

## COMPARANDO CORES DE ESTRELAS COM UMA AMOSTRA DE DADOS DO SLOAN DIGITAL SKY SURVEY

## COMPARING STAR COLORS USING A SAMPLE OF DATA FROM THE SLOAN DIGITAL SKY SURVEY

Renan Magalhães Braz

UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências,  
Departamento de Física e Meteorologia, Curso de Física, r.braz@unesp.br

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo investigar a relação entre a cor e a temperatura superficial das estrelas por meio da construção de um diagrama cor-magnitude simplificado, utilizando dados fotométricos públicos do Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Foram coletadas magnitudes aparentes nas bandas  $g$  e  $r$  de uma amostra de 200 estrelas, selecionadas a partir de critérios fotométricos disponíveis no SkyServer. A partir desses valores, calculou-se o índice de cor ( $g-r$ ), utilizado como indicador da temperatura estelar. Com esses parâmetros, foi elaborado um gráfico de dispersão relacionando o índice de cor e a magnitude aparente  $g$ , permitindo avaliar a tendência geral da amostra. Os resultados mostraram que a magnitude média da amostra é 18,63 e que o índice de cor médio é 0,97. Observou-se também uma correlação muito fraca entre a cor e o brilho aparente, coerente com o fato de que magnitudes aparentes dependem fortemente da distância, não considerada nesta análise. Embora o diagrama obtido não represente uma sequência principal completa, ele evidencia a distribuição típica de estrelas observadas em catálogos fotométricos. Conclui-se que a relação entre cor e temperatura pode ser identificada qualitativamente, e recomenda-se, para estudos futuros, a inclusão de magnitudes absolutas via dados de distância do Gaia.

**Palavras-chave:** estrelas; fotometria; cor estelar; diagrama HR; SDSS.

**Abstract:** This work aims to investigate the relationship between stellar color and surface temperature through the construction of a simplified color–magnitude diagram using public photometric data from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Apparent magnitudes in the  $g$  and  $r$  bands were collected for a sample of 200 stars selected using photometric criteria available in the SkyServer database. From these values, the color index ( $g-r$ ) was computed as an indicator of stellar temperature. Using these variables, a scatter plot relating the color index to the apparent magnitude  $g$  was produced to evaluate the general trend of the sample. The results show that the mean magnitude of the sample is 18.63 and the mean color index is 0.97. A very weak correlation between color and apparent brightness was observed, consistent with the fact that apparent magnitudes depend strongly on distance, which was not considered in this analysis. Although the resulting diagram does not represent a full main sequence, it reproduces typical distributions found in photometric sky surveys. The study concludes that the color–temperature relation can be qualitatively identified, and future work should include absolute magnitudes using Gaia distance measurements.

**Keywords:** stars; photometry; HR diagram; stellar evolution.



## INTRODUÇÃO

A compreensão das estrelas esteve sempre no centro das investigações astronômicas. Desde as primeiras civilizações, a diversidade de cores observadas no céu noturno despertou questionamentos sobre a natureza desses astros. Com o desenvolvimento da Astrofísica, verificou-se que a cor de uma estrela não é apenas uma característica visual, mas um indicador físico diretamente associado à sua temperatura superficial. Dessa forma, o estudo da relação entre cor e temperatura estelar tornou-se um recurso fundamental para compreender os processos de formação, evolução e classificação das estrelas.

O Diagrama de Hertzsprung-Russell (HR), desenvolvido no início do século XX, constitui-se como uma das principais ferramentas da astronomia observacional. Ele permite relacionar luminosidade e temperatura superficial, organizando as estrelas em diferentes regiões no gráfico que correspondem a distintas fases evolutivas. Embora a construção completa do diagrama exija medições mais complexas, como magnitudes absolutas e classificações espectrais, versões simplificadas podem ser obtidas a partir da fotometria em diferentes filtros. Isso possibilita ao estudante observar padrões fundamentais do comportamento estelar com o uso de dados acessíveis em catálogos astronômicos modernos.

Neste contexto, o presente trabalho propõe a construção de um minidiagrama HR utilizando dados reais do Sloan Digital Sky Survey (SDSS), um dos maiores levantamentos fotométricos já realizados. A questão de pesquisa que orienta este estudo é: *as estrelas mais azuladas são realmente mais quentes que as estrelas mais avermelhadas?* Tal questionamento, embora apresente aparente simplicidade, sintetiza um conceito central da astrofísica estelar e permite que se estabeleça uma ponte entre observações astronômicas e interpretação física.

A relevância desta investigação reside no fato de que compreender a relação entre cor e temperatura estelar é essencial não apenas para classificar estrelas, mas também para inferir informações sobre sua idade, massa e estágio evolutivo. Além disso, o exercício de construir um gráfico cor-magnitude a partir de dados públicos aproxima o aluno do trabalho científico, ao permitir que ele vivencie as etapas de coleta, organização e análise de dados astronômicos.

