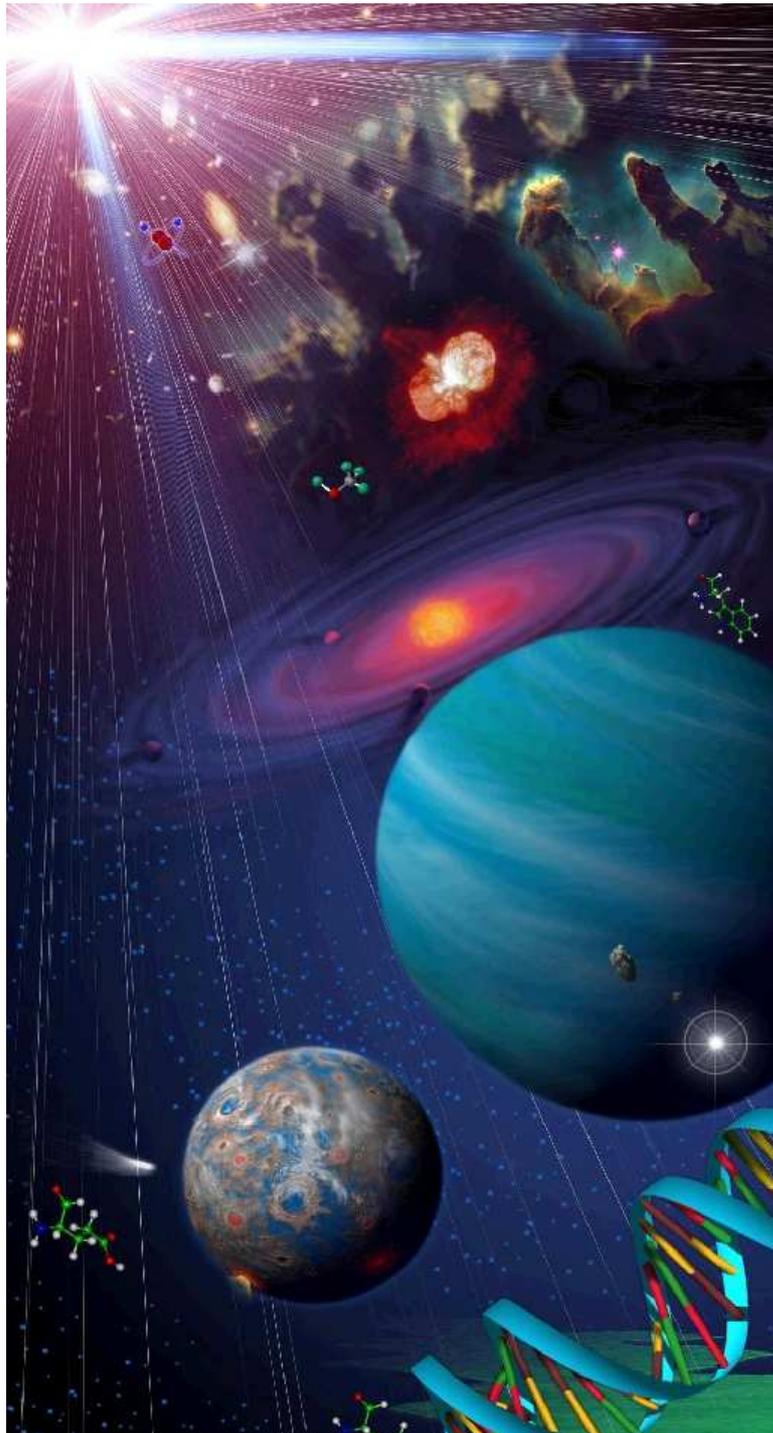


Procura e Detecção de Exoplanetas



1. Resumo

Somos alunos da Escola Secundária da Maia e desenvolvemos um projecto em parceria com o Centro Multimeio de Espinhos. Este projecto está ainda em curso, pelo que só apresentaremos os resultados primordiais.

Serão abordados assuntos relacionados com a procura de exoplanetas, os métodos utilizados na sua detecção, sendo que vamos focar-nos no método de trânsito de planetas e discutiremos os resultados advindos de duas observações realizadas utilizando este método, de modo a demonstrar que com telescópios de pequena dimensão e baixo custo é possível obtermos detecções de interesse relevante.

2. Introdução

Este projecto foi levado a cabo por alunos da Escola Secundária da Maia, tendo sido desenvolvido em parceria com o Centro Multimeios de Espinho, no âmbito da disciplina de Área de Projecto.

