



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

## **ESTUDO DA EVOLUÇÃO TEMPORAL E ESPECTRAL DO QUASAR 3C273**

**RELATÓRIO DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Nicholas Iwamoto da Fonseca Busic (IFUSP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
E-mail: nifb@hotmail.com

Dr. Luiz Cláudio Lima Botti (CRAAM/CEA/INPE, Orientador)

Julho de 2007



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

## **ESTUDO DA EVOLUÇÃO TEMPORAL E ESPECTRAL DO QUASAR 3C273**

Nicholas Iwamoto da Fonseca Busic

Relatório de pesquisa de iniciação científica apresentado ao PIBIC/CNPq, pesquisa orientada pelo Dr. Luiz Cláudio Lima Botti, aprovada em 15 de março de 2007.

São Paulo

2007

## **RESUMO**

Este documento tem por finalidade informar às autoridades responsáveis sobre o progresso da pesquisa realizada por mim e pelo meu orientador. Até o momento essa pesquisa consistiu em levantamentos de dados científicos sobre o histórico do quasar e uma análise não muito profunda dos mesmos, uma análise maior dos mesmos não foi possível devido ao curto tempo de pesquisa (apenas 3 meses). Até o momento não foi possível para os pesquisadores desse projeto utilizar o rádio observatório de Itapetinga, devido ao fato de ele estar em manutenção.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. QUASARES E NÚCLEOS GALÁCTICOS ATIVOS</b>	2
2.1 ESPECTRO DE ENERGIA DOS QUASARES	2
<b>3. SOBRE 3C273</b>	5
3.1 PICO DE 1991	6
3.2 O PERÍODO DE BAIXA ATIVIDADE DE 2004	7
<b>4. CONCLUSÕES</b>	8
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	10

## **1. INTRODUÇÃO**

O quasar estudado é o 273º objeto (de acordo com a ascensão reta) do 3º catálogo de Cambridge (3C), publicado em 1959, nessa época ele foi catalogado como objeto estelar não-identificado e sua natureza como quasar só foi estabelecida em 1963.

Esse estudo do quasar 3C273, foi realizado de 15 de março até o final de junho. Ele consistiu do estudo de dados retirados da literatura especializada sobre 3C273, mais especificamente, dados referentes ao período de 1991 e de 2004, respectivamente, um período de alta e um período de baixa atividade do quasar.

Durante os três meses de pesquisa, observamos e constatamos o comportamento do objeto como núcleo galáctico ativo, de acordo com a literatura. As emissões do quasar foram comparadas com dados sobre o comportamento geral conhecido de objetos semelhantes. O modo de comparação será mostrado mais à frente neste trabalho.

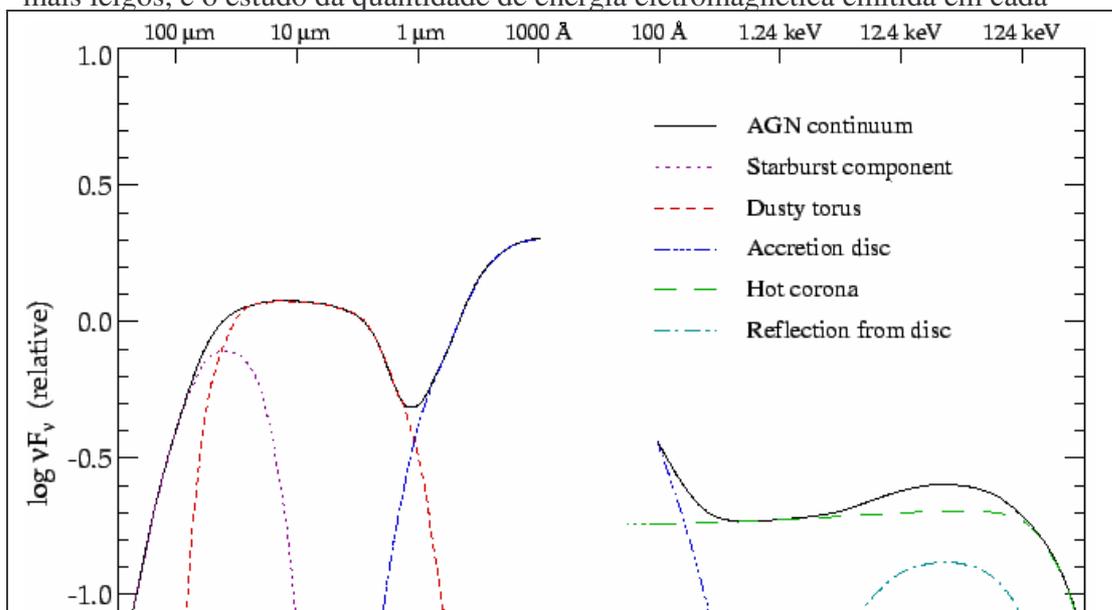
## **2. QUASARES E NÚCLEOS GALÁCTICOS ATIVOS**

