

# Espectroscopia de ETA CARINAE no Evento de 2003

*Tasso Napoleão, Rogério Marcon e Carlos Colesanti - REA/SP*

## 1 – Introdução.

Desde as experiências pioneiras do padre italiano Angelo Secchi, em meados do século XIX, o aperfeiçoamento das técnicas de espectroscopia revolucionou a astronomia tradicional, sendo geralmente considerada como a maior responsável para a criação e o desenvolvimento da ciência da Astrofísica tal como a conhecemos hoje.

No entanto, e ao contrário de outras técnicas observacionais (como por exemplo a astrometria ou a fotometria) a espectroscopia foi durante um século e meio um terreno reservado exclusivamente às atividades de pesquisa profissionais, nos grandes observatórios mantidos pelas Universidades em todo o mundo. Até meados da década de 1990, os astrônomos amadores mantiveram-se praticamente ausentes deste campo da astronomia observacional. A complexidade maior no projeto e na construção do instrumental necessário, bem como certa necessidade de um domínio mais aprofundado da base teórica e dos fenômenos astrofísicos envolvidos nessa técnica, eram frequentemente apontados como as principais barreiras para a penetração dos amadores no campo da espectroscopia.

Assim, somente há cerca de dez anos os primeiros experimentos amadores em espectroscopia foram iniciados, por um pequeno grupo na França. O grupo era liderado por Christian Buil, um conhecido especialista na construção e operação de câmeras CCDs em astronomia amadora. Após os primeiros anos de aprendizado, este grupo passou a colaborar intensivamente com os profissionais daquele país, trabalhando atualmente em colaboração com pesquisadores profissionais no Observatório de Pic du Midi, nos Alpes Franceses, usando um telescópio de 60 cm de abertura acoplado a um espectrógrafo construído pelo próprio grupo.

O trabalho de Buil e seus colaboradores tem sido uma inspiração para a maior parte dos amadores que se aventuraram neste campo nos anos recentes.

Mesmo assim, entretanto, não passa de uma dúzia o número de espectroscopistas amadores em todo o mundo, concentrados em poucos países do chamado Primeiro Mundo, como a França, Inglaterra, Alemanha e Estados Unidos. A nosso nível de conhecimento, portanto, nenhum em todo o Hemisfério Sul.

Em inícios do ano de 2003, um pequeno grupo de associados da REA resolveu aceitar o desafio de iniciar um núcleo de projetos de espectrometria. Na prática, isso significava duas atividades imediatas:

(1) Projetar e construir um espectrógrafo apropriado para utilização amadora, e

(2) Definir e desenvolver projetos observacionais de interesse científico e que estivessem ao alcance das limitações desse novo instrumental.

A liderança do grupo passou a ser partilhada por dois dos autores, cada um deles se concentrando em uma dessas duas necessidades básicas do programa: a primeira delas coube a Rogério Marcon, de Campinas, SP, e segunda a Tasso Napoleão, de São Paulo, SP. Essa divisão de tarefas idealizada permitia assim maximizar a experiência e o conhecimento adquirido previamente por esses dois astrônomos amadores naquelas áreas específicas. Aos dois juntou-se, desde o início, um terceiro membro: Carlos Colesanti, proprietário do Observatório Orion, em Mairinque, SP, cuja colaboração foi inestimável para a consecução do projeto. Este grupo passou a ser conhecido como o Grupo de Espectroscopia da REA, que estará sempre aberto para novos participantes. O presente artigo pretende descrever as etapas desse projeto pioneiro e resumir nossos resultados com o primeiro projeto de espectroscopia levado a cabo por amadores no Hemisfério Sul: o monitoramento do evento espectroscópico periódico em Eta Carinae, descoberto pelo astrônomo brasileiro Augusto Damineli em meados da década de 1990.