## OBJETIVOS

- Coletar magnitudes de estrelas em diferentes filtros disponibilizados pelo SDSS;
- Calcular índices de cor, em especial (g-r), a partir das magnitudes obtidas;
- Construir um gráfico cor-magnitude, como versão simplificada do diagrama HR;
- Analisar a relação entre a cor das estrelas e sua temperatura superficial;
- Verificar se os dados coletados confirmam a hipótese de que estrelas azuladas são mais quentes que as avermelhadas.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A cor das estrelas é um dos aspectos mais visíveis de sua radiação e está diretamente ligada à sua temperatura superficial. Esse entendimento foi consolidado ao longo do século XX, principalmente a partir dos estudos em espectroscopia



estelar. De acordo com Carroll e Ostlie (2017), a radiação emitida por uma estrela pode ser descrita pela Lei de Planck, onde a distribuição de energia em diferentes comprimentos de onda depende da temperatura efetiva.

Assim, estrelas mais quentes emitem mais fortemente no azul, enquanto estrelas mais frias apresentam maior intensidade no vermelho. A classificação espectral das estrelas foi desenvolvida no Observatório de Harvard no final do século XIX e início do século XX, resultando no sistema atual que organiza as estrelas nas classes O, B, A, F, G, K e M, em ordem de temperatura decrescente (Morgan; Keenan; Kellman, 1943). Esse esquema, amplamente aceito, consolidou a relação entre cor, temperatura e características espectrais das estrelas.

Um marco fundamental no estudo da evolução estelar foi o desenvolvimento do Diagrama de Hertzsprung-Russell (HR), de forma independente por Ejnar Hertzsprung e Henry Norris Russell, no início do século XX. Esse diagrama representa luminosidade versus temperatura (ou cor) e organiza as estrelas em regiões distintas, como a sequência principal, gigantes e anãs brancas, conforme descrito na literatura clássica de astrofísica estelar (Carroll & Ostlie, 2017; Binney & Merrifield, 1998). Desde então, o diagrama HR tornou-se uma ferramenta indispensável na Astrofísica, permitindo compreender a estrutura interna e os estágios evolutivos estelares.

A magnitude aparente, parâmetro essencial neste trabalho, é uma medida do brilho observado de uma estrela no céu. O conceito de magnitude foi introduzido por Hiparco no século II a.C., mas modernamente foi formalizado em uma escala logarítmica (Pogson, 1856). A fotometria normalmente é realizada em diferentes filtros de cores, como as bandas u, g, r, i, z (estas letras minúsculas correspondem a uma pequena faixa, ou banda, de comprimentos de onda da luz que chega no sensor do telescópio). Os dados para nossa pesquisa foram obtidos por estes filtros instalados no telescópio Sloan Digital Sky Survey (SDSS) e possibilitaram a determinação de índices de cor que atuam como indicadores da temperatura estelar (York et al., 2000; Fukugita et al., 2010).

Estudos contemporâneos reforçam a importância da fotometria multibanda para o ensino e a pesquisa em Astrofísica (Babusiaux et al., 2018). Como destacam Binney e Merrifield (1998), a análise de cores e magnitudes fornece informações diretas não apenas sobre a temperatura, mas também sobre a idade e a composição química das estrelas. Nesse sentido, exercícios acadêmicos que envolvem a construção de diagramas cor-magnitude a partir de dados públicos contribuem para aproximar o estudante da prática científica real (Romanishin, 2002; Kaur & Joshi, 2022).

Dessa forma, a literatura mostra de forma consistente que a cor estelar é um parâmetro físico confiável para inferir a temperatura superficial das estrelas (Worthey & Lee, 2011). A utilização de catálogos modernos, como o SDSS, permite replicar em escala reduzida o processo de construção do diagrama HR, consolidando a relação entre cor, brilho e evolução estelar.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza exploratória e quantitativa, fundamentada na utilização de dados secundários obtidos por meio de um levantamento fotométrico astronômico. O objetivo



metodológico é construir um minidiagrama de Hertzsprung-Russell (HR) simplificado a partir de magnitudes de estrelas disponíveis no Sloan Digital Sky Survey (SDSS).

A coleta de dados foi realizada no SkyServer, plataforma oficial de acesso público aos dados do SDSS. A ferramenta utilizada foi o Navigate Tool, que possibilita a exploração de diferentes regiões do céu. Em cada campo analisado, os objetos foram inspecionados na aba Explore, sendo selecionados apenas aqueles classificados como Star, conforme a categorização fotométrica disponibilizada pelo banco de dados.

