

Em busca da real distribuição de metalicidade do sistema de aglomerados globulares da galáxia M87

Resumo

O Estudo tem como objetivo obter um catálogo do sistema de aglomerados globulares (*Globular Clusters - GCs*) da galáxia NGC 4486 (também conhecida por M87) do HAWK-I/VLT na banda K e encontrar a distribuição em cores ópticas/NIR, o qual pode fornecer, aliados a outros dados, informações vitais sobre a formação e evolução dessa galáxia.

Introdução

Os Aglomerados estelares são gerados em eventos de formação estelar muito intensos (*bursts*). Estes são compostos por milhões ou até bilhões de estrelas unidas gravitacionalmente. Os aglomerados globulares (GCs) são os aglomerados estelares mais antigos, os mais velhos chegam a ter 10 bilhões de anos e massas equivalentes a 10^5 vezes a massa do Sol. Eles são relíquias de tempos de violenta formação estelar no Universo primordial. Assim, eles possuem informações muito valiosas sobre a origem de suas galáxias hospedeiras, caracterizando o princípio da evolução de galáxias. Se ocorrem múltiplos episódios de formação estelar em uma galáxia, esperamos que múltiplas populações de aglomerados estelares se formem e sobrevivam até o presente. Como as estrelas de um aglomerado são formadas em um curto período de tempo e a partir de material com mesma metalicidade, os GCs oferecem um método prático para determinar simultaneamente a época e a metalicidade do evento que permitiu a sua formação. Os GCs são encontrados na maioria das galáxias e podem ser estudados a distâncias de até 300 milhões de anos luz.

Bimodalidade em Cor

Uma característica importante da grande maioria de sistemas GCs é a forma bimodal de sua distribuição óptica em cor. Essa bimodalidade geralmente é interpretada como devida a duas populações de GCs com diferentes metalicidades: os aglomerados azuis (ou pobres em metais) e os aglomerados vermelhos (ou ricos em metais).