## 2 – Eta Carinae – um breve histórico.

Certamente não há nenhum astrônomo – profissional ou amador - do Hemisfério Sul que não tenha observado visualmente Eta Car ao menos uma vez. Imersa na grande nebulosa NGC 3372, a estrela é um dos objetos mais conhecidos dos céus austrais, e a imprevisibilidade das suas variações de magnitude visual é famosa. Historicamente, desde seu descobrimento por Halley em 1677, dispomos de registros bem documentados desses eventos. Ainda no século XVIII, ela atingiu magnitude 2 no ano de 1730, caindo para mag 4 em 1782. O século XIX presenciou os eventos mais dramáticos: Eta Car atingiu a magnitude 2 novamente por volta de 1801, caindo novamente para mag 4 em 1811. A partir de 1820, Eta Car abrilhantou-se subitamente, atingindo mag 2 no ano de 1822 e chegando a magnitude 1 em 1827, e caindo logo em seguida novamente para mag 2 por um período de cinco anos. A partir daí, aumentou espetacularmente de brilho, até atingir a magnitude  $-0.8$  em abril de 1843. Ou seja, ela era mais brilhante que Canopus, e só perdia para Sirius em todo o céu! O declínio posterior foi lento: ela passou pela mag 6 no ano de 1868, e nos 130 anos seguintes mostrou apenas pequenas oscilações, na faixa de 6.2 a 6.5 mag. O último abrilhantamento, mais gradual e suave, ocorreu entre 1996 e 1997, ocasião em que ela atingiu magnitudes em torno de 5.2 - situação esta que persiste até o momento. A grande erupção do século XIX parece ainda ter sido responsável pela formação da Nebulosa do Homúnculo, familiar a todos os que já visualizaram Eta Car com telescópios de porte médio (é a pequena nebulosa em forma de halteres que circunda a estrela). Até o presente, não parece existir nenhuma periodicidade entre essas erupções visuais. Já quanto ao comportamento espectroscópico da estrela, como veremos a seguir, a situação é bem diferente.

## 3 – O evento espectroscópico.

Há muito sabemos que Eta Carinae é uma das mais massivas e luminosas estrelas de nossa Galáxia - talvez mesmo a mais luminosa entre todas elas. Até poucos anos atrás, entretanto, o consenso dos modelos teóricos sobre Eta Car apontava para uma estrela isolada e com massa extremamente alta: acima de 100 - 150 massas solares, ou seja, próxima, ou mesmo superior, ao limite de Eddington – o limite teórico de estabilidade estelar. O destino irreversível de uma estrela como essa é o de explodir como uma supernova tipo II, e muitos acreditam que isto se dará dentro de um intervalo de poucos milhares de anos. Este destino ainda é possível. Mas desde o ano de 2000, outra interpretação vem ganhando força. Para entender isto, temos de retroceder

até 1996, quando o astrônomo brasileiro Augusto Damineli publicou, no *Astronomical Journal*, um *paper* hoje famoso intitulado “*O Ciclo de 5.52 anos de Eta Carinae*”. Neste artigo, Damineli relatava o descobrimento, com base em suas medições espectroscópicas feitas em 1992-93, de um evento espectroscópico cíclico e peculiar: mais ou menos a cada 2020 dias, algumas linhas de emissão do espectro de Eta Carinae enfraqueciam rapidamente, chegando mesmo a desaparecer (*em alguns casos, em uma semana apenas*). Posteriormente, as linhas se recuperavam, voltando à sua intensidade normal. Damineli interpretou (corretamente) esses “apagões” no espectro como um evento periódico, e previu sua repetição em Janeiro de 1998 - o que realmente ocorreu, e de forma surpreendentemente precisa.

Com os dados dos dois eventos, Damineli publicou, no ano de 2000, outro *paper* - este denominado “*Eta Carinae: binariedade confirmada*”, em que interpretava a periodicidade dos eventos espectroscópicos através de um modelo de sistema binário para Eta Car, com cada uma das componentes tendo entre 60 e 70 massas solares e gerando assim “ventos estelares” fortíssimos. Até inícios de 2003, apesar de o modelo de Damineli encontrar crescente aceitação na comunidade astronômica, não se podia ainda dizer que ele era aceito universalmente: alguns pesquisadores ainda defendiam teorias baseadas em uma única estrela supermassiva. Um teste significativo e talvez decisivo era esperado para junho de 2003, quando, segundo as previsões do astrônomo brasileiro, novo evento espectroscópico deveria ocorrer.

