

O UNIVERSO SOB A ÓPTICA DA ASTROSCOPIA

Luis Fernando Miyazaki Namba¹
Marta João Francisco Silva Souza²

¹Instituto Federal de Goiás/Jataí/Engenharia Elétrica - PIBIC, luisfmnamba@gmail.com

²Instituto Federal de Goiás/Jataí /Departamento de Licenciatura - PIBIC, martajfss@gmail.com

Resumo

Este projeto propôs: 1) iniciar no Campus de Jataí a sistematização de observações astronômicas através dos instrumentos ópticos disponíveis, utilizando-as como ferramenta didática para o ensino das Ciências; 2) desenvolver procedimentos de observações e registro de fenômenos astronômicos; 3). Capacitar o estudante participante com conhecimentos e técnicas para coleta de dados na área de Astronomia observacional suficientes para que, futuramente, estejam aptos a realizar pesquisas observacionais, contribuindo para o desenvolvimento da ciência básica no nosso país. Durante a vigência do projeto foram encontradas dificuldades que atrapalharam o seu desenvolvimento, como as chuvas e a falta de um observatório no Instituto, porém conseguimos resultados satisfatórios através de estudos de artigos e livros da área, seções de observações e muitos testes.

Palavras-chave: astronomia observacional, astrofotografia, telescópio, câmera CCD.

OBJETIVOS

Desenvolver procedimentos de observações e registro de fenômenos astronômicos utilizando telescópios para serem utilizados como ferramenta didática no ensino das Ciências, oferecendo aos bolsistas envolvidos conhecimentos e técnicas para coleta de dados na área de Astronomia observacional suficientes para que, futuramente, estejam aptos a realizar pesquisas observacionais, contribuindo para o desenvolvimento da ciência básica no nosso país. Buscando:

- Compreender as causas de um fenômeno astronômico e seus aspectos interdisciplinares;
- Compreender o funcionamento e os principais recursos do telescópio Celestron CPC-1100 existente no IFG-Câmpus Jataí;
- Aprender a operar corretamente o telescópio Celestron CPC-1100;
- Aplicar as técnicas de astrofotografia aprendidas durante o projeto “Desvendando os mistérios do céu através do telescópio” utilizando o telescópio Celestron CPC-1100 e seus acessórios;
- Estabelecer relações entre a comunidade científica amadora e a escolar;
- Capacitar os bolsistas para acompanhar um fenômeno natural relacionado à Astronomia, identificar padrões e buscar compreender o seu significado;
- Proporcionar aos envolvidos neste trabalho vivenciar atividades próprias dos astrônomos semiprofissionais, a fim de relatar dados científicos a partir de um fenômeno natural.

MATERIAIS

Foram utilizados os seguintes materiais para o desenvolvimento do projeto:

- Laser Green Pointer 800mW;
- Telescópio CELESTRON CPC-1100;
- Câmera CDD MEADE DSP III;
- Câmera Nikon D3100;
- Conjunto de oculares CELESTRON;
- Notebook;
- Fonte de alimentação 12 v;
- Plataforma equatorial CELESTRON;
- Filtro Solar CELESTRON.

O Laser Green Pointer (Figura 1), é um laser de alta potência bastante utilizado na construção civil e na Astronomia, por ter capacidade de alcançar vários quilômetros (dependendo da sua potência). A figura 2 ilustra como ele é utilizado na astronomia, devido ao grande comprimento de luz emitido, o observador da Terra tem a impressão da luz chegar ao astro, isso facilita a localização da estrela através do telescópio, pois ao olhar pela ocular do equipamento se enxerga centenas de estrelas.



Figura 1: Laser Green Pointer



Figura 2: Utilização do Laser Green Pointer.

Apesar dos grandes benefícios do laser, seu uso deve ser cauteloso. Nunca deve ser mirado diretamente no olho, caso feito isso poderá levar a cegueira, no trânsito, pode acarretar em acidentes por atrapalhar a visão dos motoristas e em estádios estragar o espetáculo do esporte.