Essencialmente, quasares são simplesmente núcleos ativos de galáxias jovens. Eles foram identificados inicialmente como fontes de energia eletromagnética, incluindo ondas de rádio e luz visível que apresentavam um grande desvio para o vermelho e que no céu noturno são semelhantes às estrelas. No início da pesquisa desses objetos, havia certa controvérsia no que dizia respeito à sua natureza, porém hoje existe um consenso de que eles são um disco compacto de matéria que cerca um buraco-negro super-massivo.

Um núcleo galáctico ativo (AGN, na sigla em inglês) é uma região compacta no centro de uma galáxia, que tem uma luminosidade muito acima do normal em todo o espectro eletromagnético (rádio, infravermelho, óptico, ultra-violeta, raios-x e raios gama). Uma galáxia que contém esse tipo de núcleo é chamada de galáxia ativa. Núcleos ativos são a maior fonte de luz persistente conhecida no universo e sua radiação se deve principalmente à um disco de acreção ao redor de um buraco negro supermassivo, localizado no centro da galáxia hospedeira.

## 2.1 ESPECTRO DE ENERGIA DOS QUASARES

O estudo do espectro de energia dos quasares é essencialmente um estudo da emissão de energia do objeto em cada banda do espectro eletromagnético, em termos mais leigos, é o estudo da quantidade de energia eletromagnética emitida em cada



precisão que mecanismos geram determinadas emissões e assim visualizarmos melhor o núcleo galáctico.

A próxima pergunta lógica seria: de onde vêm essas emissões? Por que a linha espectral se apresenta dessa forma?

Obviamente, essas emissões estão ligadas de uma forma ou outra à presença do disco de acréscimo (às vezes chamado de disco de acreção), que podem muito bem ser uma forma extremamente eficiente de se converter energia cinética potencial em radiação. No modelo padrão de núcleos galácticos ativos, matéria próxima ao buraco

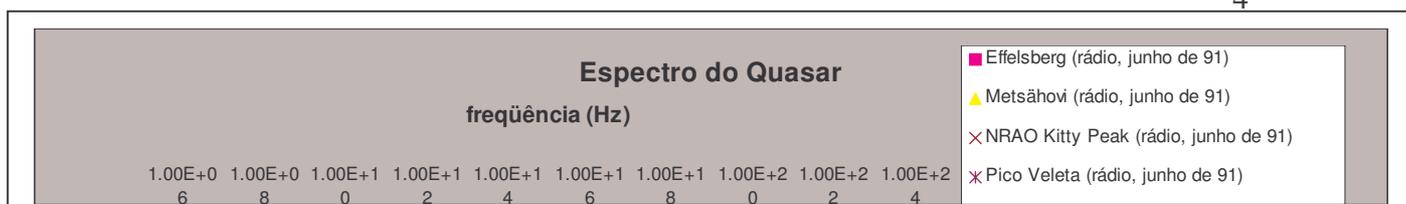
negro se junta e forma o disco de acrecimento, matéria que então é forçada por processos dissipativos para o lado mais interno do disco, aumentando assim o momento angular, fazendo com que o disco de acrecimento se aqueça.

