1. O TEMPO DE VIDA DE DISCOS DE ACREÇÃO DE ESTRELAS MASSIVAS

Mario Luís Escobar Gonzalez[1], Cassio Leandro Dal Ri Barbosa[2],
[1] Departamento de Engenharia Mecânica, FEI
[2] Departamento de Fisica, FEI
shiul_114@hotmail.com cbarbosa@fei.edu.br

Resumo: Neste projeto, investigaremos o tempo de vida de discos de acreção em regiões de formação de estrelas de alta massa ($M* > 10$ M $_{solares}$), em que . Para este estudo, contabilizaremos a fração de objetos estelares jovens ainda circundados pelo seu disco de acreção em um aglomerado jovem; a presença dos discos será denunciada pelo índice de cor (K-L) >0,8.

1. Introdução

Estrelas em nossa galáxia se formam em nuvens moleculares gigantes (NMGs), estruturas extensas e auto gravitantes. NMGs tipicamente têm 50 p.c. de extensão, densidade de 100 átomos de hidrogênio/cm^3 e temperatura de 15 K, oriunda do bombardeio de raios cósmicos galácticos e massa total de 105 M $_{solares}$ [1]. A contração da nuvem começa com a perturbação externa, mas nesse longo processo (tempo de queda livre tff ~ 106 anos) a nuvem se fragmenta em milhares de núcleos. Cada núcleo, por sua vez, está em colapso individual e deverá se constituir em pelo menos uma estrela.

Além de auto gravitantes, as NMGs possuem momento angular não nulo, o que faz com que sua contração não seja feita de forma simétrica, ou seja, não há um colapso esférico. Esse efeito é transferido para os núcleos que conservam o momento angular da NMG e, ao se contraírem, projetam as regiões equatoriais formando um disco de acreção. O disco de acreção é, pois, o estágio intermediário de transferência de matéria.

Durante o processo de formação estelar, os objetos estelares jovens (OEJs) estão associados inequivocamente a material circumstelar, fazendo-os fontes brilhantes no infravermelho (comprimento de onda da radiação maior que 1 µm), uma vez que a poeira absorve a radiação em comprimentos de onda menor emitida pela protoestrela central e depois a reemite em comprimentos de onda maiores. Conforme a estrela acumula matéria e evolui para a sequência principal, a distribuição do material circumstelar também se altera, conforme se observa nas mudanças de sua distribuição espectral de energia (DEE). Dessa maneira, as DEEs podem ser usadas como um indicador da idade ou do estágio evolutivo da estrela. Em particular, um excesso na radiação infravermelha, ou seja, tudo aquilo emitido pela protoestrela além da emissão de corpo negro da estrela, é originário na emissão do disco de acreção. [4]

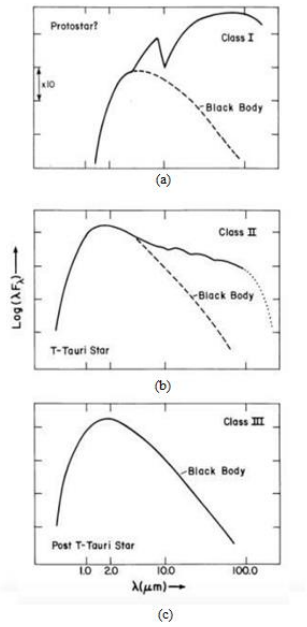

Figura 1: Alteração na distribuição espectral de energia de um OEJ conforme o mesmo evolui. [3]

Na figura 1(a) esta a emissão observada de um núcleo pré estelar, dominada pela emissão térmica do casulo de gás e poeira que envolve a protoestrela em fases iniciais de desenvolvimento. Neste estágio evolutivo a protoestrela ainda não iniciou a queima de hidrogênio e sua fonte de energia advém da emissão térmica da contração do núcleo, representada pela curva de corpo negro. Esta etapa é denominada Classe I. Na figura 1(b), a emissão observada de uma estrela cercada pelo seu disco de acreção. Nessa etapa a estrela já produz energia através da fusão nuclear (representada pelo corpo negro da figura) e o disco de acreção contribui com a emissão térmica observada para grandes comprimentos de onda. Conforme o sistema evolui, o disco se dissipa e o excesso de emissão infravermelha desaparece. Esta etapa é denominada Classe II . Na figura 1(c), a emissão observada de uma estrela já formada. Nessa etapa o disco já se dissipou totalmente e a emissão observada representa unicamente a emissão da estrela. Esta etapa é denominada Classe III .

A evolução da DEE tem profundo reflexo nas cores infravermelhas dos objetos. É possível, através de diagramas cor-cor tais como (JH) x (H-K) ou (J-H) x (K-L), selecionar objetos nas classes evolutivas apresentadas anteriormente para descrever o grau de evolução - portanto a idade - de um aglomerado de formação de estrelas. A figura 2 mostra o uso de

diagramas no infravermelho próximo como método de diagnóstico da classe evolutiva de objetos em aglomerados estelares. Enquanto o diagrama (J-H) x (H-K) é capaz de discernir entre objetos circundados por discos de acreção ou não, o diagrama (J-H) x(K-L) é capaz de separar entre os objetos mais jovens, aqueles em estágios mais anteriores de evolução.

