V – Conclusões e Perspectivas

V.1 - Conclusões

A Nova Velorum 1999 foi a nova mais brilhante em 24 anos, desde V1500 Cyg 1975, apresentando V ~ 3.0 no máximo. Este fato bem como sua visibilidade durante vários meses por ano motivou um estudo observacional detalhado desse objeto. Em nosso período de análise, podemos dizer que a envoltória passou por 3 fases distintas. Num primeiro momento o espectro era dominado por linhas permitidas e de baixa ionização, como verificado nos espectros de 74 e 86 dias após o máximo, apesar da linha de [NeIII] λ3869 ser mais intensa que Hα. A Nova Velorum passou por um aumento de ionização entre 86 e 221 dias após o máximo visual. Nesta segunda fase as linhas permitidas e de baixa ionização diminuem consideravelmente de intensidade, dando lugar às linhas proibidas e de mais alta ionização. Linhas proibidas como [FeVII] λ6087 tornaram-se claramente visíveis, embora não fosse verificada qualquer transição coronal. Finalmente a nova entrou na terceira fase onde o contínuo no azul tornou-se progressivamente mais intenso, sugerindo o aparecimento do disco de acresção o qual é restabelecido em uma época posterior a erupção. O nível do contínuo medido na banda J sugere que já em Δt = 70 d existiriam fontes mais intensas que a emissão livre-livre do gás ejetado. Um paralelo da evolução espectral no óptico pode ser feito em raios X. A nova era muito fraca para ser detectada em raios-X próximo ao máximo visual. Quando começamos as nossas medidas deste objeto, haviam transcorrido aproximadamente 40 dias do máximo em raios X, sendo ainda brilhante nesta faixa do espectro. Aproximadamente 40 dias antes da nova entrar na fase de alta ionização, este objeto se tornou uma fonte-X "supersoft" luminosa.

A temperatura máxima da fonte central foi estimada como sendo > 80000 K. A evolução da temperatura eletrônica no envelope apresentou um máximo de ~ 25000 K durante a segunda fase. As nossas estimativas para a velocidade de ejeção do envelope (1600 km/s) e de sua escala de tempo de amortecimento (~ 10 anos) fornecem valores

condizentes com os encontrados em outras novas. De nossas análises também concluímos que o envelope pode ser bastante inomogêneo e não esférico, dado que encontramos um valor do fator de preenchimento e cobertura muito menor do que 1. Este último dado é corroborado pela observação da linha de Hα, onde encontramos um perfil altamente estruturado em uma fase adiantada da evolução do envelope. Existem evidências observacionais diretas que nos auxiliam nesta conclusão, por exemplo o imageamento de envelopes de novas mais antigas como DQ Her 1934 (Osterbrock, 1989) e Nova Cyg 1992 (fig. 1).

Estimamos valores para abundâncias iônicas de He, N, O, Ne, S, Ar e Fe. Encontramos uma abundância numérica para o hélio dentro do intervalo definido pelos valores encontrados na literatura para novas. Para os outros elementos encontramos estimativas de valores mínimos de abundância, sendo os cálculos para o nitrogênio, argônio e enxofre estatisticamente pobres pela combinação dos seguintes fatores: conter apenas uma linha para diagnóstico; apresentar apenas um grau de ionização disponível; e a linha não estar presente em todos os espectros. Nossas estimativas para oxigênio e neônio são estatisticamente mais robustas, embora também consideramos que são limites inferiores para a abundância total. A estimativa para o neônio foi menor do que a encontrada na literatura para a maioria das novas de neônio. Por outro lado este resultado é maior do que a encontrada na literatura para as novas ditas “normais” e muito maior que o valor solar. A nossa estimativa do limite inferior para a abundância de oxigênio foi menor do que todos os dados encontrados deste elemento para outras novas de neônio, inclusive menor que a abundância solar. A razão O/Ne, ainda que incerta por se tratar de limites inferiores sugere que possam existir duas populações de novas de neônio com razões médias de O/Ne distintas. Os nossos resultados para a abundância de ferro se mostraram relativamente altos em comparação com o valor solar. Este resultado também é um limite inferior, pois somente consideramos a contribuição de [FeVII] λ6087. Ainda que estatisticamente mais pobre do que o obtido para o oxigênio e neônio pelos motivos discutidos anteriormente, este limite inferior traz a tona a discussão da origem desse enriquecimento de ferro.

Nossa análise espectral e de abundâncias trouxe indícios de que este objeto seja uma nova enriquecida em neônio. Uma explicação para a origem desse sistema seria o enriquecimento por uma anã branca de O-Ne-Mg progenitora da nova. Os fatores que levaram a esta conclusão são: a grande intensidade das linhas de neônio, a abundância numérica de neônio (maior do que as estimativas para qualquer outro elemento com exceção do hélio e do hidrogênio). Por outro lado, o máximo brilhante, o curto tempo de decaimento, as velocidades de ejeção encontradas e o espectro inicial do tipo FeII-b corroboraram esta conclusão.

V.2 – Problemas e Perspectivas

A espectroscopia de novas é uma tarefa observacional complexa. Muitos destes objetos se tornam muito fracos e se localizam em campos densos no disco e bojo da Galáxia. As novas mais brilhantes em geral apresentam o inconveniente de enfraquecerem mais rapidamente do que as menos brilhantes, dificultando a monitoração da evolução espectral. O campo de velocidades encontrado nestes objetos é um ponto crítico, dada a dificuldade em separar muitas linhas importantes para o diagnóstico de temperatura e densidade eletrônica. As estimativas de abundâncias foram prejudicadas também pelo fato de utilizarmos características médias da envoltória (diagnóstico clássico), que como discutido neste trabalho, é bastante inomogênea. O fato de utilizarmos uma expansão geométrica para a estimativa da densidade propagou erros para a estimativa de temperatura. Obtivemos temperaturas eletrônicas possivelmente muito altas em alguns casos, diminuindo os valores de abundância obtidos. A falta de linhas e vários graus de ionização também nos forçou a considerar apenas limites inferiores para os elementos pesados.

A espectroscopia bidimensional de alta resolução espacial utilizando grandes telescópios será fundamental para um diagnóstico físico e químico fiel destes objetos. Modelos de fotoionização tridimensionais são os mais indicados para analisar este problema. Nossos valores de abundância e estimativas das propriedades físicas do envelope poderiam ser usados como solução inicial para estes modelos multi-

paramétricos. Uma varredura sistemática do céu à procura de objetos é igualmente importante, o que viria a mostrar a evolução espectral temprana e permitiria o diagnóstico químico utilizando modelos de atmosferas estelares. Também importante é a varredura em todos os comprimentos de onda. Não temos por exemplo qualquer dado em raios gama disponível para este objeto. Como visto no item 5 do capítulo I as novas de neônio podem ter uma razoável emissão gama devido ao decaimento do ^{22}Na gerando fótons de 1.275 MeV. Observações simultâneas em raios-X poderão por sua vez ser usadas para estabelecer vínculos fortes para o espectro ionizante na modelagem de fotoionização.