A câmera CCD (Dispositivo de Carga Acoplada ou Charge-Coupled Device) MEADE DPS III é um equipamento fotográfico específico para a astrofotografia, seu corpo é fabricado para encaixar no telescópio como se fosse uma ocular, ficando assim acoplada ao telescópio, como mostra a Figura 3:



Figura 3: Câmera CDD ligada ao notebook (USB) e acoplada ao telescópio Nexstar 114.

A captura da imagem é feita por um software (ENVISAGE) instalado em um computador, o programa é capaz de definir o tempo de exposição, a quantidade de fotos que formarão a imagem e ajustes como ganho, brilho, contraste e nitidez.

O conjunto de oculares CELESTRON é formado por uma lente Barlow 2x e cinco oculares: 6 mm, 8mm, 13mm, 17mm e 32mm de distância focal. Permitindo assim formar um conjunto com 10 aumentos diferentes. E ainda um conjunto de seis filtros Kodak Wratten, todos mostrados na Figura 4.

O telescópio CELESTRON CPC 1100 (Figura 5) é um equipamento de médio porte, capaz de fazer observações semiprofissionais. Em seu conjunto possui um GPS interno que facilita sua localização e consequentemente seu alinhamento. Possui cerca de 40 mil objetos cadastrados em seu banco de dados e ainda a função de acompanhamento da rotação terrestre, importantíssima para a astrofotografia, sem ela a maioria das fotos sairiam borradas.



Figura 4: Conjunto de oculares e filtros CELESTRON.



Figura 5: Telescópio CELESTRON CPC 1100

METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi:

- Estudo do funcionamento e dos recursos do telescópio Celestron CPC 1100;
- Estudo de técnicas de astrofotografia;
- Sessões de observação do céu noturno;
- Sessões de astrofotografias;

Os estudos foram baseados em artigos e blogs de astrofotógrafos como: *José Carlos Diniz, Pedro Ré, Rodolfo Langhi, João Vieira e Miguel Claro*, todos já famosos por suas contribuições na área. Mesmo assim foram encontrados poucos os artigos ainda que descrevessem com clareza os procedimentos e técnicas para a astrofotografia.

DESENVOLVIMENTO

Existem fatores que normalmente atrapalham a astronomia observacional, como por exemplo, as fases da lua. Como sabido a lua é o segundo astro que mais brilha em nosso céu (só atrás do Sol), por isso há certa dificuldade de visualizar os astros quando o nosso satélite natural está presente. Para entendermos melhor o brilho das estrelas será feito uma breve explicação sobre a magnitude visual na astronomia.

Em 129 a.C. o astrônomo grego Hiparco sentiu que seria interessante catalogar as estrelas conforme seu brilho visto da Terra. Sua escala foi nomeada de Grandeza, que ia da 1ª, as mais

brilhantes, até a 6ª, o limite do olho humano. Seguindo esse conceito Hiparco catalogou 850 estrelas. Trezentos anos mais tarde, 140d.C, outro astrônomo grego, Claudio Ptolomeu, lançou sua obra prima: O Almagesto. Nesta obra Ptolomeu escreve todo o conhecimento astronômico do homem até aquela época e ainda completa o catálogo de Hiparco, chegando a 1022 o número de estrelas registradas. O feito dos dois astrônomos gregos fora tão grandioso que seus ensinamentos duraram por 1400 anos, justamente quando Kepler baseado em Copérnico consolidou a teoria Heliocêntrica.

A teoria Heliocêntrica em nada afetou a escala de brilho das estrelas proposta por Hiparco, que durou até o ano de 1856, quando o astrônomo inglês Norman Pogson definiu uma escala matemática para as magnitudes das estrelas (Equação 1):

Equação 1: Cálculo da magnitude aparente das estrelas.

$$m = -2.5 \log_{10} F + c$$

onde:

m = Magnitude aparente ou visual

F = Luminosidade recebida pelo fotômetro

C = Constante que define o zero na escala

Conforme a formulação, seria necessária uma estrela de referência, foi definida então a estrela Vega da constelação de Lira como sendo o valor zero da escala. Pode-se então elaborar uma tabela com os principais astros e suas magnitudes:

Tabela 1

MAGNITUDE	OBJETOS POPULARES
-27	Sol
-13	Lua Cheia
-5	Vênus em seu momento mais brilhante
-3	Marte e Júpiter em brilho máximo
-2,5	ISS - Estação Espacial Internacional
-1,45	Estrela Sirius
-0,25	Saturno
0	Estrela Vega
1	Estrela Antares
1,3	Estrela Acrux (Cruzeiro do Sul)
6	Limite da visão humana sem instrumentos
13.2	Capacidade dos telescópios de 6 polegadas
13.6	Plutão
28	Limite dos maiores telescópios terrestres
30	Capacidade do telescópio Hubble

Podemos observar que a escala de magnitude é inversa, quanto menor o valor, maior o brilho. Após o entendimento sobre a magnitude dos astros, outro fator a se descartar como empecilho para o desenvolvimento deste projeto foi a temporada chuvosa, que praticamente durou de setembro de 2012 a junho de 2013. A média de precipitações nos últimos anos na cidade de Jataí-GO segundo o site Jornal do Tempo (UOL) pode ser observado na Figura 6:

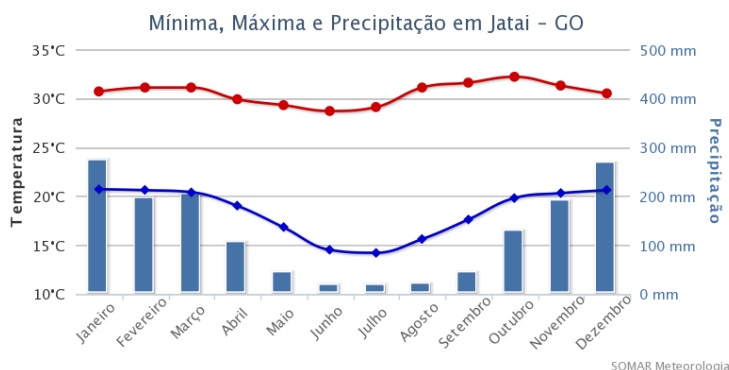


Figura 6: Índice de precipitação na cidade de Jataí-GO

Podemos notar que somente nos meses de inverno há uma amenizada nas chuvas. Fazendo um comparativo em 2011 a cidade de Jataí teve um índice pluviométrico de 1053mm e no deserto do Atacama no Chile, onde está o maior telescópio do mundo, há um índice pluviométrico de 3mm por ano.

Sobre as principais referências para os estudos e como foram desenvolvidas as astrofotografias que conseguimos. Como citei na metodologia, artigos e blogs de astrofotógrafos foram nosso grande aliado nos estudos das técnicas utilizadas, gostaria de citar alguns e o que cada um tem de especial.

O astrofotógrafo português Miguel Claro é conhecido mundialmente, por seus trabalhos na astronomia, seus feitos já renderam inúmeras publicações em revistas do ramo. Em seu site (http://www.miguelclaro.com/wp/?page_id=115) podemos encontrar algumas das mais belas fotos já tiradas do céu, além de poder acompanhar suas publicações em sites e revistas.

Outro astrônomo conhecido por suas belas fotos é João Vieira, em seu site (<http://joaovieira.zenfolio.com/>) podemos visualizar belas imagens do céu profundo, nebulosas, galáxias e planetas. Ele possui um blog que posta suas fotos e as comenta, porém não explica detalhadamente como são tiradas.

O site da *Cosmobrain* (<http://www.cosmobrain.com.br>) tem conteúdos de Astronomia e Astrofísica, nele podemos encontrar vários artigos sobre os assuntos, desde como reconhecer o céu a escolha do melhor telescópio. O seu link sobre astrofotografia está em construção, porém o forte do site é seu fórum, nele existem milhares de tópicos sobre Astronomia sendo discutido a todo instante por astrônomos amadores.

No site da *Apollo11* (<http://www.apollo11.com/>) além de vários artigos ligados a Astronomia, há vários monitores e estatísticas como: monitor de terremoto, atividade solar, sismógrafos, aquecimento global, previsão do tempo e até os asteróides que estarão passando perto da Terra nos próximos dias.

