

Universidade de São Paulo  
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas  
Departamento de Astronomia

Thais dos Santos Silva

**O conteúdo estelar localizado entre  
aglomerados jovens de CMaR1**

São Paulo

2014



Thais dos Santos Silva

# O conteúdo estelar localizado entre aglomerados jovens de CMaR1

Tese apresentada ao Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ciências.

Área de Concentração: Astronomia

Orientador(a): Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup>Jane Gregorio-Hetem

São Paulo

2014



*À minha família!*



# Agradecimentos

À minha família: Germínio Tomaz e Gabriel Tomaz, em especial a minha mãe Maria de Lourdes, pelo apoio, incentivo e compreensão.

Ao Marcel Araujo Silva Figueredo por toda ajuda direta ou indireta para a realização desse trabalho, por toda a paciência e dedicação;

À Professora Jane Gregorio-Hetem por acreditar em mim e confiar no meu trabalho, por todas as oportunidades que me proporcionou desde a iniciação científica, em 2005;

Ao Dr. Thierry Montmerle por também acreditar no meu trabalho e ser meu co-orientador durante o estágio sanduiche;

Ao Professor Raimundo Lopez por me abrir as portas ao mundo dos raios X, sem a participação dos dois cursos que o senhor me convidou, essa tese teria demorado muito mais tempo para sair.

À Professora Silvia Rossi por sempre estar atenta aos meus relatórios e pelas discussões durante as apresentações dos mesmos, elas foram muito úteis.

Aos colegas Beatriz Fernandes, Márcio Avellar, Fernanda Urrutia, Bruno Dias, Phillip Galli, Lívia Sakimoto e Enzo Moriyama pela contribuição direta para a realização desse trabalho.

Há ainda muitas pessoas que eu gostaria de citar, mas gastaria muitas páginas dessa tese, que já não está muito pequena. Em especial eu gostaria de agradecer à minhas colegas dos meus times de basquete e futsal, aos meus colegas de departamento, e aos amigos da vida.

Ao CNPq e a CAPES, pelo apoio financeiro, sob o projeto n<sup>o</sup>: 142851/2010-8;

Ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo e ao *Institut d'Astrophysique de Paris* por me acolherem durante o doutoramento.

---

Esta tese/dissertação foi escrita em  $\text{\LaTeX}$  com a classe IAGTESE, para teses e dissertações do IAG.



“As pessoas têm estrelas que não são as mesmas.

Para uns, que viajam, as estrelas são guias.

Para outros, elas não passam de pequenas luzes.

Para outros, os sábios, são problemas.

Para o meu negociante, eram ouro.

Mas todas essas estrelas se calam.

Tu porém, terás estrelas como ninguém...

Quero dizer: quando olhares o céu de noite,

(porque habitarei uma delas e estarei rindo),

então será como se todas as estrelas te rissem!

E tu terás estrelas que sabem sorrir!

Assim, tu te sentirás contente por me teres conhecido.

Tu serás sempre meu amigo (basta olhar para o céu e estarei lá).

Terás vontade de rir comigo.

E abrirá, às vezes, a janela à toa, por gosto... e teus amigos ficarão

espantados de ouvir-te rir olhando o céu.

Sim, as estrelas, elas sempre me fazem rir!”

Antoine de Saint-Exupéry



# Resumo

A região de formação estelar em Canis Major (CMa R1) tem sido estudada em diferentes comprimentos de onda com o intuito de explorar a descoberta da coexistência de aglomerados de diferentes idades nessa nuvem molecular.

Quatro campos foram observados com o satélite “XMM-Newton”, abrangendo os grupos de estrelas próximos a Z CMa e GU CMa e a região denominada “inter-aglomerados”. Cerca de 387 fontes foram identificadas por dois métodos de detecção distintos: individual e mosaico.

Por meio das análises em raios X, principalmente por diagramas de razão de dureza, foi possível identificar as candidatas a membro de CMa R1 e separar prováveis objetos de campo. As curvas de luz e espectros extraídos para os objetos mais brilhantes da amostra também foram úteis para indicar a natureza jovem destes objetos. As curvas de luz revelaram 10 fontes que possivelmente apresentaram *flares*, 5 deles confirmados e 2 classificados como parciais. Ajustes do modelo de plasma térmico aos espectros de baixa resolução de 23 fontes brilhantes, em raios X, forneceram valores médios de:  $N_H = 0,19 \times 10^{-22} \text{cm}^{-2}$ , que corresponde a uma extinção de  $A_V = 0,9 \pm 0,5 \text{ mag}$ ; temperatura do plasma de  $1,3 \pm 0,5 \text{ keV}$ ; e abundância de  $0,11 \pm 0,06 Z_\odot$ . Os fluxos encontrados estão em uma faixa de 1,5 a  $55 \times 10^{-14} \text{ erg/cm}^2/\text{s}$ .

Para complementar o estudo das fontes X de CMa R1 foi realizada uma análise de fontes 2MASS, por meio de diagramas cor-cor e cor-magnitude, para estimar as massas e idades das contrapartidas infravermelhas dos possíveis membros de CMa R1. A distribuição de massas, entre 0,1 e  $17 M_\odot$ , comprova que essa região abriga uma população predominantemente de baixa massa ( $\sim 80\%$ ).

As idades estimadas para essa amostra variam de 0,2 Myr até a idade zero da

sequência principal. O campo próximo a Z CMa é o que apresenta uma população mais jovem, cerca de  $\sim 54\%$  das contrapartidas são mais jovens que 5 Myr e apenas 30% são mais velhas que 10 Myr. Por outro lado, o campo próximo a GU CMa apresenta uma proporção inversa: 58% dos seus objetos têm idades  $> 10$  Myr e 30% têm menos de 5 Myr. A distribuição espacial das fontes em função das faixas de idades mostra claramente que a região “inter-aglomerados” contém os dois grupos de faixas de idades.

Ao combinar os dados em raios X com os em infravermelho verificou-se que a maioria das fontes X segue a relação esperada entre o fluxo em raios X e a magnitude aparente J de estrelas T Tauri encontrada por outros autores. Além disso, a combinação dos resultados obtidos por meio dos diagramas de razão de dureza e cor-cor resultou em uma amostra de 140 candidatas a membro de CMa R1, 123 possíveis candidatas a pertencer a CMa R1, 106 de origem indefinida, 17 possíveis candidatas a objeto de campo e apenas 1 objeto de campo confirmado.

# Abstract

The star formation region Canis Major (CMa R1) has been studied in different wavelengths in order to explore the discovery of the coexistence of clusters with different ages in this molecular cloud.

Four fields were observed with the “XMM-Newton” satellite, covering two stellar groups near the ZCMA and GUCMA stars and the region called “inter-clusters”. About 387 sources were identified by two different detection methods: individual and mosaic.

CMa R1 member candidates and probably field objects could be identified by X-ray analyses, especially using hardness ratio diagrams. The light curves and spectra extracted from the brightest objects of the sample were also used to indicate the young nature of these objects. The light curves of these sources revealed 10 sources that present possibly flares, 5 of them were confirmed and 2 were classified as partials. Fits of thermal plasma model to the low resolution spectra of the 23 brightest sources, in X-ray, provided average values of  $N_H = 0.19 \pm 0.09 \times 10^{-22} \text{cm}^{-2}$ , which correspond to an extinction  $A_V = 0.9 \pm 0.5$  mag, plasma temperature of  $1.3 \pm 0.5$  keV, and abundances of  $0.11 \pm 0.06 Z_\odot$ . The calculated fluxes varied from 1.5 to  $55 \times 10^{-14} \text{erg/cm}^2/\text{s}$ .

In order to complete the study of X-ray sources from CMa R1, an analysis of their 2 MASS infrared counterparts was performed by the colour-magnitude diagrams for the purpose of estimating masses and ages of the infrared counterparts of CMa R1 possible members. The mass distributions, within 0.1 and  $17 M_\odot$ , proves that this region contains predominantly a low mass population ( $\sim 80\%$ ).

The ages estimated vary from 0.2 Myr to zero age of main sequence. The field near Z CMA has the youngest population, about  $\sim 54\%$  of the counterparts are estimated to be less than 5 Myr, where the majority (54%) ages less than 2 Myr, and only 30% are older

than 10 Myr. On the other hand, the field next to GU CMa provides the inverse, 58% of them are older and 30% are younger than 5 Myr. The spatial distribution of the sources as a function of the age shows clearly that the inter-cluster region contain population in the two ages bins groups.

The combination of X ray data with the infrared ones showed that the majority that the majority of the X-ray sources follows the expectation for the relation between the flux in X-ray and the apparent magnitude J of T Tauri stars found by other authors. Additionally, the merge of the results attained by hardness ratio and colour-colour diagrams resulted in a sample of 140 CMa R1 member candidates, 123 probably CMa R1 member candidates, 106 with undefined origin, 17 possible field objects and only one field object confirmed.

# Lista de Figuras

1.1	A região de formação estelar $\lambda$ Orionis e o aglomerado Collinder 69 estudados por Barrado et al. (2011). . . . .	23
1.2	Esquema de componentes em raios X esperadas em uma nuvem molecular gigante . . . . .	24
1.3	Propriedades de objetos estelares jovens e classes evolutivas . . . . .	28
1.4	Várias configurações magnéticas entre a estrela e o disco obtidos na literatura	30
2.1	Distribuição espacial das estrelas jovens identificadas com base nos dados ROSAT . . . . .	37
2.2	Campos Observados com <i>XMM-Newton</i> . . . . .	38
2.3	Curvas de Luz das observações feitas com a câmera PN . . . . .	40
2.4	Curvas de Luz das observações feitas com as câmeras MOS1 e MOS2 . . .	41
2.5	Imagens do campo E obtidas pela câmera PN antes e depois da escolha dos GTIs. . . . .	42
2.6	Imagens dos quatro campos obtidas com as câmeras PN, MOS1 e MOS2 .	43
2.7	Mosaico das imagens do satélite <i>XMM-Newton</i> com as câmeras EPIC PN, MOS 1 e MOS 2 . . . . .	45
2.8	Exemplo do refinamento da amostra das contrapartidas infravermelhas . .	47
3.1	Diagrama de razão de dureza baseado no trabalho de Barrado et al. (2011)	51
3.2	Diagrama de razão de dureza baseado no trabalho de Hasinger et al. (2001)	52
3.3	Diagramas de razão de dureza (B2011) . . . . .	54
3.4	Diagramas de razão de dureza (H2001) . . . . .	55

3.5	Histograma da distribuição das fontes X dentro dos diagramas de razão de dureza . . . . .	57
3.6	Exemplo da escolha da região da fonte e do fundo de céu . . . . .	60
3.7	Curvas de luz ilustrando uma fonte com <i>flare</i> e outra sem . . . . .	61
3.8	Curvas de luz ilustrando uma emissão com variação, mas que não houve <i>flare</i> . . . . .	62
3.9	Curvas de luz com <i>flares</i> bem definidos . . . . .	64
3.10	Curvas de luz de fontes que apresentaram <i>flares</i> . . . . .	65
3.11	Curvas de luz de fontes com <i>flares</i> parciais . . . . .	66
3.12	Exemplo da escolha da região do espectro a ser analisada . . . . .	70
3.13	Ajuste do modelo APEC ao espectro da fonte e002. . . . .	72
3.14	Distribuição dos parâmetros ( $N_H$ , $kT$ e $Z$ ) obtidos por meio de ajuste espectral	73
3.15	Relação entre o fluxo em raios X e taxa de contagens. . . . .	74
3.16	Relação entre os fluxos obtidos por meio do ajuste de alguns espectros e pelo programa PIMMS . . . . .	75
3.17	Função Luminosidade em raios X. . . . .	76
4.1	Diagramas Cor-Cor e Cor-Magnitude das candidatas a contrapartida infravermelha das fontes X . . . . .	80
4.2	Diagramas Cor-Cor individuais . . . . .	82
4.3	Diagramas Cor-Magnitude individuais . . . . .	83
4.4	Distribuição de massas das contrapartidas infravermelhas das fontes X . . . . .	86
4.5	Distribuição das idades atribuídas às contrapartidas infravermelhas das fontes X. . . . .	87
5.1	Fluxo em raios X ( $F_X$ ) <i>v.s.</i> magnitude na banda J ( $m_J$ ) . . . . .	90
5.2	Distribuição das idades das contrapartidas das fontes X para cada campo E, C, W e S . . . . .	92
5.3	Distribuição espacial das contrapartidas das fontes X como função das idades.	93
5.4	Distribuição das idades das contrapartidas dentro das grades . . . . .	95
5.5	Função de massa das contrapartidas infravermelhas das fontes X . . . . .	97
C.1	Irradiação do disco circum-estelar . . . . .	147



D.1	Espectro das fontes c001, c002, e001 e e003. . . . .	149
D.2	Espectro das fontes e004, e005, e015, e017, e018 e e020. . . . .	150
D.3	Espectro das fontes e021, e022, e023, e026, e030 e e032. . . . .	151
D.4	Espectro das fontes e036, e038, e039, e055, w001 e w006. . . . .	152



## Lista de Tabelas

2.1	Resumo das observações feitas de CMa R1 com o satélite <i>XMM-Newton</i> . . .	39
2.2	Levantamento de possíveis contrapartidas infravermelhas das fontes X. . .	46
3.1	Distribuição das fontes nos diagramas de razão de dureza B2011, nos campos C, E, W e S. . . . .	56
3.2	Distribuição das fontes nos diagramas de razão de dureza H2001, nos campos C, E, W e S. . . . .	56
3.3	Número de fontes candidatas a objetos jovens baseado nos diagramas de razão de dureza. . . . .	59
3.4	Fontes com <i>flares</i> . . . . .	67
3.5	Parâmetros espectrais. . . . .	71
4.1	Número de fontes com contrapartidas no infravermelho próximo. . . . .	79
4.2	Número de fontes com contrapartidas 2MASS com índice de qualidade AAA. . . . .	81
5.1	Número de fontes candidatas a objetos jovens baseado nos diagramas de razão de dureza. . . . .	99
A.1	Fontes de raios X detectadas nas imagens combinadas das cameras EPIC: PN, MOS1 e MOS2. . . . .	116
A.1	Continua . . . . .	117
A.1	Continua . . . . .	118
A.1	Continua . . . . .	119
A.1	Continua . . . . .	120
A.1	Continua . . . . .	121

A.1	Continua . . . . .	122
A.1	Continua . . . . .	123
A.1	Continua . . . . .	124
A.1	Continua . . . . .	125
A.1	Continua . . . . .	126
A.1	Continua . . . . .	127
A.1	Continua . . . . .	128
A.1	Continua . . . . .	129
B.1	Fontes de raios X detectadas nas imagens combinadas das cameras EPIC: PN, MOS1 e MOS2. . . . .	131
B.1	Continua . . . . .	132
B.1	Continua . . . . .	133
B.1	Continua . . . . .	134
B.1	Continua . . . . .	135
B.1	Continua . . . . .	136
B.1	Continua . . . . .	137
B.1	Continua . . . . .	138
B.1	Continua . . . . .	139
B.1	Continua . . . . .	140

# Sumário

1. Introdução . . . . .	21
1.1 Histórico . . . . .	23
1.2 <i>Outflows</i> , discos, acreção e atividade magnética . . . . .	25
1.3 Estrelas jovens de baixa massa . . . . .	26
1.4 Identificação e Caracterização de aglomerados estelares abertos . . . . .	31
2. Seleção e identificação da amostra . . . . .	35
2.1 Busca de alvos em CMa R1 . . . . .	35
2.1.1 Formação Estelar Sequencial em CMaR1? . . . . .	36
2.1.2 Mistura de aglomerados jovens de diferentes idades . . . . .	36
2.2 Observações em raios X . . . . .	37
2.3 Imagens e detecção das fontes . . . . .	40
2.4 Contrapartidas Infravermelhas . . . . .	46
3. Análises em raios X . . . . .	49
3.1 Diagrama de razão de dureza - HRD . . . . .	49
3.2 Preparação para a extração das curvas de luz e dos espectros . . . . .	58
3.3 Curvas de luz . . . . .	59
3.3.1 Identificação de <i>Flares</i> . . . . .	62
3.4 Espectros . . . . .	68
3.5 Luminosidade X . . . . .	72
4. Análises dos Parâmetros Estelares . . . . .	77
4.1 Diagramas cor-cor e cor-magnitude . . . . .	77

4.2	Contrapartidas infravermelhas . . . . .	79
4.3	Massas e Idades . . . . .	84
5.	<i>Discussões</i> . . . . .	89
5.1	Fluxo X <i>vs.</i> Magnitude J . . . . .	89
5.2	Idades . . . . .	92
5.2.1	Diagramas de razão de dureza em função das idades . . . . .	94
5.3	Função de massa inicial . . . . .	96
5.4	População de CMaR1 revelada por observações <i>XMM</i> . . . . .	98
6.	<i>Conclusões e Perspectivas</i> . . . . .	101
7.	<i>Referências</i> . . . . .	107
	<i>Apêndice</i> . . . . .	113
A.	<i>Catálogo de fontes X</i> . . . . .	115
B.	<i>Lista de contrapartidas 2MASS</i> . . . . .	131
C.	<i>A física envolvida na emissão de raios X em regiões de formação estelar</i> . . . . .	141
C.1	Atividade coronal e interações estrela disco . . . . .	141
C.2	Irradiação de discos por raio-X e partículas . . . . .	143
C.3	Irradiação de discos por raio-X e partículas . . . . .	145
D.	<i>Espectros</i> . . . . .	149
E.	<i>Artigo</i> . . . . .	153

## Introdução

A eficiência em se utilizar observações em raios X para descobrir grandes amostras de estrelas pré-sequência principal tem sido demonstrada em diferentes regiões de formação estelar. Por exemplo os *surveys* realizados em grandes complexos moleculares como: Monoceros R2 (Kohno et al. 2002); parte da nebulosa Rosette, junto com os aglomerados M17 e NGC2244 (Townesley et al. 2003; Wang et al. 2008, 2009); M8 (Rauw et al. 2002); Carina (Albacete Colombo et al. 2003) e Vela OB2 (Jeffries et al. 2009).

Com o advento de uma nova geração de satélites de banda larga ( $\sim 0,2-10$  keV) mais sensíveis – Chandra e XMM-Newton – novos objetos estelares foram detectados e novos processos puderam ser estudados.

Na nebulosa de Orion milhares de fontes de raios X foram identificadas por meio do *Chandra Ultradeep Project – COUP* (Getman et al. 2005 a, b) e na região da nuvem de Taurus várias outras centenas foram detectadas, por meio do *XMM-Newton Extended Survey of Taurus – XEST* (Güdel et al. 2008).

Além desses grandes projetos de observação em raios X de regiões de formação estelar outras dezenas de trabalhos relacionados ao tema foram publicados nos últimos anos, de forma que diversas regiões de formação estelar estão sendo analisadas esses satélites como Nebulosa de Carina estudada por Townesley et al. 2011, Preibisch et al. 2011 e Feigelson et al. 2011, ou Cepheus B (Getman et al. 2009), Serpens (Giardino et al. 2007), Cygnus OB2 (Wright et al. 2010) entre outros.

Outros satélites como o ROSAT, também foram utilizados para estudar nuvens moleculares gigantes. Gregorio-Hetem et al. (1998), identificaram dezenas de estrelas de baixa massa e de massa intermediária nas nuvens Rosette e Mon R2. Esse resultado foi pioneiro no estudo da função de massa dessas nuvens, em que previamente apenas estrelas

massivas eram melhor conhecidas, dada a limitação observacional dos *surveys* ópticos.

Outro estudo interessante feito com o ROSAT foi na região de Canis Major R1 que contém uma nebulosa de reflexão em forma de arco na qual se associam aglomerados estelares muito jovens, com idades menores que  $5 \times 10^6$  anos. Com base nos dados em raios X dessa região, Gregorio-Hetem et al. (2009) levantaram questões importantes a respeito da história de formação desta região

No entanto, além dos dados em raios X, a exemplo do que foi realizado por esses autores, faz-se necessário um estudo complementar no infravermelho, para caracterizar as estrelas com base nos parâmetros fundamentais como massa, idade e fração de objetos com indícios da presença de disco circun-estelar.

Um outro exemplo de análise completa realizada com base em raios X é apresentada no trabalho de Barrado e colaboradores que se propuseram a estudar a região de formação estelar Lambda Orionis ( $d \sim 400$  pc e  $\sim 5$  Myr). Os primeiros resultados publicados (Barrado et al. 2011) tratam do estudo da região central de  $\lambda$  Orionis, o aglomerado Colinder 69 (Fig. 1.1).

Para isso os autores utilizaram observações XMM-Newton para caracterizar a população de baixa massa e anãs marrons a fim de obter um censo estelar e subestelar do aglomerado, além de estabelecer a função luminosidade em raio-X para essa associação. Dados no óptico e infravermelho próximo e médio também foram utilizados para verificar quais fontes com emissão em raios X pertencem ao aglomerado, e determinar  $T_{eff}$ , massa e  $L_{bol}$  destes objetos. Para verificar a presença de disco circun-estelar na amostra foram utilizados dados Spitzer.

Por meio das observações XMM-Newton foram detectas 164 fontes pontuais, das quais 61 provavelmente pertencem ao aglomerado, 5 são possíveis membros, e uma delas (C69-Xw028) é uma anã marrom. Para estes objetos foi encontrada uma densidade colunar de hidrogênio  $(N_H)_{med} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$  e  $T_{Xmed} \sim 10^7$  K. A razão entre luminosidade em raios X e luminosidade bolométrica para  $M \leq 1M_{\odot}$  obtida foi de  $\log(L_X/L_{bol}) = -2,85$ .

As fontes X encontradas forneceram um novo e mais completo censo do aglomerado Collinder 69, especialmente, de novos membros com  $M \sim 2M_{\odot}$ . O limite inferior das observações permitem detectar objetos com no mínimo  $\sim 0,3 M_{\odot}$ . 6,1% da população possui disco e esta percentagem aumenta (10,6%) se forem consideradas as estrelas de Classe II com disco em transição. A temperatura média  $T_{Xmed}$  no aglomerado é semelhante



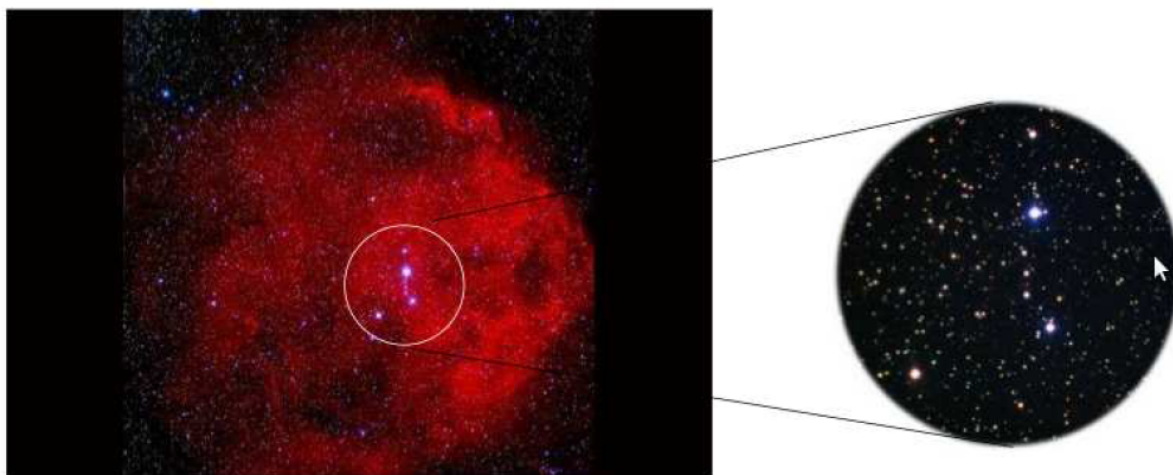


Figura 1.1: A região de formação estelar  $\lambda$  Orionis e o aglomerado Collinder 69 estudados por Barrado et al. (2011).

às encontradas em estrelas jovens na pré-sequência principal e menor do que encontradas em regiões de formação estelar.

O presente capítulo é dedicado a uma revisão histórica a respeito dos primeiros estudos que motivaram a exploração dos dados em raios X no estudo da formação estelar (Sec. 1.1); das características típicas dos objetos pré-sequência principal (Sec. 1.2), em particular das estrelas de principal interesse nesse estudo (Sec. 1.3). Finalmente, descreve-se brevemente o estudo dos aglomerados estelares jovens, em cujo contexto mais global se insere o presente trabalho, e que deu origem à motivação em realizá-lo (Sec. 1.4), gerando a publicação do artigo “*Characterisation of young stellar clusters*”, Santos-Silva, T. & Gregorio-Hetem, J. 2012, A&A 547, A107 –, cuja cópia segue no Apêndice E.

## 1.1 Histórico

Por mais de 30 anos as regiões de formação estelar foram conhecidas por estar associadas a emissão em raios X, começando pela descoberta de uma fonte extensa que coincidia com a nebulosa de Orion (M42) feita com os satélites Uhuru ANS e SAS-3 (Den Boggende et al. 1978, Bradt & Kelley 1979). Dentre as possibilidades de produção de raios X em regiões de formação estelar estão inclusas: atividade magnética de estrelas PMS de baixa massa; termalização dos ventos em alta velocidade de estrelas OB de alta massa, perto da estrela ou nas bordas de choque dos ventos; e remanescentes de supernovas de

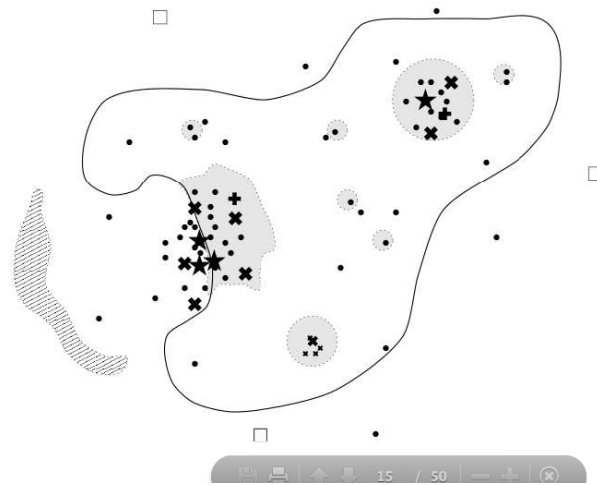


Figura 1.2: Diagrama de componentes em raios X esperadas em uma nuvem molecular gigante com uma região HII, aglomerados de estrelas jovens embebidos e formação estelar distribuída: estrelas representam estrelas OB; x são estrelas Herbig Ae/Be; círculos cheios são estrelas T Tauri, as cruzes são protoestrelas e os quadrados são sistemas binários em raios X. A região hachurada fora da nuvem representa um remanescente de supernova, e a região sombreada dentro da nuvem representa regiões de dissociação parcialmente ionizadas em raios X (Adaptado de Feigelson 2001).

estrelas OB de gerações passadas (Fig. 1.2).

Os primeiros conceitos de formação estelar via colapso gravitacional foram sugeridos por Pierre-Simon Laplace, em *Expositon du Systeme du Monde* que forneceu um ótimo cenário de formação do Sol a partir de uma nebulosa em rotação. Na primeira metade do século passado, Edward Barnard e outros, especulavam que nuvens escuras eram locais de nascimento de estrelas (Trumble 1996). Alfred Joy (1945) reportou uma classe de linhas de emissão raras de estrelas variáveis próximas a nuvens escuras, representando estrelas recém formadas, mais tarde chamadas de estrelas T Tauri Clássicas (CTT), que foram encontradas com maior frequência agrupadas em “associações T” (Ambartsumian & Mirzoyan 1982).

Nos anos 80 e 90, as melhorias na instrumentação nos comprimentos de onda infravermelho e milimétrico causaram uma revolução na astronomia, principalmente para observações de objetos jovens, pois proporcionaram a procura direta por objetos protoestelares profundamente embebidos na nuvem. Embora o cenário Laplaciano seja a base dos modelos contemporâneos, a astrofísica detalhada de objetos estelares jovens (YSOs) provou ser muito mais complexa que uma simples nebulosa auto gravitante e o entendimento de YSOs não procedeu de forma simples, tendo em vista a diversidade de processos, estelar

e circum-estelar, envolvidos, como descrito a seguir.

## 1.2 *Outflows, discos, acreção e atividade magnética*

Herbig (1962) e Kuhl (1964) foram os primeiros a interpretar as linhas de emissão de estrelas CTT que frequentemente exibem perfis do tipo *P Cygni* como ventos densos e quentes. Bachiler (1996), Reipurth & Bertout (1997) verificaram que *outflows* colimados vistos em objetos Herbig-Haro, jatos ópticos de pequena escala e *outflows* bipolares moleculares eram encontrados em YSOs. Logo perceberam que os *outflows* de YSOs não eram acelerados pela pressão do gás coronal ou radiação, mas eles necessitavam da intervenção de campos magnéticos e disco circum-estelar (e.g. De Campli 1981, Pudritz & Norman 1983, Uchida & Sibata 1984).

O obscurecimento da maioria dos YSOs foi originalmente atribuído ao casulo esférico de material empoeirado que não foi acretado pelo objeto, a descoberta de emissão intensa nas bandas micro e milimétricas em estrelas CTT exige que haja uma grande quantidade de poeira em discos achatados. No entanto, atualmente estes discos proto-planetários podem ser diretamente imageados por interferometria milimétrica (e.g. Dutrey et al. 1994), e em luz visível pelo Hubble Space Telescope (Mc Caughrean & O' Dell 1996), ou em infravermelho próximo (Stapelfeldt et al. 1998). A evolução de discos será discutida na próxima seção.

A teoria de formação estelar diz que o crescimento da estrela se dá pela acreção do de um grande envoltório circum-estelar (Shu et al. 1987). Após o envoltório ser limpado por *outflows*, o disco permanece, e a estrela central acreta o material restante em uma escala de tempo de  $10^5$  a  $10^6$  anos. Este processo pode prosseguir de forma relativamente estável – no caso das estrelas CTT – ou em episódios rápidos de alta acreção associada a ejeção de material – vista em estrelas *YY Ori* (Bertout et al. 1996) e em níveis mais altos como as estrelas *FU Orionis* (Hartmann et al. 1993). Modelos detalhados de perfis de linhas permitidas em T Tauri – historicamente atribuídas por *outflows* ou discos *boundary layers* – são explicados atualmente com emissão em colunas de acreção confinadas magneticamente (Hartmann et al. 1994, Hartmann 1998, Calvet & Gullbring 1998). No entanto, acreção também pode afetar as trilhas evolutivas da pré-sequência principal (Siess et al. 1997).

Sabe-se que YSOs exibem altos níveis de atividade magnética. O conceito original

de Joy (1945) era que o espectro do YSO tenha características como as da cromosfera solar levando ao desenvolvimento de atmosferas estelares de T Tauri (Herbig & Soderblom 1980, Calvet et al. 1984, Finkenzeller & Basri 1982). Poderosos *flares* em raios X de estrelas T Tauri foram encontrados com o satélite Einstein, primeiro telescópio de imageamento em raios X, e estes *flares* foram interpretados como emissão do tipo solar intensificada (Feigelson & DeCampi 1981, Walter & Kuhi 1981, Montmerle et al. 1983, Feigelson et al. 1991). Características como essas, são típicas dos primeiros estágios evolutivos de estrelas de baixa massa, também manifestadas durante toda a pré-sequência principal, como apresentado a seguir.

### 1.3 Estrelas jovens de baixa massa

Os primeiros tratamentos analíticos do interior estelar de YSOs (Hayashi 1966) ainda servem como um cenário básico para o entendimento destes objetos. As estrelas T Tauri são totalmente convectivas em seu interior, com luminosidades decrescendo monoliticamente com temperaturas quase constantes na superfície, alimentadas principalmente pela contração gravitacional, ao invés de reações nucleares. A evolução rotacional ao longo das trilhas evolutivas de Hayashi podem ser complexas. Além disso, um YSO com rotação diferencial em seu interior pode gerar um campo magnético tão alto quanto  $10^6$  G em apenas  $10^6$  anos, mas a turbulência sem rotação diferencial pode dissipar o campo (Levy et al. 1991).

Durante os primeiros estágios de evolução de estrelas de baixa massa, desde a proto-estrela até a sua chegada na sequência principal, são observados altos níveis de atividade magnética nestes objetos. Campos fortes cobrindo boa parte da superfície estelar e poderosos *flares* de reconexão magnética são vistos em raios X e rádio. O *flaring* pode ocorrer na magnetosfera estelar, na interface entre o disco e a estrela ou sobre o disco circum-estelar. A ionização originária da radiação de alta energia pode ter efeitos importantes na astrofísica de discos, tais como, prover a acreção e o acoplamento de *outflows* (Feigelson & Montmerle 1999).

A formação e a evolução de estrelas de baixa massa em geral é discutida em termos dos processos gravitacional e hidrodinâmico. O núcleo de uma nuvem molecular colapsa, a protoestrela emerge no centro, enquanto o material com alto momento angular forma

um disco de acreção circum-estelar e *outflows*. A estrela se torna visível, contraindo quase estaticamente ao longo das trilhas de Hayashi na fase T Tauri até a idade zero da sequência principal (ZAMS).

Acredita-se que o campo magnético tem o papel principal na regulação do colapso através de uma difusão ambipolar e na transferência do movimento orbital do disco para os *outflows* colimados. O material neutro deve ser acoplado ao campo magnético por meio da interação de raios cósmicos galácticos de baixa energia com o gás molecular.

Estudos empíricos de YSOs feitos nas décadas de 80 e 90 fornecem amplas evidências de radiação de partículas com energia de keV e MeV produzidas dentro de sistemas T Tauri e protoestrelas. As propriedades da emissão de raios X desses objetos são bem conhecidas (Feigelson & Montmerle 1999, Imanishi et al. 2001a, Feigelson et al. 2002a) e podem ser resumidas em:

- As luminosidades em raios X ( $L_X$ ) variam entre  $10^{28}$  a  $10^{28}$  erg/s. E a razão entre as luminosidades em raios X e bolométrica são  $L_X/L_{bol} \sim 10^{-4}$ .
- O mecanismo de emissão é o Bremsstrahlung, sendo produzido a partir de plasmas com  $T_X$  a 10 keV dominantes nos espectros em raios X. Linhas de emissão de espécies altamente ionizadas estão claramente presentes em espectros de alta qualidade.
- Possuem atividade de *flaring* onipresentes numa escala de tempo de minutos ou dias, tipicamente da ordem de algumas horas, com fluxos com amplitudes pico/quiescência superiores a 100.
- A extinção destes objetos pode abranger intervalos de absorção de raios X mole, desde valores negligenciáveis até muito altos, que é o caso de objetos embebidos como protoestrelas, para as quais a densidade colunar pode ser de  $N_H \sim 10^{23}$  cm<sup>-2</sup>, correspondendo a uma extinção visual de  $A_V \sim 100$ .

Além dos *flares* em raios X, uma emissão rádio não térmica confirma a existência de elétrons com energia da ordem de MeV (acelerados nos *flares*), radiando por mecanismo girosíncrotron, baseado em variabilidade do tipo *flare*, e ou sobre uma polarização significativa. Em contraste, a emissão da radiação térmica é atribuída ao material ionizado, ou por ventos fortes no caso de estrelas T Tauri ou por jatos quentes, no caso de protoestrelas (Feigelson & Montmerle 1999).



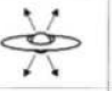
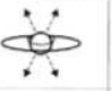

PROPERTIES	<i>Infalling Protostar</i>	<i>Evolved Protostar</i>	<i>Classical T Tauri Star</i>	<i>Weak-lined T Tauri Star</i>	<i>Main Sequence Star</i>
SKETCH					
AGE (YEARS)	$10^4$	$10^5$	$10^6 - 10^7$	$10^6 - 10^7$	$> 10^7$
mm/INFRARED CLASS	Class 0	Class I	Class II	Class III	(Class III)
DISK	Yes	Thick	Thick	Thin or Non-existent	Possible Planetary System
X-RAY	?	Yes	Strong	Strong	Weak
THERMAL RADIO	Yes	Yes	Yes	No	No
NON-THERMAL RADIO	No	Yes	No ?	Yes	Yes

Figura 1.3: Propriedades de objetos estelares jovens e classes evolutivas. (Feigelson & Montmerle (1999), adaptado de Carkner (1998)).

A Fig. 1.3 resume as principais fases de evolução e as propriedades observacionais de YSOs desde muito jovens ( $\sim 10^4$  anos), - protoestrelas dominadas pelo envoltório “Classe 0”, até estrelas mais evoluídas ( $10^6 - 10^7$  anos) - T Tauri de linhas fracas (WTT) “Classe III” (i. e., sem disco). As estrelas T Tauri são, em geral, opticamente visíveis, visto que a protoestrelas são profundamente embebidas em sua nuvem parental, a fase evolutiva dos YSOs, de um modo geral, são classificadas por sua distribuição espectral no infravermelho milimétrico (Lada 1987, André & Montmerle 1994), conforme descrito a seguir:

Classe O: são protoestrelas jovens com envoltório massivo frio ( $\sim 30$  K), que colapsam em direção a região central. Um *outflow* colimado e um disco com rotação rápida são formados dentro do envoltório que tem dimensões entre  $10^3$  e  $10^4$  UA. A idade destes objetos são de  $\sim 10^4$  anos.

Classe I: também são protoestrelas na qual maior parte do material do envoltório foi acretao ao disco ou a estrela, o disco tem extensão de apenas algumas centenas de UA. A atividade de *outflows* ainda está presente, mas com ângulo de abertura maior e a taxa de perda de massa é menor do que no estágio anterior (Bomtemps et al. 1996). Este objetos tem idades de  $\sim 10^5$  anos.

Classe II: é a designação para estrelas T Tauri Clássicas (CTT). A maior parte da sua fenomenologia complexa pode ser modelada com uma estrela interagindo com o disco de acreção circum-estelar. Os membros mais jovens desta classe possuem *outflows* e todas elas têm ventos fortes com taxa de perda de massa da ordem de  $10^{-7} M_{\odot}/\text{ano}$  e velocidade de rotação  $\sim 200$  km/s. Modelos atuais são baseados na acreção confinada magneticamente a partir de uma magnetosfera estendendo-se ao raio de co-rotação (Fig. 1.4). Quando estas fontes não são obscurecidas, elas podem estar presentes no diagrama HR e comparadas com trilhas evolutivas teóricas. As idades destes objetos, em geral, variam entre 0,5 a 3 Myr, embora algumas estrelas com características de Classe II apresentem idades até 20 Myr.

Classe III: também conhecidas como estrelas T Tauri de linhas fracas (WTT), tem distribuição espectral de energia (SED) semelhante a de um corpo negro, ou seja, possuem discos de acreção pequenos ou inexistentes (Wolk & Walth 1996). Muitas estrelas WTT ocupam a mesma região no diagrama HR que as CTT, embora algumas estejam aproximadamente sobre a ZAMS.

Para idades superiores a 20 ou 30 Myr, todas as interações do disco circum-estelar desapareceram e a estrela entra no regime pós-T Tauri. Estes objetos não aparecem nas amostras de YSOs (Herbig 1978) e foram descobertas por meio dos *surveys* em raios X. Elas são distinguidas por sua localização sobre a ZAMS e pelas abundâncias de lítio fotosférico.

Acredita-se que campos magnéticos são necessários para explicar, e talvez, seja o responsável pela ejeção de material, do disco e/ou da estrela central em crescimento (e.g., Königl & Pudritz 2000). A Fig. 1.4. ilustra diversas configurações magnéticas estrela-disco.

Centenas de fontes fracas em raios X são encontradas em regiões de formação estelar próximas (e.g. Montmerle et al. 1983, Strom & Strom 1994, Gagné et al. 1995, Preibisch et al. 1996). A maioria destas fontes em raios X está associada à estrelas Classe III ou WTT, mas são tratadas aqui as T Tauri como um todo (CTT e WTT) por que propriedades em raios X demonstram uma dependência pequena ou inexistente com interações com o disco.

Propriedades das CTT em raios X são similares, se não idênticas, as das WTTs, sua faixa de luminosidade varia de  $10^{28,5}$  a  $10^{30,5}$  erg/s nas bandas de raios X moles, e elas não estão correlacionadas nem com a luminosidade  $H\alpha$  nem com excesso infravermelho. Sua função de luminosidade as vezes aparece ligeiramente diminuída quando comparada com

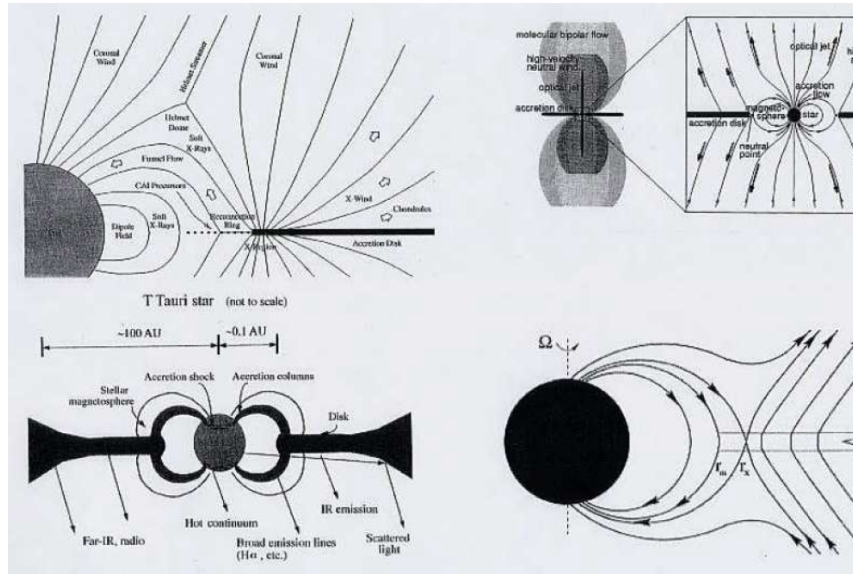


Figura 1.4: Várias configurações magnéticas entre a estrela e o disco obtidos na literatura: Shu et al. (1997) superior à esquerda; Hirose et al. (1997) superior à direita; Hartmann (2000) inferior à esquerda; Ferreira et al. (2000) inferior à direita. (adaptado de Montmerle et al. 2002).

aquelas das estrelas WTT, mas a diferença pode ser atribuída a estrelas WTT com baixa luminosidade em raios X que não foram identificadas.

Monitoramentos mostram que maior parte das estrelas TTauri em raios X variam em uma escala de tempo de dias ou mais e, em um dado momento, em 5 ou 10% das estrelas observa-se um *flare* de alta amplitude com escala de tempo de horas. O espectro em raios X mostra plasmas com temperaturas múltiplas e são frequentemente modelados com uma componente mole com  $T_X \sim 2 - 5$  MK e uma componente dura com  $T_X \sim 15 - 30$  MK, embora emissão fraca e altas temperaturas possam estar presentes (Preibish 1997a).

A maioria das emissões em raios X de CTT variam em um fator de 2 a 10 em uma escala de tempo de meses (Montmerle et al. 1983, Walter & Kuhl 1984), e elas podem ocasionalmente exibir *flares* rápidos. Um exemplo de *flares* é visto em LHa92, e chega a atingir  $5 \times 10^{32}$  erg/s em um tempo de escala de 1 hora. A temperatura do plasma em raios X subiu de 15MK para 40 MK durante a quiescência em um pico durante este evento (Preibisch et al. 1993). Um *flare* com uma curva de luz similar, mas um pico mais modesto  $L_X \sim 2 \times 10^{30}$  erg/s foi visto em DD Tau (Strom & Strom 1994). A fonte profundamente embebida SVS 16 na região de formação estelar NGC 1333, que é provavelmente uma estrela CTT análoga: sua emissão em raios X é constante em um nível em torno de  $2 \times$



$10^{32}$  erg/s, que é muito maior que o nível de quiescência da outra estrela T Tauri (Preibisch 1998).

Mais detalhes sobre a física envolvida na emissão de raios X em estrelas jovens são apresentadas no Apêndice C.

## 1.4 Identificação e Caracterização de aglomerados estelares abertos

Aglomerados jovens são considerados unidades básicas de formação de estrelas e seu estudo pode abordar diretamente uma série de problemas astrofísicos fundamentais como a formação e evolução de aglomerados abertos, e problemas mais gerais como a origem e evolução inicial das estrelas e sistemas planetários. Uma fração significativa de estrelas forma-se em aglomerados.

A quantidade desse tipo de objeto presente na Galáxia é surpreendentemente alta (Lada & Lada 2003). No entanto, a maioria desses aglomerados pode perder seu equilíbrio dinâmico se dissolvendo. Esse tipo de fenômeno ocorre em menos de 20 milhões de anos, de forma que os seus primeiros anos de vida são decisivos para sua evolução (Pfalzner 2009). Um estudo sistemático e a comparação entre aglomerados jovens com diferentes características podem trazer informações interessantes a respeito das fases de evolução durante a pré-sequência principal e dos processos de formação estelar nas regiões estudadas.

Com o intuito de entender melhor a formação de aglomerados estelares e verificar as diferenças e semelhanças relacionadas com os estágios evolutivos destes objetos, Santos-Silva & Gregorio-Hetem (2012) realizaram um estudo comparativo entre 21 aglomerados com diferentes idades.

Neste estudo foram determinados os parâmetros estruturais e fundamentais, por meio de dados do catálogo 2MASS, utilizando mapas de densidade estelar superficial, perfis radiais de densidade, diagramas cor-cor e cor-magnitude, e histogramas de distribuição de massas e idades.

Os membros dos aglomerados foram selecionados de acordo com a probabilidade de pertinência, baseada na comparação estatística com o movimento próprio dos aglomerados. Membros adicionais foram selecionados com base no procedimento de descontaminação adotado para distinguir estrelas de campo encontradas na direção dos aglomerados.

Foram obtidas as distribuições de massa e idade por meio da comparação de modelos

pré-sequência principal com a posição dos membros dos aglomerados no diagrama cor-magnitude. A idade da amostra é de  $\sim 5$  Myr, foram encontradas idades entre 4 e 10 Myr para 57% dos objetos, e menos que 4 Myr para 43% da amostra. Os baixos valores de  $E(B-V)$  indicam que amostra não sofre alta extinção ( $A_V < 1\text{mag}$ ), o que significa que eles são mais parecidos com grupos estelares do que aglomerados embebidos.

Ao comparar esses objetos, os Santos-Silva & Gregorio-Hetem (2012) concluíram que todos os 21 aglomerados estudados são bastante similares, provavelmente devido ao critério utilizado para selecioná-los, restringindo o tamanho, distância e idade.

Acredita-se que por essa razão, não houve uma variação no número de membros, raio e massa desses aglomerados. No entanto, a distribuição desses objetos no plano Galáctico causa diferenças no ambiente destes aglomerados.

Ao comparar essa amostra com outros aglomerados jovens (Lada & Lada 2003 e Carpenter 2000), as mesmas tendências foram observadas, mas apresentam maiores raios e menores densidades volumétricas. Isso significa que ambas apresentam uma distribuição de membros menos concentrada que deve estar relacionada à dispersão espacial esperada para aglomerados mais velhos.

Os aglomerados estudados por Santos-Silva & Gregorio-Hetem (2012) se encontram numa faixa intermediária, entre os aglomerados embebidos e os expostos estudados por Pfalzner (2011). Verificou-se que os aglomerados massivos de Pfalzner estão distribuídos em dois grupos; aqueles com maiores tamanhos, menores massa e idades intermediárias (4 – 10 Myr) seguindo as mesmas tendências que os aglomerados embebidos de Lada & Lada (2003), bem como a amostra estudada pelos autores e os aglomerados mais jovens ( $< 4$  Myr), e com maiores massas estudados por Pfalzner (2011) com tamanhos menores e massas mais altas, aparecendo fora das correlações apresentadas, como Lynga 14 (Santos-Silva & Gregorio-Hetem, 2012) e SH 2-106 (Lada & Lada, 2003). Como proposto por Adams et al (2006), a diferença entre estes aglomerados pode ser interpretada como condição de formação estelar.

Esse trabalho foi realizado durante o mestrado e diversas técnicas foram aprimoradas durante o doutorado, embora não esteja diretamente relacionado ao estudo de raios X, ele será de grande importância no futuro próximo, para a continuidade do presente estudo. O artigo com detalhes sobre esse estudo está apresentado no Apêndice E.

A estrutura dessa tese está dividida na seguinte forma. O Capítulo 2 trata da escolha

---

dos alvos escolhidos para esse trabalho, bem como um histórico das observações do satélite XMM e a redução dos dados. No Capítulo 3 são apresentadas as análises realizadas com base nos dados em raios X. O Capítulo 4 é dedicado à análise complementar realizada por meio dos dados no infravermelho próximo. Finalmente, o Capítulo 5 apresenta a discussão dos resultados e o Capítulo 6 resume as principais conclusões e perspectivas de continuidade.



## Seleção e identificação da amostra

Os alvos desse trabalho são objetos localizados na região de formação estelar Canis Major R1 (CMa R1), escolhida por apresentar características peculiares. Embora esteja um pouco distante ( $\sim 1$  kpc), esta região aparenta conter uma mistura de aglomerados jovens de diferentes idades, contrariando a hipótese de formação estelar sequencial. Detalhes sobre a motivação pela escolha de CMa R1, bem como as observações feitas com o satélite *XMM-Newton* para este trabalho estão descritos neste capítulo.

### 2.1 Busca de alvos em CMa R1

A região de CMa R1 contém uma nebulosa de reflexão em forma de arco na qual aglomerados estelares muito jovens, com idades inferiores a  $5 \times 10^6$  anos estão associados. Com base nos dados em raios X dessa região, Gregorio-Hetem et al. (2009), descobriram nas proximidades da estrela GU CMa, que fica no lado oeste da borda da nebulosa campo W (Fig. 2.2), um grupo estelar mais velho ( $> 10^7$  anos). Esse grupo poderia ser resultado de um episódio de formação estelar anterior ao que ocorreu para gerar os aglomerados jovens associados à nebulosa de reflexão, como por exemplo aqueles que se encontram nas vizinhanças da estrela Z CMa.

Esses resultados motivaram nosso grupo a propor novas observações em raios X, mais sensíveis que as do *ROSAT*, obtidas anteriormente em CMa R1. Observações com o satélite *XMM-Newton* foram realizadas em 2010 e 2011, para investigar a natureza dos objetos que se encontram na região denominada por nosso grupo como ‘inter-aglomerados’, ou seja, cobrindo a área localizada entre os grupos de GU CMa e Z CMa, com o objetivo de melhor entender o cenário de formação estelar nessa região.

### 2.1.1 Formação Estelar Sequencial em CMaR1?

Elmegreen & Lada (1977) sugeriram que a formação estelar propaga-se no interior de nuvens moleculares, em sucessivas gerações de associações OB, por meio de pressão exercida por ventos e explosões de supernovas (SN) das estrelas massivas, como em Orion (Blaauw 1964). Atualmente este cenário é reproduzido por simulações numéricas hidrodinâmicas que incluem explosões de SN, porém não consideram ventos estelares (e.g., Joungh & MacLow 2006, Hennebelle et al. 2007). Em escalas galácticas, esses modelos não reproduzem a formação estelar em si, mas a produção de nuvens moleculares pelo mecanismo de “fluxos turbulentos convergentes”. Uma versão em menor escala desse mecanismo, onde a formação estelar ocorre nas nuvens moleculares geradas nas regiões entre cavidades criadas por SN foi apresentada por Hartmann et al. (2001).

Estrelas de baixa massa, presentes nessas cavidades, seriam resultado do episódio anterior de formação estelar. Um exemplo desse cenário é ilustrado no complexo de aglomerados que formam a associação OB Scorpius-Centaurus: “Upper Scorpius” (idade  $\sim 5 \times 10^6$  anos), “Upper Centaurus-Lupus” (idade  $\sim 17 \times 10^6$  anos), e “Lower Centaurus-Crux” (idade  $\sim 16 \times 10^6$  anos) (Preibisch & Zinnecker 2007). Entretanto, dada sua alta latitude galáctica, e por ser tão evoluída, o material molecular dessa região essencialmente desapareceu. Acredita-se que o complexo de nuvens moleculares em CMa R1 ( $d \sim 1$  kpc), por ser mais jovem, pode representar um melhor exemplo da formação estelar sequencial.

### 2.1.2 Mistura de aglomerados jovens de diferentes idades

Graças ao grande campo do satélite *ROSAT*, Gregorio-Hetem et al. (2009) verificaram a presença de um aglomerado associado à estrela GU CMa, mais velho que os aglomerados conhecidos na região. O fato intrigante deste resultado é que GU CMa encontra-se no sentido oposto ao do que se acreditava ser o sentido de propagação de formação estelar, na direção da nebulosa em forma de arco. Essa nebulosa, de origem não clara, contém vários aglomerados jovens ( $\sim 1 - 5 \times 10^6$  anos), como aqueles nas proximidades de Z CMa, por exemplo. A Fig.2.1 mostra a distribuição espacial das estrelas identificadas por meio das observações *ROSAT*, com características típicas de estrelas jovens de diferentes idades, de acordo com o resultado combinado de dados em outras faixas espectrais, como óptico e infravermelho. Comparando com a distribuição de material denso, indicada pelo mapa de

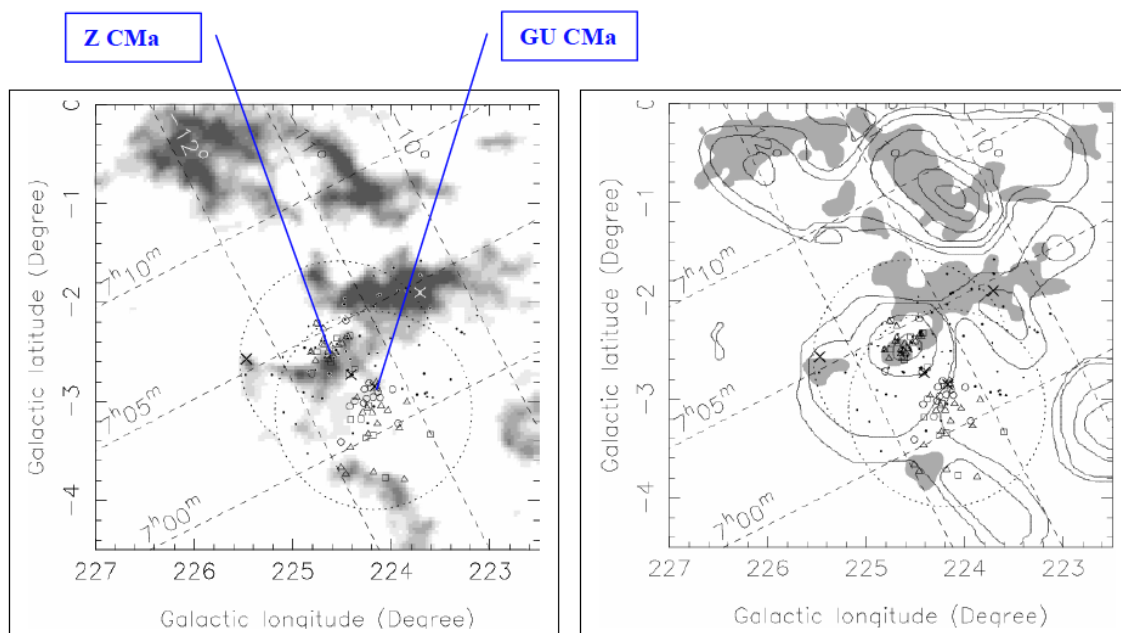


Figura 2.1: Distribuição espacial das estrelas jovens identificadas com base nos dados ROSAT, comparadas com: (esquerda) a distribuição espacial de poeira na região de CMA obtida do mapa de nuvens densas (Dobashi et al. 2005); (direita) mapas:  $^{13}\text{CO}$  (Kim et al. 2004) indicado pelas regiões em cinza e  $^{12}\text{CO}$  (May et al. 1988) pelos contornos em linhas cheias. Os símbolos mostram as diferenças de idades: triângulos indicam as mais jovens ( $< 5 \times 10^6$  anos), quadrados para  $5 - 10 \times 10^6$  anos, e círculos para as mais velhas ( $> 10 \times 10^6$  anos) - adaptado de Gregorio-Hetem et al. (2009).

Dobashi et al. (2005) da área contendo as nuvens da região Canis Major, verifica-se que o aglomerado de GU CMA encontra-se em uma espécie de cavidade, onde a concentração de material interestelar diminui sensivelmente com relação à quantidade de poeira associada ao aglomerado próximo a Z CMA, por exemplo. O mesmo pode ser notado quando se comparam os aglomerados com mapas de CO disponíveis para essa região, como feito por Gregorio-Hetem et al. (2009).

## 2.2 Observações em raios X

Em 2010 e 2011 foram observados quatro campos (cada um com 30 minutos de arco de diâmetro, com alguma sobreposição) com o satélite *XMM-Newton*. Esses campos estão localizados: nas proximidades da estrela Z CMA – Campo E; nas vizinhanças da estrela GU CMA – Campo W; e entre ambos – Campos C e S (Fig. 2.2).