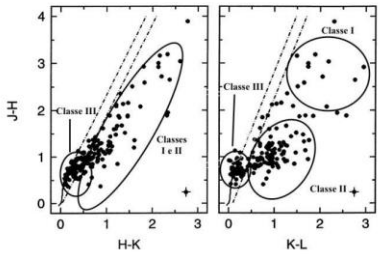

Figura 2: Diagramas cor-cor no infravermelho próximo da região de formação estelar Taurus-Auriga [7]

O excesso no infravermelho, provocado pela presença de um disco de acreção deixa uma assinatura indelével nas cores infravermelhas mais distantes, como as bandas H, K e L. Discos de acreção são denunciados por (K-L) >0,8.

2. Objetivos

O objetivo maior deste projeto é investigar a relação entre a fração de objetos estelares jovens massivos com discos de acreção e a idade da região HII, ou seja, rica em hidrogênio, que os abriga. Até a presente data, tal investigação se restringe em sua ampla maioria às regiões de formação de estrelas de baixa massa. Uma análise preliminar mostra que se consideramos apenas os casos de regiões de formação de estrelas massivas, a relação encontrada para a fração de disco e a idade do aglomerado se reduz substancialmente.

3. Metodologia

O projeto proposto fará uso de bancos de dados no infravermelho próximo (comprimentos de onda da radiação incidente entre 1- 8 µm) obtidos em telescópios no Chile, EUA e no espaço. O projeto 2MASS (sigla em inglês para 2 Micron All Sky Survey) mapeou o céu em ambos os hemisférios nas bandas J, H e K do infravermelho próximo (1,2; 1,6 e 2,2 µm de comprimento de onda central) e seus dados podem ser acessados livremente. Esse é também o caso para o telescópio espacial Spitzer que, a partir da órbita terrestre, estudou grande parte das regiões de formação estelar da Via Láctea em comprimentos de onda de 3,6; 4,5; 6,0 e 8 µm.

Obter-se-á a fotometria e a posição dos objetos pertencentes a regiões de formação de estrelas de alta massa. Serão baixados os valores das magnitudes dos objetos nas bandas J, H, K (oriundos do projeto 2MASS) e 3,6 µm (do telescópio espacial Spitzer) para a construção de diagramas (J-H) x(K-3,6). A seleção destes objetos será feita com base no excesso de cor K-L. Os bancos de dados utilizados nesse projeto não possuem fotometria na banda L2. Entretanto, o orientador desse projeto já demonstrou em estudos anteriores a viabilidade de se utilizar a banda de 3,6 µm do telescópio Spitzer em substituição à banda L. Desta maneira, protoestrelas circundadas por um disco opticamente espesso serão reveladas através do índice de cor K-3,6 > 0,8. A fração de disco de cada região será apurada a partir da razão entre os objetos que cumprirem o critério de cor estabelecido e o número total de objetos identificados em cada região.

4. Resultados

Os diagramas cor-cor do aglomerado M17 estão exibidos na figura 3.

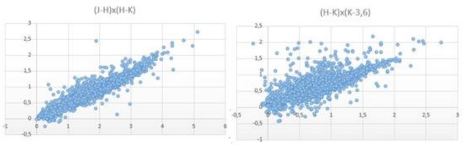

Figura 3: Diagramas cor-cor M17

A fração de disco, na M17, foi de 37%. Pela idade da estrela obtida em literatura, plota-se um ponto que dista muito da linha de tendência de estrelas de pequena massa.

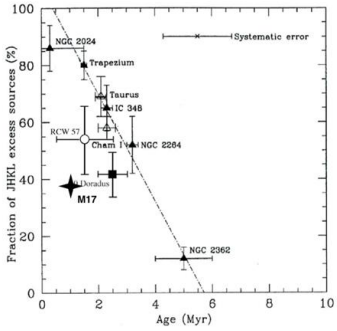

Figura 4: Relação entre fração de disco e idade do aglomerado

5. Conclusão

Conclui-se que a tendência das regiões de estrelas de alta massa como sendo à esquerda da linha de tendência da figura 4 se confirma. Tudo indica que agora é uma questão de adicionar dados de mais delas e acurar a linha de tendência.

6. Bibliografia

[1] STAHLER, S.W.; Palla, F. The Formation of Stars 1.ed.: Weinheim (Alemanha), 2007.

[3] LADA, C.J. & ADAMS, F.C., The Astrophysical Journal v. 393, p. 278, 1992

[4] LADA, C.J. & ADAMS, F.C., The Astrophysical Journal v. 393, p. 278,

[7] KENYON, S. & HARTMANN, L. The Astrophysical Journal Supplement Series, v. 101, p. 117, 1995.

7. Agradecimentos

À instituição FEI pela oportunidade. À NASA, à Universidade de Massachusetts e à IPAC (JPL/Caltech) pelos dados.

[1] Aluno de IC do PBIC. Projeto com vigência de 03/19 a 02/20.