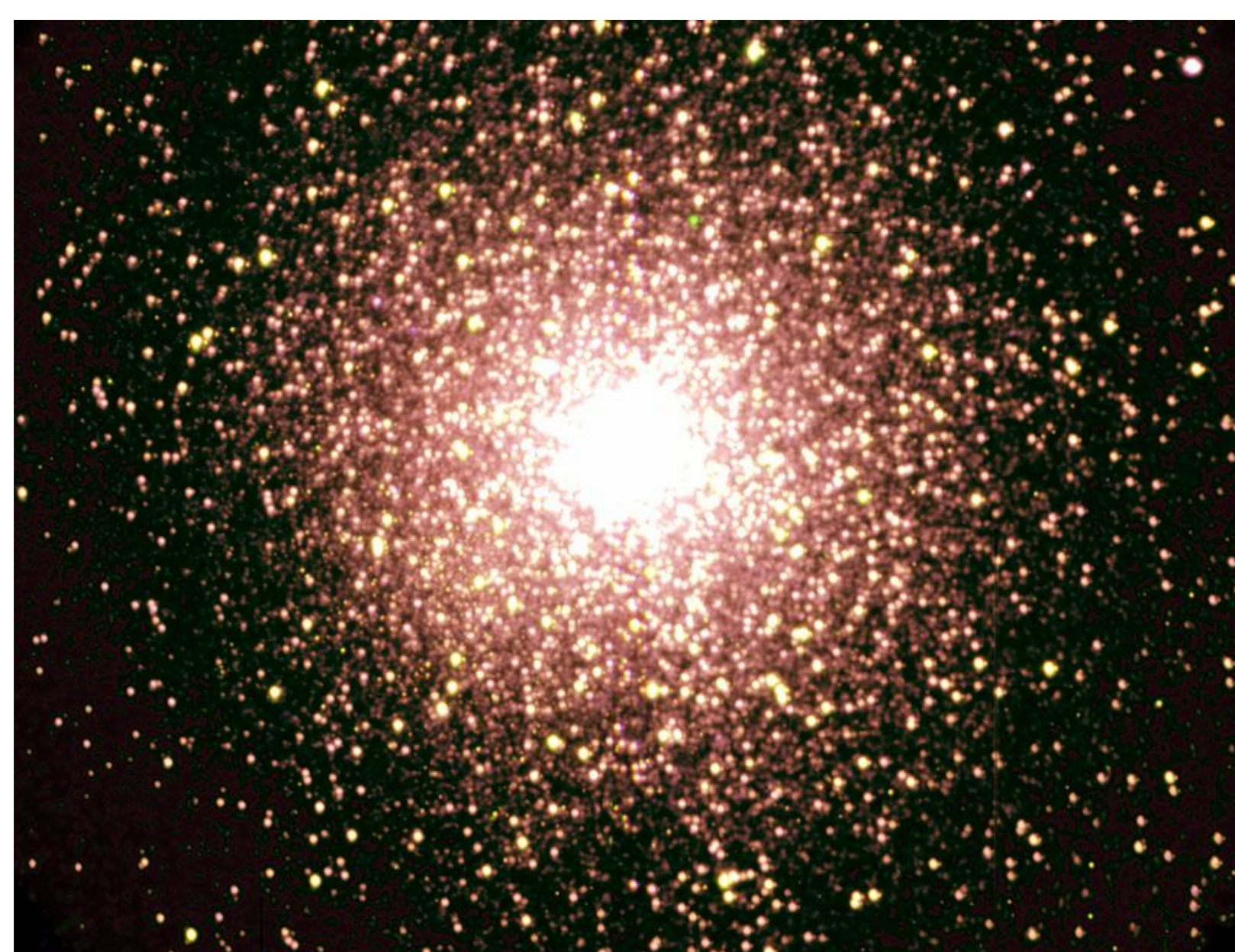


Figura 1: O aglomerado globular 47 Tucanae na Via Láctea. Copyright: South African Astronomical Observatory.

Metodologia

Uma galáxia que possuiu muitos GCs (~ 14 milhões) em seu halo é a NGC 4486 (também conhecida como M87), o qual obteve-se imagens de alta resolução no infravermelho próximo (NIR) na banda K com o objetivo de produzir um catálogo com as magnitudes e coordenadas (RA e DEC) de seus sistemas de GCs.