A *Astrosurf* (<http://www.astrosurf.com>) é um site francês, onde vários astrônomos amadores famosos tem um canal, como por exemplo, o brasileiro Luiz Carlos Diniz (<http://www.astrosurf.com/diniz/index.html>). Em seu canal Diniz explica técnicas de astrofotografia com clareza e simplicidade. Ainda há uma seção onde o autor ajuda-o a construir equipamentos para ser utilizados nas fotos.

O site de Jerry Lodriguss, a *Astropix* (<http://www.astropix.com/>), é direcionado somente à astrofotografia, seu forte são os artigos sobre equipamentos: como escolher uma ocular, qual câmera utilizar e qual o melhor telescópio. Dentre os artigos, o leitor pode se deparar com a grande quantidade de texto comparativo entre os equipamentos, o que o torna muito bom, o único empecilho é a página ser toda em inglês.

Outro site bastante interessante é o da Associação Portuguesa de Astrônomos Amadores, APAA (<http://www.apaa.co.pt>), que contém inúmeros artigos para iniciantes e amadores, sua linguagem é extremamente didática, com certeza dentre os sites citados aqui, este é o mais completo e de fácil compreensão.

Além dos sites existem outros tipos de ferramentas que auxiliam no processo de adaptação à observação noturna, são elas os planisférios celestes rotativos, o software gratuito *Stellarium* e software para celular *Google Sky Map*, muito úteis na localização de astros no céu noturno principalmente na cidade, onde a luminosidade atrapalha a identificar as constelações.

RESULTADOS

Para conseguirmos realizar astrofotografias primeiramente houve um estudo dos conceitos básicos de fotografia, sobre as técnicas mais utilizadas na astrofotografia com câmeras digitais ou analógicas: Câmera fixa, Piggy-back, Afocal, Projeção de ocular e Foco primário e finalmente com a câmera CCD.

A fotografia é baseada na captura de luz pela lente da câmera, por isso na arte de fotografar existem três parâmetros básicos que são ISO, tempo de exposição e abertura focal. Para entendermos o ISO é interessante pensar em filmes das máquinas analógicas, esse filme funcionava com a queima do material com a luz formando assim a imagem, porém cada um tem sensibilidade à luz diferente, que chamamos de ISO, quanto maior o valor do ISO mais sensível é o filme, ou seja, menos luz será necessário para tirar uma mesma foto, contudo o valor deste parâmetro muito elevado causará ruídos nas fotografias.

O tempo de exposição é o tempo que a máquina ficará exposta para registrar a fotografia, geralmente é um conceito um pouco complicado de entender já que em fotografias comuns dificilmente alteramos ou percebemos esse parâmetro. Normalmente o tempo de exposição é de centésimos de segundo, ocorre que na astrofotografia a luz a ser captada é a luz proveniente das estrelas por isso o tempo de exposição para esse tipo de fotografia vai se centésimos de segundos a varias horas. O grande problema é que como a foto tirada em questão ficará muito tempo captando a luz, a imagem final sairá borrada com o mínimo de movimento.

A abertura do obturador limita a passagem de luz ao sensor, entretanto a maior abertura nem sempre é a melhor opção. Esse parâmetro está diretamente ligado a profundidade de campo, que por sua vez está relacionada ao foco da imagem a ser capturada, quanto menor a abertura maior foco poderá ser dado ao objeto em destaque e é uma característica de fabricação de cada lente. Sua forma de marcação é dada por f/x onde quanto o maior valor de x menor é a abertura focal (Exemplo: $f/20$).

Sobre as técnicas de astrofotografia, o método câmera fixa é o mais simples dentre todos, é preciso somente uma máquina fotográfica e um tripé (Figura 7), dependendo do tipo de máquina será preciso um cabo disparador (Figura 8). O cabo disparador é preciso quando queremos tirar fotos de longa exposição, por exemplo, a câmera Nikon D3100 tem o tempo máximo de exposição de 30s, com o cabo disparador podemos deixa-la tirando a fotos por horas.



Figura 7: Método Câmera Fixa



Figura 8: Cabo disparador.