A escolha do tema “Métodos de Detecção de Exoplanetas” dentro dos vários ligados à Astronomia, que é uma área do interesse do grupo, deriva do facto de este ser um dos temas mais falados da Astrofísica moderna, fazendo parte das agendas de todas as grandes agências mundiais como o ESO, a ESA e a NASA. Além disso, grande parte da pesquisa de exoplanetas é motivada principalmente pela busca de planetas semelhantes ao nosso, não só como via de desvendarmos a nossa origem como também de descobirmos se estamos sozinhos no Universo, o que tem grande interesse não só a nível científico como também a nível filosófico. Assim como em toda a ciência, as pesquisas na área dos exoplanetas começaram com pequenas descobertas. Há alguns anos ainda permaneciam dúvidas acerca de como seria um ambiente de um outro planeta do Sistema Solar. Hoje, temos menos dúvidas relativamente a essa temática pois, graças às missões espaciais, como as missões de diversas sondas que visitaram o planeta Marte e as missões Voyagers e Pioneers que fotografaram de perto todos os planetas gigantes gasosos, entre tantas outras, foi-nos possível ter um maior conhecimento acerca dos ambientes nos outros planetas. Apesar disso, ainda resta uma grande dúvida. Nenhum desses lugares parece possuir condições propícias à existência de vida. Será a Terra única no Universo?

Há pouco mais de 15 anos detectou-se, pela primeira vez na História, um planeta em torno de outra estrela que não o Sol. Na verdade, hoje já se conhecem centenas desses objectos, devido ao rápido desenvolvimento tecnológico dos últimos anos. Esses avanços permitem detecções de movimentos muito pequenos e de regiões muito próximas das estrelas, detecções de luz muito fracas, entre outros, favorecendo assim a detecção dos exoplanetas. Com efeito, o passado ano 2010 foi marcado por uma extraordinária quantidade de descobertas astronómicas relativas à procura de planetas extra-solares. Foram desenvolvidas novas técnicas de detecção de exoplanetas e estudo das suas atmosferas, o número de exoplanetas agora conhecidos ultrapassou os 500 devido essencialmente

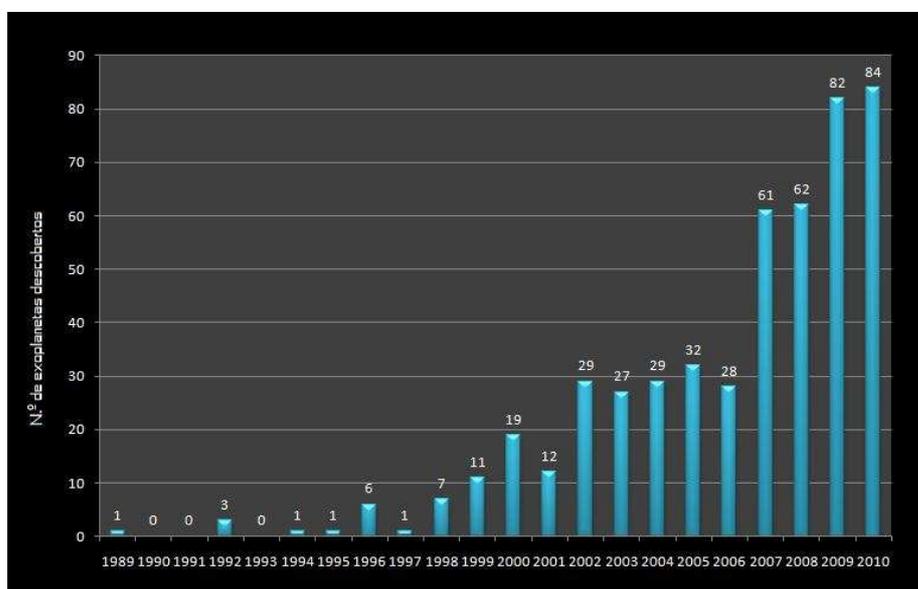
ao VLT e à sonda Kepler, e o número de planetas pequenos e possivelmente ou até dentro das zonas habitáveis das suas estrelas-mãe conhecidos tem vindo a aumentar.

Neste trabalho, serão abordados assuntos relacionados com a procura de exoplanetas, os métodos utilizados na sua detecção, sendo que vamos focar-nos no método de trânsito de planetas e discutiremos os resultados advindos de duas observações realizadas utilizando este método, de modo a demonstrar que com telescópios de pequena dimensão e baixo custo é possível obtermos detecções de interesse relevante.

3. Planetas Extra-solares

Um planeta extra-solar, também designado exoplaneta, é um planeta que se encontra fora do nosso sistema solar. A maioria dos exoplanetas até agora descobertos são gasosos, como Júpiter, em órbitas próximas à das suas estrelas. Tal factor deve-se aos métodos de detecção actualmente utilizados, que ainda não permitem detectar planetas do tipo da Terra, pois causam variações de pequena amplitude na órbita da sua estrela, e estas não são ainda possíveis de ser detectadas pelos instrumentos actuais. No entanto, espera-se que as tecnologias que têm vindo a ser desenvolvidas permitam a descoberta deste género de planetas.