As coordenadas centrais de cada campo são apresentadas na Tabela 2.1. Essas observações foram realizadas usando as câmeras EPIC (MOS1, MOS2 e PN) em modo *full*

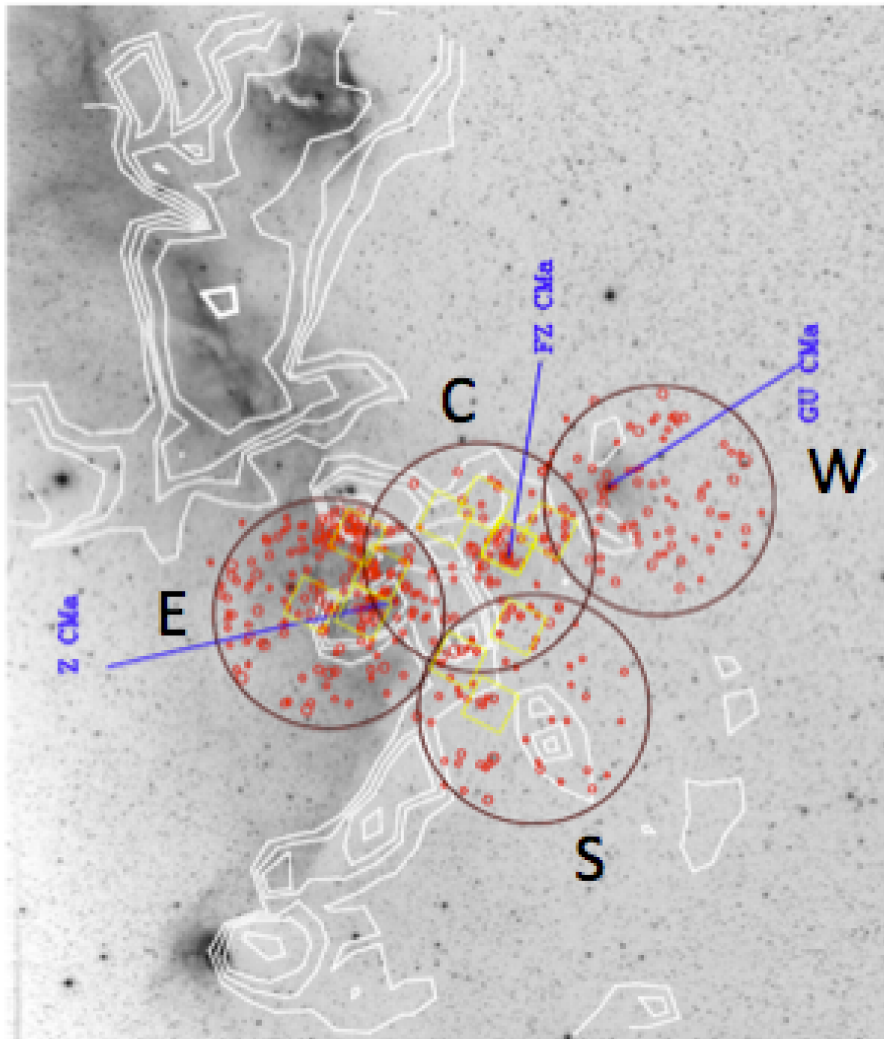


Figura 2.2: Imagem óptica (DSS-R) de CMaR1 sobreposta por contornos de  $^{12}\text{CO}$  (Mizuno & Fukui, 2004). Os campos observados por *XMM-Newton* correspondem aos círculos pretos C, E, W e S que representam os campos central, leste, oeste e sul respectivamente. Os círculos vermelhos são as fontes em raios-X. E os quadrados amarelos representam os campos nos quais Fernandes (2014) grupo realizou espectroscopia óptica.

*frame* com o filtro médio. Os campos C, W e S tiveram tempo de exposição de cerca de 30ks, enquanto o campo E teve exposição de aproximadamente 40ks.

Essas observações foram analisadas com o programa *Scientific Analysis System (SAS versão 11.0.0.)*<sup>1</sup> do *XMM-Newton*. A redução dos dados foi feita, para cada campo separadamente, usando os pacotes padrões deste programa.

As listas de eventos calibradas e concatenadas foram obtidas pelas tarefas *EPPROC* e *EMPROC* aplicadas aos dados brutos provenientes das câmeras PN e MOS, respectiva-

<sup>1</sup> <http://xmm.esa.int/sas/>



Tabela 2.1 - Resumo das observações feitas de CMa R1 com o satélite *XMM-Newton*.

Nome do campo	ID Obs.	$\alpha$ (J2000) (h m s)	$\delta$ (J2000) ( $^{\circ}$ ' ")	Exp. (ks) <sup>(a)</sup> PN - MOS	GTI(ks) <sup>(b)</sup> PN - MOS	ST <sup>(c)</sup>	N <sup>(d)</sup>
CMa clusters Center	0654880101	07 02 58.4	-11 27 24.0	32	30 - 32	2010-10-25T13:26:50	84
CMa clusters E	0654880201	07 04 18.3	-11 34 44,7	42	32 - 35	2011-04-11T10:10:28	187
CMa clusters W	0654880301	07 01 23.0	-11 19 56,6	32	28 - 32	2011-03-29T20:36:56	79
CMa clusters S	0654880401	07 02 29.5	-11 47 12,4	32	28 - 32	2011-03-21T16:45:31	37

(a) Tempo de exposição nominal; (b) Tempo efetivo de exposição; (c) Data e horário inicial das observações EPIC/MOS, as observações EPIC/PN começam cerca de 14 minutos depois para o campo C e 22 minutos para os outros três campos; (d) Número de fontes detectadas.

mente. Os campos E, W e S foram afetados por alta emissão X proveniente do fundo de céu, principalmente nas observações feitas com a câmera PN, reduzindo o tempo efetivo de exposição.

Com o intuito de maximizar a detecção de fontes fracas, melhorando a razão sinal-ruído, por meio da remoção dos intervalos de alta emissão de fundo de céu, devida à atividade solar, por exemplo, foi adotado o procedimento padrão para verificar os bons intervalos de tempo de exposição (GTIs - *Good Time Intervals*) de cada campo.

A rotina do programa SAS<sup>2</sup> utilizada para remover os intervalos de tempo em que ocorre alta emissão de fundo de céu cria uma curva de luz (variação da taxa de contagens ao longo do tempo) durante toda a observação, sobre todo o campo. Em seguida, com a ferramenta TABGTIGEN, selecionam-se apenas os intervalos de tempo que possuem taxas de contagens inferiores a 1,0cts/s e 0,3cts/s para as câmeras PN e MOS respectivamente, definindo-se assim os GTIs. Esses valores limites de taxas de contagens foram escolhidos após uma inspeção visual das curvas de luz obtidas a partir dos dados brutos. Por fim, é criada uma lista de eventos limpa, ou seja, obtendo apenas as informações contidas durante o GTI.

As Figs. 2.3 e 2.4 mostram as curvas de luz dos dados brutos (à esquerda) e dos dados após a remoção dos intervalos de tempo em ocorreram alta emissão de fundo do céu (à direita) para as observações realizadas nos quatro campos (C, E, W e S) e em todos os detectores.

Para ilustrar a importância deste procedimento a Fig. 2.5 mostra uma imagem gerada a partir das listas de eventos obtidas com a câmera PN do campo E: antes (à

<sup>2</sup> [http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/EPIC\\_filterbackground.shtml](http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/EPIC_filterbackground.shtml)

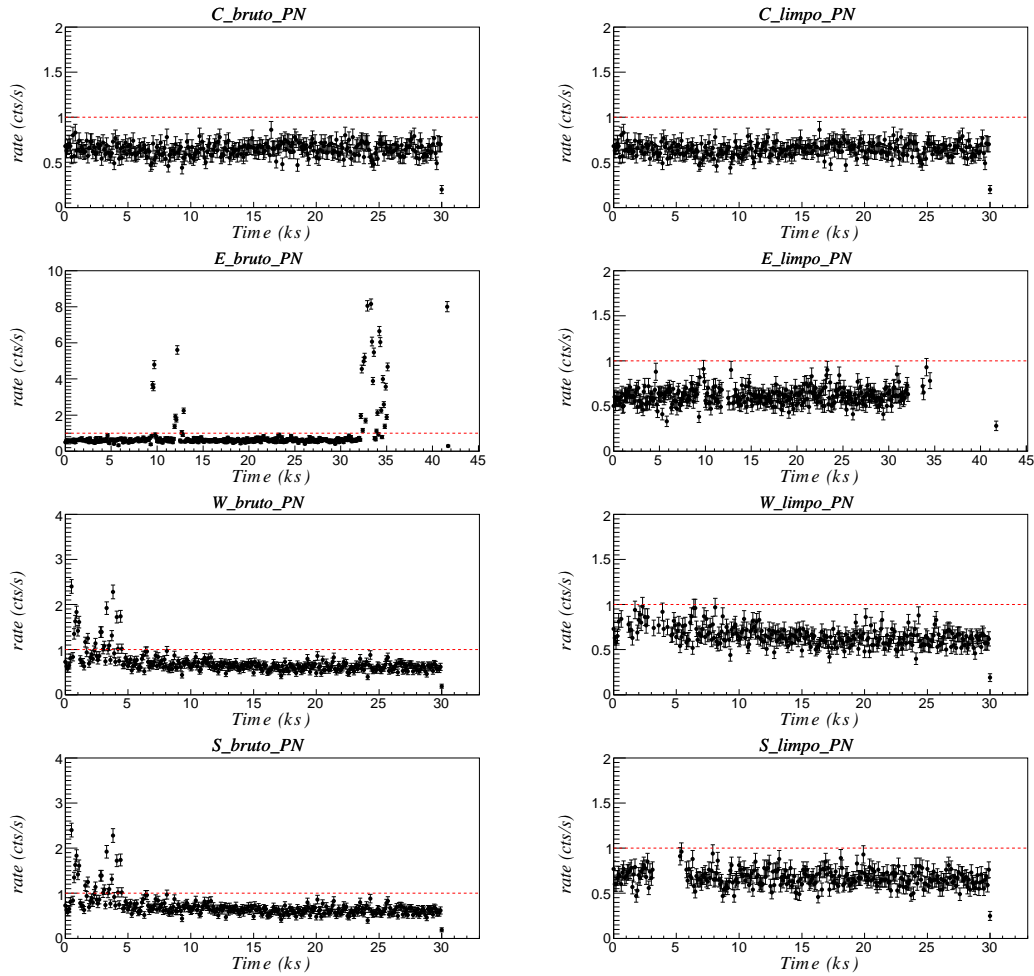


Figura 2.3: Curvas de Luz das observações feitas com a câmera PN: dos dados brutos (à esquerda) e dados livres de contaminação de fundo de céu (à direita) dos campos C, E, W e S, de cima para baixo. A linha tracejada mostra a taxa de contagens limite utilizada para realizar a escolha dos GTIs (1,0 cts/s).

esquerda) e depois da filtragem (à direita).

Os GTIs das observações, que se referem aos tempos efetivos de exposição, nas câmeras PN, MOS1 e MOS2 estão apresentados na Tabela 2.1.

Nas subseções a seguir estão descritos os procedimentos para criar imagens, detectar fontes e obter os parâmetros em raios X utilizando os dados filtrados.

### 2.3 Imagens e detecção das fontes

As imagens em raios X foram criadas a partir das listas de eventos limpas utilizando a ferramenta de seleção EVSELECT, que também leva em conta o GTI e o intervalo de energia em que a imagem deve ser gerada. Para cada uma das 3 câmeras EPIC foram

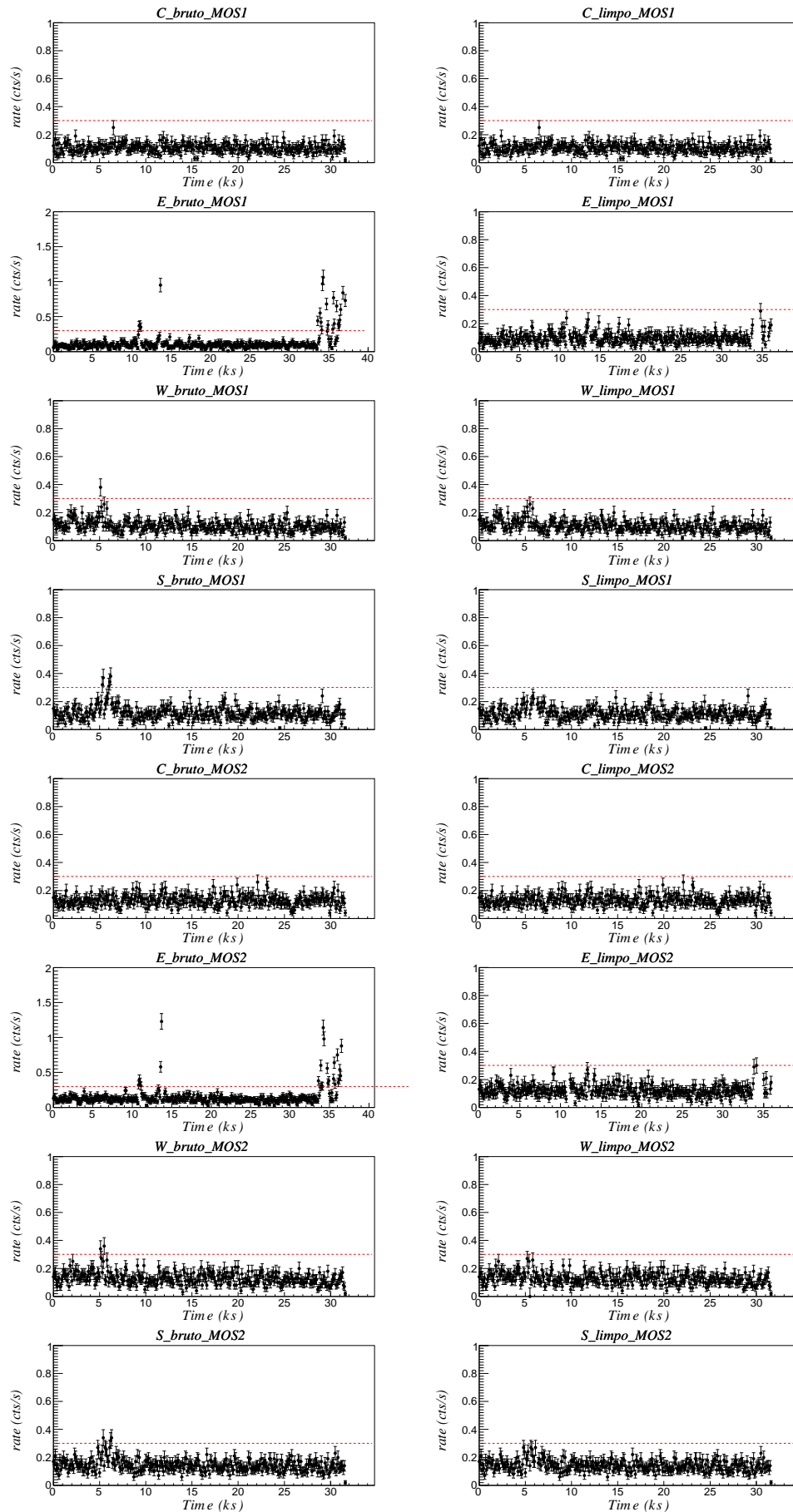


Figura 2.4: Curvas de Luz das observações feitas com as câmeras MOS1 e MOS2: dos dados brutos (à esquerda) e dados livres de contaminação de fundo de céu (à direita). A taxa de contagens limite (0,3 cts/s) utilizada para a escolha dos GTIs das câmeras MOS1 e MOS2 é indicada pela linha tracejada.

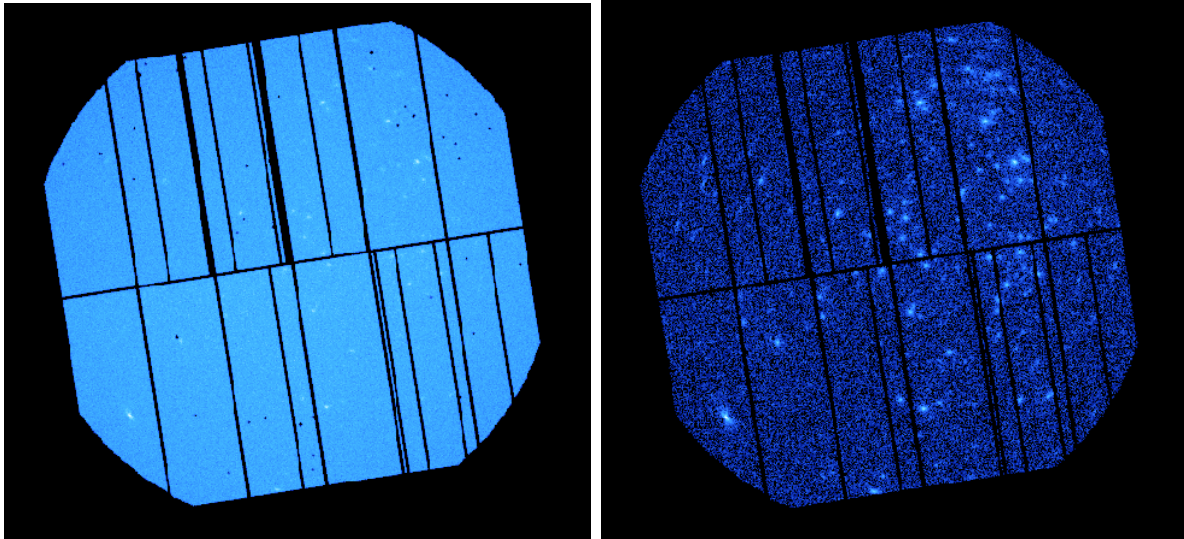


Figura 2.5: Imagens do campo E obtidas pela câmera PN gerada: antes (à esquerda) e depois (à direita) da escolha dos GTIs.

criadas quatro imagens: uma para cada banda de energia: *soft* -  $S_B = 0,5 - 1,0\text{keV}$ , *medium* -  $M_B = 1,0 - 2,0\text{keV}$  e *hard* -  $H_B = 2,0 - 7,3\text{keV}$  e para todo o intervalo de energia de  $0,5\text{keV}$  a  $7,3\text{keV}$ . Estas bandas foram definidas por Barrado et al. (2011) e adotadas no presente trabalho para detecção das fontes por corresponder à faixa de energia ideal para a detecção das estrelas jovens, de acordo com outros trabalhos semelhantes (Lopez-Santiago et al. 2008, 2010; Pillitteri et al. 2013). Na Fig. 2.6 estão apresentadas as imagens feitas neste intervalo de energia, para cada campo e para cada câmera.

A detecção das fontes foi realizada com as câmeras PN, MOS1 e MOS2 em duas etapas: individualmente e em conjunto, combinando-as em um mosaico. Nos dois casos, a detecção foi feita utilizando as listas de eventos limpas e as imagens geradas nas três bandas de energia definidas acima.

Na primeira etapa, foi feita a detecção das fontes<sup>3</sup>, utilizando os detectores em separado, por meio da tarefa EDETECT\_CHAIN<sup>4</sup>. Essa tarefa basicamente cria um mapa de exposição, aplica uma máscara nas regiões sub-expostas (com tempo de exposição inferior a 0,25 vezes a exposição máxima) e realiza uma primeira detecção de fontes levando em conta uma determinação local do fundo de céu em torno de cada fonte. Em seguida, essas fontes são removidas e é criado um mapa do fundo de céu. Após esta etapa, a detecção

<sup>3</sup> [http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/src\\_find\\_thread.shtml](http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/src_find_thread.shtml)

<sup>4</sup> [http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/src\\_find\\_thread\\_stepbystep.shtml](http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/src_find_thread_stepbystep.shtml)

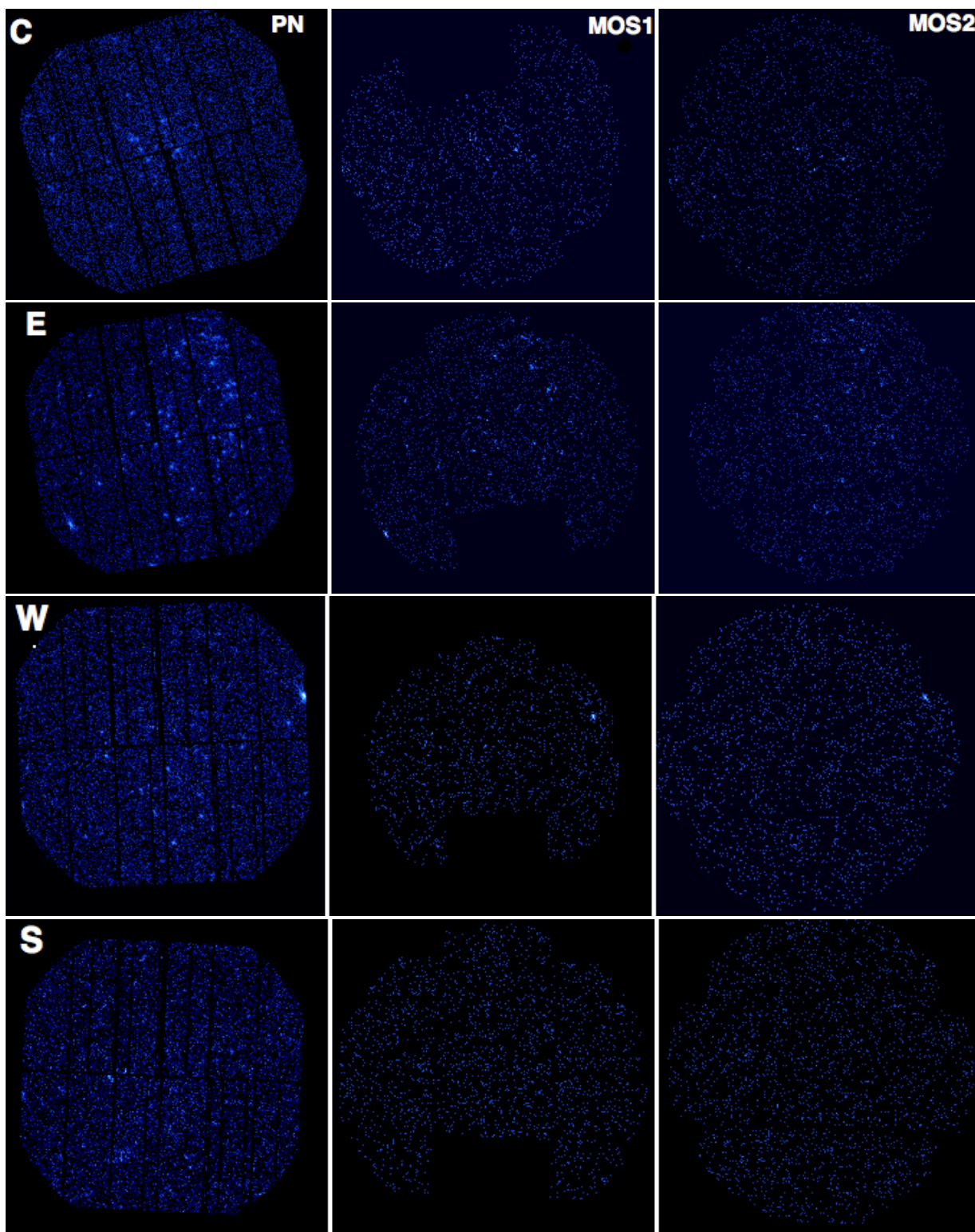


Figura 2.6: Imagens dos quatro campos obtidas com as câmeras PN (à esquerda), MOS1 (centro) e MOS2 (à direita) geradas a partir das listas de eventos limpas no intervalo de energia adotada no presente trabalho (0.5 - 7.3keV).

das fontes é refeita levando em conta esse mapa do fundo de céu. Por fim, os parâmetros de cada fonte detectada, como a probabilidade de detecção (ML), a taxa de contagens e a razão de dureza (HR) são determinados por ajuste de máxima verossimilhança.

Por este método foram detectadas 340 fontes com a câmera PN, 170 com MOS1 e 211 com MOS2.

A fim de testar o nível de detecção nas bandas mais moles, nesta etapa também foram adotadas as bandas determinadas por Hasinger et al. (2001):  $S_H = 0,2 - 0,5\text{keV}$ ,  $M_H = 0,5 - 2,0\text{keV}$  e  $H_H = 2,0 - 4,5\text{keV}$ , apenas para os dados PN. Nessas bandas foram detectadas apenas 316 fontes X, o que confirma que este intervalo de energia não é suficiente para a completeza da amostra.

Na segunda etapa, a detecção das fontes foi feita por método de mosaico<sup>5</sup> onde as informações das três câmeras PN, MOS1 e MOS2 são combinadas.

Inicialmente, a tarefa EMOSAIC\_PREP foi utilizada para separar os arquivos de eventos e construir a estrutura de arquivos necessária para o próximo passo do procedimento. Em seguida, a tarefa EMOSAICPROC foi utilizada tendo como parâmetros de entrada as bandas nas quais se deseja realizar a detecção das fontes (nesse caso:  $S_B$ ,  $M_B$  e  $H_B$ ). Essa tarefa gera as imagens combinadas das câmeras PN, MOS1 e MOS2, utilizando a ferramenta EMOSAIC, e em seguida realiza a detecção das fontes de forma semelhante à EDETECT\_CHAIN (utilizada para detecção de fontes para uma única câmera) levando em conta os dados combinados a partir de diferentes observações e/ou instrumentos, melhorando a verossimilhança das fontes e possibilitando a detecção de fontes mais fracas.

Pelo método de mosaico foram detectadas 351 fontes. No entanto, esse procedimento leva em conta apenas as fontes reveladas pelos três instrumentos simultaneamente, ou seja, quando a fonte é observada por apenas uma ou duas câmeras ela não é considerada por esse método, de forma que, os objetos fora do campo de visão, ou no espaços entre os CCDs, de pelo menos uma das câmeras são descartados.

Com intuito de obter uma lista mais completa possível de fontes em raios X, foram adicionadas, à lista de objetos obtida por método de mosaico, as fontes detectadas apenas pela análise individual das câmeras. Para ambos os casos foram selecionadas as fontes com  $ML > 15$ , valor padrão fornecido pelo SAS.

Como as análises foram feitas para cada campo separadamente, nos casos em que

---

<sup>5</sup> [http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/src\\_find\\_thread\\_overlap\\_stepbystep.shtml](http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/src_find_thread_overlap_stepbystep.shtml)

a mesma fonte foi detectada em dois campos, visto que há uma sobreposição entre eles, foram consideradas as informações da detecção que apresentou maior razão sinal-ruído.

Ao todo foram detectadas 387 fontes, sendo que, 197 estão no campo E, 84 no campo C, 37 no campo S e 79 no campo W. 351 destas fontes foram detectadas utilizando o método de mosaico e 36 foram detectadas por uma ou duas câmeras EPIC separadamente. O catálogo final de fontes em raios X de CMaR1, contendo as coordenadas (J2000), probabilidade de detecção da fonte (ML), taxa de contagens e razão de dureza na bandas de B2011 e H2001 está no Apêndice A1.

A Fig. 2.7 é resultado das imagens combinadas nas três bandas de energia (S, M e H), criada a partir das imagens em mosaico das câmeras PN+MOS. Para a construção desta imagem também foi utilizada a ferramenta EMOSAIC.

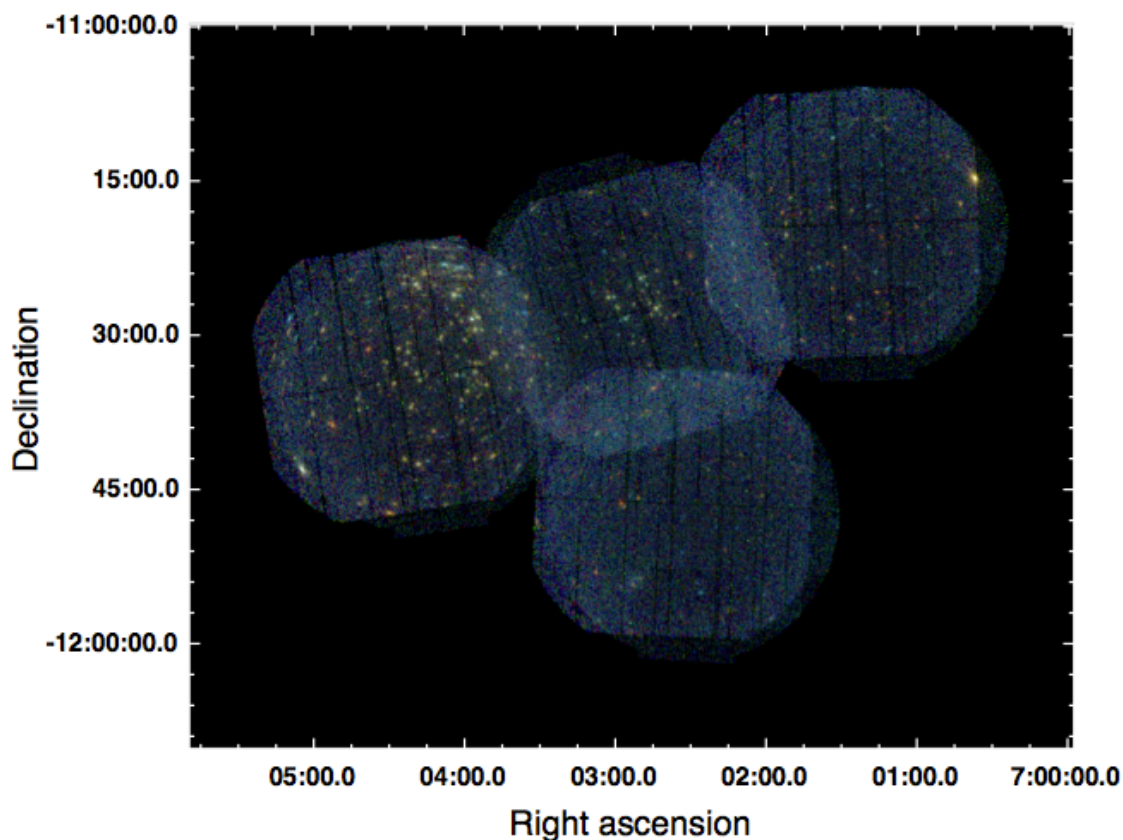


Figura 2.7: Mosaico das imagens do satélite *XMM-Newton* com as câmeras EPIC PN, MOS 1 e MOS 2 para os campos E, C, S e W de CMaR1 combinadas em três diferentes bandas de energia. Os filtros vermelho, verde e azul representam as bandas mole (S) - 0.5-1.0keV, média (M) - 1.0-2.0keV e dura (H) - 2.0-7.3keV respectivamente.

## 2.4 Contrapartidas Infravermelhas

A busca pelas contrapartidas no infravermelho próximo foi feita utilizando dados do *survey* 2MASS - Cutri et al. (2003). Em um primeiro momento, foram consideradas candidatas à contrapartida infravermelha todos os objetos que estavam a uma distância inferior a 10 segundos de arco da fonte X. Esse valor, adotado por Lopez & Santiago (2008), leva em conta a PSF (*Point Spread Function* - 80% dela esta contida em um círculo com diâmetro de 15 segundos de arco) e a precisão astrométrica das câmeras EPIC.

Nessa busca foram encontradas 523 candidatas a contrapartidas 2MASS para 343 fontes X, apenas 44 delas não possuem objetos 2MASS associados. A maioria das fontes apresenta apenas um objeto associado a elas, no entanto, em alguns casos foram encontradas até 5 candidatas infravermelhas para uma mesma fonte.

A distribuição do número de fontes XMM pela quantidade de contrapartidas infravermelhas para cada campo e o total, estão apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Levantamento de possíveis contrapartidas infravermelhas das fontes X.

	0	1	2	3	4	5	C/2MASS
E	8	91	61	21	5	1	179
C	12	51	17	2	1	1	72
S	6	25	4	2	-	-	31
W	18	41	18	2	-	-	61
Todos	44	208	100	27	6	2	343

Número de fontes detectadas com 0, 1, 2, 3 4 e 5 contrapartidas e o número total de fontes com contrapartidas (C/2MASS) em cada um dos campos: central (C), leste (E), oeste (W), sul (S) e total.

Posteriormente, foi realizado um refinamento desta amostra através de uma inspeção visual feita no programa DS9<sup>8</sup>. Foram descartadas as candidatas que não estavam sobre uma fonte ou que estavam a uma distância superior a 5 segundos de arco. Neste procedimento foram descartadas 94 fontes. Um exemplo de como foi feito esse refinamento, para a fonte c005, mostrando uma boa candidata a contrapartida infravermelha e outra que foi descartada está apresentada na Fig. 2.8, este é um caso em que a segunda candidata estava a uma distância superior a 5 segundos de arco do centro da fonte X.

<sup>8</sup> <http://ds9.si.edu/site/Home.html>



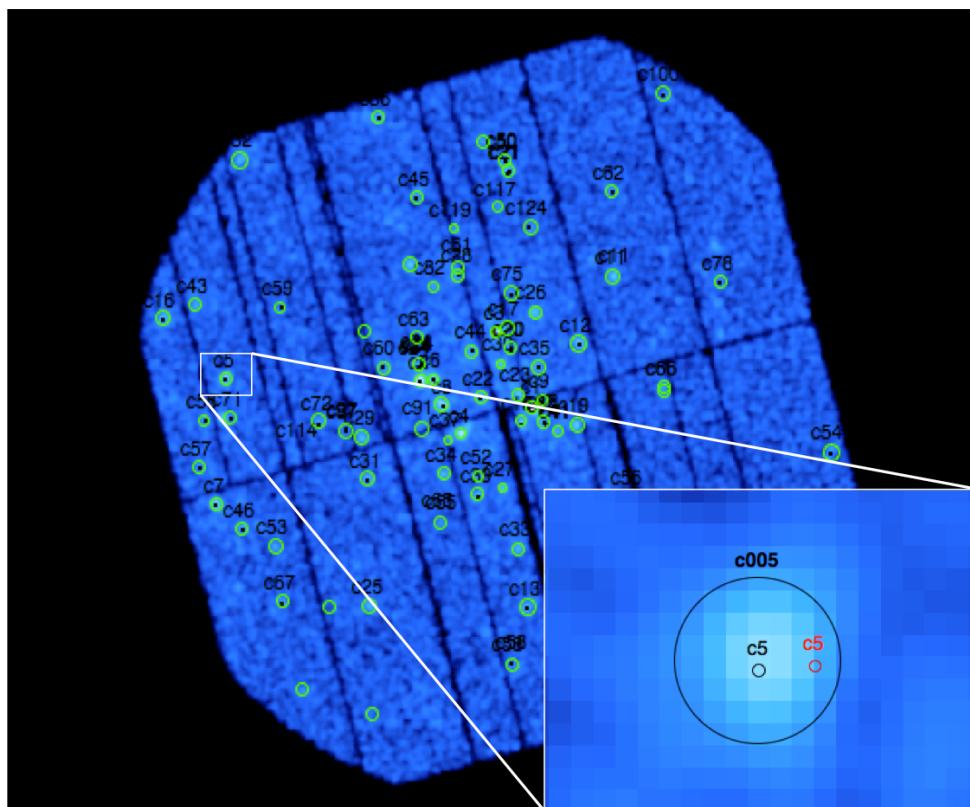


Figura 2.8: Exemplo de como foi feito o refinamento da amostra das contrapartidas infravermelha (2MASS): as candidatas que provavelmente pertencem à fonte são representadas pelos círculos pretos e a que deve pertencer ao campo, ou seja, foi descartada é representada círculo vermelho.

De acordo com Lopez-Santiago et al. (2008), 5 segundos de arco é o valor encontrado tipicamente como uma boa estimativa do raio efetivo das fontes (com  $\sim 90\%$  de confiança) para posições não corrigidas (e.g. Watson et al. 2003).

A confirmação se as candidatas são de fato as contrapartidas infravermelhas das fontes X foi feita por meio dos diagramas cor-magnitude conforme apresentado no Capítulo 4.

Os produtos obtidos diretamente das observações em raios X e suas contrapartidas no infravermelho foram utilizados para as análises das fontes e, conseqüentemente, a identificação dos possíveis objetos estelares jovens na região, conforme descrito nos próximos capítulos.



## Análises em raios X

O principal produto das observações em raios X é comumente chamado de “evento”, que carrega três tipos de informação: **espacial** (astrometria), posição em que ele ocorre no detector e sua origem no plano do céu; **temporal**, que informa o momento em que o evento foi detectado pelo satélite (que deve ser corrigido para o baricentro do sistema solar em análises temporais) e de **energia**, que está relacionada com a taxa de contagens de incidência de fótons em uma dada banda de energia. A partir destas três informações é possível determinar: posição da fonte, a curva de luz, a razão de dureza, e por fim, o espectro, que corresponde às propriedades espectrais globais.

Neste capítulo é apresentada a metodologia adotada para extrair as informações dos dados *XMM* e as análises em raios X realizadas para identificar a população estelar jovem em CMa R1, iniciando pelo estudo dos diagramas de razão de dureza, das curvas de luz, espectros e por fim, a determinação da luminosidade em raios X da amostra. Para isso foram utilizados apenas os dados obtidos com a câmera PN, visto que ela é cerca de 10 vezes mais sensível que as demais. Tais diferenças estão ilustradas nas Figs. 2.3 e 2.4.

### 3.1 Diagrama de razão de dureza - HRD

Um dos parâmetros que o *SAS* fornece quando é feita a detecção das fontes, descrita no capítulo anterior, é a razão de dureza, que representa a razão de contagens entre bandas diferentes, calculada pelas equações:

$$HR_1 = \frac{C_M - C_S}{C_M + C_S} \quad e \quad HR_2 = \frac{C_H - C_M}{C_H + C_M} \quad (3.1)$$

onde HR (*Hardness Ratio*) é a razão de dureza, e  $C_S$ ,  $C_M$  e  $C_H$  são respectivamente a

taxa de contagens nas bandas mole, média e dura.

Nesse trabalho foram utilizadas HRs calculadas para dois grupos distintos de bandas de energias, sugeridas por Barrado et al. (2011) variando entre 0,5 e 7,3keV:  $S_B = 0,5 - 1,0\text{keV}$ ,  $M_B = 1,0 - 2,0\text{keV}$  e  $H_B = 2,0 - 7,3\text{keV}$ ; e por Hasinger et al. (2001) variando entre 0,2 e 4,5keV:  $S_H = 0,2 - 0,5\text{keV}$ ,  $M_H = 0,5 - 2,0\text{keV}$  e  $H_H = 2,0 - 4,5\text{keV}$ . Em posse dessas HRs foram construídos diagramas de razão de dureza (HRD) como os das Figs. 3.1 e 3.2, considerando apenas as HRs com incertezas inferiores a 0,3 (e.g., Gomez-Moran et al. 2013). Em cada uma dessas figuras estão apresentadas as HRs obtidas para todas as fontes analisadas nos campos E, C, S e W.

Os HRDs podem ser utilizados para identificar estrelas jovens, pois, de acordo com Montmerle et al. (2000), estes objetos apresentam uma emissão X mais forte na região mole do espectro (até 2 keV). Em outros tipos de objetos, como: estrelas compactas evoluídas ou AGNs, a emissão X é predominantemente mais dura. No entanto, a emissão X das bandas mais moles é mais afetada pela extinção do meio interestelar.

Por essa razão, a exemplo do que é visto em Collinder 69, estudado por Barrado et al. (2011), é esperado que os objetos estelares jovens de CMa R1 estejam concentrados na parte superior esquerda dos diagramas, onde a emissão das bandas moles (inferiores a 1keV –  $S_B$  e  $S_H$ ) sofrem mais os efeitos da extinção que as bandas médias ( $M_B$  e  $M_H$ ), resultando em valores maiores de  $HR_1$ . E os valores menores de  $HR_2$  são esperados pois, a emissão das bandas duras ( $H_B$  e  $H_H$ ) deve ser menor que das bandas médias.

No entanto, essa análise é muito subjetiva, pois não há um limite bem definido separando estrelas jovens dos objetos do campo. Na tentativa de avaliar a região preferencial das estrelas jovens nos HRDs, foram simuladas, usando o programa XSPEC<sup>9</sup>, duas grades de razão de dureza, para cada grupo de bandas de energia, uma utilizando o modelo de plasma térmico (APEC) e outro de lei de potência. A fim de levar em conta os efeitos de absorção do meio interestelar e/ou circum-estelar ambos os modelos foram combinados a um modelo de absorção fotoelétrica (PHABS).

É importante ter em mente que o modelo térmico é utilizado para reproduzir o plasma da cromosfera estelar, portanto, é esperado que a emissão dos objetos jovens seja melhor representada por este modelo (e.g., Barrado et al. 2011 e López-Santiago et al. 2008, 2010). Por outro lado, o modelo de lei de potência é utilizado para modelar a emissão dos

<sup>9</sup> <http://heasarc.nasa.gov/xanadu/xspec/>

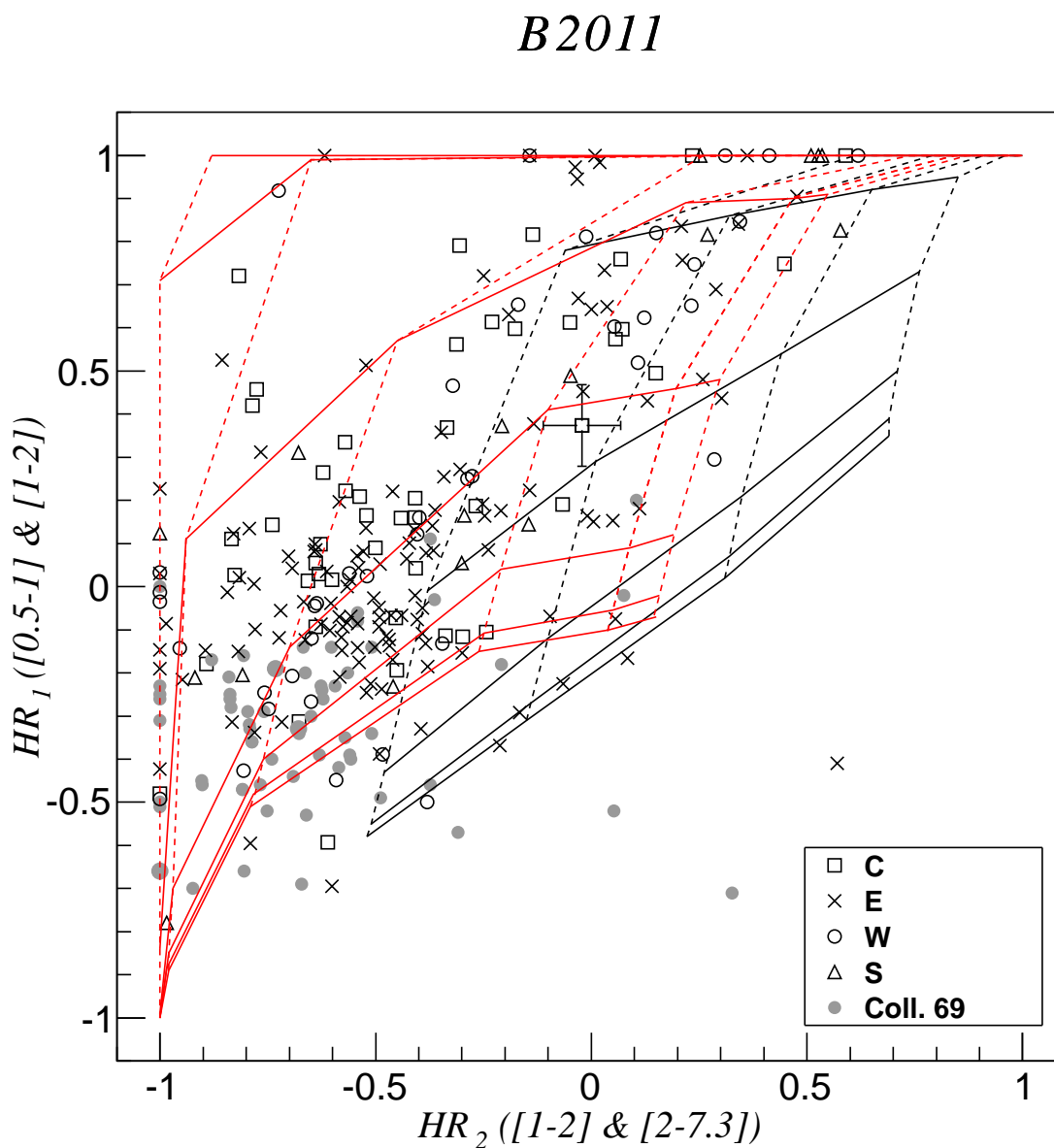


Figura 3.1: Diagrama de razão de dureza baseado no trabalho de Barrado et al. (2011): dos quatro campos de CMa R1 comparados com os objetos jovens de Collinder 69 (círculos cheios), estudado por estes autores. A grade simulada com modelos térmico APEC é representada pelas curvas vermelhas, as linhas pontilhadas são as simulações feitas com mesmo valor de  $\log T$  que variam de 6,0 a 8,5 da esquerda para a direita. As linhas de mesmo valor de  $\log N_H$  são as linhas cheias que variam de 20 a 23 – debaixo para cima. A grade de lei de potência é representada pelas curvas pretas, nas quais as linhas (tracejadas) de mesmo valor de  $\tau$  variam de 0 a 4 – da direita para a esquerda – e as linhas cheias ( $\log N_H$  constante) variam da mesma forma que na grade APEC.

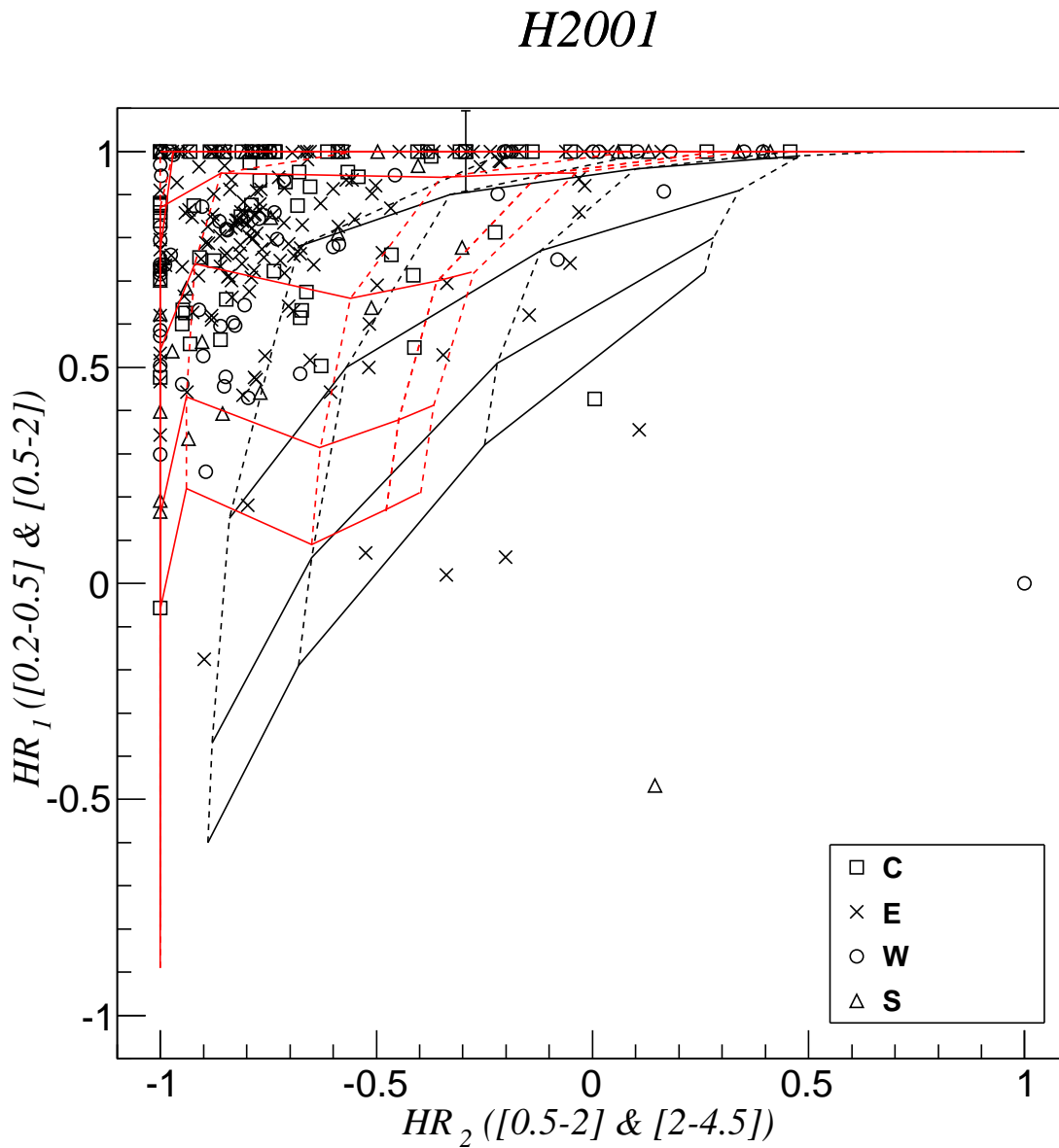


Figura 3.2: Diagrama de razão de dureza baseado no trabalho de Hasinger et al. (2001): dos quatro campos de CMa R1. A grade simulada com modelos térmico APEC é representada pelas curvas vermelhas, as linhas pontilhadas são as simulações feitas com mesmo valor de  $\log T$  que variam de 6,0 a 8,5 da esquerda para a direita. As linhas de mesmo valor de  $\log N_H$  são as linhas cheias que variam de 20 a 23 – debaixo para cima. A grade de lei de potência é representada pelas curvas pretas, nas quais as linhas (tracejadas) de mesmo valor de  $\tau$  variam de 0 a 4 – da direita para a esquerda – e as linhas cheias ( $\log N_H$  constante) variam da mesma forma que na grade APEC. Não há dados disponíveis na literatura para comparação nesses diagramas.

objetos compactos evoluídos ou extragalácticos, como AGNs por exemplo (e.g., Hasinger et al. 2001).

Para a grade do modelo térmico foram variados os valores de densidade colunar de hidrogênio ( $N_H$ ) e a temperatura de plasma (T) de forma que  $\log N_H$  variou entre 20 e 23 e  $\log T$  entre 6,0 (0,08 keV) e 8,5 (28 keV), ambos ao passo de 0,5 dex.

O intervalo de temperatura foi escolhido de forma a cobrir uma maior área dentro dos HRDs. Valores de  $\log T$  inferiores a 6,0, tendem a  $HR_2 = -1$ , e o limite superior ( $\log T = 8,5$ ) é o máximo valor aceito pelo modelo APEC. A abundância (Z) foi estabelecida como parâmetro fixo, adotando-se  $Z = 0,2 Z_\odot$ . Esse valor foi escolhido por ser compatível com a maioria dos valores de abundância obtidos através dos ajustes de modelos aos espectros das fontes mais brilhantes, apresentados na Sec. 3.3 (ver Tabela 3.5), esse valor também é compatível com valores encontrados na literatura, como em Lopez-Santiago et al. (2008 e 2010).

Para o modelo de lei de potência, o valor de  $N_H$  variou da mesma forma que para o APEC e os índices de lei de potência ( $\tau$ ) simulados foram 0, 1, 2 e 3. Esses valores foram os mesmos utilizados Hasinger et al. (2001).

As grades construídas utilizando os modelos térmico e de lei de potência estão representadas pelas curvas vermelhas e pretas, respectivamente, nas Figs. 3.1 e 3.2.

Dentre as 387 fontes detectadas, cerca de 340 têm dados disponíveis provenientes da câmera PN. No entanto, apenas 231 fontes nas bandas B2011 e 304 nas bandas H2001, tiveram  $HR_1$  e  $HR_2$  determinados com incertezas inferiores a 0,3. Além disso, 25 e 120 objetos, respectivamente não tiveram contagens determinadas em uma das bandas, aparecendo nas bordas dos diagramas, de forma que apenas 206 fontes que puderam ser analisadas no HRD B2011 e 184 em H2001. Um resumo da distribuição de fontes com relação as grades dos modelos é apresentado nas Tabelas 3.1 e 3.2.

Nesses diagramas verificou-se que 196 e 179 fontes estão dentro das grades térmicas e/ou das de lei de potência dos HRDs B2011 e H2001 respectivamente. Com o intuito de estudar detalhadamente cada campo (E, C, S e W) foram construídos HRDs individuais apresentados nas Figs. 3.3 e 3.4.

A distribuição das fontes dentro dos dois tipos de HRDs (B2011 e H2001), para cada campo, está apresentada na Fig. 3.5.

Nos HRDs B2011 cerca de 65% da amostra está dentro apenas das grades de modelo

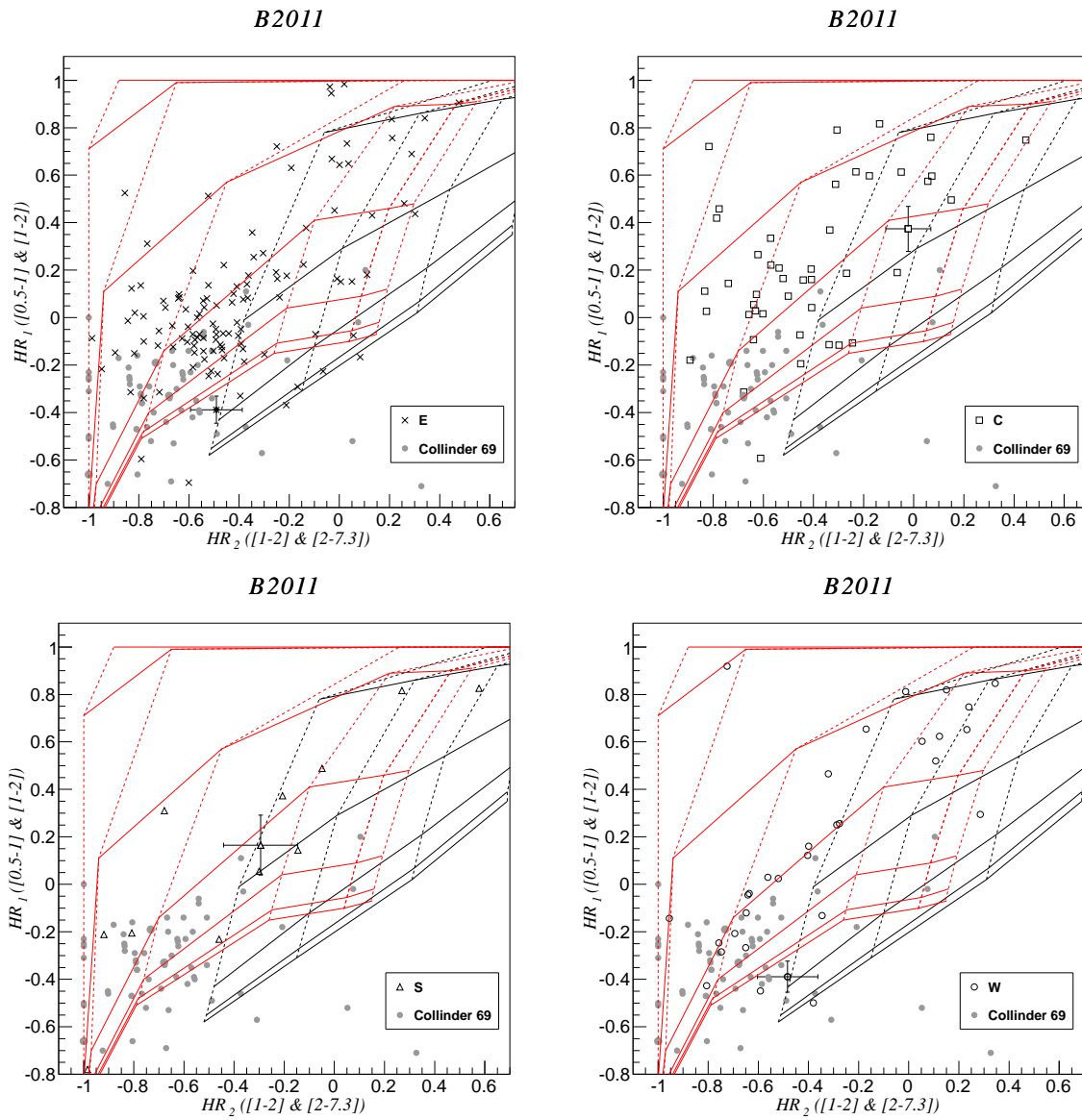


Figura 3.3: Diagramas de razão de dureza (B2011) das fontes dos campos E, C, S e W baseados no trabalho de Barrado et al. (2011), as curvas vermelhas e pretas representam as grades simuladas com os modelos térmico (APEC) e de lei de potência (PWL) respectivamente.