O método câmera fixa não é recomendável para tirar fotos do céu profundo, pois a rotação da Terra fará com que as fotos fiquem riscadas, a não ser que esse queira evidenciar esse movimento. A fotografia mostrada na Figura 9 foi tirada em Jataí-GO no ano de 2011, durante a vigência da primeira etapa do projeto. O efeito foi conseguido utilizando a câmera analógica Zenit com 1h de exposição e filme ISO 400, pode-se notar que as estrelas giram em torno de um ponto que é exatamente o pólo celeste sul.



Figura 9: Fotografia do pólo celeste sul utilizando o método câmera fixa.

No método Piggy-Back a câmera fica presa a um equipamento capaz de acompanhar o movimento das estrelas, pode ser o próprio telescópio (Figura 10) ou mesmo uma plataforma equatorial.



Figura 10: Método Piggy-Back.

Os telescópios automáticos, como é o caso do CPC 1100, podem acompanhar o movimento da Terra com certo grau de precisão. Ao fazer observações, esse grau de acompanhamento é satisfatório, porém para a astrofotografia faz-se necessário o uso de uma plataforma equatorial (Figura 11) e o método de alinhamento polar. Isso garante uma maior precisão no registro das imagens.

No método Afocal, a câmera (com lente) tira a foto da ocular do telescópio, nesse método é aconselhável o uso de um suporte como vista na Figura 12.



Figura 11: Plataforma Equatorial CELESTRON.



Figura 12: Método Afocal com suporte.

No método Projeção de Ocular a câmera fotográfica agora estará sem lente, e capitará a imagem direto da ocular do telescópio. No método Foco Primário (Figura 13) a própria câmera se tornará a objetiva do telescópio (sem a lente da câmera e sem a ocular do telescópio), para a maioria das câmeras serão necessários dois adaptadores: T-Ring (Figura 14) e o adaptador universal (Figura 15). O T-Ring fará com que a câmera funcione sem a lente e o adaptador universal acoplará a câmera no telescópio no lugar da ocular.



Figura 13: Método Foco Primário



Figura 14: T-Ring



Figura 15 Adaptador universal para câmera.

Os métodos descritos até agora utilizaram câmeras fotográficas comuns, descreverei agora como fotografar com uma câmera CCD. O site *Astro* da Universidade Federal do Rio Grande do Sul explica resumidamente o funcionamento deste tipo de câmera:

Uma câmara forma a imagem através de uma lente convergente, isto é, uma lente que direciona os raios de luz em direção aos outros. Estes raios se encontram em uma superfície, chamada focal, onde está o chip (circuito integrado). Cada parte da superfície focal recebe a luz de uma parte da imagem. Neste chip, um CCD, cada fóton contém uma quantidade de energia suficiente para deslocar um elétron para um canal estreito no semicondutor. O CCD tem colunas destes canais foto-sensíveis, de modo que o padrão da luz que atinge o chip forma um padrão de cargas nestes canais. Para obter a imagem de vídeo, a câmara usa técnicas eletrônicas para transferir as cargas entre as colunas, e finalmente a câmara lê a carga elétrica ponto a ponto, coluna a coluna, até que o padrão de carga, representando o padrão de luz, seja completo. (ASTRO, 2013)

A câmera CCD é utilizada somente no método Afocal, ou seja, acoplando-a diretamente ao telescópio e ligadas a um computador, como visto na figura 3. Diferentemente das câmeras comuns, este tipo de equipamento não possui disparador manual, sendo controlado por um software. Dentro do programa o usuário é capaz de escolher as configurações mais adequadas para cada tipo de astrofotografia, como tempo de exposição e sensibilidade a luz, e há uma importante função que é de formar imagens com várias fotografias.

O critério essencial na utilização da câmera CCD está em achar o foco criando assim um “Par Focal” com uma ocular. Após acoplar a câmera no telescópio e abrir o programa no computador, uma imagem desfocada aparecerá na tela, o ideal para esse ajuste é mirar em algo estático, por exemplo, um prédio. Feito isso vá girando o ajuste de foco do telescópio até uma imagem nítida aparecer na tela do computador (é preciso ter paciência e ir mudando o foco devagar, pois o ajuste é sensível). Feito isso é hora de ajustar uma ocular que tenha o mesmo foco, para isso utiliza-se um *Ring* visto na figura 16, ele será colocado na base da ocular e ajustado (para cima ou para baixo) até focar a mesma imagem que a CCD conseguiu capturar, é preciso ajustar o foco o melhor possível, pois a partir de agora essa ocular será seu Par Focal. Agora, sempre que quiser procurar um objeto no céu utilize a ocular com o *Ring* ajustado, assim quando o astro estiver focado para a lente consequentemente estará focado para a CCD.