A 1ª descoberta oficial foi em 1992, em que foram descobertos 2 planetas com massa terrestre a orbitar em volta da pulsar *PSR B1257+12* (mais tarde foi descoberto um 3º planeta neste Sistema, e encontra-se em aberto a existência de um 4º planeta). No entanto foi só no dia 6 de Outubro de 1995 em que foi descoberto um planeta a orbitar uma estrela da sequência principal, o *51 Pegasi b*, utilizando o método de Velocidade-Radial. Este planeta tem uma massa semelhante à massa de Júpiter, mas houve um pormenor que intrigou bastante os cientistas na altura: o raio da sua órbita em volta da estrela era quase igual ao de Mercúrio e, naquela altura, as várias teorias acerca da evolução e formação de planetas só admitiam que os planetas gigantes se formassem a enormes distâncias da respectiva estrela, aproximadamente à distância a que Júpiter se encontra do Sol. A partir daí houve um grande avanço na descoberta de exoplanetas, e até ao dia 23 de Fevereiro de 2011 já foram detectados 528 planetas. Um dos factores que mais contribuiu para a descoberta destes planetas que orbitam numa estrela que não o Sol foi o aparecimento da espectroscopia de alta-resolução, que permite uma maior e melhor análise de dados, de corpos comparativamente tão pequenos como os planetas em relação às estrelas.



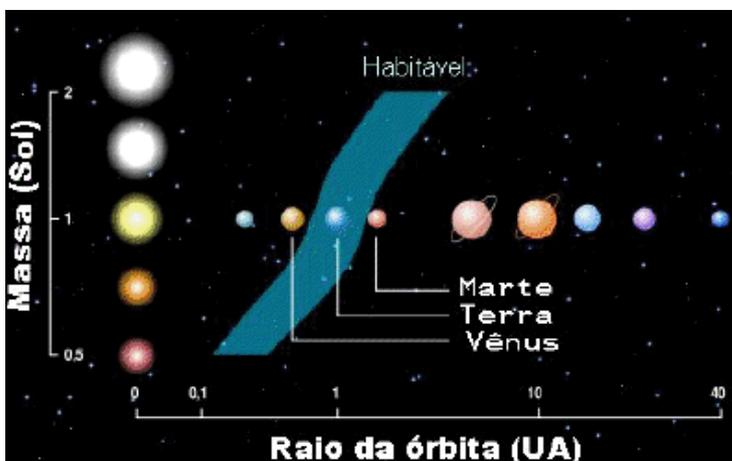
Número de planetas descobertos em cada ano

3.1. Características dos Exoplanetas já observados

A maioria dos exoplanetas orbita em torno de estrelas com características semelhantes à nossa, encontrando-se na sequência principal de estrelas dos tipos espectrais F, G e K. Isto deve-se ao facto de ser mais simples de detectar planetas em torno destas estrelas uma vez que elas não são tão activas, e a actividade estelar pode influenciar a detecção de planetas pelo método das Velocidades Radiais. Na sua maioria, estes planetas apresentam um tamanho dez vezes superior à Terra, pequena excentricidade na sua órbita, orbitam muito próximo da sua Estrela, sendo a maior parte deles são gasosos.

A procura de vida noutros mundos é sem dúvida o grande mote deste novo ramo da Astronomia em ascensão. A possibilidade de existência de água líquida é algo que se pensa ser de grande importância para o desenvolvimento da Vida. Para isso é necessário que o planeta orbite a estrela dentro da zona-habitável. A zona habitável de uma estrela é a zona em que o planeta pode orbitar que permita a existência de água no estado líquido. Para isso, o planeta não pode estar demasiado afastado nem demasiado próximo da estrela, senão a água encontrar-se-á sempre no estado sólido ou gasoso. A zona habitável é então definida como a área ao redor de uma estrela em que o fluxo de energia estelar possibilita que a água se encontre no estado líquido na superfície do planeta. Estas zonas variam de acordo com o tipo de estrela e os espectros que estas emitem.

No entanto a existência de um planeta com estas características não garante que seja propício à existência de vida. Teremos de procurar por sinais de vida na sua atmosfera e quem sabe um dia criar uma missão para o visitar.



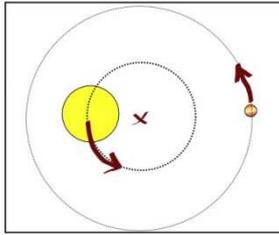
4. Métodos de Detecção

Apesar da dificuldade, já existem imagens directas de planetas, obtidas em infravermelho. Estas foram possíveis utilizando diversas técnicas, como o uso de coronógrafos, instrumentos que realizam eclipses artificiais da estrela. No entanto, os astrónomos têm vindo a desenvolver vários métodos de detecção de exoplanetas. Os mais promissores são a Astrometria, a Velocidade Radial, o Trânsito de Planetas e as Microlentes Gravitacionais, embora existam outros.

4.1. Astrometria

A Astrometria é o método mais antigo para a detecção de exoplanetas e consiste em detectar oscilações periódicas de posição da estrela, por norma pequenas.

Quando um planeta orbita uma estrela, ambos os corpos têm um centro de massa em comum em torno do qual orbitam, fazendo com que a estrela tenha um movimento muito pequeno à medida que o planeta faz a sua órbita, como podemos verificar na figura abaixo.



