

# **PROJETO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ASTRONOMIA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ASTRONOMIA**

## **PROGRAMAS PARA EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS DO IRAS-PSC:**

**Aplicação no Estudo da Associação entre  
Estrelas T-Tauri e Fontes Infravermelhas**

**Aluno : Luis Otávio Armondi Whately**

**Orientador : Jorge Ramiro de la Reza;  
Observatório Nacional/CNPq**

**Defesa : 23 de fevereiro de 1995**

**“Ver o mundo num grão de areia,  
e o céu numa flor silvestre.  
Segurar o infinito na palma da mão,  
e a eternidade em uma hora.”**

**Willian Blake**

## AOS MEUS PAIS

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

Meus pais, a vida é curta, e a vida é curta, e a vida é curta.

"Ver o mundo num giro de roda"

e o céu num girar de roda"

Segurar e infundir na palma da mão

e a eternidade em uma hora"

William Blake

Aos meus pais,

Luiz Geraldo e Anna



## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais por todo amor, carinho e dedicação sempre presentes.

Ao Dr. Jorge Ramiro de La Reza, não só pela orientação, como por toda paciência e consideração dispensadas no decorrer deste trabalho.

A todos os companheiros do Observatório Nacional e do Observatório do Valongo pelos momentos de apoio e incentivo, indispensáveis para trilhar esta longa jornada.

A todos os professores do Observatório do Valongo por toda a orientação dedicada e carinhosa recebida durante o curso de Astronomia.

Em especial, ao Prof. Gustavo Porto de Mello e ao Astrônomo Rundsthen Vasques pelo apoio essencial nos difíceis momentos finais deste trabalho.



## RESUMO

Apresentamos neste trabalho dois programas, o ASSOCIA e o EXTPSC. O primeiro permite estudar a estatística de associabilidade entre objetos astrofísicos óticos e objetos astrofísicos no infravermelho observados pelo satélite IRAS. Os critérios de associabilidade são descritos e uma aplicação do programa mostrada. O programa é de uso geral, no sentido que os objetos óticos podem ser estrelas, nebulosas planetárias ou galáxias.

Usando o programa ASSOCIA, fizemos um estudo da associabilidade entre estrelas jovens, recém formadas como as T-Tauri, e discos de acrecimento entorno delas. Neste caso a fonte ótica corresponde a posição da estrela pontual e ao disco de acrecimento (formado de gás e poeira) corresponde a fonte IRAS associada. Como resultado mais importante deste trabalho tivemos a confirmação da baixa associabilidade estrela-disco em Orion, resultado que destoa em comparação com outras regiões formação estelar tais como Chamaeleon I, Taurus, Ophiuchus e até com a média do conjunto de regiões formadoras.

O segundo programa apresentado, EXTPSC, tem como objetivo a extração de dados do catálogo IRAS PSC segundo certos critérios. As fontes e suas correspondentes informações são filtradas de três modos diferentes: posição, índice de cor e qualidade da medida do fluxo. Estes filtros possibilitam a extração de fontes com determinadas características desejadas.



# ÍNDICE

## INTRODUÇÃO

I) Motivação .....	1
II) Objetivos .....	4

## 1) CATÁLOGO HBC

I) Introdução .....	7
II) Comentários .....	8
III) Descrição das Informações.....	9
IV) Amostra do Catálogo .....	13

## 2) CATÁLOGO IRAS PSC

I) Introdução .....	16
II) Comentários .....	18
III) Formato no CD-ROM .....	20

## 3) DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS

I) Associa .....	28
II) Extpsc .....	34

## 4) APLICAÇÕES

I) Associabilidade de Estrelas T-Tauri e Fontes IRAS .....	40
II) Aplicações para o EXTPSC .....	49

## 5) APÊNDICES

A) Arquivo HBC.DOC .....	51
B) Listagem dos Programas .....	59
C) Tabelas da Estatística de Associações .....	66
D) Arquivo das Associações .....	71
E) Sistema de Coordenadas .....	78

BIBLIOGRAFIA .....	83
--------------------	----



## INTRODUÇÃO

Desde que olhou o céu pela primeira vez, o homem não tem se contentado em observar e estudar os objetos celestes somente com sua limitada capacidade visual. Com o uso de sua criatividade e o conhecimento adquirido sobre as leis físicas, ele tem construído instrumentos que o permitem ver cada vez mais longe e melhor. Mas, este progresso não se resume a vencer distâncias antes inimagináveis. Ele caminha também na direção da ampliação de nossa capacidade de observar outras regiões do espectro eletromagnético (rádio, infravermelho, ultravioleta e etc.).

Construindo instrumentos tais como radiotelescópios e detectores para as radiações infravermelha, ultravioleta, de raio-X e outras, os astrônomos têm podido contemplar imagens do céu totalmente diferentes das que podemos naturalmente ver. É como se estivessem vendo, a princípio, diferentes universos.

Porém, sabemos que estes registros são retratos do mesmo universo se revelando em diferentes níveis de energia, por diferentes processos físicos. Assim, torna-se necessário fazer uma fusão destas visões para que se possa ter uma compreensão integral e real do universo que nos cerca.

### I) Motivação :

As estrelas são corpos materiais formados de plasma a diversas temperaturas. Em seus interiores mais profundos (núcleos) temperaturas da ordem de  $10^7$  K possibilitam reações termonucleares que constituem a principal



fonte de energia durante a existência estelar. Esta energia produzida no núcleo flui em direção as camadas mais superficiais, atmosferas, aonde a sua interação com a matéria produz as linhas espectrais que observamos nos espectros estelares.

As atmosferas estelares, no caso das anãs de tipo espectral F, G, e K podem ser divididas em duas regiões distintas: a fotosfera e a cromosfera. A primeira região é composta pelas camadas atmosféricas mais profundas e apresenta processos de interação entre a matéria e a radiação que produzem um máximo de emissão na faixa ótica do espectro eletromagnético. Já a segunda região, cromosfera, é mais superficial e apresenta atividades que irradiam energia na faixa do ótico e também no ultravioleta (UV).

Para além da superfície podemos encontrar regiões de matéria chamadas de envoltórias (simetria esférica) no caso de estrelas mais evoluídas como as gigantes vermelhas, ou discos (simetria plano equatorial) no caso de estrelas pré-sequência principal. Nestas regiões coexistem gás e poeira, sendo que o primeiro se encontra na forma atômica e geralmente em estado neutro (contrapondo-se ao estado ionizado que é o principal componente das regiões quentes e ativas). A poeira é matéria sólida formada de grãos de diâmetros da ordem de microns. Estes grãos, compostos de C, Si e etc., estão constantemente absorvendo a radiação ótica da estrela. Esta radiação aquece o grão, fazendo com que ele reemita a energia absorvida na forma de radiação infravermelha (IV). A qualidade da radiação IV depende principalmente da natureza química, do tamanho e da temperatura do grão.

Nos casos astrofísicos podemos citar 2 exemplos clássicos. As estrelas gigantes e as supergigantes frias perdem massa, em geral na forma de plasma neutro, apresentando uma simetria  $\pm$  esférica, e também ejeção de poeira. De



outro lado, temos um segundo exemplo no qual o gás e a poeira não são ejetados pela estrela mas são o resultado, o resíduo, de um processo de formação estelar. Neste caso, a região circunstelar é geralmente um disco equatorial de simetria plana em volta da estrela. Este disco pode interagir com a estrela no sentido contrário ao vento, acretao matéria para a fotosfera.

Este último cenário é típico das estrelas jovens chamadas T-Tauri. Nelas a fotosfera recebe a matéria do disco diretamente em uma região de contato, onde a velocidade de rotação é igual a rotação da estrela (zona de contato). Ou a acreção pode ser feita mediante tubos magnéticos no interior dos quais a matéria cai balisticamente na superfície da estrela. Em todo caso, nas regiões de queda existe uma transformação de energia cinética (de queda) em energia térmica, produzindo-se em geral uma forte emissão no UV.

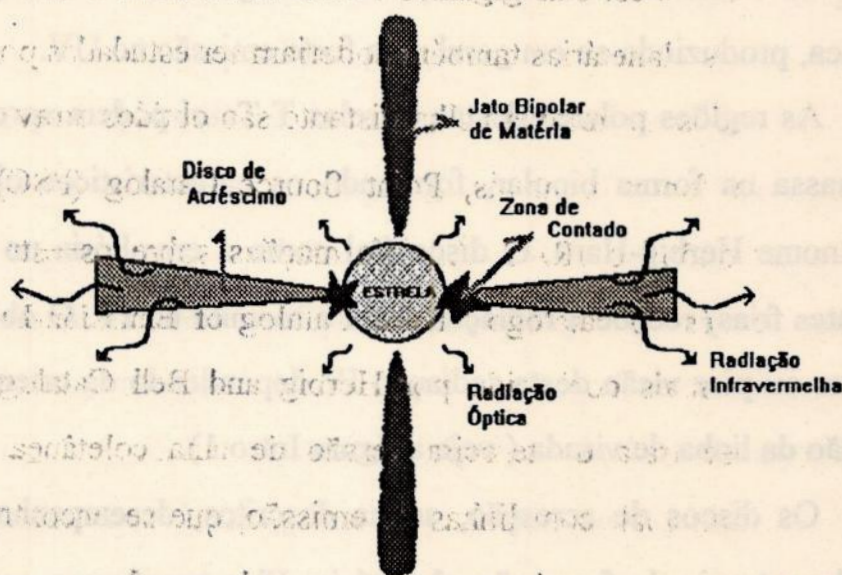
As regiões polares destas estrelas T-Tauri podem apresentar uma perda de massa na forma bipolar, formando os característicos objetos conhecidos pelo nome Herbig-Haro. O disco (tal como a envoltória no caso das estrelas gigantes frias) recebe a radiação ótica e reemite no IV. O observador terá uma melhor ou pior visão desta radiação IV dependendo da orientação do disco na direção da linha de visada (veja a figura Intro.1).

Os discos de acreção, acima descritos, desempenham um importante papel na teoria de formação planetária. Eles provêem o ambiente necessário para o processo de aglutinação dos grãos de poeira em corpos sólidos maiores. A acumulação deste corpos sólidos no plano central leva a um processo de sedimentação dos mesmos e a formação dos "planetésimos", as sementes dos planetas. Mas todo este processo é fortemente dependente do grau de turbulência encontrado no disco. Pois, uma forte turbulência aumenta a aglutinação dos grãos de poeira, mas impede (retarda) a sedimentação dos



mesmos. Não devemos esquecer que o Sol com seu sistema planetário, já foi no passado uma estrela T-Tauri com um disco de acreção. E foi a partir deste disco que se formaram os planetas.

Assim, as teorias de formação estelar nos dizem que as estrelas pré-sequência principal (estrelas jovens), devem apresentar uma grande emissão de radiação na região do infravermelho (IV). Esta emissão seria, em grande parte, devida à existência de discos de acreção circunstelares, compostos pelo gás e poeira remanescentes do processo de formação estelar. Medidas de fluxos nesta região de emissão, IV, são de grande importância para se poder descrever e entender melhor esta fase da evolução estelar.



**Fig. Intro. 1- Esquema (corte longitudinal) representando uma estrela T-Tauri com seu disco de acrésimo (acresção), zonas de contato e perda de massa bipolar.**

## II) Objetivos :

Este trabalho deve como objetivo principal construir uma pequena ponte entre duas diferentes imagens do nosso universo. Através de um programa



escrito em linguagem FORTRAN (ASSOCIA), foi feito um estudo de associações posicionais entre objetos óticos (no caso estrelas jovens), e objetos observados na região do infravermelho distante (fontes pontuais IRAS).

Fisicamente, a associação das estrelas jovens com fortes fontes no infravermelho distante significa a associação destas estrelas com regiões de matéria circundante, que seriam as responsáveis pela emissão IV. As estrelas T-Tauri foram escolhidas, pois, apresentam as condições esperadas para se verificar uma grande associação, i.e., possuem discos de acreção de matéria.

Esta metodologia pode também ser aplicada para o estudo da associabilidade entre estrelas e regiões circunstelares esféricas. Como exemplo, temos o caso das estrelas gigantes e suas envoltórias. Além destes, as galáxias e as nebulosas planetárias também poderiam ser estudadas por este método.

Os dados no infravermelho distante são obtidos através da leitura de um catálogo de fontes pontuais, Point Source Catalog (PSC), produzido pelo satélite astronômico IRAS. As informações sobre as estrelas jovens foram obtidas através do catálogo "Third Catalog of Emission-Line Stars of Orion Population", mais conhecido por Herbig and Bell Catalog (HBC). Como o nome diz, se trata da terceira versão de uma coletânea das estrelas pré-sequência principal, com linhas de emissão, que se encontram em regiões de nuvens de formação estelar como as que podemos observar na região de Órion.

Além do programa de associação, já referido, também foi escrito um programa para a leitura e obtenção de dados de fontes pontuais no CD-ROM, onde se encontra o catálogo PSC. Este programa (EXTPSC) seleciona fontes que são filtradas através de janelas de posição, janelas de índice de cor e qualidade de fluxo. No primeiro critério, todas as fontes que se encontram dentro de uma caixa de coordenadas no céu (definida pelo usuário) são



selecionadas. No segundo critério, o programa calcula índices de cor para os fluxos dados de uma fonte, e decide se estes índices estão dentro de uma caixa (também definida pelo usuário) no gráfico cor x cor baseado nas frequências detectadas pelo satélite IRAS (12, 25, 60 e 100  $\mu\text{m}$ ). Por último temos os testes realizados na qualidade da medição dos fluxos obtidos nas observações.

Este trabalho está organizado em quatro capítulos e cinco apêndices.

## **Capítulos:**

**CAPÍTULO 1** - descreve o catálogo HBC, origem da amostra de estrelas.

**CAPÍTULO 2** - descreve o catálogo IRAS-PSC, origem das informações sobre as fontes infravermelhas, e apresenta o formado deste catálogo no CD-ROM.

**CAPÍTULO 3** - descreve os programas ASSOCIA e EXTPSC.

**CAPÍTULO 4** - apresenta um trabalho realizado com as informações sobre associações geradas pelo programa ASSOCIA e descreve aplicações para o programa EXTPSC.

## **Apêndices:**

**APÊNDICE A** - tabelas contendo as estatísticas de ocorrência de associação ETT-PSC.

**APÊNDICE B** - códigos em linguagem FORTRAN dos programas ASSOCIA e EXTPSC.

**APÊNDICE C** - arquivo com os dados das estrelas do HBC, usado pelo programa de associação.

**APÊNDICE D** - arquivo com a listagem das estrelas associadas, juntamente com as respectivas fontes IRAS.

**APÊNDICE E** - apresentação dos cálculos realizados na sub-rotina CONVERTE.



## **CAPÍTULO 1 - Descrição do Catálogo HBC**

**Third Catalog of Emission-Line Stars of Orion Population**  
**University of California - Lick Observatory Bulletin n# 1111**  
**G. H. Herbig and K. Robin Bell (Lick Observatory), June 1988.**

### **I) Introdução**

Este catálogo lista 742 estrelas pré-seqüência principal, antigamente chamadas de Estrelas da População de Órion, que foram observadas com espectrógrafos de rede ou de resolução equivalente. Ele tem por objetivo substituir o "Second Catalog Herbig and Rao" (Ap.J. 174, 401, 1972, referido como HRC).

O HBC fornece coordenadas acuradas (várias delas determinadas especialmente para este catálogo), variações de luz para variáveis conhecidas, uma classificação de tipo de objeto ( como estrela T-tauri Clássica, T-tauri Fraca, objeto FU Ori, etc.) e, quando conhecidas, as cores UBVRI próximas dos valores de máxima luminosidade, as referências das observações no ultravioleta, no raio-X, no rádio e das curvas de luz. Valores conhecidos de  $V_{\sin(i)}$  e da velocidade radial, juntamente com tipos espectrais, larguras equivalentes do  $H\alpha$  de emissão, são também encontrados. Por fim, temos as referências às reproduções e estudos espectrais e também aos mapas de identificação.



## II) Comentários

Nesta terceira atualização, da lista das estrelas pré-sequência principal (PSP) ou estrelas jovens, algumas informações presentes nas outras versões foram omitidas por razões de espaço. Entre elas, as identificações com o IRAS, a classificação das curvas de luz, referências dos valores de polarização apresentados, etc..

Os números usados por Herbig e Rao (HRC), foram mantidos para as 323 estrelas por eles catalogadas. As novas entradas começam em 324 e vão até 742. A ordem é dada em ascensão reta para o equinócio de 1950.0.

Várias estrelas dos tipos G e K, com emissão fraca e da região de Orion e de NGC 2264, foram incluídas devido ao fato de se encontrarem bem acima da sequência principal. Isto indica, claramente, que se tratam de objetos jovens e portanto, de interesse.

O limite inferior destas estrelas jovens, como apresentado neste catálogo, não é bem definido. Nem, tampouco, é sempre aparente que uma estrela de tipo tardio ("later type"), tendo não mais que uma fraca emissão em  $H\alpha$  e  $CaII$ , é da sequência principal ou não. Este é um problema relativamente recente. É possível que um refinamento das medidas de abundância do Lítio possa melhorar a classificação.

As estrelas listadas no catálogo foram descobertas por uma grande variedade de técnicas, através de pesquisas concentradas em certas regiões, enquanto outras áreas foram praticamente negligenciadas. Este catálogo não deve ser considerado completo, mesmo para um baixo limite de magnitudes sobre qualquer grande fração do céu.

As referências do catálogo estão atualizadas até março de 1988.



### III) Descrição das Informações

O catálogo HBC está organizado em colunas com diferentes itens de informação sobre as 742 estrelas listadas (ver exemplo da apresentação do catálogo na Tabela 1.1). A natureza das informações nestas colunas é descrita abaixo:

1) HBC - número da estrela no catálogo Herbig-Bell, um asterisco (\*) indica que mais informações seguem ao final da tabela;

2) Estrela - designação mais comum da estrela;

3) Outras Designações - outros nomes também encontrados para se referir ao mesmo objeto;

4,5,6) Coordenadas - ascensão reta e declinação do objeto para a época 1950.0 e referência da medida;

7,8) Coordenadas Galácticas - dadas no sistema  $l, b$  II,  $l, b$  II;

9,10) Intervalo Fotométrico - expresso no sistema de magnitudes indicado se a estrela é uma variável conhecida. Valores tomados da quarta edição do "General Catalog of Variables Stars" ou de suplementos recentes, são indicados por um var;

11,12,13) Fotometria - valores de V, B-V, U-B. Estas colunas contêm os valores observados quando as estrelas estavam mais brilhantes em V e o



conjunto de cores U, B, V, R, I observados praticamente no mesmo instante;

14) Referências Fotométricas - o primeiro número é a referência da qual os valores tabulados foram retirados. A este, seguem-se referências adicionais de UBV;

15) Número HBC outra vez;

16,17) Valores Fotométricos V-R, V-I, usualmente obtidos simultaneamente com as cores U, B e V (e com V máx.) (11-13);

18) Uma letra J ou C mostra quando os valores R ou I estão no sistema Johnson ou Cousins. A letra i indica um sistema instrumental;

19) Referências dos dados V-R, R-I, como descrito no item 14;

20) Referências das magnitudes no infravermelho, da espectrofotometria e da espectroscopia;

21) UV, raio-X - usualmente a espectroscopia IUE e as detecções de raios-X do levantamento do "Einstein Telescope";

22) Referências da emissão no rádio - são as observações do VLA ("Very Large Array") ou as da detecção da estrela por outro equipamento;

23) Curva de luz - referências dos estudos fotométricos posteriores à publicação do HRC. Um hrc significa que as referências anteriores não foram repetidas;



24)  $V_{\sin(i)}$  - a velocidade de rotação axial projetada, dada com precisão da ordem de 1 Km/s;

25) Velocidade radial (heliocêntrica, Km/s) e a qualidade da medida. Em todos os casos, estas velocidades são do espectro de linhas de absorção. As letras de qualidade (a, b, c) expressam o julgamento dos autores quanto à incerteza da velocidade medida:

a - alta qualidade -- 1-2 Km/s,

b - média qualidade -- 3-5 Km/s,

c - velocidade de menor acurácia.

Para algumas estrelas não foi dada a velocidade. Comentários sobre vários objetos especiais aparecem nas notas;

26) Referências de  $V_{\sin(i)}$  e da velocidade radial;

27) Tipos Espectrais - Para estrelas que têm mais de uma classificação, este é um parâmetro comprometido. Isto é indicado por (:). Em caso de conflito foi publicado o tipo espectral que parecia mais razoável aos autores.

28) Referências da Classificação Espectral - A ausência desta referência deve-se a material do Lick Observatory ainda não publicado;

29,30) Largura equivalente da linha de emissão  $H\alpha$  (em Å) e suas referências. Os dados, em geral, são valores médios. Geralmente, é incerto se diferentes valores de  $W(H\alpha)$  para uma mesma estrela, obtidos em



diversas épocas, por observadores distintos, representem uma variação real, ou se são apenas devidos a efeitos observacionais. Quando variações reais pareciam estar presentes, a média é seguida de um v. Um número de casos para os quais os valores de  $W(H\alpha)$ , medidos pela espectroscopia de fenda e de prisma, são incompatíveis entre si, são mencionados nas notas.