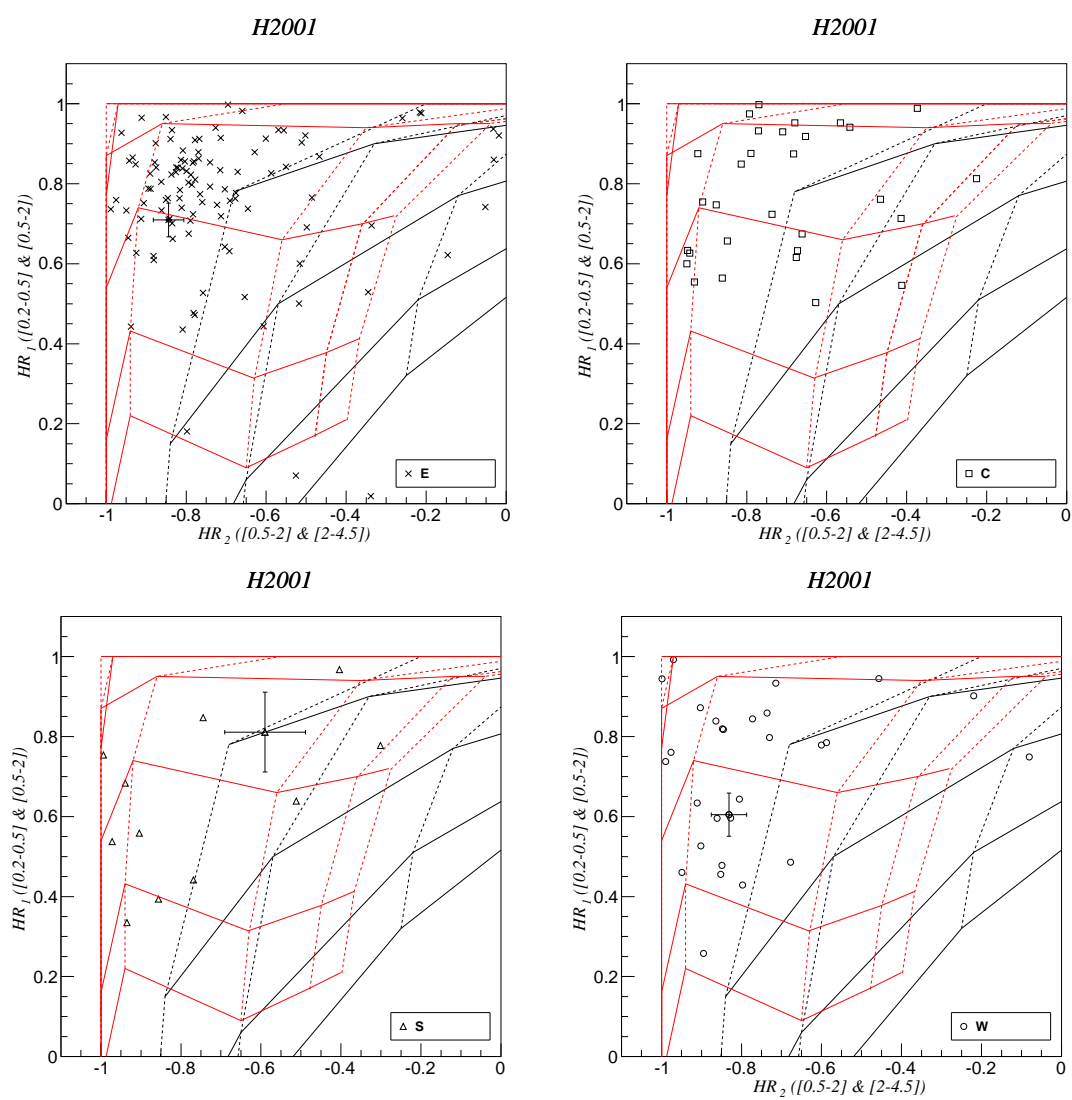


Figura 3.4: Diagramas de razão de dureza (H2001) baseados no trabalho de Hasinger (2001), semelhante à Fig.3.3.

Tabela 3.1 - Distribuição das fontes nos diagramas de razão de dureza B2011, nos campos C, E, W e S.

Field	Total <sup>a</sup>	OUT <sup>b</sup>	APEC <sup>c</sup>	PWL <sup>d</sup>	APEC & PWL <sup>e</sup>
E	118	6	77	7	28
C	45	1	32	0	12
S	12	0	5	1	6
W	31	3	19	1	8
Total	206	10	133	9	54

(a) Número total de fontes consideradas. (b) Fontes fora das grades; (c) Fontes exclusivamente no interior das grades do modelo térmico (APEC); (d) Do modelo de lei de potência (PWL); (e) De ambos os modelos APEC e PWL;

Tabela 3.2 - Distribuição das fontes nos diagramas de razão de dureza H2001, nos campos C, E, W e S.

Field	Total <sup>a</sup>	OUT <sup>b</sup>	APEC <sup>c</sup>	PWL <sup>d</sup>	APEC & PWL <sup>e</sup>
E	111	4	84	6	17
C	30	1	21	0	8
S	13	1	8	0	4
W	30	0	24	2	4
Total	184	6	137	8	33

(a) Número total de fontes consideradas. (b) Fontes fora das grades; (c) Fontes exclusivamente no interior das grades do modelo térmico (APEC); (d) Do modelo de lei de potência (PWL); (e) De ambos os modelos APEC e PWL;

térmico, 4% apenas das de lei de potência, 26% dentro de ambas e 5% fora das grades. Já nos HRDs H2001 a porcentagem de fontes apenas dentro das grades APEC é maior, cerca de 75%, enquanto 4% nas PWL, 18% em ambas e 3% fora das grades. As fontes nas bordas dos diagramas não foram consideradas nas análises.

Em ambos os tipos de HRDs, todos os campos apresentam esse mesmo comportamento: um número maior de fontes somente dentro das grades do modelo APEC, seguido de uma quantidade menor de objetos no interior da região de intersecção dos dois modelos e menos de 10% de fontes apenas dentro do modelo de lei de potência ou fora das grades, exceto pelo campo S, no qual todas as fontes estão dentro das grades, que apresenta uma porcentagem maior de objetos na intersecção dos dois modelos do que apenas no APEC, no diagrama B2011.

O fato da porcentagem de objetos no interior apenas das grades APEC ser maior nos HRDs H2001 e menor quando se trata das fontes na intersecção das grades, em todos os campos – principalmente no campo S, pode indicar que esse tipo de diagrama é mais

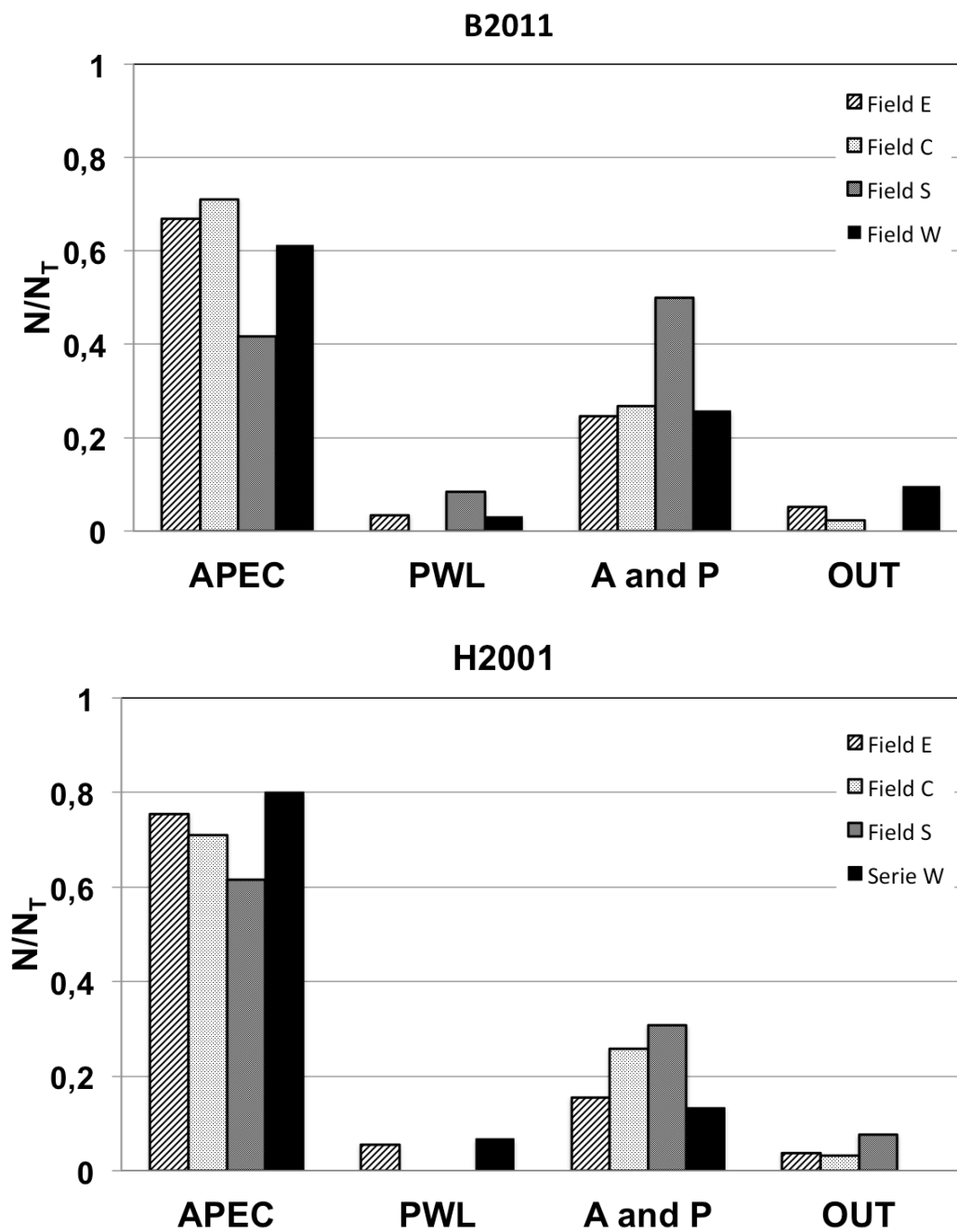


Figura 3.5: Histograma da distribuição das fontes X dentro dos diagramas de razão de dureza inspirados nos trabalhos: B2011 (superior) e H2001 (inferior).

eficiente que o HRD B2011 para separar os objetos compatíveis com o modelo APEC dos de lei de potência.

No entanto, é importante ter em mente que o número de objetos analisados em cada um dos tipos de diagramas é diferente e o número de fontes dentro das grades de um ou outro modelo também, pois os dois HRDs abrangem regiões diferentes do espectro. Além disso, em alguns casos a fonte só pode ser analisada em apenas um dos tipos de diagramas.

Com intuito de maximizar os resultados, e quanto possível confirmá-los, as análises feitas para os dois tipos de diagramas (B2011 e H2001) foram combinadas. De forma que quando um objeto se encontra na região onde havia as duas grades, ou fora delas em um diagrama e é possível distinguir em qual grade (APEC ou PWL) ele está no outro diagrama, então esta fonte é considerada estar dentro desta grade.

Foram definidas fontes candidatas a pertencerem a CMa R1 aquelas com alta probabilidade de serem de origem estelar, ou seja, aquelas que se encontram exclusivamente dentro da grade de modelo térmico em pelo menos um dos tipos de diagramas (B2011 e H2001). Raciocínio semelhante foi adotado para classificar as fontes que podem ter outro tipo de origem, ou seja, candidatas a objetos de campo, considerando as grades de modelo de lei de potência ao invés das APEC. Não foi possível classificar as fontes: presentes na região de interseção das duas grades, nos dois tipos de diagramas; fora delas; nos casos de incompatibilidade no qual a fonte está na grade APEC em um diagrama e na grade PWL em outro (fontes e116 e e137); e quando estão nas bordas dos diagramas. Essas fontes foram consideradas de natureza indefinida.

O número de fontes candidatas a pertencer a CMa R1 e ao campo estão apresentadas na Tabela 3.3, junto com as indefinidas e dentre essas estão destacadas as fontes que se encontram na região de interseção das duas grades.

Outras informações provenientes das observações em raios X, como curva de luz e espectro, também foram utilizadas para confirmar a natureza das fontes estudadas, conforme descrito a seguir.

### 3.2 Preparação para a extração das curvas de luz e dos espectros

De forma diferente da determinação da razão de dureza, que é obtida de forma automática durante o processo de detecção das fontes, tanto para a extração das curvas

Tabela 3.3 - Número de fontes candidatas a objetos jovens baseado nos diagramas de razão de dureza.

Field	CMaR1 <sup>a</sup>	Other <sup>b</sup>	INDEF. <sup>c</sup>	APEC and PWL <sup>d</sup>
E	103	7	80	21
C	40	-	33	11
S	9	1	22	5
W	31	3	41	7
Total	183	11	193	44

(a) Número de fontes candidatas a objetos jovens pertencentes a CMa R1; (b) Fontes candidatas a objetos do campo; (c) Fontes sem classificação; (d) Fontes indefinidas que se encontram dentro das grades dos dois modelos APEC e PWL nos dois diagramas.

de luz quanto dos espectros é necessário identificar as coordenadas (x e y) por inspeção visual da posição e a área ocupada pela fonte na imagem.

Antes de realizar a extração das curvas de luz e dos espectros a identificação da posição foi realizada por meio do programa DS9, utilizando a lista de coordenadas equatoriais resultantes do procedimento de detecção das fontes para localizá-las na imagem.

Em seguida, ao redor de cada posição, determinou-se um círculo de tamanho suficiente para englobar totalmente a área ocupada pela fonte. Feito isso, escolheu-se nas proximidades do objeto selecionado uma região de fundo de céu, com área igual a da fonte, que não coincidissem com espaços entre os CCDs e não sofresse contaminação de uma outra fonte. Um exemplo de como isso é feito é mostrado na Fig. 3.6.

### 3.3 Curvas de luz

Por meio das curvas de luz é possível identificar variações na emissão de raios X da fonte. Essa variabilidade é uma propriedade característica de estrelas magneticamente ativas, como objetos do tipo solar e estrelas pré-sequência principal do tipo T Tauri (Feigelson & Montmerle 1999; Favatta & Micela 2003; Güdel 2004). O tempo de duração destes eventos podem compreender períodos de minutos até anos de acordo com o fenômeno que dá origem a eles.

As observações feitas com o *XMM* para esse trabalho permitem a detecção de eventos do tipo *flare*, que normalmente possuem curta (< 30 min) e média (algumas horas) duração e envolvem uma grande liberação de energia ( $10^{32}$  a  $10^{35}$  erg/s Seltzer et al. 2007). Em estrelas jovens, particularmente as T Tauri, esses exemplos aparecem com diferentes perfis

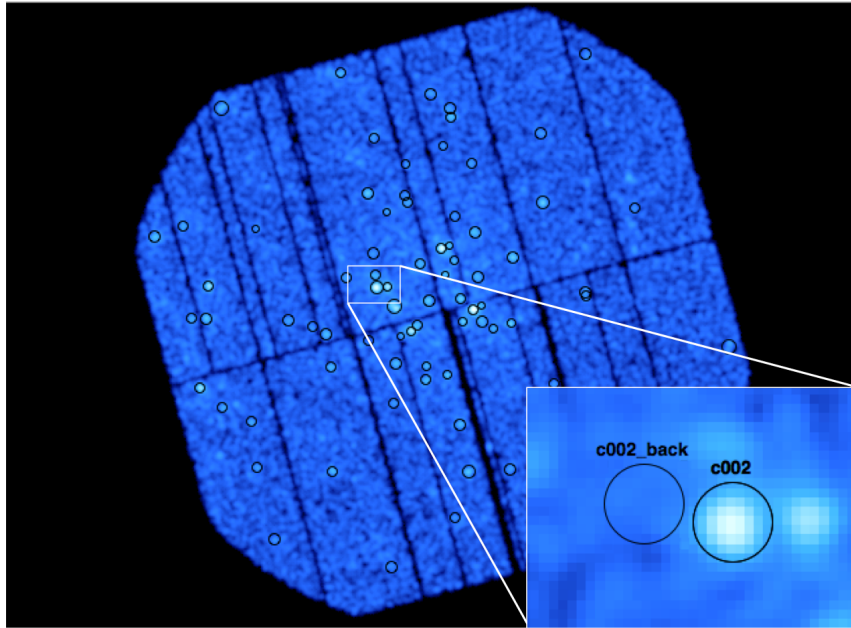


Figura 3.6: Exemplo de como é feita a escolha da região da fonte (c002) e do fundo de céu (c002\_back) utilizadas para a extração das curvas de luz e dos espectros.

(e.g., Favata et al. 2005, Wolk et al. 2005, Franciosini et al. 2007).

A extração das curvas de luz foi feita para as 340 fontes detectadas com a câmera PN. Para isso foram criadas rotinas seguindo o roteiro padrão do SAS<sup>10</sup> de extração de curvas de luz para cada fonte. Esse roteiro é bastante simples, na qual são extraídas duas curvas de luz: uma da fonte+fundo de céu e outra apenas do fundo de céu e a primeira é subtraída pela segunda. Após a subtração de fundo de céu, resta apenas uma curva de luz corrigida dos efeitos de borda, píxeis ruins, variações na PSF e eficiência quântica.

Escolheu-se extrair as curvas de luz na mesma faixa de energia utilizada para a detecção das fontes, entre 0,5 e 7,3 keV, com o tempo dividido em intervalos de 1000s. Testes feitos com divisões menores no tempo (500s) resultaram em uma curva de luz com baixa taxa de contagens, e nos casos onde utilizou-se divisões de 1500s houve perda na resolução temporal.

As curvas de luz são semelhantes às ilustradas na Fig. 3.7. Essa figura exemplifica dois tipos de curva de luz: de uma fonte que apresentou um *flare* durante as observações e uma outra sem nenhuma variação evidenciada na emissão de raios X. As linhas vermelhas representam os limites dos níveis de emissão característica, alta e muito alta definidas por Wolk et al. (2005).

<sup>10</sup> <http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/timing.shtml>

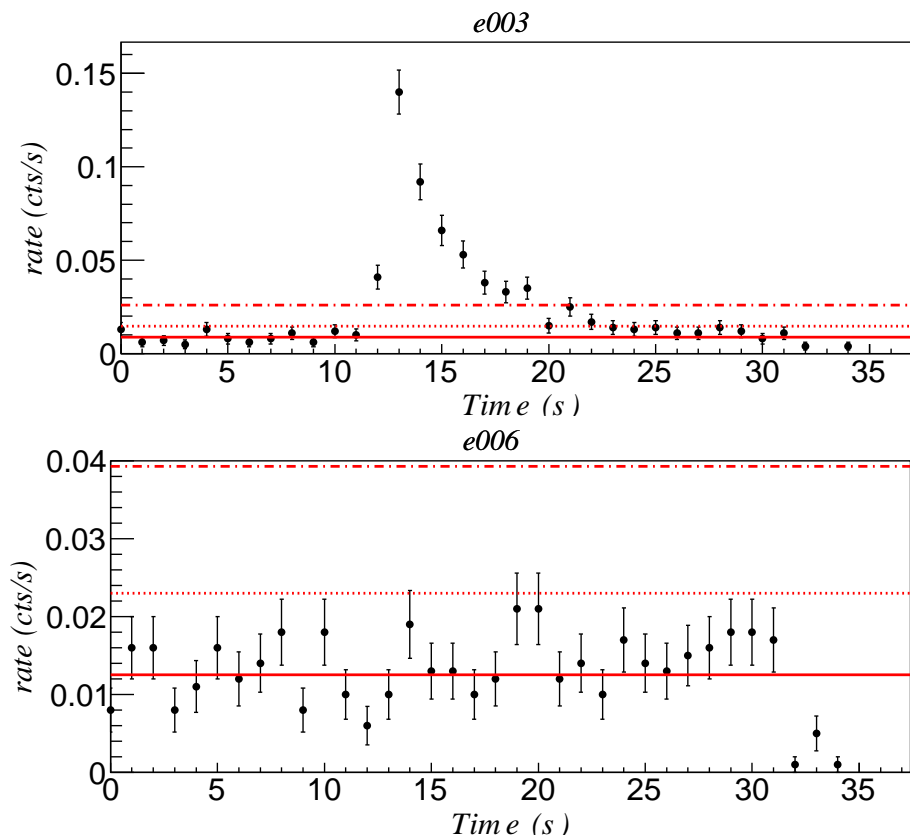


Figura 3.7: Curvas de luz ilustrando: a fonte e003 com *flare* (topo) e a fonte e006 sem *flare* (base). As linhas vermelhas delimitam os níveis de emissões: característica (linha cheia), alta (pontilhada) e muito alta (ponto-tracejada) definidas por Wolk et al. (2005).

Estes limites são diferentes para cada fonte e levam em conta a taxa de contagens e a sua incerteza em cada intervalo de energia. A exemplo do que é feito em Stelzer et al. (2007), a emissão característica ( $C_{ch}$ ) é encontrada no intervalo de tempo cujas taxas de contagens são menores.  $C_{ch}$  é dada pelo o valor médio das taxas de contagem nesse intervalo de tempo e sua incerteza ( $\sigma_{ch}$ ) é dada pelo desvio padrão dessas medidas. Para cada fonte foi considerado um intervalo de tempo diferente (apresentado na Tabela 3.4).

O alto nível de emissão é aquele cuja a taxa de contagem ( $C_i$ ) em um intervalo de tempo (i) se encontra entre  $2,5 + C_{char} + 1,5\sigma_{ch} > C_i > 1,2 + C_{char} + 1,5\sigma_{ch}$  e o nível muito alto de emissão é tal que  $C_i > 2,5 + C_{char} + 1,5\sigma_{ch}$ .

Em uma primeira análise, todas as fontes que não possuíram taxas de contagens que atingiram, pelo menos, o nível alto de emissão foram desconsideradas como candidatas de apresentar *flares*.

### 3.3.1 Identificação de Flares

Para refinar a seleção de candidatas a possuírem *flares* foi realizada uma inspeção visual buscando curvas de luz que apresentassem um comportamento diferenciado como o exemplo mostrado na Fig. 3.8. Desta forma, selecionadas 32 fontes.

Para identificar as variações do tipo *flare* essas curvas de luz foram submetidas a uma rotina que inicialmente calcula a taxa de emissão característica ( $C_{ch}$ ) da fonte. Em seguida é calculado o resíduo dado pela distância, em termos da incerteza, entre as taxas

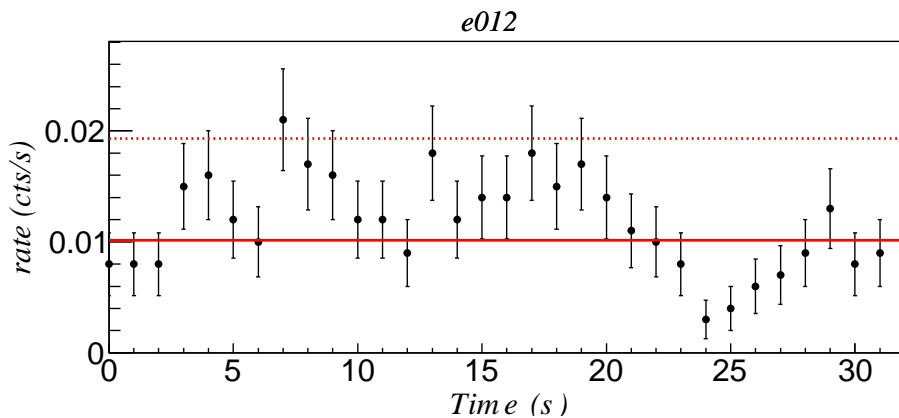


Figura 3.8: Curvas de luz ilustrando uma emissão com variação, mas que não houve *flare*.



de contagens ( $C_i$ ) e a emissão característica:  $res = \frac{C_i - C_{ch}}{\sigma_i}$ , onde  $\sigma_i$  é o seu erro.

Foram considerados *flares* os conjuntos de dois ou mais pontos (taxas de contagens em um intervalo mínimo de 2ks) consecutivos acima da emissão característica e que apresentaram  $res > 3$ .

Após esta etapa foram confirmadas duas fontes - e001 e e003 - com *flares* muito bem definidos cujo resíduo são superiores a 10 (Fig. 3.9) e mais 6 fontes - c003, c007, e010, e016, e060 e s003 - que apresentam *flares* menores, com resíduos um pouco acima de 3 (Fig. 3.10). Os resíduos estão apresentados na parte inferior de cada curva de luz.

A fonte e041 (Fig. 3.11 – superior) apresenta um declínio na curva de luz semelhante ao comportamento da fonte e003 (Fig. 3.9 – inferior), o que leva a crer que este objeto possivelmente teve um *flare* um pouco antes do início das observações feitas pelo XMM. Fenômeno semelhante, mas com intensidade menor também é encontrado na fonte c006 (Fig. 3.11 – inferior). No caso dessas fontes os resultados indicam um *flare* parcial.

Embora as fontes c003, e010 e e016 apresentem resíduos superiores a 3 em suas curvas de luz, as taxas de contagens com esses resíduos se encontram em um intervalo de tempo onde ocorre muito ruído, dificultando a interpretação do fenômeno como um *flare*. Por essa razão, esses fenômenos foram classificados como candidatos a *flares*.

Para confirmar a detecção de *flares* acima descrita, foi adotada a definição proposta por Stelzer et al. (2007), que a exemplo de Wolk et al. (2005) faz uso da análise da amplitude ( $A_i$ ) das taxas de contagens e de sua derivada ( $\Delta_i$ ) dadas por:

$$A_i = \frac{C_i - 2\sigma_i}{C_{ch} + 2\sigma_{ch}} \quad (3.2)$$

$$\Delta_{i+1} = \frac{(C_{i+1} - C_i)/C_i}{MIN[t_{i+1}, t_i]} [s^{-1}] \quad (3.3)$$

Neste caso é considerada a ocorrência de um *flare* quando  $A_i > 1,5$  em um ou mais segmentos consecutivos de tempo (i); e o máximo da derivada nesses segmentos é superior ao limite  $\Delta_i > 5 \times 10^{-5}$ . O tempo de duração de cada fenômeno, a emissão característica ( $C_{ch}$ ), o resíduo máximo, a amplitude ( $A_f$ ), o máximo da derivada ( $\Delta_f$ ) e sua classificação – candidatos, confirmados e *flares* parciais – estão apresentados na Tabela 3.4.

Por meio das curvas de luz verificou-se que aproximadamente 9,5% (32/340) das fontes revelaram uma emissão X anômala. Quase 1/3 (10/32) delas apresentaram carac-

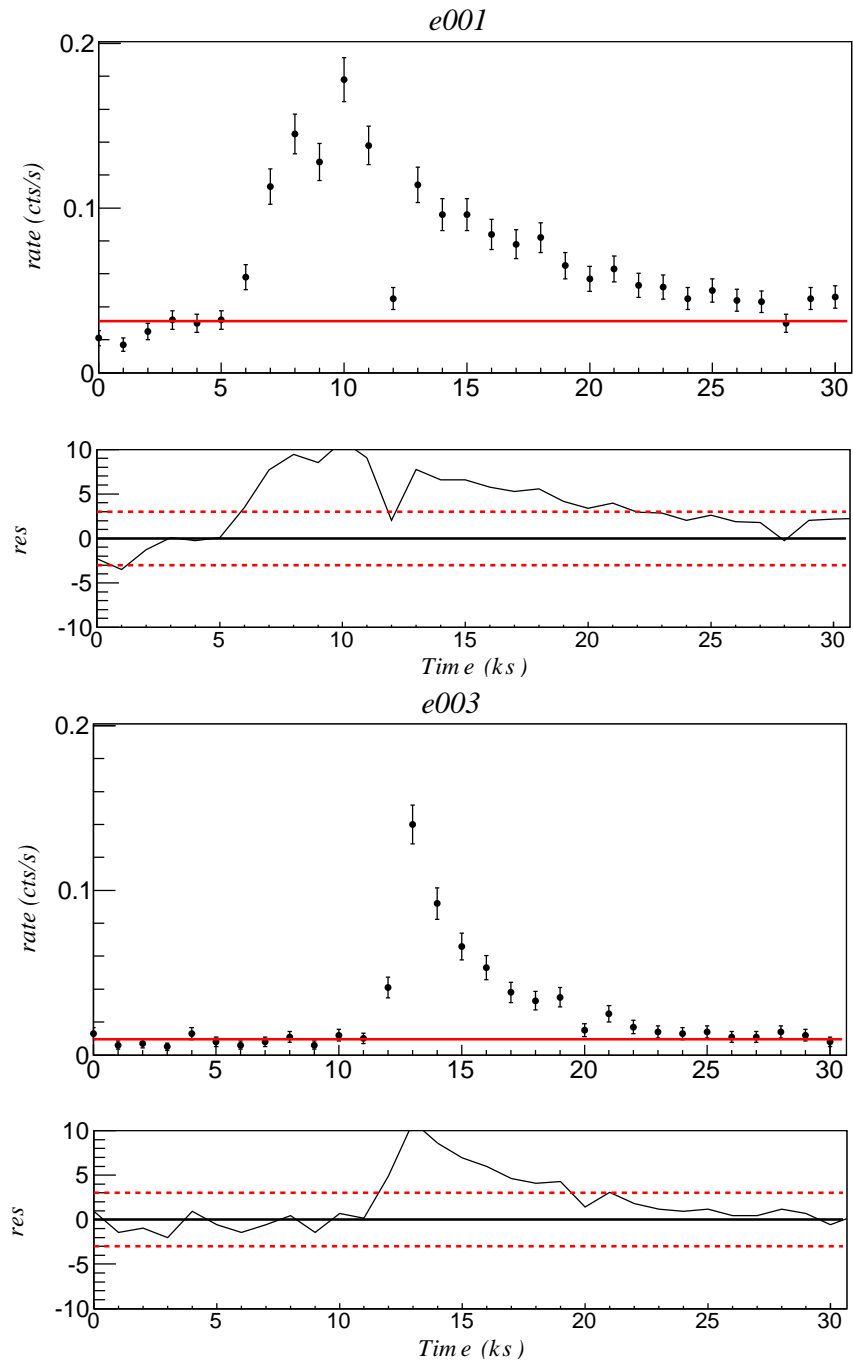


Figura 3.9: Curvas de luz com *flares* bem definidos: superior - e001 e inferior - e003.

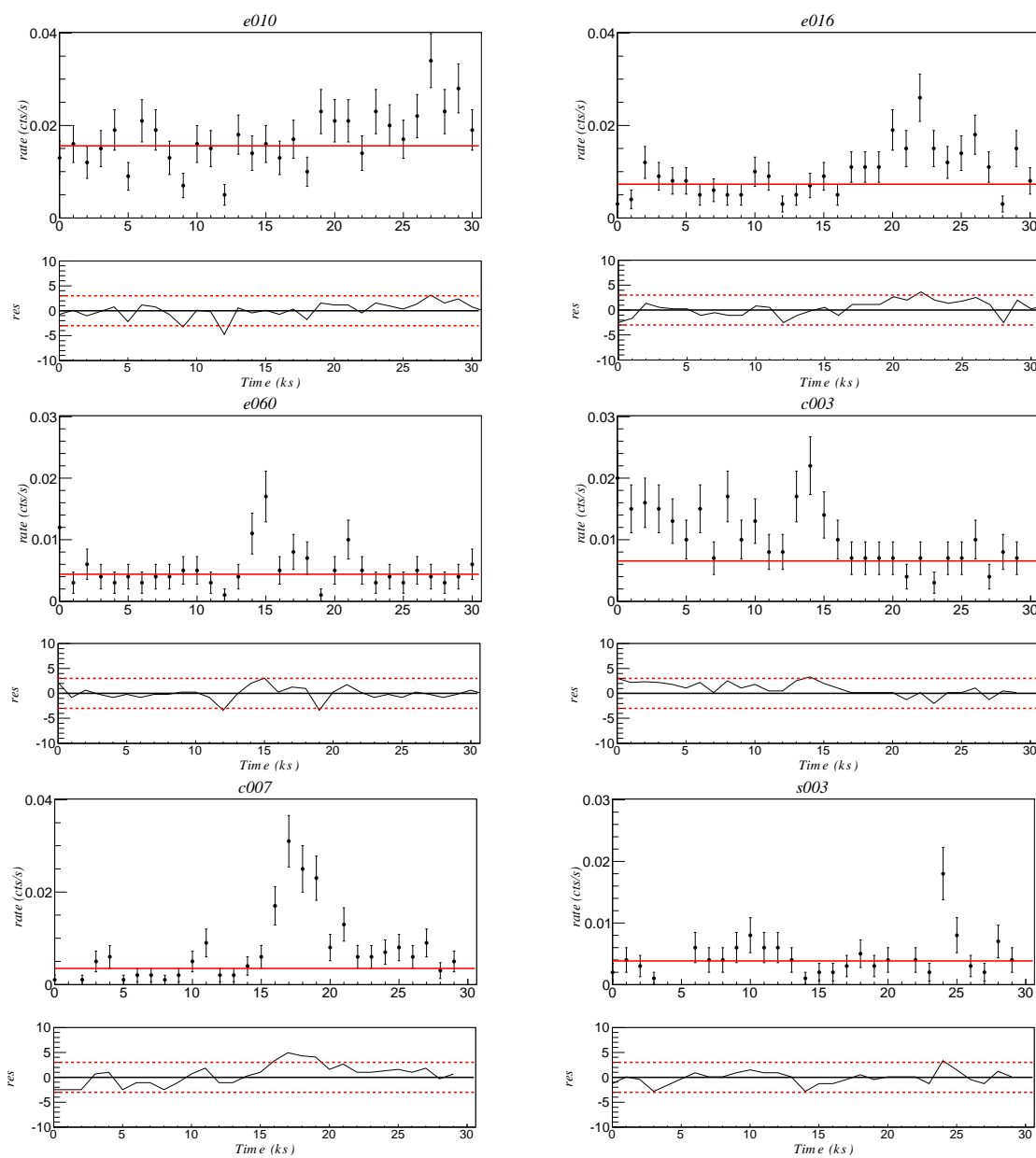


Figura 3.10: Curvas de luz de fontes que apresentaram *flares*: superiores - c003 e c007 -, meio - e010 e e016 - e inferiores - e060 e s003.

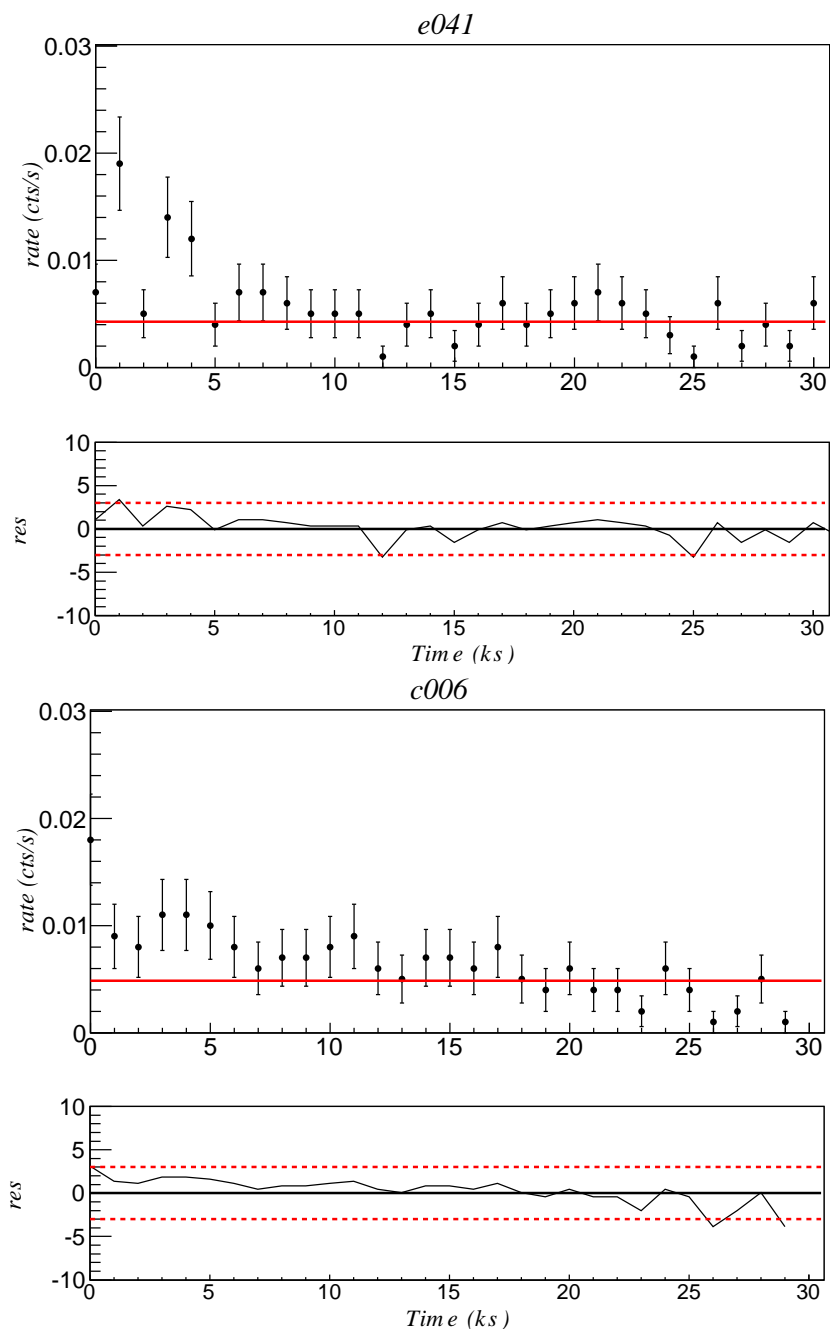


Figura 3.11: Curvas de luz de fontes com *flares* parciais: superior – e041 e inferior – c006.

Tabela 3.4 - Fontes com *flares*.

Fonte	t (h) <sup>(a)</sup>	$C_{ch}$ (cts/s) <sup>(b)</sup>	res. <sup>(c)</sup>	$A_f$ <sup>(d)</sup>	$\Delta_f$ (s <sup>-1</sup> ) <sup>(e)</sup>	<i>Flare</i>
e001	6,1	0,025 ± 0,006	10,7	4,19	0,04	Confirmado
e003	3,1	0,009 ± 0,003	10,9	6,66	0,20	Confirmado
e010	1,4	0,016 ± 0,005	3,1	0,89	0,02	Candidato
e016	4,4	0,007 ± 0,003	3,7	1,26	0,03	Candidato
e041	6,1	0,004 ± 0,002	3,4	1,34	0,00	Parcial
e060	1,9	0,004 ± 0,002	3,0	1,61	0,04	Confirmado
c003	1,4	0,007 ± 0,002	3,4	1,25	0,02	Candidato
c006	1,7	0,005 ± 0,002	3,2	1,03	0,00	Parcial
c007	2,5	0,003 ± 0,002	4,1	2,58	0,05	Confirmado
s003	1,1	0,004 ± 0,002	3,3	1,75	0,35	Confirmado

(a) Período de duração dos *flares*; (b) Taxa de contagens característica; (c) Resíduo máximo da curva de luz; (d) Amplitude dos *flares*; (e) Derivada máxima dos *flares*;

terísticas de um fenômeno candidato a *flare*, nas quais apenas 5 delas tiveram um *flare* confirmado.

As 10 fontes presentes na Tabela 3.4 são compatíveis com modelos APEC nos diagramas de razão de dureza, confirmando a natureza jovem destes objetos. No entanto, as fontes c003 e c007 também são compatíveis com modelos de lei de potência e nada pôde ser concluído sobre a natureza destas fontes na etapa anterior do trabalho. A exemplo do que ocorre nas outras 8 fontes, a presença de um *flare* nessas fontes pode ser considerado como um indicativo da juventude delas.

Além disso, as fontes e003, e016 e e060 também tiveram sua natureza jovem confirmada pela espectroscopia óptica realizada por Fernandes (2014) que classificou o primeiro objeto como estrela TTauri de linhas fracas (WTTS) e os outros dois como estrelas pré-sequência principal de massa intermediária.

Por fim, destaca-se que os campos E, C e S possuem fontes com *flares* e nos campos C e E também são encontrados possíveis *flares*. Com isso, verificou-se que apenas o campo W não apresenta fontes com este fenômeno, o que pode ser um indicativo da escassez de objetos tão jovens.

### 3.4 Espectros

Um outro produto das observações em raios X utilizado para verificar a natureza jovem das fontes detectadas pelo XMM foi o espectro.

Sabe-se que estrelas de baixa massa em regiões de formação estelar produzem forte emissão em raios X proveniente da atividade do plasma (quente) coronal destes objetos (Feigelson & Montmerle 1999; Gagné et al. 2004; Preibisch et al. 2005) ou por choques durante o processo de acreção em objetos como estrelas T Tauri, que geram um plasma quente que emite raios X muito moles (e.g. Sacco et al. 2008; Brickhouse et al. 2010).

Por essa razão, como mencionado na Sec. 3.1 é esperado que o espectro em raios X de objetos estelares jovens seja bem descrito por modelos de plasmas térmicos que reproduzam esta emissão.

Por meio dos dados fornecidos pela câmera PN foram extraídos espectros de baixa resolução das fontes mais brilhantes seguindo os roteiros padrões do SAS<sup>11</sup>. As fontes com fraca emissão em raios X, apresentam baixa taxa de contagens de fótons inviabilizando a extração do espectro de boa qualidade.

A rotina para a obtenção dos espectros é um pouco diferente daquela aplicada à extração das curvas de luz, pois possui alguns passos a mais. Além de extrair os espectros, da fonte+fundo de céu e apenas do fundo de céu, é feito o cálculo da área na qual estas contagens são obtidas (círculos pretos na Fig. 3.6) e são criados dois arquivos auxiliares RMF (*Redistribution Matrix File*) e ARF (*Ancillary Response File*). Esses arquivos são necessários para reagrupamento do espectro, ou seja sua *binagem*<sup>12</sup>, e são requeridos pelo programa XSPEC para a realização nas análises espectrais.

O cálculo das áreas de emissão da fonte e do plano de fundo é feito para localizar os píxeis ruins dentro delas, essa localização é fornecida pela lista de eventos.

O RMF é o arquivo que contém a matriz de redistribuição que descreve a resposta do detector como uma função da energia e do PI<sup>13</sup>.

O ARF contém um vetor com as áreas das fontes nas quais foram obtidas as contagens para uma quantidade de intervalos de energia. Neste arquivo também são armazenadas as informações sobre a área efetiva, o filtro de transmissão e a curva de eficiência

<sup>11</sup> [http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/PN\\_spectrum\\_thread.shtml](http://xmm.esac.esa.int/sas/current/documentation/threads/PN_spectrum_thread.shtml)

<sup>12</sup> Binagem é o agrupamento dos canais de energia.

<sup>13</sup> PI (*Pulse Interactive*) são canais “binados” e corrigidos do ganho e do coeficiente de expansão térmica.

quântica do detector.

Por fim, os arquivos de saída (RMF e ARF) e o espectro de fundo de céu são vinculados ao arquivo de entrada da fonte (arquivo contendo o espectro da fonte+fundo de céu) e *re-binados*. Neste trabalho foi utilizada uma *binagem* com no mínimo 10 contagens, subtraídas do fundo de céu, para cada canal espectral. Os espectros com *binagens* com um mínimo de contagens superior a este valor apresentaram menos canais de energia, dificultando em alguns casos o ajuste espectral. Por outro lado, valores menores que o mínimo adotado levam a um número maior de canais no espectro, porém com contagens muito baixas, diminuindo a razão sinal-ruído.

Os espectros foram construídos adotando-se o intervalo padrão de energia sugerido pelo SAS de 0,2 a 10 keV, a fim de ter um espectro mais completo possível. No entanto, durante as análises, foi considerado apenas o intervalo de energia cuja emissão é superior a do fundo de céu. A Fig. 3.12 mostra como exemplo a fonte e002, para a qual a emissão do fundo de céu é superior a emissão da fonte em energias inferiores a 0,3 keV e superiores a 7,0 keV.

Como a região de formação estelar CMar1 está a uma distância de aproximadamente 1kpc, e o tempo de exposição foi ( $\sim 30$  ks), foi possível obter espectros para apenas 54 fontes.

Esses espectros foram analisados por meio do programa XSPEC versão 12.7.1, no qual utilizam-se os pacotes de modelos: plasma térmico *Astrophysical Plasma Emission Code* (APEC – Smith et al. 2001a) e absorção fotoelétrica (PHABS)<sup>14</sup>.

A determinação dos parâmetros: densidade colunar de hidrogênio ( $N_H$ ), temperatura de plasma (kT), abundância (Z) e o fluxo em raios X ( $F_X$ ) foi feita por meio do ajuste dos modelos aos espectros. Para o modelo APEC foi considerada apenas uma temperatura de plasma (kT1), pois os espectros eram de muito baixa resolução e não permitiram a distinção de mais temperaturas.

Os ajustes de parâmetros são feitos por métodos de mínimos quadrados de forma que os melhores ajustes são obtidos para valores de  $\chi^2$  próximos de 1. Dentre as 54 fontes estudadas apenas 23 tiveram bons ajustes, com  $0,75 < \chi^2 < 1,3$ , e incertezas inferiores às medidas. Os parâmetros encontrados para estas fontes estão apresentados na Tabela 3.5 e

<sup>14</sup> <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/xanadu/xspec/manual/manual.html>

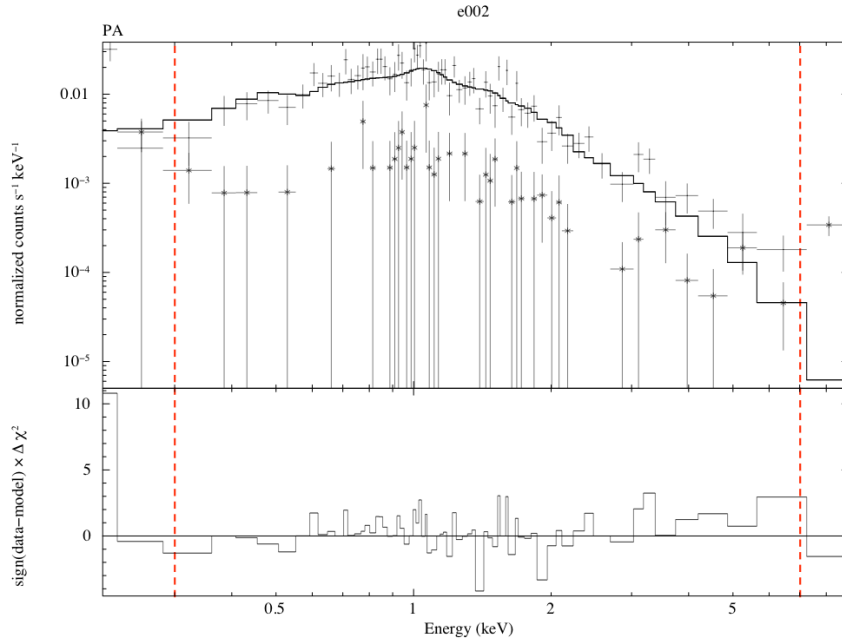


Figura 3.12: Exemplo de como é feita a escolha da região do espectro a ser analisada. O símbolo x representa o fundo de céu e as linhas tracejadas delimitam a região do espectro a ser analisada (neste caso entre 0,3 keV e 7,0 keV).

os espectros ajustados estão presentes no Apêndice D. Um exemplo de ajuste do modelo APEC ao espectro (fonte e002) é apresentado na Fig. 3.13.

A distribuição dos parâmetros  $N_H$ , temperatura de plasma kT e Z está apresentada na figura 3.14.

As densidades colunares de hidrogênio obtidas a partir dos espectros estudados variam entre  $0,05$  e  $0,46 \times 10^{-22} \text{cm}^{-2}$  com um valor médio de  $0,19 \pm 0,09 \times 10^{-22} \text{cm}^{-2}$ . Este valor corresponde a uma extinção de  $A_V = 0,9 \pm 0,5$  mag, adotando-se a relação  $N_H = 2,1 \times 10^{21} A_V \text{cm}^2$  (e.g. Vuong et al. 2003). Este valor é compatível com  $A_V = 1.0$  mag, utilizado por Gregorio-Hetem et al. (2009) para esta região.

Os valores encontrados para temperatura do plasma (kT1) e para abundância (Z) são semelhantes aos encontrados em outras regiões de formação estelar como:  $\sigma$  Orionis e  $\eta$  Chamaleontis (López-Santiago et al. 2008, 2010) e Pipe Nebula (Forbrich et al. 2010). As temperaturas variam entre 0,8 e 3,1 keV com um valor médio de  $1,3 \pm 0,5$  keV, os kTs mais altos ( $> 2$  keV) são de fontes que possuem os maiores flares (e001 e e003). As



Tabela 3.5 - Parâmetros espectrais.

ID	$N_H$ ( $10^{-22}\text{cm}^{-2}$ )	kT1 (keV)	Z ( $Z_\odot$ )	$\chi^2$ (d.o.f)	$F_X$ ( $10^{-14}$ ) (erg/cm <sup>2</sup> /s)	log ( $L_X$ )
c001	0,37 <sup>+0,16</sup> <sub>-0,07</sub>	1,17 <sup>+0,16</sup> <sub>-0,26</sub>	0,11 <sup>+0,11</sup> <sub>-0,06</sub>	1,17 (38)	4,8 <sup>+2,9</sup> <sub>-1,4</sub>	30,8
c002	0,24 <sup>+0,09</sup> <sub>-0,06</sub>	1,83 <sup>+0,66</sup> <sub>-0,54</sub>	0,34 <sup>+0,73</sup> <sub>-0,27</sub>	0,90 (33)	3,7 <sup>+2,6</sup> <sub>-1,4</sub>	30,6
e001	0,15 <sup>+0,03</sup> <sub>-0,02</sub>	3,09 <sup>+0,80</sup> <sub>-0,68</sub>	0,16 <sup>+0,23</sup> <sub>-0,15</sub>	1,03 (167)	53,8 <sup>+9,5</sup> <sub>-7,5</sub>	31,8
e002	0,15 <sup>+0,06</sup> <sub>-0,04</sub>	1,86 <sup>+0,59</sup> <sub>-0,57</sub>	0,09 <sup>+0,16</sup> <sub>-0,09</sub>	0,96 (62)	11,7 <sup>+4,6</sup> <sub>-2,6</sub>	31,1
e003	0,18 <sup>+0,04</sup> <sub>-0,05</sub>	2,03 <sup>+1,26</sup> <sub>-0,47</sub>	0,13 <sup>+0,38</sup> <sub>-0,11</sub>	1,01 (67)	10,9 <sup>+3,1</sup> <sub>-3,3</sub>	31,1
e004	0,19 <sup>+0,09</sup> <sub>-0,07</sub>	1,55 <sup>+0,58</sup> <sub>-0,45</sub>	0,09 <sup>+0,27</sup> <sub>-0,08</sub>	0,93 (47)	9,0 <sup>+5,9</sup> <sub>-3,1</sub>	31,0
e005	0,11 <sup>+0,04</sup> <sub>-0,05</sub>	1,27 <sup>+0,44</sup> <sub>-0,18</sub>	0,08 <sup>+0,07</sup> <sub>-0,04</sub>	1,29 (51)	5,7 <sup>+1,7</sup> <sub>-1,8</sub>	30,8
e015	0,23 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,06</sub>	1,18 <sup>+0,30</sup> <sub>-0,29</sub>	0,06 <sup>+0,09</sup> <sub>-0,05</sub>	0,80 (32)	4,3 <sup>+2,9</sup> <sub>-1,2</sub>	30,7
e017	0,29 <sup>+0,19</sup> <sub>-0,09</sub>	0,93 <sup>+0,14</sup> <sub>-0,23</sub>	0,10 <sup>+0,11</sup> <sub>-0,06</sub>	0,94 (23)	2,7 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,0</sub>	30,5
e018	0,12 <sup>+0,08</sup> <sub>-0,06</sub>	1,13 <sup>+0,21</sup> <sub>-0,23</sub>	0,07 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,05</sub>	0,76 (26)	2,2 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	30,4
e020	0,15 <sup>+0,09</sup> <sub>-0,06</sub>	0,95 <sup>+0,25</sup> <sub>-0,29</sub>	0,05 <sup>+0,06</sup> <sub>-0,04</sub>	0,84 (30)	2,8 <sup>+3,1</sup> <sub>-0,9</sub>	30,5
e021	0,27 <sup>+0,13</sup> <sub>-0,11</sub>	0,71 <sup>+0,15</sup> <sub>-0,11</sub>	0,11 <sup>+0,18</sup> <sub>-0,06</sub>	1,16(15)	2,8 <sup>+2,0</sup> <sub>-1,4</sub>	30,5
e022	0,14 <sup>+0,05</sup> <sub>-0,08</sub>	1,14 <sup>+0,72</sup> <sub>-0,41</sub>	0,04 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,04</sub>	0,91 (19)	2,2 <sup>+2,6</sup> <sub>-0,9</sub>	30,4
e023	0,11 <sup>+0,09</sup> <sub>-0,07</sub>	0,99 <sup>+0,13</sup> <sub>-0,13</sub>	0,13 <sup>+0,15</sup> <sub>-0,08</sub>	1,03 (24)	2,8 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,3</sub>	30,5
e026	0,46 <sup>+0,25</sup> <sub>-0,13</sub>	1,02 <sup>+0,22</sup> <sub>-0,17</sub>	0,09 <sup>+0,16</sup> <sub>-0,06</sub>	0,91 (30)	3,2 <sup>+1,7</sup> <sub>-1,1</sub>	30,6
e030	0,20 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,09</sub>	0,89 <sup>+0,16</sup> <sub>-0,18</sub>	0,08 <sup>+0,11</sup> <sub>-0,05</sub>	1,30 (18)	2,5 <sup>+2,0</sup> <sub>-1,2</sub>	30,5
e032	0,33 <sup>+0,22</sup> <sub>-0,15</sub>	0,80 <sup>+0,47</sup> <sub>-0,23</sub>	0,06 <sup>+0,13</sup> <sub>-0,04</sub>	1,30 (14)	1,8 <sup>+2,0</sup> <sub>-0,9</sub>	30,3
e036	0,12 <sup>+0,13</sup> <sub>-0,10</sub>	1,20 <sup>+0,32</sup> <sub>-0,18</sub>	0,13 <sup>+0,30</sup> <sub>-0,10</sub>	0,85 (20)	2,4 <sup>+2,0</sup> <sub>-1,4</sub>	30,5
e038	0,18 <sup>+0,20</sup> <sub>-0,12</sub>	1,26 <sup>+0,86</sup> <sub>-0,49</sub>	0,07 <sup>+0,25</sup> <sub>-0,06</sub>	1,10 (13)	4,2 <sup>+5,4</sup> <sub>-1,9</sub>	30,7
e039	0,08 <sup>+0,08</sup> <sub>-0,07</sub>	1,20 <sup>+0,20</sup> <sub>-0,21</sub>	0,13 <sup>+0,25</sup> <sub>-0,10</sub>	0,90 (27)	2,6 <sup>+1,9</sup> <sub>-1,3</sub>	30,5
e055	0,20 <sup>+0,13</sup> <sub>-0,09</sub>	0,93 <sup>+0,28</sup> <sub>-0,23</sub>	0,06 <sup>+0,08</sup> <sub>-0,04</sub>	0,81 (17)	2,0 <sup>+1,8</sup> <sub>-0,7</sub>	30,4
w001	0,05 <sup>+0,01</sup> <sub>-0,01</sub>	0,97 <sup>+0,03</sup> <sub>-0,03</sub>	0,15 <sup>+0,03</sup> <sub>-0,02</sub>	0,96 (236)	55,1 <sup>+6,6</sup> <sub>-5,9</sub>	31,8
w006	0,14 <sup>+0,14</sup> <sub>-0,09</sub>	1,22 <sup>+0,47</sup> <sub>-0,42</sub>	0,12 <sup>+0,19</sup> <sub>-0,09</sub>	1,11 (13)	1,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,7</sub>	30,3

Parâmetros obtidos através do ajuste de modelo de plasma térmico (APEC): Identificação da fonte X (ID), densidade colunar de hidrogênio ( $N_H$ ), Temperatura de plasma (kT), abundância química (Z), qualidade do ajuste ( $\chi^2$ ) com os graus de liberdade (d.o.f), fluxo em raios X  $F_X$  e luminosidade (log ( $L_X$ )).

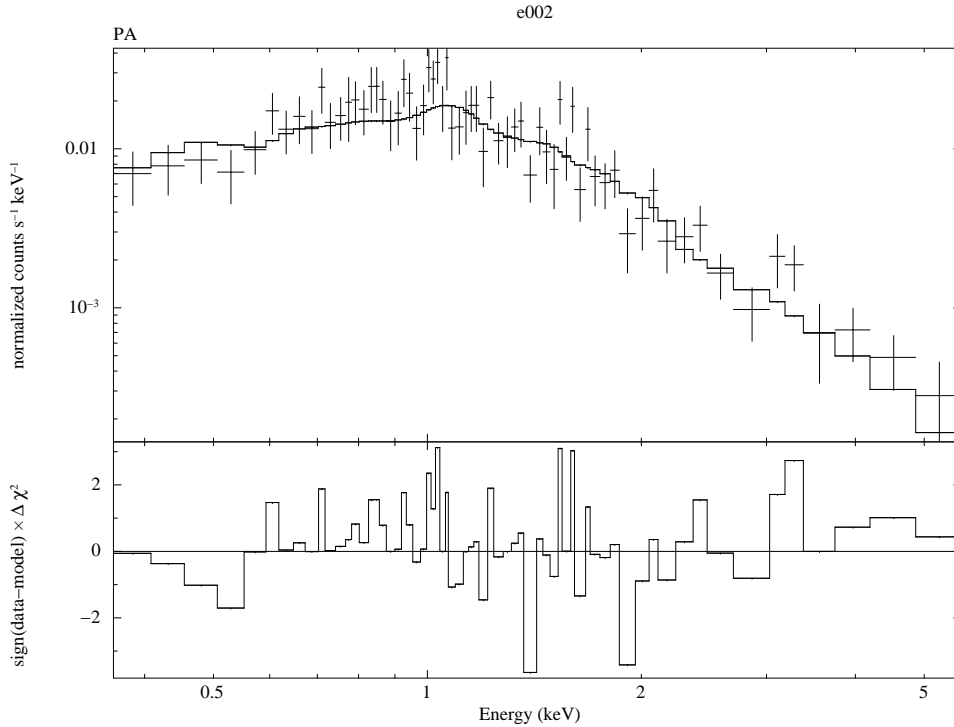


Figura 3.13: Ajuste do modelo APEC ao espectro da fonte e002.

abundâncias variam entre 0,04 a 0,34  $Z_{\odot}$  com valor médio de  $0,11 \pm 0,06 Z_{\odot}$ .

Todas as fontes para as quais foi possível ajustar o modelo de plasma térmico ao espectro já tinham sido consideradas objetos jovens pelas análises feitas por meio dos HRDs. As fontes e003 e e036 foram previamente classificadas como estrelas jovens de massa intermediária, e022 como T Tauri Clássica e as fontes e003, e015, e018, e022, e026, e030, e032, e039 e e055 como T Tauri de linhas fracas por Fernandes (2014).