Este método tem algumas vantagens, pois permite uma elevada precisão na medida da massa do planeta, além de que favorece a detecção planetas que orbitam mais longe da estrela, dado ser maior a perturbação da posição desta. Contudo, os planetas que orbitam a grandes distâncias da estrela tornam-se problemáticos, pois são requeridas observações que durem mais do que o tempo de uma órbita, o que no caso de planetas com um longo período de translação poderia demorar anos ou até mesmo décadas. Com a tecnologia actualmente disponível, planetas com cerca de 6.6 massas terrestres, considerados pequenos, podem ser detectados numa órbita de 1 UA da

estrela, se esta tiver a massa do Sol e estiver a uma distância de nós de 10 pc, mas em breve a precisão aumentará.

O problema deste método reside essencialmente no facto de envolver medições de variação demasiado pequenas no movimento próprio das estrelas e, apesar de a precisão ter vindo a aumentar, os novos métodos de astrometria poderão ser tão sensíveis ao ponto de serem afectados pelas manchas estelares - as regiões mais escuras na superfície de uma estrela que parecem mover-se à medida que a estrela gira. Quando observadas com os novos métodos astrométricos, poderão criar uma variação periódica no “centro fotométrico” da estrela – a localização exacta no céu onde a luz da estrela parece ser gerada, o que poderá criar a ilusão de que a órbita estava a ser perturbada por um planeta. Além disso, este método requer que as órbitas dos planetas sejam aproximadamente perpendiculares à nossa linha de visão, o que não só diminui o número de estrelas a serem estudadas como também, dado que casos de órbitas perpendiculares não podem ser confirmadas com outros métodos, não permite certezas.

Ao longo da História, já foram anunciadas algumas descobertas de exoplanetas através deste método, porém até hoje nenhum exoplaneta está confirmado como tendo sido descoberto por este método. Isto deve-se essencialmente ao facto de o nível de precisão requerido para detectar as pequenas variações na posição da estrela que indicam a presença de um planeta ser demasiado elevado para a tecnologia disponível. Contudo, isto está a mudar. O futuro da astrometria está no espaço, dado que a interferência atmosférica limita a precisão das medidas. A missão Space Interferometry Mission (SIM), da NASA, tinha lançamento previsto para depois de 2015 e capacidade para medir ângulos de estrelas com precisão de 1 micro arcseg (a largura de um cabelo humano à distância de 805 km), o que lhe permitiria detectar planetas do tamanho da Terra. O seu lançamento foi no entanto cancelado devido a cortes no orçamento. Contudo, está prevista ainda a missão Gaia, da ESA, cujo lançamento está agendado para 2012, que fará observações em estrelas da nossa galáxia com uma precisão de 20 micro arcseg.

4.2. Velocidade Radial

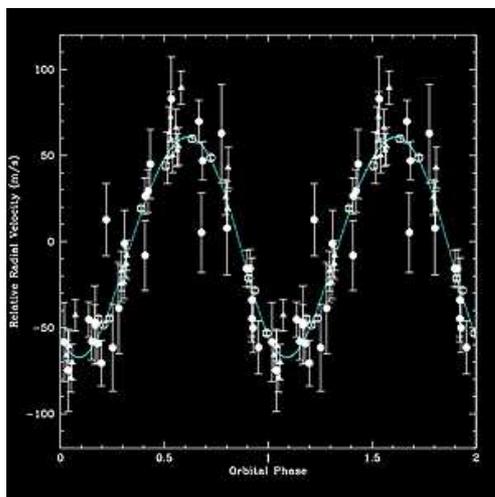
Este é o método mais bem sucedido na procura de exoplanetas. Devido ao efeito Doppler, o comprimento de onda da luz diminui para objectos que se estão a aproximar do observador (blueshift) e aumenta para objectos que se estão a afastar do observador (redshift).

Como podemos observar no nosso Sistema Solar, o Sol parece estacionário comparado com os planetas. No entanto, na verdade ambos orbitam em torno do centro de massa do sistema que, devido ao facto de o Sol não ser uma estrela isolada, não coincide com o centro de massa do Sol. Isto aplica-se a outros

sistemas planetários.

Quando o sistema estrela-planeta se afasta de nós, verifica-se um deslocamento das linhas espectrais para o vermelho; quando o sistema se aproxima de nós, verifica-se um deslocamento destas para o azul. Assim, a velocidade radial da estrela, ou seja, a velocidade a que esta se afasta e aproxima de nós, pode ser deduzida comparando ao longo do tempo a variação das linhas espectrais detectadas usando o Efeito Doppler.