## 4 – O espectro de Eta Carinae.

Nas épocas distantes das datas dos eventos, o espectro de Eta Carinae apresenta muitas linhas fortes de emissão, correspondendo a estados de alta excitação. Entre outras, estão presentes várias linhas de HeI, de [NII] e de [NeIII], além das linhas de hidrogênio ionizado. Este estado costuma ser geralmente referido como “*high state*”.

No entanto, nas épocas dos eventos (ou seja, a cada 5.52 anos), as linhas de alta excitação se enfraquecem e podem mesmo desaparecer. Eta Carinae mostra nessas situações um espectro dominado por linhas de baixa excitação, como as linhas de emissão de hidrogênio e de FeII. Este estado costuma ser referido como “*low state*”.

Parece ser claro que as linhas de alta excitação não vêm diretamente da fotosfera ou

cromosfera da estrela central (ou estrelas centrais), mas sim da região que circunda Eta Carinae – exatamente aquela nebulosa em forma de halteres ejetada nas grandes erupções do século XIX e conhecida como “Nebulosa do Homúnculo”.

Como já vimos, no modelo de Daminieli, Eta Carinae seria composta por um sistema binário. Suas componentes estariam imersas no Homúnculo, separadas entre si por uma distância aproximadamente equivalente à distância entre o Sol e Júpiter. Neste caso, as estrelas seguiriam órbitas excêntricas, sendo que o periastro se daria a cada 5.52 anos. Ambas as estrelas possuiriam fortes ventos estelares. A componente maior seria mais fria (cerca de 15 000 K) e a menor, mais quente (cerca de 30 000 K). Os eventos se dariam sempre que a secundária, em sua órbita de 5.52 anos, se aproxima do periastro e se choca com o denso vento estelar da primária, provocando o enfraquecimento das linhas de alta excitação e transformando o espectro de Eta Car no “*low state*”. O choque dos ventos provocaria ainda um aquecimento do gás a temperaturas da ordem de 63 milhões de graus Kelvin, detectável através de observações em raios-X como um aumento intenso do fluxo, seguido de uma queda brusca. Já os modelos de pulsação baseados em uma estrela única supermassiva, defendidos por outros pesquisadores, atribuiriam as variações do espectro a fatores como instabilidades ou ejeções de massa da estrela, do tipo que costuma ocorrer em variáveis S Doradus, por exemplo.

Uma forma de decidir a controvérsia sobre os dois modelos seria, portanto, identificar, por meio da espectroscopia, se o evento se daria *precisamente* no período previsto de 2020 dias, ou se, ao contrário, ele pode ocorrer “atrasado” ou “adiantado” por um intervalo de tempo significativo em relação às previsões - por exemplo, alguns meses a mais ou a menos, em relação ao predito pelo modelo de Daminieli. A ocorrência de períodos muito precisos entre dois eventos consecutivos tornaria difícil sustentar a hipótese de que os eventos são causados pela pulsação de uma só estrela supermassiva. Visando a essa confirmação final, um intenso e complexo programa internacional foi montado para a observação do evento previsto para fins de junho de 2003, envolvendo diversos observatórios profissionais: o Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) no Brasil, além de observatórios na Austrália, Chile, Argentina, do Hubble Space Telescope, e de satélites em R-X como o Chandra e o RXTE.

## **5 – Construção do espectrógrafo e trabalhos observacionais.**

Já em meados de janeiro de 2003, estava muito claro para o pequeno e recém-formado Grupo de

Espectroscopia da REA que Eta Carinae deveria se constituir no nosso primeiro objetivo. Além do óbvio interesse científico do projeto, tínhamos duas razões evidentes para colocá-lo como prioritário: A proximidade do início do evento espectroscópico da estrela, que tinha seu ápice previsto para a segunda quinzena de junho; e o fato de que, por sua localização austral, Eta Carinae estaria inacessível a qualquer dos grupos amadores de espectroscopia existentes – todos eles situados no hemisfério Norte.