O espectro de um núcleo ativo normalmente têm seu pico na área óptico-ultravioleta. Além disso, uma coroa de matéria aquecida se forma sobre o disco de acrecimento e pode aumentar a energia dos fótons até o nível de raios-x através de um Espalhamento Inverso de Compton.

Ao menos alguns desses discos produzem jatos relativísticos, como no caso do quasar estudado, 3C273, jatos gêmeos, extremamente poderosos de plasma, que emergem próximos ao disco de acrecimento. O meio de formação e a composição em pequena escala desses jatos são de fato desconhecidos, dado que as observações não conseguem distinguir entre os vários modelos existentes e o seu maior impacto se dá na banda rádio do espectro, aonde interferometria de linha de base muito longa pode ser usada para estudar a radiação síncrotron que eles emitem. No entanto, os jatos irradiam em todas as frequências de rádio à raios gama, através do Espalhamento Inverso de Compton , dando aos núcleos ativos que os contem, uma segunda fonte potencial para radiação.

### 3. SOBRE 3C273

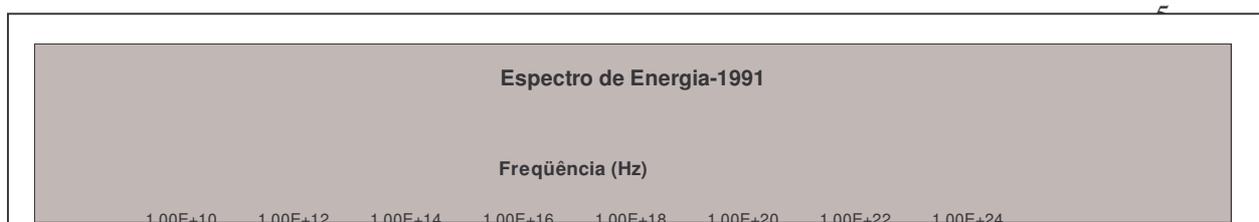
Agora que já explicamos sobre quasares em geral e cobrimos o básico sobre núcleos galácticos ativos, iremos entrar na pesquisa mais a fundo. Como mencionado



anteriormente, o quasar foi descoberto na década de 60 e o estudo se focou até o momento no seu pico de atividade durante o ano de 1991 e no período de baixa atividade em 2004.

### 3.1 PICO DE 1991

Como foi mencionado anteriormente, no ano de 1991, o quasar 3C273 passou por um período de alta atividade com valores de Densidade de Fluxo em torno de 50 jasnky (Jy), isso em 22 e 43gigahertz (GHz) (leituras feitas pelo rádio observatório de Itapetinga). Nessa fase da pesquisa o máximo que foi possível realizar foi um



levantamento superficial de dados da literatura, que utilizaram as fontes expressas no gráfico acima. Esses dados foram então comparados com uma média de atividades durante 30 anos de estudos desse quasar.

### 3.2 O PERÍODO DE BAIXA ATIVIDADE DE 2004

Como foi dito anteriormente nesse relatório, o quasar passou por um período de baixa atividade durante o ano de 2004, com valores de Densidade de Fluxo de 8Jy em 43GHz, e 12Jy em 22GHz (leituras também realizadas pelo rádio telescópio de Itapetinga). Mais uma vez, só foi possível realizar um levantamento limitado de informações com relação a esse período. E mais uma vez esses dados foram comparados com uma média de 30 anos de atividade do quasar.