### 3.5 Luminosidade X

Uma forma de quantificar a energia que as fontes emitem em raios X é por meio da luminosidade X, uma característica intrínseca, que fornece a quantidade de energia emitida por elas, em uma unidade de tempo. A luminosidade é importante principalmente para comparar a energia emitida por quaisquer fontes, pois é independente da distância.

A luminosidade X,  $L_X = 4\pi D^2 F_X$ , foi calculada adotando a distância  $D = 1\text{ kpc}$  (Gregorio-Hetem et al. 2009) e utilizando os fluxos em raios X das fontes.

No entanto, o fluxo  $F_X$  foi determinado por meio do ajuste espectral de um modelo térmico, discutido na seção anterior, apenas para algumas fontes. Para os outros objetos a

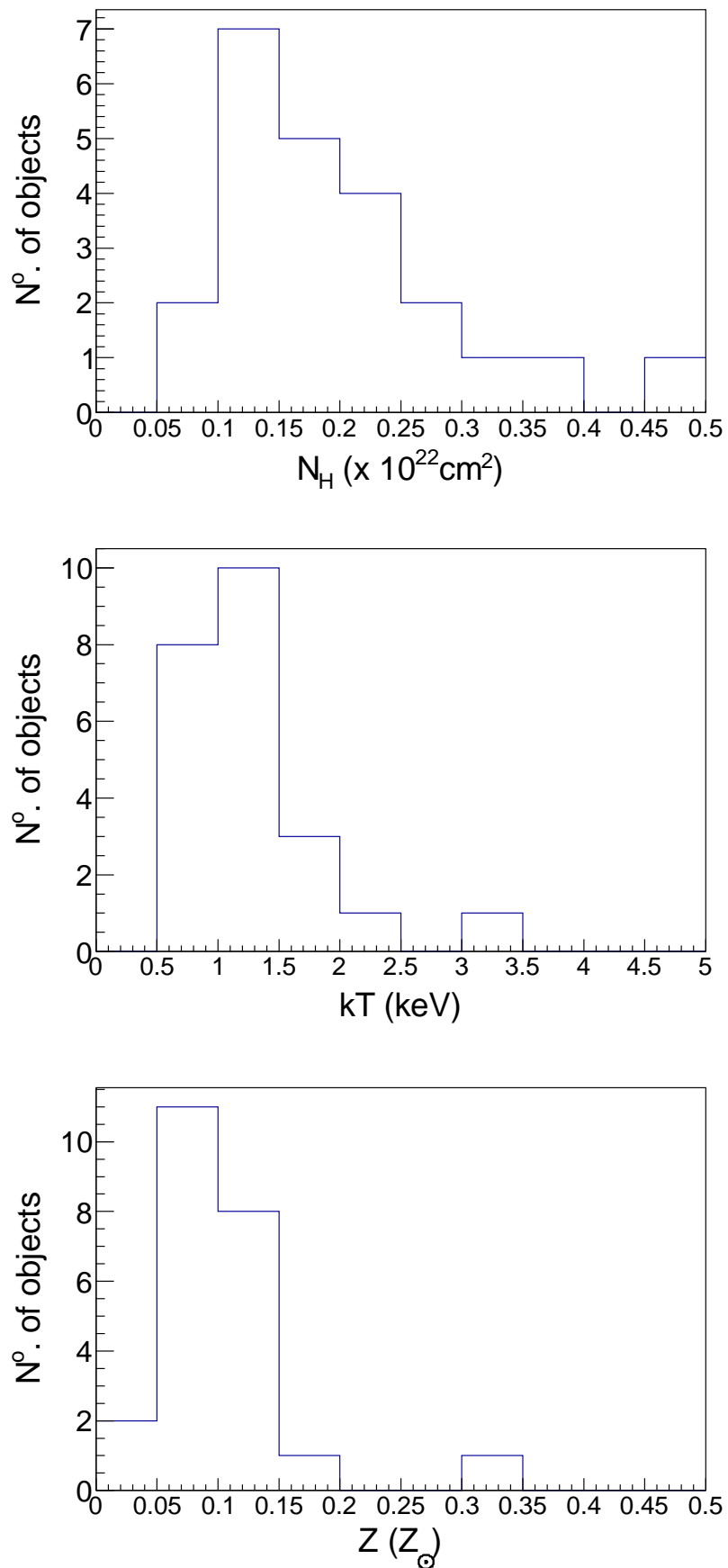


Figura 3.14: Distribuição dos parâmetros obtidos por meio de ajuste espectral: superior – densidade colunar de hidrogênio ( $N_H$ ); centro – temperatura ( $kT$ ); inferior – Abundância ( $Z$ ).

única informação, capaz de quantificar a emissão de energia é a taxa de contagens, obtida durante o processo de detecção das fontes (Sec. 2.3).

Desta forma, buscou-se encontrar uma relação entre o fluxo X e a taxa de contagens das fontes estudadas. Para isso, foram utilizadas as taxas de contagem e os fluxos, obtidos por meio do ajuste espectral, das fontes apresentadas na Tabela 3.5, exceto e001, e003, que apresentaram *flares*, e a fonte w001 que possui uma emissão peculiar.

Como pode ser visto na Fig. 3.15, a relação entre o fluxo e a taxa de contagens é linear. O fator de conversão de energia  $ECF = (1,60 \pm 0,04) \times 10^{-12}$  erg/cm<sup>2</sup>/cts, foi obtido pelo ajuste de uma função linear, pelo método de mínimos quadrados.

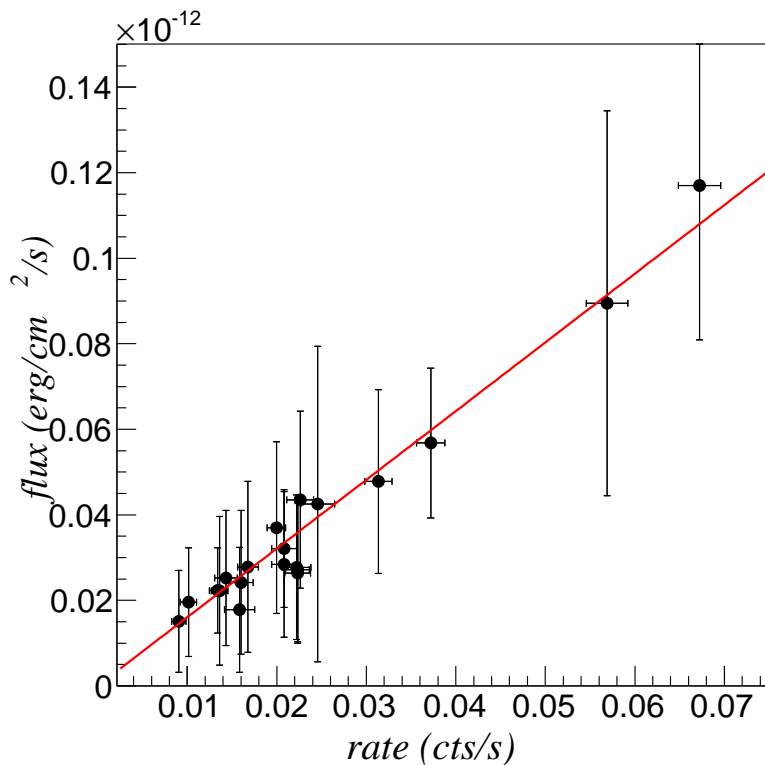


Figura 3.15: Relação entre o fluxo em raios X e taxa de contagens.

Sendo assim, o fluxo X ( $F_X$ ) foi calculado para as demais fontes por meio da expressão:  $F_X = ECF * C_{tot}$ , onde  $C_{tot}$  é a taxa de contagens em todo o intervalo de energia adotado para esse trabalho (0,5 - 7,3 keV).

Uma vez determinado o fluxo, a luminosidade X pôde ser calculada. Para as fontes presentes na Tabela 3.5 foram utilizados os fluxos obtidos pelo ajuste espectral.

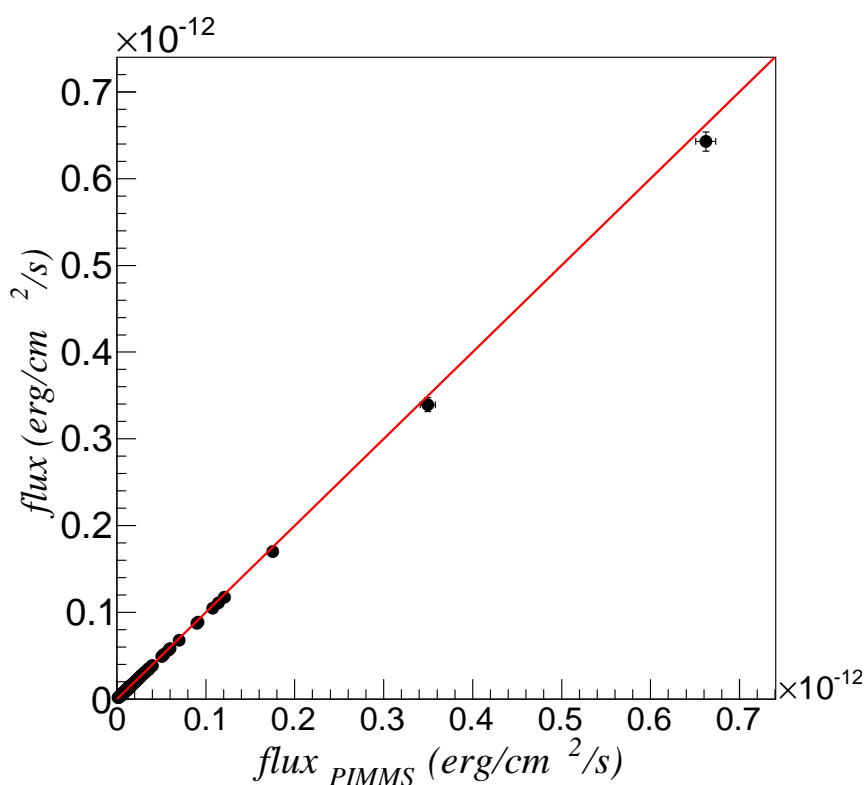


Figura 3.16: Relação entre os fluxos obtidos por meio do ajuste de alguns espectros e pelo programa PIMMS. A linha vermelha representa a relação  $x = y$ .

Uma outra forma utilizada por alguns autores (Barrado et al. 2010, Forbrich et al. 2010) de calcular os fluxos X é adotar o ECF calculado pelo programa PIMMS<sup>15</sup> (*Portable Mission Count Rate Simulator*). Para calcular o ECF foi escolhido o modelo APEC com parâmetros próximos aos valores médios obtidos por meio dos espectros,  $N_H = 1,9 \times 10^{-21} \text{cm}^{-2}$ ,  $kT = 1,2 \text{ keV}$  e  $Z = 0,2 Z_\odot$ . O fator de conversão encontrado por este programa foi  $ECF_{PIMMS} = 1,56$ , que é compatível com o obtido pelo método anterior.

A comparação entre os fluxos obtidos utilizando os dois métodos está apresentada na Fig 3.16, que mostra uma muito boa correlação entre eles.

Como os dois métodos estão em bom acordo, o primeiro foi adotado para determinar os fluxos e as luminosidades em raios X. Para isso foram utilizadas as taxas de contagens obtidas durante a detecção de fontes realizada com os dados da câmera PN. Ambos os parâmetros estão apresentados na Tabela A1 (Apêndice A).

Em posse da luminosidade em raios X das fontes presentes nos quatro campos foi

<sup>15</sup> <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/Tools/w3pimms/w3pimms.pl>

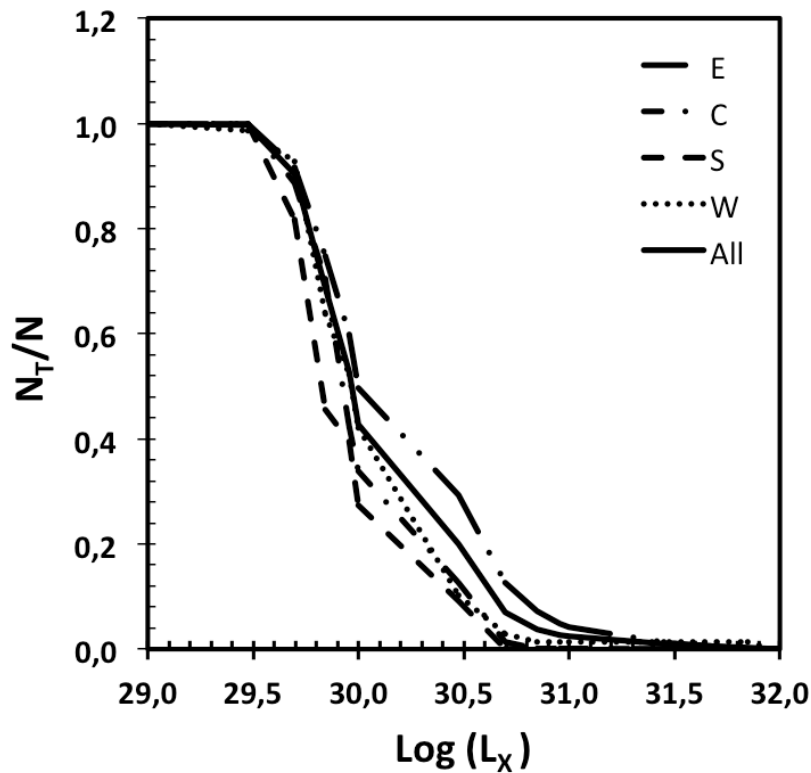


Figura 3.17: Função Luminosidade em raios X.

possível construir a função luminosidade X [ $F(L_X)$ ] para cada campo e total, as quais estão apresentadas na Fig. 3.16 e discutidas em detalhe no Capítulo 5.

Por fim, a análise dos dados em raios X permitiu classificar a amostra de candidatas em: 183 prováveis estrelas jovens pertencentes a CMa R1; 11 possíveis objetos com outras origens (campo) e 193 fontes cuja a natureza permaneceu indefinida.

Para refinar essa classificação e confirmar a natureza das candidatas foi realizada uma análise no infravermelho, que é descrita no capítulo a seguir.

## Análises dos Parâmetros Estelares

A emissão em raios X é uma poderosa ferramenta para identificar objetos estelares jovens. No entanto, não é suficiente para determinar parâmetros fundamentais como a massa e idade destes objetos.

Em regiões de formação de estrelas, assim como, em aglomerados estelares muito jovens é esperada a presença de gás e poeira remanescentes da nuvem que deram origem a elas. Entretanto a radiação emitida pelas estrelas nessas regiões é espalhada ou absorvida pelo material interestelar, principalmente no óptico (BVRI), cujos comprimentos de onda são da mesma ordem de grandeza do tamanho dos grãos.

Em comprimentos de onda maiores, como infravermelho próximo, a radiação não é tão afetada pela presença da poeira. Além disso, objetos muito jovens, que ainda estão rodeados por um disco de gás e poeira, além de possuírem um excesso na banda  $K_S$ , emitem mais radiação no infravermelho, pois a emissão óptica da estrela é absorvida pelos grãos e reemitida em comprimentos de onda mais longos. Devido a todas essas características e a completeza do catálogo 2MASS, os dados no infravermelho próximo foram escolhidos para complementar o estudo feito em raios X.

Nesse capítulo é apresentado o refinamento da amostra de candidatas a contrapartidas infravermelhas das fontes X, bem como a determinação de suas massas e idades realizada por meio dos diagramas cor-cor e cor-magnitude utilizando dados 2MASS.

### 4.1 Diagramas cor-cor e cor-magnitude

A exemplo de diversos trabalhos em que se determina idades e massas de estrelas nestes aglomerados por meio de diagramas cor-cor e cor-magnitude, nessa tese adota-se a

metodologia utilizada por Santos-Silva & Gregorio-Hetem (2012) a qual foi desenvolvida de acordo com a proposta de Bonatto & Bica (2009). De particular interesse para o presente trabalho encontram-se disponíveis os resultados de Soares & Bica (2002; 2003), que com base em dados do 2MASS determinaram as idades e distâncias de quatro aglomerados localizados na região de Canis Major R1: NGC 2327, BRC 27, vdB-R92 e Gy3-7, sendo dois deles (BRC 27 e vdB-R92) coincidentes com as observações em raios X.

A exemplo desses trabalhos, os diagramas cor-cor e cor-magnitude foram construídos utilizando dados do catálogo 2MASS, com base nas cores (J-H) e (H-K<sub>S</sub>).

Nos diagramas cor-cor foram incluídas as seguintes curvas teóricas: sequência principal de idade zero - ZAMS (Siess et al., 2000); gigantes (Bessel & Brett, 1988); linha que limita o *locus* das estrelas T Tauri (Meyer et al., 1997) e os vetores de avermelhamento calculados com base no trabalho de Rieke & Lebofsky (1985).

A exemplo do que foi feito em Fernandes et al. (2014) foram destacadas 3 regiões definidas por Jose et al. (2011) – F, T e P. Na região T, são encontrados os objetos com excesso no infravermelho próximo, ou seja, estrelas com disco (T Tauri Clássicas) e na região P, os objetos de classe I. Na região F, delimitada pelos vetores de avermelhamento para estrelas pré-sequência principal, é esperado encontrar tanto estrelas de campo quanto estrelas jovens com pouco ou nenhum excesso no infravermelho próximo (normalmente estrelas T Tauri de linhas fracas, no entanto algumas T Tauri Clássicas também podem estar presentes).

Para a construção dos diagramas cor-magnitude foram utilizadas as magnitudes absolutas:  $M_{J_o} = m_J - 5 \text{Log}(d/10) - A_J$ , onde  $M_{J_o}$  é a magnitude absoluta corrigida,  $m_J$  é a magnitude aparente,  $d$  é a distância e  $A_J$  é a extinção na banda J. Adotou-se  $d = 1 \text{kpc}$  (Gregorio-Hetem et al., 2009) para a distância de CMa R1. A correção da extinção foi efetuada utilizando a lei de avermelhamento de Cardelli et al. (1989), que fornecem as relações:  $A_J / A_V = 0,282$ ,  $A_H / A_V = 0,175$  e  $A_K / A_V = 0,112$ . O valor de  $A_V$  adotado foi 0,9 mag, que corresponde ao valor médio da densidade de hidrogênio ( $1,9 \times 10^{-22} \text{cm}^{-2}$ ), obtida por meio do ajuste de modelo aos espectros em raios X.



## 4.2 Contrapartidas infravermelhas

Conforme discutido no Capítulo 2, a maioria das contrapartidas 2MASS encontra-se a menos que 5" do centro da fonte X. No entanto, por eventuais problemas de emissão não resolvida espacialmente (fontes extensas), é possível ocorrer a presença de uma segunda contrapartida em até 10" de distância do centro da emissão X. Buscando evitar que alguma possível contrapartida 2MASS deixasse de ser considerada, no estudo dos diagramas cor-cor e cor-magnitude foram estudadas todas fontes 2MASS encontradas em até 10" de distância da posição central da fonte X. A Tabela 4.1 apresenta a distribuição dos objetos 2MASS encontrados na direção de 341 fontes X, sendo que para 46 fontes da amostra não foram encontradas contrapartidas infravermelha. Ao todo, foram selecionadas 520 fontes 2MASS, que na Tabela 4.1 aparecem distribuídas para cada campo XMM, onde são indicados os casos de apenas uma candidata a contrapartida da fonte X (1) ou múltiplas (2 a 5).

Tabela 4.1 - Número de fontes com contrapartidas no infravermelho próximo.

	Total X <sup>a</sup>	0	1	2	3	4	5	Field X <sup>b</sup>	Field IR <sup>c</sup>	Total IR <sup>d</sup>
E	179	8	110	43	7	1		18	79	300
C	72	12	56	11	2		1	2	11	100
S	30	7	24	3	2			1	2	38
W	60	19	49	4				7	25	82
Total X	341	46	239	61	11	1	1	28	117	520

Número de fontes X detectadas com 0, 1, 2, 3 4 e 5 contrapartidas 2MASS; (a) Número de candidatas pertencentes ao campo; (b) Total de fontes X com contrapartidas 2MASS apenas pertencentes ao campo; (c) Total de contrapartidas infravermelhas pertencentes ao campo; (d) Total de contrapartidas 2MASS. Em cada um dos campos: E, C, S e W e total.

Em um primeiro momento os diagramas cor-magnitude foram utilizados para refinar a amostra de candidatas a contrapartida infravermelha das fontes X. Supondo que as fontes pertencentes a CMa R1 estão a uma distância de aproximadamente 1 kpc, é esperado que as contrapartidas 2MASS dessas fontes estejam concentradas na mesma região do diagrama, preferencialmente coincidindo com as isócronas ou à direita delas, as quais apresentam excesso no infravermelho próximo. De forma que todos os objetos à esquerda ou abaixo da ZAMS podem ser considerados não associados a nuvem.

Essas contrapartidas estão apresentadas nos diagramas da Fig. 4.1, nos quais 403 candidatas possivelmente associadas a CMa R1 são representadas por triângulos e os 117

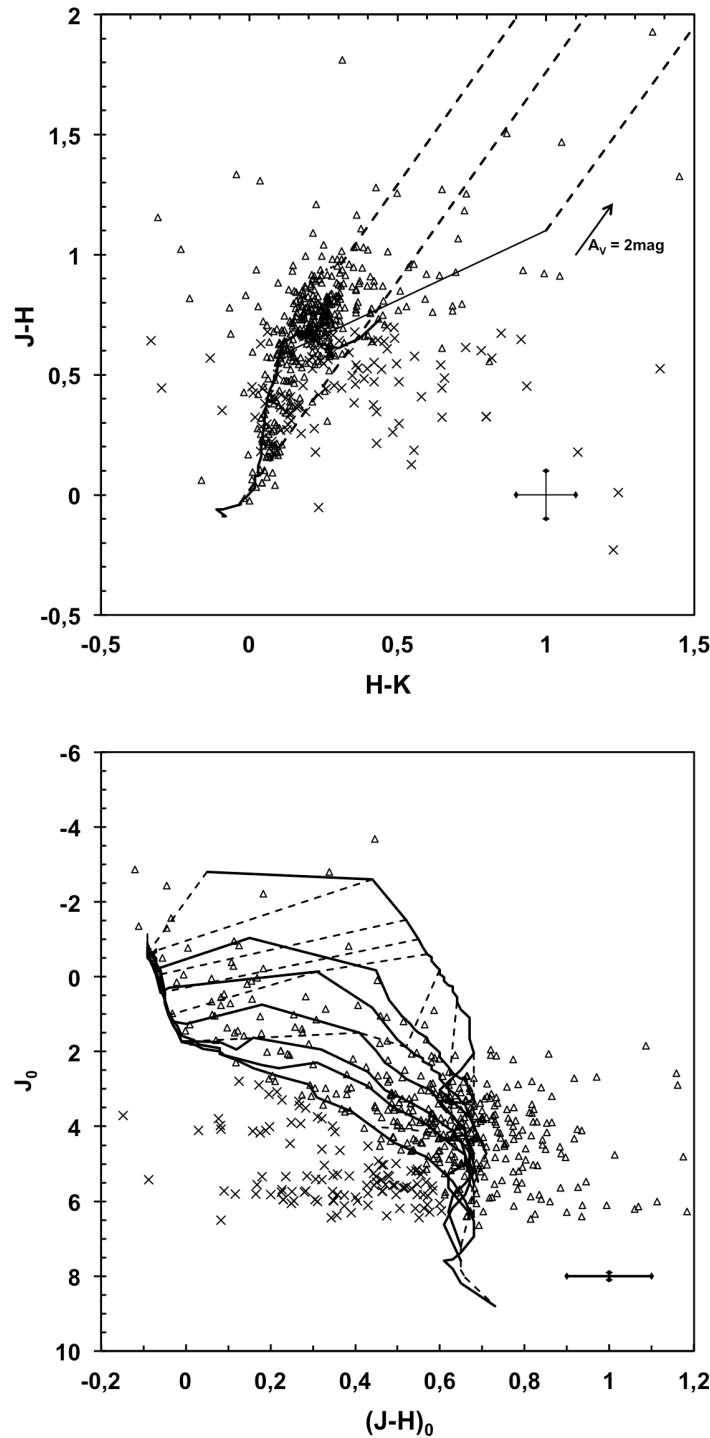


Figura 4.1: Diagramas Cor-Cor e Cor-Magnitude das candidatas a contrapartida infravermelha das fontes X. De acordo com o critério que indica associação com a nuvem a amostra foi separados em dois grupos: estrelas analisadas (triângulos) e objetos excluídos (x). *Topo*: São incluídas as curvas da ZAMS e das gigantes (linhas cheias); *locus* das estrelas T Tauri (pontilhada); e vetores de avermelhamento (tracejadas). *Base*: as curvas cheias representam as isócronas de pré sequência principal de Siess et al. (2000) variando de 0,2 a 20 milhões de anos e as ZAMS. As trilhas evolutivas 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0,5, e 0,1 $M_{\odot}$  são as curvas tracejadas.

objetos encontrados abaixo e/ou a esquerda da ZAMS, considerados de campo, são indicados pelo símbolo "x".

Com o intuito de garantir que fossem estudadas as contrapartidas infravermelhas com detecção de melhor qualidade em termos de fotometria e astrometria, na segunda etapa do refinamento de candidatas foram selecionadas apenas estrelas com índice de qualidade AAA, que fornece uma razão  $S/R > 10$ , incertezas inferiores a 0,1 mag e magnitudes inferiores ao limite de completeza –  $J > 15,8$ ,  $H > 15,1$  e  $K_S > 14,7$  (Lee et al., 2005). O número de fontes que possuem contrapartidas com índice de qualidade AAA estão apresentadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Número de fontes com contrapartidas 2MASS com índice de qualidade AAA.

	1	2	3	Total X <sup>b</sup>	Total IR <sup>c</sup>
E	120	28	1	149	179
C	53	10	1	64	76
S	22	1	1	24	27
W	46	1	-	47	48
Total	241	40	3	284	332

Número de fontes detectadas com 0, 1, 2 e 3 contrapartidas 2MASS com índice de qualidade AAA; (b) Total de fontes com contrapartidas 2MASS de CMa R1; (c) Total de contrapartidas 2MASS. Em cada um dos campos: E, C, S e W e total.

Excluindo-se as fontes X com contrapartidas 2MASS com baixa qualidade fotométrica e os objetos considerados de campo, por se localizarem abaixo da ZAMS, foram analisadas ao todo 284 fontes X contendo 179, 76, 27 e 46 contrapartidas infravermelhas nos campos E, C, S e W respectivamente. Para um estudo mais detalhado de cada campo, foram construídos diagramas individuais, apresentados nas Figs. 4.2 e 4.3, nos quais aparece indicada a classificação prévia, baseada nos diagramas de razões de dureza da emissão de raios X. São destacadas por círculos as fontes consideradas pertencer a CMa R1 por meio das análises apresentadas no capítulo anterior, e com uma cruz os objetos para os quais não foi possível definir a natureza.

Nos diagramas cor-cor (Fig 4.2) verificou-se que apenas os campos E e C possuem 5 e 2 estrelas na região T, respectivamente. 23 contrapartidas – 22 no campo E e 1 em W – estão na região P, confirmando a natureza jovem destes objetos. No entanto centenas de objetos estão na região F, nas quais são esperadas as estrelas T Tauri de linhas fracas,

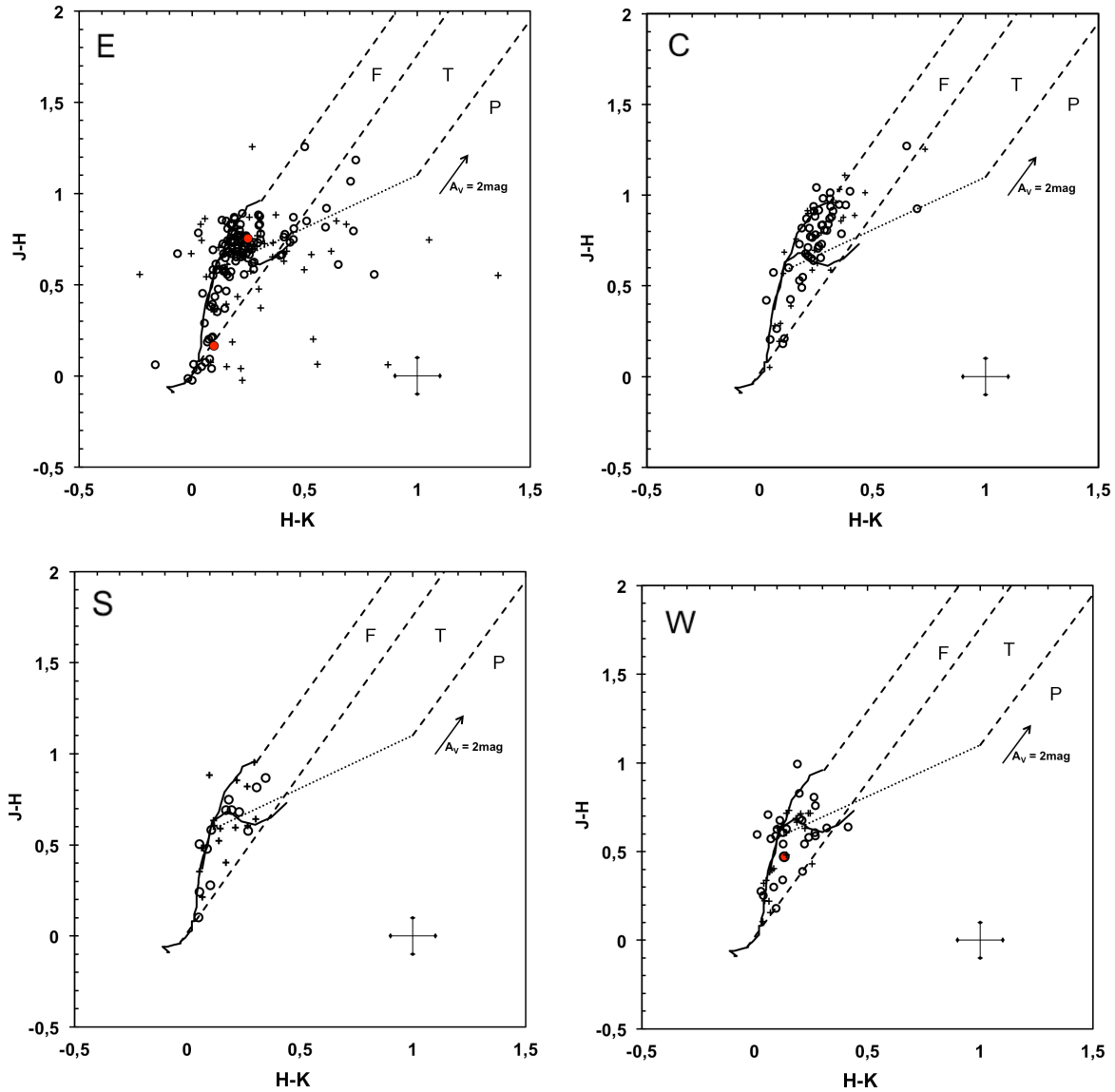


Figura 4.2: Diagramas Cor-Cor: a ZAMS (*Zero Age Main Sequence* - Siess et al., 2000) estão representadas pelas linhas espessas, enquanto os *locus* das gigantes e das estrelas T Tauri (Meyer et al., 1997) são representados pelas linhas pontilhada e traço e ponto tracejada respectivamente. Os vetores de avermelhamento de Rieke & Lebofsky (1985) são apresentados como linhas tracejadas. As contrapartidas infravermelhas de fontes candidatas a objetos de CMa R1 são representadas pelos círculos cheios, enquanto os objetos indefinidos são as cruces e prováveis objetos de campo são os círculos vermelhos.

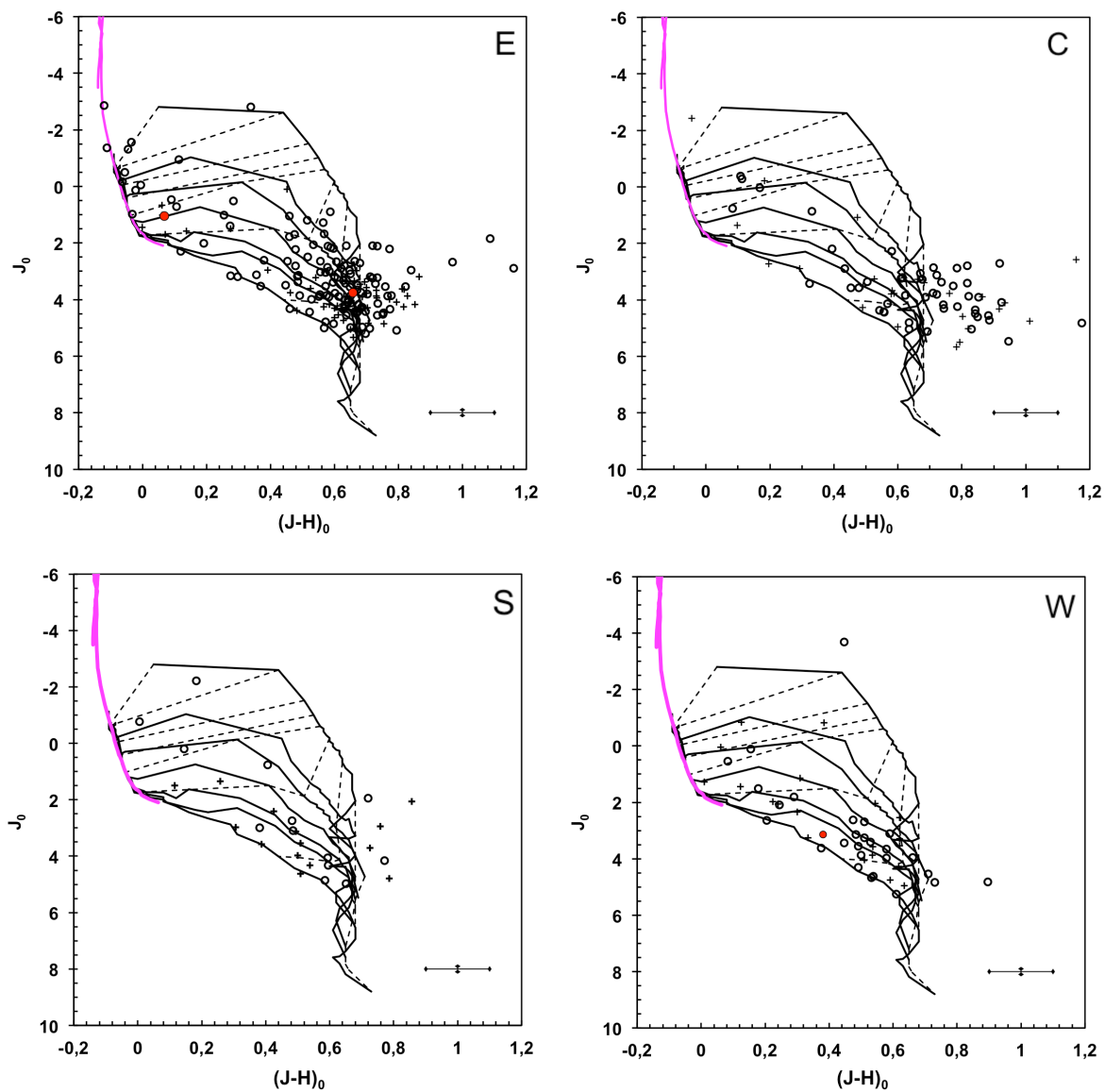


Figura 4.3: Diagramas Cor-Magnitude: as curvas cheias representam as isócronas de pré sequência principal de Siess et al. (2000) variando de 0,2 a 20 milhões de anos e a ZAMS. As trilhas evolutivas 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0,5, e 0,1 $M_{\odot}$  são as curvas tracejadas. A curva magenta é a isócrona de sequência principal de 3 milhões de anos de Padova (Girard et al., 2002). As contrapartidas infravermelhas de fontes candidatas a objetos de CMa R1 são representadas pelos círculos cheios, enquanto os objetos indefinidos são as cruzes e prováveis objetos de campo são os círculos vermelhos.

que também coincidem com a *locus* das gigantes, e apenas algumas fontes estão próximas da sequência principal.

Dentre as 284 fontes X com contrapartidas 2MASS apresentadas na Fig. 4.2, 62 delas possuem apenas candidatas a contrapartida localizadas na região à direita do diagrama, não sendo possível estimar idades. Restam 222 fontes X com contrapartidas coincidentes com as isócronas, com idades compatíveis aos membros de CMa R1. Dentre elas, 139 já tinham sido indicadas como tendo natureza jovem, por meio dos dados em raios X, enquanto outras 80 haviam inicialmente sido consideradas de natureza indefinida e 3 não pertencentes a CMa R1.

Na Fig 4.3 é possível observar que todos os campos possuem objetos à direita das isócronas de Siess, principalmente os campos E e C (Figs 4.3 – superiores). Esses objetos (62) não foram descartados das análises pois, apesar de não ser possível estimar suas massas e idades, o fato de eles estarem à direita nos diagramas significa que eles possuem um excesso na banda H, que pode indicar a existência de material circum-estelar. No entanto, para afirmar isso é necessária uma análise mais detalhada dessas contrapartidas.

### 4.3 Massas e Idades

Para cada contrapartida infravermelha foi determinada a massa e a idade, por meio de uma inspeção visual, de acordo com a sua posição no diagrama cor-magnitude. De forma que só puderam ter esses parâmetros determinados as estrelas que se encontram na região interna das isócronas de Siess. A massa atribuída para uma determinada fonte é o valor médio do intervalo de massas (trilhas evolutivas – curvas tracejadas na Fig. 4.3) em que ela se encontra. O mesmo foi feito para determinar as idades destes objetos, considerando as isócronas – curvas cheias na Fig. 4.3. Para objetos localizados acima da trilha de  $7 M_{\odot}$ , como e009, a massa foi determinada por meio da isócrona de Padova de  $3 \times 10^6$  anos, e essa foi a idade adotada para essas fontes.

Por exemplo, para a contrapartida da fonte e001 que se encontra entre as trilhas evolutivas de  $1$  e  $2 M_{\odot}$  e isócronas de  $3$  e  $5 \times 10^6$  anos foi atribuída uma massa de  $1,5 M_{\odot}$  e a idade de  $4 \times 10^6$  anos. Estes parâmetros estão presentes na Tabela A1 (Apêndice A).

As distribuições das massas e das idades, para cada campo, estão apresentadas nas

Figs. 4.4 e 4.5 respectivamente. Essas distribuições destacam as candidatas a contrapartidas das fontes indicadas como membros de CMa R1, com base nos dados em raios X (*X-ray Cand.*), e aquelas que só puderam ser consideradas pertencerem a essa região por meio dos dados infravermelhos (*IR Cand.*), ou seja, fontes de origem indefinida, pelas análises em raios X, e que não foram consideradas como pertencentes ao campo na seção anterior (Sec. 3.1).

Nas Figs 4.4 e 4.5 é possível observar que os campos E e C apresentam uma grande quantidade (em torno de 40) de objetos à direita das isócronas de Siess (*bins out* e  $< 0,2 \times 10^6$  anos respectivamente). No entanto, o número de fontes com excesso K presentes na Fig. 4.2 é menor, indicando que alguns destes objetos podem pertencer ao campo.

Em todos os campos há uma grande concentração de objetos com massas entre 1 e  $2 M_{\odot}$  e essa quantidade decai significativamente para as massas maiores. É possível notar que todos eles também apresentam um número razoável de estrelas com  $M < 1 M_{\odot}$ , mas apenas no campo E há mais objetos com massas entre 0,5 e  $1 M_{\odot}$  do que nos demais intervalos de massa.

Uma possível explicação para isso é o tempo de exposição do *XMM*, que foi maior para o campo E, e conseqüentemente, permitiu a detecção de fontes mais fracas. Do ponto de vista estatístico, essa diferença pode não ser representativa, já que considerando-se o intervalo total de 1 a  $2 M_{\odot}$ , encontra-se no campo E cerca de 50% de objetos com massa em torno de  $1 M_{\odot}$ , enquanto que nos outros campos a fração é de 40% (campo C) ou 30% (campos S e W). O mesmo pode ter ocorrido com objetos de massas menores que  $0,5 M_{\odot}$ . Por outro lado, a diferença entre os GTIs de todos os campos não é maior que 2ks, então essa diferença no tempo de exposição não deve ser significativa para explicar a grande quantidade de objetos com menos de  $1 M_{\odot}$ .

Os campos E e W possuem estrelas em todos os intervalos de massas e o campo E têm dois objetos com mais de  $7 M_{\odot}$ . O campo C também possui um objeto com massa superior a esse valor, no entanto nesse campo não são encontradas estrelas com massas entre 5 e  $7 M_{\odot}$  e o campo S possui apenas um objeto com massa superior a  $4 M_{\odot}$ .

Nos histogramas de distribuição de idades (Fig. 4.5) é possível observar que no campo E a maioria das fontes é mais jovem que  $5 \times 10^6$  anos, sendo que 22,5% encontra-se na faixa de 0,2 a  $2 \times 10^6$  anos, 29% está entre 3 e  $5 \times 10^6$  anos, e cerca de 22,5% está fora das isócronas, provavelmente correspondendo a idades inferiores a  $0,2 \times 10^6$ .

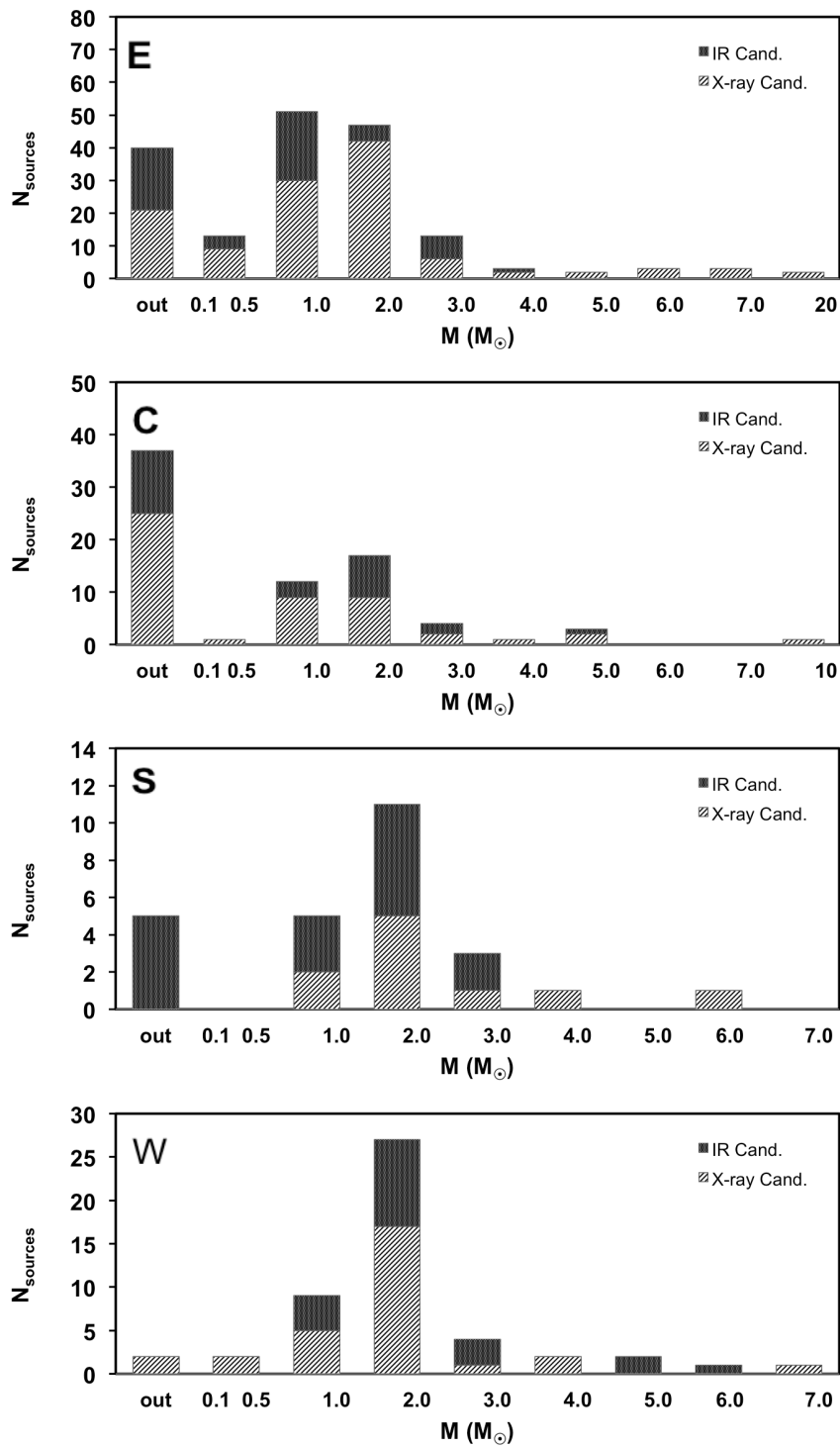


Figura 4.4: Distribuição de massas atribuídas às contrapartidas infravermelhas das fontes X.



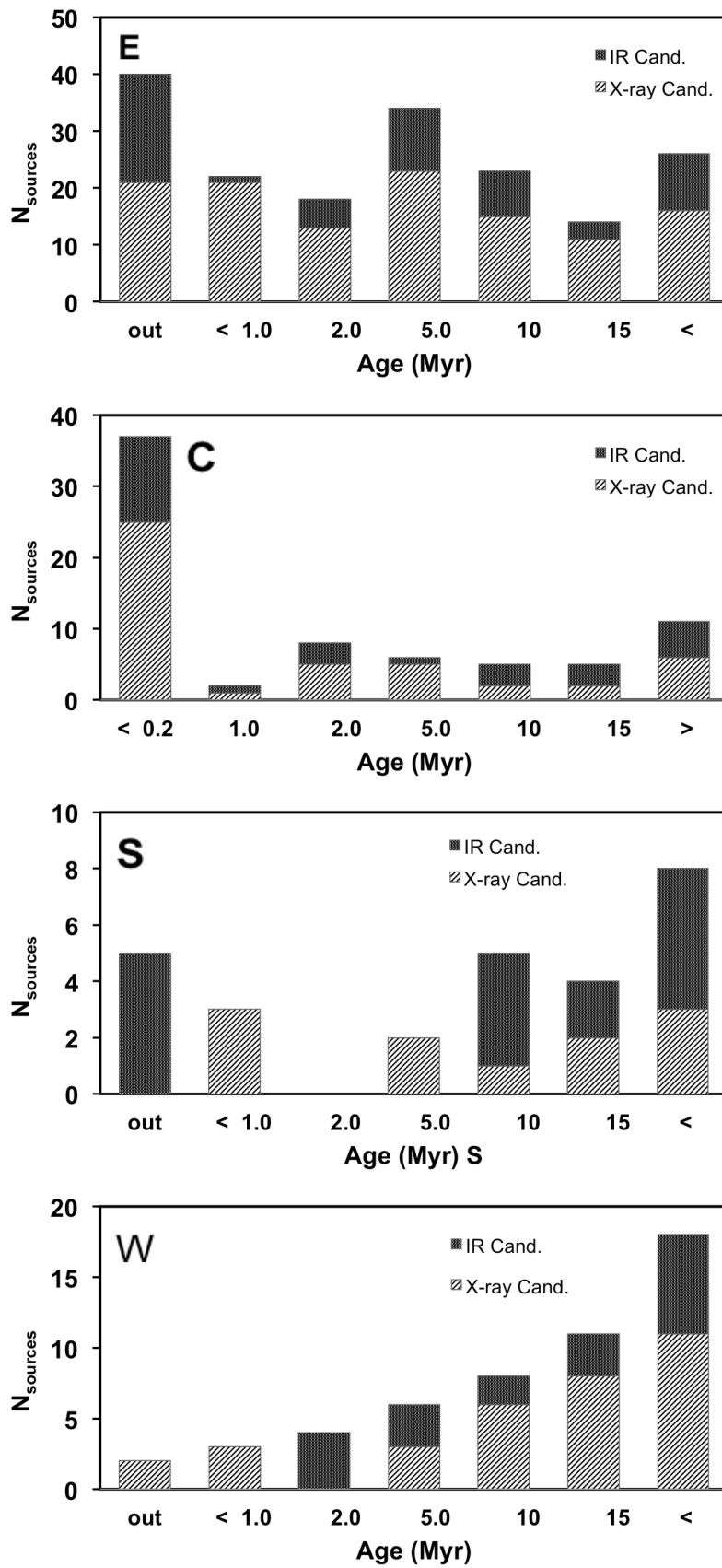


Figura 4.5: Distribuição das idades atribuídas às contrapartidas infravermelhas das fontes X.

No campo C, quase que metade das contrapartidas está fora do diagrama cor-magnitude. Além disso destaca-se dois picos de idades, um contendo 15% da amostra, que possui mais de  $20 \times 10^6$  anos, e outro com  $\sim 10\%$  das fontes, que apresentam idades entre  $1$  e  $2 \times 10^6$  anos.

O campo S apresenta uma quantidade maior de objetos com mais de  $5 \times 10^6$  anos. Um fato interessante a ser notado nesse campo é que todos objeto com idades entre  $0,2$  e  $5 \times 10^6$  anos foram revelados pelas observações em raios X. Isso também ocorre no campo W para a população com idades entre  $0,2$  e  $1 \times 10^6$  anos.

Por fim, o campo W é o que apresenta menor porcentagem de objetos fora das isócronas de Siess, cerca de 4% da amostra. No entanto, o número de objetos decresce com relação a idade, enquanto  $\sim 35\%$  da amostra possui idades superiores a  $20 \times 10^6$  anos, apenas 6% têm idades entre  $0,2$  e  $1 \times 10^6$  anos.

Uma discussão a cerca destes parâmetros e os resultados obtidos por meio das observações em raios X é apresentada no Capítulo 5.

## Discussões

Nos Capítulos 3 e 4 foram apresentados os resultados e análises obtidos por meio de dados em duas bandas espectrais, raios X e infravermelho próximo. As observações feitas para quatro campos na região de formação estelar CMaR1, cobrindo uma parte da nebulosa de reflexão, próxima a estrela Z CMa, o grupo de estrelas próximo a GU CMa e os dois campos entre essas duas regiões, denominada entre-aglomerados, revelaram a presença de 387 fontes X.

De forma independente, tanto as análises em raios X quanto as realizadas no infravermelho próximo revelaram que a maioria das fontes estudadas devem pertencer a CMaR1. No entanto, foi a combinação dos resultados dessas duas análises que confirmou a natureza jovem de diversas fontes conforme descrito a seguir, seja pelo confronto do fluxo em raios X com a magnitude na banda J (Sec. 5.1), seja pela comparação das idades com outros parâmetros (Sec. 5.2), ou pela função de massa (Sec. 5.3). A compilação do catálogo de objetos jovens pertencentes a CMaR1 é apresentada na Sec. 5.4

### 5.1 Fluxo X vs. Magnitude J

Um outro método utilizado para confirmar a natureza jovem da amostra é o uso da relação entre o fluxo em raios X ( $F_X$ ) e a magnitude aparente na banda J ( $m_J$ ), adaptado de Gregorio-Hetem et al. (2009). Estes autores verificaram, com base em dados ROSAT, que, para CMaR1, as fontes associadas a estrelas T Tauri estavam dentro do intervalo de confiança de  $2\sigma$  da relação  $\log L_X = 31(\pm 0,4) - 0,33 M_J$ . Uma correlação semelhante também foi encontrada para as estrelas jovens associadas a nuvens próximas, como Chamaeleon e  $\rho$  Ophiuchi (Feigelson et al. 1993, Casanova et al. 1995). Acima dessa faixa de

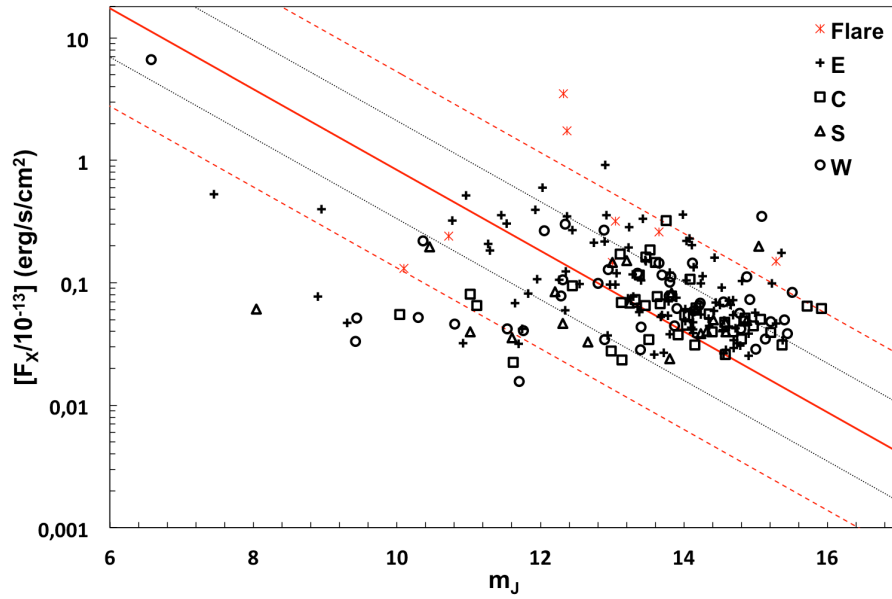


Figura 5.1: Fluxo em raios X ( $F_X$ ) v.s. magnitude na banda J ( $m_J$ ): A linha cheia representa a relação  $\log(F_X) = -9,8 - 0,33m_J$  adaptada de GH2009 obtida usando dados ROSAT. As linhas tracejadas representam um deslocamento de  $1\sigma$  de incerteza e as linhas pontilhadas são  $2\sigma$  ( $\sigma = 0,4$  dex).

tendência é esperada a presença de objetos compactos evoluídos ou extragalácticos, pois estes devem ter emissão X mais forte, enquanto no infravermelho e no óptico seria esperada uma emissão mais fraca que nas estrelas jovens. Por outro lado, o comportamento contrário é esperado em estrelas do tipo Herbig Ae/Be, por essa razão elas devem estar um pouco abaixo do limite inferior da correlação.

No intuito de não introduzir erros devidos à imprecisão na determinação da extinção visual optou-se por correlacionar diretamente os parâmetros fluxo e magnitude aparente. Neste caso, os efeitos de extinção são por coincidência os mesmos tanto para a banda J como a banda de 1 keV (Ryter 1996), lembrando que, como visto na Sec. 3.2, as fontes de origem estelar têm um pico de emissão próximo a 1 keV. A relação adaptada é dada por  $\log(F_X) = -9,8(\pm 0,4) - 0,33m_J$ , onde  $F_X$  é dado em  $\text{erg/s/cm}^{-2}$  e o módulo de distância  $m_J - M_J = 10$  foi adotado. A Figura 5.1 mostra esta relação e também destaca as fontes que possuem *flare*. Foram analisadas 300 fontes, que não pertencem ao campo, com fluxos em raios X determinados conforme descrito na Sec. 3.5 e com *flag* de qualidade AAA. Dentre elas 277 seguem a relação esperada para as estrelas T Tauri. As fontes com duas ou mais contrapartidas ou que estavam muito próximas às bordas dos CCDs não foram considerada nesta análise.

As fontes X com mais de uma contrapartida devem emitir radiação em raios X proveniente de todas contrapartidas. No entanto, não é possível separar a fração da emissão X de cada contrapartida, de forma que, ao considerar apenas uma das contrapartidas infravermelhas, a emissão do fluxo X considerado será sempre superior ao que cada contrapartida emite. Por outro lado, quando as fontes estão muito próximas às bordas do CCD, parte da emissão de raios X pode não ser detectada, fazendo com que o fluxo em raios X medido seja menor do que o emitido pela fonte.

Com base nesta relação apenas 8 fontes estão acima de  $2\sigma$  da relação esperada, sendo que 2 delas possuem *flares* muito bem definidos (fontes e001 e e003) e outra possui um *flare* parcial (fonte e006). Esses fenômenos liberam uma grande quantidade de energia fazendo com que o fluxo medido seja muito superior ao emitido pela fonte durante o seu período de quiescência (sem flare). As fontes e004 e e039 possuem idades 7,5 e 0,5 Myr respectivamente e são compatíveis com as grades APEC nos dois tipos de diagramas de razão de dureza. No entanto, ambas possuem curvas de luz semelhantes, com a presença de modulação, similar as de algumas fontes apresentadas em Lopes-Santiago et al. (2010), indicando que essas fontes podem ter uma ou mais contrapartidas que não foram detectadas pelo 2MASS. Por outro lado, as fontes s004 e w020 foram classificadas como de origem indefinida ou jovem respectivamente, elas estão à direita das isócronas de Siess nos diagramas cor-magnitude e não apresentam excesso K, mas suas curvas de luz também apresentam um comportamento diferenciado, semelhante ao de um *flare*, no caso da primeira fonte, e um *flare* parcial, na segunda fonte, em menor escala do que aqueles evidenciados pelos métodos apresentados no Capítulo 3. Por fim a fonte e093, considerada de origem indefinida pelas análises em raios X, também está à direita das isócronas de Siess no diagrama cor-magnitude e possui um excesso na banda K, acima do *locus* das estrelas T Tauri. Pelo fato dessa fonte ser bastante fraca não foi possível obter sua curva de luz e seu espectro.

Além disso, 15 fontes possuem magnitude aparente J superior ao esperado pela correlação, o que indica que esses objetos podem ser do tipo Herbig Ae Be.