Mas isso significava também um cronograma apertadíssimo: precisaríamos construir o espectrógrafo, testá-lo, estabelecer sua escala de comprimentos de onda, e calibrá-lo com estrelas de padrão conhecido... e, paralelamente, estudar o espectro de Eta Carinae e determinar as faixas espectrais ideais, nas quais o evento pudesse ser acompanhado com nosso instrumental durante todo o período previsto. Na realidade, teríamos de completar tudo em pouco mais de dois meses. Isto porque já havíamos programado para fins de março uma viagem ao Norte do Chile, aonde havíamos alugado, por uma semana, um observatório municipal (Observatorio Cerro Mamalluca), que possui um telescópio Meade LX-200 de 305 mm de abertura, exatamente idêntico ao existente em Mairinque. Pretendíamos assim fazer os primeiros testes do espectrógrafo no Chile, para aproveitar os céus da região - sabidamente os melhores do mundo - e posteriormente continuar as tomadas de espectros no Brasil.

De imediato, Marcon se dedicou às tarefas do projeto e construção do instrumento, e em fins de março (dois meses apenas) o espectrógrafo já estava pronto para ser testado. O espectrógrafo foi construído em torno do elemento óptico dispersivo, no caso uma rede de difração. Observe-se que, nos primórdios da espectroscopia, usava-se um prisma de vidro, mas com a técnica de gravação de finíssimas linhas paralelas em uma superfície metálica, as redes tomaram o espaço dos prismas, sobretudo por terem muito maior poder de resolução.

Neste instrumento em particular, foi utilizada uma rede de difração comercial com 1200 linhas por milímetro, gravadas ao longo de quatro centímetros de uma placa plana de vidro coberta com uma fina camada de alumínio. A imagem da estrela é captada pelo telescópio e, após passar por uma fenda estreita, é colhida por uma lente colimadora com 190 mm de distância focal. Esta luz é então analisada pelo conjunto rede-colimador. Uma objetiva de máquina fotográfica com 90 mm de distância focal se encarrega de formar a imagem do espectro sobre o CCD astronômico (o detector eletrônico que substitui as antigas chapas fotográficas e



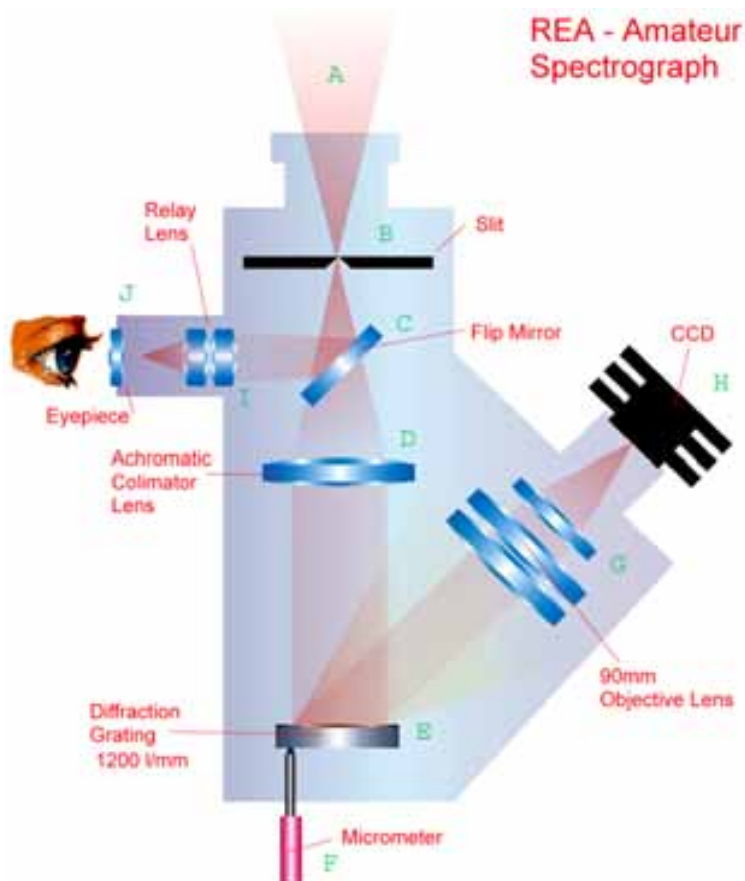
que transfere a imagem espectral para o computador após um determinado tempo de “ coleta “ dos fótons do espectro).