- As letras **hk**, na coluna 29, significa que não há informações sobre o  $H\alpha$ , mas que a emissão está presente nas linhas de emissão H e K do CaII.
- As letras **pr** significa que o  $H\alpha$  foi detectado, mas o valor não está disponível.
- As letras **abs** significa que o  $H\alpha$  está em absorção.
- As letras **em** significa que linhas de emissão não especificadas foram observadas;

31) Referências do Espectro - mostram onde o espectro está reproduzido, ou onde está descrito ou discutido;

32) Tipo - resulta do julgamento dos autores, baseados na notação que se segue:

tt => estrela T Tauri,

wt => estrela T Tauri de linha fraca, geralmente tendo  $W(H\alpha)$  menor que  $10 \text{ \AA}$  e nenhuma outra linha de emissão no óptico, exceto as do CaII (H, K),



- su => estrela do tipo Su Aur: tipo F posterior a K, com emissão fraca em  $H\alpha$  e  $CaII$ , linhas largas de emissão [ $V\sin(i) = 50$  Km/s], e luminosidade relativamente alta,
- ae => estrela do tipo Ae ou Be (Herbig, G. H. 1960 Ap. J. SS 4, 337),
- ? => tipo incerto; a informação é adequada mas o objeto não pertence a nenhum grupo estabelecido,
- => a informação observacional é inadequada;

33) Referência a uma carta de identificação ou fotografia;

33) O nome da nebulosa brilhante, nuvem, aglomerado, associação ou objeto com o qual a estrela está associada ou sobre o qual está projetada.

#### IV) Amostra do Catálogo

Nas duas páginas seguintes, Tabela 1.1, estão copiadas as duas primeiras páginas do catálogo HBC. Elas, juntas, contém uma amostra de todas as colunas de informação que o catálogo fornece.



TABELA 1.1

HBC	Star	Other Designation	RA (1950)	Dec (1950)	Coord.	l	b	Range	Mag	V	B-V	U-B	UBV
Nº			m	s	ref				ref.			ref.	ref.
1	MaC H12		0 4	25.22	+65 21	56.9	B76			16.23:	+1.12:		317
324	MC 1		0 4	33.84	+65 22	32.2	B76			14.6:			93
2	LkHa 197		0 7	57.28	+58 33	25.1	Aw			15.3:			93
3	V633 Cas	LkHa 198	0 8	47.45	+58 33	05.2	Aw			14.29	+0.97	+0.24	91.71
325	V376 Cas		0 8	47.56	+58 33	22.5	Aw			15.6	+1.8		71
326	MaC H15		0 9	49.50	+65 16	24.7	B76			13.85	+1.77:	+0.92:	317
4	MaC H10	Blanco 9	0 10	13.75	+65 17	29.2	B76			14.72	+1.51:	+0.52:	317.37
5	MaC H9	Blanco 10	0 10	47.69	+65 19	19.6	B76			14.96	+1.28:	+0.72:	317.37
327	MC 3		0 14	3.79	+65 28	59.9	B76			16.8			90
328	MC 4		0 14	10.99	+65 30	14.0	B76			14.4			90
329	VX Cas		0 28	40.44	+61 42	17.3	B81			11.03	+0.22	+0.30	276.530.
6	V394 Cas	+61 154, MWC 419	0 39	33.46	+61 39	21.0	B81			13.7			269.266
330			0 40	21.94	+61 38	15.1	B81			10.61	+0.51	-0.32	50.203.
7	LkHa 202		0 40	29.24	+61 21	58.2	B81			13.7			93
331	LkHa 203		0 41	30.19	+61 54	22.3	B81			15.0			93
332	LkHa 204		0 42	12.45	+61 48	02.9	B81			15.8			93
333	LkHa 205		0 42	29.09	+61 22	29.9	B81			14.3			93
334	RNO 6		2 13	3.0	+55 09	03	349			14.52	+0.57	-0.23	349
8	LkHa 262		2 53	17.44	+19 51	19.4	Aw			14.56	+0.84	-0.40	25
9	LkHa 263		2 53	17.84	+19 51	33.3	Aw			14.64	+1.39	+0.19	25
10	LkHa 264		2 53	46.92	+19 53	33.8	Aw			12.46	+0.83	-0.46	25
335	R 18	IRAS 0313+599 FO2	2 59	32.4	+16 58	49	444			41.5			444
336	RNO 13	Cda NOC 1333/1	3 13	25.4	+59 58	45	247			14.02	2.3		303
337	LZK 4	R 19	3 22	4.8	+30 35	50	312			19.5			85
338	RNO 15	Cda NOC 1333/2	3 22	44.7	+30 59	55	315			12.1			444
339		Cda NOC 1333/3	3 24	43.5	+30 01	43	312			19.6			85
340		Cda NOC 1333/4	3 25	37.69	+31 07	13.2	249			17.7			93
341	SSV 9a, EJ 27		3 25	37.99	+31 07	16.7	249			18.6			93
342	EJ 26, SSV 9b		3 25	46.0	+30 51	42:	93			18.7			93
343	Cda NOC 1333/5		3 25	46.73	+30 20	41.4	B79			14.8			93
344	LZK 8		3 25	47.24	+30 34	45.3	315			13.43	+1.28	+0.92	25
345	LkHa 325	EJ 21, SSS 108	3 25	51.01	+31 08	16.4	218			17.8			450
346	HH 12/07	SSS 107	3 25	52.5	+31 07	46	451			23.8			160
(1)	SSV 13		3 25	58.14	+31 05	45.3	160			(11)	(12)	(13)	(14)



TABELA 1.1 (continuação)

HBC N#	V-R	V-I	VRI ref.	Infrared ref.	UV,Xray ref.	Radio ref.	Light curve	v sin i (km/s)	Radial vel.	KV ref.	Spectral type	Sp. ref.	W(H $\alpha$ )	Ha ref.	Spectrum ref.	Type	ID ref.	Location	
1				90							A5.Fe	93	31	93	90	ae	203	Cep OB4	
324				90							A5e	90	18	93	90	tt	90	Cep OB4	
2				93							K7.MO	93	200	93	93	tt	203	L1265	
3	+1.36	+2.55	J	91, 71	*	8	71				B.Ae		85v	91, 93	93, 312	ae	203	L1265	
325				2, 3, 93		8					B5E	93	37	93	93	ae	203	L1265	
326				90							K1	90	15	93	90	tt	90	Cep OB4	
4				90							K4	90	24	93	90	tt	317	Cep OB4	
5				90							K4	90	48	93	90	tt	317	Cep OB4	
327				90							K5	90	15	93	90	tt	90	Cep OB4	
328				90							K4	90	5.1	93	90	tt	90	Cep OB4	
329	*		J	269	155		43				A0.3e V	276	20v	276	530, 276	*	*		
6											K1	530	27	93	93	tt	203	L1291	
330	*			3, 32, 316	243	8					B.eq	93	78:	93, 139	203, 93, 152, 452	ae	203	NGC 225	
7	*										B3e	93	50	93	93	*	203	NGC 225	
331											K5	93	35	93	93	tt	203	L1301, 02	
332											K7.MO	93	38	93	93	tt	203	L1302	
333											cont	93	43	93	93	tt	203	L1302	
334	*	+0.78	J	349							B1.ea	85	pr	85	85	a?	420	mon	
8	*			82, 93							M0	93	31	93	93	tt	hrc	L1454, 57	
9	*			93							M2	93	30	93	93	tt	hrc	L1454, 57	
10				82, 93						c 212	K5 V(L0)	212	85	93, 480	93	tt	hrc	L1454, 57	
335											early M	118a	pr	118a	118a				
336	*			247							K7	312	pr	93	93, 312	tt	247	L1382, 83	
337											K7	99	pr	93		tt	93	B203	
338	*										G8 *	458	pr	*	458, 118a	tt	315	L1452	
339											?	93	32	93	312	tt		B204	
340				455, 97							K7	93	13	93	93		93	B205	
341				455							M4.5	93	14	93	93	tt	93	B205	
342											K7	93	10	93	93		93	B205	
343											M0.5	93	2.6	93	93		93	L1452	
11				82, 93							K7.MO	93	7.7	93	93	tt	hrc	L1452	
344				97,309,455	243						M1	218	pr	218	450		450	B205	
345	+1.42	+2.94	J	450							M0	450	pr	450	450		451	B205	
346	+3.5:			97,309,455		442					K7	160	pr	160	160		218	B205	
(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)



## **CAPÍTULO 2 - Descrição do Catálogo de Fontes Pontuais do IRAS**

IRAS Point Source Catalog - 2nd version  
Infrared Processing and Analysis Center, 1986 October

obtido em

The Astronomical Data Center CD-ROM  
Selected Astronomical Catalogs, Vol. 1, Text Version

### **1) Introdução**

Em janeiro de 1983 o Satélite Astronômico Infravermelho (IRAS) foi lançado ao espaço com a missão de produzir um levantamento de todo o céu entre 7 e 135  $\mu\text{m}$ . Através de quadro bandas de passagem, centradas nos comprimentos de onda 12, 25, 60, e 100  $\mu\text{m}$ , o satélite pode captar o fluxo de fontes no chamado infravermelho distante (IV-D). Este trabalho durou até novembro do mesmo ano e cobriu com sucesso 96% do céu.

Encerrava-se assim, mais uma fase de um projeto conjunto que se iniciou em 1975 entre os EUA, a Holanda e o Reino Unido, e que visou a obtenção de dados homogêneos e com grande precisão. Na fig.3.1 podemos observar um diagrama representando o satélite em sua órbita.

Os dados da missão IRAS, depois de reduzidos, foram organizados em diversos catálogos, dentre os quais destacamos : Point Source Catalog (PSC) catálogo de fontes pontuais infravermelhas com cerca de 250.000 objetos, liberado na sua primeira versão em 1985 e na segunda em 1986; "IRAS Small Scale Structure Catalog", catálogo de fontes extensas menores que 8' contendo 16.740 objetos e liberado em 1986. Outras relevantes compilações destes



dados são : o catálogo de espectros estelares de baixa resolução, com cerca de 5.000 objetos; e o atlas de brilho superficial absoluto com imagens de todo o céu no infravermelho.

As posições IRAS têm precisão dependendo do tamanho, do brilho e da distribuição espectral da fontes, mas são usualmente consideradas melhores do que 15". A resolução angular efetiva varia de  $\approx 0.5'$  em 12  $\mu\text{m}$  até  $\approx 2.0'$  em 100  $\mu\text{m}$  e o catálogo PSC tem um limite de sensibilidade na densidade de fluxo de  $\approx 0.5 \text{ Jy}$  ( $1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W m}^{-2}$ ) em 12, 25, 60  $\mu\text{m}$ , e  $\approx 1.5 \text{ Jy}$  em 100  $\mu\text{m}$ . O IRAS PSC é uma útil e importante ferramenta para o trabalho astronômico pois, em primeira ordem, trata-se de um levantamento estatisticamente completo de 96% do céu. Mesmo nos casos das fontes profundamente mergulhadas na poeira e invisíveis oticamente, o satélite pode potencialmente localizá-las e caracterizá-las através da detecção da emissão térmica da poeira circundante. Porém, deve-se ter cuidado com as interpretações estatísticas dos objetos galácticos por causa dos efeitos de confusão, sombra e cirrus que se tornam importantes próximo do Plano Galáctico.



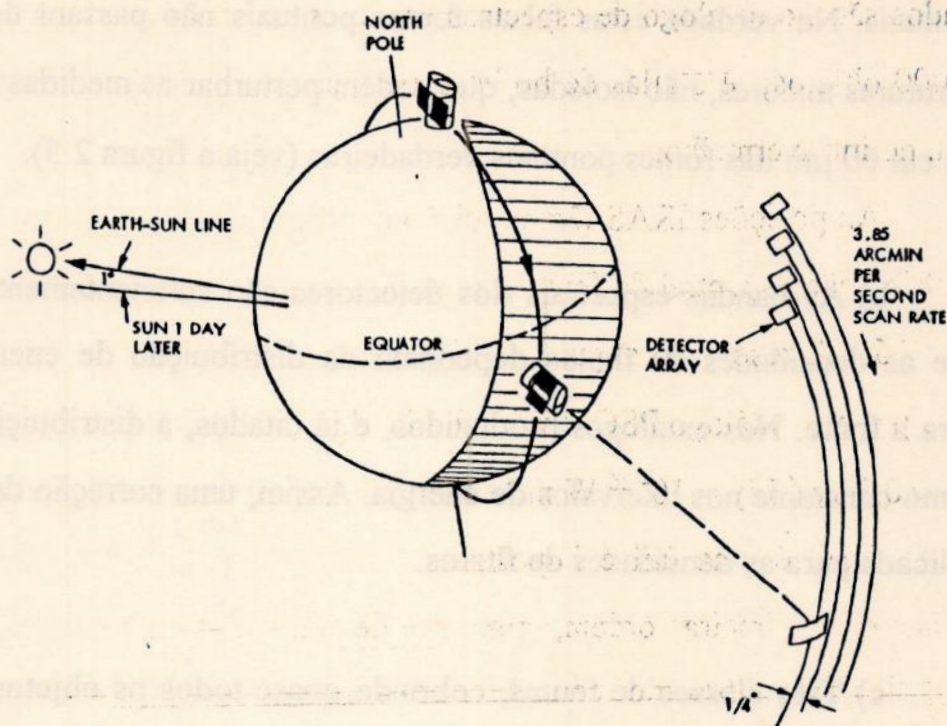


Fig. 2.1 - Desenho esquemático da órbita do satélite IRAS. A altura de 900 Km e a inclinação de  $99^\circ$ , combinada com a saliência equatorial terrestre, provoca uma precessão do plano orbital de  $1^\circ$  por dia. Como resultado, a normal da órbita sempre aponta na direção do Sol enquanto o satélite se move acima do terminador da Terra. Estando o satélite apontando radialmente para fora da Terra, o telescópio (que deve ser mantido a baixas temperaturas) fica protegido do calor solar e terrestre, e ao mesmo tempo realiza uma varredura de todo o céu em cerca de seis meses. Uma seqüência de observações em escala de horas está representada na figura.

## II) Comentários

a) O céu a  $100 \mu\text{m}$  é dominado por filamentos de poeira interestelar denominados "cirrus infravermelhos". Embora se concentrem perto do Plano Galáctico, podem ser encontrados em todo o céu. Um dos possíveis efeitos destes filamentos é a geração de objetos que se confundem com fontes



pontuais. Na verdade estas falsas fontes pontuais não passam de pedaços de estruturas maiores, não isoladas, que podem perturbar as medidas em  $100\ \mu\text{m}$  e até em  $60\ \mu\text{m}$  das fontes pontuais verdadeiras (veja a figura 2.5).

b) As bandas espectrais dos detectores são suficientemente largas para que as densidades de fluxos dependam da distribuição de energia assumida para a fonte. Nos catálogos produzidos, e já citados, a distribuição foi tomada como constante nos intervalos de energia. Assim, uma correção de cor deve ser aplicada para as densidades de fluxos.

c) Três classes de fontes, cobrindo quase todos os objetos no Catálogo de Fontes Pontuais, podem ser definidas de acordo com a distribuição espectral da energia :

1. A maior parte das fontes que são mais brilhantes em  $12\ \mu\text{m}$  do que em  $25\ \mu\text{m}$  são estrelas (ver figura 2.3);
2. as galáxias predominam entre os 50.000 objetos que são mais brilhantes em  $60\ \mu\text{m}$  do que em  $25\ \mu\text{m}$  e se localizam a mais de  $20^\circ$  do Plano Galáctico (comparar as figuras 2.3 e 2.4);
3. a maioria das 35.000 fontes detectadas somente em  $100\ \mu\text{m}$  são nódulos frios e densos dentro do cirrus interestelar.

d) Um requisito básico para a inclusão de uma fonte nos catálogos IRAS é que ela tenha sido observada pelo menos duas vezes. Na figura 2.2, o primeiro gráfico mostra as áreas (sombreadas) que foram perdidas completamente, por não preencherem o requisito mínimo de duas varreduras), enquanto que o segundo gráfico mostra as áreas básicas cobertas pelo IRAS.



Deve-se observar que o propósito da cobertura múltipla foi de confirmar as detecções das fontes pontuais, e não somar dados para melhorar a sensibilidade

### III) Formato do PSC no CD-ROM

As informações sobre as fontes infravermelhas são apresentadas em uma ordem crescente de detalhes, evoluindo da versão impressa para as versões em fita magnética e em CD-ROM e finalizando com um arquivo chamado “Working Survey Data Base” (WSDB), que possui informações detalhadas sobre as observações e o processamento de cada fonte.

A versão impressa é destinada aos usuários nos telescópios ou em instituições sem recursos computacionais. As versões em meio magnético ou em CD-ROM servem para os astrônomos que desejam fazer estudos estatísticos e ou procurar um grande número de fontes. O WSDB é destinado a servir aos demais pesquisadores com todas as informações disponíveis a respeito de uma fonte qualquer, como por exemplo : o brilho da fonte em cada observação de confirmação, os detectores que foram usados durante cada observação e também detalhes tais como a “confusão” encontrada com relação as fontes vizinhas.

A versão usada neste trabalho é a encontrada no CD-ROM do ADC que, diferentemente da versão em fita magnética, está dividida em dois arquivos. O primeiro possui as informações sobre as 252.889 fontes detectadas organizadas em ordem crescente de ascensão reta. Cada fonte tem os seus diferentes dados agrupados numa sequência 160 bytes. O segundo arquivo é uma compilação de 142.228 associações posicionais realizadas pelos pesquisadores do ADC. Cada entrada neste arquivo é composta por 58 bytes de informação. Abaixo



apresentamos uma tabela descrevendo o formato dos variados tipos de dados que o primeiro arquivo possui.

Byte Inicial	Nome do Dado	Descrição	Unidades	Formato
00	NAME	nome da fonte	----	11A1
11	HOURS	asc.ret. (1950)	horas	I2
13	MINUTE		minutos	I2
15	SECOND		segundos	I3
18	DSIGN	sinal da declinação	±	A1
19	DECDEG	declinação (1950)	graus	I2
21	DECMIN		mins. arco	I2
23	DECSEC		segs. arco	I2
25	MAJOR	eixo maior da elipse de erro	segs. arco	I3
28	MINOR	eixo menor da elipse de erro	segs. arco	I3
31	POSANG	ângulo de direção de elipse de erro	graus (do N para L)	I3
34	NHCON ( $<25$ )	número de observações	----	I2
36	FLUX	média das densidades de fluxo sem correção de cor	Jansky ( $10^{-26} \text{Wm}^{-2} \text{Hz}^{-1}$ )	4E9.3
72	FQUAL	qualidade da densidade de fluxo (1 valor p/banda)	----	4I1
76	NLRS	n# de LRS significantes	----	I2
78	LRSCHAR	caracterização do LRS médio	----	2AI
80	RELUNC	% relativa nas incertezas da densid. de fluxo (1 valor p/banda)	----	4I3
92	TSNR	10 x S/R mínimo p/banda	----	4I5
112	CC	coefic. de correlação da fonte (1 valor p/banda)	----	4A1
116	VAR	variabilidade da fonte	----	I2
118	DISC	indicador de discrepância entre fluxos na mesma banda	----	A1
119	CONFUSE	indicador de "confusão" (1 p/banda, em base hexa)	----	A1
120	PNEARH	n# de horas confirmadas	----	I1
121	PNEARW	n# de semanas confirmadas	----	I1
122	SES1	n# de segundos confirmados perto de fontes pequenas	----	4I1



126	SES2	n# de semanas confirmadas parte de fontes pequenas	----	411
130	HSDFLAG	indicador de região de alta densidade (1 p/banda, hexa)	----	A1
131	CIRR1	indicador de cirrus	----	I1
132	CIRR2	indicador de cirrus	----	I1
133	CIRR3	indicador de cirrus	MJy sr <sup>1</sup>	I3
136	NID (<25)	n# de assoc. posicional	----	I2
138	IDTYPE	tipo de objeto	----	I1
140	MHCON	n# possível de HCON	----	I2
142	FCOR	fator de correção do fluxo (x100) (1 valor p/ banda)	----	4I4
158	SPARE	3 bytes poupados	----	3A1

Esclarecimentos sobre as informações da tabela acima:

1. **Nome da fonte** (NAME) - É obtido através da combinação das horas, minutos e décimos de minuto de ascensão reta e o sinal, graus e minutos de declinação da posição da fonte. Os minutos sofrem truncamento e por isto utiliza-se letras no final dos nomes de fontes próximas o suficiente para que não fiquem com o mesmo nome;
2. **Posição da fonte** - São dadas para o equinócio de 1950.0, e época 1983.5. Horas (HOURS) e minutos (MINUTE) de ascensão reta são dados como inteiros, enquanto os segundos (SECOND) são dados ao décimo de segundo. A declinação é dada como um sinal (DSIGN) seguido de valores inteiros de graus (DECDEG), minutos (DECMIN) e segundos (DECSEC);
3. **Incerteza na posição** - Depende do brilho da fonte em cada banda, de seu percurso no plano focal e do número de confirmações. A incerteza final, depois do refinamento da posição, é expressa na forma de uma elipse de



incerteza, com 95% de confiança, cujos semi-eixos maior (MAJOR) e menor (MINOR) são dados em segundos de arco. A orientação (POSANG) da elipse no céu é expressa, em termos do ângulo, entre o semi-eixo maior e o meridiano equatorial local. Este é expresso em graus, e contado a partir do norte na direção leste;

4. **NHCON** - Número de medidas realizadas. É dado o número de medidas de "confirmação de horas" ;
5. **FLUX (4)** - Densidade de fluxo. Cada um dos 4 comprimentos de onda tem uma densidade de fluxo sem correção de cor, em unidades de Jansky. O valor citado é uma média de todas as medidas de "confirmação de horas". A qualidade de cada fluxo é designada por (FQUAL);
6. **TSRN (4)** - Relação sinal-ruído. O valor é 10 vezes a menor das relações sinal-ruído para as várias medidas da fonte. Um valor é dado, para cada banda de comprimentos de ondas, com qualidade alta ou moderada;
7. **VAR** - Variabilidade da fonte. É a probabilidade de que uma fonte seja variável, baseada na análise dos fluxos de 12 e 25  $\mu\text{m}$  e suas incertezas;
8. **DISC (4)** - Qualidade das medidas do fluxo :
  - ♦ alta qualidade (3),
  - ♦ moderada (2),
  - ♦ limite superior (1);



9. **NLRS, LRSCHAR** - Espectros de baixa resolução. NLRS dá o número de espectros disponíveis para a fonte e LRSCHAR dá uma sucinta caracterização do espectro;
10. **RELUNC (4)** - Incertezas nas densidades de fluxo. Expressas como  $1\sigma$  em unidade de  $100 \times (\delta f_\nu / f_\nu)$ , i.e., a razão entre o erro estimado e o valor da medida multiplicada por 100 para obtermos o erro percentual.
11. **CC (4)** - Correlação da fonte pontual. Ver Beichman et al., section V, p. C4;
12. **CONFUSE, PNEARH, PNEARW, HSDFLAG** - Critérios de confusão. Uma possível confusão entre fontes muito próximas é indicada no espaço CONFUSE, já os outros indicadores PNEAR H e W dão o número de medidas que detectaram fontes próximas, dentro de 4.5' e 6.0' respectivamente, centradas na fonte.  
  
