



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2025**

Determinação de Raios de Exoplanetas com Observações de Telescópios Robóticos

Bianca Freitas Lopes¹; Marildo Geraldê Pereira²

1. Bianca Freitas Lopes, PIBIC/CNPq, FÍSICA, e-mail: bianca.f.lopes20@gmail.com

2. Marildo Geraldê Pereira, DEPARTAMENTO DE FÍSICA, e-mail: mgpereira@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Exoplanetas, EXOLAB, Fotometria.

INTRODUÇÃO

Os primeiros objetos astrofísicos com irrefutável certeza de possuírem massa planetária, orbitando uma estrela distinta do Sol, foram reportados em 1992 (Wolszczan & Frail, 1992), entretanto a estrela orbitada por esses planetas era uma estrela de nêutrons. Posteriormente, em 1995, foi descoberto o primeiro planeta orbitando uma estrela semelhante ao Sol (Mayor & Queloz, 1995).

Com o desenvolvimento das observações destes tipos de objetos, foram desenvolvidas várias técnicas de observação e detecção dos exoplanetas (Lunine et al, 2009), entretanto, a técnica de trânsito planetário se mostrou muito promissora para a detecção de astros com dimensões planetárias semelhantes à Terra. Atualmente há 5989 exoplanetas confirmados¹ sendo que a técnica de trânsito planetário é responsável por 4438 descobertas².

Os alvos deste projeto são exoplanetas já conhecidos na literatura, mas que requerem observações contínuas de suas curvas de luz, pois estas podem apresentar variabilidades temporais em suas curvas de luz. Além disso, estudos de fotometria de transmissão já indicaram variações nos raios de alguns exoplanetas (Moyano et al., 2017), sugerindo mudanças em suas atmosferas. Nesse contexto, o objetivo geral do projeto é determinar os raios de sistemas exoplanetários a partir de curvas de luz fotométricas, utilizando telescópios robóticos para a coleta de dados através do EXOLAB³. Os objetivos específicos incluem a seleção de alvos observáveis, obtenção e análise estatística das curvas de luz, determinação dos raios dos exoplanetas e comparação dos resultados com dados fotométricos do satélite TESS.

METODOLOGIA DE OBSERVAÇÃO E ANÁLISE

O método de detecção de exoplanetas via trânsito, consiste na observação da passagem do exoplaneta na frente do disco luminoso da estrela, provocando diminuição do brilho da mesma. Esta variação de brilho pode ser observada e medida, produzindo a curva de luz com o eclipse indicativo da existência de um objeto em órbita da estrela, que pode ser um planeta ou até mesmo outra estrela.

Para o cálculo do raio do planeta, considerando Φ_f (brilho relativo no fundo do trânsito), a razão entre a queda do brilho $\Phi_f - \Phi_i$ e o brilho relativo antes do trânsito

¹Disponível em: <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/index.html>. Acessado em 10/09/2025.

²Disponível em: https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/docs/counts_detail.html. Acessado em 10/09/2025.

³Disponível em: <https://waps.cfa.harvard.edu/microobservatory/diy/index.php>. Acessado em 10/09/2025.

Φ_i , é igual à razão entre as áreas $A_p = \pi R_p^2$ (disco obscurecido do planeta) e $A_* = \pi R_*^2$ (disco luminoso da estrela), sendo R_p e R_* os raios do planeta e da estrela. Obtendo a relação entre os raios e os fluxos (Santos e Amorim, 2017).

$$R_p = R_* \sqrt{\left(\frac{\Phi_f - \Phi_i}{\Phi_i}\right)} \quad (1)$$

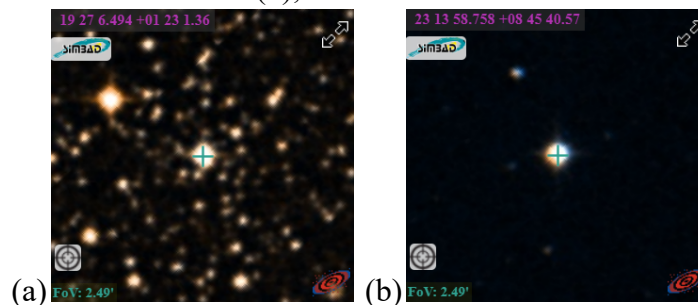
Para obtenção da curva de luz é realizada uma seleção das estrelas a serem observadas segundo seu brilho, coordenadas e hora da observação dos trânsitos. Após a seleção dos alvos, as observações fotométricas são realizadas com os telescópios do EXOLAB. São selecionadas as estrelas-alvo e as estrelas de comparação. Também são realizadas medidas de brilho do céu ao fundo, tomadas de dois pontos do céu, preferivelmente próximos da estrela alvo. Durante a observação, o tempo de exposição de cada imagem é de três minutos. Ao término da observação, as medidas de fluxo de cada objeto são feitas em cada uma das imagens no laboratório de processamento de imagem da plataforma. A partir destas medidas de fluxo é calculada a variação do brilho relativo que constituirá a curva de luz final. Devido à grande dispersão das medidas fotométricas é necessário um procedimento de suavização da curva de luz, utilizando um filtro passa-baixa. O resultado dessa filtragem será a curva de brilho a ser utilizada para a extração das linhas de base, determinação dos fluxos e partir destes os raios dos exoplanetas.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