O projeto do instrumento indicava que seria possível obter separações de dois comprimentos de onda adjacentes da ordem de 1 Angstrom , o suficiente para separar as linhas de emissão desejadas em Eta Carinae e fazer as medidas necessárias.

Paralelamente, Tasso (com o valioso auxílio do próprio Dr. Daminieli) analisou os dados dos eventos anteriores e selecionou a partir deles duas regiões espectrais, cobrindo linhas de emissão específicas, para nosso monitoramento de Eta Carinae. A primeira delas incluía uma linha de HeI em 6678 Angstrom; a segunda compreendia as linhas de [NII] em 5755 Angstrom, e de HeI em 5874 Angstrom, próxima daquela ultima. Esperava-se (caso as previsões do modelo de binariedade de Daminieli se confirmassem) que essas três linhas apresentassem atenuação significativa em sua intensidade, enfraquecendo-se ou mesmo desaparecendo à medida que o ápice do evento se aproximasse.

Nossos primeiros testes com o instrumento foram feitos, como planejamos, no Observatório Cerro Mamalluca, na noite de 31 de março para 01 de abril. O espectrógrafo recém-construído, que levamos do Brasil, foi acoplado ao telescópio Meade LX-200 e a uma camera CCD “SBIG” ST7E, sendo esta a mesma configuração instrumental que usaríamos posteriormente em todo o projeto. Inicialmente, as indispensáveis calibrações foram efetuadas, usando-se estrelas brilhantes de padrões conhecidos e lâmpadas de calibração de mercúrio e argônio. Os espectros brutos foram reduzidos no dia seguinte, usando-se dois excelentes softwares desenvolvidos por dois membros do grupo francês já mencionado (IRIS, de Christian Buil, e VisualSpec, de Valérie Desnoux), ambos disponíveis gratuitamente na Internet. Com auxílio desses softwares, determinamos os perfis espectrais de cada região e pudemos comprovar que a dispersão do instrumento era realmente da ordem de um Angstrom por pixel, sendo portanto perfeita para o acompanhamento das linhas de emissão selecionadas. Estas foram sem duvida boas notícias.

Porém ficou claro que também que o tempo de integração necessário para obtermos espectros



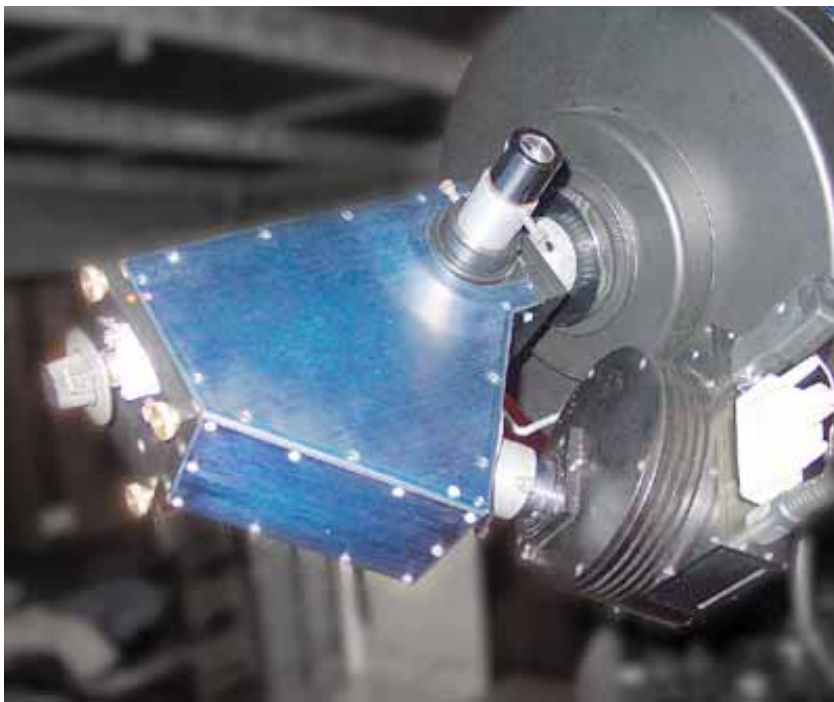
Funcionamento do Espectrógrafo:

*A imagem do objeto a ser estudado produzida pelo telescópio A forma-se sobre a fenda removível B que permite ser substituída por um orifício cuja imagem é desviada pelo espelho móvel C para um conjunto de lentes I formadora da imagem para a ocular J por meio da qual o observador pode alinhar o telescópio e acertar a focalização da estrela no plano da fenda. Uma vez feito este trabalho , o espelho C é levantado e a luz que atravessa a fenda inside sobre a lente D , um dubleto acromático extraído de um binóculo. Este dubleto atua como colimador e o feixe paralelo inside sobre uma rede de difração E com 3x3 cm e 1200 linhas por milímetro. A luz difratada inside sobre a objetiva G de 90 mm de máquina fotográfica ( Tanron ) que forma a imagem do espectro sobre o CCD H , uma câmera SBIG ST-7E.*

*Por meio do parafuso micrométrico F previamente calibrado , pode-se escolher a faixa espectral a ser estudada inclinando-se suavemente a a rede de difração.*

*As partes mecânicas foram usinadas pelo autor em torno mecânico e fresadora ( Router ) em chapas de acrílico ( Plexiglass ) de 10 mm de espessura. O revestimento externo é em alumínio de 1,5mm anodizado.*

razoáveis (ou seja, com boa relação sinal-ruído) de Eta Carinae seria mais do que o dobro daquele que imaginávamos. Decidimos então fazer três exposições sequenciais de 10 minutos cada para cada região espectral, mantendo a estrela na fenda com o uso da técnica de guiagem manual tão usada pelos astrofotógrafos, e somando as imagens digitalmente no processamento posterior. Chegamos assim ao tempo total



**Figura B:** Setup usado para os espectros de Eta Carinae: Vê-se o espectrógrafo acoplado ao telescópio Meade LX-200 do Observatório Orion de Mairinque e à câmara CCD SBIG ST-7E.

de integração de 30 minutos, que era o necessário para obtermos bons perfis espectrais. Na noite de 03 para 04 de abril, finalmente, pudemos iniciar a obtenção dos espectros de Eta Carinae. Nesta época, o espectro ainda se apresentava no “*high state*”, em que as linhas de emissão escolhidas mostravam alta intensidade. À medida que a data prevista para o ápice do evento se aproximava e que novos espectros (agora no Observatório de Mairinque) eram obtidos nos meses subsequentes, pudemos registrar distintamente a

transição do “*high state*” para o “*low state*” - ou seja, o enfraquecimento das linhas de emissão que selecionamos. Um sumário desses nossos resultados é apresentado a seguir.

## 6 – Perfis espectrais e resultados obtidos.

Dentro de nossas limitações instrumentais, os perfis espectrais que obtivemos indicaram que o evento realmente se deu exatamente como previsto pelo modelo de Daminieli, com as linhas observadas atingindo um forte atenuamento, que parece ter se tornado mais intenso em fins de junho de 2003 - época em que as linhas de HeI 6678, [NII] 5755 e HeI 5874 se tornaram extremamente fracas. Alguns desses perfis espectrais podem ser vistos em conjunto, nas Figuras de 1 a 4.

As Figuras 1 e 2 correspondem à primeira região espectral escolhida e demonstram o comportamento da linha de HeI 6678 A, em três ocasiões: 03 de abril de 2003 (*high state*), 11 de junho de 2003 e 26 de junho de 2003 (*low state*). Nos três casos, o setup instrumental e os tempos de integração foram os mesmos já mencionados, assim como os softwares usados na redução dos dados.