Figura 16: Ring para Par Focal

Não se conseguiu alinhar o telescópio juntamente com a plataforma equatorial, pois não houve mais tempo para tentarmos, já que, todas as tentativas feitas até então foram mal sucedidas. A falta de referências específicas para os nossos equipamentos foi uma das grandes dificuldades do projeto, por exemplo, nem no site da própria fabricante da plataforma equatorial

não há um manual de como utilizá-la, além disso, só dispúnhamos de manuais da câmera e telescópio em inglês, dificultando muitas vezes a compreensão de certos detalhes.

Sem o uso da plataforma não foi possível fazer fotos de longa exposição, ou seja, fotos do céu profundo, todavia com o alinhamento comum do telescópio pudemos realizar fotos da Lua e Saturno. A figura 17 mostra uma foto tirada da lua crescente com a câmera Nikon D3100, tempo de exposição 1/125 s, ISO-800 e abertura f/5,6, no dia 15 de Julho de 2013 às 20:21h.

Também utilizando o método Afocal foram tiradas fotos de do planeta Saturno (Figura 18), famoso por seus anéis. Para essa foto foram utilizadas as seguintes configurações: Tempo de exposição 1/8 s, ISO-1600 e abertura f/5.3, no dia 16 de Julho de 2013.



Figura 17: Fotografia da Lua no método Afocal.



Figura 18: Planeta Saturno com método Afocal.

A figura 19 mostra uma foto da lua tirada com a câmera CCD MEADE DSP III, juntamente com seu software Envisage no dia 19 de julho de 2013. A figura 20 mostra uma foto também realizada com a câmera CCD, pode-se observar os riscos formados pelas estrelas causados pelo movimento da Terra, apesar do alinhamento comum do telescópio acompanhar o astro, este não é suficiente para a astrofotografia, pois necessita de um acompanhamento perfeito, que pode ser conseguido alinhando o equipamento junto a uma plataforma equatorial.

Existe uma necessidade de aprender mais sobre os recursos da câmera, que certamente foi uma das nossas grandes dificuldades, já que, com o pouco que foi encontrado na internet e seu difícil manual (ainda em inglês) não foi o suficiente.



Figura 19: Fotografia da Lua com câmera CCD.



Figura 20: Foto do céu profundo com câmera CCD.

CONCLUSÃO

O nosso local de observação foi a quadra poliesportiva da Unidade Riachuelo do Câmpus Jataí. A mesma se localiza próximo a locais comerciais e à iluminação pública, ou seja, mesmo que desligássemos toda iluminação do câmpus próxima à quadra, ainda assim ficaríamos prejudicados devido à iluminação exterior. Apesar da quadra não ficar tão distante de onde era guardado o telescópio e os equipamentos, era difícil transportar todo o equipamento mesmo que fôssemos fazer uma simples observação, pois somente o telescópio pesa cerca de 38kg e entre os locais há rampas e escadas, portanto não havia outro meio de transporte a não ser carregá-lo manualmente. Além disso, tínhamos que carregar extensão para conseguir ligá-lo na tomada. Os equipamentos, sem lugar uma bancada para apoiar, ficavam no chão.

Não precisou de muito tempo para ver que o câmpus necessita de um observatório fixo e apropriado, esse investimento será de grande importância para a instituição, já que ela possui ensino médio e o curso superior de licenciatura em Física. Outro fator observado durante o projeto é que a cidade de Jataí não é apropriada para a astrofotografia, não ser apropriada não quer dizer que não dê para realizar, mas sim, encontrará grandes dificuldades, pois seu período chuvoso é grande e no período de seca há muita poeira.

