

## SÓSIAS DA VIA LÁCTEA<sup>+</sup>\*

---

*Caroline Mello*  
*Danilo Macedo da Silva*  
Estudantes de Ensino Médio  
*Walter Augusto Santos*  
*Laerte Sodré Jr.*  
Departamento de Astronomia – IAG/USP  
São Paulo – SP

### Resumo

*Descrevemos uma atividade realizada no âmbito do Programa de Pré-iniciação Científica da USP, onde dois alunos do Ensino Médio (CM e DMS) frequentaram durante um ano as instalações do Departamento de Astronomia do IAG, na USP, e lá desenvolveram um projeto científico de busca de sócias da galáxia Via Láctea na base de dados do Sloan Digital Sky Survey, sob supervisão de um professor (LSJ) e com o apoio de um aluno de doutoramento (WAS). Este artigo descreve o projeto e os resultados obtidos.*

**Palavras-chave:** *Astronomia; ensino de ciências; métodos computacionais.*

### Abstract

*We describe an activity realized within the Programa de Pré-iniciação Científica da USP, where two students of a secondary school (CM and DMS) visited during one year the Astronomy Department of IAG, USP, to develop a scientific project looking*

---

<sup>+</sup> “Doubles” of the Milky Way galaxy

<sup>\*</sup> *Recebido: dezembro de 2009.*  
*Aceito: dezembro de 2009.*

*for “doubles” of the Milky Way galaxy, under the supervision of a teacher (LSJ) and a PhD student (WASJ). This paper describes the project and the results achieved.*

**Keywords:** *Astronomy; science teaching; computational methods.*

## **I. Introdução**

Durante milênios a humanidade apenas podia especular sobre a natureza da majestosa faixa luminosa que corta a esfera celeste: a Via Láctea. Embora pensadores como Anaxágoras e Demócrito já tivessem sugerido que essa faixa pudesse ser constituída por estrelas, foi apenas com Galileu, que em 1610 examina a Via Láctea com um telescópio, que esta hipótese se confirma.

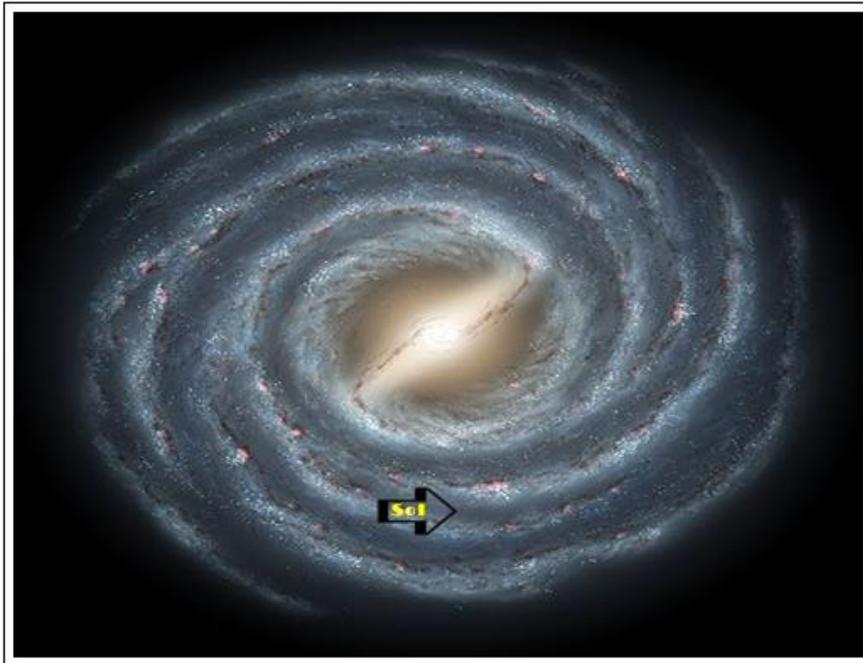
Nas décadas seguintes os astrônomos aperfeiçoam o telescópio e escrutinizam os céus, descobrindo novos tipos de corpos celestes. Dentre eles, algumas nebulosas poderiam ser, segundo propõe Kant em 1755, outros sistemas estelares, semelhantes à Via Láctea: os universos-ilha ou, na linguagem contemporânea, outras galáxias. Essa discussão se encerraria apenas em 1923, quando Hubble demonstra a existência de galáxias pela observação de estrelas variáveis cefeidas na galáxia de Andrômeda.

