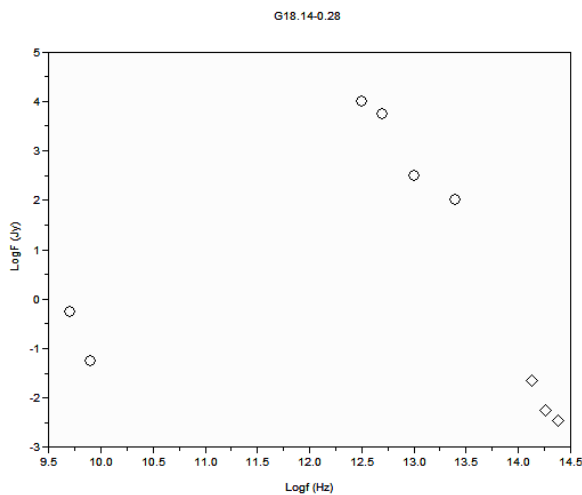


Figura 6: O mesmo da Figura 5, mas para G18.14-0.28.

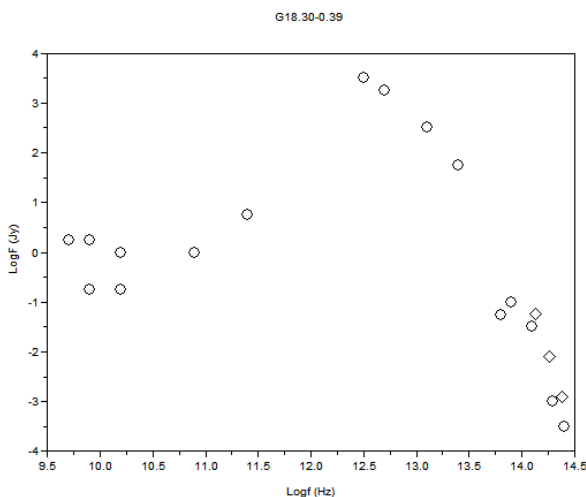


Figura 7: O mesmo da Figura 5, mas para G18.30-0.39.

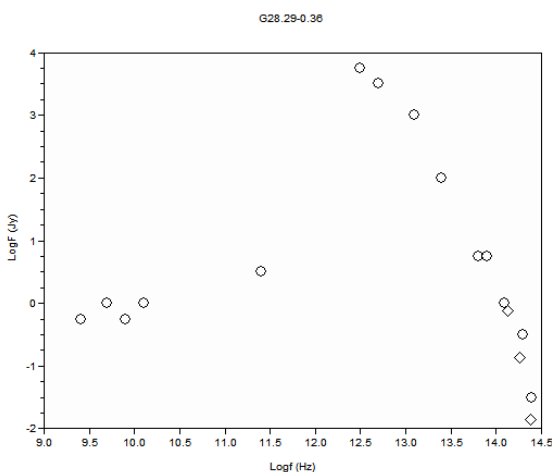


Figura 8: O mesmo da Figura 5, mas para G28.29-0.36.

Conclusão

Neste trabalho foram identificadas as contrapartidas NIR de 4 regiões UCHII de uma lista com 7 objetos observados no OPD/LNA com a CamIV. Para essas 4 regiões, foram contruídas as SEDs, oferecendo uma caracterização inédita no NIR para as regiões G10.30-0.15 e G18.14-0.28. As regiões G18.30-0.39 e G28.29-0.36 já possuíam estimativas de fluxo nesses comprimentos de onda, mas essas estimativas foram obtidas de imagens de baixa resolução espacial e/ou com grandes aberturas, o que fez incluir grande contribuição da emissão estendida destes objetos.

O percentual de sucesso na identificação das regiões UCHII é semelhante ao encontrado em trabalhos anteriores. As regiões em que não foi possível obter essa identificação estão profundamente embebidas em seus casulos de gás e poeira, em estágios mais precoces de evolução. As regiões identificadas serão incluídas em um "survey" de identificação espectroscópica atualmente conduzido pelo orientador deste trabalho com o uso do espectrógrafo NIFS no observatório Gemini Norte.

Agradecimentos

FAPESP (2009/07385-0).

Referências

- BARBOSA, C.L., BLUM, R.D., CONTI, P.S., DAMINELI, A., & FIGUERÉDO, E. 2008, Apj, 678L, 55.
- BESSELL, M.S. & BRETT, J.M. 1988, PASP 100, 1134.
- BLUM, R.D. & MCGREGOR, P. (2008), AJ, 135, 1708.
- CHUCHWELL, E. 2002, ARA&A 40, 27.
- FIGUERÉDO, E., BLUM, R.D., DAMINELI, A. & CONTI, P.S., AJ 124, 2739.
- GARMANY, C. 1994, PASP 106, 25.
- HANSON, M.M., LUHMAN, K.L. & RIEKE, G.H., 2002, ApJS 138, 35.
- KURTZ S., CHURCHWELL E., WOOD D.O.S. 1994 (KCW), ApJS 91, 659.

XIV INIC

Encontro Latino Americano
de Iniciação Científica

X EPG

Encontro Latino Americano
de Pós Graduação

IV INIC Jr

Encontro Latino Americano
de Iniciação Científica Júnior

- MATHIS, J.S. 1990, ARA&A 28, 37.

- WOOD D.O.S. & CHURCHWELL, E. 1989 (WC),
ApJS 69, 831.