Note-se que a figura 1 tem apenas objetivos estéticos. Nela, vê-se o espectro sintético (processado) obtido nas três ocasiões acima. A linha de emissão saturada, à esquerda da imagem, é a linha Balmer de Hidrogênio-Alfa em 6563 A. Mesmo nessa representação com fins estéticos, é perfeitamente perceptível a evolução temporal da intensidade da linha de emissão de HeI 6678, a meio caminho entre o extremo esquerdo e o centro.

Já a figura 2, ao contrário, é mais representativa: trata-se dos perfis espectrais da região considerada (calibrada através do VisualSpec para os comprimentos de onda respectivos), nas três datas mencionadas. Claramente nesta

**Figura 1:** Eta Car - Região espectral 6526 – 6900 Angstrom



Figura 2: Perfis espectrais H-alfa + HeI 6678 A

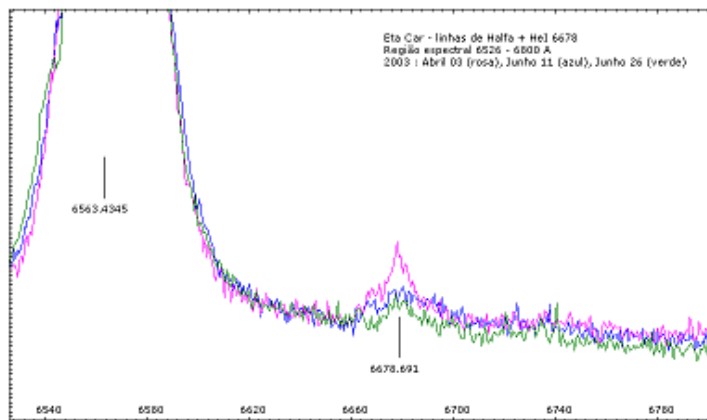


figura pode-se notar a queda de intensidade da linha de HeI 6678 desde o “*high state*” em 03 de abril (curva rosa) para o “*low state*” em 11 de junho (curva azul) e em 26 de junho (curva verde). Nessa ultima ocasião, por sinal, quase confundindo-se com o contínuo.

Já as Figuras 3 e 4 demonstram o comportamento da segunda região espectral escolhida, incluindo as linhas de [NII] 5755 e HeI 5874, nas mesmas datas mencionadas nos parágrafos anteriores. O equipamento, condições operacionais e processamento foram também idênticos.

Figura 3: Eta Car - Região espectral 5660 – 6000 Angstrom



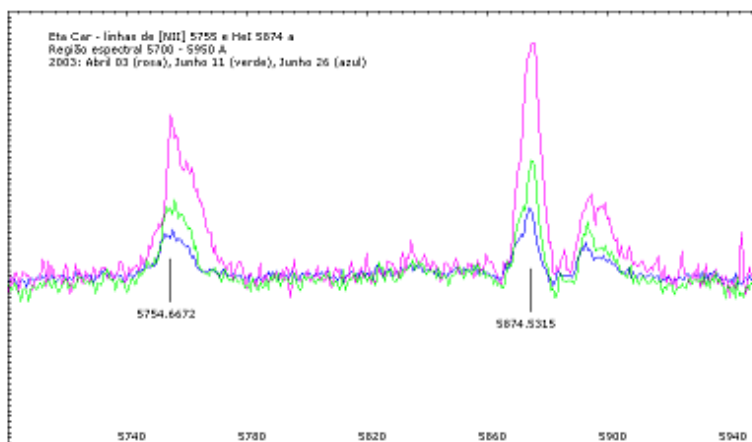
Na Figura 3 – obtida da mesma forma que Figura 1 e também incluída aqui por motivos estéticos - percebe-se visualmente o desvanecimento progressivo de ambas essas linhas, vistas respectivamente no centro, e a meio caminho entre o centro e a extrema direita.