O objetivo geral do projeto é determinar os raios de sistemas exoplanetários a partir de curvas de luz fotométricas, utilizando telescópios robóticos para a coleta de dados através do EXOLAB. Sendo assim, foram observados, em 2024, e analisados os fluxos de 11 estrelas hospedeiras de exoplanetas da classe Júpiter Quentes, entre os meses de abril e setembro. Todavia, devido à má qualidade estatística das curvas de luz observadas, foram selecionadas apenas duas curvas para o cálculo do raio de seus exoplanetas.

A primeira estrela presente no trabalho foi CoRoT-2, mostrada na Figura 2(a), possui o exoplaneta CoRoT-2b, originalmente descoberto em 2008 (Alonso et al, 2008). A segunda é uma estrela da sequência principal, WASP-52, presente na Figura 2(b). O seu exoplaneta associado foi descoberto em 2012 (Hebrard et al, 2013). Na tabela 1 são apresentadas as informações das observações, enquanto na Tabela 2 são apresentadas algumas das principais informações para as três estrelas que tomamos como modelo para o presente trabalho, incluindo as suas coordenadas astronômicas.

Figura 2. Estrelas observadas identificadas pela cruz azul. Em (a) está CoRoT-2 b e em (b), WASP-52 b.



Fonte: <https://simbad.cds.unistra.fr/simbad/>.

Tabela 1. Informações das observações.

Estrela	Data	T_i (JD)	T_f (JD)	Filtro	T_{exp} (s)	Nº imagens
CoRoT-2	09/07/2024	2460501,47986	2460501,66042	Clear	60	172
CoRoT-2	31/07/2024	2460501,39653	2460501,57500	Clear	60	174
WASP-52	22/09/2024	2460501,45625	2460501,61667	Clear	60	156

Fonte: autoria própria.

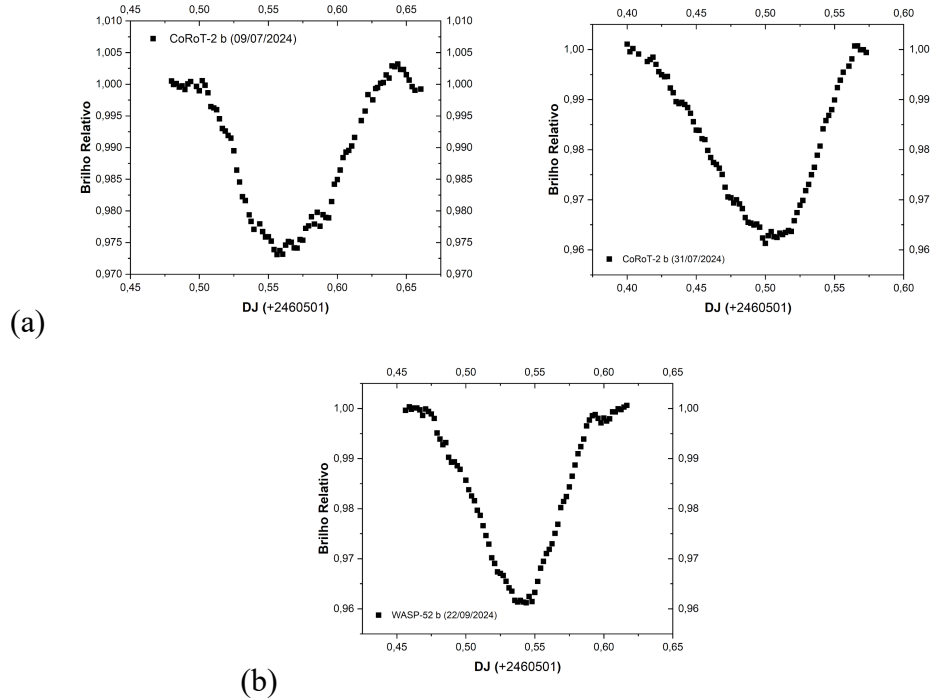
Tabela 2. Informações das estrelas.

Estrela	Tipo Espectral	Magnitude	Constelação	RA	DE
CoRoT-2	G7	12,57	Aql	19h 27m 06,49s	+01°23'01,70"
WASP-50	K2	12,00	Peg	23h 13m 58,76s	+08°45'40,60"

Fonte: *Exoplanet Transit Database e NASA archive data.*

Com as medidas de fluxo dos componentes, é obtida a curva de luz conforme processo descrito na seção de metodologia. A Figura 3 mostra a curva de luz normalizada de cada estrela. Deste modo, com as linhas de base do fluxo de fora e do fundo do trânsito, foram calculados os raios de cada exoplaneta, usando a equação (1).