Regiões de alta densidade receberam processamento especial para aumentar a confiança das fontes citadas. Estas regiões dependem da banda considerada e fontes nelas localizadas estão assinaladas através do indicador HSDFLAG;
13. **SES1 (4), SES2 (4)** - Indicadores de fontes extensas. As SESs dão o número de vezes em que foi detectada a presença de fontes extensas próximas (4.5', 6.0') da fonte. Se os valores forem maiores que 1, a fonte pode fazer parte da fonte extensa e merece melhor estudo;



14. **CIRR 1, 2, 3** - Indicadores de Cirrus. Indicam a provável presença de Cirrus, o que pode indicar contaminação na medida do tamanho da fonte na banda de 100  $\mu\text{m}$ ;

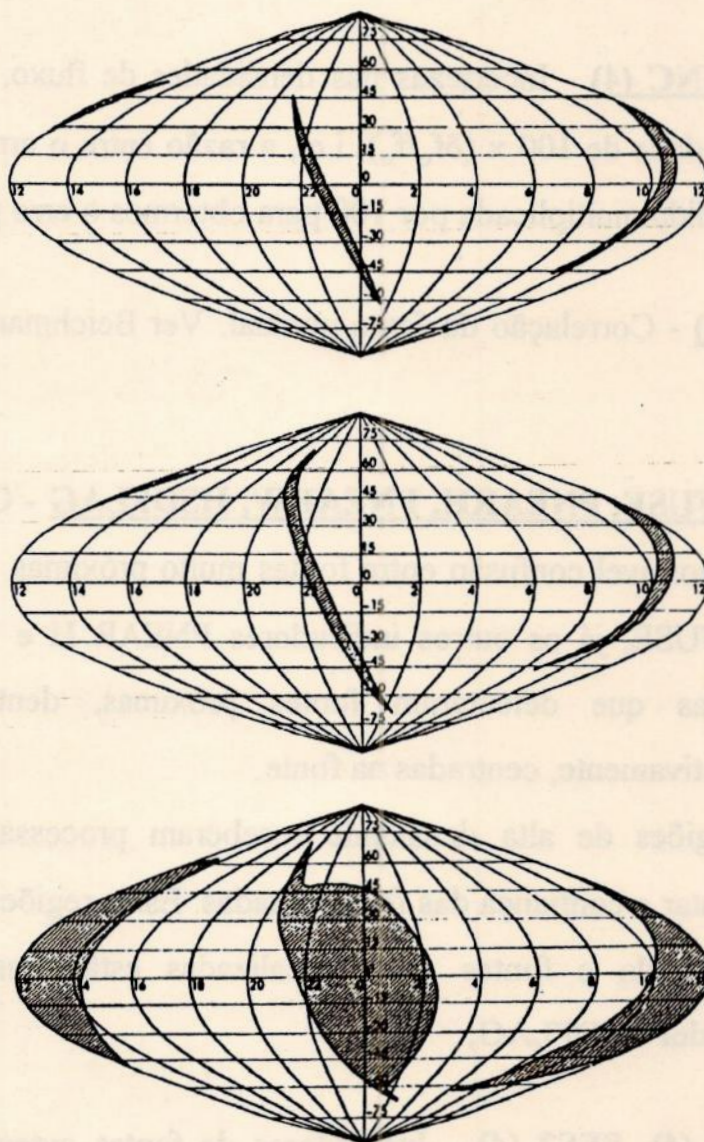


Fig. 2.2 - Representação dos diferentes níveis de cobertura obtidos pelo levantamento IRAS. As áreas claras no segundo desenho foram cobertas com pelo menos duas observações de confirmação, enquanto as áreas claras no terceiro desenho foram confirmadas com três ou mais observações. O critério básico de inclusão de um objeto nos catálogos IRAS foi o de detectá-lo com pelo menos dois conjuntos de observações de confirmação. Assim, as áreas claras do segundo desenho representam as áreas básicas cobertas pelo levantamento IRAS. As áreas sombreadas no primeiro desenho mostram as regiões do céu que foram completamente perdidas.



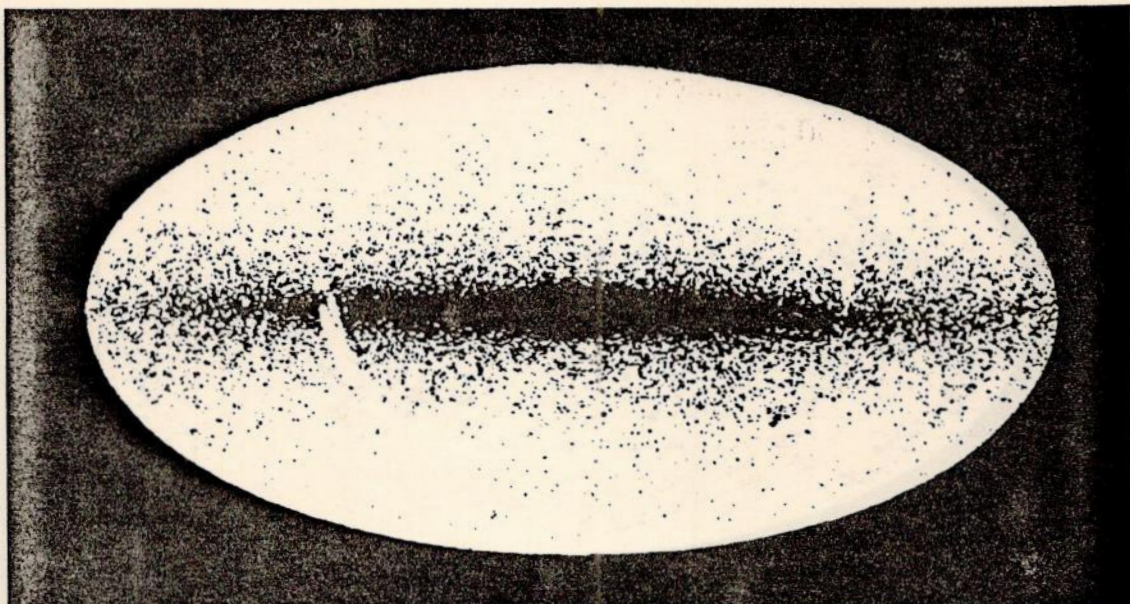


Fig. 2.3 - Distribuição das fontes IRAS com características estelares plotada em coordenadas galácticas na projeção de áreas iguais Aitoff.

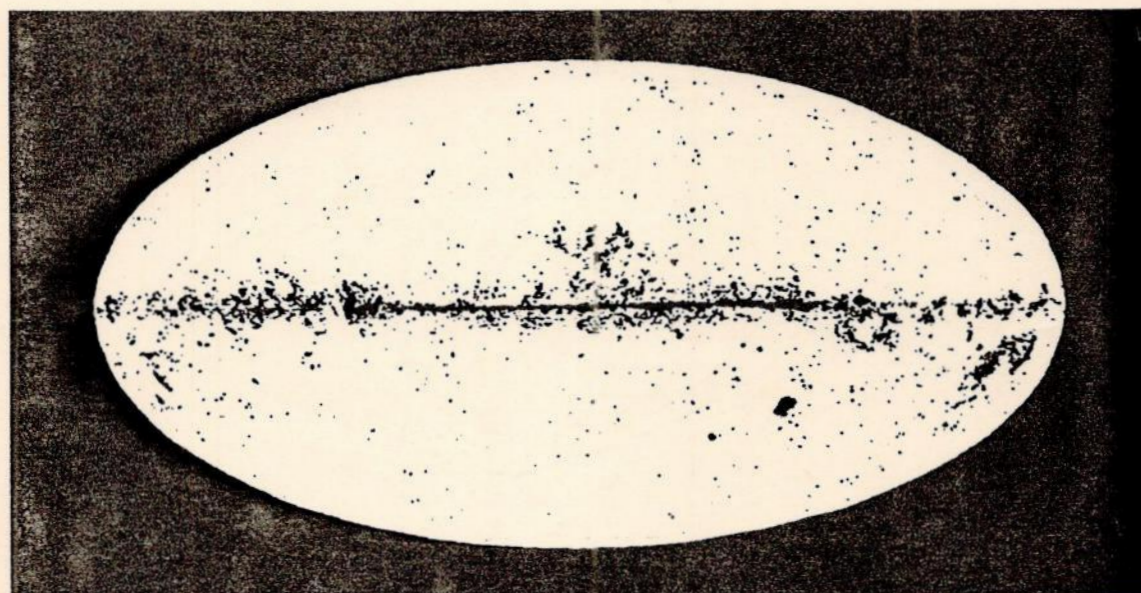


Fig. 2.4 - Distribuição das fontes IRAS filtrada das galáxias externas plotada em coordenadas galácticas na projeção de áreas iguais de Aitoff.



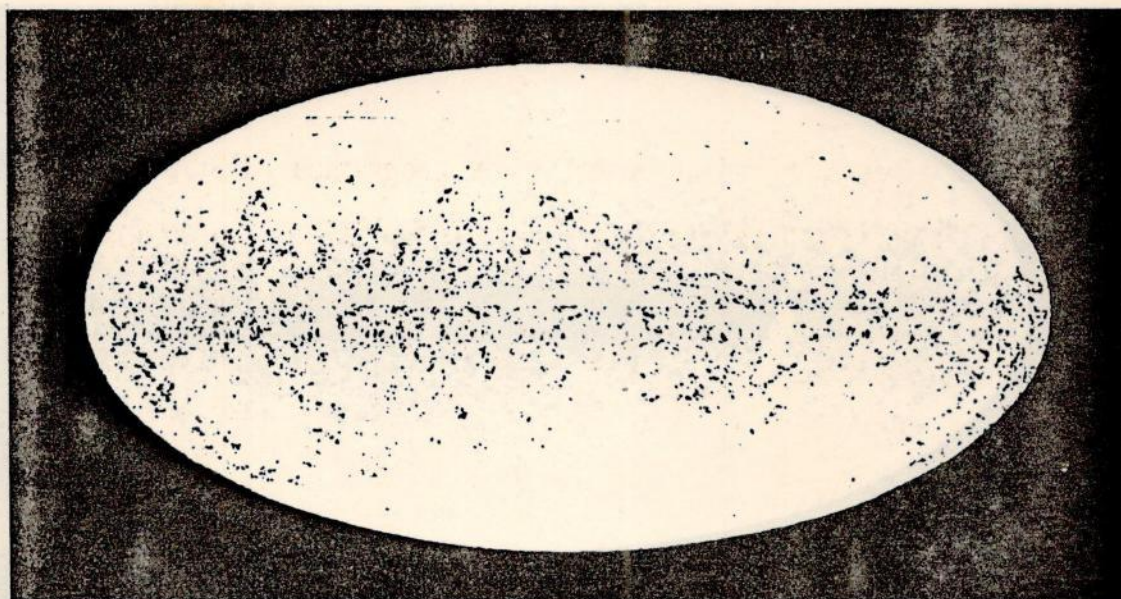
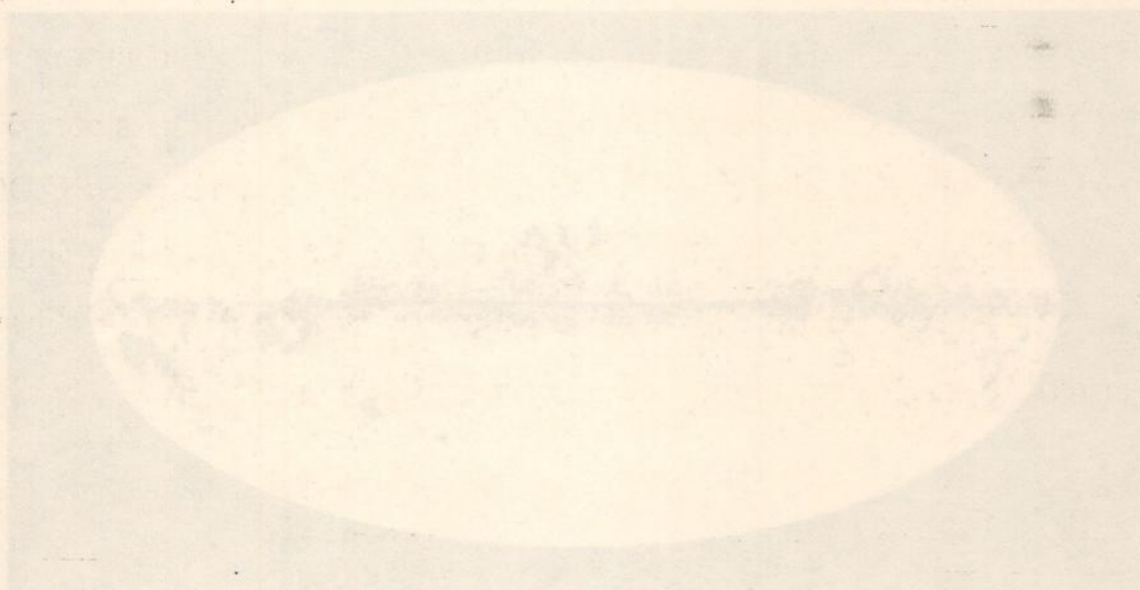


Fig. 2.5 - Distribuição das fontes IRAS detectadas somente em 100  $\mu\text{m}$  e plotadas em coordenadas galácticas na projeção de áreas iguais de Aitoff. As fontes são, predominantemente, devidas a emissão de pedaços compactos de estruturas filamentosares de poeira interestelar conhecidas como "cirrus" infravermelhos.





## CAPÍTULO 3 - PROGRAMAS

Neste capítulo vamos descrever os programas ASSOCIA e EXTPSC. Eles foram escritos em linguagem FORTRAN 77 e compilados para serem executados nas estações de trabalho SUN do Departamento de Astronomia do Observatório Nacional.

### A) Programa Associa

#### A-I) Introdução:

O programa ASSOCIA realiza automaticamente a associação posicional entre objetos de dois catálogos astronômicos: as fontes do PSC-IRAS e as estrelas do HBC. As informações sobre posições e elipses de erro das fontes são obtidas através da leitura do arquivo PSC.DAT, que se encontra no CD-ROM "Selected Astronomical Catalogs, vol. 1", versão ASCII. As posições e outras informações sobre as estrelas do HBC são lidas no arquivo HBC.DOC, que foi digitado a partir do HBC original. Estas posições são usadas, após um certo tratamento, para determinar se a estrela se encontra dentro da elipse de erro IRAS ou próxima o suficiente para ser considerada associada.

#### A-II) Motivação:

A intenção inicial na elaboração deste programa era a de automatizar o processo de associação HBC-PSC utilizado no trabalho "Análise das Propriedades das Estrelas T-Tauri no Infravermelho Distante" (ref. 3). Neste



trabalho os autores primeiramente determinaram as regiões de maior concentração de estrelas pré-sequência principal, e através de uma versão em fita magnética do catálogo PSC, obtiveram a lista das fontes nestas regiões. Verificando quais estrelas tinham ou não fontes IRAS próximas eles definiram uma lista de estrelas candidatas. A seguir passaram para uma análise mais fina através da construção de gráficos com as posições e elipses de erro das fontes e das estrelas próximas. Para decidir se uma candidata era ou não uma fonte infravermelha eles estabeleceram um critério de classificação baseado na definição de quatro regiões ao redor da fonte (fig. 4.A1).

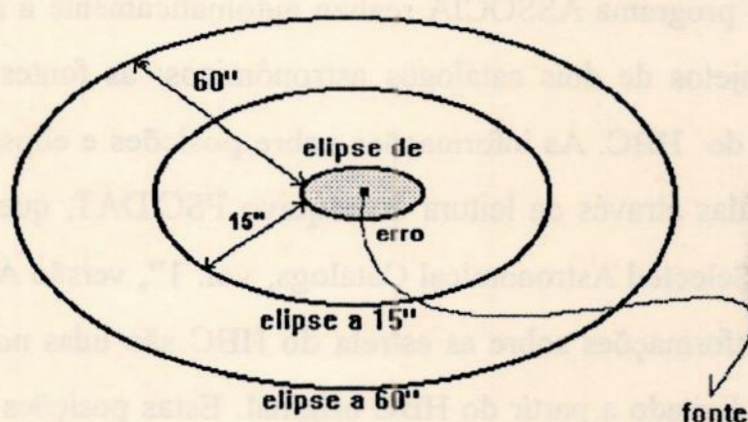


Fig. 3.AI - Diagrama de representação das regiões de associação entorno da fonte.

Os diferentes tipos de associação encontrados foram distribuídos nas seis classes abaixo:

**CLASSE 1** : estrela contida na elipse de erro;



- CLASSE 2** : estrela fora da elipse de erro, até uma distância de 60" de arco. Esta classe foi posteriormente subdividida em duas :  
**2A** ( distância < 15" ) e **2B** ( 15 < distância < 60" );
- CLASSE 3** : estrela próxima ( até 15" ) de uma elipse de erro já preenchida por uma outra estrela;
- CLASSE 4** : duas estrelas próximas à mesma elipse de erro, com o critério de 15" acima;
- CLASSE 5** : duas estrelas ou mais na mesma elipse de erro;
- CLASSE 6** : estrela fora da elipse de erro, a uma distância maior que 60" de arco. Neste caso a estrela não é considerada fonte IRAS.

O critério de 60" de arco como distância máxima para existir uma associação foi estabelecido como forma de assegurar ao máximo possível a certeza de uma associação negativa. Este valor está baseado na experiência adquirida pelos autores do trabalho discutido.

Para evitar todo este longo processo de associação descrito acima e utilizar a segunda versão do catálogo PSC disponível em CD-ROM, elaboramos o programa ASSOCIA. Ele utiliza as regiões mostradas na figura 3.A1 para classificar uma associação em quatro diferentes categorias :

1. Associação tipo 1 - dentro da elipse de erro;
2. Associação tipo 2 A - entre a elipse de erro e a elipse a 15" de arco;
3. Associação tipo 2B - entre a elipse a 15" de arco e a elipse a 60";
4. Associação tipo 60 - além da elipse a 60" de arco.



### A-III) Funcionamento do Programa :

Descreveremos aqui o funcionamento do programa, porém o código em linguagem FORTRAN está listado no apêndice B-1. Na fig. 3.A2 temos representado um fluxograma simplificado do programa.