Para cada estrela escolhida, foram registrados os valores de magnitude aparente nas bandas fotométricas u, g, r, i e z, correspondentes ao sistema de filtros do SDSS. Esses valores foram organizados em uma planilha eletrônica (Excel ou Google Sheets), onde foi construída uma tabela contendo o identificador do objeto, suas magnitudes e anotações adicionais pertinentes. A partir dos dados brutos, foi calculado o índice de cor ( $g-r$ ), definido pela diferença entre as magnitudes nas bandas g e r.

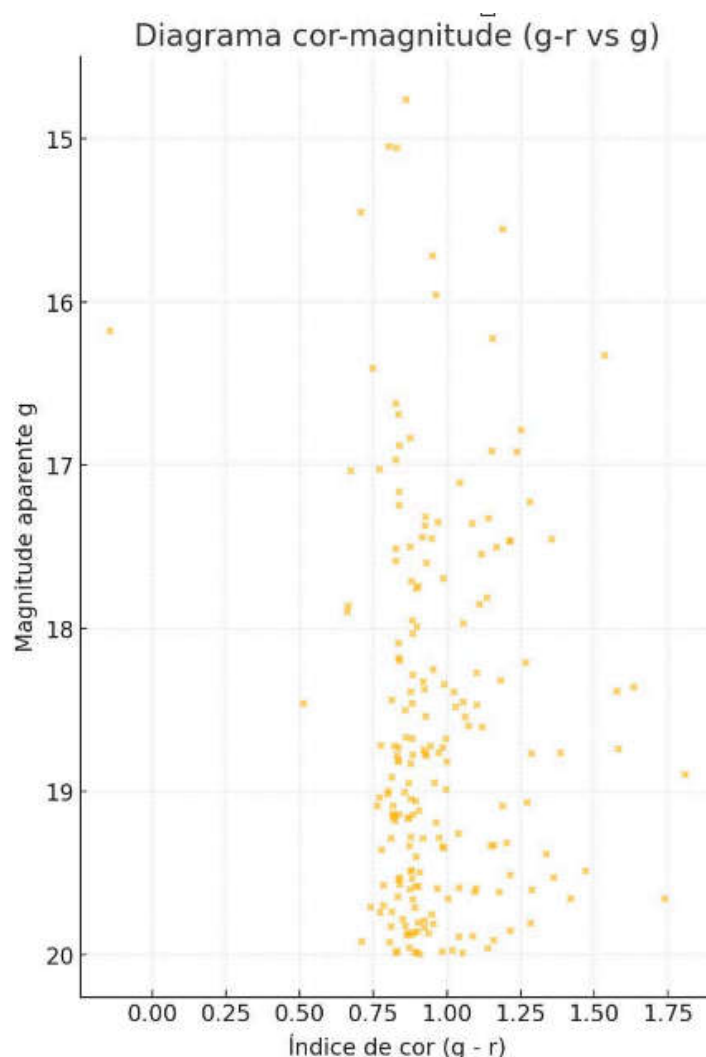
O tratamento e análise dos dados se deram em duas etapas. Primeiramente, os índices de cor foram utilizados como variável independente, representando a coloração estelar. Em seguida, a magnitude g foi adotada como parâmetro de brilho aparente. Com essas variáveis, foi elaborado um gráfico de dispersão cor-magnitude, em que o eixo X corresponde ao índice de cor  $g-r$  e o eixo Y representa a magnitude g, ajustado em escala invertida para refletir corretamente a luminosidade observada (estrelas mais brilhantes com menores magnitudes posicionadas na parte superior do gráfico).

A metodologia, portanto, baseia-se na aplicação da fotometria multibanda como instrumento de investigação, permitindo relacionar cor e temperatura estelar. Essa abordagem viabiliza a obtenção de um minidiagrama HR simplificado, capaz de evidenciar a tendência evolutiva fundamental: estrelas mais azuladas apresentando maiores temperaturas e luminosidades, em contraste com estrelas avermelhadas de menor temperatura.