Mas qual é a forma de nossa galáxia? O fato de estarmos em seu interior é claramente uma desvantagem nesse caso, pois nos impede de visualizar o sistema como um todo, como podemos fazer com as outras galáxias. Isso certamente não nos impossibilita de tentar determinar sua estrutura, mas há dois grandes obstáculos a serem transpostos: a absorção da luz por nuvens de gás e poeira e as incertezas na determinação das distâncias a essas nuvens e às estrelas.

O primeiro mapa da estrutura da Via Láctea foi construído por Oort (ver, por exemplo, Oort; Kerr; Westerhout, 1958), a partir da emissão do hidrogênio neutro pelas nuvens de gás. Desde então, diversos estudos encontraram evidências de um padrão espiral ora com 2 braços, ora com 4 braços, ora com uma barra, ora sem barra. Nos últimos anos se tem obtido evidências de que, de fato, nossa galáxia tem uma barra (por exemplo, LÓPEZ-CORREDOIRA et al., 2007) e tem mais de 2 braços espirais (por exemplo, BISSANTZ; ENGLMAIER; GERHARD, 2003; HOU; HAN; SHI, 2009).

Recentemente, a equipe do telescópio espacial Spitzer produziu um mapa da Via Láctea a partir de modelos de contagens de estrelas no infravermelho, onde a absorção por poeira é muito menor que no ótico. A Fig. 1 ilustra os resultados desse modelo: a Via Láctea seria uma galáxia espiral barrada, com dois braços

principais mais algumas bifurcações. Embora haja controvérsia sobre os detalhes dos modelos para nossa galáxia (por exemplo, quanto ao número de braços ou ao tamanho da barra), esta figura resume de forma simples o que sabemos hoje sobre sua estrutura.



*Fig. 1 – Representação artística da Via Láctea, a partir de mapeamento feito pelo telescópio espacial Spitzer.*

Mas a Via Láctea não é única e, certamente, é interessante procurar outras galáxias mais ou menos como ela, que denominaremos de sócias da Via Láctea. Esta procura se deu na base de dados do *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS) como um projeto dentro do *Programa de Pré-iniciação Científica* da USP, que objetiva possibilitar que alunos do Ensino Médio de escolas públicas possam desenvolver ou participar de projetos científicos da Universidade. Este artigo relata os resultados desta atividade. Este projeto foi realizado pelos alunos CM e DMS com ajuda do estudante de doutorado WAS e supervisão de LSJ.

O projeto SDSS conta com uma avançada estrutura de ensino e divulgação científica em Astronomia, tendo como diferencial o acesso público a imagens e dados (os mesmos utilizados por astrônomos profissionais) de milhões de objetos astronômicos, que podem ser utilizados por estudantes, de todos os níveis, através da Internet, no *website SkyServer* (<http://skyserver.sdss.org>), com grande parte do seu conteúdo traduzido para o Português. O *SkyServer* possui ferramentas de busca e de visualização de imagens fáceis de serem utilizadas, não sendo necessário conhecimento prévio de nenhuma *software* adicional. Além disso, o *site* conta com diversos projetos prontos para serem utilizados por professores em salas de aula, sempre fazendo uso de dados astronômicos reais.

## II. SDSS

O *Sloan Digital Sky Survey* é considerado o maior mapeamento tridimensional astronômico já feito, cobrindo mais de  $\frac{1}{4}$  do céu no hemisfério norte. Em sua imensa e pública base de dados, estão catalogadas imagens de centenas de milhões de objetos, como galáxias, estrelas e quasares, além de aproximadamente 1 milhão de espectros de galáxias. Todos esses dados já se encontram reduzidos, o que significa que não é necessária análise prévia para olhar a imagem real ou obter o valor exato de *redshift* (ou de outro dado) de qualquer objeto medido pelo SDSS.