Dentre as fontes consideradas do campo pelos diagramas cor-magnitude apenas as duas contrapartidas da fonte e029, e das fontes e035 e e047 se encontram na região esperada para os objetos de campo, acima da correlação acrescida de  $2\sigma$ . Todas as demais se encontram dentro da correlação.

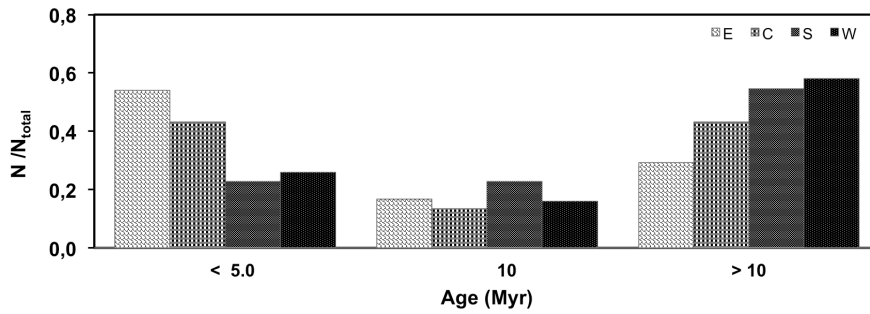


Figura 5.2: Distribuição das idades das contrapartidas das fontes X para cada campo E, C, W e S.

## 5.2 Idades

Cerca de 222 fontes tiveram idades estimadas entre 0,2 Myr e idade Zero da Sequência Principal (variando de 19 a 55 Myr), conforme descrito no Capítulo 4. A fim de discutir a distribuição espacial das fontes e a compatibilidade com as grades de modelos térmico e de lei de potência nos diagramas de razão de dureza, foram consideradas três faixas de idades: muito jovem – entre 0,2 e 5 Myr; intermediária – entre 5 e 10 Myr; e mais velha – superior a 10 Myr.

A distribuição dessas faixas de idade das contrapartidas das fontes X em função do campo está apresentada na Fig. 5.2. Nessa figura é observado que, de uma forma geral, a porcentagem de fontes decai com a distância à nebulosa de reflexão, exceto pelo campo S. Enquanto o campo E, dentro da nebulosa, possui  $\sim 54\%$  das contrapartidas com idades inferiores a 5 Myr, o campo W tem apenas 26 % de sua amostra com idades muito jovens seguido.

Por outro lado, a distribuição no intervalo de idade mais velho, acima de 10Myr apresenta comportamento contrário ao da faixa de idade mais jovem. Conseqüentemente o campo W possui 58% da sua amostra de objetos nessa faixa de idade e o campo E possui apenas 29%. Os campos C e E têm 43% e 55% de contrapartidas mais velhas.

Esse cenário confirma a distribuição de idades encontradas por Gregorio-Hetem et al. (2009), na qual o grupo de objetos próximos a ZCMA é mais jovem ( $< 5\text{Myr}$ ) do que o grupo próximo a GUCMa (com idades  $> 10\text{Myr}$ ).

No entanto, o campo C, intermediário a essas duas regiões, apresenta a mesma quantidade de objetos mais jovens e mais velhos e apenas 14% da sua população com

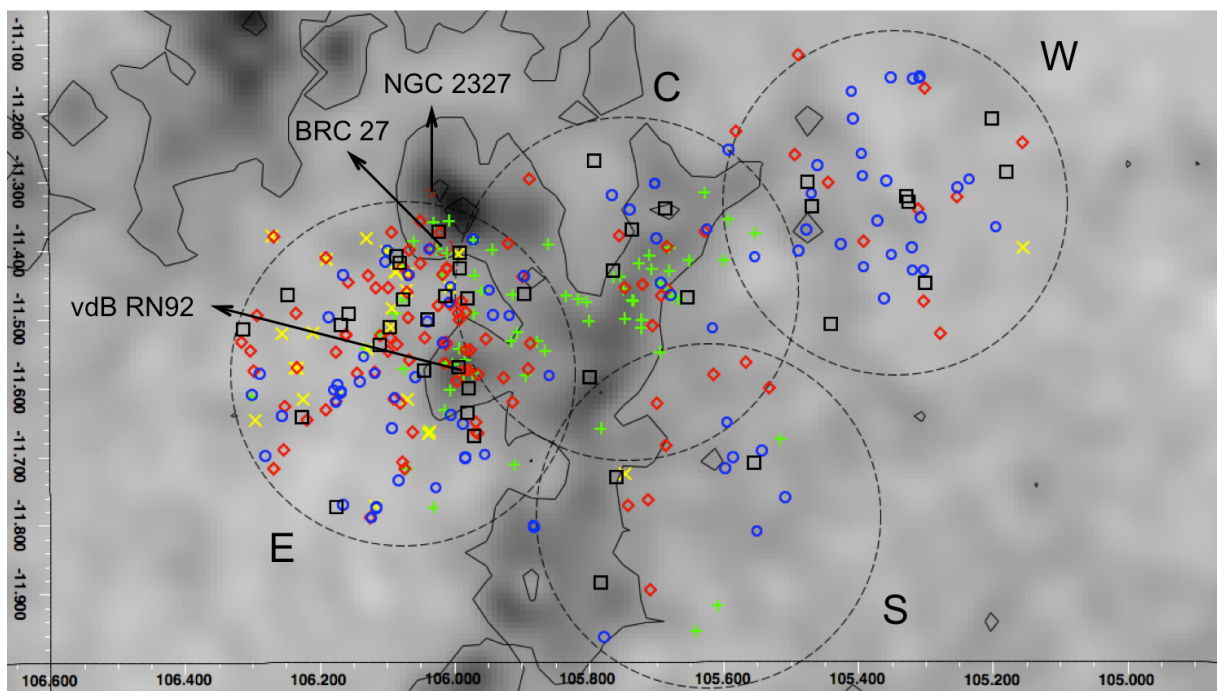


Figura 5.3: Distribuição espacial das contrapartidas das fontes X como função das idades sob o mapa de CO de Mizuno & Fukui (2004): os losangos, quadrados e círculos representam os objetos com menos de 5 Myr, entre 5 e 10 Myr e com mais de 10 Myr respectivamente. As contrapartidas à direita das isócronas de Siess são representadas pelas cruzes e os objetos de campo por 'x'. Os campos E, C, S e W são delimitados pelas linhas pretas e os aglomerados NGC 2327, BRC 27 e vdB RN92 (Soares & Bica, 2002, 2003) são destacados pelas setas.

idades entre 5 e 10 Myr, o que confirma a existência de uma mistura de populações na região.

O campo S é o que apresenta a maior porcentagem de objetos com idades intermediárias entre 5 e 10 Myr, os demais campos possuem aproximadamente 15% de suas populações com essa faixa de idades.

A distribuição espacial das contrapartidas infravermelhas pode facilitar a visualização desse cenário como pode ser visto na Fig. 5.3. Nessa figura é possível observar que o campo W é dominado pelos objetos com mais de 10 Myr (círculos), sem nenhuma distribuição preferencial. Por outro lado, o campo E apresenta todos os tipos de objetos estudados: mais jovens, mais velhos, com idade intermediária, com idades consideradas inferiores a 0,2 Myr e de campo, com algumas pequenas aglomerações na direção dos aglomerados BRC 27 e vdB RN92 estudados por Soares & Bica (2002, 2003).

No campo C há uma distribuição maior de objetos no centro e no campo S há o

mesmo número de fontes com idades inferiores a 5 Myr e superiores a 10Myr. No campo S os objetos mais jovens que 5 Myr estão na borda ou fora dos contornos do mapa de CO, sobreposto na Fig. 5.3 para evidenciar a presença de material interestelar, enquanto no campo C eles estão dentro da região com maior concentração de CO. Nos dois casos uma segregação de idades é notada, na qual a maioria das fontes mais velhas estão à direita, na direção a GU CMa e os objetos mais jovens à esquerda, próximas a borda da nebulosa. Quase todos os objetos de idade intermediária nesses campos estão sobre a região mais escura do mapa de CO.

É interessante ressaltar que 77% das fontes à direita das isócronas de Siess nos diagramas cor-magnitude estão dentro do contorno de CO. Se esses objetos estão dentro dessa região com alta concentração de gás e poeira, é necessária uma correção maior da extinção para que esses objetos possam coincidir com as isócronas e ter suas massas e idades melhor determinadas. Boa parte desses objetos estão na região dos aglomerados BRC 27 e vdB RN92 que tiveram  $A_V$  estimados em 6,5 e 4,4 mag, respectivamente. Estes valores são aproximadamente 7 e 5 vezes maiores do que o valor médio adotado no presente trabalho, de forma que para se ter uma boa estimativa dos parâmetros dessas contrapartidas é necessário um estudo mais detalhado da extinção nessa região, como o apresentado em Fernandes et al. (2012).

### 5.2.1 Diagramas de razão de dureza em função das idades

Em posse das idades das contrapartidas das fontes X foi possível avaliar qual o melhor grupo de bandas (B2011 – 0,5 a 7,3 keV e H2001 – 0,2 a 4,5 keV) para evidenciar os objetos jovens da amostra. A distribuição das idades das contrapartidas infravermelhas em função da compatibilidade com os modelos APEC e de lei de potência está apresentada na Fig. 5.4.

Para essa análise foram consideradas 300 candidatas a contrapartidas com *flag* de qualidade AAA para os dados 2MASS com fontes dentro dos diagramas de razão de dureza. 99 e 113 contrapartidas se encontram nas bordas dos diagramas. Restando 201 e 187 a serem analisadas nos diagramas B2011 e H2001. Mais uma vez, foi possível analisar mais fontes presentes nos diagramas B2011.

Nesses diagramas entre 75% e 85% das contrapartidas com idades pré-sequência principal estão apenas dentro dos modelos APEC, e menos de 20% permanecem na região



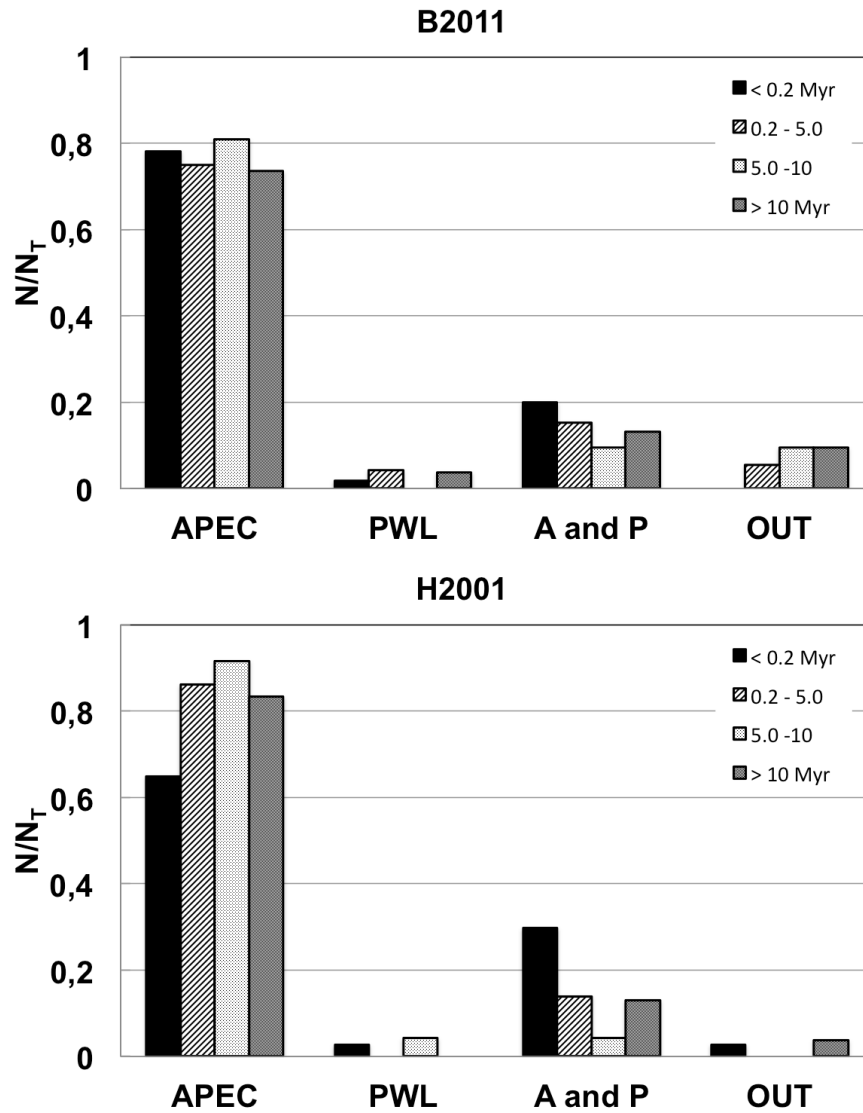


Figura 5.4: Distribuição das idades das contrapartidas dentro das grades de modelos térmico e de lei de potência nos diagramas de razão de dureza B2011 (superior) e H2001 (inferior) das fontes X.

de intersecção entre as duas grades.

Por outro lado, a porcentagem de contrapartidas compatíveis com as isócronas de Siess, com idades variando entre 0,2 e ZAMS, dentro apenas das grades APEC do HRD H2001 é superior a 80%. Somente para os objetos à direita das isócronas a porcentagem de objetos na região de intersecção entre as duas grades é superior a 25%, para as demais idades a porcentagem é menor que 10%.

Tanto na Fig. 3.5 quanto na Fig. 5.4 os HRDs construídos no intervalo de energia estudado por Hasinger et al. (2001) apresentam maiores porcentagens de objetos dentro apenas numa das grades, o que indica que ele pode separar melhor os objetos dentro das grades. No entanto, é possível ter mais objetos com HRs determinados nas bandas de Barrado et al. (2011), possibilitando a análise de mais fontes. Por outro lado, a diferença entre a quantidade de objetos apenas nas dentro das grades APEC nos dois métodos é muito pequena (135 e 137 nos HRDs B2011 e H2001, respectivamente), de forma que é difícil afirmar qual é o melhor método para identificar os objetos estelares jovens evidenciados pela emissão de raios X. No Capítulo 3 verificou-se que nem todas as fontes estudadas por um dos HRDs estão presentes no outro e vice-versa, comprovando que ambos os métodos são complementares.

Além disso, em ambos os tipos de diagramas B2011 e H2001 a porcentagem de fontes com idades pré-sequência principal dentro apenas das grades de lei de potência, na qual espera-se que apenas objetos compactos ou extragalácticos sejam compatíveis, é inferior a 5%, e mais de 75% está dentro apenas das grades de modelo térmico, na qual espera-se encontrar objetos estelares. Isso comprova a eficiência do método desenvolvido neste trabalho para identificar candidatos a objetos jovens por meio dos diagramas de razão de dureza.

### 5.3 *Função de massa inicial*

Com o intuito de tentar identificar diferenças ou semelhanças na distribuição de massa dentro de cada campo, foi obtida a função de massa cumulativa dos 4 campos (apresentada na Fig. 5.5). Embora essa função de massa não seja completa, pois foram consideradas apenas as massas das contrapartidas com índice de qualidade AAA, a partir

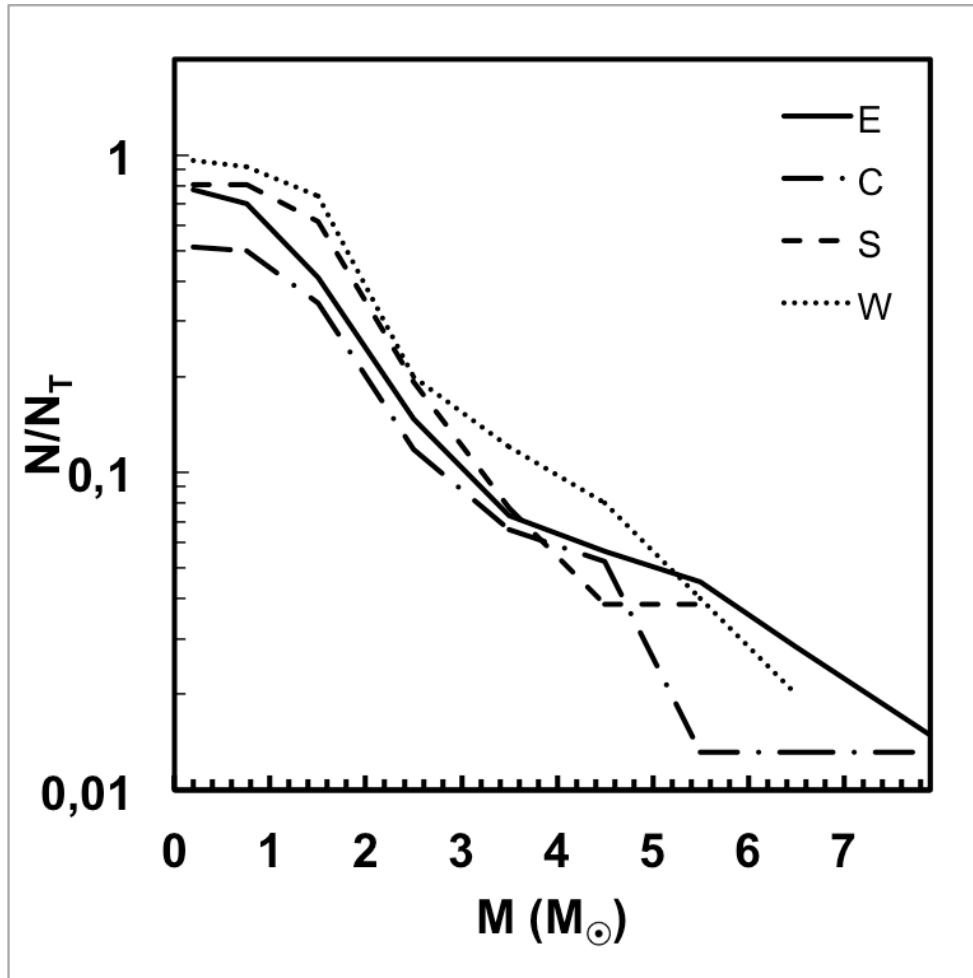


Figura 5.5: Função de massa das contrapartidas infravermelhas das fontes X.

destes dados é possível se ter uma noção do comportamento dessa função em cada caso.

Na Fig 5.5 é observado que a função de massa dos campos W e S é levemente mais inclinada que nos demais campos, ao passo que em C essa função é a mais achatada. Ou seja, enquanto os campos W e S apresentam uma tendência de apresentarem um número relativo maior de objetos de baixa massa, o campo C tende a apresentar um número semelhante entre estrelas de baixa massa e de massa intermediária. Por outro lado, o campo E tende a apresentar um número maior de objetos massivos. No entanto, tais tendências devem ser vistas apenas de forma qualitativa, já que as diferenças percentuais não são relevantes do ponto de vista estatístico.

#### 5.4 População de CMaR1 revelada por observações XMM

As observações realizadas pelo satélite XMM resultaram em uma amostra de 387 fontes (187, 84, 37 e 79 nos campos E, C, S e W respectivamente), para as quais foram encontradas 520 candidatas a contrapartidas infravermelhas, provenientes do catálogo 2MASS, associadas a 341 fontes X.

As fontes pertencentes a CMa R1 foram identificadas por dois métodos complementares, baseados na comparação dos dados provenientes da emissão em raios X (razão de dureza) e no infravermelho próximo (cor e magnitude) com curvas teóricas simuladas com programas XSPEC e isócronas de Siess, em seus respectivos diagramas (Sec. 3.1 e 4.1).

Por meio dos análises em raios X foram encontradas 183 fontes candidatas a pertencer a CMa R1, 11 de outra origem (campo) e 193 permaneceram indefinidas, lembrando que 44 delas tinham características compatíveis tanto com o campo, quanto com a população de CMaR1 e 2 tiveram resultados contraditórios.

Pelo segundo método 222 fontes X foram consideradas candidatas a pertencer a CMa R1, 153 de origem indefinida, seja pela total ausência de dados ou por ter apenas dados de baixa qualidade no infravermelho, seja por apresentarem dados à direita dos diagramas cor-magnitude, que podem ter idades inferiores a 0,2 Myr ou sofrem maior extinção do que a adotada nesse trabalho, e por fim, apenas 12 fontes devem pertencer ao campo.

Ao combinar os dois métodos foi proposta uma classificação para as fontes em 5 grupos: (i) candidatas a membro de CMa R1 – essas fontes possuem maior probabilidade de pertencerem a região, pois tem razão de dureza compatível com modelo de plasma térmico e estão dentro das isócronas de Siess nos diagramas cor-cor; (ii) possíveis candidatas a pertencer a CMa R1 – essas fontes foram consideradas jovens por apenas um dos métodos; (iii) de origem indefinida – esses objetos não tiveram sua origem definida por nenhum dos métodos ou eles proveram resultados contraditórios, esse fato ocorreu para apenas 4 fontes; (iv) possíveis candidatas a objeto de campo: (v) essas fontes foram classificadas como não pertencentes a CMa R1 por apenas um dos métodos. candidatas a objetos de campo: ao contrário das candidatas a membro de CMa R1 essas fontes foram rejeitadas desse grupo pelos dois métodos. Os números de fontes classificadas em cada grupo estão apresentados na Tabela 5.1.

Cerca de 34 candidatas tiveram sua natureza confirmada por Fernandes (2014),

Tabela 5.1 - Número de fontes candidatas a objetos jovens baseado nos diagramas de razão de dureza.

Field	CMaR1 <sup>a</sup>	P. CMaR1 <sup>b</sup>	INDEFF <sup>c</sup>	P. Other <sup>d</sup>	Other <sup>e</sup>	Total
E	86	51	37	13	-	187
C	20	36	28	-	-	84
S	9	10	17	1		37
W	25	26	24	3	1	79
Total	140	123	106	17	1	387

(a) Número de fontes candidatas a objetos jovens pertencentes a CMa R1; (b) Possíveis candidatas a pertencer a CMa R1; (c) Objetos com origem indefinida; (d) Possíveis candidatas a objetos do campo; (e) Candidatas a objetos do campo.

que realizou um estudo de 83 objetos, com base em dados ópticos do telescópio Gemini na direção da nebulosa de reflexão (campo E), 9 foram classificadas como estrelas pré-sequência principal de massa intermediária, 24 estrelas T Tauri de linhas fracas e 6 como T Tauri clássicas. Duas fontes classificadas como indefinidas nesse trabalho também podem ser consideradas membros de CMa R1, pois foram classificadas como estrelas pré-sequência principal e T Tauri de linhas fracas e outros 3 objetos estudados por eles, coincidentes com as fontes X, não foram classificados por esses autores. Esse estudo também é uma comprovação da eficiência do método adotado neste trabalho para identificação dos membros de CMa R1.

Esses resultados foram importantes pois aumentaram para 265 o número de objetos que devem fazer parte da região de formação estelar CMa R1, dentre eles cerca de 46 fontes já havia sido estudada por Gregorio-Hetem et al. (2009). Além disso, cerca de 104 fontes X, que também estão na região, necessitam de mais análises para ter sua natureza confirmada. Apenas 18 delas possuem característica distinta à dos membros de CMa R1, e portanto não devem pertencer a região. Dentre as candidatas de CMa R1 43 devem se tratar de sistemas múltiplos, nos quais 40 e 3 possuem duas e três contrapartidas respectivamente.

A lista das fontes detectadas pelo satélite XMM está apresentada na Tabela A1.



## Conclusões e Perspectivas

Com base em observações realizadas com o satélite ROSAT Gregorio-Hetem et al (2009) identificaram 98 fontes X em CMa R1. Essas observações tiveram um limite de detecção de  $L_X \sim 6 \times 10^{29}$  erg/s que revelou uma população estelar jovem predominantemente de baixa massa, com indícios de terem sido geradas em dois episódios diferentes de formação estelar. Embora o satélite ROSAT possuía um grande campo de visão o que permite a observação de uma grande área do céu ( $2^\circ$ ), ele tem uma resolução angular de apenas  $25''$ , de forma a não conseguir resolver espacialmente diversas fontes.

Esses resultados motivaram um pedido de observações mais sensíveis e com maior resolução espacial a fim de realizar um estudo mais detalhado da população estelar nessa região. Para esse fim, em 2010 e 2011 foram observados com as três câmeras EPIC do satélite *XMM-Newton*, quatro campos (cada um com  $30''$  de diâmetro, com alguma sobreposição) com tempo de exposição de aproximadamente 30 ks. Esses campos estão localizados: nas proximidades da estrela Z CMa – Campo E; nas vizinhanças da estrela GU CMa – Campo W; e entre ambos – Campos C e S (Fig. 2.7), chamada região “inter-almoguerados”.

Utilizando os pacotes padrões de redução e análise de dados do SAS foram identificadas 387 fontes X, 197 no campo E, 84 em C, 37 em S e 79 em W, por meio de dois métodos de detecção: individual (por câmera EPIC), no qual foram detectadas 340 com a câmera PN, 170 com a MOS1 e 211 com a MOS2, e mosaico, que indicou 351 objetos. 312 foram observados pelos dois métodos.

Os dados obtidos com a câmera PN foram utilizados para identificar a natureza jovem das fontes observadas por meio de diagramas de razão de dureza, curvas de luz e espectros.

Foram construídos dois tipos de diagramas de razão de dureza (HRD) B2011 e

H2011, um utilizando as bandas de energia adotadas por Barrado et al. (2011) – variando entre 0,5 e 7,3keV:  $S_B = 0,5 - 1,0\text{keV}$ ,  $M_B = 1,0 - 2,0\text{keV}$  e  $H_B = 2,0 - 7,3\text{keV}$ ; e outro por Hasinger et al. (2001) variando entre 0,2 e 4,5keV:  $S_H = 0,2 - 0,5\text{keV}$ ,  $M_H = 0,5 - 2,0\text{keV}$  e  $H_H = 2,0 - 4,5\text{keV}$ . A comparação entre a razão de dureza das fontes X para modelos de plasma térmico (APEC) e de lei de potência (PWL) revelou 133 fontes dentro das grades APEC, 9 nas grades PWL e 54 na região de intersecção de ambas as grades nos diagramas B2011 e 137, 8 e 33 respectivamente, nos diagramas H2001. Visto que o modelo APEC deve representar muito bem os objetos estelares jovens pertencentes a CMaR1 e o PWL deve modelar objetos compactos ou extragalácticos presentes no campo, a combinação desses resultados forneceu uma amostra de 183 candidatas a membro de CMa R1, 11 objetos de outra origem e 193 com natureza indefinida, das quais 44 podem ser representadas pelos dois modelos.

Uma comparação desses resultados com as idades determinadas para as contrapartidas infravermelhas das fontes X mostrou que  $\sim 80\%$  dos objetos com idades entre 0,2 Myr e zero da sequência principal estudados nos dois diagramas, de dureza (B2011 e H2001) e cor-magnitude, são compatíveis somente com as grades de modelo APEC e menos de 10% apenas com o PWL confirmando a eficiência desse método para identificar objetos estelares jovens por meio dos HRDs. Embora diagramas B2011 tenham permitido analisar uma quantidade maior de objetos do que os H2001, boa parte deles se encontra na região de intersecção dos dois modelos, APEC e PWL. Por outro lado, os diagramas H2001 separaram melhor a amostra estudada, ou seja, tiveram mais objetos dentro das grades APEC e menos na região de intersecção dos dois modelos. Como a diferença entre a quantidade de objetos dentro das grades de interesse (APEC) é muito pequena (2) não foi possível eleger apenas um tipo de diagrama para as análises em raios X, ambos são complementares.

As curvas de luz, obtidas por meio dos dados da câmera PN no intervalo de energia 0,5 a 7,3 keV, revelaram que  $\sim 10\%$  da amostra estudada (32 fontes) possuíam comportamento anômalo, nos quais 10 apresentaram fenômenos candidatos a *flares*, 5 deles confirmados pelos critérios de Stelzer et al. (2007) e 3 classificados como parciais, pois apenas parte dele pôde ser detectado. Esses fenômenos são esperados principalmente em estrelas do tipo T Tauri, por causa de sua atividade coronal ou interação do material com o disco. Todos os objetos com *flares* haviam sido classificados como candidatos a membros



de CMa R1.

Foram extraídos espectros de baixa resolução de 54 fontes mais brilhantes em raios X na região estudada. Apenas para 23 foi possível obter um bom ajuste por método de mínimos quadrados ( $\chi^2$  entre 0,75 e 1,3) do modelo de plasma térmico APEC combinado com o de absorção PHABS, no qual foi possível determinar os parâmetros: densidade colunar de hidrogênio ( $N_H$ ), temperatura de plasma (kT), abundância ( $Z$ ) e o fluxo em raios X ( $F_X$ ). Para essa amostra os valores de  $N_H$  encontrados variaram de 0,05 a  $0,46 \times 10^{-22} \text{ cm}^{-2}$  com valor médio de  $0,19 \pm 0,09 \times 10^{-22} \text{ cm}^{-2}$  que corresponde a uma extinção de  $A_V = 0,9 \pm 0,5 \text{ mag}$ , este valor é compatível com  $A_V = 1.0 \text{ mag}$  adotado por Gregorio-Hetem et al. (2009) para essa região. Os valores encontrados para temperatura do plasma (kT1) e para abundância ( $Z$ ) são semelhantes aos encontrados em outras regiões de formação estelar como:  $\sigma$  Orionis e  $\eta$  Chamaleontis (López-Santiago et al. 2008, 2010) e Pipe Nebula (Forbrich et al. 2010). As temperaturas variam entre 0,8 e 3,1 keV com um valor médio de  $1,3 \pm 0,5 \text{ keV}$ , nos quais os kTs mais altos ( $> 2 \text{ keV}$ ) são de fontes que possuem os maiores flares (e001 e e003). As abundâncias variam entre 0,04 a  $0,34 Z_\odot$  com valor médio de  $0,11 \pm 0,06 Z_\odot$ . Os fluxos encontrados estão em uma faixa de  $1,5$  a  $55 \times 10^{-14} \text{ erg/cm}^2/\text{s}$ . Todas as fontes para as quais foi possível ajustar o modelo de plasma térmico ao espectro já tinham sido consideradas objetos jovens pelas análises feitas por meio dos HRDs.

A luminosidade X ( $L_X$ ) foi calculada adotando um fator de conversão de energia  $\text{ECF} = (1,60 \pm 0,04) \times 10^{-12} \text{ erg/cm}^2/\text{cts}$ , obtido pelo ajuste de uma função linear, entre os fluxos obtidos pelos espectros e as taxas de contagens. As 340 fontes detectadas com a câmera PN apresentaram  $1,8 \times 10^{29} \text{ erg/s} < L_X < 7,7 \times 10^{29} \text{ erg/s}$ . O fator de conversão é compatível com o resultado do programa PIMMS adotando-se os valores médios dos parâmetros obtidos por meio dos ajustes do modelo APEC aos espectros. O ECF também foi utilizado para determinar o limite de detecção de cada campo: 2, 2,6, 2,8 e  $1,8 \times 10^{29} \text{ erg/s}$  para os campos E, C, W e S respectivamente. Estes valores são inferiores ao das observações feitas como satélite ROSAT ( $6 \times 10^{29} \text{ erg/s}$ ) para essa região (Gregorio-Hetem et al 2009), conseqüentemente foi possível detectar fontes mais fracas com satélite XMM.

Para complementar o estudo das fontes X de CMa R1 foi realizada uma análise das suas contrapartidas 2MASS, por meio de diagramas cor-cor e cor-magnitude. Foram avaliadas 520 candidatas a contrapartidas infravermelhas associadas a 341 fontes X. Pela

comparação das cores e magnitudes das candidatas a contrapartidas 2MASS às isócronas de Siess, foram descartadas 117 contrapartidas consideradas não membros de CMa R1. E ao analisar apenas os objetos com boas medidas (*flag* AAA), foram classificadas 222 fontes X candidatas a pertencerem a CMa R1, 153 de origem indefinida, e apenas 12 prováveis objetos de ao campo.

Por meio dos diagramas cor-magnitude foram estimadas as massas e idades das contrapartidas infravermelhas dos 222 possíveis membros de CMa R1. Baseadas nas trilhas evolutivas de Siess e na isócrona de 3 Myr de Padova foram estimadas massas entre 0,1 e 17  $M_{\odot}$ . A função de massa comprova que essa região abriga uma população predominantemente de baixa massa ( $\sim 80\%$  das massas estimadas), nos quais os campos E e W possuem mais objetos com massas inferiores a 2  $M_{\odot}$  (81% e 80%, respectivamente) que os campos C(77%) e S(76%). E apenas 3 objetos possuem mais que 7 $M_{\odot}$ , 2 no campo E e 1 em C.

Para a amostra de candidatas a contrapartidas infravermelhas das fontes X foram estimadas idades entre 0,2 Myr e idade Zero da Sequência Principal (variando de 19 a 55 Myr), que foram distribuídas em três faixas de idades: muito jovem – entre 0,2 e 5 Myr; intermediária – entre 5 e 10 Myr; e mais velha – superior a 10 Myr. O campo E é o que apresenta uma população mais jovem, cerca de  $\sim 54\%$  das contrapartidas com idades estimadas são mais jovens que 5 Myr, sendo a maioria delas tem idade menor que 2 Myr e apenas 30% são mais velhas de 10Myr. Por outro lado, o campo W apresenta uma proporção inversa de objetos jovens, 58% dos seus objetos com idades superiores e 30% têm menos de 5 Myr. Essas proporções não são as mesmas encontradas por Gregorio-Hetem et al. (2009), pois uma porcentagem menor de objetos mais velhos foram identificados por eles. Esses resultados indicam que foi possível observar objetos estelares jovens mais velhos com o satélite XMM, provavelmente porque eles emitem menos radiação em raios X que os objetos mais jovens. A distribuição espacial das fontes em função das faixas de idades mostra claramente que os campos C e S abrigam populações dos dois grupos, mais jovens (à esquerda) e mais velhos (à direita), no entanto a maioria das fontes mais jovens do campo C possuem mais que 2 Myr e o campo S é o que apresenta maior porcentagem (22%) de objetos com idade intermediária.

Por meio da distribuição espacial das fontes X também foi possível verificar que a maioria (77%) das fontes à direita das isócronas de Siess nos diagramas cor-magnitude,

coincidem com as regiões com alta emissão CO, que evidencia a presença de material interestelar. Boa parte desses objetos estão na região dos aglomerados BRC 27 e vdB RN92 que tiveram  $A_V$  estimados em 6,5 e 4,4 mag, respectivamente, por Soares & Bica (2002, 2003). Estes valores são aproximadamente 7 e 5 vezes maiores do que o valor médio adotado no presente trabalho, de forma que para se ter uma boa estimativa dos parâmetros dessas contrapartidas é necessário um estudo mais detalhado da extinção nessa região.

A maioria das fontes X segue a relação esperada entre o fluxo em raios X e a magnitude aparente J de estrelas T Tauri, análoga à  $\log L_X = 31(\pm 0,4) - 0,33 M_J$  encontrada por Gregorio-Hettem et al. (2009) para as fontes ROSAT de CMaR1 e semelhante as encontradas para as estrelas jovens associadas a nuvens próximas, como Chamaeleon e  $\rho$  Ophiuchi (Feigelson et al. 1993, Casanova et al. 1995).

As observações realizadas pelo satélite XMM resultaram em uma amostra de 387 fontes (187, 84, 37 e 79 nos campos E, C, S e W respectivamente), para as quais foram encontradas 371 candidatas a contrapartidas infravermelhas 2MASS com boa qualidade astrométrica e fotométrica, associadas a 341 fontes X. Combinando os resultados obtidos por meio dos diagramas de razão de dureza e cor-cor foram identificadas 140 candidatas a membro de CMa R1, 123 possíveis candidatas a pertencer a CMa R1, 106 de origem indefinida, 17 possíveis candidatas a objeto de campo e apenas 1 candidata a objeto de campo.

Além disso, foi confirmada a existência de dois grupos com idades distintas, um mais jovem próximo a ZCMa (campo E) e outro mais velho na vizinhança de GUCMa (campo W). A região entre esses dois aglomerados (campos C e S) parece abrigar a mistura dessas duas populações, reforçando a hipótese de formação sequencial nessa região.

Esses resultados motivaram a realizar durante o pós-doutoramento, um estudo mais detalhado, semelhante ao apresentado em Santos-Silva et al. (2012), das contrapartidas infravermelhas, provenientes dos catálogos 2MASS e WISE, das fontes X da região.

Mapas de densidade estelar superficial e perfis radiais de densidade devem ser utilizados para tentar identificar a presença de novos aglomerados estelares na região, além dos já conhecidos: NGC 2327, BRC 27 e vdB-R 92 estudados por Soares & Bica (2002; 2003). Os mapas e perfis também serão utilizados para determinar os parâmetros estruturais, desses aglomerados.

Um estudo detalhado da extinção, semelhante ao proposto Fernandes et al. (2012),

afim de possibilitar a determinação dos parâmetros fundamentais (massas e idades) das 62 fontes à direita dos diagramas cor-cor.

Esses parâmetros devem ser comparados com aqueles estudados em Santos-Silva & Gregorio-Hetem (2012) na tentativa de identificar os estágios evolutivos destes objetos, e por fim, discutiremos a ocorrência, ou não, de uma mistura de populações originárias de diferentes episódios de formação estelar, na tentativa de entender melhor o histórico de formação estelar em CMa R1.

Além disso, pretende-se elaborar um pedido de tempo de observação com satélite XMM para estudar a emissão X no aglomerado Lynga 14, que acredita-se apresentar um cenário de formação estelar semelhante ao de CMa R1, além de estudar as propriedades em raios X dos únicos aglomerados estudados por Santos-Silva & Gregorio-Hetem (2012) que possuem dados nos arquivos do XMM: NGC 2302, NGC 2362, NGC 3590, NGC 6604 e Trumpler 18, para compará-las com as propriedades de CMa R1 estudadas durante esse trabalho, visando de realizar um estudo sistemático dos parâmetros obtidos por intermédio dos dados em raios X.

## Referências

- Adams, F. C., Porszkow, E. M., Fatuzzo, M., Myers, P. C. 2006, ApJ 641, 504
- Aikawa, Y., et al. 2002, A&A, 386, 622
- Albacete Colombo, J. F., Méndez, M., Morrell, N. I. 2003, MNRAS, 346, 704
- Joy, Alfred H. 1945, ApJ, 102, 168J
- Ambartsumian, V. A.; Mirzoian, L. V., 1982, Ap&SS, 84, 317A
- André, P. & Montmerle, T. 1994, ApJ, 420, 837
- Armitage PJ, Clarke CJ. 1996. MNRAS 280, 45,68
- Barrado, D., Stelzer, B., Morales-Calderin, M., Bayo, A., Hulamo, H. Stauffer, J, R., Hodgkin, S., Galindo, F., Verdugo, E. 2011, A&A, 526A, 21
- Bertout, Claude; Harder, Stephan; Malbet, Fabian; Mennessier, Catherine; Regev,
- Bessell, M. S., Brett, J. M. 1988, PASP, 100, 1134
- Bonatto, C., Bica, E. 2009, MNRAS, 397, 1915
- Bonatto, C., Bica, E. 2009, MNRAS, 397, 1915B
- Bontemps S, André P, Terebey S, Cabrit S. 1996. A&A,. 311, 858,72
- Bouvier J, Forestini M, Allain S. 1997. A&A,. 326, 1023,43
- Bradt, H. V. & Kelley, R. L. 1979, ApJ, 228, L33
- Bruhweiler F.C. et al. 2002, BAAS 33, 1450
- Calvet, N.; Basri, G.; Kuhl, L. V., 1984, ApJ, 277, 725C
- Calvet, Nuria; Gullbring, Erik, 1998, ApJ, 509, 802C
- Cameron AC, Campbell CG. 1993. A&A,. 274, 309,18
- Canto, J., Raga, A.C., & Rodríguez, L.F. 2000, ApJ, 536, 896
- Cardelli, J.A., Clayton, G.C., Mathis, J.S. 1989, ApJ, 345, 245
- Carpenter, J. M. 2000, AJ, 120, 3139

- De Campli, W. M., 1981, *ApJ*, 44, 124D
- den Boggende, A. J. F.; Mewe, R.; Gronenschild, E. H. B. M.; Heise, J.; Grindlay, J.E., 1978,*A&A*, 62
- Dorland H. & Montmerle T. 1987, *A&A* 177, 243
- Dutrey, A.; Guilloteau, S.; Simon, M., 1994, *A&A*, 286, 149D
- Edwards S, Strom SS, Hartigan P, Strom KM, Hillenbrand LA, et al. 1993. *AJ*, 106, 372,82
- Favata, F., et al. 2002, *A&A*, 386, 204
- Favata, F., et al. 2002, *A&A*, 386, 204
- Favata, F., Micela, G., & Reale, F. 2001, *A&A*, 375, 485
- Feigelson ED, Giampapa MS, Vrba FJ. 1991. In *the Sun in Time*, ed. CP Sonett, MS
- Feigelson ED, Kriss GA. 1981. *ApJ, Lett.* 248, L35,38
- Feigelson, E. D., Broos, P., Gaffney, J. A. III, et al. 2002, *ApJ*, 574, 258
- Feigelson, E. D., Gaffney, J. A. III, Garmire, G., et al. 2003, *ApJ*, 584, 911
- Feigelson, E. D.; Decampli, W. M., 1981*ApJ*, 243L, 89F
- Feigelson, E.D., & Montmerle, T. 1999, *ARA&A*, 37, 363
- Feigelson, E.D., et al. 2002a, *ApJ*, 574, 258F
- Feigelson, E.D., Garmire, G.P. & Pravdo, S.H., 2002b, *ApJ*, 572, 335F
- Feigelson, Eric D.; Getman, Konstantin V.; Townsley, Leisa K.; Broos, Patrick S.; Povich, Matthew S.; Garmire, Gordon P.; King, Robert R.; Montmerle, Thierry; Preibisch, Thomas; Smith, Nathan; 2011, *ApJS*, 194, 9
- Fernandes, B.; Gregorio-Hetem, J.; Hetem, A. 2012. *A&A*, 541A, 95F
- Fernandes, B., Tese de doutorado 2014. IAG-USP
- Ferreira J, Pelletier G. 1995. *A&A*,. 295, 807
- Finkenzeller U, Basri G. 1987. *ApJ*, 318, 832,43
- Flaccomio, E., Damiani, F., Micela, G., Sciortino, S., Harnden, F. R., Jr., Murray, S. S., Wolk, S. J. 2003, *ApJ*, 582, 398
- Fleming, T. A., Giampapa, M. S., & Schmitt, J. H. M. M., 2000, *ApJ*, 533, 372
- Güdel, M., Briggs, K. R., Montmerle, T., Audard, M., Rebull, L., Skinner, S. L. 2008, *Science*, 319, 309
- Gagné M, Caillault J,P, Stauffer JR. 1995. *ApJ*, 445, 280,313
- Garmire, G., Feigelson, E. D., Brooks, P., et al. 2000, *AJ*, 120, 1426

- Getman, K. V., Feigelson, E. D., Grosso, N. et al. 2005b, *ApJS*, 160, 353
- Getman, K. V., Flaccomio, E., Broos, P.S., Grosso, N. et al. 2005a, *ApJS*, 160, 319
- Getman, Konstantin V.; Feigelson, Eric D.; Luhman, Kevin L.; Sicilia,Aguilar, Aurora;  
Wang, Junfeng; Garmire, Gordon P. 2009, *ApJ*, 699, 1454G
- Giampapa, MS Matthews, p. 658,81. Tucson, AZ, Univ. Ariz. Press
- Giardino, G.; Favata, F.; Micela, G.; Sciortino, S.; Winston, E., 2007, *A&A*, 463, 275G
- Girardi, L., Bertelli, G., Bressan, A., Chiosi, C., Groenewegen, M. A. T., Marigo, P.,  
Salasnich, B., Weiss, A. 2002, *A&A*, 391, 195
- Gizis, J. E., et al. 2000, *AJ*, 120, 1085
- Glassgold, A. E. & Najita, J. R. 2001, in *Young Stars Near Earth, Progress and Pros-*  
*pects* eds R. Jayawardhana & T. Greene, ASP Conf. 244, 251
- Gregorio-Hetem, J., Montmerle, T., Casanova, S., Feigelson, E., 1998, *A&A* 331, 193
- Gregorio-Hetem, J.; Montmerle, T.; Rodrigues, C. V.; Marciotto, E.; Preibisch, T.;  
Zinnecker, H. 2009, *A&A*, 506, 711
- Güdel, M., Briggs, K. R., Montmerle, T., Audard, M., Rebull, L., Skinner, S. L. 2008,  
*Science*,
- Hartmann L, Hewett R, Calvet N. 1994. *ApJ*, 426, 669
- Hartmann, Lee, 1998, *apfs.book*, H
- Hartmann, Lee; Boss, Alan; Calvet, Nuria; Whitney, Barbara, 1994, *ApJ*, 430L, 49H
- Hartmann, Lee; Kenyon, Scott J.; Calvet, Nuria, 1993, *ApJ*, 407, 219H
- Hasinger, G. et al. 2001, *A&A*, 365, 45
- Hayashi C. 1966. *ARA&A* 4, 171,92.
- Hayashi M, Shibata K, Matsumoto R. 1996. *ApJ, Lett.* 468, L37,40
- Herbig GH. 1978. In *Problems of Physics and Evolution of the Universe*, ed. LV  
Mirozyan, pp. 171,79, Yerevan, Acad. Sci. Armenian SSR
- Herbig, G. H., 1962, *stev.conf*, 23H
- Herbig, G. H.; Soderblom, D. R., 1980, *ApJ*, 242, 628H
- Hillenbrand, L. A. 1997, *AJ*, 113, 1733
- Imanishi, K., Koyama, K., & Tsuboi, Y. 2001a, *ApJ*, 557, 747
- Imanishi, K., Tsujimoto, M., & Koyama, K. 2001b, *ApJ*, 563, 361
- Jeffries, R. D., Naylor, T., Walter, F. M., Pozzo, M. P., Devey, C. R. 2009, *MNRAS*,  
393, 538

- Joy, Alfred H., 1945, *ApJ*, 102, 168J
- Knigl A. 1991. *ApJ*, 370, L39,43
- Knigl, A., & Pudritz, R. E. 2000, in *Protostars and Planets IV*, eds Mannings, V., Boss, A.P., & Russell, S. S. (Tucson, University of Arizona Press), p. 759
- Kastner, J. H., et al. 2002, *ApJ*, 567, 434
- King, I. 1962, *AJ*, 67, 471
- Kohno, M., Koyama, K., Hamaguchi, K. 2002, *ApJ*, 567, 423 (Erratum in *ApJ*, 580, Koyama, K., et al. 1996, *PASJ*, 48, L87
- Kroupa, P. 2001, *MNRAS*, 322, 231
- Kuhi, L. V., 1964, *ApJ*, 140.1409K
- López-Santiago, J., & Caballero, J. A. 2008 *A&A*, 491, 961
- López-Santiago, J.; Albacete Colombo, J. F.; López-García, M. A. 2010, *A&A*, 524, 97
- Lada C.J. 1987. In *Star Forming Regions*, IAU Symp. 115, eds. M Peimbert, J. JuguKu. Dordrecht, Kluwer
- Lada, C. J., Lada, E. A. 2003, *ARA&A*, 41, 57
- Lamzin SA, Bisnovaty, Kogan GS, Errico L, Giovannelli F, Katysheva NA, Rossi C, Vittone AA. 1996. *A&A*,. 306, 877,91
- Levy EH, Ruzmaikin AA, Ruzmaikina TV. 1991. In *the Sun in Time*, eds. CP Sonnett, MS Giampapa, MS Matthews, pp. 589,632. Tucson, Univ. Arizona Press
- Li J. 1996. *ApJ*, 456, 696,707
- McCaughrean, Mark J.; O'Dell, C. Robert, 1996*AJ*, 111.1977M
- Miller KA, Stone JM. 1998. *ApJ*, 489, 890,902
- Mizuno, A. & Fukui, Y. 2004 *ASPC* 317, 59
- Mohanty, S., et al. 2002, *ApJ*, 571, 469
- Montmerle T, Koch, Miramond L, Falgarone E, Grindlay JE. 1983. *ApJ*, 269, 182,201
- Montmerle, T., et al. 2000, *ApJ*, 532, 1097
- Montmerle, T.; Grosso, N.; Feigelson, E. D.; Townsley, L., 2002, *astro.ph*, 6033M
- Nayakshin, S., & Kazanas, D. 2002, *ApJ*, 567, 85
- Neuhäuser, R., & Comerón, F. 1999, *A&A*, 350, 612
- O'Dell, C.W. 2001, *ARA&A*, 39, 990
- Oded, 1996, *AJ*, 112.2159B
- Oey. M.S. 1996, *ApJ* 467, 666



- Oskinova, L. M.; Gruendl, R. A.; Ignace, R.; Chu, Y.,H.; Hamann, W.,R.; Feldmeier, A., 2010,ApJ,712,763O
- Paatz G, Camenzind M. 1996. A&A,. 308, 77,90
- Pfalzner, S. 2009, A&A, 498L, 37
- Pfalzner, S. 2011, A&A, 536, A90
- Piskunov A.E., Schilbach E., Kharchenko N.V., Roeser S., Scholz R.-D. 2007, A&A, 468,151
- Pittard, J.M., Hartquist, T.W. & Dyson J.E. 2001, A&A 373, 1043
- Porquet, D., et al. 2001, A&A, 376, 1113
- Pravdo, S. H., & Marshall, F. E. 1981, ApJ, 248, 591
- Pravdo, S. H., et al. 2001, Nature, 413, 708
- Preibisch T, Zinnecker H, Herbig GH. 1996. A&A,. 310, 456,73
- Preibisch T, Zinnecker H, Schmitt JHMM. 1993. A&A,. 279, L33,36
- Preibisch T. 1997a. A&A,. 320, 525,39
- Preibisch T. 1998. A&A,. 338, L25,28
- Preibisch, T., & Zinnecker, H. 2001, AJ, 122, 866
- Preibisch, T., & Zinnecker, H. 2002, AJ, 123, 1613
- Preibisch, Thomas; Hodgkin, Simon; Irwin, Mike; Lewis, James R.; King, Robert R.; McCaughrean, Mark J.; Zinnecker, Hans; Townsley, Leisa; Broos, Patrick, 2011, ApJS, 194, 10P
- Pudritz, R. E., & Ouyed, R. 1999, Astrophysical Discs , AnEC Summer School, ASP Conf. Ser. 160, p. 142.
- Pudritz, R. E.; Norman, C. A., 1983ApJ, 274, 677P
- Rauw, G., Nazé, Y., Gosset, E., Stevens, I. R., Blomme, R., Corcoran, M. F., Pittard, J. M., Runacres, M. C. 2002, A&A, 395, 499
- Reipurth, B. & Bally, J. 2001, ARA&A, 39, 403
- Reipurth, Bo; Bertout, Claude, 1997, IAUS, 182, R
- Rieke, G. H., e Lebofsky, M. J. 1985, ApJ, 288, 618
- Ryter, C. 1996, Ap&SS, 236, 285
- Safier PN. 1998. ApJ, 494, 336,41
- Santos-Silva, T. & Gregorio-Hetem, J. 2012, A&A 547, A107
- Shu FH, Shang H, Glassgold AE, Lee T. 1997. Science 277, 1475,79

- Shu, Frank H.; Adams, Fred C.; Lizano, Susana, 1987, *ARA&A*, 25, 23S
- Siess, L. et al. 2000, *A&A*, 358, 593
- Siess, L.; Dufour, E.; Forestini, M. 2000 *A&A*, 358, 593
- Siess, L.; Forestini, M.; Bertout, C., 1997, *A&A*, 326, 1001S
- Soares, J. B., Bica, E. 2003, *A&A* 404, 217
- Soares, J. B., Bica, E., 2002, *A&A* 388, 172
- Spruit HC, Foglizzo T, Stehle R. 1997. *MNRAS* 288, 333,42
- Stapelheldt KR, Krist JE, Ménard F, Bouvier J, Padgett DL, Burrows CJ. 1998. *ApJ*, 502, L65,69
- Strickland, D.K., & Stevens I.R. 1998, *MNRAS* 297, 747
- Strom KM, Strom SE. 1994. *ApJ*, 424, 237,56
- Townsley L.K., Feigelson E. D., Montmerle T., Broos P.S., Chu Y,H., Garmire G. P. 2003, *ApJ*, 593, 874
- Townsley, Leisa K. et al. 2011, *ApJS*, 194,
- Tsuboi Y, Koyama K, Murakami H, Hayashi M, Skinner S, et al. 1998. *ApJ*, 503, 894,901
- Tsuboi, Y., et al. 2000, *ApJ*, 532, 1089
- Tsuboi, Y., et al. 2001, *ApJ*, 554, 734
- Uchida, Y.; Shibata, K., 1984 *PASJ*, 36, 105U
- Walter FM, Kuhl LV. 1981. *ApJ*, 250, 254,61
- Walter FM, Kuhl LV. 1984. *ApJ*, 284, 194,201
- Wang, J., Feigelson, E. D., Townsley, L. K., Romón, Zuniga, C. G., Lada, E., Garmire, G. 2009, *ApJ*, 696, 47
- Wang, J., Townsley, L. K., Feigelson, E. D.; Broos, P. S.; Getman, K. V., Romón, Zúñiga, C. G.; Lada, E. 2008, *ApJ* 675, 464
- Weaver R., et al. R. 1977, *ApJ* 218, 377
- WolK SJ, Walter FM. 1996. *AJ*, 111, 2066,76
- Wright, N. J.; Drake, J. J.; Drew, J. E.; Vink, J. S., 2010 *ApJ*, 713, 871W
- Zhekov SA, Palla F, Myasnikov AV. 1994. *MNRAS* 271, 667,75

# Apêndice



## Catálogo de fontes X

A tabela de fontes detectadas com o satélite *XMM-Newton* é apresentada a seguir, onde estão listados os parâmetros obtidos por meio dos dados em raios X: a identificação das fontes X (1); coordenadas  $J_{2000}$  (2, 3) Máxima verossimilhança (4); Luminosidade X (5); Taxa de contagens detectadas em cada câmera EPIC: PN, MOS1 e MOS2 individualmente (6, 7 e 8); razão de dureza PN nas bandas B2011 (9 e 10) e H2001 (11 e 12); e classificação final das fontes (13), nessa classificação foram adotadas as seguintes indicações: “CMaC” para as fontes candidatas a pertencerem a CMa R1; “PCC” para as possíveis candidatas a membro; “IND” para fontes com classificação indefinida; “PF” para possíveis objetos de campo; e “FC” para candidatas a objeto de campo.

Tabela A.1 - Fontes de raios X detectadas nas imagens combinadas das cameras EPIC: PN, MOS1 e MOS2.