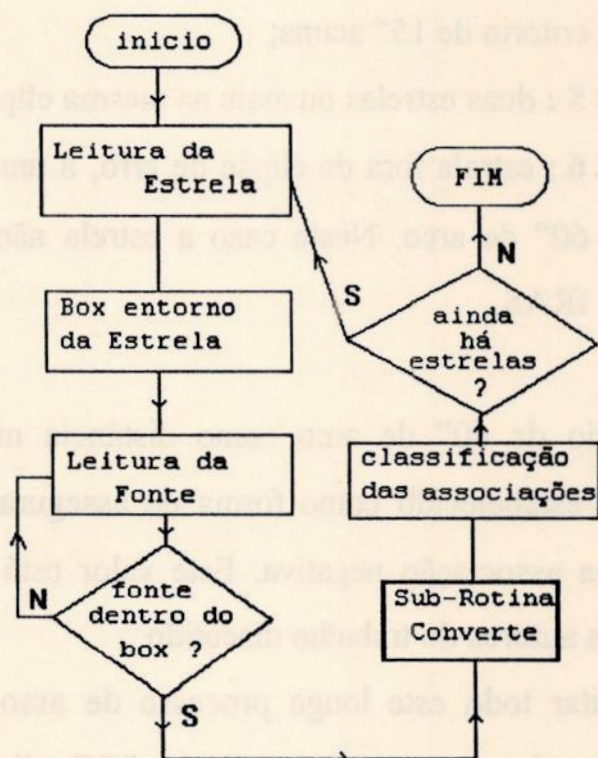


Fig. 3.A2 - Fluxograma apresentando o funcionamento básico do programa ASSOCIA.

O primeiro bloco do fluxograma representa as declarações iniciais das variáveis e constantes que serão usadas, juntamente com a apresentação do programa e a entrada, por parte do usuário, do nome do arquivo de saída dos



resultados. No código fonte encontrado no apêndice B.1, estas operações estão nos blocos intitulados “Formatos Iniciais” e “Apresentação”.

No segundo bloco do fluxograma, temos a operação de leitura do arquivo de dados das estrelas do HBC; um procedimento usualmente usado neste programa é o de converter os valores angulares dados em hora, minuto e segundo de tempo para segundos de tempo e de modo análogo, converter aqueles valores em grau, minutos e segundos de arco para segundos de arco. Estas operações aparecem no código fonte no bloco intitulado de “Leitura dos Dados das Estrelas”.

Uma vez que uma estrela foi lida, o programa cria uma caixa limitante de ascensão reta e declinação entorno dela. Isto é feito simplesmente subtraindo e somando  $180''$  dos valores de ascensão reta ( $\alpha$ ) e declinação ( $\delta$ ) da estrela. O propósito deste “box” é o de limitar o número de fontes que serão testadas a somente aquelas dentro desta área, e assim não perdemos tempo testando todas as fontes do PSC com todas as estrelas do HBC. Observemos que uma correção deve ser feita quando convertemos  $180''$  para segundos de tempo e estamos com uma estrela fora do equador, neste caso não temos mais a relação simples de  $1^s \Rightarrow 15''$ . Podemos ver tudo isto no bloco do código fonte intitulado “Calculando os Limites em AR da Estrela”

Os dois blocos seguintes no fluxograma estão dentro do bloco chamado “Lendo a Fonte” no código do programa. Neste ponto o arquivo PSC.DAT no CD-ROM é acessado para a leitura das fontes. Depois de converter as coordenadas para segundos de tempo e arco, o programa testa se a fonte está dentro da caixa limite da estrela. Neste ponto o fluxograma apresentado não é bastante detalhado, mas apresentaremos aqui os pormenores deste teste. A



ascensão reta da fonte é comparada com limite inferior em ascensão reta do “box”, se ela for menor que este limite então uma nova fonte é lida. A seguir ela é comparada com o limite de ascensão reta superior do “box”, se for maior uma nova estrela é lida. No caso intermediário, fonte dentro da caixa, temos a chamada da subrotina CONVERTE (ver apêndice E), que irá fazer os cálculos necessários para sabermos se há algum tipo de associação da estrela com a fonte em questão.

A subrotina devolve para o fluxo principal do programa o valor da variável DET, ele nada mais representa do que a distância mínima entre a estrela e a elipse de erro da fonte testada. Este valor passa pelos seguintes testes para podermos avaliar a classe de associação (definidas na fig. 3.A1) :

- \* Se  $DET < 0 \implies$  classe = 1 (fonte dentro da elipse, associação)
- \* Se  $0 < DET < 15'' \implies$  classe = 2A (associação)
- \* Se  $15'' < DET < 60'' \implies$  classe = 2B (associação)
- \* Se  $DET > 60'' \implies$  classe = 6 (fonte e estrela não associadas)

Estes testes são realizados no bloco do código fonte intitulado “Classificação Preliminar”, e no fluxograma estão representados pelo bloco chamado “classificação da associação”.

Para terminar, temos o bloco das saídas dos resultados, que no código fonte se encontra dentro do “Classificação Preliminar...”. Ele é controlado pelo conteúdo da variável CLASSE. Se ela é igual a 6, então o programa passa para a leitura de uma nova fonte. Se ela é diferente de 6, então o número da estrela (# HBC), o tipo dela, a classe de associação encontrada, a distância estrela



fonte (em segundos de arco) e o número IRAS da fonte são gravados no arquivo de saída. Para os casos em que nenhuma fonte foi associada a estrela, a saída resultante é composta somente pelo número HBC, tipo, e classe (que no caso vale sempre 6).

Estes procedimentos são repetidos para cada uma das estrelas contidas no HBC.DOC, até que o programa encontre o fim deste arquivo. Quando isto acontece, o fluxo é transferido para a linha 500 (veja o código) e nas linhas seguintes o programa é encerrado.

## **B) Programa Extpsc**

### **B-I) Introdução :**

Este programa realiza uma leitura seletiva do arquivo PSC.DAT, que se encontra no subdiretório IRASPSC do CD-ROM "Selected Astronomical Catalogs" da ADC. O arquivo PSC.DAT contém o catálogo de fontes pontuais infravermelhas IRAS-PSC no formato descrito no capítulo 2.

A seleção das fontes é feita através das janelas de posição, índice de cor e qualidade com que os fluxos 12, 25 e 60  $\mu\text{m}$  foram medidos. Os limites das duas primeiras janelas são estabelecidos pelo usuário através de digitação. Os valores máximo e mínimo de ascensão reta e declinação, no caso da caixa de coordenadas, e também os valores máximo e mínimo dos dois índices de cor [12/25] e [25/60] são requisitados logo após a entrada do nome do arquivo de saída dos resultados. Já o terceiro limite mencionado está definido de modo



transparente ao usuário, não podendo ser alterado a não ser por uma mudança no próprio código fonte.

Obs.: Os fluxos em 100  $\mu\text{m}$  não foram considerados devido aos fatos de estarmos originalmente interessados em objetos estelares, que não emitem consideravelmente nesta banda, e devido a grande contaminação que sofrem por parte dos "cirrus" infravermelhos.

## B-II) Funcionamento do Programa :

O funcionamento geral do programa pode ser visto através do fluxograma da figura 3.B1.

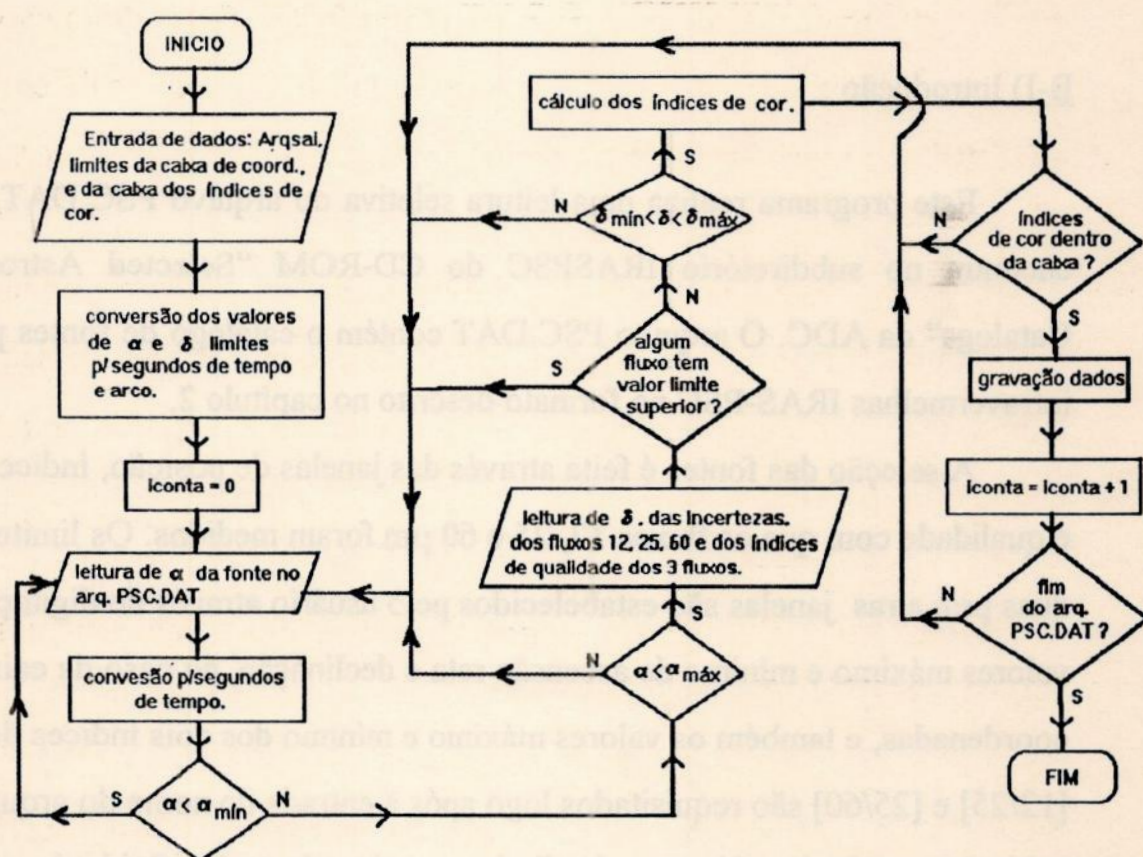


Fig. 3.B1 - Fluxograma do programa EXTPSC.



### Descrição sobre os 16 blocos que compõem o fluxograma:

INÍCIO - Este bloco representa os procedimentos de definição das variáveis usadas e apresentação do programa.

2° BLOCO - O nome do arquivo de saída dos resultados é requisitado pelo programa e após digitado é guardado pela variável ARQSAI. Os procedimentos de abertura do arquivo de leitura PSC.DAT e de gravação ARQSAI são executados e a seguir o usuário deve entrar com os valores de limites de  $\alpha$  e  $\delta$  que delimitam a janela de posição, somente as fontes dentro desta caixa serão selecionadas. Os valores limites, máximo e mínimo, dos índices de cor [12/25] e [25/60] são requisitados para a definição da janela de índices de cor.

3° BLOCO - Este bloco realiza a conversão dos  $\alpha$ s máximo e mínimo, que foram digitados em horas, minutos e segundos, para unidades de segundo de tempo. Os valores dos  $\delta$ s, dados em graus, minutos e segundos de arco, são convertidos para segundos de arco.

4° BLOCO - Criação do contador icona, faz contagem das fontes selecionadas.

5° BLOCO - Procedimento de leitura da ascensão reta de uma fonte no arquivo PSC.DAT.



6º BLOCO - Conversão da ascensão reta lida para unidades de segundos de tempo.

7º BLOCO - Teste para saber se a ascensão reta da fonte ( $\alpha_{\text{fonte}}$ ) é maior do que o limite mínimo de ascensão reta ( $\alpha_{\text{mín.}}$ ). Caso a desigualdade  $\alpha_{\text{fonte}} < \alpha_{\text{mín.}}$  seja verdadeira o fluxo do programa volta para o bloco 5, i.e., uma nova fonte é lida.

8º BLOCO - Teste para saber se a ascensão reta da fonte é menor do que o limite máximo de ascensão reta ( $\alpha_{\text{máx.}}$ ). Caso a desigualdade  $\alpha_{\text{fonte}} < \alpha_{\text{máx.}}$  seja falsa o fluxo do programa volta para o bloco 5, i.e., uma nova fonte é lida.

9º BLOCO - Uma vez que a ascensão reta da fonte está dentro dos limites pré-fixados, a declinação da fonte é lida juntamente com os valores de eixo maior, eixo menor e ângulo de inclinação da elipse de erro e também os valores dos fluxos em 12, 25 e 60  $\mu\text{m}$  e os correspondentes índices de qualidade da medidas destes fluxos.

10º BLOCO - Teste dos índices de qualidade, se alguma medida de fluxo representar um valor superior e não um valor determinado, o programa ignora esta fonte e volta para o bloco 5.

11º BLOCO - Testa se a declinação está dentro dos limites pré-fixados. Caso negativo isto significa que a fonte não está dentro da janela de posição e o programa volta para o bloco 5.



12° BLOCO - Realiza os cálculos dos índices de cor da fonte.

$$[12/25] = \log ( \text{fluxo em } 12 \mu\text{m} / \text{fluxo em } 25 \mu\text{m} )$$

e

$$[25/60] = \log ( \text{fluxo em } 25 \mu\text{m} / \text{fluxo em } 60 \mu\text{m} )$$

13° BLOCO - Testa se os índices calculados no bloco anterior estão dentro da janela de índices de cor pré-fixada. Caso a resposta seja negativa, o fluxo do programa é direcionado para o bloco 5 e uma nova fonte é lida.

14° BLOCO - A fonte passou por todos os testes, os valores de ascensão reta, declinação, eixo maior, eixo menor , ângulo de inclinação da elipse de erro, fluxos em 12, 25 e 60  $\mu\text{m}$  e índices de qualidade são gravados no arquivo ARQSAI.

15° BLOCO - É adicionada uma unidade ao contador icona.

16° BLOCO - O fluxo do programa retorna ao bloco 5 para ler uma nova fonte até que o final do arquivo PSC.DAT seja atingido, i.e., não haja mais fontes para serem lidas.

17° BLOCO - Procedimentos de finalização: o valor de icona é exibido na tela e gravado em ARQSAI, é anunciado o fim do programa e os arquivos de leitura e gravação são fechados.



## Amostra de um Arquivo de Saída

Abaixo apresentamos um arquivo de saída resultante da busca de fontes dentro de uma janela de posição localizada na Nuvem de Órion e janela de índice de cores estabelecida no trabalho *Castilho & Vieira, 1991* para estrelas T-Tauri.

As duas primeiras linhas apresentam os valores dos limites de ascensão reta e declinação, e as duas seguintes estabelecem os limites da janela de índices de cor. No conjunto de dados, as duas primeiras colunas são para a ascensão reta e declinação (1950). As colunas seguintes são do eixo maior, eixo menor, ângulo de inclinação teta, fluxos em 12, 25 e 60  $\mu\text{m}$ , índices de qualidade e os índices de cor calculados [12/25] e [25/60].

ALFA SUP. : 0540 0.0 ALFA INF. : 0524 0.0

DELTA SUP. : -040000 DELTA INF. : -080000

COR[12/25] SUP. : 0.05 COR[25/60] SUP. : 0.26

COR[12/25] INF. : -0.43 COR[25/60] INF. : -0.74

0531	6.7	-062033	35	8	87	0.316E+00	0.745E+00	0.218E+01	332	-0.37	-0.47
053325.4	-061151	24	7	89	0.204E+01	0.499E+01	0.705E+01	333	-0.39	-0.15	
0534	9.4	-061012	25	8	49	0.479E+00	0.755E+00	0.404E+01	333	-0.20	-0.73
053456.9	-063207	23	8	89	0.365E+00	0.627E+00	0.251E+01	232	-0.23	-0.60	
053521.4	-064410	21	6	46	0.201E+01	0.279E+01	0.290E+01	332	-0.14	-0.02	
053543.8	-065056	17	7	88	0.282E+01	0.328E+01	0.531E+01	333	-0.06	-0.21	
053553.3	-070407	26	6	87	0.525E+02	0.127E+03	0.166E+03	333	-0.38	-0.12	
053620.2	-071420	24	7	88	0.255E+01	0.311E+01	0.274E+01	333	-0.09	0.05	
053626.0	-072244	23	7	88	0.743E+00	0.111E+01	0.375E+01	333	-0.17	-0.53	
053756.1	-075803	21	7	89	0.103E+01	0.244E+01	0.483E+01	333	-0.37	-0.30	

O numero de fontes na região selecionada e' : 10



## **CAPÍTULO 4 - APLICAÇÕES**

O programa ASSOCIA, descrito no capítulo 3, tem uma importante aplicação no estudo da ocorrência de associações entre as estrelas T-Tauri e as fontes IRAS. Apresentamos a seguir um trabalho desta natureza que utilizou os dados gerados por este programa. Este estudo foi apresentado anteriormente na 20ª Reunião Anual da SAB entre 1-4 de Agosto de 1994 - Campos do Jordão, SP.

### **Associabilidade de Estrelas T-Tauri e Fontes IRAS**

#### **Introdução:**

Uma importante parte das estrelas jovens, de tipo T-Tauri (ETT), apresentam uma emissão de radiação no Infravermelho Distante (IVD) que caracteriza a existência de discos de acrecimento. Estes discos são formados pelo gás e poeira remanescentes da formação estelar e se encontram em torno da estrela. Os fluxos medidos pelo satélite IRAS em 12, 25, 60 e 100 $\mu$ m caracterizam esta radiação e tornam importante a determinação das fontes IRAS correspondentes às ETT. Assim, alguns trabalhos têm sido feitos no sentido de associar as estrelas do catálogo Herbig & Bell (HBC), catálogo de estrelas pré-sequência principal, com as fontes IRAS do catálogo de fontes pontuais PSC.



Apresentamos aqui os resultados de um estudo de associação HBC-PSC em diferentes regiões onde se encontram importantes nuvens formadoras de estrelas. Os limites considerados para estas regiões estão na tabela 4.1.

O processo de associação foi realizado automaticamente através do programa FORTRAN chamado ASSOCIA, descrito no item A do capítulo 3, que comparou as coordenadas das estrelas do HBC com as posições e elipses de erros das fontes do PSC. O critério de associação empregado foi o definido por *Castilho & Vieira (1991)*, que consideraram uma estrela dentro de  $60''$  de arco de uma elipse de erro como estando, de alguma forma, associada à fonte IRAS.

Os diversos tipos de estrelas jovens presentes no HBC foram divididos em 3 classes de objetos, listadas abaixo juntamente com os correspondentes tipos do HBC.

#### Classe --- Tipo de Estrela Jovem

- TTC --- T-Tauri Clássicas (larguras de  $H\alpha > 10 \text{ \AA}$ );
- TTF --- T-Tauri Fracas (larguras de  $H\alpha < 10 \text{ \AA}$ );
- Outros --- Ae, Be, FU Ori, SU Aur e estrelas não identificadas

De posse da listagem de associações produzidas pelo programa ASSOCIA, foi feita uma contagem de associações em termos das três classes listadas acima. Esta determinação da ocorrência de associações por classe foi realizada para as regiões listadas na tabela 4.1 e também para todo o HBC, que engloba todas as regiões de formação estelar conhecidas.

Os resultados obtidos foram comparados com os de outros trabalhos, *Weintraub (1990)*, *Weaver & Jones (1990)*, e o já referido *Castilho & Vieira*



(1991), que também geraram listagens de associações entre estrelas HBC e fontes do PSC. O mesmo tipo de contagem foi realizada nestes trabalhos e as porcentagens de associações encontradas podem ser vistas no apêndice A. Uma representação gráfica destes resultados é apresentada na figura 4.1 abaixo.

**Tabela 4.1**

REGIÃO	$\alpha_{\min}$ — $\alpha_{\max}$	$\delta_{\min}$ — $\delta_{\max}$
Grande Órion	$05^{\text{h}} 00^{\text{m}} \leftrightarrow 07^{\text{h}} 00^{\text{m}}$	$-20^{\circ} 00' \leftrightarrow +18^{\circ} 00'$
Pequena Órion	$05^{\text{h}} 24^{\text{m}} \leftrightarrow 05^{\text{h}} 40^{\text{m}}$	$-08^{\circ} 00' \leftrightarrow -04^{\circ} 00'$
Ophiuchus	$16^{\text{h}} 00^{\text{m}} \leftrightarrow 17^{\text{h}} 15^{\text{m}}$	$-08^{\circ} 00' \leftrightarrow -04^{\circ} 00'$
Chamaeleon I	$10^{\text{h}} 40^{\text{m}} \leftrightarrow 11^{\text{h}} 20^{\text{m}}$	$-78^{\circ} 30' \leftrightarrow -75^{\circ} 00'$
Taurus	$03^{\text{h}} 45^{\text{m}} \leftrightarrow 05^{\text{h}} 15^{\text{m}}$	$+15^{\circ} 00' \leftrightarrow +35^{\circ} 00'$

### **Características dos Trabalhos Analisados :**

- 1) Weintraub (1990) : Catálogo PSC (primeira versão) e Catálogo HBC com correções de posição.
- 2) Castilho & Vieira (1991) : Catálogo PSC (primeira versão) e Catálogo de estrelas jovens HBC original.
- 3) Weaver & Jones (1991) : Banco de Dados IRAS e primeira versão do PSC.
- 4) Este Trabalho : Catálogo PSC (segunda versão) e HBC.