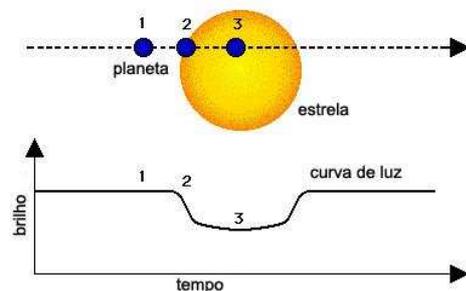
A medida do movimento da estrela permite determinar o período orbital do planeta. Posteriormente é possível obter-se um gráfico da velocidade radial em função do tempo, como o da figura abaixo. Com os dados do período e da massa da estrela, obtém-se a distância do planeta à estrela, enquanto que através da amplitude da curva pode-se calcular um limite inferior para a massa do planeta. Contudo, este método permite apenas uma estimativa para o limite inferior da massa, dado que a perturbação no movimento da estrela causada por um planeta massivo orbitando num plano muito inclinado em relação à linha de visão é igual à perturbação causada por um planeta menos massivo com um plano orbital com pequena inclinação em relação à linha de visão. Ou seja a massa está dependente da inclinação do sistema.



Esta técnica tem ainda outras limitações. Em primeiro lugar, favorece a descoberta de planetas mais massivos e mais próximos da estrela, dado que estes factores fazem com que o planeta exerça uma maior força gravitacional sobre a estrela, desfavorecendo a procura de planetas semelhantes à Terra. Com efeito, Júpiter é o planeta que exerce maior força gravitacional no Sol (uma velocidade radial de 12 m/s), enquanto que a Terra tem um efeito mínimo, de 10 cm/s, ambos num período de um ano. Além disso, esta técnica só funciona bem para estrelas até aos 200 anos-luz de distância e necessita de telescópios de grande abertura. O método da Velocidade Radial também é usado para confirmar as descobertas empreendidas através do método de trânsito.

4.3. Método de Trânsito

Este é um método desenvolvido recentemente e que detecta a variação luminosa causada por um planeta quando este transita diante da sua Estrela-Mãe. Quando um planeta transita em frente a uma estrela, verifica-se uma diminuição da luminosidade desta. Apesar desta diminuição ser pequena, normalmente entre 0,01% e 1%, é possível detectá-la. Medindo-se a luminosidade da estrela ao longo do tempo, podemos obter um gráfico da variação da sua luminosidade como o da figura ao lado.



A maior vantagem deste método é que nos permite calcular o tamanho do planeta através da curva de luz. Este dado, quando combinado com a massa do planeta obtida usando o método da velocidade radial, permite determinar a densidade do planeta. Além disso, pode ser aplicado mesmo a estrelas muito distantes e tem ainda a vantagem de permitir estudar a atmosfera do planeta.

No entanto, esta técnica apresenta também algumas desvantagens, nomeadamente o facto de funcionar apenas com uma pequena percentagem de planetas, tendo estes de ser planetas cujos planos orbitais estejam perfeitamente alinhados com a nossa linha de visão (pois, caso contrário, o planeta não passa em frente à estrela). A probabilidade de um plano orbital estar perfeitamente alinhado com a nossa linha de visão é dada pelo quociente entre o raio da estrela e a distância a que o planeta orbita a

estrela. Além disso, quanto menor foi o planeta menor será a diminuição do brilho causada por este na estrela, o que torna mais difícil detectar planetas menores.

Normalmente, este método requer confirmação adicional, sendo que o método mais utilizado para esse fim é o da velocidade radial.

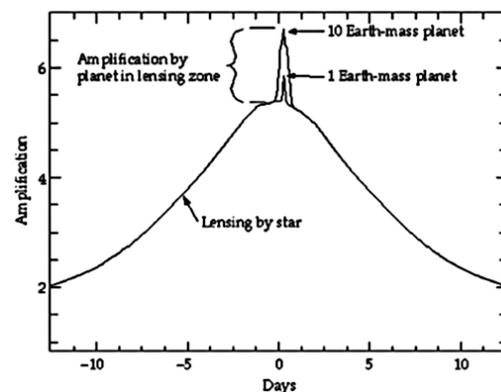
Actualmente, estão a ser desenvolvidas técnicas para serem usadas no Telescópio Espacial CoRoT e pelo Observatório Kepler, numa tentativa de descobrir planetas terrestres em torno de estrelas semelhantes ao Sol, através de trânsitos.

4.4. Microlente Gravitacional

O efeito de Microlente Gravitacional ocorre quando os campos gravitacionais de um planeta e o da sua Estrela-Mãe agem de modo a amplificar a luz de uma estrela distante que esteja no fundo do céu. Este é o método mais promissor na procura de planetas localizados entre a Terra e o centro da galáxia, dado que as partes centrais da galáxia fornecem um grande número de estrelas distantes de fundo.

Este efeito foi previsto por Einstein, aquando da sua elaboração da Teoria da Relatividade Geral. De acordo com esta teoria, a presença de um corpo curva o tecido espaço-temporal, sendo que a trajetória de qualquer raio de luz que por ele passe muda devido à deformação causada pela massa do corpo no espaço. Microlentes gravitacionais tinham já sido testadas com outros objectivos, nomeadamente a procura de matéria escura. Contudo, em 1991, foi sugerido que este efeito poderia ser utilizado na procura de planetas. Só em 2002 se obteve êxito neste propósito. De facto, a presença de um planeta em torno da estrela faz com que a luz seja curvada de forma diferente, como podemos ver na figura ao lado, permitindo a detecção do planeta. Este método tem a grande vantagem de permitir detecções de planetas com pouca massa. No entanto, estes eventos duram pouco tempo, algumas semanas ou dias, e não podem ser repetidos devido à dinâmica do Universo.