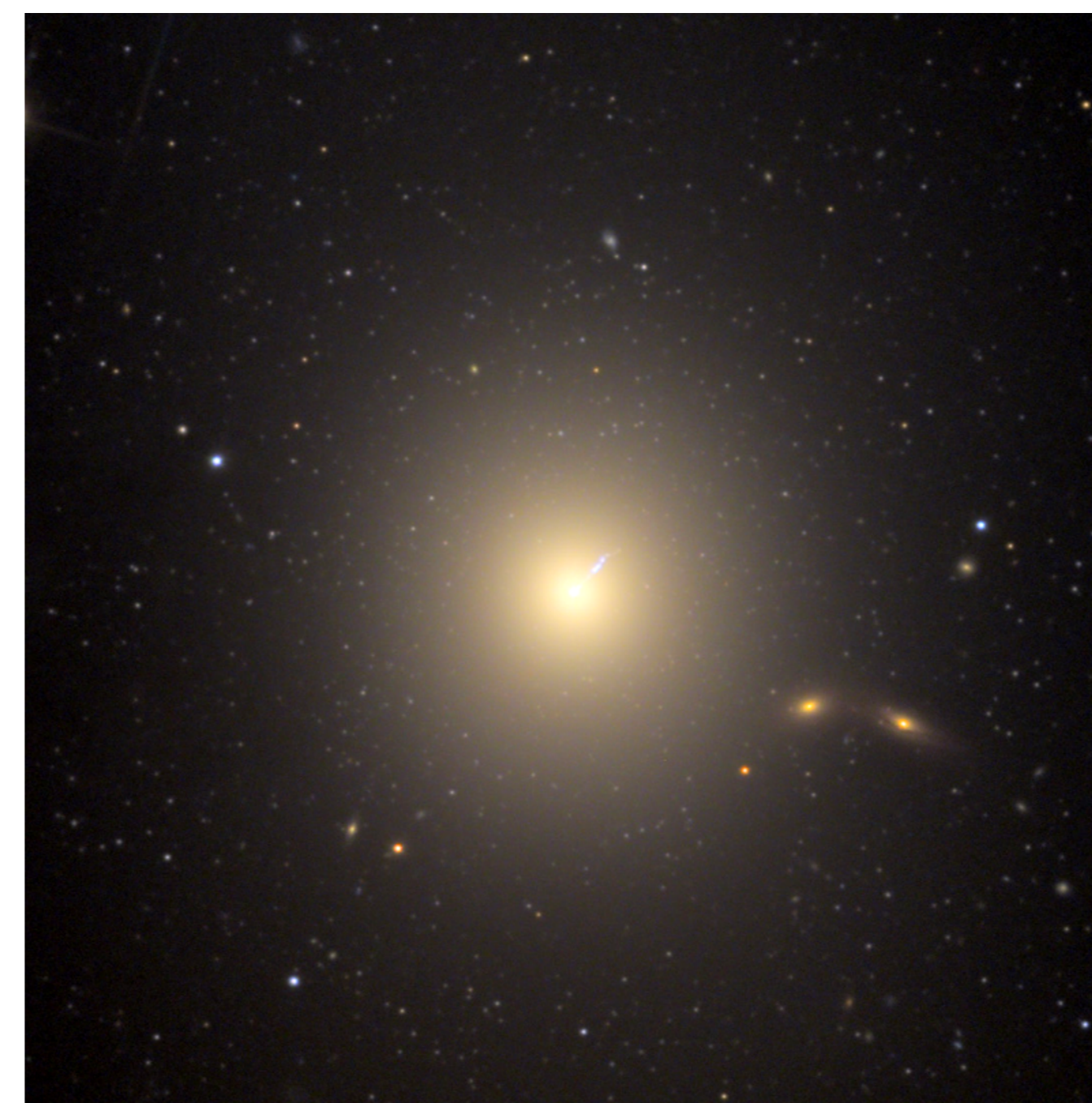


Figura 2: Galáxia M87. Imagem Crédito e Copyright: Adam Block, Mt. Lemmon SkyCenter, U. Arizona.

Redução das Imagens Astronômicas

As imagens (*dark, flat e sky*) foram obtidas do Very Large Telescope (VLT), pertencente ao European Southern Observatory (ESO), utilizando o instrumento HAWK-I do telescópio (UT4, Yepun) com tempo de exposição de 7.2 h, divididos em 7 blocos de observação. De forma antecedente ao estudo fotométrico, entretanto, foi necessário realizar o processo de redução/calibração das imagens astronômicas obtidas. Utilizando a plataforma Gasgano (que contém a pipeline do HAWK-I) a redução/calibração foi realizada de forma automática através das recipes que a própria *pipeline* dispõe, obtendo uma imagem final reduzida da M87 na banda K dividida em 4 chips. O WCS (*World Coordinate System*) da imagem foi ajustado utilizando o software IRAF, pois inicialmente as coordenadas dos objetos estão definidas por pixel da imagem, o qual não constitui um sistema global em que os softwares astronômicos tem como padrão.

Fotometria das Imagens Astronômicas

Um software moderno utilizado para realizar a fotometria é o SExtractor (*Bertin, E. e Arnouts, S. 1996*). Após o bolsista entender os conceitos básicos de redução de imagens e de fotometria foi possível realizar a fotometria da imagem com WCS já ajustado. Obteve-se, assim, um catálogo dos GCs da M87 na banda K com as imagens do HAWK-I utilizando o SExtractor, o qual realiza a fotometria e fornece o catálogo (RA, DEC, mag K, erro da mag K) dos GC's da imagem de forma automática. Contudo, para estudar a distribuição em cor dos GC's é necessário mais de uma cor para realizar os diagramas de cor, assim utilizou-se o catálogo obtido na banda K juntamente com o catálogo de (Oldham+, 2016) que possui magnitudes nas bandas *ugriz* para 17620 GCs. .

Resultados

O Estudante de mestrado, Emilio Zanatta obteve as magnitudes na banda K com o software SExtractor e criou um catalogo *ugriz + K* com 1000 objetos. Na Figura 3. mostramos as distribuições para 4 diferentes cores. Notamos que enquanto claramente bimodal na cor (g-z), cores que envolvem a banda K são claramente não-bimodais.