Finalmente, a Figura 4 demonstra a evolução dos perfis espectrais (calibrados de forma idêntica à da Figura 2) das linhas de [NII] 5755 e HeI 5874. É evidente o enfraquecimento de ambas as linhas desde o *high state* em Abril 03 (curva rosa) até o *low state* em Junho 11 (curva verde) e em Junho 26 (curva azul).

Em nossa interpretação, ficou evidente por nossos dados que o registro do evento espectroscópico de Eta Carinae pode ser perfeitamente feito com equipamento amador, apesar de todas as limitações instrumentais e de custo inerentes. A nosso nível de conhecimento, a observação amadora deste evento foi um passo pioneiro, e é apenas uma demonstração das imensas possibilidades que a espectroscopia amadora nos oferece.

O instrumento construído tem ainda algumas pequenas limitações a serem corrigidas, sobretudo com a substituição de suas lentes por um conjunto de espelhos curvos que serão imunes à variação de foco quando se muda a faixa espectral a ser estudada. Nosso próximo passo é realizar estas modificações e tornar o instrumento, ainda que modesto, suficiente para coleta de informações que possam contribuir com o trabalho de pesquisa profissional. Paralelamente, novos projetos de espectroscopia estarão sendo desenvolvidos no segundo semestre de 2003, envolvendo estrelas específicas de interesse conjunto de amadores e profissionais, tais como estrelas Be e Wolf-Rayet austrais. Aliás, a intensificação da colaboração entre os pesquisadores profissionais e os astrônomos amadores que resultará desses novos projetos pode ser certamente considerada como um

Figura 4: Perfis espectrais [NII] 5755 Å e HeI 5874 Å



bônus dos mesmos e mais um benefício para ambas as comunidades.

## 7 – Agradecimentos.

Um agradecimento todo especial é devido ao Prof. Dr. Augusto Damineli, do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, pelo incentivo e orientação neste projeto. Aos colegas amadores da França (em especial, Christian Buil e Valérie Desnoux) nosso reconhecimento pela feliz iniciativa da disponibilização gratuita dos softwares IRIS e VisualSpec para *download* em seus sites na Web; sem eles, este trabalho dificilmente seria realizado. Finalmente, aos colegas da REA que participaram das discussões técnicas quando da obtenção dos primeiros espectros no Chile (em especial, a Cristóvão Jacques e Pedro Ré), queremos registrar também nosso agradecimento pela colaboração e amizade.

## 8 – Referências bibliográficas.

Damineli, A. : *The 5.52- year Cycle of Eta Carinae.*

Ap. J. **460**, L49-L52, 1996.

Damineli, A.; Stahl, O.; Kaufer, A.; Wolf, B.; Quast, G.; Lopes, D.F.:

*Long-term Spectroscopy of Eta Carinae*, A&A, SS, **133**, 299-316, 1998.

Damineli, A.; Kaufer, A.; Wolf, B.; Stahl, O.; Lopes, D.F.; Araújo, F.: *Eta Carinae: Binariness Confirmed*, Ap.J. **528**, L101-L104, 2000.

Davidson, K.; Gull, T.; Humphreys, R.M.; Ishibashi, K.; Whitelock, P.; Berdnikov, L.; McGregor, P.; Metcalfe, T.; Polomski, E.: *An Unusual Brightening of Eta Carinae*, A.J. **118**, 1777-1783, 1999.

Humphreys, R.M.: *Eta Carinae's Historical Spectra: Complications for the Binary Model*, Eta Carinae Workshop, Mt. Rainier, WA, USA, July 11-13, 2002.

## 9 – Alguns websites recomendados.

**9.1** - Website de Augusto Damineli para Eta Carinae: [http://www.etacarinae.iag.usp.br/p\\_index.html](http://www.etacarinae.iag.usp.br/p_index.html)

**9.2** - Website de Christian Buil (inclui o software IRIS para download):

<http://astrosurf.com/buil/>

**9.3** - Website de Valérie Desnoux (Inclui o software VisualSpec para download):

<http://astrosurf.com/vdesnoux/>

**9.4** - Website do Grupo de Espectroscopia da REA: <http://www.astroimagem.com/Espectro/spectroscopy.htm>