ID <sup>(1)</sup> CMaX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	$L_X^{(5)}$ ( $10^{30}$ erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks) MOS1 <sup>(7)</sup> MOS2 <sup>(8)</sup>	HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
e001	07 05 04.7	-11 43 06.08	5.257	41.83 ± 1.00	217.6 ± 5.2	23.6 ± 3.6	0.19 ± 0.03	-0.25 ± 0.03	0.83 ± 0.02	-0.59 ± 0.02	CMaC
e002	07 04 04.1	-11 26 09.14	2.419	12.92 ± 0.46	67.2 ± 2.4	22.1 ± 1.2	0.13 ± 0.04	-0.41 ± 0.04	0.78 ± 0.02	-0.68 ± 0.03	CMaC
e003	07 03 57.1	-11 28 29.73	2.190	20.96 ± 0.60	109.0 ± 3.1	18.2 ± 1.0	0.08 ± 0.03	-0.38 ± 0.04	0.63 ± 0.02	-0.69 ± 0.02	CMaC
e004	07 04 19.3	-11 25 05.45	1.814	10.94 ± 0.44	56.9 ± 2.3	23.9 ± 1.6	0.10 ± 0.04	-0.42 ± 0.05	0.83 ± 0.03	-0.71 ± 0.03	CMaC
e005	07 04 18.5	-11 42 35.81	1.406	7.15 ± 0.31	37.2 ± 1.6	-	-0.08 ± 0.05	-0.40 ± 0.06	0.75 ± 0.03	-0.72 ± 0.03	CMaC
e006	07 04 52.6	-11 38 47.61	1.159	6.36 ± 0.34	33.1 ± 1.7	7.0 ± 0.8	-0.60 ± 0.04	-0.79 ± 0.11	0.73 ± 0.04	-0.95 ± 0.02	CMaC
e007	07 04 21.5	-11 37 02.14	1.065	3.78 ± 0.20	19.7 ± 1.0	6.4 ± 0.5	-0.09 ± 0.05	-0.63 ± 0.07	0.80 ± 0.04	-0.86 ± 0.03	CMaC
e008	07 04 12.4	-11 39 22.26	893	3.03 ± 0.18	15.7 ± 0.9	5.0 ± 0.5	-0.39 ± 0.06	-0.49 ± 0.10	0.71 ± 0.04	-0.84 ± 0.04	PCC
e009	07 04 38.5	-11 31 24.72	966	4.24 ± 0.24	22.0 ± 1.2	4.5 ± 0.6	-0.69 ± 0.04	-0.60 ± 0.15	0.44 ± 0.04	-0.94 ± 0.03	CMaC
e010	07 04 30.0	-11 47 21.05	934	10.76 ± 0.53	56.0 ± 2.8	-	0.51 ± 0.05	-0.52 ± 0.05	-	-	CMaC
e011	07 03 51.6	-11 34 54.09	943	6.16 ± 0.52	32.1 ± 2.7	8.0 ± 0.6	-0.03 ± 0.09	-0.67 ± 0.11	0.76 ± 0.06	-0.82 ± 0.06	CMaC
e012	07 04 19.2	-11 33 46.60	842	13.68 ± 0.60	71.2 ± 3.1	4.5 ± 0.4	0.14 ± 0.05	-0.52 ± 0.05	0.91 ± 0.03	-0.71 ± 0.03	PCC
e013	07 04 22.6	-11 31 38.20	836	3.41 ± 0.20	17.7 ± 1.0	4.9 ± 0.7	0.07 ± 0.06	-0.54 ± 0.07	0.94 ± 0.03	-0.73 ± 0.04	CMaC
e014	07 04 08.0	-11 23 09.53	898	8.37 ± 0.48	43.5 ± 2.5	15.5 ± 1.2	0.67 ± 0.06	-0.03 ± 0.06	1.00 ± 0.01	-0.24 ± 0.06	IND
e015	07 03 54.8	-11 28 18.67	853	4.35 ± 0.29	22.6 ± 1.5	8.6 ± 1.0	0.02 ± 0.07	-0.56 ± 0.08	0.84 ± 0.05	-0.81 ± 0.05	CMaC
e016	07 03 58.9	-11 35 30.29	739	2.88 ± 0.18	15.0 ± 0.9	3.1 ± 0.5	0.10 ± 0.06	-0.64 ± 0.07	0.84 ± 0.04	-0.82 ± 0.04	CMaC
e017	07 03 55.8	-11 29 30.92	755	4.29 ± 0.25	22.3 ± 1.3	6.7 ± 0.6	-0.07 ± 0.06	-0.56 ± 0.08	0.78 ± 0.04	-0.82 ± 0.04	CMaC
e018	07 04 28.2	-11 34 41.38	597	2.58 ± 0.18	13.4 ± 0.9	3.2 ± 0.4	-0.15 ± 0.07	-0.58 ± 0.09	0.82 ± 0.05	-0.84 ± 0.04	CMaC
e019	07 04 03.1	-11 33 57.80	692	3.25 ± 0.21	16.9 ± 1.1	5.2 ± 0.5	0.36 ± 0.07	-0.35 ± 0.07	0.93 ± 0.04	-0.57 ± 0.05	CMaC
e020	07 04 09.6	-11 30 13.23	552	3.23 ± 0.22	16.8 ± 1.2	8.6 ± 0.8	-0.09 ± 0.07	-0.54 ± 0.09	0.66 ± 0.05	-0.83 ± 0.04	CMaC
e021	07 04 56.5	-11 29 31.29	586	4.27 ± 0.31	22.2 ± 1.6	9.0 ± 0.9	-0.24 ± 0.07	-0.49 ± 0.11	0.86 ± 0.04	-0.77 ± 0.05	CMaC
e022	07 04 26.4	-11 31 19.49	579	2.61 ± 0.18	13.6 ± 0.9	3.8 ± 0.4	-0.12 ± 0.07	-0.58 ± 0.09	0.80 ± 0.05	-0.79 ± 0.04	CMaC
e023	07 03 49.0	-11 41 52.15	667	4.00 ± 0.27	20.8 ± 1.4	7.0 ± 0.7	-0.23 ± 0.07	-0.51 ± 0.10	0.71 ± 0.05	-0.84 ± 0.04	CMaC
e024	07 04 23.5	-11 32 49.63	506	2.31 ± 0.16	12.0 ± 0.8	3.3 ± 0.4	-0.05 ± 0.07	-0.49 ± 0.09	0.80 ± 0.05	-0.79 ± 0.05	CMaC
e025	07 04 18.0	-11 34 25.56	494	1.60 ± 0.14	8.3 ± 0.7	3.2 ± 0.4	0.08 ± 0.10	-0.37 ± 0.11	0.88 ± 0.06	-0.63 ± 0.07	CMaC
e026	07 03 55.9	-11 33 38.37	573	4.18 ± 0.23	21.7 ± 1.2	1.4 ± 0.3	0.14 ± 0.06	-0.37 ± 0.06	0.98 ± 0.02	-0.66 ± 0.04	CMaC
e027	07 04 24.0	-11 42 05.79	517	- ± -	16.5 ± 1.1	5.3 ± 0.6	-0.15 ± 0.07	-0.82 ± 0.09	0.71 ± 0.05	-0.91 ± 0.04	CMaC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaxX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	L <sub>X</sub> <sup>(5)</sup> (10 <sup>30</sup> erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	C <sub>class</sub> <sup>(13)</sup>
					MOS1 <sup>(7)</sup>	MOS2 <sup>(8)</sup>						
e028	07 04 16.0	-11 24 01.98	498	4.77 ± 0.34	24.8 ± 1.8	7.4 ± 0.8	5.1 ± 0.8	-0.34 ± 0.07	-0.78 ± 0.11	0.87 ± 0.04	-0.93 ± 0.04	CMaxC
e029	07 04 56.0	-11 34 15.91	424	3.63 ± 0.71	18.9 ± 3.7	10.2 ± 0.9	8.0 ± 0.8	-0.14 ± 0.19	-0.56 ± 0.34	0.97 ± 0.13	-0.85 ± 0.15	CMaxC
e030	07 04 18.3	-11 25 24.83	227	2.75 ± 0.25	14.3 ± 1.3	3.7 ± 0.6	5.5 ± 0.8	-0.14 ± 0.09	-0.47 ± 0.13	0.71 ± 0.07	-0.79 ± 0.06	CMaxC
e031	07 03 56.0	-11 42 07.93	349	2.89 ± 0.24	15.0 ± 1.3	-	3.9 ± 0.5	-0.09 ± 0.08	-0.58 ± 0.12	0.86 ± 0.05	-0.81 ± 0.06	PCC
e032	07 04 01.3	-11 36 23.33	373	3.04 ± 0.32	15.8 ± 1.7	2.8 ± 0.4	3.7 ± 0.4	-0.14 ± 0.11	-0.50 ± 0.16	0.91 ± 0.06	-0.77 ± 0.08	PCC
e033	07 04 20.8	-11 36 43.42	104	-	-	1.6 ± 0.3	1.6 ± 0.3	-	-	0.70 ± 0.12	-0.83 ± 0.09	PCC
e034	07 04 00.0	-11 30 31.18	295	1.75 ± 0.15	9.1 ± 0.8	2.8 ± 0.4	2.3 ± 0.4	0.00 ± 0.09	-0.57 ± 0.12	0.83 ± 0.06	-0.83 ± 0.06	PCC
e035	07 04 31.1	-11 32 39.87	293	1.70 ± 0.17	8.9 ± 0.9	2.7 ± 0.4	2.8 ± 0.4	-0.18 ± 0.10	-0.54 ± 0.14	0.85 ± 0.07	-0.93 ± 0.05	CMaxC
e036	07 04 02.3	-11 25 37.12	290	3.08 ± 0.26	16.0 ± 1.3	3.5 ± 0.7	5.0 ± 0.7	0.04 ± 0.09	-0.61 ± 0.11	0.75 ± 0.06	-0.76 ± 0.06	PCC
e037	07 04 42.7	-11 36 12.15	282	2.24 ± 0.20	11.7 ± 1.0	3.3 ± 0.5	2.6 ± 0.4	0.16 ± 0.10	-0.25 ± 0.11	0.60 ± 0.08	-0.52 ± 0.08	CMaxC
e038	07 04 12.0	-11 21 28.72	314	4.72 ± 0.37	24.6 ± 1.9	7.1 ± 0.9	5.4 ± 1.1	0.22 ± 0.08	-0.46 ± 0.09	1.00 ± 0.01	-0.65 ± 0.07	CMaxC
e039	07 03 48.6	-11 31 49.24	405	4.29 ± 0.28	22.3 ± 1.4	2.1 ± 0.4	8.7 ± 1.0	-0.06 ± 0.06	-0.72 ± 0.09	0.61 ± 0.05	-0.88 ± 0.04	IND
e040	07 04 02.2	-11 23 29.31	426	14.46 ± 0.71	75.2 ± 3.7	-	14.7 ± 1.6	0.45 ± 0.06	-0.02 ± 0.05	1.00 ± 0.01	-0.29 ± 0.05	CMaxC
e041	07 04 42.1	-11 37 16.54	242	2.28 ± 0.20	11.9 ± 1.0	2.5 ± 0.4	2.2 ± 0.4	-0.13 ± 0.09	-0.38 ± 0.12	0.72 ± 0.07	-0.71 ± 0.06	CMaxC
e042	07 03 57.8	-11 24 18.99	256	2.49 ± 0.24	13.0 ± 1.3	4.0 ± 0.7	4.9 ± 0.8	-0.09 ± 0.10	-0.99 ± 0.08	0.76 ± 0.07	-0.97 ± 0.04	PCC
e043	07 04 04.1	-11 23 44.15	102	-	-	-	-	-	-	-	-	CMaxC
e044	07 03 55.8	-11 32 45.74	280	3.85 ± 0.29	20.0 ± 1.5	2.8 ± 0.4	7.6 ± 0.9	-0.12 ± 0.07	-0.66 ± 0.12	0.76 ± 0.06	-0.85 ± 0.05	CMaxC
e045	07 05 00.5	-11 37 40.99	225	2.61 ± 0.25	13.6 ± 1.3	5.1 ± 0.8	3.3 ± 0.6	0.09 ± 0.10	-0.64 ± 0.12	0.18 ± 0.08	-0.80 ± 0.07	PCC
e046	07 03 43.3	-11 33 06.00	202	1.75 ± 0.18	9.1 ± 0.9	2.7 ± 0.4	2.3 ± 0.5	-0.08 ± 0.10	-0.57 ± 0.15	0.82 ± 0.07	-0.79 ± 0.08	CMaxC
e047	07 04 23.4	-11 24 14.72	256	3.24 ± 0.42	16.9 ± 2.2	5.4 ± 0.7	7.3 ± 0.9	-0.07 ± 0.13	-0.44 ± 0.18	1.00 ± 0.03	-0.76 ± 0.10	IND
e048	07 05 09.7	-11 28 23.79	252	6.96 ± 0.47	36.2 ± 2.4	-	-	0.76 ± 0.07	0.21 ± 0.07	0.86 ± 0.08	-0.03 ± 0.07	CMaxC
e049	07 04 22.8	-11 30 47.06	183	1.39 ± 0.14	7.2 ± 0.7	2.3 ± 0.4	1.9 ± 0.4	-0.10 ± 0.10	-0.78 ± 0.14	0.79 ± 0.07	-0.89 ± 0.06	IND
e050	07 04 14.7	-11 42 17.31	173	1.73 ± 0.16	9.0 ± 0.9	-	4.1 ± 0.5	0.65 ± 0.11	0.04 ± 0.10	0.96 ± 0.06	-0.26 ± 0.10	CMaxC
e051	07 03 33.5	-11 34 25.92	198	1.84 ± 0.21	9.6 ± 1.1	1.4 ± 0.4	2.2 ± 0.5	0.08 ± 0.11	-0.64 ± 0.14	0.90 ± 0.09	-0.88 ± 0.07	CMaxC
e052	07 04 28.0	-11 46 27.03	176	2.29 ± 0.24	11.9 ± 1.2	-	3.4 ± 0.6	-0.21 ± 0.10	-0.58 ± 0.16	0.73 ± 0.13	-0.86 ± 0.07	IND
e053	07 04 01.4	-11 37 00.10	157	1.25 ± 0.13	6.5 ± 0.7	2.0 ± 0.3	1.7 ± 0.3	0.69 ± 0.16	0.29 ± 0.10	0.94 ± 0.09	-0.03 ± 0.12	CMaxC
e054	07 05 10.1	-11 29 39.63	199	3.21 ± 0.33	16.7 ± 1.7	10.8 ± 1.7	-	-0.07 ± 0.10	-0.58 ± 0.15	0.76 ± 0.07	-0.85 ± 0.07	CMaxC
e055	07 04 01.3	-11 28 43.73	145	1.95 ± 0.17	10.1 ± 0.9	-	-	-0.04 ± 0.09	-0.60 ± 0.12	0.83 ± 0.06	-0.80 ± 0.07	CMaxC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	$L_X^{(5)}$ ( $10^{30}$ erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		MOS2 <sup>(8)</sup>	HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
e056	07 03 54.0	-11 32 47.92	121	0.71 ± 0.12	3.7 ± 0.6	1.6 ± 0.3	1.3 ± 0.3	1.3 ± 0.3	-0.22 ± 0.16	-0.95 ± 0.21	0.85 ± 0.12	-0.88 ± 0.12	CMaC
e057	07 04 03.1	-11 32 07.02	120	0.86 ± 0.11	4.5 ± 0.6	1.3 ± 0.3	2.2 ± 0.3	2.2 ± 0.3	-0.05 ± 0.13	-0.39 ± 0.17	0.79 ± 0.09	-0.70 ± 0.10	CMaC
e058	07 04 01.1	-11 38 25.27	153	1.25 ± 0.13	6.5 ± 0.7	1.6 ± 0.3	1.9 ± 0.3	1.9 ± 0.3	-0.17 ± 0.11	-0.46 ± 0.16	0.91 ± 0.06	-0.84 ± 0.07	CMaC
e059	07 04 24.1	-11 25 00.14	127	2.44 ± 0.24	12.7 ± 1.3	2.5 ± 0.6	3.9 ± 0.8	3.9 ± 0.8	0.05 ± 0.10	-0.49 ± 0.13	0.76 ± 0.07	-0.68 ± 0.08	CMaC
e060	07 04 05.4	-11 28 54.99	120	1.57 ± 0.15	8.2 ± 0.8	2.1 ± 0.5	-	-	-0.07 ± 0.10	-0.49 ± 0.14	0.86 ± 0.06	-0.78 ± 0.07	PCC
e061	07 03 50.0	-11 32 14.08	107	0.75 ± 0.14	3.9 ± 0.7	-	2.2 ± 0.4	2.2 ± 0.4	-0.03 ± 0.19	-0.50 ± 0.25	0.48 ± 0.16	-0.78 ± 0.13	IND
e062	07 04 15.2	-11 33 56.12	114	—	-	1.9 ± 0.3	2.4 ± 0.3	2.4 ± 0.3	-	-	-	-	CMaC
e063	07 04 23.4	-11 27 16.35	137	1.16 ± 0.15	6.0 ± 0.8	2.0 ± 0.4	1.9 ± 0.4	1.9 ± 0.4	-0.31 ± 0.12	-0.72 ± 0.24	0.83 ± 0.09	-0.89 ± 0.08	CMaC
e064	07 04 34.4	-11 34 47.54	116	1.92 ± 0.28	10.0 ± 1.5	2.0 ± 0.3	1.7 ± 0.3	1.7 ± 0.3	0.27 ± 0.16	-0.30 ± 0.17	0.93 ± 0.08	-0.56 ± 0.12	PCC
e065	07 03 53.1	-11 29 33.99	106	1.49 ± 0.19	7.7 ± 1.0	8.5 ± 1.1	8.2 ± 1.0	8.2 ± 1.0	-0.07 ± 0.13	-0.46 ± 0.18	0.47 ± 0.12	-0.78 ± 0.10	PF
e066	07 04 22.1	-11 22 26.73	122	2.20 ± 0.25	11.4 ± 1.3	2.6 ± 0.6	2.8 ± 0.7	2.8 ± 0.7	-0.29 ± 0.12	-0.17 ± 0.17	1.00 ± 0.08	-0.75 ± 0.09	PCC
e067	07 04 00.5	-11 33 58.51	108	0.91 ± 0.12	4.7 ± 0.6	-	1.9 ± 0.3	1.9 ± 0.3	0.72 ± 0.13	-0.25 ± 0.13	0.87 ± 0.11	-0.47 ± 0.11	PCC
e068	07 04 02.3	-11 24 17.87	105	1.86 ± 0.24	9.7 ± 1.2	-	2.9 ± 0.7	2.9 ± 0.7	-0.14 ± 0.13	-0.54 ± 0.19	1.00 ± 0.04	-0.88 ± 0.08	PCC
e069	07 04 42.0	-11 46 27.50	97	1.80 ± 0.28	9.4 ± 1.4	2.8 ± 0.7	3.3 ± 0.7	3.3 ± 0.7	-0.39 ± 0.14	-0.59 ± 0.33	1.00 ± 0.08	-0.88 ± 0.17	CMaC
e070	07 04 54.2	-11 38 36.29	57	1.43 ± 0.20	7.4 ± 1.0	2.0 ± 0.6	1.7 ± 0.4	1.7 ± 0.4	-0.10 ± 0.14	-0.61 ± 0.20	0.68 ± 0.11	-0.79 ± 0.10	CMaC
e071	07 04 20.3	-11 24 29.89	59	1.36 ± 0.19	7.1 ± 1.0	2.3 ± 0.6	-	-	-0.15 ± 0.15	-0.30 ± 0.21	0.86 ± 0.11	-0.80 ± 0.11	CMaC
e072	07 03 55.0	-11 34 34.08	96	0.92 ± 0.12	4.8 ± 0.6	1.1 ± 0.3	1.7 ± 0.4	1.7 ± 0.4	-0.12 ± 0.13	-0.72 ± 0.19	0.96 ± 0.06	-0.91 ± 0.08	CMaC
e073	07 05 16.0	-11 32 04.62	97	2.54 ± 0.30	13.2 ± 1.6	-	-	-	-0.12 ± 0.12	-0.47 ± 0.19	0.91 ± 0.08	-0.78 ± 0.09	CMaC
e074	07 03 54.7	-11 36 04.77	77	0.82 ± 0.11	4.3 ± 0.6	-	-	-	0.01 ± 0.13	-0.78 ± 0.18	0.84 ± 0.09	-0.88 ± 0.08	CMaC
e075	07 04 03.2	-11 28 06.24	65	0.92 ± 0.13	4.8 ± 0.7	1.2 ± 0.3	-	-	-0.19 ± 0.15	-0.38 ± 0.22	1.00 ± 0.05	-0.70 ± 0.12	PCC
e076	07 03 38.6	-11 42 48.31	92	1.23 ± 0.19	6.4 ± 1.0	2.8 ± 0.6	2.6 ± 0.5	2.6 ± 0.5	0.18 ± 0.16	-0.36 ± 0.19	1.00 ± 0.10	-0.59 ± 0.13	CMaC
e077	07 03 46.0	-11 29 41.40	83	2.74 ± 0.30	14.3 ± 1.5	1.5 ± 0.4	-	-	0.26 ± 0.11	-0.34 ± 0.14	0.50 ± 0.10	-0.52 ± 0.10	CMaC
e078	07 03 58.8	-11 29 35.22	72	1.16 ± 0.14	6.0 ± 0.7	-	-	-	0.14 ± 0.12	-0.79 ± 0.15	0.79 ± 0.10	-0.89 ± 0.08	CMaC
e079	07 03 55.4	-11 38 14.07	72	0.61 ± 0.10	3.2 ± 0.5	1.2 ± 0.3	1.6 ± 0.3	1.6 ± 0.3	-0.17 ± 0.19	0.08 ± 0.22	0.91 ± 0.11	-0.60 ± 0.15	IND
e080	07 04 01.7	-11 26 14.83	44	1.36 ± 0.21	7.1 ± 1.1	-	2.2 ± 0.5	2.2 ± 0.5	1.00 ± 0.10	-0.14 ± 0.15	1.00 ± 0.14	-0.28 ± 0.16	CMaC
e081	07 04 11.8	-11 25 10.99	69	1.10 ± 0.18	5.7 ± 0.9	-	1.9 ± 0.5	1.9 ± 0.5	-0.11 ± 0.17	-0.39 ± 0.24	0.74 ± 0.13	-0.65 ± 0.13	CMaC
e082	07 04 45.4	-11 24 39.56	74	1.28 ± 0.25	6.7 ± 1.3	2.8 ± 0.6	3.9 ± 0.7	3.9 ± 0.7	0.04 ± 0.19	-0.69 ± 0.28	1.00 ± 0.11	-0.78 ± 0.16	IND
e083	07 03 45.4	-11 29 19.57	53	—	-	2.2 ± 0.5	2.2 ± 0.5	2.2 ± 0.5	-	-	-	-	CMaC



Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	L <sub>X</sub> <sup>(5)</sup> (10 <sup>30</sup> erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
						MOS1 <sup>(7)</sup>	MOS2 <sup>(8)</sup>					
e084	07 04 37.5	-11 29 35.71	66	0.82 ± 0.14	4.3 ± 0.7	1.1 ± 0.4	1.4 ± 0.4	-0.33 ± 0.15	-0.48 ± 0.33	0.74 ± 0.13	-0.81 ± 0.13	CMaC
e085	07 04 00.9	-11 27 11.65	63	0.69 ± 0.12	3.6 ± 0.6	-	1.4 ± 0.4	-0.15 ± 0.17	-0.89 ± 0.22	0.86 ± 0.14	-0.94 ± 0.09	CMaC
e086	07 03 42.1	-11 35 12.69	68	0.76 ± 0.12	4.0 ± 0.6	2.1 ± 0.6	1.5 ± 0.4	0.12 ± 0.15	-0.83 ± 0.21	0.85 ± 0.12	-0.78 ± 0.13	CMaC
e087	07 04 16.0	-11 33 33.36	41	0.51 ± 0.10	2.7 ± 0.5	0.9 ± 0.2	-	-0.44 ± 0.20	-0.10 ± 0.35	0.77 ± 0.14	-0.77 ± 0.15	CMaC
e088	07 04 40.0	-11 46 14.92	54	1.19 ± 0.20	6.2 ± 1.0	1.8 ± 0.5	1.8 ± 0.5	-0.31 ± 0.16	-0.83 ± 0.28	-	-	CMaC
e089	07 03 56.9	-11 39 10.64	61	0.72 ± 0.11	3.8 ± 0.6	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.3	-0.37 ± 0.15	-0.21 ± 0.25	0.85 ± 0.11	-0.74 ± 0.11	CMaC
e090	07 04 38.3	-11 26 48.37	80	1.26 ± 0.17	6.6 ± 0.9	2.7 ± 0.5	2.3 ± 0.6	0.95 ± 0.09	-0.03 ± 0.14	0.98 ± 0.09	-0.21 ± 0.15	PCC
e091	07 03 58.1	-11 32 40.65	50	0.51 ± 0.10	2.7 ± 0.5	-	1.6 ± 0.3	0.63 ± 0.24	-0.19 ± 0.20	1.00 ± 0.13	-0.37 ± 0.18	PF
e092	07 04 07.2	-11 27 29.58	59	0.90 ± 0.13	4.7 ± 0.7	1.4 ± 0.3	1.8 ± 0.4	0.44 ± 0.22	0.30 ± 0.15	0.92 ± 0.14	-0.02 ± 0.16	IND
e093	07 04 01.6	-11 21 30.60	78	2.10 ± 0.27	10.9 ± 1.4	-	4.7 ± 0.8	0.64 ± 0.15	0.00 ± 0.13	1.00 ± 0.06	-0.17 ± 0.13	PF
e094	07 04 10.4	-11 31 44.47	64	0.58 ± 0.12	3.0 ± 0.6	0.7 ± 0.2	1.3 ± 0.3	-0.23 ± 0.23	-0.06 ± 0.30	0.44 ± 0.19	-0.61 ± 0.17	CMaC
e095	07 03 38.9	-11 37 18.91	54	0.87 ± 0.14	4.5 ± 0.7	1.5 ± 0.4	1.4 ± 0.3	0.08 ± 0.17	-0.53 ± 0.23	0.81 ± 0.13	-0.78 ± 0.14	PCC
e096	07 04 07.7	-11 46 30.77	49	1.19 ± 0.18	6.2 ± 0.9	-	1.7 ± 0.4	0.07 ± 0.15	-0.70 ± 0.20	-0.18 ± 0.13	-0.90 ± 0.11	IND
e097	07 04 15.4	-11 45 50.44	60	1.33 ± 0.18	6.9 ± 1.0	-	1.6 ± 0.4	0.84 ± 0.15	0.21 ± 0.13	1.00 ± 0.09	0.04 ± 0.15	IND
e098	07 04 33.5	-11 26 27.61	54	—	-	1.4 ± 0.5	2.3 ± 0.5	-	-	-	-	PCC
e099	07 03 56.8	-11 34 55.63	37	0.45 ± 0.09	2.3 ± 0.5	-	0.9 ± 0.3	0.53 ± 0.18	-0.86 ± 0.21	1.00 ± 0.03	-0.97 ± 0.10	PCC
e100	07 04 41.6	-11 35 43.63	39	0.68 ± 0.12	3.6 ± 0.6	-	1.4 ± 0.3	0.18 ± 0.22	0.11 ± 0.20	0.02 ± 0.14	-0.34 ± 0.15	IND
e101	07 04 05.3	-11 23 23.61	20	0.91 ± 0.22	4.8 ± 1.1	-	-	0.16 ± 0.30	-0.01 ± 0.28	-	-	IND
e102	07 04 06.0	-11 23 54.78	37	0.70 ± 0.17	3.7 ± 0.9	-	-	1.00 ± 0.25	-0.62 ± 0.22	1.00 ± 0.05	-0.66 ± 0.20	CMaC
e103	07 03 58.0	-11 30 03.65	19	0.49 ± 0.11	2.6 ± 0.6	-	-	-0.19 ± 0.22	-0.57 ± 0.33	0.62 ± 0.17	-0.88 ± 0.13	CMaC
e104	07 03 52.8	-11 40 15.69	54	0.85 ± 0.14	4.4 ± 0.7	-	1.0 ± 0.3	0.20 ± 0.15	-0.58 ± 0.22	0.83 ± 0.11	-0.67 ± 0.13	CMaC
e105	07 04 19.3	-11 37 18.84	29	0.56 ± 0.09	2.9 ± 0.5	-	-	-0.07 ± 0.19	-0.10 ± 0.22	0.84 ± 0.15	-0.55 ± 0.15	CMaC
e106	07 03 58.5	-11 34 17.40	29	0.38 ± 0.09	2.0 ± 0.4	-	-	0.02 ± 0.21	-0.82 ± 0.30	1.00 ± 0.06	-0.96 ± 0.11	IND
e107	07 03 53.5	-11 34 46.49	21	0.45 ± 0.10	2.3 ± 0.5	-	-	0.09 ± 0.25	-0.24 ± 0.30	1.00 ± 0.07	-0.57 ± 0.21	CMaC
e108	07 04 13.7	-11 35 08.71	40	0.35 ± 0.08	1.8 ± 0.4	0.6 ± 0.2	-	-0.29 ± 0.20	-1.00 ± 0.48	0.93 ± 0.12	-0.84 ± 0.15	CMaC
e109	07 04 08.1	-11 23 52.35	38	1.28 ± 0.21	6.6 ± 1.1	-	-	-0.25 ± 0.16	-0.52 ± 0.28	1.00 ± 0.04	-0.88 ± 0.10	PCC
e110	07 04 04.8	-11 22 29.35	54	1.10 ± 0.22	5.7 ± 1.1	-	-	-0.04 ± 0.19	-0.55 ± 0.32	1.00 ± 0.06	-0.94 ± 0.11	CMaC
e111	07 04 16.0	-11 26 09.78	31	0.73 ± 0.13	3.8 ± 0.7	-	-	0.04 ± 0.18	-0.54 ± 0.25	0.53 ± 0.16	-0.76 ± 0.14	PCC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	$L_X^{(5)}$ ( $10^{30}$ erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		MOS2 <sup>(8)</sup>	HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
e112	07 04 39.8	-11 33 56.30	46	—	-	1.1 ± 0.3	MOS1 <sup>(7)</sup>	1.1 ± 0.3	-	-	-	-	IND
e113	07 04 08.9	-11 39 55.03	28	0.41 ± 0.09	2.1 ± 0.5	-	-	-	-0.45 ± 0.20	-0.38 ± 0.50	0.64 ± 0.17	-0.70 ± 0.18	CMaC
e114	07 04 32.0	-11 33 15.14	25	0.32 ± 0.08	1.6 ± 0.4	-	-	-	0.02 ± 0.24	-0.87 ± 0.34	0.75 ± 0.19	-0.91 ± 0.14	IND
e115	07 03 48.5	-11 37 32.25	37	0.58 ± 0.11	3.0 ± 0.6	-	1.4 ± 0.3	1.4 ± 0.3	0.48 ± 0.25	0.26 ± 0.19	0.74 ± 0.27	-0.05 ± 0.20	PF
e116	07 04 30.7	-11 26 10.69	47	2.64 ± 0.37	13.8 ± 1.9	-	1.4 ± 0.4	1.4 ± 0.4	-0.33 ± 0.13	-0.40 ± 0.27	0.72 ± 0.13	-0.78 ± 0.12	CMaC
e117	07 04 16.8	-11 43 06.55	24	0.54 ± 0.12	2.8 ± 0.6	-	-	-	-0.37 ± 0.19	-0.52 ± 0.45	0.93 ± 0.13	-0.96 ± 0.10	IND
e118	07 03 34.5	-11 35 04.95	27	0.66 ± 0.13	3.4 ± 0.7	-	-	-	-0.04 ± 0.19	-0.64 ± 0.31	1.00 ± 0.13	-0.86 ± 0.14	PCC
e119	07 03 51.7	-11 40 00.55	21	0.59 ± 0.11	3.1 ± 0.6	-	-	-	-0.07 ± 0.23	0.06 ± 0.25	0.53 ± 0.19	-0.34 ± 0.18	CMaC
e120	07 04 16.6	-11 27 41.97	42	0.63 ± 0.12	3.3 ± 0.6	-	-	-	-0.12 ± 0.18	-0.45 ± 0.32	0.84 ± 0.16	-0.82 ± 0.15	CMaC
e121	07 05 12.3	-11 32 41.55	56	1.45 ± 0.25	7.6 ± 1.3	2.7 ± 0.8	2.7 ± 0.8	2.7 ± 0.8	-0.09 ± 0.17	-0.49 ± 0.27	0.88 ± 0.14	-0.81 ± 0.13	PCC
e122	07 04 20.1	-11 32 14.53	23	0.48 ± 0.09	2.5 ± 0.5	-	-	-	0.15 ± 0.23	0.01 ± 0.22	1.00 ± 0.04	-0.45 ± 0.18	PCC
e123	07 05 01.9	-11 38 26.18	26	0.79 ± 0.16	4.1 ± 0.8	-	-	-	-0.15 ± 0.20	-1.00 ± 0.16	0.91 ± 0.15	-1.00 ± 0.05	CMaC
e124	07 04 59.2	-11 27 54.82	34	1.25 ± 0.24	6.5 ± 1.3	-	1.5 ± 0.5	1.5 ± 0.5	0.06 ± 0.20	-0.43 ± 0.27	0.79 ± 0.14	-0.74 ± 0.15	IND
e125	07 04 04.4	-11 24 20.55	15	—	-	-	-	-	-	-	-	-	PCC
e126	07 04 22.1	-11 39 30.62	29	0.37 ± 0.08	1.9 ± 0.4	-	-	-	-0.36 ± 0.22	-1.00 ± 0.38	0.73 ± 0.19	-1.00 ± 0.13	PCC
e127	07 04 06.7	-11 44 46.18	38	0.73 ± 0.13	3.8 ± 0.7	-	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.3	-0.42 ± 0.17	-1.00 ± 0.20	1.00 ± 0.03	-1.00 ± 0.05	PCC
e128	07 04 19.9	-11 44 07.89	36	0.46 ± 0.12	2.4 ± 0.6	-	1.9 ± 0.4	1.9 ± 0.4	0.28 ± 0.25	-0.63 ± 0.32	0.52 ± 0.25	-0.65 ± 0.20	CMaC
e129	07 04 14.6	-11 39 53.42	36	0.57 ± 0.10	3.0 ± 0.5	1.2 ± 0.3	-	-	-0.11 ± 0.18	-0.47 ± 0.26	0.76 ± 0.13	-0.69 ± 0.13	PCC
e130	07 04 21.6	-11 29 13.14	31	0.47 ± 0.10	2.5 ± 0.5	1.0 ± 0.3	-	-	-0.01 ± 0.20	-0.84 ± 0.28	1.00 ± 0.09	-0.95 ± 0.13	IND
e131	07 03 39.5	-11 32 03.96	20	0.43 ± 0.10	2.2 ± 0.5	-	-	-	-0.09 ± 0.22	-0.82 ± 0.35	1.00 ± 0.16	-0.85 ± 0.18	PCC
e132	07 04 40.4	-11 30 31.74	23	0.50 ± 0.11	2.6 ± 0.6	-	-	-	-0.75 ± 0.19	-0.06 ± 0.68	1.00 ± 0.11	-0.88 ± 0.14	IND
e133	07 03 47.4	-11 45 08.64	32	0.86 ± 0.17	4.5 ± 0.9	-	1.8 ± 0.4	1.8 ± 0.4	0.91 ± 0.27	0.48 ± 0.18	1.00 ± 0.93	0.20 ± 0.28	PCC
e134	07 05 15.2	-11 30 55.66	31	0.98 ± 0.21	5.1 ± 1.1	-	-	-	-0.05 ± 0.20	-1.00 ± 0.35	1.00 ± 0.15	-1.00 ± 0.20	CMaC
e135	07 04 45.2	-11 29 50.48	26	0.64 ± 0.13	3.3 ± 0.7	-	-	-	-0.14 ± 0.20	-0.77 ± 0.31	0.63 ± 0.18	-0.92 ± 0.13	PCC
e136	07 04 45.7	-11 37 58.45	27	0.39 ± 0.09	2.0 ± 0.5	-	-	-	-0.64 ± 0.21	-1.00 ± 0.57	0.51 ± 0.19	-1.00 ± 0.10	PCC
e137	07 04 10.8	-11 34 33.07	23	0.41 ± 0.08	2.1 ± 0.4	-	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2	0.98 ± 0.14	0.02 ± 0.19	0.62 ± 0.24	-0.15 ± 0.20	IND
e138	07 04 03.5	-11 38 02.15	24	0.32 ± 0.08	1.7 ± 0.4	-	-	-	-0.19 ± 0.25	-1.00 ± 0.21	0.47 ± 0.22	-1.00 ± 0.07	PF
e139	07 05 01.4	-11 31 16.08	30	0.82 ± 0.18	4.3 ± 0.9	-	2.6 ± 0.6	2.6 ± 0.6	1.00 ± 0.29	0.01 ± 0.21	1.00 ± 0.11	-0.32 ± 0.24	IND

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	L <sub>X</sub> <sup>(5)</sup> (10 <sup>30</sup> erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
						MOS1 <sup>(7)</sup>	MOS2 <sup>(8)</sup>					
e140	07 04 07.4	-11 21 35.25	27	0.79 ± 0.21	4.1 ± 1.1	-	-	-0.55 ± 0.26	-0.04 ± 0.57	-	-	CMaC
e141	07 04 17.9	-11 28 18.87	31	0.55 ± 0.10	2.8 ± 0.5	-	-	-0.32 ± 0.18	-0.73 ± 0.32	0.74 ± 0.15	-0.99 ± 0.07	PCC
e142	07 03 52.6	-11 39 05.63	18	0.31 ± 0.07	1.6 ± 0.4	-	-	-0.35 ± 0.23	-0.99 ± 0.34	0.62 ± 0.21	-1.00 ± 0.12	PCC
e143	07 04 20.9	-11 29 35.90	20	0.46 ± 0.10	2.4 ± 0.5	-	-	-0.21 ± 0.23	-0.32 ± 0.37	0.92 ± 0.13	-0.50 ± 0.19	CMaC
e144	07 05 01.1	-11 41 25.68	24	0.56 ± 0.14	2.9 ± 0.7	-	-	-0.92 ± 0.17	-1.00 ± 4.92	0.66 ± 0.22	-0.94 ± 0.12	PF
e145	07 04 49.7	-11 31 15.77	28	0.72 ± 0.14	3.7 ± 0.7	-	-	0.84 ± 0.28	0.34 ± 0.18	0.35 ± 0.29	0.11 ± 0.22	IND
e146	07 04 24.8	-11 25 22.53	18	0.61 ± 0.15	3.2 ± 0.8	1.9 ± 0.5	-	0.30 ± 0.40	0.43 ± 0.25	1.00 ± 0.19	0.16 ± 0.27	PF
e147	07 04 20.7	-11 25 49.24	17	0.52 ± 0.12	2.7 ± 0.6	-	-	-0.15 ± 0.23	-0.90 ± 0.36	1.00 ± 0.07	-1.00 ± 0.18	IND
e148	07 04 30.7	-11 23 10.31	16	0.79 ± 0.18	4.1 ± 0.9	-	-	0.43 ± 0.28	0.13 ± 0.24	1.00 ± 0.07	-0.02 ± 0.22	IND
e149	07 04 16.0	-11 37 00.24	18	0.39 ± 0.08	2.0 ± 0.4	-	-	0.40 ± 0.33	0.37 ± 0.20	1.00 ± 0.13	-0.06 ± 0.23	PCC
e150	07 03 57.6	-11 25 33.31	26	0.53 ± 0.14	2.7 ± 0.7	-	-	-0.44 ± 0.25	-0.06 ± 0.46	-	-	CMaC
e151	07 05 07.6	-11 41 57.55	18	1.18 ± 0.23	6.1 ± 1.2	-	-	0.22 ± 0.21	-0.14 ± 0.24	0.90 ± 0.15	-0.51 ± 0.18	IND
e152	07 05 01.1	-11 36 09.33	23	1.01 ± 0.18	5.3 ± 0.9	-	-	0.18 ± 0.19	-0.21 ± 0.22	0.07 ± 0.15	-0.53 ± 0.16	PCC
e153	07 04 26.5	-11 32 18.61	17	0.38 ± 0.09	2.0 ± 0.5	-	-	-0.56 ± 0.28	0.48 ± 0.34	0.69 ± 0.24	-0.50 ± 0.22	IND
e154	07 04 14.3	-11 23 14.36	23	0.90 ± 0.22	4.7 ± 1.2	-	-	0.19 ± 0.27	-0.25 ± 0.31	1.00 ± 0.07	-0.67 ± 0.22	PF
e155	07 05 11.1	-11 38 50.52	23	0.78 ± 0.18	4.1 ± 0.9	-	-	0.03 ± 0.22	-1.00 ± 0.27	0.73 ± 0.17	-1.00 ± 0.09	PCC
e156	07 04 40.3	-11 36 27.05	15	0.36 ± 0.10	1.9 ± 0.5	-	-	-0.21 ± 0.23	-1.00 ± 0.68	0.77 ± 0.21	-1.00 ± 0.20	IND
e157	07 03 50.1	-11 27 37.66	18	0.53 ± 0.13	2.8 ± 0.7	-	-	-0.08 ± 0.30	0.13 ± 0.29	-	-	PCC
e161	07 03 52.6	-11 26 12.52	22	0.65 ± 0.14	3.4 ± 0.7	2.2 ± 0.5	-	-0.02 ± 0.22	-0.41 ± 0.30	0.44 ± 0.20	-0.81 ± 0.16	PF
e163	07 04 53.8	-11 36 53.67	20	0.62 ± 0.13	3.2 ± 0.7	-	-	0.15 ± 0.25	0.05 ± 0.25	1.00 ± 0.06	-0.40 ± 0.21	PCC
e164	07 04 33.7	-11 35 29.85	21	0.30 ± 0.08	1.6 ± 0.4	-	-	-0.27 ± 0.24	-1.00 ± 0.70	0.80 ± 0.19	-1.00 ± 0.06	CMaC
e165	07 04 42.1	-11 32 56.75	17	0.65 ± 0.12	3.4 ± 0.6	-	-	0.97 ± 0.11	-0.04 ± 0.18	0.98 ± 0.14	-0.22 ± 0.19	PCC
e167	07 05 12.3	-11 36 41.79	17	0.42 ± 0.14	2.2 ± 0.7	-	-	-1.00 ± 0.24	1.00 ± 14.52	-	-	IND
e168	07 04 28.5	-11 38 49.48	19	—	-	-	-	-	-	-	-	IND
e169	07 04 11.3	-11 39 49.47	15	0.34 ± 0.08	1.8 ± 0.4	-	-	1.00 ± 0.35	0.63 ± 0.19	0.92 ± 0.64	0.63 ± 0.27	PCC
e173	07 03 47.6	-11 27 30.33	19	0.50 ± 0.13	2.6 ± 0.7	-	-	0.33 ± 0.23	-1.00 ± 0.35	0.53 ± 0.20	-1.00 ± 0.09	IND
e175	07 03 30.3	-11 32 00.92	31	0.46 ± 0.11	2.4 ± 0.6	1.9 ± 0.5	1.6 ± 0.4	0.38 ± 0.28	-0.13 ± 0.26	0.77 ± 0.22	-0.49 ± 0.21	PCC
e177	07 04 16.5	-11 29 53.64	17	0.37 ± 0.09	1.9 ± 0.5	-	0.9 ± 0.3	-0.74 ± 0.57	0.94 ± 0.13	-	-	PCC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaxX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	$L_X^{(5)}$ ( $10^{30}$ erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		HR <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR <sub>2</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HR <sub>1</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	C <sub>class</sub> <sup>(13)</sup>
						MOS1 <sup>(7)</sup>	MOS2 <sup>(8)</sup>					
e181	07 05 04.2	-11 22 48.02	20	0.92 ± 0.25	4.8 ± 1.3	-	-	-0.54 ± 0.25	-0.51 ± 0.64	-	-	IND
e183	07 05 07.2	-11 30 23.12	22	1.46 ± 0.25	7.6 ± 1.3	2.4 ± 0.7	-	0.73 ± 0.21	0.03 ± 0.17	0.70 ± 0.21	-0.34 ± 0.18	PF
e184	07 04 52.0	-11 24 54.07	16	—	-	-	-	-	-	-	-	IND
e185	07 04 06.5	-11 42 20.58	19	0.62 ± 0.11	3.2 ± 0.6	-	-	1.00 ± 0.24	0.36 ± 0.17	1.00 ± 0.38	0.15 ± 0.22	IND
e186	07 04 30.9	-11 34 30.87	16	—	-	-	-	-	-	-	-	PCC
e190	07 03 52.5	-11 23 12.82	20	0.70 ± 0.17	3.7 ± 0.9	1.9 ± 0.6	-	-0.37 ± 0.22	-1.00 ± 0.61	1.00 ± 0.21	-1.00 ± 0.14	PCC
e191	07 04 42.6	-11 44 04.86	19	0.60 ± 0.14	3.1 ± 0.7	-	-	0.31 ± 0.22	-0.77 ± 0.28	0.88 ± 0.17	-0.77 ± 0.18	IND
e193	07 04 07.1	-11 39 42.56	17	—	-	-	1.1 ± 0.3	-	-	-	-	PCC
e194	07 05 11.6	-11 34 33.41	17	0.86 ± 0.20	4.5 ± 1.0	-	-	0.02 ± 0.23	-0.38 ± 0.33	1.00 ± 0.12	-0.80 ± 0.18	PCC
e195	07 04 16.3	-11 23 45.03	58	—	-	1.9 ± 0.5	3.1 ± 0.7	-	-	-	-	PCC
e198	07 03 55.9	-11 43 09.50	17	—	-	-	-	-	-	-	-	PCC
e202	07 05 12.3	-11 35 25.37	21	—	-	-	-	-	-	-	-	PCC
e203	07 04 39.3	-11 26 08.43	16	0.59 ± 0.14	3.1 ± 0.7	-	-	0.11 ± 0.23	-0.62 ± 0.32	1.00 ± 0.07	-1.00 ± 0.22	PF
e205	07 04 15.4	-11 21 28.41	18	—	-	-	-	-	-	-	-	PCC
e212	07 04 27.8	-11 27 16.73	18	0.34 ± 0.09	1.8 ± 0.5	1.0 ± 0.3	-	0.23 ± 0.25	-1.00 ± 0.27	0.34 ± 0.23	-1.00 ± 0.19	PCC
e214	07 05 09.2	-11 34 47.06	15	0.89 ± 0.19	4.7 ± 1.0	-	-	-0.41 ± 0.29	0.57 ± 0.23	0.06 ± 0.24	-0.20 ± 0.23	IND
e220	07 03 43.1	-11 38 12.12	16	—	-	1.1 ± 0.3	-	-	-	-	-	IND
e336	07 03 45.9	-11 39 16.22	15	—	-	1.4 ± 0.4	-	-	-	-	-	IND
e359	07 04 00.8	-11 23 20.13	29	—	-	-	4.5 ± 0.9	-	-	-	-	PF
e378	07 03 56.4	-11 29 45.68	15	—	-	-	1.7 ± 0.4	-	-	-	-	IND
c001	07 02 43.9	-11 27 27.25	1.515	6.03 ± 0.29	31.4 ± 1.5	10.0 ± 0.7	10.6 ± 0.7	0.16 ± 0.05	-0.41 ± 0.06	0.92 ± 0.02	-0.65 ± 0.04	CMaxC
c002	07 03 02.9	-11 26 23.63	1.203	3.84 ± 0.20	20.0 ± 1.0	7.4 ± 0.6	7.0 ± 0.6	0.21 ± 0.05	-0.54 ± 0.06	0.95 ± 0.02	-0.68 ± 0.04	PCC
c003	07 02 50.1	-11 24 32.29	852	3.82 ± 0.21	19.9 ± 1.1	5.9 ± 0.6	5.6 ± 0.5	0.37 ± 0.06	-0.34 ± 0.06	0.94 ± 0.03	-0.54 ± 0.05	PCC
c004	07 02 56.0	-11 28 28.58	539	2.65 ± 0.18	13.8 ± 0.9	5.8 ± 0.6	5.0 ± 0.5	0.61 ± 0.07	-0.23 ± 0.07	1.00 ± 0.02	-0.38 ± 0.06	PCC
c005	07 03 35.5	-11 26 19.75	478	2.61 ± 0.21	13.6 ± 1.1	4.7 ± 0.6	5.2 ± 0.6	0.01 ± 0.08	-0.66 ± 0.10	0.85 ± 0.05	-0.81 ± 0.05	CMaxC
c006	07 03 00.7	-11 26 22.03	314	1.80 ± 0.14	9.3 ± 0.8	3.2 ± 0.4	3.6 ± 0.4	0.37 ± 0.09	-0.02 ± 0.09	1.00 ± 0.05	-0.29 ± 0.08	IND
c007	07 03 37.2	-11 31 12.44	379	3.13 ± 0.25	16.3 ± 1.3	5.2 ± 0.7	4.8 ± 0.7	0.19 ± 0.09	-0.07 ± 0.09	0.71 ± 0.07	-0.41 ± 0.07	IND
c008	07 02 59.2	-11 27 23.47	438	2.14 ± 0.16	11.1 ± 0.8	3.9 ± 0.6	3.3 ± 0.4	0.10 ± 0.07	-0.63 ± 0.09	1.00 ± 0.01	-0.77 ± 0.05	CMaxC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	L <sub>X</sub> <sup>(5)</sup> (10 <sup>30</sup> erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
						MOS1 <sup>(7)</sup>	MOS2 <sup>(8)</sup>					
c009	07 02 42.6	-11 27 09.23	137	—	-	3.2 ± 0.5	2.7 ± 0.4	-	-	-	-	PCC
c011	07 02 30.4	-11 22 22.08	231	1.73 ± 0.18	9.0 ± 0.9	2.1 ± 0.4	2.0 ± 0.4	-0.59 ± 0.09	-0.61 ± 0.26	0.63 ± 0.07	-0.95 ± 0.05	CMaC
c012	07 02 36.2	-11 24 57.85	199	1.39 ± 0.14	7.2 ± 0.8	2.1 ± 0.4	2.5 ± 0.4	0.03 ± 0.10	-0.83 ± 0.13	0.63 ± 0.09	-0.94 ± 0.05	PCC
c013	07 02 45.0	-11 35 13.07	208	1.46 ± 0.17	7.6 ± 0.9	3.2 ± 0.7	3.0 ± 0.5	-0.48 ± 0.10	-1.00 ± 0.29	0.60 ± 0.08	-0.95 ± 0.06	IND
c015	07 02 46.0	-11 28 03.77	147	2.23 ± 0.29	11.6 ± 1.5	1.5 ± 0.3	1.2 ± 0.3	-0.11 ± 0.13	-0.34 ± 0.19	0.62 ± 0.10	-0.68 ± 0.10	CMaC
c016	07 03 46.1	-11 23 59.07	168	2.06 ± 0.23	10.7 ± 1.2	-	3.6 ± 0.6	0.33 ± 0.11	-0.57 ± 0.14	0.87 ± 0.07	-0.68 ± 0.09	PCC
c017	07 02 48.3	-11 24 22.31	108	—	-	2.0 ± 0.4	1.8 ± 0.3	-	-	-	-	IND
c018	07 03 36.2	-11 27 51.74	160	1.46 ± 0.17	7.6 ± 0.9	2.9 ± 0.5	3.6 ± 0.6	1.00 ± 0.11	0.59 ± 0.10	1.00 ± 0.08	0.46 ± 0.12	IND
c019	07 02 36.6	-11 28 10.03	139	1.28 ± 0.15	6.6 ± 0.8	2.5 ± 0.4	2.0 ± 0.4	0.02 ± 0.12	-0.60 ± 0.16	0.88 ± 0.07	-0.79 ± 0.08	CMaC
c020	07 02 47.5	-11 25 07.77	125	—	-	2.6 ± 0.4	2.3 ± 0.4	-	-	1.00 ± 0.17	-0.14 ± 0.23	IND
c021	07 02 48.2	-11 18 16.47	149	1.73 ± 0.19	9.0 ± 1.0	-	2.8 ± 0.5	-0.31 ± 0.11	-0.68 ± 0.21	0.87 ± 0.08	-0.92 ± 0.07	CMaC
c022	07 02 52.8	-11 27 03.23	119	0.78 ± 0.10	4.1 ± 0.5	-	1.6 ± 0.3	0.11 ± 0.12	-0.83 ± 0.18	0.88 ± 0.09	-1.00 ± 0.03	CMaC
c023	07 02 46.4	-11 26 56.13	109	1.06 ± 0.13	5.5 ± 0.7	1.1 ± 0.3	1.5 ± 0.3	0.20 ± 0.13	-0.41 ± 0.14	1.00 ± 0.05	-0.61 ± 0.09	CMaC
c024	07 03 03.1	-11 25 49.48	76	0.54 ± 0.09	2.8 ± 0.5	1.2 ± 0.3	0.8 ± 0.2	-0.75 ± 0.14	-0.45 ± 0.60	0.87 ± 0.12	-1.00 ± 0.07	PCC
c025	07 03 11.4	-11 35 11.37	109	1.13 ± 0.15	5.9 ± 0.8	1.8 ± 0.4	2.0 ± 0.5	0.27 ± 0.13	-0.62 ± 0.16	1.00 ± 0.06	-0.79 ± 0.09	CMaC
c026	07 02 43.7	-11 23 47.77	110	1.04 ± 0.13	5.4 ± 0.7	1.5 ± 0.3	1.7 ± 0.3	-0.19 ± 0.12	-0.45 ± 0.21	0.93 ± 0.07	-0.71 ± 0.10	CMaC
c027	07 02 49.1	-11 30 37.50	90	0.87 ± 0.11	4.5 ± 0.6	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.3	0.04 ± 0.14	-0.41 ± 0.18	0.67 ± 0.14	-0.66 ± 0.11	CMaC
c028	07 02 56.3	-11 22 17.53	92	0.45 ± 0.12	2.3 ± 0.6	1.8 ± 0.5	1.6 ± 0.3	-0.22 ± 0.23	-1.00 ± 0.61	0.86 ± 0.18	-1.00 ± 0.18	PCC
c029	07 03 12.7	-11 28 37.97	81	0.82 ± 0.11	4.3 ± 0.6	1.3 ± 0.3	0.9 ± 0.3	0.56 ± 0.13	-0.31 ± 0.15	0.76 ± 0.13	-0.47 ± 0.12	PCC
c030	07 02 49.3	-11 25 45.34	85	0.81 ± 0.11	4.2 ± 0.6	-	1.2 ± 0.3	0.09 ± 0.14	-0.50 ± 0.19	1.00 ± 0.05	-0.73 ± 0.11	PCC
c031	07 03 11.8	-11 30 13.17	84	0.65 ± 0.10	3.4 ± 0.5	0.8 ± 0.2	1.0 ± 0.3	0.14 ± 0.14	-0.74 ± 0.20	0.97 ± 0.07	-0.79 ± 0.11	PCC
c032	07 03 33.1	-11 17 49.57	106	1.95 ± 0.24	10.1 ± 1.2	-	2.8 ± 0.6	-0.12 ± 0.13	-0.30 ± 0.18	1.00 ± 0.10	-0.81 ± 0.12	PCC
c033	07 02 46.5	-11 32 58.69	95	0.92 ± 0.13	4.8 ± 0.7	1.1 ± 0.3	1.7 ± 0.4	-0.07 ± 0.14	-0.45 ± 0.21	0.72 ± 0.12	-0.74 ± 0.11	PCC
c034	07 02 59.1	-11 30 02.27	70	0.67 ± 0.10	3.5 ± 0.5	0.9 ± 0.2	-	0.60 ± 0.18	0.07 ± 0.15	1.00 ± 0.11	-0.16 ± 0.15	IND
c035	07 02 43.1	-11 25 54.89	61	0.65 ± 0.10	3.4 ± 0.5	1.0 ± 0.3	0.9 ± 0.3	0.05 ± 0.16	-0.64 ± 0.22	1.00 ± 0.07	-0.75 ± 0.12	PCC
c036	07 03 09.9	-11 16 10.39	79	1.75 ± 0.21	9.1 ± 1.1	-	2.0 ± 0.5	-0.09 ± 0.12	-0.64 ± 0.17	1.00 ± 0.04	-0.74 ± 0.11	PCC
c037	07 02 58.3	-11 28 41.26	59	—	-	-	1.3 ± 0.3	-	-	-	-	IND
c039	07 02 53.2	-11 30 51.29	74	0.75 ± 0.11	3.9 ± 0.6	1.1 ± 0.3	1.3 ± 0.3	0.22 ± 0.14	-0.57 ± 0.18	1.00 ± 0.04	-0.76 ± 0.11	PCC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	L <sub>X</sub> <sup>(5)</sup> (10 <sup>30</sup> erg/s)	CR (cts/ks)		HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
					PN <sup>(6)</sup>	MOS1 <sup>(7)</sup>					
c040	07 03 04.6	-11 21 53.65	81	1.17 ± 0.13	6.1 ± 0.7	-	1.00 ± 0.12	0.23 ± 0.11	1.00 ± 0.03	0.08 ± 0.12	IND
c041	07 02 40.0	-11 28 24.06	65	0.57 ± 0.10	3.0 ± 0.5	1.4 ± 0.3	-0.18 ± 0.17	-0.89 ± 0.28	1.00 ± 0.04	-0.85 ± 0.14	PCC
c042	07 02 42.3	-11 28 03.21	48	0.66 ± 0.11	3.4 ± 0.6	1.0 ± 0.3	0.03 ± 0.17	-0.63 ± 0.24	0.93 ± 0.10	-0.77 ± 0.12	CMaC
c043	07 03 40.5	-11 23 28.00	54	0.96 ± 0.16	5.0 ± 0.8	1.4 ± 0.4	-0.11 ± 0.17	-0.24 ± 0.25	0.95 ± 0.09	-0.57 ± 0.15	CMaC
c044	07 02 54.3	-11 25 15.38	35	0.62 ± 0.10	3.2 ± 0.5	0.8 ± 0.2	0.16 ± 0.17	-0.44 ± 0.22	0.63 ± 0.14	-0.67 ± 0.13	PCC
c045	07 03 03.5	-11 19 14.68	22	0.47 ± 0.11	2.4 ± 0.6	-	-0.55 ± 0.25	0.44 ± 0.33	1.00 ± 0.31	-0.29 ± 0.22	PCC
c046	07 03 32.8	-11 32 11.34	64	0.78 ± 0.13	4.1 ± 0.7	1.3 ± 0.4	-0.64 ± 0.14	-0.26 ± 0.44	0.56 ± 0.13	-0.86 ± 0.13	CMaC
c047	07 03 55.6	-11 28 02.57	50	—	-	2.9 ± 0.6	-	-	-	-	PCC
c048	07 02 41.2	-11 34 07.10	64	1.16 ± 0.23	6.1 ± 1.2	2.4 ± 0.5	0.75 ± 0.29	0.45 ± 0.18	-	-	IND
c050	07 02 48.8	-11 17 51.15	27	0.65 ± 0.14	3.4 ± 0.7	2.5 ± 0.5	0.50 ± 0.28	0.15 ± 0.23	1.00 ± 0.10	-0.05 ± 0.21	IND
c051	07 03 47.5	-11 31 45.73	19	—	-	3.2 ± 0.5	-	-	-	-	PCC
c052	07 02 53.1	-11 30 06.86	30	0.53 ± 0.09	2.8 ± 0.5	-	0.60 ± 0.18	-0.18 ± 0.19	0.99 ± 0.09	-0.37 ± 0.16	PCC
c053	07 03 27.3	-11 32 51.19	33	0.65 ± 0.12	3.4 ± 0.6	1.3 ± 0.4	0.79 ± 0.17	-0.31 ± 0.18	0.55 ± 0.21	-0.41 ± 0.16	PCC
c054	07 01 54.0	-11 29 13.17	31	1.38 ± 0.26	7.2 ± 1.4	-	-0.46 ± 0.19	0.11 ± 0.33	0.50 ± 0.18	-0.63 ± 0.17	IND
c055	07 03 39.0	-11 27 55.86	36	0.77 ± 0.14	4.0 ± 0.7	1.4 ± 0.4	0.82 ± 0.18	-0.14 ± 0.18	1.00 ± 0.04	-0.31 ± 0.17	PCC
c056	07 02 28.1	-11 31 00.58	21	0.48 ± 0.12	2.5 ± 0.6	-	0.42 ± 0.23	-0.79 ± 0.29	1.00 ± 0.10	-1.00 ± 0.09	CMaC
c057	07 03 40.0	-11 29 46.63	30	0.47 ± 0.12	2.5 ± 0.6	1.2 ± 0.4	-0.55 ± 0.23	-0.25 ± 0.63	0.75 ± 0.24	-0.91 ± 0.16	CMaC
c058	07 02 47.6	-11 37 26.21	33	0.57 ± 0.14	3.0 ± 0.7	-	-0.43 ± 0.24	-1.00 ± 0.57	1.00 ± 0.07	-0.93 ± 0.11	PCC
c059	07 03 26.2	-11 23 34.67	21	0.31 ± 0.08	1.6 ± 0.4	-	-0.15 ± 0.23	-1.00 ± 0.40	1.00 ± 0.09	-0.98 ± 0.17	PCC
c060	07 03 08.9	-11 25 56.97	27	0.39 ± 0.08	2.0 ± 0.4	0.8 ± 0.2	0.57 ± 0.26	0.06 ± 0.22	1.00 ± 0.11	-0.40 ± 0.23	IND
c061	07 02 56.7	-11 22 01.54	17	—	-	1.1 ± 0.3	-	-	-	-	PCC
c062	07 02 30.6	-11 19 03.50	28	0.74 ± 0.16	3.9 ± 0.8	-	0.19 ± 0.21	-0.27 ± 0.29	1.00 ± 0.04	-0.58 ± 0.21	IND
c063	07 03 03.5	-11 24 45.75	21	—	-	-	-	-	-	-	IND
c064	07 02 36.6	-11 35 05.51	29	0.74 ± 0.15	3.8 ± 0.8	-	0.61 ± 0.21	-0.05 ± 0.21	0.81 ± 0.21	-0.23 ± 0.19	IND
c065	07 02 59.4	-11 31 57.42	17	0.30 ± 0.07	1.6 ± 0.4	-	0.40 ± 2.85	0.97 ± 0.10	-0.75 ± 0.54	0.92 ± 0.19	IND
c066	07 02 22.0	-11 26 39.11	28	0.88 ± 0.16	4.6 ± 0.8	-	0.76 ± 0.20	0.07 ± 0.19	0.43 ± 0.24	0.01 ± 0.18	IND
c067	07 03 26.2	-11 34 59.95	21	0.60 ± 0.13	3.1 ± 0.7	1.3 ± 0.4	-0.26 ± 0.20	-0.40 ± 0.39	0.66 ± 0.18	-0.85 ± 0.17	CMaC
c071	07 03 34.7	-11 27 50.35	17	0.27 ± 0.08	1.4 ± 0.4	-	-0.68 ± 0.29	-1.00 ± 0.56	-	-	PCC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaxX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	L <sub>X</sub> <sup>(5)</sup> (10 <sup>30</sup> erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	C <sub>class</sub> <sup>(13)</sup>
						MOS1 <sup>(7)</sup>	MOS2 <sup>(8)</sup>					
c072	07 03 20.0	-11 28 00.95	28	0.42 ± 0.09	2.2 ± 0.5	-	-	0.16 ± 0.20	-0.52 ± 0.29	1.00 ± 0.18	-0.59 ± 0.18	PCC
c073	07 03 11.1	-11 39 23.43	46	—	-	24.3 ± 4.2	-	-	-	-	-	IND
c074	07 03 12.2	-11 24 32.00	27	—	-	-	1.1 ± 0.3	-	-	-	-	IND
c075	07 02 47.6	-11 22 59.03	22	0.28 ± 0.07	1.5 ± 0.3	-	-	-0.89 ± 0.17	-1.00 ± 1.65	0.84 ± 0.18	-1.00 ± 0.06	PCC
c078	07 02 12.5	-11 22 37.29	21	0.58 ± 0.16	3.0 ± 0.8	-	-	-0.06 ± 0.26	-0.55 ± 0.46	-	-	IND
c080	07 02 27.5	-11 34 58.50	22	0.66 ± 0.19	3.4 ± 1.0	-	0.9 ± 0.4	-0.70 ± 0.25	-1.00 ± 1.33	0.48 ± 0.23	-1.00 ± 0.13	PCC
c082	07 03 00.7	-11 22 46.20	19	0.37 ± 0.08	1.9 ± 0.4	-	-	0.46 ± 0.19	-0.78 ± 0.26	1.00 ± 0.13	-0.89 ± 0.15	CMaxC
c086	07 03 22.7	-11 38 26.06	22	0.69 ± 0.17	3.6 ± 0.9	-	-	0.76 ± 0.37	0.43 ± 0.21	-	-	IND
c090	07 02 30.0	-11 39 14.20	21	0.78 ± 0.20	4.0 ± 1.0	-	-	-0.78 ± 0.21	0.41 ± 0.55	-0.06 ± 0.27	-1.00 ± 0.23	IND
c091	07 03 02.6	-11 28 19.24	15	—	-	-	-	-	-	-	-	IND
c097	07 03 15.4	-11 28 19.18	17	0.37 ± 0.09	1.9 ± 0.5	0.8 ± 0.2	-	0.72 ± 0.20	-0.82 ± 0.21	0.75 ± 0.19	-0.88 ± 0.15	PCC
c100	07 02 21.8	-11 15 19.54	23	0.94 ± 0.22	4.9 ± 1.1	-	-	-0.08 ± 0.23	-0.56 ± 0.40	0.55 ± 0.19	-0.93 ± 0.14	CMaxC
c102	07 02 52.2	-11 17 08.24	20	0.78 ± 0.15	4.0 ± 0.8	-	-	0.44 ± 0.33	0.47 ± 0.17	1.00 ± 0.06	0.26 ± 0.19	IND
c107	07 03 18.3	-11 35 11.90	16	0.33-0.08	-	1.2 ± 0.4	-	-	-	-	-	IND
c114	07 03 23.3	-11 29 14.17	16	—	-	-	-	-	-	-	-	IND
c117	07 02 49.8	-11 19 37.34	16	- ± -	1.7 ± 0.4	-	-	-0.77 ± 0.22	-1.00 ± 1.33	0.88 ± 0.17	-1.00 ± 0.10	PCC
c119	07 02 57.3	-11 20 36.05	19	1.00 ± 0.27	5.2 ± 1.4	-	1.1 ± 0.3	-0.26 ± 0.27	-0.89 ± 0.41	1.00 ± 0.15	-1.00 ± 0.15	PCC
c124	07 02 44.4	-11 20 28.30	15	0.41 ± 0.10	2.1 ± 0.5	-	-	-0.29 ± 0.21	-0.83 ± 0.47	0.70 ± 0.23	-1.00 ± 0.08	PCC
c126	07 02 60.0	-11 39 44.28	16	0.72 ± 0.17	3.7 ± 0.9	-	-	1.00 ± 0.31	0.45 ± 0.21	-	-	IND
c136	07 02 26.4	-11 34 09.10	17	0.73 ± 0.16	3.8 ± 0.8	-	-	-1.00 ± 0.46	1.00 ± 0.06	-1.00 ± 5.33	1.00 ± 0.28	IND
s001	07 02 57.9	-11 46 23.30	379	2.35 ± 0.22	12.2 ± 1.2	3.1 ± 0.5	3.6 ± 0.5	-0.78 ± 0.07	-0.98 ± 0.22	0.75 ± 0.07	-0.99 ± 0.02	CMaxC
s002	07 02 51.0	-11 45 54.02	169	0.95 ± 0.16	4.9 ± 0.8	-	2.0 ± 0.5	-0.21 ± 0.17	-0.81 ± 0.27	0.70 ± 0.14	-1.00 ± 0.13	CMaxC
s003	07 03 08.0	-11 53 06.10	157	1.75 ± 0.22	9.1 ± 1.1	3.0 ± 0.6	2.2 ± 0.5	-0.45 ± 0.11	-1.00 ± 0.32	0.54 ± 0.10	-0.97 ± 0.06	CMaxC
s004	07 03 07.6	-11 39 35.63	123	2.37 ± 0.28	12.3 ± 1.5	4.0 ± 0.8	5.3 ± 0.9	0.17 ± 0.13	-0.29 ± 0.15	0.81 ± 0.10	-0.59 ± 0.10	IND
s005	07 02 26.3	-11 55 06.74	95	1.82 ± 0.18	9.5 ± 0.9	-	2.1 ± 0.4	0.82 ± 0.10	0.27 ± 0.10	1.00 ± 0.04	0.06 ± 0.11	IND
s006	07 02 12.8	-11 46 49.64	20	—	-	0.6 ± 0.2	-	-	-	-	-	PCC
s007	07 02 53.1	-11 54 17.32	121	—	-	-	3.0 ± 0.6	-	-	-	-	PCC
s008	07 02 01.9	-11 45 38.55	103	0.82 ± 0.11	4.3 ± 0.6	-	0.9 ± 0.3	-0.21 ± 0.13	-0.92 ± 0.17	0.33 ± 0.12	-0.93 ± 0.07	CMaxC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CMaX	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	$L_X^{(5)}$ ( $10^{30}$ erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		MOS2 <sup>(8)</sup>	HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
s009	07 03 31.5	-11 48 11.62	97	2.75 ± 0.36	14.3 ± 1.9	-	-	-	-0.23 ± 0.13	-0.46 ± 0.23	0.39 ± 0.11	-0.86 ± 0.09	CMaC
s010	07 02 16.1	-11 33 54.15	66	1.01 ± 0.20	5.3 ± 1.0	2.7 ± 0.6	-	-	0.37 ± 0.21	-0.21 ± 0.23	0.97 ± 0.12	-0.40 ± 0.18	CMaC
s011	07 02 50.4	-11 53 43.58	80	0.73 ± 0.15	3.8 ± 0.8	-	9.4 ± 1.5	-	0.06 ± 0.22	-0.30 ± 0.30	0.85 ± 0.17	-0.74 ± 0.18	CMaC
s012	07 01 58.4	-11 57 39.36	52	1.15 ± 0.21	6.0 ± 1.1	2.4 ± 0.6	-	-	0.49 ± 0.21	-0.05 ± 0.19	0.78 ± 0.22	-0.30 ± 0.17	IND
s013	07 02 11.9	-11 48 47.09	42	0.57 ± 0.10	3.0 ± 0.5	-	1.2 ± 0.3	-	0.83 ± 0.27	0.58 ± 0.14	1.00 ± 0.17	0.40 ± 0.19	IND
s014	07 02 52.3	-11 53 41.63	33	—	-	-	-	-	-	-	-	-	IND
s015	07 02 01.1	-11 55 14.63	31	0.90 ± 0.17	4.7 ± 0.9	1.7 ± 0.4	-	-	0.32 ± 0.41	0.65 ± 0.16	-0.47 ± 0.16	0.14 ± 0.22	IND
s016	07 02 16.6	-11 50 55.09	42	0.37 ± 0.09	1.9 ± 0.4	0.6 ± 0.2	0.9 ± 0.2	-	-0.19 ± 0.22	-0.53 ± 0.40	0.44 ± 0.21	-0.77 ± 0.16	IND
s017	07 02 57.9	-11 54 28.52	47	1.23 ± 0.23	6.4 ± 1.2	1.7 ± 0.5	-	-	-0.16 ± 0.35	0.66 ± 0.17	1.00 ± 0.12	0.13 ± 0.22	IND
s018	07 02 44.3	-11 41 07.08	41	0.48 ± 0.10	2.5 ± 0.5	-	-	-	-0.74 ± 0.17	-1.00 ± 1.29	0.56 ± 0.17	-0.90 ± 0.15	CMaC
s019	07 02 23.2	-11 43 07.40	37	0.48 ± 0.09	2.5 ± 0.5	-	-	-	0.31 ± 0.18	-0.68 ± 0.27	0.68 ± 0.18	-0.94 ± 0.11	CMaC
s020	07 02 10.3	-11 41 38.58	34	0.48 ± 0.10	2.5 ± 0.5	1.2 ± 0.3	-	-	0.12 ± 0.20	-1.00 ± 0.16	1.00 ± 0.06	-1.00 ± 0.11	PCC
s021	07 02 33.8	-11 51 09.84	36	0.52 ± 0.10	2.7 ± 0.5	1.0 ± 0.3	1.4 ± 0.3	-	1.00 ± 0.15	0.51 ± 0.17	0.55 ± 0.48	0.47 ± 0.23	IND
s022	07 02 20.0	-11 48 42.34	24	0.44 ± 0.12	2.3 ± 0.6	-	1.0 ± 0.3	-	1.00 ± 0.14	0.25 ± 0.25	-	-	IND
s023	07 03 02.1	-11 43 53.41	32	0.42 ± 0.11	2.2 ± 0.6	-	-	-	-0.62 ± 0.23	-1.00 ± 0.89	0.62 ± 0.27	-1.00 ± 0.15	PCC
s024	07 03 16.8	-11 54 01.41	22	1.11 ± 0.24	5.8 ± 1.2	-	-	-	0.01 ± 0.22	-0.33 ± 0.31	0.64 ± 0.19	-0.51 ± 0.18	IND
s025	07 02 22.9	-11 39 04.14	23	0.46 ± 0.12	2.4 ± 0.6	-	-	-	-0.01 ± 0.22	-1.00 ± 0.54	1.00 ± 0.14	-0.85 ± 0.18	PCC
s027	07 02 09.7	-11 44 04.21	17	0.46 ± 0.10	2.4 ± 0.5	-	-	-	1.00 ± 0.26	0.53 ± 0.18	1.00 ± 0.29	0.34 ± 0.26	IND
s028	07 02 59.0	-11 43 30.88	21	0.36 ± 0.11	1.8 ± 0.6	-	-	-	-0.38 ± 0.29	-0.51 ± 0.61	-	-	PF
s029	07 02 33.9	-11 57 21.87	24	0.55 ± 0.14	2.9 ± 0.7	-	-	-	0.39 ± 0.40	0.30 ± 0.25	-	-	IND
s030	07 02 03.3	-11 40 45.19	16	0.60 ± 0.13	3.1 ± 0.7	-	-	-	0.47 ± 0.33	0.41 ± 0.21	1.00 ± 0.46	0.00 ± 0.25	IND
s031	07 03 06.7	-11 57 50.49	18	0.98 ± 0.22	5.1 ± 1.2	-	-	-	0.14 ± 0.24	-0.15 ± 0.29	1.00 ± 0.08	-0.50 ± 0.23	PCC
s032	07 02 13.1	-11 42 37.50	16	0.39 ± 0.08	2.0 ± 0.4	-	-	-	-0.61 ± 0.18	-1.00 ± 0.65	0.40 ± 0.18	-1.00 ± 0.10	PCC
s033	07 02 20.2	-11 47 59.02	16	0.29 ± 0.07	1.5 ± 0.4	-	-	-	0.04 ± 0.24	-0.90 ± 0.32	0.19 ± 0.20	-1.00 ± 0.24	IND
s039	07 02 33.8	-11 47 41.20	17	0.35 ± 0.08	1.8 ± 0.4	-	-	-	1.00 ± 0.21	0.54 ± 0.19	0.13 ± 0.55	0.51 ± 0.25	IND
s041	07 02 20.6	-11 42 09.19	17	0.29 ± 0.07	1.5 ± 0.4	-	-	-	-0.54 ± 0.24	-1.00 ± 0.48	0.17 ± 0.21	-1.00 ± 0.14	PCC
s044	07 02 15.1	-11 56 44.63	16	—	-	-	1.2 ± 0.3	-	-	-	-	-	PCC
s114	07 02 27.4	-11 54 08.06	37	0.70 ± 0.12	3.7 ± 0.6	-	1.0 ± 0.3	-	0.35 ± 0.40	0.67 ± 0.15	1.00 ± 0.17	0.41 ± 0.20	IND



Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup>	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	$L_X^{(5)}$ ( $10^{30}$ erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		MOS2 <sup>(8)</sup>	HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
s119	07 02 07.6	-11 36 03.73	20	0.59 ± 0.17	3.1 ± 0.9	-	-	-	-0.66 ± 0.27	0.25 ± 0.60	1.00 ± 0.06	-0.80 ± 0.24	PCC
w001	07 00 37.4	-11 14 45.07	18.701	79.2 ± 1.4	412.1 ± 7.1	117.6 ± 3.0	117.7 ± 3.1	-	-0.28 ± 0.02	-0.75 ± 0.02	0.63 ± 0.01	-0.91 ± 0.01	CMaC
w002	07 00 43.3	-11 17 15.10	443	3.22 ± 0.25	16.8 ± 1.3	4.3 ± 0.6	4.4 ± 0.6	-	-0.25 ± 0.07	-0.76 ± 0.12	0.82 ± 0.05	-0.85 ± 0.05	CMaC
w003	07 01 52.5	-11 20 17.71	444	3.18 ± 0.23	16.6 ± 1.2	5.0 ± 0.8	5.1 ± 0.6	-	0.12 ± 0.08	-0.40 ± 0.09	0.80 ± 0.05	-0.73 ± 0.06	CMaC
w004	07 01 26.9	-11 28 22.35	483	3.62 ± 0.25	18.8 ± 1.3	-	5.0 ± 0.6	-	-0.39 ± 0.07	-0.48 ± 0.12	0.60 ± 0.05	-0.83 ± 0.04	CMaC
w005	07 01 50.5	-11 16 40.15	331	1.39 ± 0.31	7.2 ± 1.6	6.8 ± 0.7	5.7 ± 0.7	-	-0.14 ± 0.22	-0.49 ± 0.35	0.43 ± 0.18	-0.80 ± 0.17	CMaC
w006	07 01 29.1	-11 21 30.28	276	1.74 ± 0.15	9.1 ± 0.8	2.0 ± 0.3	2.3 ± 0.3	-	-0.04 ± 0.09	-0.64 ± 0.12	0.84 ± 0.06	-0.77 ± 0.06	CMaC
w007	07 01 33.9	-11 10 51.17	271	—	-	8.3 ± 1.0	6.3 ± 0.8	-	-	-	-	-	IND
w008	07 01 16.4	-11 25 52.46	241	1.74 ± 0.16	9.0 ± 0.8	-	2.4 ± 0.4	-	-0.27 ± 0.09	-0.65 ± 0.15	0.53 ± 0.07	-0.90 ± 0.06	CMaC
w009	07 01 00.8	-11 19 31.06	201	1.18 ± 0.13	6.1 ± 0.7	-	1.5 ± 0.3	-	-0.63 ± 0.10	-0.47 ± 0.31	0.50 ± 0.09	-1.00 ± 0.07	PCC
w010	07 01 54.1	-11 18 07.12	187	1.53 ± 0.18	8.0 ± 0.9	2.2 ± 0.5	1.8 ± 0.4	-	-0.45 ± 0.11	-0.59 ± 0.24	0.26 ± 0.09	-0.89 ± 0.07	CMaC
w011	07 01 34.3	-11 17 36.63	221	1.55 ± 0.26	8.1 ± 1.4	2.9 ± 0.4	2.0 ± 0.4	-	-0.12 ± 0.17	-0.65 ± 0.25	0.82 ± 0.13	-0.85 ± 0.11	CMaC
w012	07 01 17.0	-11 23 55.47	184	1.34 ± 0.14	7.0 ± 0.7	2.5 ± 0.4	1.8 ± 0.3	-	0.65 ± 0.10	-0.17 ± 0.11	0.95 ± 0.07	-0.46 ± 0.10	CMaC
w013	07 01 21.0	-11 06 01.62	246	—	-	11.2 ± 1.3	16.7 ± 1.8	-	-	-	-	-	IND
w014	07 01 26.4	-11 17 55.91	150	1.00 ± 0.12	5.2 ± 0.6	1.1 ± 0.3	1.6 ± 0.3	-	-0.21 ± 0.11	-0.69 ± 0.20	0.46 ± 0.10	-0.85 ± 0.07	CMaC
w015	07 01 39.5	-11 23 25.87	136	1.35 ± 0.15	7.0 ± 0.8	1.8 ± 0.4	2.0 ± 0.4	-	0.62 ± 0.12	0.12 ± 0.11	1.00 ± 0.04	-0.20 ± 0.12	IND
w016	07 01 52.5	-11 19 07.98	121	1.27 ± 0.17	6.6 ± 0.9	1.7 ± 0.4	-	-	0.03 ± 0.12	-1.00 ± 0.15	0.82 ± 0.11	-1.00 ± 0.06	PCC
w017	07 00 37.0	-11 23 46.28	111	1.38 ± 0.20	7.2 ± 1.0	2.8 ± 0.5	3.2 ± 0.6	-	0.65 ± 0.19	0.23 ± 0.14	1.00 ± 0.11	0.01 ± 0.15	IND
w018	07 00 56.1	-11 21 27.64	109	1.19 ± 0.17	6.2 ± 0.9	2.1 ± 0.4	1.8 ± 0.4	-	0.82 ± 0.14	0.15 ± 0.14	0.75 ± 0.18	-0.08 ± 0.15	IND
w019	07 01 19.9	-11 17 30.89	96	0.86 ± 0.11	4.5 ± 0.6	1.9 ± 0.3	2.3 ± 0.4	-	0.81 ± 0.13	-0.01 ± 0.13	1.00 ± 0.03	-0.19 ± 0.13	PCC
w020	07 02 23.9	-11 24 56.07	131	4.16 ± 0.44	21.7 ± 2.3	-	1.1 ± 0.3	-	0.25 ± 0.11	-0.29 ± 0.13	0.78 ± 0.09	-0.59 ± 0.09	PCC
w021	07 01 42.4	-11 23 35.44	88	0.84 ± 0.12	4.4 ± 0.6	1.1 ± 0.3	1.2 ± 0.3	-	0.02 ± 0.15	-0.52 ± 0.22	0.93 ± 0.09	-0.71 ± 0.12	CMaC
w022	07 01 12.2	-11 31 22.52	110	1.72 ± 0.23	9.0 ± 1.2	-	4.2 ± 0.6	-	0.75 ± 0.16	0.24 ± 0.13	0.82 ± 0.35	0.20 ± 0.15	IND
w023	07 01 00.5	-11 18 37.80	74	0.71 ± 0.11	3.7 ± 0.6	-	-	-	-0.62 ± 0.13	-1.00 ± 0.46	0.72 ± 0.11	-1.00 ± 0.04	PCC
w024	07 01 46.0	-11 30 33.07	104	1.43 ± 0.22	7.4 ± 1.1	2.7 ± 0.6	1.6 ± 0.4	-	-0.05 ± 0.15	-0.64 ± 0.23	1.00 ± 0.03	-0.77 ± 0.11	CMaC
w025	07 01 14.6	-11 20 32.40	87	0.62 ± 0.09	3.2 ± 0.5	0.5 ± 0.2	0.8 ± 0.2	-	-0.49 ± 0.13	-1.00 ± 0.16	0.79 ± 0.12	-1.00 ± 0.03	PCC
w026	07 01 34.1	-11 25 32.46	78	1.20 ± 0.15	6.3 ± 0.8	-	0.7 ± 0.3	-	-0.50 ± 0.12	-0.38 ± 0.26	0.60 ± 0.10	-0.83 ± 0.08	CMaC
w027	07 01 57.4	-11 06 58.33	96	2.63 ± 0.32	13.7 ± 1.7	-	-	-	-0.43 ± 0.11	-0.81 ± 0.24	-	-	CMaC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup>	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	$L_X^{(5)}$ ( $10^{30}$ erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks)		HR1 <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HR1 <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
						MOS1 <sup>(7)</sup>	MOS2 <sup>(8)</sup>					
w028	07 02 00.1	-11 27 43.63	68	1.46 ± 0.22	7.6 ± 1.2	-	2.1 ± 0.5	0.16 ± 0.15	-0.40 ± 0.21	0.86 ± 0.12	-0.74 ± 0.13	PCC
w029	07 01 18.1	-11 19 52.12	61	0.49 ± 0.09	2.5 ± 0.5	-	-	-0.48 ± 0.16	-0.34 ± 0.39	0.76 ± 0.14	-0.98 ± 0.08	CMaC
w030	07 02 22.2	-11 21 22.65	62	2.44 ± 0.32	12.7 ± 1.7	-	-	0.47 ± 0.13	-0.32 ± 0.15	0.78 ± 0.13	-0.60 ± 0.12	PCC
w031	07 01 11.2	-11 27 51.41	66	—	-	-	2.1 ± 0.4	-	-	-	-	IND
w032	07 02 13.7	-11 21 10.67	51	1.58 ± 0.24	8.2 ± 1.2	-	3.1 ± 0.7	0.60 ± 0.17	0.05 ± 0.16	1.00 ± 0.03	-0.20 ± 0.16	IND
w033	07 01 36.0	-11 23 06.60	50	—	-	0.9 ± 0.3	0.8 ± 0.2	-	-	-	-	PCC
w034	07 01 24.2	-11 24 27.55	58	0.53 ± 0.10	2.8 ± 0.5	-	0.6 ± 0.2	-0.75 ± 0.15	-0.05 ± 0.53	0.84 ± 0.14	-0.86 ± 0.14	CMaC
w035	07 01 23.7	-11 27 06.69	50	0.77 ± 0.13	4.0 ± 0.7	-	-	0.85 ± 0.20	0.35 ± 0.15	0.91 ± 0.16	0.16 ± 0.18	IND
w036	07 01 56.9	-11 24 07.96	54	0.82 ± 0.14	4.2 ± 0.7	1.1 ± 0.4	-	-0.57 ± 0.15	-0.74 ± 0.44	0.60 ± 0.13	-0.86 ± 0.12	CMaC
w037	07 01 09.6	-11 09 02.50	57	1.30 ± 0.20	6.7 ± 1.0	2.0 ± 0.5	2.1 ± 0.6	0.49 ± 0.36	0.70 ± 0.12	1.00 ± 0.12	0.39 ± 0.18	IND
w038	07 01 46.6	-11 18 11.04	46	0.50 ± 0.11	2.6 ± 0.6	3.3 ± 0.9	-	0.09 ± 0.21	-0.67 ± 0.34	0.64 ± 0.20	-0.81 ± 0.17	CMaC
w039	07 01 58.4	-11 15 46.60	49	0.93 ± 0.15	4.9 ± 0.8	-	-	-0.48 ± 0.15	-1.00 ± 0.30	0.72 ± 0.13	-1.00 ± 0.08	PCC
w040	07 00 40.2	-11 13 48.51	17	0.88 ± 0.19	4.6 ± 1.0	-	-	-0.13 ± 0.22	-0.46 ± 0.33	-	-	IND
w041	07 01 04.1	-11 25 01.41	48	0.61 ± 0.11	3.2 ± 0.6	-	1.3 ± 0.3	1.00 ± 0.20	0.62 ± 0.14	1.00 ± 0.39	0.52 ± 0.22	IND
w042	07 00 48.3	-11 12 37.90	35	0.74 ± 0.16	3.9 ± 0.8	-	-	0.03 ± 0.21	-0.56 ± 0.30	0.48 ± 0.17	-0.85 ± 0.15	CMaC
w043	07 01 39.2	-11 16 02.03	47	0.52 ± 0.12	2.7 ± 0.6	-	1.3 ± 0.3	-1.00 ± 574.88	1.00 ± 0.08	0.00 ± 0.00	1.00 ± 0.22	IND
w044	07 01 12.2	-11 09 58.53	28	0.78 ± 0.16	4.0 ± 0.8	-	-	-0.15 ± 0.20	-0.61 ± 0.34	0.87 ± 0.20	-0.90 ± 0.19	CMaC
w045	07 01 54.4	-11 22 19.35	30	0.41 ± 0.10	2.1 ± 0.5	-	-	-0.14 ± 0.24	-0.95 ± 0.30	0.99 ± 0.11	-0.97 ± 0.11	CMaC
w046	07 02 12.6	-11 24 42.17	36	1.34 ± 0.24	7.0 ± 1.2	-	1.6 ± 0.5	-0.13 ± 0.18	-0.35 ± 0.28	1.00 ± 0.06	-0.75 ± 0.14	PCC
w047	07 01 50.0	-11 18 23.33	35	—	-	-	1.4 ± 0.4	-	-	-	-	PCC
w048	07 00 47.1	-11 22 02.30	35	0.46 ± 0.10	2.4 ± 0.5	-	-	-0.52 ± 0.21	-1.00 ± 0.50	0.46 ± 0.17	-0.95 ± 0.11	PF
w049	07 01 18.8	-11 19 23.32	27	0.19 ± 0.06	1.0 ± 0.3	0.6 ± 0.2	-	-0.97 ± 0.16	-1.00 ± 9.00	-	-	PCC
w050	07 01 35.3	-11 15 53.27	28	0.59 ± 0.12	3.1 ± 0.6	-	-	0.52 ± 0.24	0.11 ± 0.21	0.90 ± 0.21	-0.22 ± 0.20	PF
w051	07 01 24.3	-11 09 01.76	23	0.68 ± 0.15	3.5 ± 0.8	-	-	-0.04 ± 0.21	-0.90 ± 0.33	1.00 ± 0.07	-0.79 ± 0.20	PCC
w052	07 01 14.2	-11 08 57.23	47	1.55 ± 0.35	8.1 ± 1.8	1.3 ± 0.4	1.8 ± 0.5	-0.03 ± 0.22	-1.00 ± 0.25	0.97 ± 0.11	-1.00 ± 0.16	PCC
w053	07 01 16.5	-11 09 06.50	20	0.87 ± 0.18	4.5 ± 0.9	-	-	0.26 ± 0.22	-0.28 ± 0.25	-	-	CMaC
w054	07 01 34.0	-11 23 17.56	24	0.55 ± 0.10	2.9 ± 0.5	-	-	-0.37 ± 0.16	-1.00 ± 0.43	0.74 ± 0.13	-0.99 ± 0.07	CMaC
w055	07 01 13.8	-11 21 16.95	23	0.34 ± 0.08	1.8 ± 0.4	-	-	-0.42 ± 0.22	-0.18 ± 0.44	0.49 ± 0.21	-0.68 ± 0.18	PCC

Tabela A.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup>	RA <sup>(2)</sup> (J2000)	DEC <sup>(3)</sup> (J2000)	ML <sup>(4)</sup>	$L_X^{(5)}$ ( $10^{30}$ erg/s)	PN <sup>(6)</sup>	CR (cts/ks) MOS1 <sup>(7)</sup> MOS2 <sup>(8)</sup>	HRJ <sub>1</sub> <sup>(9)</sup> 0.5 -1.0-2.0 keV	HR2 <sub>1</sub> <sup>(10)</sup> 1.0-2.0-7.3 keV	HRJ <sub>2</sub> <sup>(11)</sup> 0.2 -0.5-2.0 keV	HR2 <sub>2</sub> <sup>(12)</sup> 0.5-2.0-4.5 keV	Class <sup>(13)</sup>
w056	07 01 54.1	-11 27 28.15	21	0.56 ± 0.15	2.9 ± 0.8	1.6 ± 0.5 -	1.00 ± 0.27	-0.14 ± 0.27	-	-	IND
w057	07 01 25.5	-11 15 28.42	16	0.41 ± 0.09	2.1 ± 0.5	- -	1.00 ± 0.12	0.31 ± 0.22	1.00 ± 0.27	0.35 ± 0.28	IND
w058	07 01 56.8	-11 22 47.37	24	—	-	- -	-	-	-	-	PCC
w059	07 02 06.1	-11 14 24.84	19	0.54 ± 0.16	2.8 ± 0.8	- 2.0 ± 0.6	-0.02 ± 0.28	-0.97 ± 0.46	0.59 ± 0.28	-1.00 ± 0.19	IND
w060	07 01 49.1	-11 13 18.97	22	—	-	1.3 ± 0.4 -	-	-	-	-	PCC
w061	07 00 56.9	-11 17 51.17	20	0.52 ± 0.11	2.7 ± 0.6	- -	0.29 ± 0.29	0.29 ± 0.21	1.00 ± 0.12	-0.20 ± 0.23	FC
w063	07 02 19.6	-11 13 45.82	32	0.93 ± 0.22	4.8 ± 1.2	- -	-0.52 ± 0.20	-1.00 ± 0.98	1.00 ± 0.09	-1.00 ± 0.20	PCC
w064	07 01 20.1	-11 26 58.70	21	0.55 ± 0.11	2.9 ± 0.6	- -	1.00 ± 0.22	0.41 ± 0.17	1.00 ± 0.14	0.10 ± 0.25	IND
w065	07 01 12.6	-11 25 49.65	19	0.34 ± 0.09	1.8 ± 0.5	- -	-0.65 ± 0.24	-0.35 ± 0.75	0.94 ± 0.16	-1.00 ± 0.11	CMaC
w066	07 00 28.5	-11 21 36.40	26	—	-	2.2 ± 0.6 2.7 ± 0.6	-	-	-	-	IND
w068	07 02 24.9	-11 16 10.52	32	1.33 ± 0.27	6.9 ± 1.4	3.1 ± 0.8 -	0.81 ± 0.79	0.88 ± 0.13	-	-	IND
w070	07 01 06.8	-11 31 24.01	17	0.62 ± 0.14	3.2 ± 0.7	- -	-0.72 ± 0.19	-1.00 ± 1.10	0.93 ± 0.39	-1.00 ± 0.12	PCC
w072	07 01 14.6	-11 13 28.95	24	1.12 ± 0.30	5.8 ± 1.5	- -	0.92 ± 0.15	-0.73 ± 0.28	-	-	PCC
w076	07 01 38.5	-11 10 15.45	15	0.58 ± 0.15	3.0 ± 0.8	- -	-0.29 ± 0.26	-0.16 ± 0.45	-	-	PCC
w077	07 01 20.7	-11 11 52.92	18	0.48 ± 0.12	2.5 ± 0.6	1.2 ± 0.3 -	0.54 ± 0.37	0.34 ± 0.24	1.00 ± 0.14	0.00 ± 0.26	IND
w078	07 00 55.7	-11 26 24.39	17	—	-	1.2 ± 0.3 -	-	-	-	-	PCC
w080	07 01 30.9	-11 13 32.95	18	—	-	- -	-	-	-	-	IND
w085	07 01 25.3	-11 22 13.44	16	0.41 ± 0.09	2.1 ± 0.5	- -	0.50 ± 0.36	0.44 ± 0.19	1.00 ± 0.14	0.18 ± 0.22	IND
w086	07 01 18.0	-11 10 39.93	18	0.54 ± 0.13	2.8 ± 0.7	- 1.3 ± 0.4	0.95 ± 0.41	0.49 ± 0.22	-	-	IND
w096	07 01 37.6	-11 12 37.56	15	0.42 ± 0.10	2.2 ± 0.5	- -	-0.01 ± 0.24	-1.00 ± 0.17	0.74 ± 0.21	-1.00 ± 0.10	PCC
w0147	07 01 14.5	-11 16 15.98	22	0.49 ± 0.10	2.6 ± 0.5	- 0.8 ± 0.2	0.52 ± 0.46	0.67 ± 0.17	0.63 ± 0.54	0.50 ± 0.23	PCC
w112	07 01 12.6	-11 28 34.63	16	0.40 ± 0.10	2.1 ± 0.5	- -	-0.84 ± 0.19	-0.25 ± 1.18	0.57 ± 0.24	-1.00 ± 0.09	PCC
w143	07 01 12.2	-11 26 59.01	27	0.50 ± 0.11	2.6 ± 0.6	- -	-0.40 ± 0.22	-0.76 ± 0.42	0.73 ± 0.17	-1.00 ± 0.14	IND
w149	07 01 16.8	-11 17 59.05	24	0.32 ± 0.07	1.7 ± 0.4	- -	0.07 ± 0.21	-0.70 ± 0.33	0.30 ± 0.19	-1.00 ± 0.20	IND



# Apêndice B

---

## Lista de contrapartidas 2MASS

As candidatas à contrapartidas infravermelhas das fontes X, provenientes do catálogo 2MASS, estão apresentadas na Tabela B.1: a identificação das fontes X (1); identificação 2MASS (2); distância da contrapartida à fonte X (3); magnitude aparente nas bandas J, H e K (4, 5, 6); *flag* de qualidade(7); massas (8); e idades (9).

*Tabela B.1* - Fontes de raios X detectadas nas imagens combinadas das cameras EPIC: PN, MOS1 e MOS2.

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> $M_\odot$	Age <sup>(9)</sup> $10^6$ Myr
c001	07024369-1127360	9	14.13	0.04	13.22	0.04	12.95	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c001	07024458-1127264	10	15.79	0.08	14.96	0.11	14.67	0.11	ABA	0.3	> 0.2
c001	07024398-1127282	1	10.29	0.02	10.03	0.02	9.95	0.02	AAA	3.5	4.0
c002	07030298-1126263	3	13.75	0.03	12.88	0.03	12.68	0.02	AAA	0.3	> 0.2
c003	07025016-1124341	2	13.04	0.02	12.13	0.03	11.81	0.02	AAA	0.3	> 0.2
c004	07025603-1128310	3	12.97	0.03	11.95	0.03	11.64	0.03	AAA	0.3	> 0.2
c004	07025646-1128272	8	15.07	0.06	13.80	0.06	13.15	0.05	AAA	0.3	> 0.2
c005	07033492-1126217	9	14.63	0.04	13.99	0.06	13.75	0.04	AAA	0.8	20
c005	07033559-1126229	4	12.54	0.02	11.86	0.02	11.66	0.03	AAA	1.5	1.5
c006	07030077-1126239	2	15.28	0.05	14.36	0.05	14.15	0.07	AAA	0.3	> 0.2
c007	07033726-1131146	3	13.65	0.03	12.87	0.02	12.62	0.03	AAA	0.3	> 0.2
c008	07025927-1127313	9	14.49	0.10	13.61	0.09	13.36	0.07	AAA	0.3	> 0.2
c008	07025905-1127257	2	9.97	0.02	9.76	0.02	9.65	0.02	AAA	4.5	1.5
c009	07024261-1127117	3	7.83	0.02	7.77	0.04	7.73	0.02	AAA	7.0	0.5
c011	07022992-1122166	10	13.68	0.04	13.26	0.03	13.23	0.04	AAA	1.5	26
c011	07023052-1122244	2	9.87	0.02	9.67	0.02	9.62	0.02	AAA	4.5	1.5
c012	07023628-1125008	3	13.38	0.03	12.56	0.03	12.38	0.03	AAA	0.3	> 0.2
c013	07024498-1135140	2	13.05	-	12.74	0.06	12.48	0.04	UEA	1.5	20
c015	07024607-1128059	2	13.53	0.03	12.76	0.03	12.53	0.03	AAA	0.8	1.5
c016	07034610-1124021	3	13.11	0.03	12.30	0.03	12.01	0.02	AAA	0.3	> 0.2
c017	07024842-1124244	3	14.15	0.03	13.19	0.03	12.85	0.03	AAA	0.3	> 0.2
c019	07023666-1128115	2	14.09	0.03	13.37	0.04	13.11	0.04	AAA	1.5	7.5

Tabela B.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> M <sub>☉</sub>	Age <sup>(9)</sup> 10 <sup>6</sup> Myr
c020	07024757-1125096	2	14.03	0.04	13.17	0.04	12.81	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c020	07024766-1125136	6	15.75	0.07	14.86	0.08	14.44	0.09	AAA	0.3	> 0.2
c021	07024815-1118175	2	14.69	0.03	14.04	0.05	13.77	0.05	AAA	0.8	20
c021	07024832-1118203	4	13.82	0.05	13.25	0.06	13.19	0.05	AAA	0.8	20
c022	07025284-1127048	2	13.46	0.02	12.75	0.02	12.54	0.02	AAA	1.5	4.0
c023	07024651-1126582	4	14.42	0.04	13.59	0.04	13.31	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c023	07024651-1127040	9	16.37	0.10	15.50	0.15	15.19	0.17	ABC	0.3	> 0.2
c023	07024616-1126566	2	15.30	0.04	14.57	0.05	14.39	0.07	AAA	0.8	20
c024	07030304-1125516	2	14.03	0.03	13.35	0.03	13.24	0.04	AAA	1.5	12.5
c025	07031139-1135127	2	12.44	0.02	11.95	0.03	11.77	0.02	AAA	1.5	7.5
c026	07024312-1123532	10	14.61	0.03	13.67	0.03	13.36	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c026	07024393-1123475	4	13.49	0.03	12.78	0.03	12.52	0.03	AAA	1.5	4.0
c027	07024912-1130388	3	13.32	0.02	12.55	0.02	12.32	0.02	AAA	0.8	1.5
c028	07025642-1122189	2	13.92	0.03	13.24	0.03	13.04	0.04	AAA	1.5	7.5
c029	07031269-1128382	0	13.13	0.02	12.25	0.03	11.93	0.02	AAA	0.3	> 0.2
c030	07024945-1125470	2	13.67	0.02	12.75	0.02	12.51	0.03	AAA	0.3	> 0.2
c031	07031181-1130169	4	14.01	0.03	13.20	0.03	12.91	0.02	AAA	0.3	> 0.2
c032	07033309-1117510	1	13.47	0.02	12.76	0.02	12.48	0.02	AAA	1.5	4.0
c033	07024652-1132594	1	13.63	0.03	12.80	0.02	12.52	0.02	AAA	0.3	> 0.2
c034	07025893-1130048	3	14.35	0.04	13.32	0.04	12.97	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c035	07024314-1125544	3	14.06	0.03	13.25	0.02	13.03	0.03	AAA	0.3	> 0.2
c036	07030989-1116147	4	13.61	0.02	13.01	0.02	12.88	0.03	AAA	1.5	12.5
c037	07025833-1128428	2	12.83	0.02	11.58	0.02	10.85	0.02	AAA	0.3	> 0.2
c039	07025318-1130539	3	14.17	0.04	13.22	0.05	12.87	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c041	07024001-1128240	3	14.57	0.05	13.73	0.04	13.42	0.06	AAA	0.3	> 0.2
c042	07024193-1128079	6	14.74	0.07	13.80	0.07	13.56	0.08	AAA	0.3	> 0.2
c042	07024247-1128095	7	16.23	0.12	15.46	0.15	15.10	0.15	BBB	0.3	> 0.2
c042	07024206-1128004	4	16.01	0.09	15.30	0.11	14.84	0.13	AAB	0.8	40
c042	07024255-1128015	5	13.15	0.02	12.62	0.03	12.44	0.02	AAA	1.5	12.5
c043	07034064-1123314	4	11.02	0.03	10.84	0.02	10.74	0.02	AAA	2.5	4.0
c044	07025410-1125160	2	14.85	0.04	13.91	0.05	13.53	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c045	07030365-1119195	5	15.21	0.05	14.52	0.08	14.27	0.08	AAA	0.8	20
c046	07033281-1132122	1	11.12	0.02	10.69	0.03	10.55	0.02	AAA	2.5	4.0
c047	07035584-1128029	3	14.12	0.03	13.32	0.03	13.05	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c047	07035584-1127544	9	14.05	0.06	13.37	0.05	13.16	0.05	AAA	1.5	12.5
c050	07024876-1117503	1	15.69	0.06	14.84	0.10	14.69	0.12	AAB	0.3	> 0.2
c051	07034751-1131489	3	13.52	0.03	12.77	0.03	12.60	0.03	AAA	0.8	1.5
c052	07025308-1130093	3	14.97	0.03	13.99	0.05	13.71	0.05	AAA	0.3	> 0.2
c053	07032742-1132531	2	14.34	0.03	13.32	0.03	12.92	0.03	AAA	0.3	> 0.2
c053	07032767-1132446	8	16.36	0.10	15.32	0.13	14.96	0.13	ABB	0.3	> 0.2
c055	07033910-1127582	4	15.72	0.06	14.68	0.05	14.43	0.08	AAA	0.3	> 0.2
c056	07022785-1130569	5	14.39	0.02	13.73	0.03	13.52	0.04	AAA	0.8	20
c057	07034002-1129480	2	14.68	0.04	14.03	0.04	13.80	0.05	AAA	0.8	20
c058	07024724-1137219	6	15.89	0.13	14.91	0.12	14.62	0.11	BBA	0.3	> 0.2

Tabela B.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> M <sub>⊙</sub>	Age <sup>(9)</sup> 10 <sup>6</sup> Myr
c058	07024768-1137263	2	11.33	0.02	10.76	0.02	10.66	0.02	AAA	2.5	1.5
c059	07032626-1123349	2	14.58	0.03	13.57	0.03	13.10	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c061	07025621-1121553	9	13.75	0.02	13.17	0.03	12.93	0.04	AAA	1.5	12.5
c062	07023071-1119055	2	15.92	0.08	15.04	0.07	14.67	0.11	AAA	0.3	> 0.2
c063	07030360-1124488	3	15.00	0.04	13.89	0.04	13.52	0.05	AAA	0.3	> 0.2
c065	07025893-1131550	9	16.17	0.09	15.35	0.11	15.09	0.14	ABB	0.3	> 0.2
c066	07022196-1126438	5	16.19	0.11	15.26	0.10	14.33	-	AAU	0.3	> 0.2
c066	07022200-1126404	2	14.91	0.06	14.22	0.07	13.91	-	AAU	0.8	20
c067	07032616-1135024	3	15.07	0.04	14.33	0.04	14.06	0.06	AAA	0.8	20
c067	07032616-1135024	3	15.07	0.04	14.33	0.04	14.06	0.06	AAA	0.8	20
c071	07033469-1127533	3	11.62	0.02	11.42	0.02	11.34	0.02	AAA	2.5	7.5
c072	07031994-1128055	5	14.80	0.04	13.82	0.04	13.51	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c075	07024771-1123033	5	13.14	0.02	12.75	0.03	12.61	0.03	AAA	1.5	20
c075	07024771-1123033	5	13.14	0.02	12.75	0.03	12.61	0.03	AAA	1.5	20
c078	07021265-1122366	3	14.84	0.04	13.94	0.04	13.73	0.06	AAA	0.3	> 0.2
c080	07022735-1134552	5	10.04	0.02	9.76	0.02	9.70	0.02	AAA	4.5	1.5
c082	07030093-1122482	4	15.37	0.05	14.58	0.06	14.22	0.08	AAA	0.3	0.5
c082	07030093-1122482	4	15.37	0.05	14.58	0.06	14.22	0.08	AAA	0.3	0.5
c091**	07030287-1128116	8	16.26	0.09	15.05	0.08	14.82	0.11	AAB	0.3	> 0.2
c097	07031553-1128219	4	14.15	0.03	13.37	0.04	13.13	0.04	AAA	0.3	> 0.2
c100	07022222-1115184	6	13.82	0.04	13.27	0.04	13.08	0.04	AAA	1.5	20
c114	07032314-1129047	10	15.42	0.05	14.70	0.08	14.65	0.11	AAB	0.3	7.5
c117	07024975-1119428	6	12.98	0.02	12.69	0.03	12.60	0.02	AAA	1.5	ZAMS+1
c119	07025731-1120353	1	14.52	0.03	13.94	0.05	13.62	0.05	AAA	0.8	20
c124	07024462-1120270	4	13.51	0.03	12.88	0.02	12.63	0.02	AAA	1.5	7.5
c42	07024222-1128112	8	15.29	0.08	14.36	0.09	13.67	0.06	AAA	0.3	> 0.2
e001	07050441-1143071	6	12.32	0.02	11.69	0.03	11.50	0.03	AAA	1.5	4.0
e002	07040427-1126148	6	13.80	0.07	12.95	0.06	12.81	0.05	AAA	0.3	> 0.2
e002	07040393-1126097	2	9.76	0.03	9.72	0.04	9.63	0.02	AAA	5.5	0.5
e003	07035708-1128317	2	12.37	0.02	11.69	0.03	11.47	0.02	AAA	1.5	1.5
e004	07041923-1125077	2	12.90	0.03	12.35	0.03	12.26	0.03	AAA	1.5	7.5
e005	07041833-1142359	2	12.03	0.02	11.48	0.02	11.32	0.02	AAA	1.5	4.0
e005***	07041829-1142442	9	16.71	0.17	15.38	-	15.42	-	CUU	0.3	> 0.2
e006	07045242-1138490	2	7.45	0.02	7.02	0.05	6.92	0.03	AAA	6.5	0.2
e007	07042103-1136565	7	15.25	0.05	14.59	0.08	14.19	0.07	AAA	0.8	55
e007	07042135-1137043	2	12.48	0.03	11.91	0.02	11.76	0.02	AAA	1.5	4.0
e008	07041233-1139229	2	11.31	0.04	11.04	0.03	10.96	0.03	e0AA	2.5	7.5
e009	07043848-1131311	7	8.69	0.10	8.63	0.10	8.79	0.08	AAA	6.5	0.5
e009	07043829-1131265	3	7.39	0.03	7.42	0.05	7.42	0.03	AAA	17.0	4.0
e010	07042982-1147208	3	11.15	0.02	10.47	0.02	10.31	0.02	AAA	1.5	0.5
e010	07042944-1147264	10	14.16	0.05	13.48	0.07	13.32	0.05	AAA	1.5	12.5
e011	07035152-1134557	2	10.97	0.02	10.76	0.03	10.69	0.02	AAA	2.5	4.0
e012	07041912-1133480	2	13.10	0.03	12.42	0.04	12.16	0.03	e0e0e0	1.5	4.0
e013	07042250-1131400	2	13.24	0.02	12.56	0.02	12.36	0.02	AAA	1.5	4.0

Tabela B.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> M <sub>⊙</sub>	Age <sup>(9)</sup> 10 <sup>6</sup> Myr
e014	07040742-1123127	8	15.29	0.09	14.50	0.09	14.26	0.12	AAB	0.3	0.5
e014	07040816-1123097	4	15.46	0.11	14.59	0.06	14.19	0.08	e0AA	0.3	> 0.2
e014	07040812-1123137	5	14.29	-	13.77	0.09	13.50	0.09	UAA	1.5	35
e015	07035503-1128181	5	14.14	0.03	13.43	0.03	13.20	0.03	AAA	1.5	7.5
e015	07035414-1128235	10	14.12	0.18	13.43	0.14	13.31	0.06	CBA	1.5	12.5
e016	07035880-1135311	4	10.72	0.02	10.54	0.02	10.47	0.02	AAA	3.5	4.0
e017	07035575-1129315	3	12.92	0.02	12.22	0.02	12.02	0.02	AAA	1.5	1.5
e018	07042820-1134486	7	14.80	0.05	14.07	0.07	13.79	0.05	AAA	0.8	12.5
e018	07042798-1134431	2	12.41	0.03	11.73	0.03	11.53	0.03	AAA	1.5	1.5
e019	07040320-1133530	5	16.13	0.12	15.22	0.13	14.18	-	BBU	0.3	> 0.2
e019	07040330-1133586	3	13.74	0.03	12.97	0.04	12.77	0.05	AAA	0.8	0.5
e019	07040285-1133579	4	13.15	0.05	11.90	0.04	11.40	0.03	AAA	0.8	> 0.2
e019	07040345-1134060	10	16.59	-	15.67	0.18	14.67	0.11	UCA	0.8	> 0.2
e020	07040946-1130168	4	14.11	0.03	13.44	0.03	13.27	0.04	AAA	1.5	12.5
e020	07040918-1130075	8	13.65	0.03	12.96	0.02	12.86	0.04	AAA	1.5	7.5
e021	07045632-1129332	5	11.46	0.02	10.85	0.02	10.20	0.02	AAA	2.5	2.5
e022	07042625-1131207	2	12.47	0.03	11.60	0.03	11.15	0.02	AAA	0.3	> 0.2
e022	07042617-1131287	10	12.91	0.03	12.15	0.03	11.97	0.03	AAA	0.8	0.5
e023	07034915-1141544	4	13.43	0.04	12.85	0.03	12.74	0.04	AAA	1.5	12.5
e024	07042340-1132515	3	13.22	0.03	12.48	0.02	12.32	0.03	AAA	0.3	1.5
e025	07041786-1134268	2	14.13	0.03	13.27	0.03	13.08	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e026	07035587-1133385	1	12.37	0.02	11.54	0.03	11.24	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e028	07041588-1124055	5	8.95	0.02	8.90	0.02	8.85	0.02	AAA	6.5	0.5
e029	07045599-1134076	8	15.90	0.12	15.12	0.15	15.19	0.21	BBC	0.3	4.0
e029	07045577-1134175	3	11.53	0.03	10.87	0.03	10.48	0.02	AAA	1.5	0.5
e030	07041839-1125239	3	14.39	0.03	13.56	0.04	13.39	0.05	AAA	0.3	> 0.2
e030	07041812-1125280	4	13.14	0.04	12.42	0.04	12.28	0.04	AAA	0.8	1.5
e031	07035586-1142141	6	15.10	0.04	14.41	0.06	14.14	0.07	AAA	0.8	20
e031	07035591-1142065	1	13.63	0.03	13.05	0.03	12.96	0.04	AAA	1.5	12.5
e032	07040114-1136255	2	13.50	-	12.69	0.04	12.51	0.04	UAA	0.3	> 0.2
e032	07040132-1136174	6	14.77	0.05	13.93	0.05	13.42	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e033	07042063-1136443	4	14.60	0.03	13.73	0.03	13.54	0.05	AAA	0.3	> 0.2
e034	07035994-1130318	1	13.21	-	12.27	-	12.25	0.04	UUA	0.3	> 0.2
e035	07043129-1132402	1	15.44	0.05	14.55	0.06	14.26	0.07	AAA	0.3	> 0.2
e035	07043099-1132417	4	13.90	0.06	13.14	0.08	12.88	0.06	e0e0A	0.8	0.5
e036	07040225-1125429	6	11.31	0.03	10.75	0.03	9.94	0.05	AAA	2.5	1.5
e036	07040234-1125393	2	10.40	0.05	10.32	0.07	10.26	0.02	AAA	4.5	1.5
e037	07044250-1136133	3	14.47	0.04	13.76	0.04	13.62	0.06	AAA	0.8	12.5
e038	07041191-1121312	3	11.93	0.02	11.26	0.02	11.01	0.02	AAA	1.5	0.5
e039	07034869-1131502	3	13.99	0.03	13.21	0.03	13.02	0.03	AAA	0.8	0.5
e040	07040235-1123385	10	16.35	0.15	15.26	0.16	15.05	0.15	BBB	0.8	> 0.2
e040***	07040274-1123252	10	15.86	0.48	13.94	0.11	12.58	0.04	DAA	0.8	> 0.2
e041	07044185-1137104	8	15.46	0.07	14.67	0.08	14.49	0.10	AAA	0.3	0.5
e041	07044200-1137191	4	13.74	0.02	13.20	0.03	13.03	0.03	AAA	1.5	20



Tabela B.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> M <sub>⊙</sub>	Age <sup>(9)</sup> 10 <sup>6</sup> Myr
e042	07035770-1124199	2	11.27	0.02	10.92	0.03	10.81	0.02	AAA	2.5	7.5
e043	07040390-1123480	5	13.93	0.03	13.10	0.04	12.84	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e043	07040426-1123451	3	13.40	0.04	12.71	0.05	12.50	0.04	AAA	1.5	4.0
e044	07035564-1132468	1	10.78	0.02	10.40	0.03	10.31	0.02	AAA	2.5	4.0
e045	07050033-1137419	2	12.90	0.02	12.24	0.02	12.03	0.02	AAA	1.5	4.0
e046	07034316-1133062	1	6.54	0.02	5.22	0.03	3.77	0.18	AAC	0.3	> 0.2
e047	07042325-1124172	5	13.45	0.02	12.64	0.03	12.19	0.02	AAA	0.3	> 0.2
e047	07042336-1124067	8	13.41	0.03	13.03	0.03	12.93	0.04	AAA	1.5	25
e048	07051013-1128260	5	16.52	0.17	15.72	0.15	15.58	-	CCU	0.3	> 0.2
e049	07042264-1130482	3	13.29	0.04	12.64	0.04	12.42	0.03	AAA	1.5	7.5
e051	07033347-1134269	2	13.46	0.02	12.77	0.03	12.54	0.02	AAA	1.5	4.0
e052	07042775-1146313	6	15.04	0.06	14.37	0.07	14.43	0.09	AAA	0.8	20
e052	07042775-1146266	5	12.87	0.03	12.40	0.04	12.28	0.03	AAA	1.5	12.5
e054	07050985-1129411	4	12.45	0.02	11.75	0.02	11.52	0.02	AAA	1.5	1.5
e055	07040181-1128460	10	16.26	0.09	15.30	0.11	15.15	0.16	ABC	0.3	> 0.2
e055	07040119-1128454	2	13.58	0.03	12.86	0.03	12.72	0.03	AAA	1.5	4.0
e055	07040150-1128393	6	13.45	0.03	13.06	0.03	12.97	0.03	AAA	1.5	23
e056	07035400-1132478	0	12.34	0.02	11.61	0.03	11.18	0.02	AAA	0.8	0.5
e057	07040290-1132074	3	13.91	0.04	13.14	0.04	12.90	0.03	AAA	0.8	1.5
e057	07040284-1132155	9	11.23	0.02	11.17	0.03	11.16	0.03	AAA	3.5	4.0
e057**	07040369-1132090	9	14.57	0.03	14.02	0.04	13.78	0.05	AAA	0.8	40
e058	07040091-1138254	4	13.40	0.03	12.82	0.03	12.54	0.03	AAA	1.5	12.5
e059	07042412-1125020	3	14.11	0.03	13.53	0.04	13.39	0.04	AAA	1.5	20
e060	07040542-1128562	2	10.10	0.02	10.06	0.02	10.04	0.02	AAA	5.5	1.5
e061	07034994-1132148	1	13.63	-	13.00	0.04	12.73	-	UAU	1.5	7.5
e062	07041511-1133577	2	14.14	0.03	13.31	0.03	13.08	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e063***	07042296-1127235	9	16.52	0.17	15.24	-	14.82	-	CUU	0.3	> 0.2
e064	07043428-1134501	3	14.43	0.04	13.66	0.04	13.45	0.05	AAA	0.8	0.5
e065	07035303-1129352	1	12.36	0.02	11.54	0.02	10.95	0.02	AAA	0.3	> 0.2
e065***	07035278-1129314	5	16.05	0.14	13.47	-	12.91	-	BUU	0.3	> 0.2
e066	07042196-1122296	3	11.30	0.02	11.13	0.02	11.03	0.02	AAA	2.5	4.0
e067	07040075-1133559	5	16.08	0.22	15.15	0.18	15.00	0.21	DCC	0.3	> 0.2
e067	07040041-1133596	1	12.10	0.03	10.92	0.03	10.19	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e068	07040224-1124188	3	13.47	0.03	12.64	0.03	12.46	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e068	07040267-1124244	8	15.72	0.10	14.84	0.10	14.63	0.12	AAB	0.3	> 0.2
e069	07044183-1146282	3	13.47	0.03	12.83	0.03	12.77	0.03	AAA	1.5	7.5
e070	07045407-1138362	3	13.06	0.02	12.49	0.02	12.35	0.02	AAA	1.5	7.5
e071	07042018-1124325	3	14.26	0.03	13.52	0.02	13.27	0.04	AAA	0.8	7.5
e072	07035486-1134340	1	8.90	0.02	8.91	0.02	8.93	0.02	AAA	9.0	4.0
e073	07051571-1132050	5	12.75	0.02	12.13	0.03	12.03	0.03	AAA	1.5	4.0
e074	07035472-1136057	1	14.44	0.03	13.72	0.03	13.54	0.03	AAA	0.8	7.5
e075	07040309-1128071	1	13.30	0.03	12.63	0.03	12.49	0.03	AAA	1.5	7.5
e076	07033845-1142477	3	14.81	0.04	13.98	0.03	13.76	0.06	AAA	0.3	> 0.2
e076	07033905-1142510	7	16.52	0.13	15.75	0.17	15.24	0.17	BCC	0.3	100