Ainda falta muito a ser pesquisado e testado, a Astronomia envolve os mais variados conceitos, por isso a torna tão fascinante, porém não podemos deixar de destacar que muito foi desenvolvido e testado, por isso pode-se dizer que o projeto foi realizado com sucesso.

PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE OU DESDOBRAMENTO DO TRABALHO

Apesar das dificuldades do fator clima/tempo de nossa região, pode-se dizer que o projeto *O UNIVERSO SOB A ÓPTICA DA ASTROSCOPIA* foi realizado com sucesso, pois mesmo não havendo mais tempo para utilizar o a Plataforma Equatorial, o conhecimento adquirido foi satisfatório. Vale lembrar que somos o primeiro grupo de nosso campus a utilizar esses equipamentos e não conhecemos nenhum outro que já faz o uso dos mesmos, por isso a pesquisa teve que começar dos conceitos mais básicos.

Esse trabalho foi elaborado com os conceitos mais básicos de Astronomia, fotografia e astrofotografia, além de citar sites como referência caso haja interesse para uma pesquisa avançada, assim desejamos que este trabalho possa servir de base para os amantes e futuros amantes da astronomia.

Esperamos também que através desse projeto outros grupos tomem conhecimento da existência dessas ferramentas no câmpus e que continuem o nosso trabalho, aprimorando as técnicas até aqui testadas e registrando-as para gerações futuras.

REFERÊNCIAS

Manual CPC Series.

Em: <http://www.celestron.com/c3/images/files/downloads/1250207163_cpcmater0809.pdf>.

Acesso em: Ago. 2012.

Manual Câmera CCD DSI PRO III. Em:

<http://www.meade.com/manuals/TelescopeManuals/dsi/DSI_III_manual.pdf> Acesso em: Ago. de 2012.

Sistema de magnitudes astronômicas.

Em: <http://www.apolo11.com/sistema_de_magnitudes.php>. Acesso em: 10 de Jun. de 2013.

Câmera CCD. Em <<http://astro.if.ufrgs.br/rad/ccd/ccd.htm>>. Acesso em: 24 de Jan. de 2013.

DINIZ, J.C. *Astrofotografia Fácil.* Em: <<http://rea-brasil.org/astrofotografia/astrofotografia-facil.pdf>>. Acesso em: 15 de outubro 2012.

BARRETO, T. e ALMEIDA, G. *Astrofotografia: Técnicas e Aplicações*. Em:

<http://www.scienciaplana.org.br/sp_v5_114801.pdf>. Acesso em: 28 Set. 2012.

CALIL, Marcos. *Efemérides.* Em:

<<http://www.momentoastronomico.com.br/efemerides/efemerides.html#cinzenta>>. Acesso em: Ago. de 2012.

DAMINELI, A. e STEINER, J. (2010), *O Fascínio do Universo*. São Paulo: ODYSSEUS.

DINIZ, José. *Astrofotografia com camera fixa.* Em:

<<http://www.astrosurf.com/diniz/artigos.html>>. Acesso em: 22 de Set. 2012.

IACHEL, G. *Evidenciando as órbitas das luas Galileanas através da astrofotografia*. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, v. 8, p. 37-49, 2009.

IVANISSEVICH, A., ROCHA, J., WUENSCHÉ, C. (2010). *Astronomia Hoje*. Rio de Janeiro: ICH.

LANGHI, Rodolfo. *Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional*. Editora UFMS 2011.

MOURA, Marcus. *Obturador, diafragma e ISO.* Em: <[http://marcus-](http://marcus-moura.blogspot.com.br/2012/02/obturador-diafragma-e-iso.html)

[moura.blogspot.com.br/2012/02/obturador-diafragma-e-iso.html](http://marcus-moura.blogspot.com.br/2012/02/obturador-diafragma-e-iso.html)>. Acesso em: Ago. de 2012

VIEIRA, Fernando. *Como fotografar as estrelas com câmera fixa.* Em: <[http://www.anos-](http://www.anos-luz.pro.br/camerafixa.htm)

[luz.pro.br/camerafixa.htm](http://www.anos-luz.pro.br/camerafixa.htm)>. Acesso em: 05 de Out. 2012.