Dos 4 estudos acima listados; apenas o terceiro possui uma metodologia de associação diferente. Nos outros, as posições das estrelas do HBC foram confrontadas com as posições fornecidas pelas duas versões do PSC, levando-



se em conta as elipses de erro dadas. Os critérios de associação se baseiam no fato da estrela se encontrar dentro da elipse de erro (estudo #1), ou de uma forma menos rígida, até 60" da mesma (estudos #2 e #4).

Como dissemos, *Weintraub (1990)* considerou a associação positiva quando uma estrela era encontrada estritamente dentro da elipse de erro de uma fonte IRAS. Este critério tem uma limitação importante, ele não dá margens a considerações de possíveis erros nas posições das estrelas do HBC. Por exemplo, o autor revela em seu artigo que 4 estrelas na sua amostra não foram associadas apesar de se encontrarem muito próximas de elipses de erros. Devemos observar que a amostra deste trabalho não se limitou completamente ao HBC. Weintraub utiliza outras estrelas pré-sequência principal identificadas e divulgadas na literatura após a publicação do HBC. Porém estas estrelas não foram consideradas nos levantamentos estatísticos pois tínhamos como objetivo manter o HBC como base amostral comum.

No trabalho de *Castilho & Vieira (1991)* encontramos definidas diversas classes de associação positiva. Elas foram criadas para distinguir entre alguns casos de associação encontrados pelos autores durante o processo manual. Entretanto durante o nosso levantamento das porcentagens das associações, obtidas por *Castilho & Veira (1991)*, só foi levado em conta a situação em que a estrela se encontrava dentro de 60" de uma elipse de erro (associada) ou fora deste intervalo (não associada). Este intervalo é justificado como uma forma de se levar em conta possíveis erros nas posições das estrelas. Devemos observar também o fato de que os autores ( *Castilho & Veira (1991)* ) usaram a primeira versão do PSC.

No presente trabalho utilizamos a segunda versão do catálogo PSC. Queríamos verificar se os resultados obtidos no trabalho *Castilho & Vieira*



(1991) se mantinham com a nova versão do PSC, que apresenta novos valores para os fluxos e elipses de erros menores. Assim, para poder testar a permanência dos resultados acima citados, também trabalhamos com critério de 60" para o limite de associação.

O terceiro estudo listado apresenta uma maior sofisticação na metodologia empregada para procurar as associações desejadas. O procedimento empregado por *Weaver e Jones (1991)* consistiu na utilização dos programas ADDSCAN-SCANPI do *Infrared Processing and Analysis Center* (IPAC). O ADDSCAN realiza a seleção dos vários fluxos observados pelo IRAS para um dado objeto, no caso uma dada estrela do HBC. Uma vez feito isto, os pesquisadores se utilizaram do programa SCANPI para adicionar e plotar estes dados brutos através de médias, médias ponderadas e medianas, assim puderam estimar o valor do fluxo na região do objeto. Para lidar com os problemas de superposição de fontes, eles criaram um programa gráfico de deconvolução chamado DECON. Analisando a variação do fluxo deconvoluido nas proximidades das estrelas do HBC, foi possível associar muitas delas com fontes IRAS próximas. Este método apresenta critérios mais rigorosos de associação do que os usados nos estudos antes comentados.

## **Resultados :**

Os resultados numéricos da estatística de associações ETT-PSC estão apresentadas nas tabelas do apêndice A. Porém uma representação gráfica destes resultados pode ser vista na figura 4.1. Este gráfico mostra claramente a distribuição de associações nas diferentes regiões estudadas, e ao mesmo tempo compara este tipo de distribuição entre os trabalhos analisados.



No eixo das abcissas estão representadas as regiões de formação estelar, que se caracterizam por serem algumas das maiores e mais densas entre as conhecidas. Porém elas apresentam diferenças de densidade de gás e quantidade de estrelas entre elas. No eixo das ordenadas estão marcadas as porcentagens levantadas nos catálogos de associação analisados.

Observando a figura 4.1, podemos notar que ambas as regiões de Ophiuchus, de Chamaeleon I e de Taurus apresentam uma porcentagem de ocorrência de associações maior do que as porcentagens obtidas quando analisamos o HBC como um todo, isto em todos os quatros trabalhos. Já as duas amostras da Nuvem de Órion se apresentam uma estatística oposta, elas têm porcentagens de associação abaixo das obtidas no HBC. Queremos lembrar que os valores apresentados pelo HBC representam uma média entre todas as regiões de formação estelar.

Este resultado obtido para a região de Órion pode ser analisado melhor através da figura 4.2. Nela temos plotadas os valores das porcentagens de associação ETT-PSC encontradas nas regiões de Grande Órion, Pequena Orion e em todo o HBC. Observando o gráfico percebemos que os valores obtidos para a região Grande Orion são próximos de 50% ou menores que os valores correspondentes ao HBC. Este efeito de baixa associação se mostra mais acentuado quando consideramos a região de Pequena Órion, que se trata de uma sub-região da Grande Órion e apresenta uma alta densidade de estrelas jovens, principalmente T-Tauri. Podemos ver que, este resultado encontrado para a região de Órion é bastante surpreendente pois era de se esperar uma alta porcentagem de associações nesta rica região de formação estelar. Esta análise nos faz imaginar quais seriam causas, os mecanismos geradores deste efeito.



## DISTRIBUIÇÕES DAS ASSOCIAÇÕES POR REGIÕES

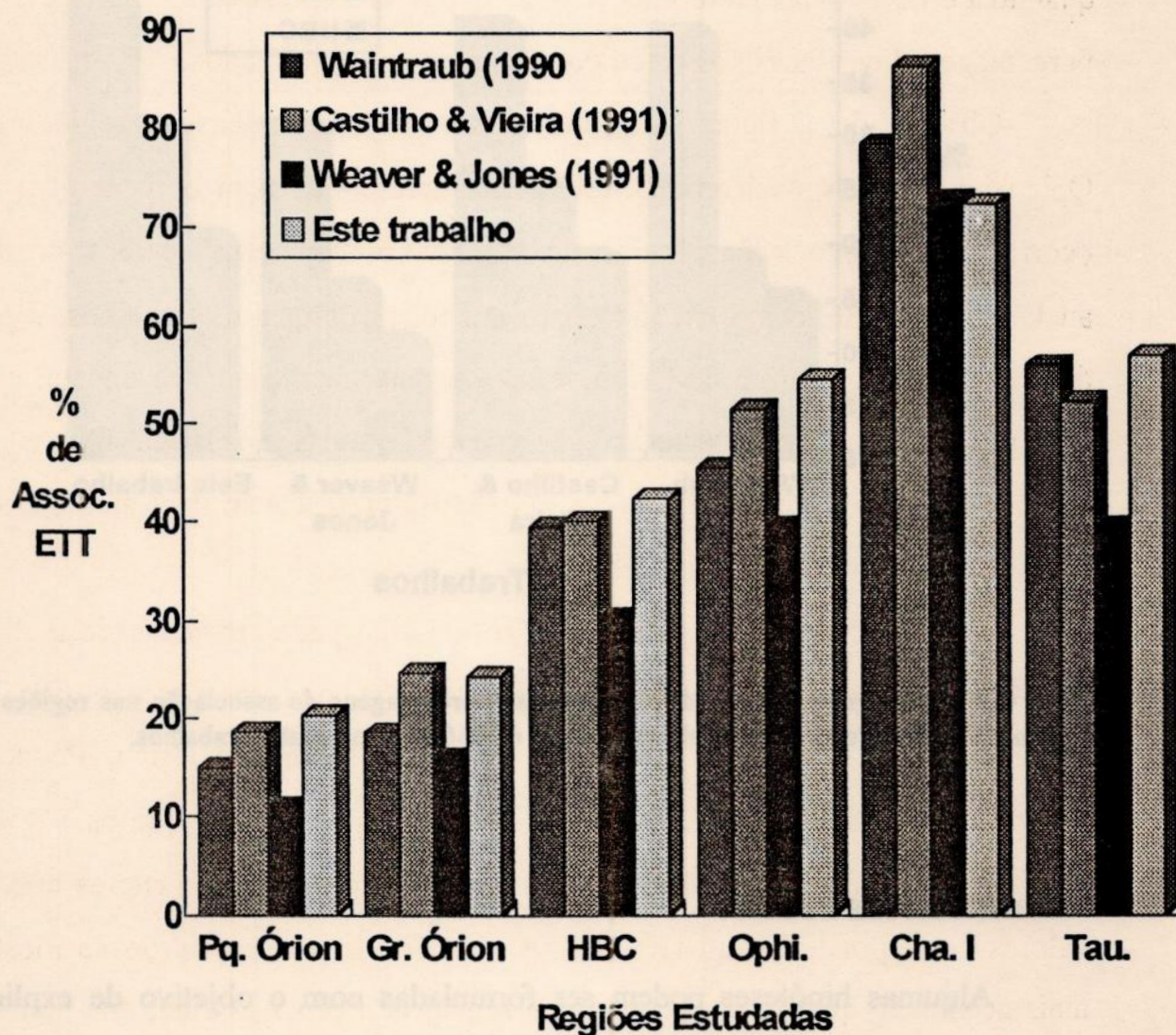


Fig. 4.1 - Histograma com a distribuição das taxas de associação, por regiões, para os diferentes trabalhos referenciados.



## DISTRIBUIÇÕES DAS ASSOCIAÇÕES ETT-FONTES IRAS

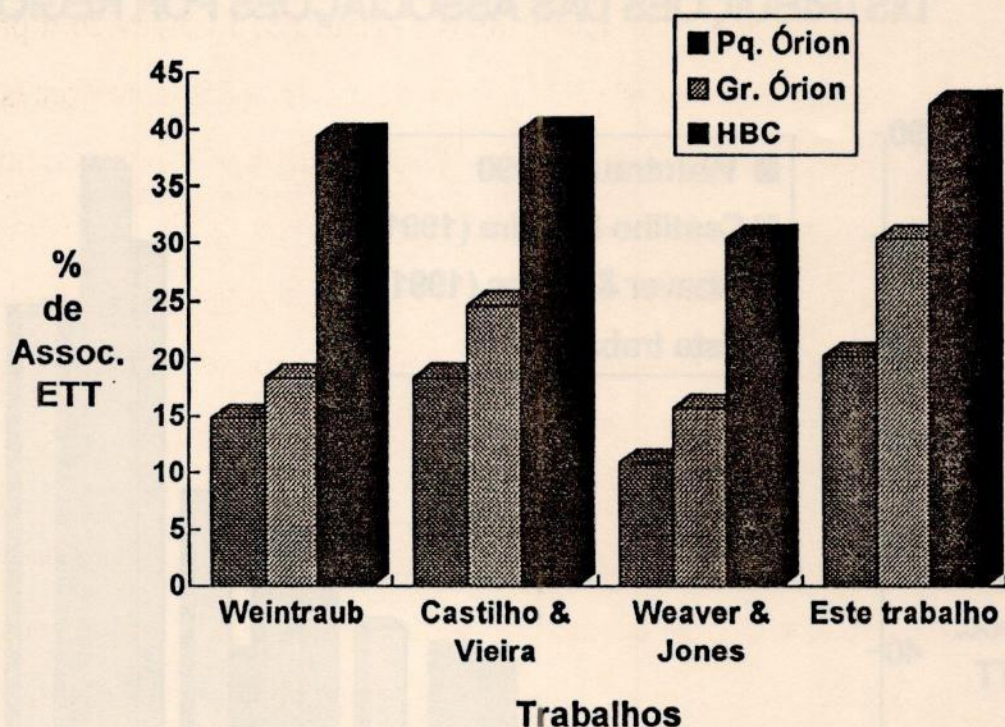


Fig. 4.2 - Histograma com a distribuição das porcentagens de associação nas regiões de Orion (Grande e Pequena) e também em todo o HBC para os quatro trabalhos.

### Comentários Finais:

Algumas hipóteses podem ser formuladas com o objetivo de explicar esta baixa ocorrência de associações em Órion :

- (1) Haveria uma identificação imprecisa das fontes IRAS por causa da grande densidade de gás no complexo de Órion; isto também poderia estar sendo causado pela existência de fontes extensas próximas as estrelas.



(2) Considerando que a maior parte do excesso de radiação infravermelha (IV) nas estrelas T-Tauri (ETT) é devido a presença de discos de acreção, a falta de associações com fontes IRAS poderia ser explicada se as ETT nesta região possuísem idade média maior que a dos outros complexos estelares jovens. Com isso, poderiam ter seus discos de acreção dispersados por evolução e não emitir no IV distante o suficiente para serem detectadas pelo IRAS.

(3) Outra hipótese interessante que pode ser explorada é aquela em que as ETT têm baixa associação a fontes IRAS porque seus discos de acreção teriam sido destruídos por ventos estelares de estrelas massivas de tipo OB próximas. É também possível que as supernovas que já existiram no complexo de Órion tivessem produzido este efeito.

Para concluir este trabalho, gostaríamos de ressaltar que a investigação das hipóteses acima, mais do que, resolver completamente o problema apresentado, poderá ter importantes implicações no estudo futuro da evolução das ETT.



## **Aplicações para o EXTPSC**

O programa EXTPSC, descrito no capítulo 4, pode ter outras aplicações além de procurar fontes IRAS com características de estrelas T-Tauri. Conforme foi dito antes, outros tipos de estrelas podem ser investigadas, bastando para isto utilizar uma janela de índices de cor apropriada à natureza da mesma. Como exemplo, podemos citar o uso deste programa pela pesquisadora Náatalia Drake em sua investigação sobre estrelas gigantes ricas em lítio (comunicação privada por parte da pesquisadora ao autor).

Uma outra aplicação para o EXTPSC está na busca de galáxias na direção do plano galáctico, atividade que experimentou um grande aumento de interesse ultimamente. Através da modificação do código fonte do programa, para que passe a considerar os fluxos 25, 60 e 100  $\mu\text{m}$  e não mais o de 12  $\mu\text{m}$ , podemos selecionar objetos com características de galáxias em latitudes galácticas entre  $+5^\circ$  e  $-5^\circ$  graus. Estes candidados devem ser confirmados através da observação detalhada de suas posições ou então podem ser procurados nas placas de “surveys” tais como os do ESO e do PALOMAR.



# **APÊNDICES**



## APÊNDICE A - Arquivo HBC.DOC

O arquivo HBC.DOC é acessado pelo programa ASSOCIA durante o processo de associação com as fontes IRAS-PSC. Ele contém os dados das estrelas que queremos associar com as fontes. Estes dados foram digitados a partir do catálogo HBC original, e somente as informações consideradas relevantes para o funcionamento do programa ou para posterior análise dos resultados estão presentes.

As duas primeiras linhas indicam a natureza e as unidades dos dados nas colunas abaixo. Temos em ordem da esquerda para a direita: O número HBC da estrela, a ascensão reta para 1950, a declinação para 1950, a largura equivalente da linha de emissão do  $H\alpha$  (em Å), e a classificação do tipo de objeto.

obs.: Devido ao fato das estrelas estarem ordenadas em ascensão reta, os números HBC se encontram fora de ordem crescente.

HBC	RA(1950)	Dec(1950)	W[Ha]	TYPE	HBC	RA(1950)	Dec(1950)	W[Ha]	TYPE
n#	h m s.d	o ' ".d			n#	h m s.d	o ' ".d		
1	000425.22	+652156.9	031.0	--	339	032443.50	+300143.0	032.0	tt
324	000433.84	+652232.2	018.0	--	340	032537.69	+310713.2	013.0	--
2	000757.28	+583325.1	200.0	tt	341	032537.99	+310716.7	014.0	tt
3	000847.45	+583305.2	085.0	ae	342	032546.00	+305142.0	010.0	--
325	000847.56	+583322.5	037.0	ae	343	032546.73	+302041.4	002.6	--
326	000949.50	+651624.7	015.0	tt	11	032547.24	+303445.3	007.7	tt
4	001013.75	+651729.2	024.0	tt	344	032551.01	+310816.4	pr	--
5	001047.69	+651919.6	048.0	tt	345	032552.50	+310746.0	pr	--
327	001403.79	+652859.9	015.0	tt	346	032558.14	+310545.3	pr	--
328	001410.99	+653014.0	005.1	tt	12	032611.86	+311227.9	031.0	tt
329	002840.44	+614217.3	020.0	*	13	032616.25	+310519.5	186.0	tt
6	003933.46	+613921.0	027.0	tt	347	032640.50	+242024.0	hk	wt
330	004021.94	+613815.1	078.0	ae	14	032739.11	+302233.9	053.0	tt
7	004029.24	+612158.2	050.0	*	15	033024.70	+310051.0	051.0	tt
331	004130.19	+615422.3	035.0	tt	16	033055.70	+310435.0	078.0	tt
332	004212.45	+614802.9	038.0	tt	348	033738.51	+322216.2	pr	?
333	004229.09	+612229.9	043.0	--	17	034117.77	+315507.3	pr	--
334	021303.00	+550903.0	pr	a?	18	034136.44	+315440.3	pr	--
8	025317.44	+195119.4	031.0	tt	19	034228.05	+321638.4	016.0	tt
9	025317.84	+195133.3	030.0	tt	20	034239.43	+321453.6	020.0	tt
10	025333.80	+195333.8	085.0	tt	21	034546.23	+384710.0	048.0	tt
335	025932.40	+165849.0	pr	--	22	034556.84	+384731.1	044.0	ae
336	031325.20	+595845.0	pr	--	349	034617.20	+384949.0	pr	ae
337	032204.80	+303550.0	099.0	tt	350	034617.20	+384949.0	pr	wt
338	032244.70	+305955.0	pr	tt	351	034902.70	+243055.0	001.6	--



352	035120.20	+315414.0	hk	wt	39	042638.00	+262620.1	002.0	wt
353	035120.80	+315418.0	hk	--	390	042643.93	+351054.6	002.0	wt
354	035134.70	+252825.0	hk	wt	41	042647.67	+260016.3	007.8	tt
355	035135.00	+252822.0	*	--	40	042657.24	+350956.0	588.0	?
356	040012.20	+254445.0	000.9	wt	391	042701.89	+351116.8	002.3	wt
357	040012.20	+254445.0	001.8	wt	42	042709.56	+180721.0	004.0	wt
358	040046.90	+260242.0	007.8	wt	43	042709.96	+180721.0	003.9	wt
359	040048.60	+260243.0	002.4	wt	44	042727.91	+242018.2	010.0	tt
360	040142.10	+215011.0	007.6	wt	45	042740.48	+255459.0	*	tt
361	040142.60	+215013.0	005.7	wt	46	042749.32	+243556.9	015.0	tt
362	040233.80	+214305.0	004.0	--	47	042822.39	+240429.7	004.7	tt
363	040720.90	+380007.0	abs	tt	392	042834.50	+170002.0	000.2	wt
364	040721.60	+380023.0	018.0	wt	393	042840.22	+180141.3		?
365	041008.46	+281135.2	004.0	wt	394	042842.20	+180721.0	047.0	--
366	041021.54	+280821.5	003.0	wt	49	042844.42	+180736.2	055.0	tt
367	041107.29	+280441.2	004.0	tt	50	042846.00	+180735.2	274.0	tt
23	041107.82	+280518.8	071.0	tt	48	042848.85	+241756.2	029.0	tt
24	041108.61	+282026.9	025.0	tt	395	042903.57	+181515.5	003.3	wt
25	041111.34	+280327.2	135.0	--	51	042903.57	+181515.5	048.0	tt
368	041142.77	+274505.2	v?	tt	396	042913.60	+242242.9	088.0	tt
26	041143.50	+263857.5	038.0	--	397	042915.57	+175102.6	000.5	wt
369	041143.60	+280501.6	117.0	t	398	042917.16	+241607.5	001.2	wt
27	041144.02	+264042.2	020.0	tt	399	042920.39	+181354.7	001.8	wt
370	041322.42	+280013.0	005.0	wt	400	042922.03	+175518.6	001.6	wt
28	041427.67	+281328.6	070.0	tt	401	042928.92	+241338.6	059.0	tt
371	041432.62	+282542.6	004.0	wt	402	042930.08	+241344.4	204.0	tt
29	041524.83	+282001.7	003.0	wt	54	042937.06	+172522.3	054.0	tt
30	041525.10	+280914.6	182.0	tt	52	042939.26	+254613.4	082.0	tt
31	041525.55	+280944.0	004.0	tt	53	042939.26	+254613.4	080.0	tt
372	041525.40	+165130.0	hk	--	403	042950.00	+175640.0	000.7	wt
373	041534.51	+281201.8	013.0	ae	55	043004.79	+240318.3	015.0	tt
374	041540.89	+281254.0	003.0	wt	404	043005.20	+240339.0	013.0	tt
375	041545.40	+281314.0	070.0	--	405	043008.26	+242726.7	003.0	wt
376	041559.10	+171601.0	000.7	wt	56	043032.33	+241503.1	019.0	tt
377	041606.42	+282221.4	114.0	tt	59	043032.66	+260334.5	012.0	tt
32	041608.61	+285915.3	040.0	tt	57	043032.76	+241452.4	016.0	tt
378	041619.92	+281902.6	001.7	wt	58	043036.02	+251424.0	105.0	tt
379	041635.78	+274228.1	004.0	wt	406	043045.67	+174538.2	089.0	tt
33	041849.84	+274805.2	054.0	tt	60	043045.67	+174538.2	139.0	tt
34	041850.85	+281935.0	020.0	tt	61	043052.20	+224416.7	102.0	tt
380	041852.52	+281106.6	abs	su	62	043054.68	+180356.7	139.0	tt
381	041856.40	+265036.0	pr	tt	407	043123.70	+182355.0	hk	wt
382	041856.64	+281837.7	006.0	tt	408	043136.71	+245450.6	000.5	?
383	041857.63	+265030.5	057.0	tt	63	043153.54	+242244.1	037.0	tt
35	041904.21	+192505.4	060.0	tt	64	043220.76	+222606.6	115.0	tt
384	042037.23	+244920.1	pr	tt	409	043220.92	+224816.8	001.4	wt
385	042152.05	+270508.3	011.0	--	65	043225.68	+240852.3	012.0	tt
386	042349.85	+260013.0	023.0	tt	410	043231.70	-141917.0	pr	tt
387	042350.73	+260009.7	020.0	tt	411	043239.58	+240501.8	004.6	--
36	042359.63	+253541.7	060.0	tt	412	043240.40	+174534.0	009.0	wt
37	042401.01	+255935.5	113.0	tt	413	043244.30	-141949.0	pr	--
388	042417.20	+174403.0	hk	wt	66	043252.85	+224817.7	035.0	66
389	042621.89	+242630.0	pr	--	414	043253.52	+224804.0	002.0	wt
38	042637.09	+262628.9	053.0	tt	415	043254.17	+224808.2	004.5	su