## ANÁLISES DE DADOS E RESULTADOS

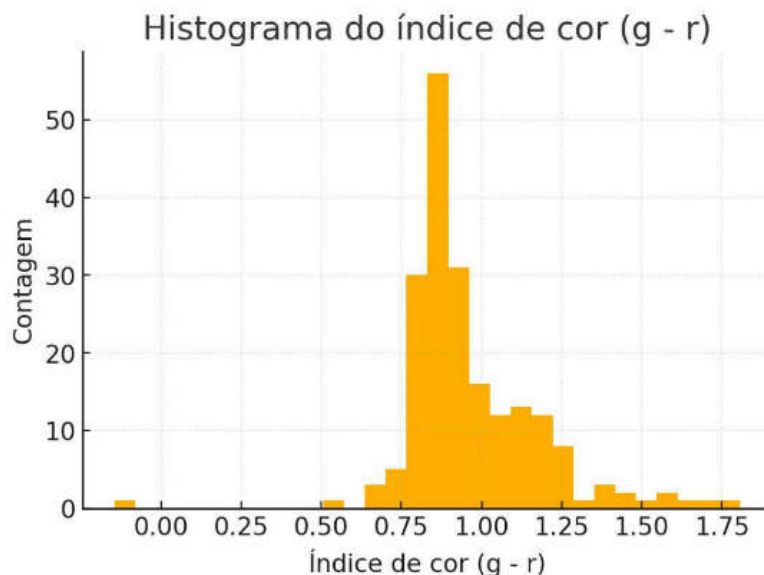
A amostra foi obtida do catálogo SDSS por meio de consulta SQL. Após excluir linhas com magnitudes ausentes, restaram 200 objetos classificados como estrelas. O índice de cor ( $g-r$ ) foi calculado como diferença entre as magnitudes nas bandas g e r. Dividiu-se a amostra em três faixas de cor: azul ( $g-r < 0.3$ ), intermediária ( $0.3 \leq g-r \leq 1.0$ ) e vermelha ( $g-r > 1.0$ ) seguindo critérios usuais em estudos fotométricos (Fukugita et al., 2010). A amostra concentrou-se majoritariamente na faixa intermediária, com 139 objetos, seguida pela vermelha (60) e apenas 1 estrela na faixa azul.





**Figura 01:** Diagrama cor-magnitude ( $g-r$  vs  $g$ ) para a amostra de 200 estrelas do SDSS.

A magnitude  $g$  média encontrada foi 18.63 (desvio padrão 1.14). O índice de cor médio ( $g-r$ ) foi 0.966 (desvio 0.214). A correlação de Pearson entre  $g$  e  $g-r$  foi 0.049, indicando ausência de relação linear forte entre brilho aparente e cor. Isso é esperado, pois a magnitude aparente depende também da distância, que não foi considerada nesta análise. Observou-se que as faixas de cor intermediária e vermelha apresentaram valores médios de  $g$  similares, evidenciando a influência da distância na dispersão vertical do diagrama.



**Figura 02:** Histograma do índice de cor ( $g-r$ ) da amostra.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu construir um diagrama cor–magnitude simples utilizando dados públicos do SDSS. A análise demonstrou a relação qualitativa entre cor e temperatura estelar, bem como a limitação de usar magnitudes aparentes para inferir luminosidade intrínseca. Para trabalhos futuros, recomenda-se cruzar o catálogo com dados do Gaia, aplicar correção de extinção interestelar e calcular magnitudes absolutas, possibilitando a identificação clara da sequência principal e outras estruturas do diagrama HR.

## REFERÊNCIAS

- BABUSIAUX, C. et al. Gaia Data Release 2: Observational Hertzsprung–Russell diagrams. **Astronomy & Astrophysics**, v. 616, A10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201832843>.
- BINNEY, J.; MERRIFIELD, M. **Galactic Astronomy**. Princeton: Princeton University Press, 1998.
- CARROLL, B. W.; OSTLIE, D. A. **An Introduction to Modern Astrophysics**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
- FUKUGITA, M.; YASUDA, N.; DOI, M.; GUNN, J. E.; YORK, D. G. Characterisation of Sloan Digital Sky Survey stellar photometry. **Astronomical Journal**, v. 139, n. 4, p.1566–1587, 2010. DOI: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-6256/141/2/47/meta>
- KAUR, P.; JOSHI, P. S. Fundamentals of differential and all-sky aperture photometry analysis for an open cluster. **International Journal of Research in Engineering, Science and Management**, v. 5, n. 9, p. 33–39, 2022. DOI: <https://arxiv.org/abs/2209.03015>

MORGAN, W. W.; KEENAN, P. C.; KELLMAN, E. **An Atlas of Stellar Spectra**. Chicago: University of Chicago Press, 1943.

POGSON, N. R. Magnitudes of thirty-six of the minor planets for the first day of each month of the year 1857. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 17, p. 12–15, 1856.

ROMANISHIN, W. **An introduction to astronomical photometry using CCDs**. 2002. Disponível em: <https://www1.phys.vt.edu/~jhs/phys3154/CCDPhotometryBook.pdf>. Acesso em: 27 set. 2025.

WORTHEY, G.; LEE, H. An empirical UBVRIJHK color–temperature calibration. **Astrophysical Journal Supplement Series**, v. 193, n. 1, p. 1–13, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1088/0067-0049/193/1/1>

YORK, D. G. et al. The Sloan Digital Sky Survey: Technical Summary. **The Astronomical Journal**, v. 120, p. 1579–1587, 2000.

---

### Como citar este artigo (ABNT):

BRAZ, R. M. Comparando cores de estrelas com uma amostra de dados do Sloan Digital Sky Survey. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 6-12, jun 2026.

---