Astrónomos do programa OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment), financiado pela NASA e pela NSF, e do grupo MOA (Microlensing Observation in Astrophysics) trabalham actualmente para aperfeiçoar esta técnica.



5. Alvos

Os alvos são os exoplanetas que nós seleccionamos possíveis de ser observados. Para essa selecção tivemos que ter em conta vários factores, não só característicos do planeta a ser observado e da sua estrela como também do local em que nos encontramos.

Começámos por utilizar a base de dados disponíveis no site transitsearch.org para seleccionarmos os nossos possíveis alvos.

Eliminámos primeiro todos os planetas que ainda não tivessem sido observados pelo método de trânsito e depois, seleccionamos apenas aqueles que tinham uma profundidade de trânsito maior que 1,5% (Depth %).

A Profundidade do Trânsito é a relação percentual entre o brilho da estrela e o brilho da estrela aquando do trânsito, e é expressa pela fórmula:

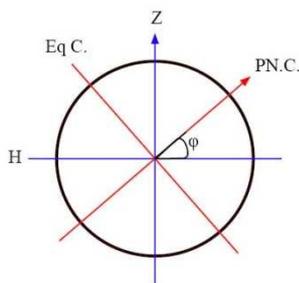
$$\Delta L / L = (r/R)^2,$$

em que $\Delta L / L$ representa a profundidade de trânsito, r o raio do planeta e R o raio da estrela.

É possível perceber pela expressão que o raio do planeta não pode ser muito pequeno comparativamente ao da sua estrela, caso contrário tornar-se-ia bastante difícil registar alguma variação de luminosidade durante o tempo em que decorreria o trânsito.

Também tivemos que ter em conta o período (T) da órbita de cada planeta. Se o período fosse demasiado longo, não seria possível completar a observação do trânsito devido à incidência dos raios solares, e alguns dos trânsitos chegavam a ter a duração de vários dias.

Posteriormente, analisámos as coordenadas celestes da estrela a observar, as coordenadas locais de Espinho e as horas a que se realizava o trânsito, de modo a saber se este seria ou não visível a partir da nossa localização.



Na figura ao lado, estão representadas a vermelho as coordenadas celestes e a azul as locais. O ângulo que o pólo norte celeste (PN.C.) faz com o horizonte é igual à latitude, ou seja, é a altura da estrela polar. Como o ângulo formado pelos planos PN.C. e Eq. C. (equador celeste) é de 90° , os mesmos entre o zénite (Z) e o horizonte (H), conseguimos calcular qual a menor declinação possível de ser observada.

As declinações têm como base o referencial representado a vermelho, tendo o equador celeste 0° de declinação e o pólo norte celeste 90° de declinação. Logo, a menor declinação é referente à declinação de uma estrela na linha do horizonte na posição Sul (lado contrário ao PN.C.) corresponde ao ângulo complementar da latitude (-49° , já que a latitude de Espinho é aproximadamente 41° ; o sinal negativo é devido ao referencial usado). Como não podemos observar estrelas com alturas inferiores a 20° no observatório do Centro Multimeios de Espinho, devido a limitações do mesmo, subtraímos 20° aos -49° . Assim, a declinação da estrela a observar teria de ser superior a -29° .

Posteriormente, verificámos com o *WorldWide Telescope*, um software disponibilizado pela Windows, a posição da estrela no céu durante o trânsito. Inserimos as coordenadas celestes dos nossos alvos no programa, e verificámos quais as estrelas que seriam susceptíveis de ser observadas à noite da nossa localização.

Pusemos de parte os que não iriam ter o trânsito completo visível, e, sendo o trânsito completamente visível, devido a limitações originadas pelo observatório, eliminámos também os que tinham uma altura inferior a 20° .

Desse modo, construímos a seguinte tabela, representativa dos alvos a serem observados:

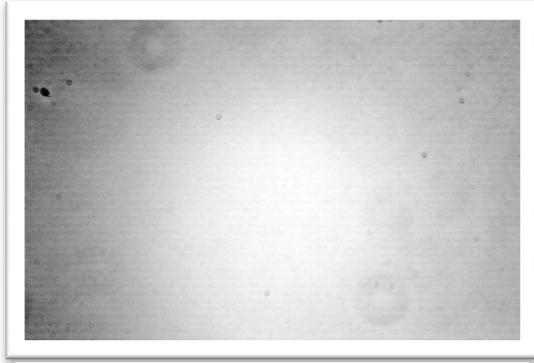
Estrela	Planeta	Período	P%	R.A.	DEC.	Depth.
CoRoTExo2	<u>b</u>	1.743	100.0	19:27	+01:23	3.01
TrES-3__	<u>b</u>	1.306	100.0	17:52	+37:33	2.98
HD189733_	<u>b</u>	2.219	100.0	20:01	+22:43	2.63
OGLETR113	<u>b</u>	1.432	100.0	10:52	-22:56	2.28
CoRoTExo1	<u>b</u>	1.509	100.0	06:48	-1:2	2.05
WASP-2__	<u>b</u>	2.152	100.0	20:31	+06:26	2.01
TrES-1__	<u>b</u>	3.030	100.0	19:04	+36:38	1.93
WASP-4__	<u>b</u>	1.338	100.0	23:34	0	1.80
TrES-2__	<u>b</u>	2.471	100.0	19:07	+49:19	1.69
XO-1____	<u>b</u>	3.942	100.0	16:02	+28:10	1.59
HAT-P-1__	<u>b</u>	4.465	100.0	22:58	+38:40	1.59
WASP-1__	<u>b</u>	2.520	100.0	00:21	+31:59	1.54
HD209458_	<u>b</u>	3.525	100.0	22:03	+18:53	1.50

Trânsitos do exoplaneta CoRoTExo2-b

START		END		Alt (Start)	Alt (END)
04-02-2011	22:26	05-02-2011	00:58	48º	35º
07-02-2011	22:52	08-02-2011	01:24	47º	29º
10-02-2011	23:17	11-02-2011	01:50	44º	23º
13-02-2011	23:43	14-02-2011	02:16	40º	15º
17-02-2011	00:09	17-02-2011	02:42		9º
20-02-2011	00:35	20-02-2011	03:08		1º
23-02-2011	01:01	23-02-2011	03:33		AH
26-02-2011	01:26	26-02-2011	03:59		AH

Posição	
RA:	06:48
DEC:	-3:06

6.Observação



observação



observação



7. Análise de Dados

Uma vez recolhidas as imagens há que proceder ao tratamento de imagem e posterior análise de dados.

7.1 Imagens

As imagens recolhidas através do CCD são imagens digitais, ora isto não é mais que uma matriz em que a cada célula é atribuído um número que representa a quantidade de fotões que incidiram no espaço ocupado por essa mesma célula. A esses valores recolhidos por cada célula da matriz que compõe o CCD é atribuído uma escala de cinzas. Vai do preto quando o valor apresentado é 0 a branco quando o valor é máximo. É desta maneira que se formam as imagens recolhidas na observação, em que cada célula de detecção do CCD corresponde a um pixel da imagem.

7.2 Tratamento de Imagens

Para obtermos uma imagem resultante da luz proveniente da estrela que queremos observar temos de fazer algum tratamento de imagens. Isto deve-se ao facto de os detectores não serem perfeitos e produzirem ruído sob a forma de contagens de fotões. Além deste ruído, também temos de ter em conta que a sensibilidade de cada elemento da matriz que compõe o detector não é a mesma. Logo temos de reduzir também este ponto.

7.2.1 Darks

As Imagens “Dark” servem para removermos o ruído causado pela electrónica do detector de uma maneira estatística. Todos os detectores produzem ruído associado à corrente eléctrica que por eles passa. Desta maneira, uma imagem “Dark” é uma imagem com o mesmo tempo de exposição que a imagem da estrela que queremos fotografar, no entanto tirámo-la com o CCD e o telescópio fechado. Desta maneira as contagens produzidas referem-se apenas ao detector e não à fonte de luz que queremos observar. Após obtermos umas 5 ou 10 imagens “Dark” criámos uma imagem denominada por “Master Dark” com a média das imagens anteriores e subtraímos a cada imagem da estrela obtida este “Master Dark” eliminando assim o ruído do detector.

7.2.2 Flats

As Imagens “Flat” servem para calibrar a sensibilidade do detector. Desta maneira viramos o telescópio para a parede e no início das observações tiramos uma fotografia com a parede uniformemente iluminada. Desta maneira, se o sensor fosse perfeito iríamos ter o mesmo número de contagens em todos os pixels. Assim, e com um conjunto de 5 a 10 fotografias obtidas desta maneira produzimos o “MasterFlat” que não é mais que uma fotografia que nos dá o índice de sensibilidade de cada um dos pixels do nosso detector. Aplicámos esta correcção a todas as imagens do objecto a ser observado depois da correcção “Dark”

7.2.3. Comparação das imagens antes e após o tratamento

Imagem antes do tratamento



Imagem após o tratamento com o programa



7.3 Fotometria / Tratamento de Dados

Uma vez tendo finalizado o tratamento de imagem, temos agora de fazer o tratamento de dados. Este tratamento é feito com o uso de uma ferramenta chamada AIP4Win. Para cada imagem obtida, identificamos a estrela que queremos monitorizar e mais duas estrelas que se encontrem visíveis em todas as imagens.

O programa irá determinar a quantidade total de luz emitida dentro de um círculo por nós designado e depois irá subtrair o valor de um outro círculo exterior correspondente ao número de contagens do céu. Desta maneira o valor que obtemos refere-se apenas aos fotões emitidos pela nossa estrela.