Figura 3. (a)Curvas de luz normalizadas do exoplaneta CoRoT-2b. (b)Curva de luz normalizada do exoplaneta WASP-52b.



Fonte: autoria própria.

A Tabela 3 apresenta um resumo dos resultados obtidos. Na segunda e terceira colunas temos o fluxo da estrela fora do trânsito e no fundo do trânsito, respectivamente; na quarta temos o raio da estrela em unidades de raio do Sol; na quinta está o raio do planeta calculado acompanhado do seu respectivo erro e na última coluna temos o percentual do erro relativo quando comparadas nossas medidas com as medidas dos raios dos planetas encontradas na literatura.

Tabela 3. Resultados das medidas do raio dos planetas CoRoT-2b e WASP-52b.

Estrela	Φ_i	Φ_f	δ (i-f)	$R_*(R_\odot)$	$R_p(R_J)$	$R_p(R_J)^4$	E (%)
---------	----------	----------	----------------	----------------	------------	--------------	-------

⁴ Valores determinados na literatura para comparação com as medidas deste trabalho:

^aDisponível em: <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/TOI-5796.01>

^bDisponível em: <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/WASP-52b>

CoRoT-2 (09/07/2024)	1,05303 $\pm 0,00031$	1,02571 $\pm 0,00091$	0,027	$0,902 \pm 0,018^a$	$1,44 \pm 0,03$	$1,414 \pm 0,064^a$	1,5
CoRoT-2 (31/07/2024)	1,08914 $\pm 0,01054$	1,05142 $\pm 0,00125$	0,039	$0,902 \pm 0,018^a$	$1,67 \pm 0,05$	$1,414 \pm 0,064^a$	14
WASP-52 (22/09/2024)	1,10397 $\pm 0,00211$	1,08650 $\pm 0,02165$	0,014	$0,79 \pm 0,02^b$	$0,99 \pm 0,09$	$1,27 \pm 0,03^b$	22

Fonte: autoria própria.

Os erros fotométricos, decorrentes das flutuações de brilho, são devido ao fato de estarmos utilizando o telescópio Cecília de pequeno porte (152mm), o que afeta diretamente o fluxo de fótons detectados, além do processo de filtragem dos dados fotométricos. Apesar disto, os resultados obtidos com os procedimentos adotados, apresentam erros relativos na faixa de 1 - 22%, em relação aos valores presentes na literatura. Ao final da análise, os dados do satélite TESS foram processados no EXOFAST⁵ para comparação. Contudo, apenas quatro trânsitos de CoRoT-2b apresentaram qualidade apropriada para análise, permitindo a obtenção de estimativas para os raios planetários. Entretanto, os resultados não se mostraram coerentes, uma vez que os valores obtidos apresentaram incertezas elevadas. Ainda assim, a experiência com o EXOFAST permitiu compreender na prática a importância do tratamento dos dados e interpretação dos resultados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Telescópios robóticos, voltados para fins educacionais, têm oferecido a oportunidade de serem utilizados para observações realísticas destes exoplanetas, propiciando a educadores e estudantes uma experiência completa, indo desde a seleção dos alvos, passando pela análise dos dados fotométricos de trânsitos dos exoplanetas e posterior obtenção dos seus parâmetros físicos e posterior obtenção de seus parâmetros físicos. Com o objetivo de realizar observações dos telescópios robóticos educacionais, obtivemos resultados oriundos das observações fotométricas dos exoplanetas CoRoT-2b e WASP-52b. Desta forma, foram geradas as suas curvas de luz e, sendo a partir delas determinados os raios planetários. Os valores obtidos mostraram uma concordância entre 1 - 22% quando comparados com valores da literatura. Ademais, os dados do satélite TESS foram processados no EXOFAST para comparação, embora os resultados tenham apresentado discrepâncias. Em suma, o trabalho se mostrou uma ferramenta eficaz para introduzir a análise de curvas de luz de exoplanetas e a determinação de seus parâmetros físicos, e a continuidade do projeto seguirá explorando o funcionamento interno da plataforma e a interpretação física de seus parâmetros.

REFERÊNCIAS

- MAYOR, M.; QUELOZ, D. A Jupiter-mass companion to a solar-type star. *Nature*, v. 378, n. 6555, p. 355–359, 1 nov. 1995.
- MOYANO, M. et al. Multi-band characterization of the hot Jupiters: WASP-5b, WASP-44b and WASP-46b. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 471, n. 1, p. 650–657, 26 jun. 2017.
- SANTOS, W. C.; AMORIM, R. G. G. Descobertas de exoplanetas pelo método do trânsito. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 2, 19 jan. 2017.
- WOLSZCZAN, A. Confirmation of Earth-Mass Planets Orbiting the Millisecond Pulsar PSR B1257 + 12. *Science*, v. 264, n. 5158, p. 538–542, 22 abr. 1994.
- WOLSZCZAN, A.; FRAIL, D. A. A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257 + 12. *Nature*, v. 355, n. 6356, p. 145–147, jan. 1992.

⁵ Disponível em: <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/cgi-bin/ExoFAST/nph-exofast>