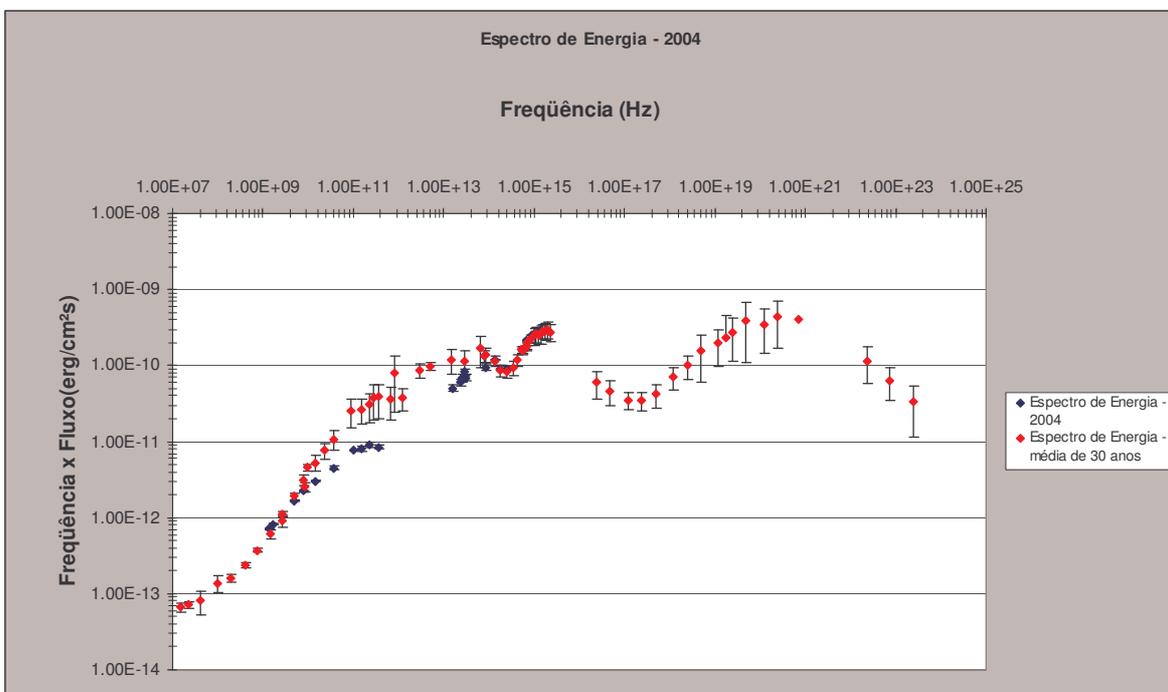
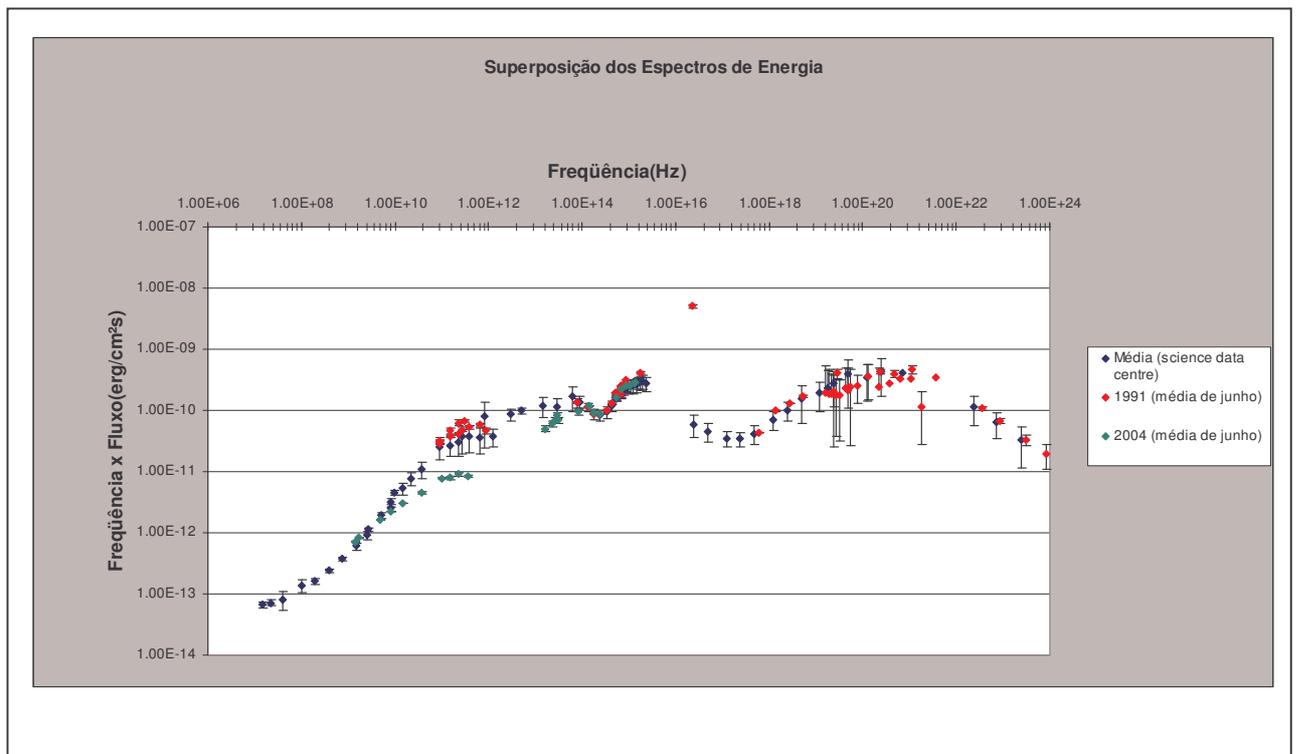