## III. Metodologia

Utilizando as ferramentas de busca e visualização descritas no *website SkyServer*, buscamos por sócias da Via Láctea no SDSS. O primeiro passo foi selecionar, de maneira automática, um conjunto de galáxias que apresentassem as seguintes propriedades:

- *cor azul*, propriedade associada a galáxias do tipo disco/espiral, dada pela cor  $u-r < 2.22$  (STRATEVA; IVEZIĆ; KNAPP, 2001);
- *tamanho e elipticidade* que permitissem a visualização mais facilmente de características morfológicas nas galáxias. Através de testes, consideramos o raio mínimo como sendo 15" e elipticidade ( $1 - \text{eixo menor} / \text{eixo maior}$ ) menor que 0.5. Esse valor de elipticidade garantia que as galáxias seriam vistas praticamente de frente, de modo a se poder visualizar, por exemplo, a presença de braços espirais;
- *medida de redshift espectroscópico* disponível, para que pudéssemos determinar as grandezas físicas das galáxias, como distância e tamanho real;

- *brilho superficial* menor que 21 magnitudes por segundo de arco ao quadrado, na banda fotométrica g, para que as galáxias não fossem muito fracas, o que também prejudicaria a visualização de suas características;
- *qualidade boa de imagem*, obtida com a seleção de *flags* (avisos) no banco de dados do SDSS.

Para essa primeira busca automática, com os critérios acima, utilizamos o serviço *CasJobs* (<http://casjobs.sdss.org/CasJobs/>). Trata-se de um servidor/ferramenta do SDSS que permite escrever buscas (*queries*) complexas e abrangentes, utilizando a linguagem SQL (*structured query language*) de banco de dados. As *queries* em SQL permitem retornar e restringir todas as centenas de parâmetros do SDSS, como os listados, direta ou indiretamente, acima. Assim, a *query* utilizada, foi:

```
SELECT (g.objid) INTO z
FROM Galaxy as g, SpecObj as s
WHERE (g.flags & (0x0000000000040000 + 0x0000000000000002 +
0x0000080000000000))=0 and g.petroRad_g > 15 and g.nchild=0 and (1-
g.isoB_g/g.isoA_g)<0.5 and (g.dered_u-g.dered_r)<2.22 and u <22 and
(g.dered_g+g.rho<21) and g.isoB_g>0 and g.isoA_g>0 and g.objID = s.bestobjID
and s.zStatus>1 and s.specClass=2
```

No website do SkyServer (<http://cas.sdss.org/DR6/pt/>) há um tutorial do SQL e exemplos de *queries* que os alunos estudaram antes de fazer efetivamente a busca.

Após essa primeira seleção automática das imagens, os alunos do Ensino Médio fizeram uma inspeção visual de cada galáxia, selecionando aquelas que possuíam braços espirais e uma barra, ou seja, que fossem semelhantes à imagem da Fig. 1. Nesta etapa, utilizamos as ferramentas visuais "Lista de Imagens" e "Navegação", respectivamente, (<http://cas.sdss.org/dr6/pt/tools/chart/list.asp>) e (<http://cas.sdss.org/dr6/pt/tools/chart/navi.asp>), a partir dos números de identificação SDSS (ObjID) obtidos na *query* acima.

#### IV. Resultados

Após a inspeção visual, foram selecionadas 20 galáxias que mais se assemelhavam visualmente com o que imaginamos ser a Via Láctea, chamadas aqui de sócias, cujas imagens se encontram no Apêndice (Fig. 2). Como essas galáxias foram observadas pelo SDSS também espectroscopicamente, foi possível utilizar o valor de *redshift* de cada uma para determinar suas propriedades físicas, como

velocidade radial e raio em kiloparsecs. O raio em kiloparsecs foi calculado a partir da distância de diâmetro angular e do raio angular em segundos de arco.

Esses resultados se encontram na Tabela 1 (Apêndice), juntamente com os nomes conhecidos das galáxias.

## V. Conclusão

Após a pesquisa e seleção detalhada de galáxias azuis de tamanho razoável (raio maior que 15 segundos de arco) e elipticidade relativamente pequena (menor que 0.5), chegamos a 20 “sósias” da Via Láctea. Essas galáxias podem ser consideradas semelhantes ao que imaginamos ser a galáxia em que vivemos.

Concluimos que é possível desenvolver satisfatoriamente um projeto de Astronomia com alunos de Ensino Médio, utilizando dados astronômicos reais, a partir de bases de dados que podem ser acessados pela Internet, como o *Sloan Digital Sky Survey*. Para o ensino de Astronomia e de ciências em geral, projetos desse tipo poderiam ser desenvolvidos em sala de aula, com a supervisão de professores, contanto que se tenha acesso a computadores e Internet na escola.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Pró-Reitoria de Pesquisa da USP pela idealização e coordenação, juntamente com a Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo, do Programa de *Pré-iniciação Científica da USP*. CM e DMS gostariam de agradecer o recebimento de bolsas de estudo de pré-iniciação científica concedidas pela Pró-Reitoria de Pesquisa da USP. WAS e LSJ também gostariam de agradecer o apoio financeiro de FAPESP e CNPq.