416	043256.81	+224831.2	092.0	tt	101	053043.40	-054426.9	019.0	tt
417	043315.41	+253655.1	001.0	wt	437	053105.00	-053533.8	002.1	--
67	043524.18	+260455.2	100.0	tt	102	053105.00	-053533.8	abs	--
418	043530.90	+260445.2	004.5	wt	103	053105.94	-044546.6	035.0	tt
68	043617.41	+224202.3	004.0	tt	104	053108.02	-050333.4	024.0	tt
419	043618.40	+221512.7	013.0	wt	438	053109.87	-052853.6	000.2	--
420	043801.94	+244521.8	004.0	wt	105	053110.91	-011034.9	068.0	tt
421	043808.81	+283416.6	001.8	--	107	053117.59	-053308.2	006.5	--
422	043901.98	+251716.8	003.1	wt	106	053117.97	-053249.9	099.0	tt
423	043903.40	+251723.7	003.7	--	108	053118.78	-060625.4	131.0	tt
69	043904.23	+251732.8	013.0	tt	109	053119.68	-055912.9	016.0	tt
70	043934.31	+250959.9	085.0	tt	110	053127.69	-044949.3	029.0	tt
71	043959.57	+251443.0	081.0	tt	439	053132.00	-050202.9	pr	--
72	044359.99	+165440.1	113.0	tt	440	053136.37	-055653.1	hk	--
424	044405.90	+165719.2	191.0	tt	441	053139.68	-051544.0	002.8	--
73	044405.90	+165719.2	026.0	tt	111	053139.68	-051544.0	011.0	tt
74	044413.20	+165323.8	087.0	tt	442	053146.99	-053852.2	pr	--
75	044439.07	+291956.2	059.0	tt	443	053149.26	+100510.9	pr	--
76	044835.71	+304213.6	060.0	tt	113	053149.28	-053843.6	008.7	tt
425	045130.30	+170507.0	pr	--	115	053149.68	-063802.1	004.4	--
77	045159.76	+301714.7	096.0	tt	114	053150.76	-050645.7	020.0	su
426	045225.90	+301310.8	001.0	wt	444	053151.09	-050859.8	hk	--
78	045234.24	+302821.9	027.0	ae	445	053155.94	-044909.1	hk	--
79	045247.84	+302919.4	004.0	su	446	053201.77	-061221.8	hk	--
427	045251.00	+301620.0	000.7	wt	117	053209.52	-060731.0	006.7	tt
428	045302.40	+512616.0	pr	?	447	053212.32	-052621.6	hk	--
429	050002.22	+251906.9	009.0	wt	448	053212.46	-052838.0	hk	--
430	050200.62	-035119.5	020.0	?	449	053213.33	-055212.0	hk	--
82	050424.71	-032359.9	052.0	tt	118	053213.37	-052438.4	hk	tt
81	050437.60	+302013.6	--	--	450	053219.17	-060047.3	hk	--
80	050437.69	+302013.9	084.0	tt	119	053220.77	-055952.7	076.0	tt
431	050905.50	-022624.0	001.0	a?	451	053224.08	+095957.2	pr	ae
83	051752.50	-054852.0	pr	tt	120	053225.22	-050522.0	070.0	tt
84	052451.22	+112312.3	010.0	su	122	053228.48	-052507.9	004.1	--
85	052620.78	+114952.8	046.0	tt	124	053228.72	-054321.2	127.0	tt
86	052636.32	+114938.1	025.0	tt	123	053229.10	-051328.1	005.1	--
432	052644.84	-061025.3	pr	--	125	053232.61	-052456.5	011.0	tt
87	052645.29	+125402.8	125.0	tt	452	053236.51	-051007.3	pr	--
88	052713.87	+121052.9	001.5	--	126	053238.18	-052713.5	047.0	tt
89	052714.00	+121117.0	028.0	--	128	053240.70	-053438.2	pr	--
433	052747.69	+123438.8	045.0	tt	127	053241.57	-042934.1	045.0	tt
90	052747.69	+123438.8	046.0	tt	129	053241.68	-053153.0	003.0	--
91	052803.76	+120624.0	018.0	tt	453	053243.24	-052538.4	pr	--
92	052829.03	+112320.2	?	?	130	053243.36	-054827.7	023.0	tt
93	052835.62	+120733.4	036.0	tt	454	053245.10	-052537.6	pr	--
434	052835.82	-652918.8	pr	--	131	053245.33	-054512.7	016.0	tt
435	052835.82	-652918.8	001.0	*	133	053245.89	-054128.7	023.0	tt
94	052840.08	+120700.2	056.0	ae	134	053246.25	-053251.1	--	--
95	052855.00	+122813.0	032.0	tt	132	053246.93	-044636.8	001.9	--
96	052900.70	+122951.2	012.0	tt	135	053247.19	-044511.2	045.0	tt
97	052934.44	-030737.8	003.3	--	455	053248.46	-052543.2	pr	--
436	052939.57	-025155.6	003.4	?	136	053248.57	-044738.3	006.4	--
98	053033.69	-045122.2	273.0	tt	456	053249.44	-052338.7	287	*
100	053034.84	-052828.6	039.0	tt	457	053249.67	-052325.1	85	--



137	053249.83	-052429.0	140.0	tt	165	053406.08	-062108.0	abs	--
458	053250.42	-052438.7	pr	--	166	053409.84	-052813.2	151.0	tt
459	053250.84	-052430.6		--	484	053422.70	-042726.5	018.0	tt
138	053250.92	-060019.9	066.0	tt	167	053422.70	-042726.9	012.0	--
460	053251.10	-052227.0	pr	su	485	053432.72	-061102.2	016.0	--
461	053252.66	-052250.2	pr	su	168	053433.74	-063512.1	068.0	tt
462	053253.48	-051109.2	pr	--	486	053435.21	-053815.6	hk	--
463	053253.59	-051405.8	abs	--	487	053442.93	-060801.6	hk	--
464	053254.12	+244303.2	pr	?	169	053447.24	-063645.3	010.0	?
139	053254.31	-043044.2	128.0	tt	488	053535.07	-041823.5	pr	tt
140	053254.43	-053639.9	055.0	tt	489	053554.00	-070351.0	*	--
465	053255.05	-055300.3	pr	--	172	053603.17	-024554.8	017.0	tt
142	053257.78	-060338.6	036.0	tt	173	053605.33	-024537.7	001.3	--
466	053257.96	-051142.3	abs	--	174	053610.62	-075158.5	036.0	tt
467	053258.50	-051032.7	hk	--	490	053616.50	-071425.0	010.0	--
468	053258.88	-052732.7	pr	su	491	053617.50	-071422.3	105.0	tt
141	053259.11	-051300.1	pr	--	170	053623.84	+262049.2	033.0	ae
469	053301.26	-050756.5	hk	--	492	053624.00	+261746.0	pr	--
143	053302.92	-045710.0	068.0	tt	171	053626.94	+261810.6	008.0	--
470	053303.70	-062853.0	pr	--	176	053657.32	-072820.4	100.0	tt
471	053304.06	-053501.2	pr	--	177	053709.06	-023256.6	173.0	tt
144	053304.17	-051120.2	034.0	tt	493	053749.32	-094341.9	pr	ae
472	053304.60	-062837.0	pr	tt	179	053800.73	-080903.7	040.0	tt
145	053305.16	-064709.5	076.0	tt	494	053805.00	-073026.0	pr	--
146	053307.73	-052319.3	084.0	tt	495	053821.96	-080653.5	013.0	tt
148	053308.40	-051416.0	pr	tt	496	053822.54	-080624.0	008.0	--
147	053308.55	-050307.9	010.0	--	497	053822.80	-080901.0	003.9	--
473	053311.28	-051048.0	hk	--	498	053823.79	-080727.6	000.9	--
149	053314.55	-042647.4	034.0	tt	180	053851.17	+090624.4	017.0	tt
150	053314.56	-053004.2	*	--	499	053853.40	-022419.0	010.0	--
474	053314.70	-062438.0	013.0	tt	181	053901.10	-080720.7	042.0	tt
475	053315.46	-051108.5	hk	--	500	053905.40	-021813.0	049.0	tt
151	053316.67	-063642.7	258.0	tt	182	053925.38	-080156.7	pr	tt
476	053317.11	-050908.7	pr	tt	183	054036.49	+090448.2	032.0	tt
152	053320.44	-050320.1	074.0	tt	184	054132.80	+090944.1	061.0	tt
477	053321.06	-050329.7	032.0	tt	185	054157.10	+085546.0	*	--
154	053323.05	-053025.9	016.0	ae	501	054201.98	-012314.8	009.0	--
153	053323.12	-051820.2	018.0	tt	186	054237.97	+090302.5		fu
478	053323.90	-051000.3	hk	--	502	054334.37	-001303.6	006.0	tt
479	053324.83	-050656.7	002.9	--	503	054345.83	-000625.6	012.0	tt
155	053326.25	-050605.6	029.0	tt	504	054348.97	-000957.9	023.0	tt
157	053330.87	-055909.2	106.0	tt	505	054431.65	+003105.6	154.0	tt
156	053331.23	-050036.5	001.4	--	506	054433.21	-000014.6	051.0	tt
158	053331.52	-064431.5	036.0	tt	187	054440.18	+000805.8	179.0	tt
480	053331.92	-054149.7	hk	--	507	054440.19	-000043.7	020.0	tt
481	053334.22	-064423.3	138.0	tt	508	054440.26	-000045.5	008.2	--
159	053334.22	-064423.3	036.0	tt	509	054442.81	+003718.9	020.0	tt
482	053347.65	+064813.0	var	?	510	054501.30	+003738.9	079.0	tt
162	053349.31	-051332.3	002.4	--	511	054502.29	+003813.4	002.9	--
160	053349.81	-021247.0	abs	--	512	054513.84	+003958.7	061.0	tt
161	053351.40	-004400.6	042.0	tt	513	054526.68	+003331.1	016.0	tt
483	053355.55	-064725.1	010.0	wt	514	054729.50	+081346.0	pr	--
164	053359.50	-064446.4	081.0	ae	188	055105.30	+013741.0	023.0	tt
163	053400.16	-053243.6	023.0	tt	189	055122.90	+014338.0	047.0	tt



515	055127.60	+013943.0	*	?		224	063809.09	+095212.2	114.0	tt
190	055144.39	+014222.4	024.0	tt		535	063811.24	+095702.5	pr	tt
516	055144.75	+014221.9	005.1	--		225	063811.86	+094041.1	101.0	tt
191	055202.40	+012922.0	050.0	tt		226	063814.00	+093350.0	007.0	tt
517	055439.50	+022850.0	pr	--		536	063814.06	+095812.3	hk	--
192	055906.43	+163059.4	040.0	ae		227	063816.13	+093537.1	014.0	tt
193	060453.17	+183955.0	008.0	ae		537	063818.38	+094337.5	020.0	tt
194	060518.30	+183755.0	062.0	tt		538	063818.96	+093412.5	hk	--
518	060524.83	-051535.4	002.3	--		228	063819.57	+092744.7	108.0	tt
195	060542.45	+180821.3	123.0	tt		539	063819.61	+094123.4	120.0	tt
519	060611.09	-065412.5	012.0	tt		229	063820.62	+095110.2	025.0	tt
520	060612.07	-065422.9	004.6	--		230	063821.21	+102934.3	016.0	tt
196	060820.57	-061206.1	055.0	--		231	063821.28	+093915.7	005.0	--
197	060827.99	-061357.1	019.0	--		232	063822.00	+093028.0	pr	tt
198	061023.87	-061220.5	110.0	tt		233	063827.12	+092924.2	011.0	tt
199	061553.51	+151809.1	pr	?		234	063827.34	+095524.5	040.0	tt
200	062734.56	+103354.3	054.0	--		235	063828.10	+092909.0	106.0	tt
201	062804.02	+103518.5	042.0	--		236	063828.40	+092904.0	066.0	tt
202	062820.99	+102814.9	050.0	ae		237	063833.41	+093647.5	044.0	tt
521	062821.69	+102829.3	020.0	tt		540	063836.14	+093630.1	016.0	--
522	062822.20	+102811.0	021.0	--		541	063838.30	+093020.9	hk	tt
523	062823.18	+102820.3	041.0	tt		238	063846.40	+092953.0	049.0	tt
203	062824.16	+102814.2	020.0	tt		239	063850.76	+101204.7	008.7	--
524	062824.20	+102807.0	146.0	tt		542	063852.21	+094801.7	016.0	tt
204	062844.03	+103444.8	006.0	--		543	063853.21	+101229.3	027.0	tt
205	062919.36	+102731.9	018.0	tt		544	063853.90	+093508.0	108.0	tt
206	062920.04	+103841.5	056.0	tt		240	063854.75	+094323.1	045.0	tt
525	062948.50	+101755.0	083.0	tt		545	063858.82	+094345.5	014.0	tt
526	062955.40	+101129.0	006.7	--		241	063923.70	+094418.5	106.0	tt
527	062955.59	+101208.7	040.0	tt		242	063946.17	+091225.0	036.0	tt
528	062956.10	+101124.0	025.0	ae		546	065537.60	-075235.0	pr	?
529	063019.40	+102138.0	055.0	*		547	065716.70	-074154.0	--	--
530	063021.38	+101936.0	086.0	tt		548	070021.90	-112146.0	022.0	*
207	063626.05	+084654.5	085.0	?		243	070122.52	-112836.0	010.0	ae
208	063656.35	+094906.3	052.0	tt		549	070132.60	-112503.0	019.0	tt
209	063656.61	+090139.3	pr	tt		550	070145.66	-111402.8	035.0	tt
531	063656.67	+093727.0	hk	--		551	070146.10	-112135.0	044.0	*
532	063726.18	+094057.6	030.0	tt		552	071756.50	-442935.0	pr	ae
533	063739.26	+093702.5	028.0	tt		553	080629.70	-355459.0	016.0	tt
210	063740.68	+095347.5	040.0	tt		554	080641.40	-355921.0	022.0	tt
211	063746.70	+095226.0	259.0	tt		555	080654.30	-355903.0	130.0	tt
534	063752.20	+095748.7	hk	--		556	080838.00	-355251.0	048.0	tt
212	063753.92	+095349.4	065.0	tt		557	081054.20	-361014.0	060.0	tt
213	063755.16	+093754.0	009.0	tt		558	081158.70	-360454.0	019.0	tt
215	063756.10	+095704.8	007.7	tt		559	081202.90	-355854.0	099.0	tt
214	063756.12	+095353.3	058.0	tt		560	081228.70	-360054.0	051.0	tt
216	063756.27	+093648.9	211.0	tt		561	081401.70	-354843.0	070.0	tt
217	063757.32	+093628.7	pr	--		562	082642.30	-333621.0	pr	--
218	063758.09	+094958.4	020.0	tt		563	084027.00	-403324.0	pr	?
219	063759.49	+095053.4	047.0	ae		564	105449.70	-770836.0	021.0	tt
220	063802.33	+095220.4	026.0	tt		565	105518.50	-765535.0	049.0	tt
221	063804.97	+093941.1	059.0	tt		566	105705.70	-770117.0	007.0	tt
222	063806.11	+094738.1	pr	--		567	105747.20	-770634.0	026.0	tt
223	063808.77	+093616.8	038.0	tt		244	105750.80	-764533.0	043.0	tt



568	105930.08	-342607.4	086.0	tt	613	160348.60	-390303.0	028.0	tt
569	110107.80	-771725.0	013.0	tt	614	160350.30	-385547.0	096.0	tt
570	110243.60	-761106.0	056.0	tt	615	160451.10	-390037.0	011.0	tt
571	110425.20	-760200.0	008.0	--	616	160500.90	-385644.0	020.0	tt
572	110548.10	-754647.0	012.0	tt	617	160508.30	-385516.0	377.0	*
245	110557.50	-772150.0	017.0	tt	618	160508.80	-385816.0	033.0	tt
573	110601.10	-763555.0	088.0	tt	619	160512.78	-385822.7	007.0	ae
574	110620.40	-772325.0	094.0	tt	620	160521.20	-385824.0	000.5	--
575	110638.10	-772612.0	116.0	tt	621	160530.10	-385524.0	060.0	tt
246	110639.61	-772301.2	030.0	ae	622	160532.30	-392950.0	145.0	tt
576	110712.50	-765947.0	em	--	623	160540.20	-385716.0	pr	--
577	110726.60	-764555.0	055.0	tt	624	160546.10	-413232.0	090.0	tt
578	110751.90	-760702.0	071.0	tt	625	160620.60	-391151.0	003.9	--
579	110821.90	-761806.0	em	--	626	160622.50	-390540.0	020.0	tt
580	110828.50	-761838.0	054.0	tt	627	160635.60	-385158.0	004.5	--
581	110832.20	-772050.0	051.0	tt	628	160654.70	-390017.0	006.1	tt
582	110833.20	-761925.0	008.1	--	629	160730.10	-384528.0	251.0	tt
583	110834.80	-761318.0	052.0	tt	630	160814.75	-185702.2	000.6	tt
584	110920.40	-770132.0	200.0	tt	631	160831.60	-385434.0	001.6	--
585	110920.60	-761812.0	313.0	tt	632	160837.70	-183042.6	055.0	tt
586	111005.00	-760353.0	087.0	tt	254	160837.70	-183042.6	155.0	tt
587	111035.60	-761814.0	em	--	633	160905.00	-185912.0	pr	tt
588	111050.20	-762045.0	em	--	634	160946.37	-185149.2	000.3	tt
247	111053.80	-762801.0	058.0	tt	256	161831.24	-260524.0	123.0	--
589	111057.10	-762802.0	pr	--	257	162210.60	-231226.2	049.0	tt
590	111558.40	-764812.0	032.0	tt	258	162222.86	-242256.4	167.0	tt
591	115448.10	-790506.0	*	?	635	162224.00	-234842.0	002.5	--
592	124155.00	-541454.0	*	--	636	162247.00	-244411.0	003.1	--
593	125805.70	-773516.0	pr	--	259	162254.87	-241401.5	084.0	tt
594	130404.90	-773904.0	pr	tt	637	162301.67	-241650.3		?
595	135400.00	-633500.0	pr	*	638	162315.76	-241335.7	pr	tt
596	145915.00	-631105.0	pr	ae	260	162318.66	-233634.7		--
597	153616.30	-343654.0	003.3	tt	639	162322.04	-241414.3	pr	--
248	154201.40	-340808.0	006.8	tt	261	162347.55	-230812.3	036.0	tt
598	154206.00	-340906.0	306.0	tt	262s	162356.58	-243854.4	076.0	tt
249	154332.80	-342119.0	090.0	tt	262n	162356.58	-243854.4	074.0	tt
599	154437.30	-351923.0	155.0	tt	640	162412.30	-244452.0	006.2	--
600	154443.90	-350523.0	097.0	tt	641	162413.00	-244458.0	005.5	--
601	154452.10	-350641.0	050.0	tt	263	162417.68	-243459.7	004.0	--
602	154508.10	-245812.0	062.0	tt	264	162438.88	-241523.3	012.0	tt
250	154558.30	-352958.0	002.8	tt	642	162450.30	-243410.0	pr	--
603	154832.40	-354747.0	017.0	tt	265	162454.05	-241938.4	042.0	tt
604	155232.00	-375250.0	036.0	tt	643	162531.23	-241607.5	016.0	tt
605	155251.10	-374724.0	007.0	tt	266	162543.67	-242142.2	041.0	tt
251	155324.30	-374035.0	216.0	tt	644	162803.90	-235812.0	hk	--
606	155357.60	-423128.0	pr	--	267	162803.91	-235812.0	045.0	tt
607	155442.40	-414313.0	010.0	--	268	162831.74	-242110.0	054.0	tt
608	155538.90	-224846.0	pr	--	645	162851.90	-444915.0	012.0	--
609	155551.00	-414838.0	022.0	tt	646	162856.80	-444908.0	003.0	fu
252	155605.00	-401336.0	var	tt	647	162909.77	-243356.4	007.0	--
610	155706.00	-413514.0	053.0	tt	648	162919.83	-243550.1	pr	--
253	155942.60	-401009.0	043.0	tt	649	163117.50	-154204.0	pr	tt
611	160228.40	-181335.0	pr	--	650	163138.00	-154050.0		--
612	160339.40	-385419.0	220.0	tt	651	164353.37	-150916.6	pr	tt