Figura 4: gráfico comparando o espectro de energia médio do quasar com o período de baixa atividade em 2004, que possui uma área visivelmente menor do que a média. É importante ressaltar que o gráfico está em  $\text{erg/cm}^2\text{s}$ , não em Jy.

#### 4. CONCLUSÕES

Devido ao curto período de pesquisa não foi possível chegar a nenhuma conclusão definitiva. Sendo assim a pesquisa se limitou a comparar dados da literatura, como uma média das emissões do quasar, um pico (1991), e um período de baixa atividade (2004).



Também é importante ressaltar que pretendemos em trabalhos futuros elaborar mais sobre a formação das emissões de radiação do quasar através da aplicação de modelos de onda de choque em jatos relativísticos. Também é importante mencionar que pretendemos realizar observações próprias em 22 e 43GHz, no rádio observatório, assim que este sair do período de manutenção.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Lichti, G. G.; Balonek, T.; Courvoisier, T. J.-L.; Johnson, N.; McConnell, M.;

McNamara, B.; von Montigny, C.; Paciesas, W.; Robson, E. I.; Sadun, A.;

Schalinski, C.; Smith, A. G.; Staubert, R.; Steppe, H.; Swanenburg, B. N.;

Turner, M. J. L.; Ulrich, M.-H.; Williams, O. R. Simultaneous and quase-simultaneous observations of the continuum emission of the quasar 3C273 from radio to g-ray energies. *Astronomy and Astrophysics*, v. 298, p. 711, 1995.

Türler, M.; Chernyakova, M.; Courvoisier, T. J.-L.; Foellmi, C.; Aller, M. F.;

Aller, H. D.; Kraus, A.; Krichbaum, T. P.; Lähteenmäki, A.; Marscher, A.;

McHardy, I. M.; O'Brien, P. T.; Page, K. L.; Popescu, L.; Robson, E. I.;

Tornikoski, M.; Ungerechts, H. A historic jet-emission minimum reveals hidden spectral features in 3C273. *Astronomy and Astrophysics*, v. 451, p. L1-L4, 2006.

Türler, M.; Paltani, S.; Courvoisier, T. J.-L.; Aller, M. F.; Aller, H. D.; Blecha, A.;

Bouchet, P.; Lainela, M.; McHardy, I. M.; Robson, E. I.; Stevens, J. A.;

Teräsranta, H.; Tornikoski, M.; Ulrich, M.-H.; Waltman, E. B.; Wamsteker, W.;

Wright, M. C. H. 30 years of multi-wavelength observations of 3C273. *Astronomy and Astrophysics*, v. 134, p.89-101.

Manners, James C. *Obscuration and X-ray variability of Active Galactic Nuclei*.

Tese (Doutor em Filosofia) – Universidade de Edimburgo, Edimburgo, 2002.