## Referências

BISSANTZ, N.; ENGLMAIER, P.; GERHARD, O. Gas dynamics in the Milky Way: second pattern speed and large-scale morphology. **Monthly Notice of the Royal Astronomical Society**, v. 340, p. 949-968, abr. 2003.

HOU L. G.; HAN J. L.; SHI W. B. The spiral structure of our Milky Way Galaxy. **Astronomy and Astrophysics**, v. 499, p. 473-482, maio 2009.

LÓPEZ-CORREDOIRA, M. et al. The Long Bar in the Milky Way: Corroboration of an Old Hypothesis. **The Astronomical Journal**, v. 133, p. 154-161, jan. 2007.

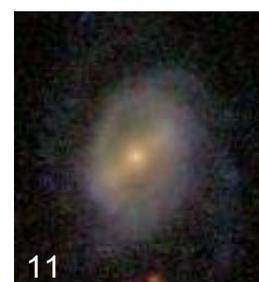
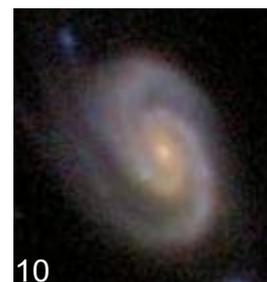
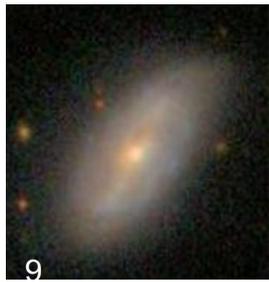
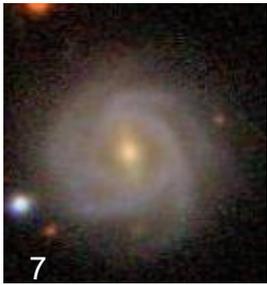
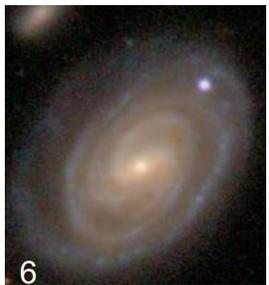
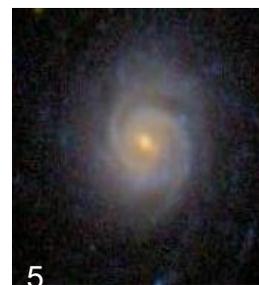
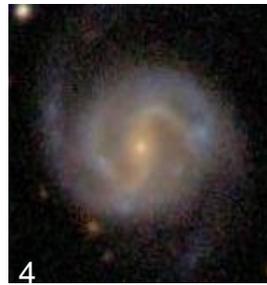
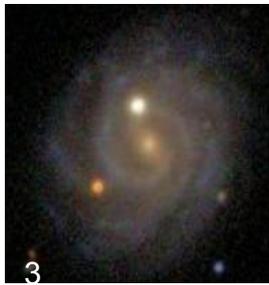
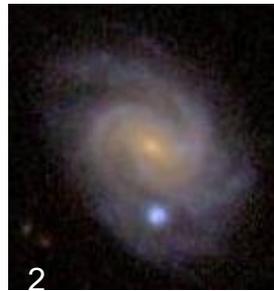
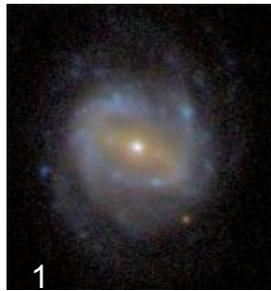
OORT, J. H.; KERR, F. J.; WESTERHOUT, G. The galactic system as a spiral nebula. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 118, p. 379, 1958.