652	164528.30	-140600.5	000.6	tt	684	190441.90	+050827.0	011.0	--
653	164555.81	-141122.4	035.0	tt	292	191809.41	+105614.8	150.0	tt
654	164610.97	-141158.4	070.0	tt	685	191809.45	+105609.1	004.4	tt
270	164625.24	-141656.5	071.0	tt	686	192349.01	+210628.0	030.0	ae
271	165123.12	-364828.6	pr	tt	293	192433.97	+234745.3	pr	--
655	165533.80	-423737.0	pr	ae	687	192637.50	+093224.0	002.0	ae
656	165727.83	-273343.9	pr	tt	294	193634.83	+102321.6	052.0	tt
657	170405.00	-270943.0	pr	tt	688	194048.00	+231709.0	053.0	?
272	170640.81	-271317.0	001.3	?	689	201842.70	+411218.0	094.0	ae
273	170700.73	-271136.2	022.0	a?	690	201843.62	+411154.3	pr	ae
274	170740.09	-273710.1	035.0	tt	691	201844.80	+411153.9	pr	--
275n	170756.33	-271915.1	028.0	tt	692	202203.20	+420240.0	pr	fu
275s	170756.33	-271915.1	018.0	tt	693	202231.70	+420800.0	?	?
276	170852.67	-271641.7	115.0	tt	694	202244.70	+420416.0	pr	--
658	171256.90	-205245.0	003.4	--	295	202246.22	+420617.4	014.0	tt
659	171312.90	-205437.0	019.0	tt	695	203553.40	+674601.0	061.0	--
660	171314.40	-205112.0	032.0	tt	696	204523.50	+674634.0	var	ae
661	171315.00	-205429.0	006.5	tt	697	204551.40	+433619.0	004.3	--
277	175858.77	-225304.6	026.0	tt	698	204851.19	+440708.7	031.0	--
279	175948.42	-241848.9	060.0	tt	699	204851.20	+440936.0	026.0	tt
278	175950.30	-242102.0	034.0	tt	700	204851.70	+440938.0	011.0	tt
280	180053.61	-242543.3	pr	tt	701	204904.20	+441027.0	063.0	--
281	180245.79	-241538.7	020.0	--	702	204906.67	+440527.4	017.0	tt
662	181053.69	-324826.8	060.0	--	703	204908.04	+441001.8	042.0	tt
663	181737.02	-101235.1	010.0	tt	704	204915.62	+440424.8	002.6	--
664	181737.02	-101235.1	006.0	tt	705	204916.03	+433814.7	031.0	--
665	182539.68	-000446.9	024.0	tt	296	204918.89	+441232.8	056.0	tt
666	182541.34	-000439.3	014.0	tt	706	204929.21	+440659.6	033.0	tt
667	182541.34	-000439.3	003.3	tt	707	204929.61	+440337.5	027.0	tt
282	182614.33	+000639.6	022.0	ae	708	204930.23	+440343.2	031.0	tt
668	182628.00	+002739.0	006.1	tt	709	204930.72	+441140.2	054.0	tt
669	182628.20	+002825.0	020.0	tt	710	204935.26	+441501.3	021.0	tt
670	182628.46	+002745.3	066.0	--	711	204936.80	+440944.2	051.0	tt
671	182628.62	+002753.4	055.0	tt	712	204946.90	+441229.8	088.0	tt
672	182724.20	+011244.0	005.5	--	713	204947.63	+441518.2	036.0	tt
284	183041.71	-050026.3	005.0	?	714	204955.83	+440448.8	058.0	tt
285	183138.34	-002845.5	310.0	--	715	205018.21	+442608.4	abs	--
673	185528.70	-372332.0	?	--	716	205019.07	+442609.7	007.2	?
674	185639.70	-364119.0	pr	tt	717	205019.93	+440555.2	014.0	--
675	185744.50	-370216.0	?	--	297	205026.68	+440805.0	009.6	?
286	185746.10	-370137.0	090.0	tt	298	205040.57	+440544.9	028.0	tt
676	185812.40	-370513.0	pr	tt	718	205044.76	+440849.5	072.0	tt
287	185818.57	-365618.6	?	?	719	205048.16	+440617.6	080.0	tt
677	185819.20	-370413.0	pr	--	720	205611.93	+434146.8	061.0	tt
288	185831.60	-370130.0	pr	ae	721	205622.40	+434104.0	065.0	--
289	185832.00	-372756.0	pr	tt	722	205629.06	+434202.8	100.0	tt
290	185836.50	-370210.0	pr	ae	723	205631.63	+434214.2	039.0	tt
678	185839.00	-371142.0	hk	tt	724	205633.58	+434204.8	069.0	tt
679	185858.00	-365942.0	000.7	tt	299	205635.80	+434131.0	044.0	tt
680	185909.10	-370229.0	hk	--	725	205636.01	+434214.3	018.0	tt
681	185942.00	-054044.0	035.0	tt	300	205706.24	+440346.4	var	fu
682	185942.70	-054039.0	002.3	--	301	205717.76	+434520.4	022.0	tt
683	185943.00	-054101.0	105.0	tt	302	205932.21	+500955.5	055.0	tt
291	185943.90	-371715.0	105.0	tt	303	210016.87	+493944.8	026.0	tt



726	210059.70	+675755.5	035.0	ae	736	222034.01	+732516.9	020.0	?
304	210109.47	+675653.1	pr	--	737	223211.97	+402636.4	229.0	tt
306	210144.34	+681329.6	045.0	tt	738	223215.79	+402629.7	055.0	tt
305	210216.32	+500312.0	var	?	739	223221.18	+402643.0	038.0	tt
727	210220.09	+500242.7	pr	tt	313	223228.26	+402432.2	018.0	ae
307	210245.24	+674708.6	019.0	tt	314	224712.30	+615515.9	045.0	*
728	213506.60	+430749.0	pr	tt	315	225408.18	+582359.5	095.0	tt
729	213518.31	+571939.9	011.0	tt	316	225537.13	+583308.5	pr	?
308	213518.31	+571739.9	010.0	tt	740	231514.84	+603419.2	027.0	--
730	214141.10	+655249.0	036.0	ae	317	231514.84	+603419.2	075.0	*
731	214150.40	+655048.0	058.0	tt	741	231858.99	+735741.0	008.0	tt
732	214151.16	+655741.6	071.0	tt	318	233512.41	+480735.9	025.0	tt
309	214157.60	+655307.1	044.0	ae	742	235005.61	+680914.3	034.0	--
733	214526.90	+471808.0	003.9	fu	319	235157.52	+663737.3	011.0	tt
310	215038.55	+465935.4	020.0	ae	320	235503.12	+643007.4	103.0	tt
311	215134.55	+465903.6	035.0	tt	321	235609.46	+660931.2	102.0	ae
312	215222.84	+465758.2	pr	ae	322	235647.40	+660630.6	026.0	tt
734	220038.15	+693006.3	003.0	?	323	235938.92	+643743.3	118.0	tt
735	221540.18	+694844.4	004.5	?					



## APÊNDICE B

Listagem dos códigos em linguagem FORTRAN dos  
programas ASSOCIA (Apêndice B-1) e EXTPSC  
(Apêndice B-2).



## APÉNDICE B-1

Código em Linguagem FORTRAN 77 do programa ASSOCIA

```
c #####
```

```
c #
```

```
c # Programa de Associacao das Fontes IRAS do Catalogo PSC #
```

```
c # com Estrelas da Pop. de Orion do Catalogo HBC. #
```

```
c #
```

```
c # — PROGRAMA ASSOCIA — #
```

```
c #####
```

```
c
```

```
c program associa
```

```
c
```

```
c Formatos Iniciais
```

```
c #####
```

```
c IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
```

```
c CHARACTER*1 sindT,sindF
```

```
c CHARACTER*2 classe,TIPO
```

```
c CHARACTER*3 NumHBC,flag6
```

```
c CHARACTER*11 NomeF
```

```
c CHARACTER*80 arqSai
```

```
c pi = 4.d0 * atan(1.d0)
```

```
c gr = pi/180.d0
```

```
c
```

```
c Apresentacao
```

```
c #####
```

```
c WRITE (*,*)"
```

```
c WRITE (*,*)' Programa de Associacao de estrelas T-Tauri com'
```

```
c WRITE (*,*)' Fontes IRAS'
```

```
c
```

```
c WRITE (*,10)
```

```
c
```

```
10 FORMAT('Nome do arquivo de Saída : ',5)
```

```
READ (*,20) arqSai
```

```
20 FORMAT ('a80')
```

```
OPEN ( UNIT=1,file='jhbc/jhbc.doc')
```

```
OPEN (10,file=arqSai)
```

```
c
```

```
c Leitura dos Dados das Estrelas
```

```
c #####
```

```
c WRITE (*,*)"
```

```
c WRITE (*,*)'Lendo os dados das Estrelas-HBC...'
```

```
50 READ (1,60,end=500) NumHBC,jhaT,jmaT,jarT,sindT,igdT,
```

```
& imdT,sdT,TIPO
```

```
60 FORMAT(a3,1x,2i2,f2.1x,a1,2i2,f4.1,9x,2a)
```

```
ARsT = DBLE(jhaT)*3600. + DBLE(jmaT)*60. + jarT
```

```
DEsT = DBLE(igdT)*3600. + DBLE(imdT)*60. + sdT
```

```
IF (sindT.eq.'-') DEsT = -DEsT
```

```
itipo = 3
```

```
IF (TIPO.eq.'tt') itipo = 1
```

```
IF (TIPO.eq.'wt') itipo = 2
```

```
c
```

```
c Calculando os Limites em A.R. da Estrela
```

```
c #####
```

```
delaT = (DEsT*gr/3600.d0)
```

```
ARcaixa = 180.d0/(15.d0*cos(delaT))
```

```
ARmin = ARsT - ARcaixa
```

```
ARmax = ARsT + ARcaixa
```

```
DECmin = DEsT - 170.d0
```

```
DECmax = DEsT + 180.d0
```







```

c ARSTarc = ARST1*15.d0*dcos(deltaT1)
c
c Translacao
c
c x = ARSTarc - ARSFarc
c y = DEST1 - DESF1
c
c Rotacao
c
c x1 = dsin(teta1)*x + dcos(teta1)*y
c y1 = -dcos(teta1)*x + dsin(teta1)*y
c
c Calculo de Fi (O)
c
c if (x1.ne.0.d0) then
c   fi = datan( dabs(y1)/dabs(x1) )
c else
c   fi = pi/2.d0
c endif
c
c Calculo de DFT1 (D)
c
c ( Distancia estrela - fonte )
c
c DFT1 = dsqrt((x1**2)+(y1**2))
c
c Calculo de DET1 (d)
c
c ( Distancia estrela - elipse de erro )
c
c
c RNumer = DBLE(ixoma1*ixome1)**2
c RDenom1 = ( DBLE(ixome1)*dcos(fi) )**2
c RDeno2 = ( DBLE(ixoma1)*dsin(fi) )**2
c
c Ro => raio da elipse na direcao da estrela
c
c Ro = dsqrt( RNumer / (RDenom1 + RDeno2) )
c
c DET1 = DFT1 - Ro
c
c RETURN
c
c END

```



## APÊNDICE B-2

### Código em Linguagem FORTRAN 77 do Programa EXTPSC

```

c #####
c PROGRAMA DE BUSCA E COLETA NO
c CATALOGO IRAS USANDO FILTROS
c DE POSICAO, INDICE DE COR E
c QUALIDADE DE FLUXO.
c
c      — PROGRAMA EXTPSC —
c #####
c
c CHARACTER*1 SINAL, SINDSB, SINDIB, MENOS
c CHARACTER*60 AROSAL
c DATA MENOS /-/'
c
c      WRITE (*,*)'
c      WRITE (*,*)'
c      WRITE (*,*)'
c      WRITE (*,*)'ESTE PROGRAMA EXTRAI FONTES DO IRASPSC
c      WRITE (*,*) FILTRADAS EM COORDENADAS (A.R, DEC.)'
c      WRITE (*,*) INDICE DE COR E QUALIDADE DE FLUXO.'
c      WRITE (*,*)'
c      WRITE (*,*)'
c      WRITE (*,*)'
c
c      -----
c      ABERTURA DOS ARQUIVOS DE SAIDA & ENTRADA
c
c      -----
4  WRITE (*,5)

```

```

5  FORMAT('ESCREVA O NOME DO ARQUIVO DE SAIDA: ',5)
6  READ (*,7) AROSAL
7  FORMAT(A60)
8  OPEN (UNIT=1, FILE='/cdrom/photom/iraspsc/psc.dat')
9  OPEN (UNIT=2, FILE=AROSAL)
c
c      -----
c      ENTRADA DAS COORDENADAS DO BOX
c      -----
c
c      WRITE (*,10)
10  FORMAT(' Entre com A.R Superior (formato HHMMSS.S): ',5)
11  READ (*,11) IBASH,IBASM,BASS
12  FORMAT(2I2,F4.1)
13  WRITE (*,12)
14  FORMAT(' Entre com A.R Inferior (formato HHMMSS.S): ',5)
15  READ (*,11) IBALH,IBALM,BALIS
16  WRITE (*,*)'
17  write (*,*)' ALPHA SUP. :',IBASH,IBASM,BASS
18  write (*,*)' ALPHA INF. :',IBALH,IBALM,BALIS
19  write (*,*)'
20  WRITE (*,15)
21  FORMAT(' Entre com a DEC. Superior (formato +/-DDMMSS): ',5)
22  READ (*,16) SINDSB,IBDSG,IBDSM,IBDSS
23  FORMAT(A1,3I2)
24  WRITE (*,17)
25  FORMAT(' Entre com a DEC. Inferior (formato +/-DDMMSS): ',5)

```











## **APÊNDICE C**

### **Tabelas da Estatística de Associações**

As tabelas que se seguem foram elaboradas a partir do levantamento estatístico de casos de associação HBC-PSC, encontrados pelo programa ASSOCIA, e nos três trabalhos abaixo:

- ◇ Weintraub (1990)
- ◇ Castilho & Vieira (1991)
- ◇ Weaver (1991)



# Tabelas de Associação - Weintraub (1990)

## HBC

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	151	254	405	37,1
tff	27	20	47	57,4
outras	102	181	283	36,0
total	280	455	735	38,1

## Peg-Ôrion

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	8	45	53	15,1
tff	0	1	1	0
outras	13	53	66	19,7
total	21	99	120	17,5

## Taurus

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	62	3	65	95,4
tff	3	28	51	5,9
outras	5	9	14	35,7
total	90	40	130	69,2

## Gde-Ôrion

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	26	115	141	18,4
tff	0	0	0	0
outras	40	83	123	32,5
total	66	198	264	25,0

## Ophiuchus

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	15	18	33	45,5
tff	0	0	0	0
outras	3	15	18	16,7
total	18	33	51	35,3

## Chamaeleon-I

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	17	5	22	77,3
tff	1	0	1	(100)
outras	1	6	7	14,3
total	19	11	30	63,3



# Tabelas de Associação - Castilho & Vieira (1991)

## HBC

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	172	234	406	42,4
tff	9	38	47	19,1
outras	133	149	282	47,2
total	314	421	735	42,7

## Peg-Orion

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	9	44	53	17,0
tff	1	0	1	(100)
outras	14	52	66	21,2
total	24	56	119	20,0

## Taurus

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	49	17	66	74,2
tff	8	35	43	18,6
outras	12	9	21	57,1
total	69	61	130	53,1

## Gde Orion

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	35	110	145	24,1
tff	1	0	1	(100)
outras	45	73	118	38,1
total	81	183	264	30,7

## Ophiuchus

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	17	16	33	51,5
tff	0	0	0	0
outras	3	15	18	16,7
total	20	31	51	39,2

## Chamaeleon-I

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	19	3	22	63,3
tff	0	0	0	0
outras	3	5	8	37,5
total	22	8	30	73,3



# Tabelas de Associação - Weaver & Jones (1991)

HBC

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
t	134	273	407	32,9
l	4	43	47	8,5
outras	109	172	281	38,8
total	247	488	735	33,6

Peg-Orion

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	5	49	54	9,2
ttf	1	0	1	(100)
outras	10	55	65	15,4
total	16	104	120	13,3

Taurus

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	40	26	66	60,6
ttf	3	40	43	7,0
outras	9	12	21	42,9
total	52	78	130	40,0

Gde-Orion

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	22	122	145	15,2
ttf	1	0	1	(100)
outras	33	86	118	28,0
total	56	208	264	21,2

Ophiuchus

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	13	20	33	39,4
ttf	0	0	0	0
outras	3	15	18	16,7
total	16	35	51	31,4

Chamaeleon-I

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	16	6	22	72,7
ttf	0	0	0	0
outras	3	5	8	37,5
total	19	11	30	63,3



# Tabelas de Associação - Este trabalho

## HBC

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	180	225	405	44,4
tff	11	36	47	23,4
outras	137	146	283	48,4
total	328	407	735	44,6

## Peg-Orion

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	10	44	54	18,5
tff	1	0	1	(100)
outras	16	49	65	24,6
total	27	93	120	22,5

## Taurus

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	53	13	66	80,3
tff	8	33	41	19,5
outras	14	9	23	60,9
total	75	55	130	57,7

## Gr3-Orion

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	34	109	143	23,7
tff	1	0	1	(100)
outras	47	73	120	39,2
total	82	182	264	31,1

## Opbucbus

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	18	15	33	54,5
tff	0	0	0	0
outras	4	14	18	22,2
total	22	29	51	43,1

## Chamaeleon-I

	assoc.	não assoc.	total	% de assoc.
ttc	17	5	22	72,3
tff	0	0	0	0
outras	4	4	8	50,0
total	21	9	30	70,0



## APÊNDICE D - Arquivo das Associações

Na tabela abaixo apresentamos a lista das estrelas do catálogo HBC que foram associadas com fontes IRAS pelo programa ASSOCIA. As primeiras colunas representam o número e o tipo da estrela que estão estabelecidos no HBC. Na verdade o tipo HBC é apresentado aqui de forma modificada, as diversas categorias originais foram simplificada para apenas três:

- 1 - tipo T-Tauri clássica,
- 2 - tipo T-Tauri fraca,
- 3 - outros tipos tais como Ae, Be, FU Ori, SU Aur e estrelas não identificadas.

A terceira coluna apresenta o tipo de associação encontrada,

- 1 - estrela dentro da elipse de erro,
- 2A - estrela dentro do intervalo entre a elipse e 15" de arco da elipse,
- 2B - estrela dentro do intervalo entre 15" a 60" de arco da elipse;

E na última coluna encontramos o número IRAS da fonte infravermelha associada com a estrela.