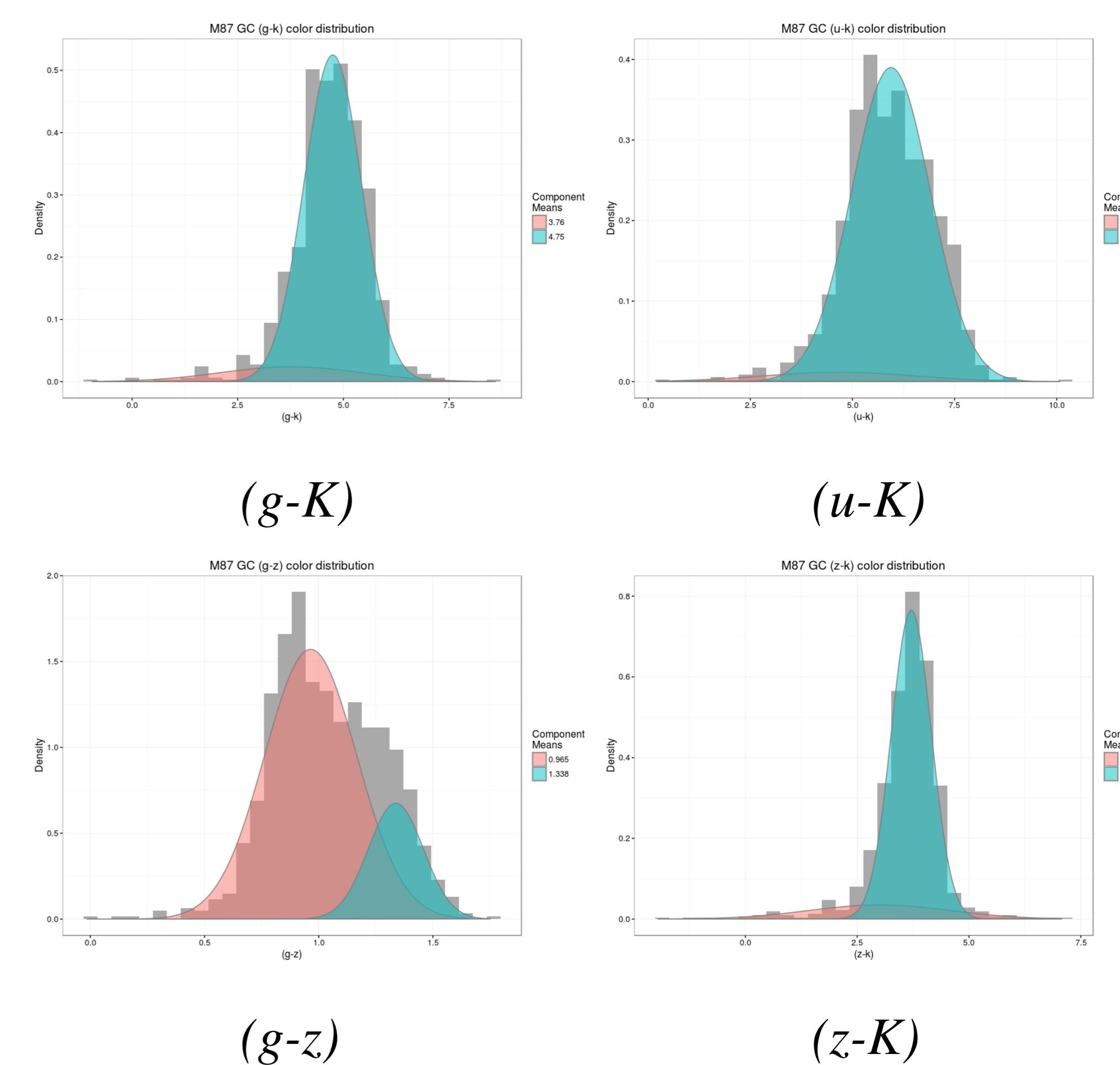


Figura 3: (g-K), (u-K), (g-z), (z-K) distribuição em cor dos GCs da galáxia M87.

Conclusão e Perspectivas

Cores ópticas/NIR tais como vistas na Figura 3: (g-K), (z-K) e (u-K) são melhores traçadores de metalicidade do que cores ópticas, contudo, a maioria das distribuições em cor de sistemas de GCs extragalácticos sempre foi obtida no óptico e a transformação da metalicidade para cores ópticas pode sofrer de não linearidades causadas pelo ramo horizontal (Yoon et al.2006, Chies-Santos et al. 2012a). É visto, que com as cores (g-K), (u-K) e (z-K) a distribuição não apresenta bimodalidade e na cor (g-z) a bimodalidade aparece. Aplicaremos o código GMM (Muratov & Gnedin 2010), para verificar estatisticamente a bimodalidade nas diferentes cores e verificar se o sistemas de GCs da galáxia M87 apresenta bimodalidade de fato.

Referências

- [1] Chies-Santos, A.L.; Larsen, S.S.; Kissler-Patig, L.M.,2012, MNRAS,427, 2349. *The old globular cluster system of NGC 4365: new VLT/FORS2 spectra.*
- [2] Chies-Santos, A.L.; Larsen, S.S.; Cantiello, M.;Strader, J.; Kuntschner, H.; Wehner,E.M.; Brodie, J.P., 2012, A&A 2012 A&A, 539, 54, *An optical/NIR survey of globular cluster in early-type galaxies III. On the colour bimodality of GC systems.*
- [3] Chies-Santos, A.L.; Larsen, S.S.; Kuntschner, H.; Anders, P.; Wehner,E.M.; Strader, J.; Brodie, J.P.; Santos J. F. C., 2011, A&A, 525, 20, *An optical/NIR survey of globular cluster in early-type galaxies.II. Ages of globular cluster systems and the relation to galaxy morphology.*
- [4] Chies-Santos, A.L.; Larsen, S.S.; Wehner,E.M.; Kuntschner, H.;Strader, J.; Brodie, J. P.2011,A&A J. F. C., 2011, A&A, 525,A19, *An optical/NIR survey of globular cluster in early-type galaxies.I. Introduction and data reduction procedures.*
- [5] Brodie, Jean P.; Strader, Jay , Annual Review of Astronomy & Astrophysics, 2006, vol. 44, Issue 1, pp.193-267, *Extragalactic Globular Clusters and Galaxy Formation*