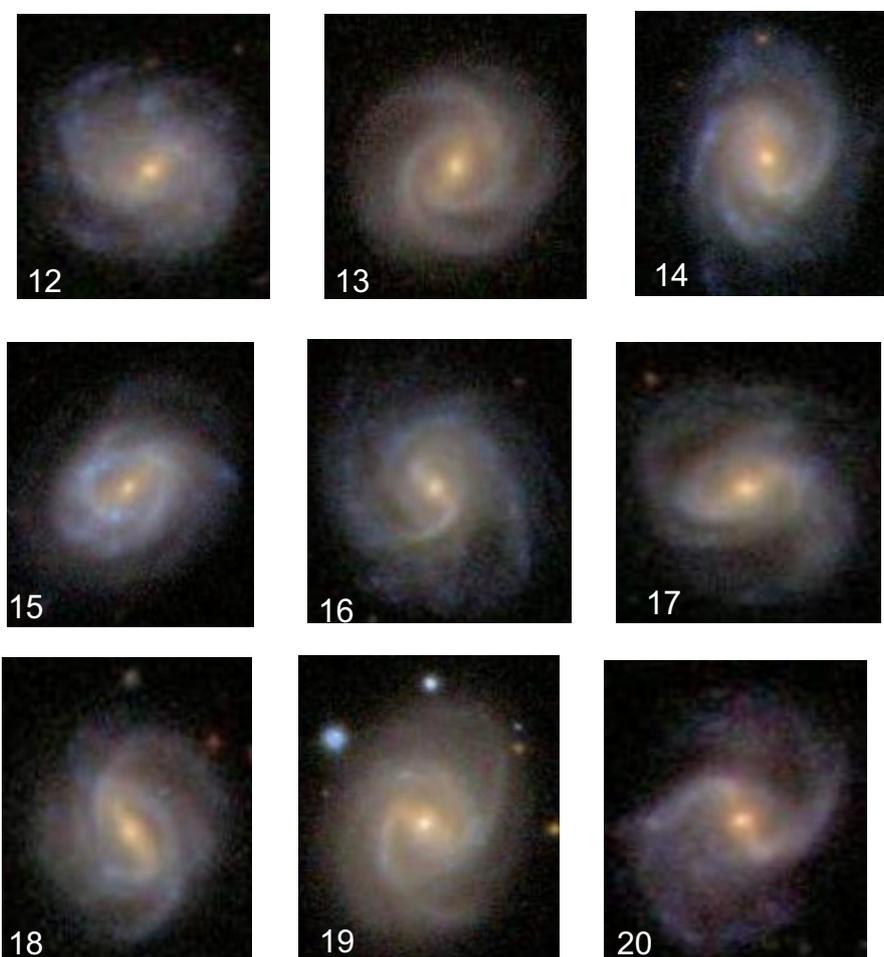
STRATEVA, I.; IVEZIĆ, Ž.; KNAPP, G. R. Color Separation of Galaxy Types in the Sloan Digital Sky Survey Imaging Data. **The Astronomical Journal**, v. 122, p. 1861-1874, out. 2001.

### Apêndice: Atlas de sócias da Via Láctea

Número ID SDSS	Velocidade Radial	raio (kpc)	outros nomes
1. 587726033871241253	10008 +/- 32 km/s	12.39	IC 0943
2. 587726033307959413	6477 +/- 34 km/s	8.32	CGCG 035-064
3. 587728879808806972	3632 +/- 11 km/s	6.97	UGC 06155
4. 587725505018658971	4700 +/- 12 km/s	5.68	IC 1241
5. 587734949666881571	9961 +/- 39 km/s	11.00	CGCG 065-003
6. 587729153595932708	2526 +/- 18 km/s	5.65	NGC 3668
7. 587734950206963722	8397 +/- 39 km/s	9.86	CGCG 066-036
8. 587736477051781168	9913 +/- 53 km/s	11.37	VV 103 NED01
9. 587732469852078148	13520 +/- 36 km/s	19.03	UGC 04621
10. 587739133489578017	8170 +/- 19 km/s	9.15	KUG 1343+368
11. 587739114709909671	10218 +/- 51 km/s	11.84	CGCG 152-068
12. 587738569248145433	4621 +/- 21 km/s	4.48	CGCG 073-023
13. 587738946146336828	7324 +/- 52 km/s	10.62	UGC 07208
14. 587739707957051536	8924 +/- 10 km/s	11.43	UGC 10121
15. 587738947743055899	11918 +/- 30 km/s	14.55	NGC 2926
16. 587739303686111335	10483 +/- 25 km/s	13.31	KUG 1323+339
17. 587741601499906136	8891 +/- 29 km/s	8.88	KUG 1305+270
18. 587742015433605191	4409 +/- 20 km/s	4.41	IC 3671
19. 587742549599977500	13517 +/- 46 km/s	19.67	NGC 5190

Tabela 1 – Informações sobre as 20 galáxias sócias da Via Láctea





*Fig. 2 – Imagens das 20 galáxias sócias da Via Láctea.*