Tabela B.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> M <sub>☉</sub>	Age <sup>(9)</sup> 10 <sup>6</sup> Myr
e077	07034583-1129446	5	14.08	0.02	13.43	0.03	13.23	0.03	AAA	1.5	12.5
e078	07035859-1129377	4	12.97	0.02	12.19	0.02	11.78	0.02	AAA	0.8	0.5
e079	07035523-1138157	4	14.34	0.03	13.60	0.03	13.43	0.04	AAA	0.8	7.5
e081	07041176-1125125	2	14.53	0.04	13.75	0.04	13.57	0.05	AAA	0.3	0.5
e082	07044524-1124420	3	11.96	0.03	11.39	0.03	11.21	0.03	AAA	1.5	4.0
e083**	07034567-1129247	7	16.73	0.15	15.82	0.17	15.60	0.23	BCD	0.3	> 0.2
e084	07043739-1129384	3	11.65	0.02	11.28	0.03	11.13	0.02	AAA	2.5	7.5
e085	07040086-1127142	3	13.37	0.04	12.92	0.04	12.87	0.04	AAA	1.5	20
e086	07034209-1135139	3	13.35	0.03	12.60	0.03	12.43	0.03	AAA	0.8	1.5
e087	07041595-1133363	3	14.72	0.05	13.87	0.05	13.72	0.05	AAA	0.3	4.0
e087**	07041567-1133374	7	16.43	0.13	14.62	-	14.30	-	BUU	0.3	> 0.2
e088	07043962-1146155	7	14.24	0.05	13.61	0.04	13.34	0.05	AAA	1.5	20
e089	07035678-1139106	2	14.15	0.04	13.50	0.04	13.35	0.04	AAA	1.5	20
e090	07043874-1126453	9	16.30	0.15	15.52	-	15.34	-	BUU	0.3	> 0.2
e090	07043765-1126531	9	12.26	0.02	11.97	0.03	11.92	0.03	AAA	0.8	0.5
e090*	07043811-1126451	3	16.37	0.20	15.07	-	15.03	-	CUU	0.3	> 0.2
e091	07035805-1132398	1	14.10	0.03	13.23	0.03	12.93	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e093***	07040165-1121322	2	15.36	0.05	13.85	0.03	12.98	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e094	07041037-1131451	1	14.02	0.03	13.26	0.02	13.02	0.04	AAA	0.8	4.0
e095	07033905-1137183	3	14.69	0.04	13.92	0.05	13.68	0.05	AAA	0.3	0.5
e096	07040744-1146306	4	15.22	0.05	14.44	0.06	14.41	0.09	AAA	0.3	> 0.2
e098	07043345-1126304	4	13.63	0.02	12.84	0.03	12.62	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e098	07043367-1126241	4	16.65	0.12	15.89	0.19	15.27	0.18	BCC	0.3	100
e099	07035666-1134553	3	12.94	0.02	11.87	0.03	11.17	0.02	AAA	0.3	> 0.2
e100	07044125-1135469	5	14.99	0.06	14.27	0.06	14.01	0.07	AAA	0.8	20
e101***	07040505-1123265	4	16.34	0.12	14.87	0.07	13.82	0.05	BAA	0.3	> 0.2
e102	07040593-1123587	4	14.42	0.03	13.47	0.03	12.93	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e103	07035800-1130081	5	14.55	0.04	13.77	0.06	13.46	0.04	AAA	0.3	0.5
e104	07035283-1140177	2	13.79	0.03	13.12	0.03	12.94	0.03	AAA	1.5	7.5
e105	07041898-1137255	7	15.28	0.05	14.47	0.06	14.32	0.07	AAA	0.3	0.5
e106	07035833-1134188	4	14.75	0.03	13.98	0.04	13.78	0.05	AAA	0.3	7.5
e106	07035865-1134100	8	15.93	0.08	15.19	0.10	14.92	0.13	AAB	0.8	70
e106***	07035884-1134219	6	16.39	0.12	15.22	0.10	14.86	0.13	BAB	0.8	> 0.2
e107	07035324-1134449	4	15.10	0.04	14.25	0.05	13.89	0.06	AAA	0.3	> 0.2
e107	07035338-1134504	4	13.44	0.03	12.48	0.03	11.93	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e108	07041357-1135085	2	14.70	0.04	14.08	0.03	13.81	0.05	AAA	0.8	20
e109	07040839-1123579	7	15.24	0.05	14.50	0.08	14.28	0.10	AAA	0.8	20
e109	07040803-1123547	3	13.12	0.03	12.44	0.04	12.20	0.03	AAA	1.5	4.0
e110	07040461-1122328	4	13.43	0.02	12.69	0.03	12.51	0.03	AAA	0.8	1.5
e110	07040507-1122253	6	14.67	0.04	13.91	0.05	13.62	0.05	AAA	0.8	7.5
e111	07041591-1126137	5	14.26	0.04	13.53	0.05	13.24	0.04	AAA	0.8	20
e111	07041601-1126100	1	12.91	0.04	12.15	0.05	11.74	0.04	AAA	0.8	0.5
e112	07043968-1133593	4	14.58	0.04	13.80	0.04	13.54	0.05	AAA	0.3	4.0
e113	07040892-1139560	1	14.70	0.05	13.84	0.04	13.66	0.05	AAA	0.3	> 0.2

Tabela B.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> $M_\odot$	Age <sup>(9)</sup> $10^6$ Myr
e114	07043198-1133181	3	14.55	0.02	13.83	0.03	13.61	0.04	AAA	0.8	12.5
e116	07043054-1126150	5	14.03	0.03	13.29	0.03	13.17	0.02	AAA	0.8	4.0
e117	07041652-1143064	4	14.06	0.04	13.26	0.03	13.05	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e117	07041736-1143103	9	10.21	0.02	10.12	0.02	10.04	0.02	AAA	4.5	1.5
e118	07033446-1135042	2	14.24	0.03	13.37	0.04	12.95	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e119	07035211-1139579	8	15.58	0.06	14.83	0.07	14.42	0.09	AAA	0.8	4.0
e119	07035140-1140012	3	14.23	0.02	13.48	0.04	13.27	0.04	AAA	0.8	4.0
e120	07041638-1127455	4	13.67	0.03	12.94	0.03	12.69	0.03	AAA	0.8	4.0
e121	07051248-1132500	9	13.80	0.02	13.06	0.03	12.81	0.04	AAA	0.8	4.0
e121	07051203-1132434	4	13.23	0.04	12.80	0.04	12.82	0.05	e0e0A	1.5	20
e122	07041999-1132150	2	14.54	0.04	13.74	0.05	13.47	0.05	AAA	0.3	0.5
e123	07050252-1138265	9	16.03	0.12	15.29	0.10	15.11	0.19	BAC	0.8	80
e123	07050146-1138300	8	14.65	0.05	14.07	0.04	13.78	0.06	AAA	0.8	40
e124	07045894-1127572	6	14.03	0.04	13.33	0.03	13.13	0.03	AAA	1.5	7.5
e125	07040451-1124212	3	13.52	0.03	12.72	0.04	12.45	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e126	07042202-1139318	1	14.78	0.03	14.08	0.04	13.86	0.05	AAA	0.8	20
e127	07040649-1144473	4	14.02	0.04	13.46	0.03	13.31	0.05	AAA	1.5	20
e128	07041959-1144087	5	14.90	0.04	14.20	0.05	14.05	0.06	AAA	0.8	20
e129	07041458-1139547	2	14.13	0.03	13.38	0.03	13.08	0.04	AAA	0.8	4.0
e130	07042153-1129165	3	15.15	-	14.25	0.06	14.01	-	UAU	0.3	> 0.2
e131	07033947-1132026	2	14.20	0.03	13.37	0.04	13.08	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e132	07044011-1130333	4	11.75	0.02	11.38	0.02	11.24	0.02	AAA	2.5	7.5
e134	07051489-1130542	4	11.83	0.02	11.59	0.03	11.55	0.03	AAA	2.5	7.5
e135	07044469-1129527	10	13.78	0.03	13.31	0.04	13.16	0.04	AAA	1.5	26
e136	07044544-1137593	2	10.92	0.02	10.76	0.03	10.71	0.02	AAA	3.5	4.0
e137	07041065-1134323	2	15.38	0.05	14.61	0.08	13.93	0.06	AAA	0.8	7.5
e138	07040337-1138030	4	13.72	0.02	12.94	0.03	12.79	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e140	07040707-1121393	7	14.50	0.03	13.59	0.03	13.31	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e140	07040676-1121358	10	16.67	0.15	15.91	0.20	15.55	0.22	BCD	0.3	80
e141	07041779-1128212	4	14.50	0.05	13.75	0.06	13.30	0.05	AAA	0.8	7.5
e142	07035234-1139061	3	13.59	0.03	12.83	0.03	12.61	0.03	AAA	0.8	1.5
e143	07042086-1129361	0	13.80	0.02	12.88	0.02	12.29	0.02	AAA	0.3	> 0.2
e144	07050082-1141270	6	9.31	0.02	9.10	0.03	9.01	0.02	AAA	5.5	0.5
e150	07035760-1125367	3	14.62	0.04	13.86	0.05	13.59	0.05	AAA	0.8	7.5
e151	07050727-1141589	6	12.54	0.02	12.33	0.03	12.24	0.03	AAA	1.5	14
e153	07042640-1132211	3	11.70	0.02	11.60	0.02	11.59	0.02	AAA	2.5	7.5
e154	07041424-1123169	3	13.90	0.03	12.98	0.02	12.34	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e156	07044007-1136282	4	15.31	0.06	14.56	0.03	14.31	0.09	AAA	0.8	20
e156	07044000-1136206	8	13.86	0.05	13.24	0.05	13.03	0.04	AAA	1.5	12.5
e157	07034996-1127384	3	14.35	0.03	13.46	0.04	13.09	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e161	07035249-1126168	4	13.69	0.03	12.87	0.03	12.57	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e164	07043319-1135327	10	16.08	0.08	15.38	0.15	15.08	-	ABU	0.3	80
e164	07043357-1135329	5	14.90	0.04	14.27	0.06	14.16	0.07	AAA	0.8	45
e164***	07043415-1135346	7	16.67	0.13	15.63	0.15	15.25	-	BBU	0.3	100

Tabela B.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> M <sub>☉</sub>	Age <sup>(9)</sup> 10 <sup>6</sup> Myr
e165	07044186-1132587	3	14.68	0.04	13.89	0.03	13.17	0.04	AAA	0.3	4.0
e167	07051198-1136500	9	14.16	0.04	13.38	0.03	13.19	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e167	07051208-1136380	4	14.43	0.04	13.75	0.04	13.67	0.06	AAA	0.8	20
e168	07042822-1138532	6	15.88	-	14.86	-	15.09	0.15	UUB	0.3	> 0.2
e168	07042829-1138507	4	16.04	0.08	15.26	0.14	14.73	-	ABU	0.3	> 0.2
e173	07034807-1127298	8	16.14	0.09	15.32	0.12	15.52	0.23	ABD	0.3	> 0.2
e173	07034733-1127333	4	14.13	0.03	13.46	0.04	13.24	0.03	AAA	1.5	12.5
e175	07033033-1132028	2	14.13	0.03	13.20	0.04	12.90	0.03	AAA	0.3	> 0.2
e177	07041626-1129598	8	11.27	0.02	11.11	0.02	11.05	0.02	AAA	2.5	4.0
e181	07050397-1122517	4	10.35	0.02	9.80	0.02	9.70	0.02	AAA	2.5	1.5
e186	07043077-1134330	4	14.04	0.04	13.24	0.04	12.96	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e190	07035271-1123132	2	13.83	0.05	13.03	0.05	12.83	0.04	AAA	0.3	> 0.2
e190	07035295-1123097	7	14.50	0.03	13.84	0.03	13.66	0.05	AAA	0.8	20
e194	07051131-1134358	4	14.63	0.05	13.90	0.04	13.60	0.06	AAA	0.8	1.5
e195	07041621-1123480	4	13.23	0.03	12.46	0.02	12.23	0.03	AAA	0.8	12.5
e195	07041639-1123509	6	13.07	0.07	12.32	0.07	12.06	0.06	AAA	0.8	1.5
e198	07035594-1143099	1	13.46	0.03	12.74	0.03	12.47	0.03	AAA	0.8	4.0
e202	07051183-1135283	7	15.10	0.06	14.29	0.06	14.00	0.07	AAA	0.3	4.0
e202	07051217-1135218	4	11.95	0.03	11.78	0.03	11.78	0.03	AAA	2.5	7.5
e203	07043946-1126126	4	14.56	0.04	13.86	0.03	13.58	0.05	AAA	0.8	20
e205	07041484-1121315	8	13.88	0.04	12.97	0.04	12.56	0.03	AAA	0.8	> 0.2
e212	07042768-1127197	4	14.58	0.03	13.80	0.04	13.48	0.04	AAA	0.3	4.0
e214	07050912-1134477	1	13.22	0.02	12.73	0.03	12.58	0.03	AAA	1.5	20
e378	07035646-1129476	2	14.03	0.04	13.24	0.04	13.01	0.05	AAA	0.3	> 0.2
s001	07025788-1146232	1	10.46	0.02	10.21	0.02	10.16	0.02	AAA	3.5	4.0
s002	07025047-1145520	10	14.26	0.16	13.64	0.11	13.55	0.11	CBA	0.2	20
s002	07025102-1145561	3	9.49	0.02	9.39	0.02	9.34	0.02	AAA	5.5	0.5
s003	07030793-1153073	4	13.00	0.03	12.42	0.04	12.15	0.03	AAA	1.5	7.5
s003	07030811-1153043	2	11.86	0.04	11.26	0.05	11.04	0.04	AEA	2.5	4.0
s004	07030751-1139396	5	15.04	0.04	14.16	0.04	14.06	0.06	AAA	0.3	> 0.2
s005	07022600-1155067	6	13.20	0.02	12.35	0.02	12.13	0.02	AAA	0.3	> 0.2
s006	07021278-1146494	1	11.75	0.02	11.54	0.02	11.47	0.03	AAA	2.5	7.5
s007	07025345-1154179	6	13.96	0.03	13.14	0.03	12.87	0.03	AAA	0.3	> 0.2
s007	07025292-1154180	2	13.39	0.03	12.80	0.03	12.65	0.03	AAA	1.5	12.5
s008	07020190-1145394	1	13.25	0.03	12.77	0.03	12.68	0.03	AAA	1.5	20
s009	07033168-1148067	6	15.22	0.04	14.48	0.10	14.29	0.07	AAA	0.8	20
s009	07033139-1148153	4	13.35	0.03	12.77	0.04	12.66	0.03	AAA	1.5	12.5
s009	07033172-1148114	4	15.11	0.05	14.43	0.07	14.20	0.08	AAA	1.5	52
s010	07021606-1133560	2	12.20	0.03	11.39	0.03	11.08	0.02	AAA	0.8	0.5
s011	07025018-1153449	4	8.04	0.02	7.76	0.06	7.66	0.02	AAA	6.5	0.5
s013	07021205-1148405	8	14.58	0.04	13.88	0.04	13.71	0.04	AAA	0.8	20
s014	07025225-1153408	1	16.56	0.14	15.44	0.13	15.34	0.19	BBC	0.3	> 0.2
s016	07021645-1150558	2	16.34	0.11	15.53	0.13	15.23	0.17	ABC	0.3	> 0.2
s017	07025730-1154275	8	16.90	0.17	15.95	0.16	15.68	-	CCU	0.3	> 0.2

Tabela B.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> M <sub>⊙</sub>	Age <sup>(9)</sup> 10 <sup>6</sup> Myr
s018	07024439-1141088	2	11.02	0.03	10.52	0.02	10.47	0.02	AAA	2.5	3.3
s019	07022324-1143091	2	14.32	0.03	13.63	0.04	13.43	0.04	AAA	1.5	12.5
s020	07021035-1141399	2	14.58	0.05	13.95	0.05	13.83	0.05	AAA	0.8	20
s023	07030208-1143539	1	11.61	0.02	11.25	0.02	11.20	0.02	AAA	2.5	7.5
s025	07022282-1139064	3	14.23	0.03	13.64	0.03	13.42	0.04	AAA	1.5	20
s029	07023378-1157206	2	12.31	0.02	11.36	0.02	11.06	0.02	AAA	0.3	> 0.2
s030	07020363-1140372	9	14.41	0.04	13.54	0.03	13.19	0.04	AAA	0.3	> 0.2
s031	07030678-1157542	4	15.78	0.08	14.90	0.08	14.67	0.13	AAB	0.3	> 0.2
s031	07030703-1157507	5	14.41	-	13.77	-	15.02	0.14	UUB	0.8	20
s031	07030678-1157501	1	13.83	0.04	13.35	0.05	13.28	0.06	AAA	1.5	27
s032	07021295-1142395	4	12.66	0.02	12.14	0.02	12.00	0.02	AAA	1.5	7.5
s033	07022033-1148007	3	15.84	0.07	15.04	0.10	15.01	0.14	AAB	0.3	> 0.2
s039	07023368-1147492	8	16.79	0.17	15.81	0.18	15.35	0.20	CCC	0.3	> 0.2
s041	07022058-1142102	1	13.80	0.03	13.19	0.03	13.07	0.04	AAA	1.5	12.5
s044	07021498-1156417	3	13.23	0.03	12.83	0.03	12.66	0.03	AAA	1.5	20
s119	07020757-1136088	5	14.88	0.04	14.27	0.06	14.01	0.06	AAA	45.0	0.75
w001	07003760-1114451	3	6.58	0.02	6.03	0.05	5.91	0.02	AAA	6.5	0.2
w002	07004336-1117153	3	12.88	0.03	12.31	0.02	12.24	0.02	AAA	1.5	7.5
w003	07015243-1120184	2	12.06	0.02	11.67	0.02	11.46	0.02	AAA	1.5	7.5
w004	07012678-1128220	1	12.34	0.02	12.00	0.02	11.88	0.02	AAA	1.5	12.5
w005	07015058-1116405	1	13.69	0.02	13.15	0.03	12.93	0.03	AAA	1.5	20
w006	07012916-1121307	2	14.12	0.03	13.53	0.04	13.52	0.05	AAA	1.5	20
w008	07011643-1125525	2	13.65	0.03	13.03	0.03	12.93	0.03	AAA	1.5	12.5
w009	07010086-1119307	1	12.80	0.03	12.08	0.03	11.85	0.02	AAA	1.5	1.5
w010	07015414-1118094	3	12.94	0.02	12.34	0.02	12.07	0.02	AAA	1.5	7.5
w011	07013419-1117417	5	15.60	0.06	14.80	0.09	14.43	0.14	AAB	0.3	> 0.2
w011	07013441-1117375	2	13.51	0.03	12.91	0.04	12.78	0.03	AAA	1.5	12.5
w012	07011698-1123514	4	14.87	0.04	14.24	0.06	13.92	0.07	AAA	0.8	20
w013	07012127-1105589	3	16.89	0.16	16.10	0.21	15.42	0.21	CCC	0.3	80
w014	07012604-1118006	7	15.51	0.06	14.80	0.08	14.74	0.11	AAA	0.8	55
w016	07015256-1119089	1	12.31	0.02	11.98	0.02	11.93	0.02	AAA	1.5	12.5
w020	07022384-1124588	4	15.08	0.04	14.09	0.04	13.90	0.06	AAA	0.3	> 0.2
w021	07014236-1123337	2	14.55	0.04	13.97	0.03	13.70	0.05	AAA	0.8	20
w023	07010058-1118374	2	14.13	0.02	13.50	0.03	13.28	0.04	AAA	1.5	20
w024	07014590-1130331	3	13.35	0.02	12.67	0.02	12.47	0.02	AAA	1.5	7.5
w025	07011510-1120281	8	16.55	0.17	15.55	-	15.31	-	CUU	0.3	> 0.2
w025	07011454-1120333	2	10.30	0.03	10.14	0.03	10.07	0.02	AAA	4.5	1.5
w026	07013401-1125326	1	13.81	0.03	13.22	0.03	13.12	0.03	AAA	1.5	12.5
w027	07015745-1107011	3	10.37	0.02	10.12	0.02	10.08	0.02	AAA	3.5	4.0
w029	07011816-1119524	1	11.76	0.02	11.49	0.02	11.46	0.02	AAA	2.5	7.5
w030	07022212-1121238	3	15.09	0.05	14.26	0.06	14.06	0.06	AAA	0.3	> 0.2
w030	07022256-1121209	4	16.46	0.11	15.31	0.11	15.62	0.22	BBD	0.3	> 0.2
w031	07011115-1127501	2	10.86	0.03	10.60	0.04	10.54	0.03	AEA	2.5	4.0
w033	07013612-1123088	3	14.29	0.03	13.68	0.03	13.54	0.04	AAA	1.5	20

Tabela B.1 - Continua

ID <sup>(1)</sup> CmaX	ID <sup>(2)</sup> 2MASS	d <sup>(3)</sup> (")	J <sup>(4)</sup> mag	$\sigma_J$ mag	H <sup>(5)</sup> mag	$\sigma_H$ mag	K <sup>(6)</sup> mag	$\sigma_K$ mag	Qflg <sup>(7)</sup>	Mass <sup>(8)</sup> M <sub>☉</sub>	Age <sup>(9)</sup> 10 <sup>6</sup> Myr
w034	07012418-1124287	1	13.87	0.03	13.40	0.03	13.27	0.04	AAA	1.5	28
w036	07015688-1124083	0	14.23	0.03	13.55	0.04	13.34	0.03	AAA	1.5	12.5
w038	07014669-1118126	3	14.79	0.04	13.99	0.03	13.72	0.05	AAA	0.3	0.75
w039	07015843-1115469	2	12.29	0.03	11.65	0.03	11.53	0.03	AAA	1.5	1.5
w042	07004851-1112380	4	13.90	0.03	13.23	0.04	13.11	0.04	AAA	1.5	7.5
w044	07011245-1110002	4	14.21	0.03	13.45	0.03	13.18	0.04	AAA	0.8	4.0
w045	07015445-1122194	0	12.90	0.02	12.60	0.02	12.51	0.03	AAA	1.5	17
w046	07021274-1124394	3	13.82	0.03	13.19	0.03	13.09	0.04	AAA	1.5	12.5
w047	07015002-1118275	5	12.60	0.02	12.20	0.02	12.13	0.02	AAA	1.5	20
w048	07004705-1122044	2	15.44	0.05	14.80	0.08	14.39	0.08	AAA	0.8	20
w049	07011889-1119241	3	11.70	0.02	11.48	0.03	11.42	0.03	AAA	2.5	7.5
w050	07013489-1115453	10	15.40	0.05	14.73	0.06	14.54	0.08	AAA	0.8	55
w051	07012440-1109043	4	14.78	0.04	14.23	0.05	14.12	0.06	AAA	0.8	45
w052	07011404-1108578	2	13.51	0.03	13.08	0.04	12.82	0.03	AAA	1.5	20
w052	07011425-1109053	8	12.23	0.02	11.91	0.02	11.87	0.03	AAA	1.5	12.5
w053	07011660-1109075	1	14.92	0.04	14.29	0.04	14.15	0.07	AAA	0.8	45
w054	07013393-1123176	2	10.80	0.02	10.62	0.02	10.53	0.02	AAA	3.5	4.0
w055	07011369-1121159	1	15.00	0.04	14.31	0.04	14.13	0.07	AAA	0.8	20
w058	07015673-1122462	2	14.53	0.04	13.82	0.03	13.62	0.04	AAA	0.8	12.5
w060	07014897-1113201	4	11.40	0.02	10.99	0.02	10.91	0.02	AAA	2.5	4.0
w061	07005640-1117579	10	13.40	0.02	12.92	0.03	12.80	0.03	AAA	1.5	20
w063	07021951-1113448	3	13.79	0.03	13.08	0.02	12.94	0.03	AAA	1.5	4.0
w065	07011271-1125514	4	13.40	0.03	12.82	0.03	12.58	0.03	AAA	1.5	12.5
w068	07022560-1116095	10	16.04	0.08	15.21	0.11	15.22	0.17	ABC	0.3	> 0.2
w070	07010686-1131229	2	9.44	0.02	8.96	0.03	8.81	0.02	AAA	4.5	0.5
w076	07013843-1110147	1	15.21	0.04	14.48	0.04	14.33	0.08	AAA	0.8	20
w078	07005585-1126246	3	13.54	0.02	12.83	0.03	12.58	0.03	AAA	1.5	4.0
w096	07013774-1112371	1	15.13	0.05	14.42	0.06	14.22	0.07	AAA	0.8	20
w112	07011260-1128337	2	9.42	0.03	9.20	0.02	9.16	0.02	AAA	5.5	1.5
w143	07011222-1126597	1	11.54	0.03	11.43	0.03	11.39	0.03	AAA	2.5	7.5
w149	07011663-1117532	6	16.60	0.12	15.82	-	16.84	-	BUU	0.3	90

## A física envolvida na emissão de raios X em regiões de formação estelar

Nesse apêndice é discutida a física envolvida na emissão estelar observada em região de formação estelar, esse está dividido em: Atividade coronal e interações estrela disco; Irradiação de discos por raios X e partículas e choques.

### *C.1 Atividade coronal e interações estrela disco*

Os raios X provenientes de estrelas de baixa massa na PMS, assim como do Sol e outras estrelas *late-type* mais velhas, são facilmente interpretadas como emissão de plasma aquecido e confinado por campos magnéticos multipolares na superfície estelar (Feigelson & Montmerle 1999). Os argumentos mais convincentes são baseados na atividade de *flaring*. No entanto, tem se revelado mais difícil estabelecer as propriedades destes *flares* com alguma confiança. Enquanto *flares* de raios X provenientes de estrelas T Tauri tem sido modeladas como plasma uniforme em loops magnéticos muito grandes ( $l > R$ ) passando por resfriamento radiativo, é possível que muitos *flares* surtem em *loops* menores que reconecta e aquece o plasma em uma escala de tempo de horas. A quantidade de emissores inferidos é consideravelmente menor que o necessário para um resfriamento radiativo puro (Favata et al. 2001). No caso de estrelas T Tauri brilhantes com bom espectro Chandra de alta resolução, por exemplo TW Hya, a situação é ainda mais confusa, pois as densidades de plasma são inferidas a partir de linhas de tripleto de hélio (ver Porquet et al. 2001) e é muito maior do que as observadas em qualquer *flare* estelar normal (Kastner et al. 2001).

No entanto a questão verdadeira é se podem existir configurações magnéticas além da solar. Os YSOs mais jovens (de Classe 0 à Classe II) são rodeados por um disco de

acrecção, que deve abrigar os campos magnéticos, são originalmente interestelar e arrastado por colapso gravitacional, talvez, também seja intensificado por um dínamo de intra-disco. Enquanto a configuração exata ainda é debatida, todos os modelos concordam que, para proporcionar um quadro satisfatório para guiar jatos e *outflows*, devem existir estruturas magnéticas (Fig. 1.4) entre o disco e a estrela. Se for considerada alguma torção das linhas de campo, que resulta por exemplo, no cisalhamento no disco Kepleriano ou flutuações no disco de acreção interno, podem ocorrer erupções (Shu et al. 1997). Esta situação foi estudada por Hayashi et al. (1996), assumindo alguma resistividade finita para as linhas do campo: brevemente, poderosos *flares* com plasma emitindo em raios X e “ejeções de massa coronal” são produzidos no raio co-rotação entre o disco e a estrela. Esta situação já pode ter sido observada no *flare* triplo de raios X de YLW 15 (Tsuboi et al. 2000). Montmerle et al. (2000) propõem que três eventos sucessivos de reconexão  $\sim 20$ h ocorreu em uma configuração magnética entre estrela e o disco, na qual a rotação protoestelar é muito rápida e ainda não desacelerou pela interação com o disco.

hspace0.5cm A emissão de raios X de anãs marrons também apresenta novos desafios na física coronal. Há evidências claras, a partir de *surveys* em  $H\alpha$ , de anãs marrons mais velhas do tipo L e T na vizinhança solar, apesar de suas similaridades com estrelas *late-type*, tem sua atividade cromosféricas e coronal na fronteira estelar/sub-estelar (e.g., Gizis et al. 2000). Isto provavelmente está relacionado ao fato de que esses objetos muito frios  $T_{eff} < 3000$ K) têm atmosferas essencialmente neutras com alta resistividade elétrica, no qual a deterioração rápida das correntes evita o acúmulo de energia magnética livre e, portanto, não podem fornecer suporte para coroas e cromosferas aquecidas magneticamente.

hspace0.5cmNo entanto, estrelas de baixa massa para as quais a emissão de raios X quiescente foi detectada como sendo muito jovens, e sua atmosfera ainda está quente o suficiente para ser parcialmente ionizado e, portanto, capaz de sustentar correntes elétricas. O plasma coronal transitório, que dá origem ao *flare* de raios X observado em estrelas de massa muito baixa e velhas, poderia ser criado por tubos de fluxos flutuantes que são gerados no interior e aumentam rapidamente através da atmosfera, dissipando suas correntes associadas nas camadas superiores da atmosfera (Fleming et al. 2000;. Mohanty et al. 2002).



## C.2 Irradiação de discos por raio-X e partículas

Uma outra questão importante é a topologia magnética estrela-disco *vs.* estrelaestrela, não só pelos aspectos magnetoidrodinâmicos (MHD) da física de *flares* e *outflows*, mas também para questões-chaves relevantes para os primeiros estágios da evolução dos discos proto-planetários. Montmerle et al. 2002 destacam três aspectos desta complexa questão.

- Efeitos de ionização por raios X: os *flares* em raio X devem ter impacto em alguma parte dos discos circum-estelares e ionizam parcialmente o material em grande parte neutro. A geometria incerta das estruturas magnéticas emitindo raios X controla o tamanho da porção do disco que será irradiada. Com luminosidades em raios X razoáveis e geometrias otimizadas, Igea & Glassgold (1999) mostrou que ionização por raios X (geralmente baixa,  $n_e/n_H < 10^{-7}$ ) induzirá a instabilidades (Balbo-Hawley) magneto-rotacional e MHD, que por sua vez, estimula uma viscosidade turbulenta e promove acreção para a estrela jovem. A ionização das camadas exteriores do disco pode ser crítica para o acoplamento da rotação Kepleriana do material do disco em *outflows* colimados (Ouyed & Pudritz 1999).
- Fragmentação por partículas de MeV: além de volumosos resultados de *flares* em raios X de YSOs, os estudos de rádio-continuo mostram que, como em *flares* solares, os elétrons com energia de MeV são produzido em *flares* (pelo menos alguns) de YSO (Feigelson & Montmerle 1999). Prótons de MeV provavelmente também são acelerados nesses eventos violentos de reconexão magnética. Uma estimativa deste efeito para YSOs  $\sim 1 M_\odot$ , análogas ao Sol jovem, na observação da ONC feita pelo Chandra indica um aumento de  $10^5$  no número de prótons energéticos comparados com níveis contemporâneos (Feigelson et al. 2002b). Este resultado pode ter implicações profundas para um quebra-cabeça de longa data no registro de meteoritos em condições no disco protoplanetário em torno do Sol (Feigelson et al. 2002b). Níveis elevados anômalos de produtos de diversos núcleos radioativos com tempo de vida curtos (por exemplo,  $^{41}\text{Ca}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{26}\text{Mn}$ ) são encontrados em inclusões ricas em cálcio e alumínio de condritos carbonáceos, como o meteoritos de Allende e Murchison. Estes têm sido tradicionalmente atribuídos a injeção de núclídeos recentemente sintetizados por um resíduo de supernova perto da nuvem molecular que formou o

nosso sistema solar. No entanto, o aumento em  $10^5$  dos prótons de MeV inferido a partir dos dados do Chandra é apenas o nível encontrado no cálculo recente da produção de radioisótopos por fragmentação de disco sólido. A astronomia de raios X fornece uma ponte nova para o estudo das origens do nosso sistema solar.

- A linha fluorescente de Fe 6,4 keV neutro: inspirado em estudos de AGNs (e.g. Nayakshin & Kazanas 2002), pode-se olhar para a linha de emissão  $K\alpha$  do Fe de 6,4 keV neutro, além da linha de emissão 6,7 keV a partir de *flare* de plasma, resultante da fluorescência do disco de acreção induzida pelo reflexo da irradiação de raios X. Uma característica forte de linha dupla pode implicar que o plasma emitindo raios X está localizado acima do disco em uma configuração de “poste”, que levaria a ionização eficiente e fragmentação no disco (ver Fig. AD.1). Esta assinatura espectral da linha dupla do Fe até 2002 foi vista durante os *flares* de duas fontes em raios X protoestelar (Koyama et al. 1996, Imanishi et al. 2001a). Em princípio, se o sinal suficiente durante muitas horas pode ser obtido, a geometria disco/raios X poderia ser revelado pelo mapeamento da reverberação.
- Química do disco: enquanto a química de discos de YSOs tinha sido estudada, por muito tempo, no contexto da nebulosa solar e formação do nosso sistema planetário, avançados em imageamento e espectroscopia milimétrica e infravermelha promoveu muitas ideias novas. Entre elas estão sugestões de efeitos químicos atribuídas a irradiação de raios X. Cálculos indicam que os raios X devem aquecer significativamente o gás acima da temperatura da poeira por centenas de graus nas camadas mais externas do disco, alterando a química e a assinatura espectroscópica molecular esperada (Glassgold & Najita 2001). Kastner et al. (1997) atribuiu as altas razão CN/HCN e abundância  $\text{HCO}^+$  no disco de TW Hya a iluminação em raios X. Da mesma forma, o disco externo de LkH $\alpha$  15 mostra um excesso da ordem de 1-3 magnitudes de HCN e CN em comparação com os modelos químicos, o que pode ser explicado pela ionização por raios X e dissociação, que promove a transformação do CO em cianetos (Aikawa et al. 2002).

### C.3 Irradiação de discos por raio-X e partículas

Até agora, a emissão de raios X em objetos estelares jovens foi discutida principalmente no contexto das atividades magnéticas. No entanto, com a possibilidade de observações mais sensíveis, processos mais fracos, como choques interestelares se tornam acessíveis. Como a emissão de raios X resulta da termalização por choque de gás fluindo com velocidade  $v_s$ , a temperatura aproximada  $T_X$  de um choque adiabático forte, pode ser encontrado a partir  $T_X = (3/16k) \mu m_p v_s^2$ :  $T_X \sim 10^6$  K para  $v_s \sim 200 - 300$  km/s e  $T_X \sim 10^7$  K para  $v_s \sim 1000$  km/s. Espera-se a produção de raios X moles associados aos fluxos de acreção e *outflows* de Herbig-Haro de YSOs de baixa massa e raios X duros associados aos ventos de estrelas massivas. O estudo destes processos apresenta dificuldades observacionais consideráveis, primeiro devido à absorção de raios X moles por material na linha de visada e segundo devido à dificuldade na resolução de emissão difusa verdadeira e emissão estelar de objetos não resolvidos em aglomerados ricos em YSO.

Três linhas de evidências apontam para tais processos: Primeiro, de acordo com Kastner et al. (2002), espectroscopia de alta resolução Chandra/HETGS da estrela T Tauri clássica mais próxima e mais brilhante, TW Hya, indica que o plasma dominante é mais frio ( $T_X = 3 \pm 10^6$  K) e denso ( $n_e \sim 10^{13}$  cm $^{-3}$ ) do que os *flares* de plasmas habituais, e ainda mostra grades anomalias na abundância. Tais características são consistentes com um choque de massa sendo acretada a uma velocidade  $\sim 200$  km/s e em uma taxa relativamente alta de perda de massa  $\sim 10^{-8}$   $M_\odot$ /ano, embora as anomalias na abundância sejam mais consistentes com um modelo de flare na superfície.

No segundo caso a detecção de raios X moles de HH-2 (Pravdo et al. 2001) é uma emissão de choque muito promissora. Ela é interpretada como manchas quentes em  $\sim 10^6$  K resultantes da colisão entre jatos com  $\sim 250$  km/s e o meio ambiente interestelar. Discutir o caso de L1551, Favata et al. (2002) levantam interessantes questões astrofísicas, como: ionização por raios X do gás frio ambiente, levando a um melhor acoplamento de matéria com campos magnéticos.

O terceiro caso de processos de choque energético em regiões de formação estelar está claramente indicado pela descoberta de emissão de raios X difusa em associações OB ricas como Rosette e M17 (Townesley et al., 2002). Uma boa percentagem da luminosidade radiativa nas primeiras estrelas tipo O é convertida em luminosidade mecânica de ventos

com perda de massa ( $\dot{M} > 10^{-6} M_{\odot}/\text{ano}$ ,  $v_w \sim 1000 - 2500 \text{ km/s}$ ) e  $L_W \sim \frac{1}{2} M v_w^2 \sim 10^{36} - 10^{37} \text{ erg/s}$ . Uma estimativa ingênua mostra que a termalização do vento deve atingir temperaturas pós-choque  $\sim 1\text{-}5 \text{ keV}$  (Weaver et al. 1997). Um olhar mais atento à interação entre os ventos e a vizinhança da região HII mostra, entretanto, que o problema é bastante complexo, e ainda não foi resolvido teoricamente depois de mais de 3 décadas após a descoberta de ventos estelares de estrelas *early-type*. Por exemplo, foi reconhecido que a nebulosa Rosette é muito menor do que o esperado de uma bolha *wind-blown* com uma idade de uns poucos  $10^6$  anos (Oey 1996; Bruhweiler et al 2002).

Vários efeitos físicos podem complicar a estrutura térmica do choque por ventos e conta para a discrepância idade-tamanho: dissipação em uma camada de mistura turbulenta entre uma camada HII com ionização limitada e um choque de vento estelar quente (Kahn & Breitschwerdt 1990); transporte condutivo de elétrons não local, levando a emissão não térmica de raios X duro (Dorland & Montmerle 1987); e crescimento da massa dos ventos estelares com material interestelar, aquecendo o fluxo perto das estrelas e enfraquecendo o choque terminal (Pittard, Hartquist & Dyson 2001 e referências deles). Cálculos hidrodinâmicos da emissão de raios X para dois casos de bolhas *wind-blown* de estrelas OB (Strickland & Stevens 1998; Canto et al 2000) prevêm a emissão de vários keV nas zonas de colisão de ventos na escala de parsecs entre as principais estrelas O na associação.

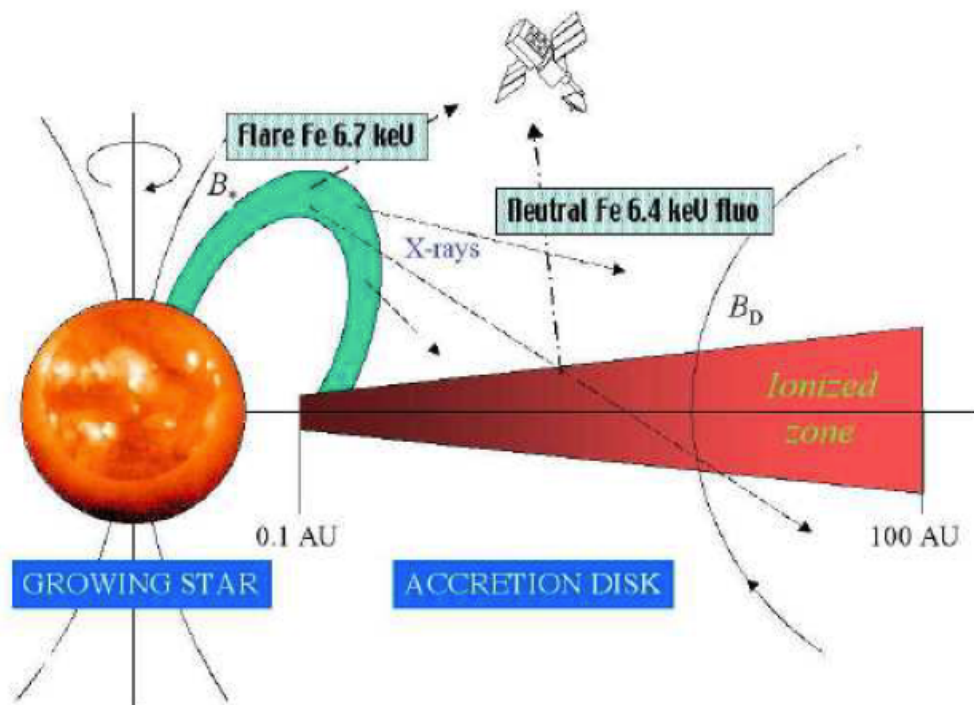


Figura C.1: Irradiação do disco circum-estelar. Um *flare* estelar em raios X em alta latitude emitindo a linha “quente” Fe 6,7 keV brilha sobre o disco, gerando a linha fluorescente Fe 6,4 keV “fria” (adaptado de Montmerle et al. 2000).



## Espectros

Nesse apêndice está apresentada a continuação da Fig. 3.13, na qual está disponível os outros 22 fontes que tiveram parâmetros obtidos por meio de ajuste de modelo de plasma térmico.

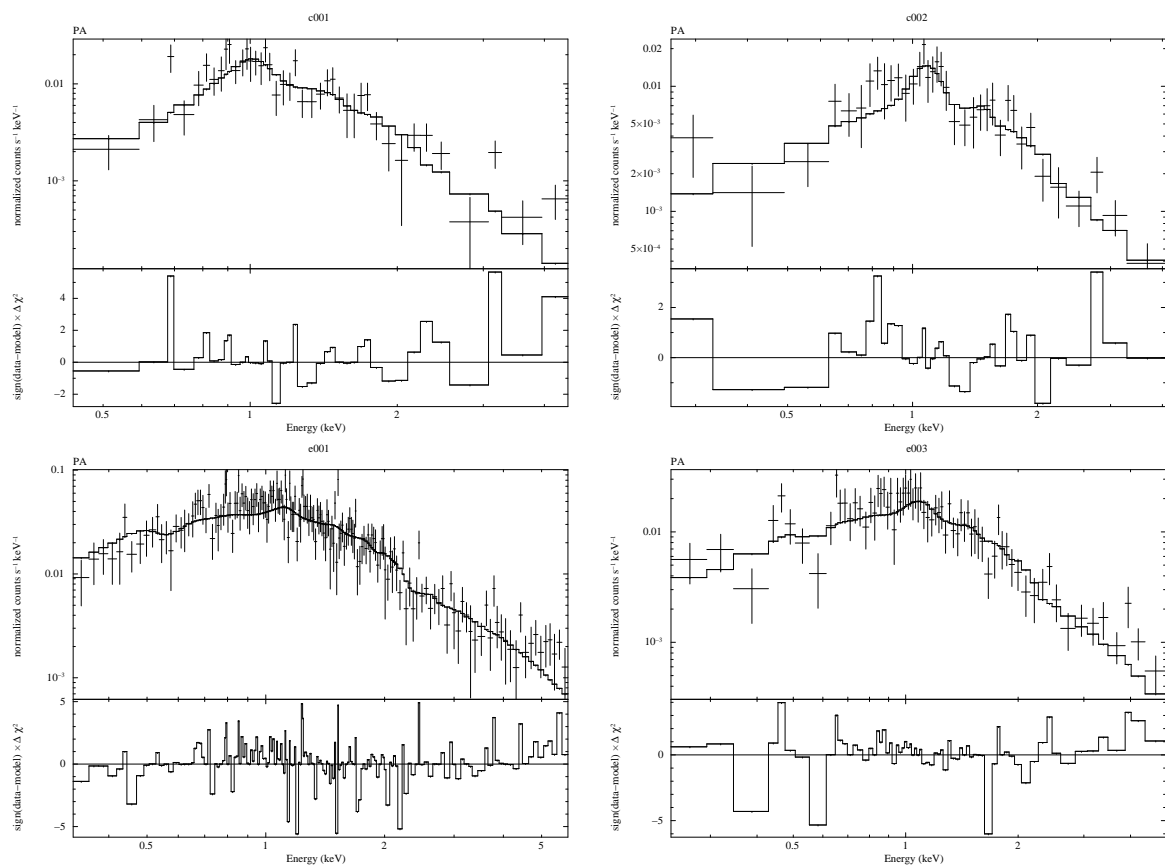


Figura D.1: Espectro das fontes c001, c002, e001 e e003.

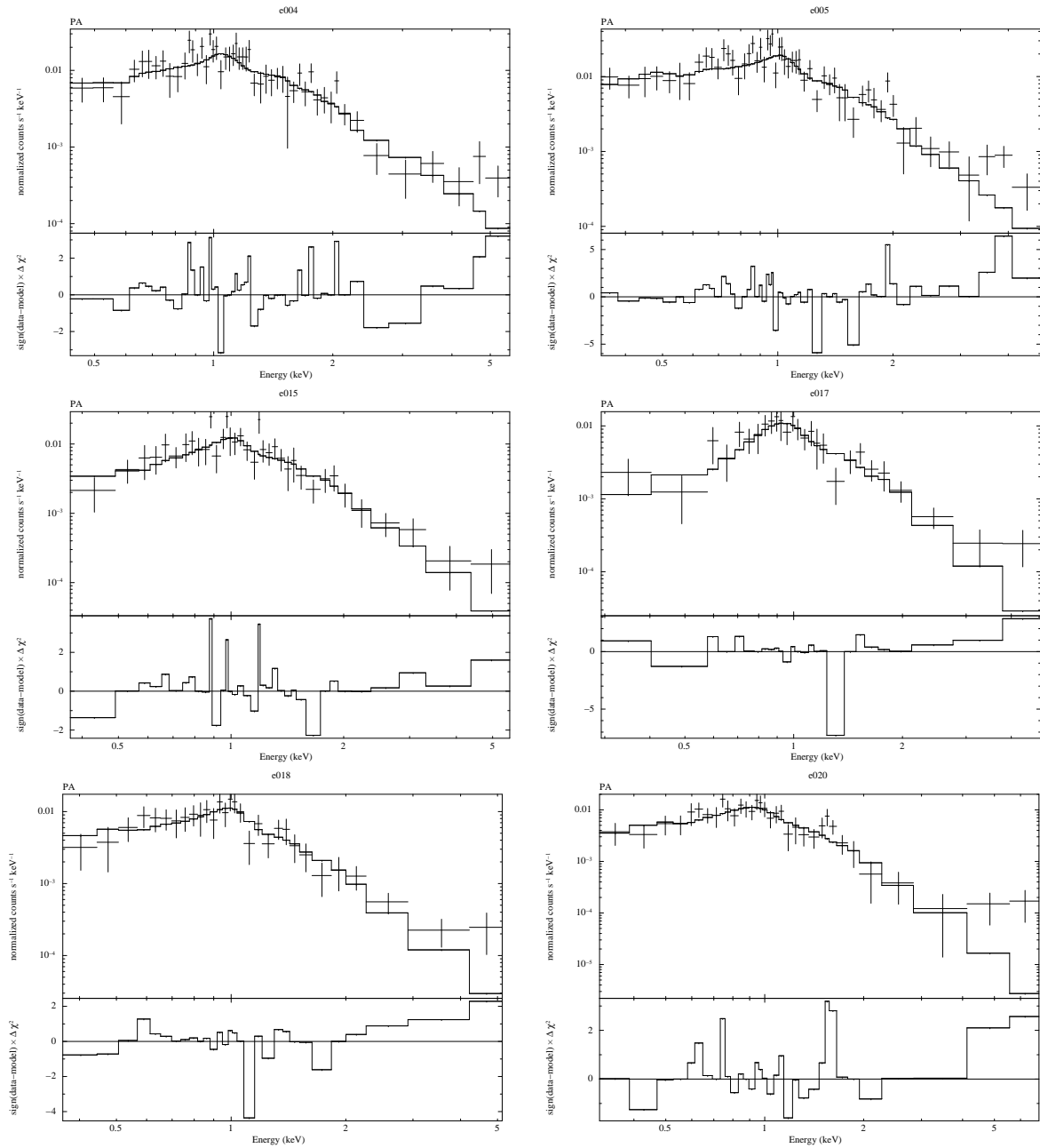


Figura D.2: Espectro das fontes e004, e005, e015, e017, e018 e e020.



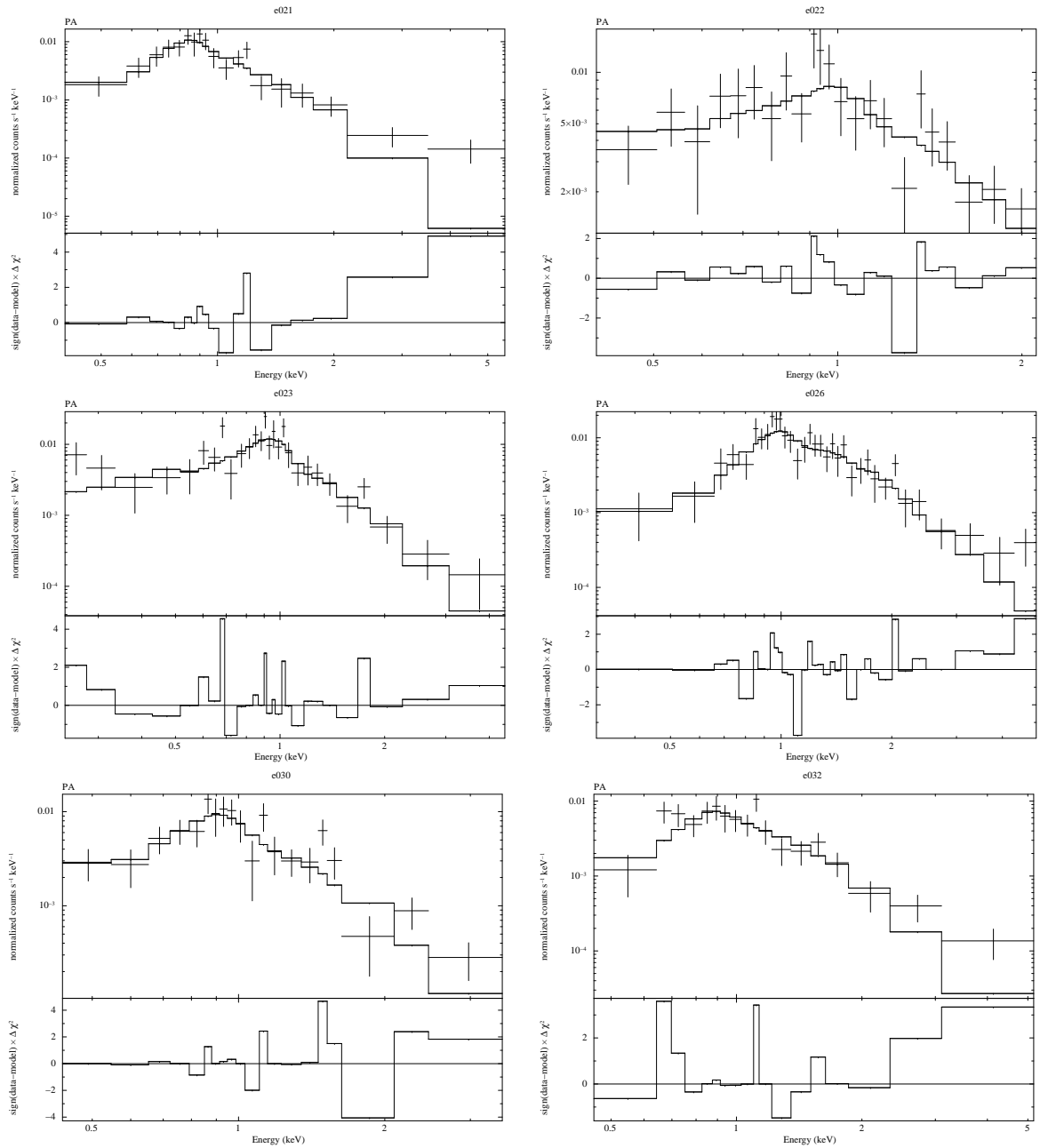


Figura D.3: Espectro das fontes e021, e022, e023, e026, e030 e e032.

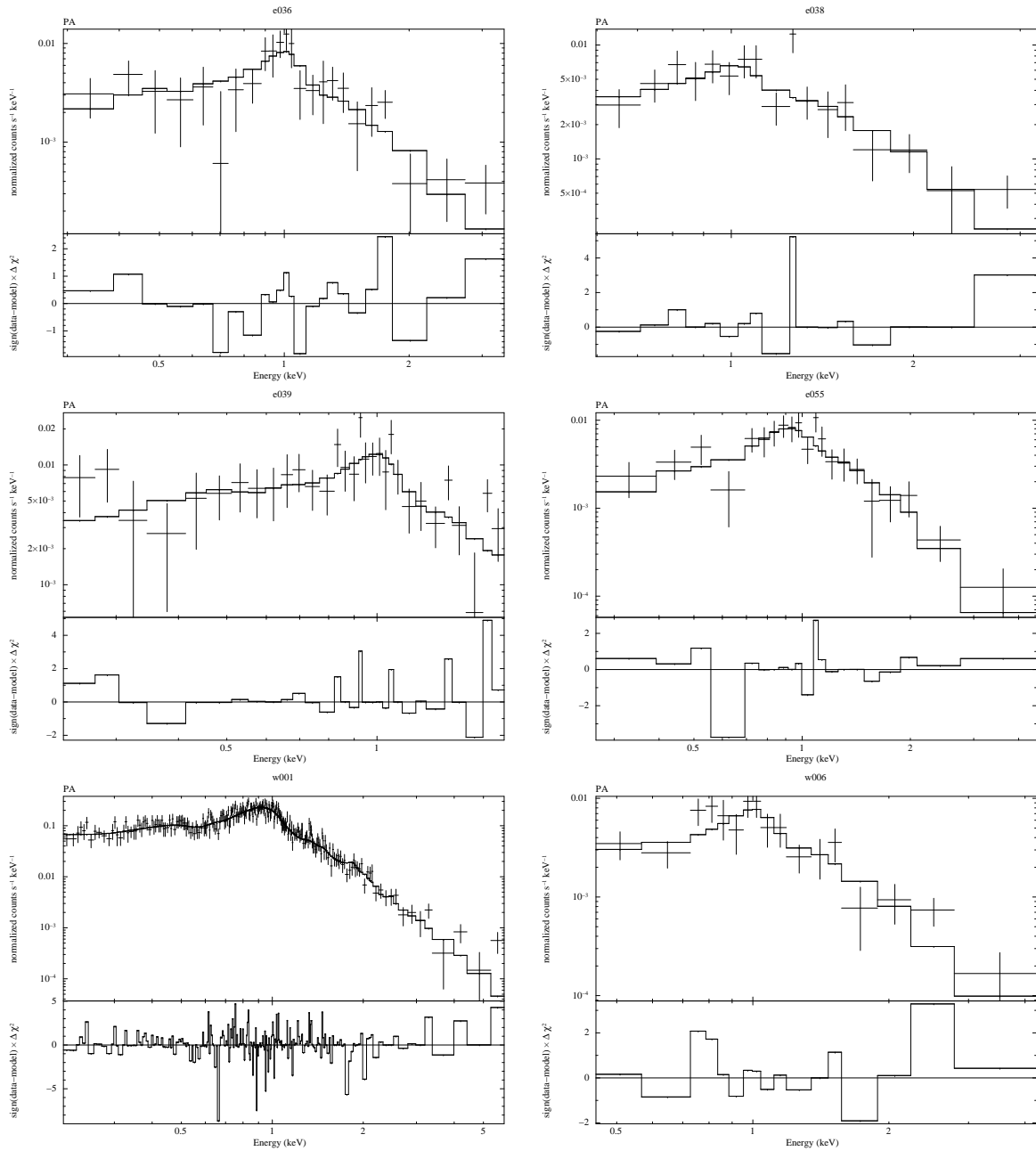


Figura D.4: Espectro das fontes e036, e038, e039, e055, w001 e w006.

## Apêndice E

---

### Artigo

Artigo “*Characterisation of young stellar clusters*”, Santos-Silva, T. & Gregorio-Hetem, J. 2012, A&A 547, A107.