Obtemos assim os dados referentes às contagens para a nossa estrela e para as outras duas estrelas que assinalámos na imagem.

Os dados que saem do AIP4WIN são dados relativos, C-K V-K uma comparação entre a nossa estrela (V) e as duas estrelas de controlo (C) e (K). Para obtermos uma detecção bem sucedida teremos de verificar uma diminuição no valor do brilho referente aos valores V-K e obtermos valores de C-K constantes e para isso usamos o EXCEL.

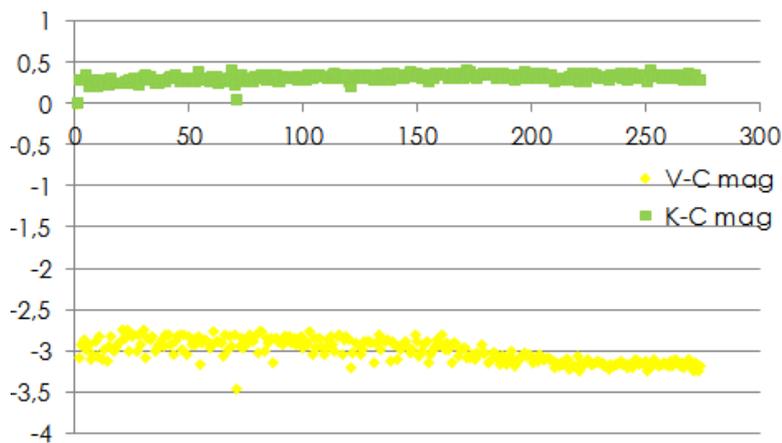
7. Discussão de Resultados

A observação do trânsito do planeta CoRoTExo2-b não permitiu resultados conclusivos, dado que a estrela observada possuía uma fraca magnitude, o que implicava um tempo de exposição elevado que tornou as imagens tremidas, além de que, antes do final do trânsito, já se encontrava numa zona demasiado baixa para ser fotografada.

8. Conclusão

Dado que o nosso trabalho se integra num projecto realizado no âmbito da disciplina de Área de Projecto, ainda se encontra em curso, pelo que, apesar de até à data não nos ter sido possível obter os resultados desejados a partir das observações realizadas, temos datas para próximos trânsitos a observar.

Além disso, sabemos que em anos anteriores se obtiveram resultados positivos nas observações, sendo que analisámos as imagens obtidas numa observação realizada anteriormente no Centro Multimeios de Espinho. Após o tratamento da imagem e dos dados, obteve-se o seguinte gráfico:



Neste gráfico, comparámos o brilho de três estrelas, de modo a verificar se alguma delas sofreu algum fenómeno aquando da observação.

Como a diferença entre as magnitudes V e C se manteve constante e entre K e C variou ao longo do tempo, podemos concluir que ocorreu um fenómeno em K. Se a magnitude tanto em V-C como em K-C tivesse variado, os dados não são conclusivos, pois essa variação poderia dever-se a alterações atmosféricas ou factores externos. Assim, estudando a curva do gráfico, podemos concluir que se tratou de um trânsito, sendo observável o aumento da magnitude de K aquando da passagem do exoplaneta.

Como já foi referenciado anteriormente, através do gráfico obtido pode-se determinar certos dados sobre o planeta. No entanto, tendo em conta que a observação começou após o início do trânsito, como podemos verificar por observação do gráfico, não é possível obtermos os dados relativos ao exoplaneta em questão.

9. Bibliografia

- http://www.planetary.org/explore/topics/extrasolar_planets/extrasolar/astrometry.html
- <http://www.howstuffworks.com/planet-hunting2.htm>
- http://www.planetary.org/explore/topics/extrasolar_planets/extrasolar/astrometry.html
- <http://www.howstuffworks.com/planet-hunting2.htm>
- <http://astronomyonline.org/Exoplanets/ProfessionalDetection.asp?Cate=Exoplanets&SubCate=EP02>
- http://novacelestia.com/space_art_extrasolar_planets/detect_extrasolar_planets.html
- <http://bl127w.blu127.mail.live.com/default.aspx?wa=wsignin1.0>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Methods_of_detecting_extrasolar_planets
- http://www.esa.int/esaSC/120377_index_0_m.html
- <http://www.centauri-dreams.org/?p=9930>
- <http://www.wisegeek.com/what-was-the-first-extrasolar-planet-discovered.htm>
- <http://www.atalaia.org/gregorio/exoplanetas.php>
- <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/A/51Peg.html>
- <http://www.extrasolar.net/planettour.asp?PlanetID=1>
- <http://www.ifsc.usp.br/~donoso/espectroscopia/Historia.pdf>
- <http://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbm9leG9wbGFuZXRhc2VzZG18Z3g6MWNiZGE3NDZlZjE1YjZk&pli=1>
- <http://www.users.muohio.edu/weaksjt/>
- <http://iopscience.iop.org/0004-637X/716/1/850>
- <http://www.spacetelescope.org/news/heic0403/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page