



## TESE DE DOUTORADO

# Aglomerados globulares ricos em metais: traçadores da evolução química da Galáxia

Alan Alves Brito

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP)

**Resumo.** Aglomerados globulares ricos em metais desenvolvem papel fundamental como traçadores do histórico de formação estelar e enriquecimento químico da Galáxia. Abundâncias químicas de elementos chave nestes objetos permite-nos inferir sobre as escalas de tempo de formação do disco espesso e do bojo onde muito deles são encontrados. O objetivo do presente trabalho é determinar a metalicidade ( $[Fe/H]$ ) e razões elementais de abundâncias (elementos  $\alpha$ , Z-ímpar, pico do ferro, processos s e r) em estrelas individuais de NGC 6553, aglomerado globular rico em metais do bojo da Galáxia, elementos do pico do ferro (Mn, Cu e Zn) em NGC 6528 e 47 Tucanae, além de índices espectrais (CN, CH, Na, Fe, Mg e Al) de 89 estrelas em M 71, aglomerado globular considerado referência no estudo de populações ricas em metais. Nossos resultados trazem vínculos observacionais importantes sobre o histórico de formação estelar e enriquecimento químico no regime de mais alta metalicidade de nossa Galáxia, além de ajudar a entender a origem nucleossintética dos vários elementos estudados. Os espectros ópticos de estrelas gigantes de NGC 6553, NGC 6528 e 47 Tucanae foram obtidos através dos espectrógrafos UVES e FLAMES do Very Large Telescope. A análise destes espectros baseia-se nos modelos MARCS de atmosferas estelares usando um conjunto de parâmetros estelares obtidos por fotometria e por espectroscopia. As abundâncias químicas foram obtidas por síntese espectral de linhas individuais. No que tange M 71, foram observadas estrelas do *turnoff* ao topo do ramo das gigantes ( $0.87 < \log g < 4.65$ ) do aglomerado, usando o espectrógrafo multiobjeto GMOS do Observatório Gemini Norte. Foram obtidas velocidades radiais, cores, temperaturas efetivas, gravidades superficiais e índices espectrais para a amostra. Obtivemos metalicidade  $[Fe/H] = -0.20$  para NGC 6553, além de sobreabundância nos elementos  $\alpha$  de Mg e Si ( $[Mg/Fe] = +0.28$ ,  $[Si/Fe] = +0.21$ ), abundância solar de Ca e Ti ( $[Ca/Fe] = +0.05$ ,  $[Ti/Fe] = -0.01$ ) e sobreabundância moderada para o elemento Eu do processo r, com  $[Eu/Fe] = +0.10$ . Os elementos do pico do ferro nas amostras de NGC 6553, NGC 6528 e 47 Tucanae apresentam valores médios de  $-0.44 \leq [Mn/Fe] \leq -0.35$ ,  $-0.10 \leq [Cu/Fe] \leq +0.00$  e  $-0.05 \leq [Zn/Fe] \leq +0.18$ . Apresentamos ainda um espectro de altíssima razão S/N e alta resolução de NGC 6553 que foi combinado a partir de 22 espectros de estrelas gigantes do aglomerado. Confirmamos resultados anteriores no que concerne a bimodalidade de CN e anticorrelação CN-CH em estrelas de M 71. Encontramos uma correlação CN-Na e Al-Na, além de uma anticorrelação Mg-Al. Fizemos uma comparação de nossos resultados de abundâncias com os disponíveis na literatura, não apenas para estrelas de aglomerados globulares ricos em metais, mas também para estrelas de campo. As razões elementais de abundâncias em NGC 6553 parecem muito similar às razões elementais de NGC 6528. O padrão de abundâncias químicas de NGC 6553 fortalece a idéia de que este aglomerado pertence de fato ao bojo da Galáxia e pode ainda indicar um histórico rápido de evolução química no bojo da Galáxia dominado por SNs do Tipo II. No caso de M 71, uma combinação do *mixing* convectivo e poluição primordial por estrelas AGBs ou massivas nos estágios iniciais do aglomerado são requisitados para explicar as observações. Encontramos evidências de que os aglomerados globulares ricos em metais foram formados a partir de um material pré-enriquecido em metais.

**Palavras-chave.** aglomerados globulares – estrelas: abundâncias – nucleossíntese – Galáxia: evolução química

### Orientação

Beatriz Leonor S. Barbuy (IAG/USP)

### Local de Defesa

São Paulo, 09 de maio de 2008

### Banca Examinadora

Profa. Dra. Beatriz Leonor S. Barbuy (IAG/USP) – orientadora

Prof. Dr. Walter J. Maciel (IAG/USP)

Profa. Dra. Kátia Cunha (ON/MCT, NOAO/Estados Unidos)

Prof. Dr. Lício da Silva (ON/MCT)

Prof. Dr. Eduardo Bica (IF/UFRGS)

Profa. Dra. Sílvia Rossi (IAG/USP) – suplente

Profa. Dra. Manuela Zoccali (PUC/Chile) – suplente

Prof. Dr. Roberto D. D. Costa (IAG/USP) – suplente

Prof. Dr. Bruno Castilho (LNA/MCT) – suplente

Prof. Dr. Basílio Xavier Santiago (IF/UFRGS) – suplente