#n	tipo	assoc.	fonte
1	3	1	00044+6521
324	3	2B	00044+6521
3	3	1	00087+5833
325	3	2A	00087+5833
326	1	1	00098+6516
5	1	2A	00108+6519
327	1	2B	00141+6529
328	1	2B	00141+6529

#n	tipo	assoc.	fonte
329	3	1	00286+6142
330	3	1	00403+6138
333	3	2A	00424+6121
334	3	2A	02130+5509
336	3	1	03134+5958
337	1	1	03220+3035
339	1	1	03247+3001



340 3 1 03256+3107  
 341 1 1 03256+3107  
 11 1 1 03257+3034  
 346 3 1 03259+3105  
 14 1 1 03276+3022  
 15 1 2A 03304+3100  
 348 3 1 03376+3222  
 20 1 1 03426+3214  
 21 1 2B 03455+3846  
 349 3 1 03462+3849  
 350 2 1 03462+3849  
 363 1 1 04073+3800  
 364 2 2A 04073+3800  
 23 1 2B 04111+2804  
 367 1 1 04111+2804  
 24 1 1 04111+2820  
 25 3 2B 04112+2803  
 369 1 1 04117+2804  
 30 1 2A 04154+2809  
 31 1 2A 04154+2809  
 373 3 1 04155+2812  
 374 2 2B 04157+2813  
 375 3 1 04157+2813  
 32 1 1 04161+2859  
 33 1 1 04188+2748  
 34 1 1 04188+2819  
 381 1 2A 04189+2650  
 383 1 1 04189+2650  
 35 1 2A 04190+1924  
 384 1 2A 04206+2449

385 3 1 04218+2705  
 386 1 2B 04236+2559  
 36 1 1 04240+2535  
 37 1 1 04240+2559  
 389 3 1 04263+2426  
 41 1 1 04267+2600  
 38 1 2B 04267+2626  
 39 2 2B 04267+2626  
 40 3 1 04269+3510  
 42 2 1 04271+1807  
 43 2 1 04271+1807  
 44 1 2A 04274+2420  
 45 1 1 04276+2554  
 46 1 2B 04278+2435  
 393 3 2B 04287+1801  
 49 1 1 04287+1807  
 50 1 1 04287+1807  
 394 3 2B 04287+1807  
 48 1 1 04288+2417  
 51 1 1 04290+1815  
 395 2 1 04290+1815  
 396 1 1 04292+2422  
 401 1 1 04294+2413  
 402 1 1 04294+2413  
 54 1 1 04296+1725  
 52 1 1 04296+2546  
 53 1 1 04296+2546  
 55 1 2A 04300+2403  
 404 1 2A 04300+2403  
 56 1 2A 04305+2414  
 57 1 1 04305+2414  
 58 1 1 04306+2514



60 1 1 04307+1745  
 406 1 1 04307+1745  
 61 1 1 04308+2244  
 62 1 1 04309+1803  
 63 1 1 04318+2422  
 65 1 1 04324+2408  
 410 1 1 04325-1419  
 411 3 1 04326+2405  
 413 3 2A 04327-1419  
 66 3 1 04328+2248  
 414 2 2A 04328+2248  
 415 3 2A 04328+2248  
 416 1 2B 04328+2248  
 67 1 1 04353+2604  
 419 2 1 04363+2215  
 421 3 1 04381+2834  
 69 1 1 04390+2517  
 422 2 2A 04390+2517  
 423 3 2A 04390+2517  
 70 1 1 04395+2509  
 73 1 1 04441+1657  
 424 1 1 04441+1657  
 74 1 1 04442+1653  
 76 1 1 04486+3042  
 77 1 1 04519+3017  
 78 3 1 04525+3028  
 79 3 1 04528+3029  
 428 3 2A 04530+5126  
 430 3 2A 05020-0351  
 80 1 1 05046+3020  
 81 3 1 05046+3020

431 3 2A 05090-0226  
 83 1 1 05178-0548  
 84 3 1 05248+1123  
 85 1 1 05263+1149  
 87 1 2A 05267+1254  
 432 3 1 05267-0610  
 88 3 2B 05272+1211  
 89 3 1 05272+1211  
 434 3 2A 05285-6529  
 435 3 2A 05285-6529  
 94 3 1 05286+1207  
 436 3 1 05296-0251  
 113 1 2A 05317-0538  
 442 3 1 05317-0538  
 115 3 1 05317-0638  
 114 3 1 05318-0506  
 451 3 1 05324+0959  
 128 3 2B 05326-0535  
 132 3 2B 05327-0446  
 464 3 1 05328+2443  
 138 1 2B 05328-0600  
 141 3 2B 05329-0512  
 466 3 2B 05329-0512  
 470 3 2B 05329-0628  
 475 3 2B 05332-0510  
 151 1 2B 05332-0637  
 158 1 2B 05335-0645  
 161 1 1 05338-0044  
 483 2 2B 05338-0647



164 3 1 05339-0644  
 483 2 2B 05339-0646  
 167 3 1 05343-0427  
 484 1 05343-0427  
 485 3 1 05345-0610  
 168 1 05345-0635  
 169 3 1 05348-0636  
 489 3 2A 05358-0704  
 172 1 2A 05360-0245  
 173 3 2A 05360-0245  
 174 1 1 05362-0751  
 171 3 2B 05363+2618  
 492 3 2B 05363+2618  
 170 3 1 05363+2620  
 490 3 2B 05363-0714  
 491 1 2B 05363-0714  
 176 1 1 05369-0728  
 493 3 1 05378-0943  
 179 1 1 05380-0809  
 497 3 2B 05384-0808  
 498 3 2B 05384-0808  
 499 3 2A 05388-0224  
 181 1 1 05390-0807  
 500 1 2B 05391-0217  
 182 1 1 05394-0801  
 182b 1 2B 05394-0802  
 183 1 1 05406+0904  
 186 3 1 05426+0903  
 505 1 1 05445+0031  
 187 1 1 05446+0008

514 3 1 05475+0813  
 515 3 2B 05513+0139  
 192 3 1 05591+1630  
 193 3 1 06048+1839  
 518 3 1 06054-0515  
 197 3 2B 06085-0613  
 198 1 2B 06103-0612  
 199 3 2A 06158+1517  
 202 3 1 06283+1028  
 203 1 2B 06283+1028  
 521 1 2A 06283+1028  
 522 3 1 06283+1028  
 523 1 2A 06283+1028  
 524 1 2B 06283+1028  
 526 3 2B 06299+1011  
 527 1 2A 06299+1011  
 528 3 2B 06299+1011  
 529 3 1 06303+1021  
 207 3 1 06364+0846  
 209 1 1 06369+0901  
 213 1 2A 06379+0937  
 216 1 2B 06379+0937  
 217 3 2B 06379+0937  
 218 1 2B 06379+0950  
 219 3 2B 06379+0950  
 218 1 2B 06380+0949  
 231 3 2B 06382+0939  
 230 1 2A 06383+1029  
 233 1 2B 06384+0929  
 235 1 2A 06384+0929  
 236 1 2A 06384+0929  
 546 3 1 06556-0752  
 547 3 2A 06572-0742



548	3	1	07003-1121	
243	3	2A	07013-1128	
550	1	2B	07017-1114	
551	3	1	07017-1121	
552	3	2A	07178-4429	
559	1	2A	08120-3559	
562	3	2A	08267-3336	
563	3	1	08404-4033	
564	1	1	10548-7708	
565	1	2B	10552-7655	
566	1	1	10570-7701	
567	1	2A	10577-7706	
244	1	2A	10578-7645	
568	1	1	10594-3426	
569	1	2B	11011-7717	
570	1	1	11027-7611	
572	1	2B	11057-7546	
245	1	2A	11059-7721	
246	3	2B	11066-7722	
578	1	1	11078-7607	
579	3	2A	11083-7618	
580	1	2B	11083-7618	
583	1	2B	11085-7613	
581	1	1	11085-7720	
584	1	1	11093-7701	
586	1	2B	11101-7603	
588	3	2A	11108-7620	

247	1	1	11108-7627	
589	3	2A	11108-7627	
590	1	2B	11159-7648	
591	3	2B	11547-7904	
592	3	2A	12419-5414	
594	1	2B	13040-7738	
595	3	2B	13542-6335	
596	3	2B	14592-6311	
597	1	2B	15362-3436	
248	1	1	15420-3408	
249	1	1	15435-3421	
599	1	1	15446-3519	
601	1	2A	15448-3506	
250	1	1	15459-3529	
603	1	2A	15485-3547	
604	1	2B	15527-3753	
605	1	1	15528-3747	
251	1	1	15534-3740	
608	3	1	15556-2248	
252	1	2B	15561-4013	
253	1	1	15597-4010	
611	3	1	16024-1813	
612	1	1	16036-3854	
616	1	2A	16050-3857	
618	1	2A	16052-3858	
619	3	1	16052-3858	
622	1	1	16055-3929	
254	1	1	16086-1830	
632	1	1	16086-1830	



257	1	1	16221-2312
259	1	2B	16229-2413
262	1	1	16239-2438
262	1	1	16239-2438
264	1	1	16246-2415
266	1	2A	16257-2421
268	1	2A	16285-2421
645	3	2B	16289-4449
646	3	2A	16289-4449
649	1	1	16312-1542
650	3	1	16316-1540
653	1	2A	16459-1411
270	1	1	16464-1416
271	1	1	16514-3648
655	3	1	16555-4237
656	1	1	16574-2733
657	1	1	17041-2709
273	3	1	17070-2711
274	1	1	17076-2737
275a	1	1	17079-2719
275b	1	1	17079-2719
658	3	2B	17130-2053
659	1	2B	17130-2053
277	1	2B	17589-2252
280	1	2A	18008-2425
662	3	1	18108-3248
663	1	1	18176-1012
664	1	1	18176-1012
665	1	1	18256-0004
666	1	2A	18256-0004

667	1	2A	18256-0004
282	3	1	18262+0006
668	1	2B	18263+0027
670	3	2B	18263+0027
669	1	2B	18265+0028
672	3	2B	18274+0112
284	3	1	18306-0500
285	3	1	18316-0028
286	1	2B	18577-3701
288	3	1	18585-3701
289	1	1	18585-3728
680	3	2B	18591-3702
291	1	1	18597-3717
684	3	1	19046+0508
292	1	1	19181+1056
685	1	1	19181+1056
686	3	1	19238+2106
293	3	1	19245+2347
687	3	2A	19266+0932
294	1	1	19365+1023
688	3	2A	19407+2316
690	3	2A	20187+4111
691	3	2B	20187+4111
692	3	2A	20220+4202
695	3	2A	20359+6745
696	3	2A	20453+6746
302	1	2A	20595+5009
303	1	2A	21002+4939
304	3	1	21015+6757







## APÊNDICE E - Sistemas de Coordenadas

Apresentamos aqui as transformações aplicadas sobre o sistema de coordenadas empregado na apresentação das observações feitas pelo satélite IRAS. Estas transformações foram necessárias para podermos calcular a distância estrela-elipse de erro que é usada na verificação da associação estrela com a fonte IRAS.

Sistema de coordenadas do IRAS:

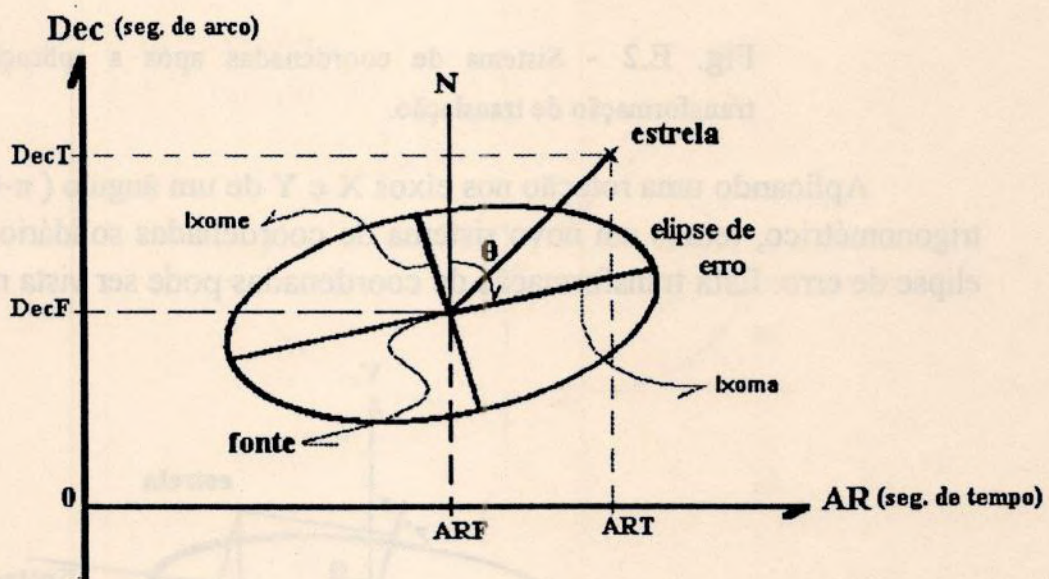


Fig. E.1 - Sistema de coordenadas das fontes pontuais apresentadas no catálogo IRAS-PSC.

Fazendo a transformação de translação :

$$\begin{aligned} x &= ART - ARF \\ (1) \quad y &= DecT - DecF \end{aligned}$$



obtemos um novo sistema com a fonte no centro (Fig. E.2);

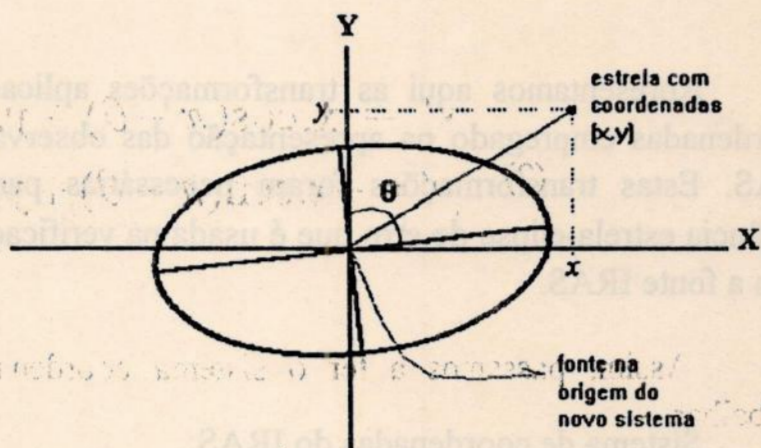


Fig. E.2 - Sistema de coordenadas após a aplicação da transformação de translação.

Aplicando uma rotação nos eixos X e Y de um ângulo  $(\pi - \theta)$  no sentido trigonométrico, temos um novo sistema de coordenadas solidário aos eixos da elipse de erro. Esta transformação de coordenadas pode ser vista na figura E.3;

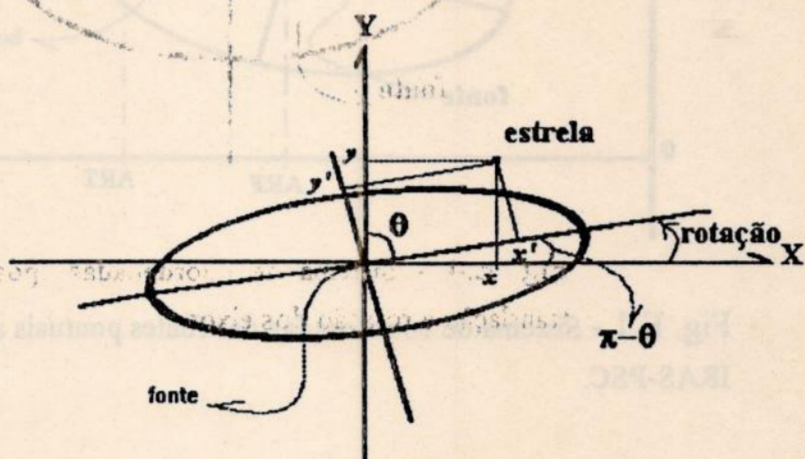


Fig. E.3 - Representação da rotação nos eixos X e Y dadas pelas equações (2).



Matematicamente a transformação dos eixos X e Y nos novos X' e Y' é dada pelas equações :

$$\begin{aligned} x' &= x \cdot \cos(\pi - \theta) + y \cdot \sin(\pi - \theta) \\ (2) \quad y' &= -x \cdot \sin(\pi - \theta) + y \cdot \cos(\pi - \theta) \end{aligned}$$

Assim, passamos a ter o sistema coordenadas da figura E.4 para trabalhar

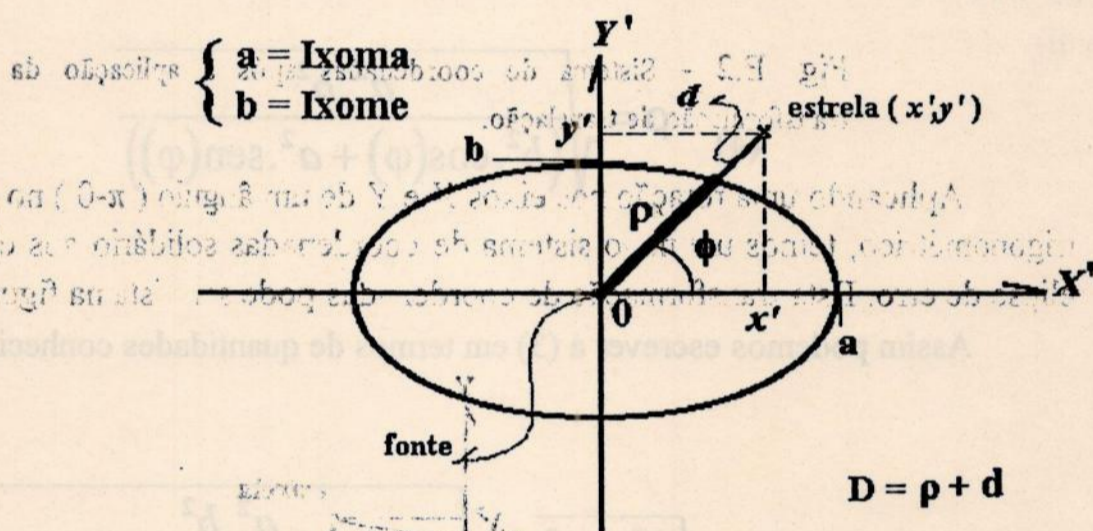


Fig. E.4 - Sistema de coordenadas após aplicação da translação e rotação dos eixos.

As variáveis D,  $\rho$  e d correspondem respectivamente a distância da fonte (centro da elipse) à estrela, a distância da fonte a um ponto na elipse de erro que se encontra na direção da estrela, e por último, a distância deste ponto na elipse de erro à estrela.

Obs.: Neste sistema, uma estrela pode se localizar em qualquer um dos 4 quadrantes. Isto, por sua vez, gera complicações devido ao fato de



termos que levar em conta o sinal das funções trigonométricas na hora de se calcular o ângulo  $\varphi$

Do sistema da fig. E.4, podemos escrever a equação :

$$(3) \quad d = D - \rho$$

Da equação da elipse na forma polar, temos :

$$(4) \quad \rho = \sqrt{\frac{a^2 \cdot b^2}{(b^2 \cdot \cos(\varphi) + a^2 \cdot \sin(\varphi))}}$$

Assim podemos escrever a (3) em termos de quantidades conhecidas,

$$(5) \quad d = \sqrt{x'^2 + y'^2} - \sqrt{\frac{a^2 \cdot b^2}{b^2 \cdot \cos^2(\varphi) + a^2 \cdot \sin^2(\varphi)}}$$

onde

$$\begin{cases} a = Ixoma \\ b = Ixome \\ \varphi = \arctg\left(\frac{|y'|}{|x'|}\right) \end{cases}$$



Obs.: Devemos notar que a função módulo é aplicada em  $x'$  e  $y'$  para estarmos sempre trabalhando no 1º quadrante..

Para o cálculo de  $\phi$  usamos a igualdade:

$$(6) \quad \phi = \arctg (|y'| / |x'|),$$

onde os módulos de  $x'$  e  $y'$  são usados por via de simplificação, evitando-se considerar a variação do sinal da tangente. Tratamos as estrelas como estando sempre no 1º quadrante. Isto não acarreta erros devido aos fato de estarmos interessados somente em distâncias e devido às simetrias existentes na elipse, tanto em relação ao eixo  $x'$  como no  $y'$ .



## BIBLIOGRAFIA

- Beichman, C.A., Neugebauer, G., Habing, H.J., Clegg, P.E., and Chester, T.J. 1989 - *Infrared Astronomical Satellite - Catalog and Atlases Explanatory Supplement.*, NASA.
- Bertout, C. 1989, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 27:351-395.
- Castilho, B.V. e Vieira, G.L. 1991, *Análise das Propriedades das Estrelas T-Tauri no Infravermelho Distante*, Projeto de Graduação do Curso de Astronomia, UFRJ, Rio de Janeiro.
- de la Reza, R., Torres, C.A.O., Quast, G., Castilho, B.V. and Vieira, G.L. 1989, *Astrophys. J. (Letter)* 343:L61-L65.
- Emerson, J.P. 1988, In: M. Peimbert and J. Jugako - *Stars Forming Regions*. IAU Symposium 115. p.19
- Emeson, J.P. 1988, In: A.K. Dupree and M.T.V.T. Lago - *Formation and Evolution of Low Mass Stars*. NATO ASI Series, vol. 241. p.193
- Hartmann, L.W., Soderblom, D.R. and Stauffer, J.R. 1987, *Astron. J.* 93,907.
- Heller, C.H., 1992, *Astrophys. J.*, 408:337-346
- Herbig, G.H. and Bell, K.R. 1988, *Third Emission-Line Stars of Orion Population*, Lick Observatory, Bulletin n. 111, University of California.
- IRAS Catalog of Point Source 1986, version 2.0, Infrared Processing and Analysis Center, October.
- Kenyon, S.J., Hartmann, L.W., Strom, K.M. and Strom, S.E. 1990, *Astron. J.* 99, 869.
- Kholopov, P.N. 1985, *General Catalog of Variables Stars*, NAUKA Publishing house, Moscow.



- Lada, C.J. 1988, In: A.K. Dupree and M.T.V.T. Lago - *Formation and Evolution of Low Mass Stars*. NATO ASI Series, vol. 241. p.1
- Maddalena, R.J., Morris, M., Moscowitz, J., and Thaddeus, P. 1986, *Astrophys. J.*, 303:375-391.
- Vieira, G.L., Castilho, B.V. and de la Reza, R. 1990, *Rev. Mex. Astron. Astrois.*, 21: 725.
- Weaver, Wm.B. and Jones, G. 1992, *Astrphys. J. Suppl. Ser.*, 78:239-266.
- Weintraub, D.A. 1990, *Astrphys. J. Suppl. Ser.*, 74:575-594.