

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 de 3C273, foi realizado de 15 de março de 2007 até o final de junho desse ano. Ele consistiu do estudo de dados retirados em parte da literatura e em parte com a ajuda de outros pesquisadores, principalmente para dados entre 1999 e 2006.

Durante o tempo 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.

2. QUASARES E NÚCLEOS GALÁCTICOS ATIVOS

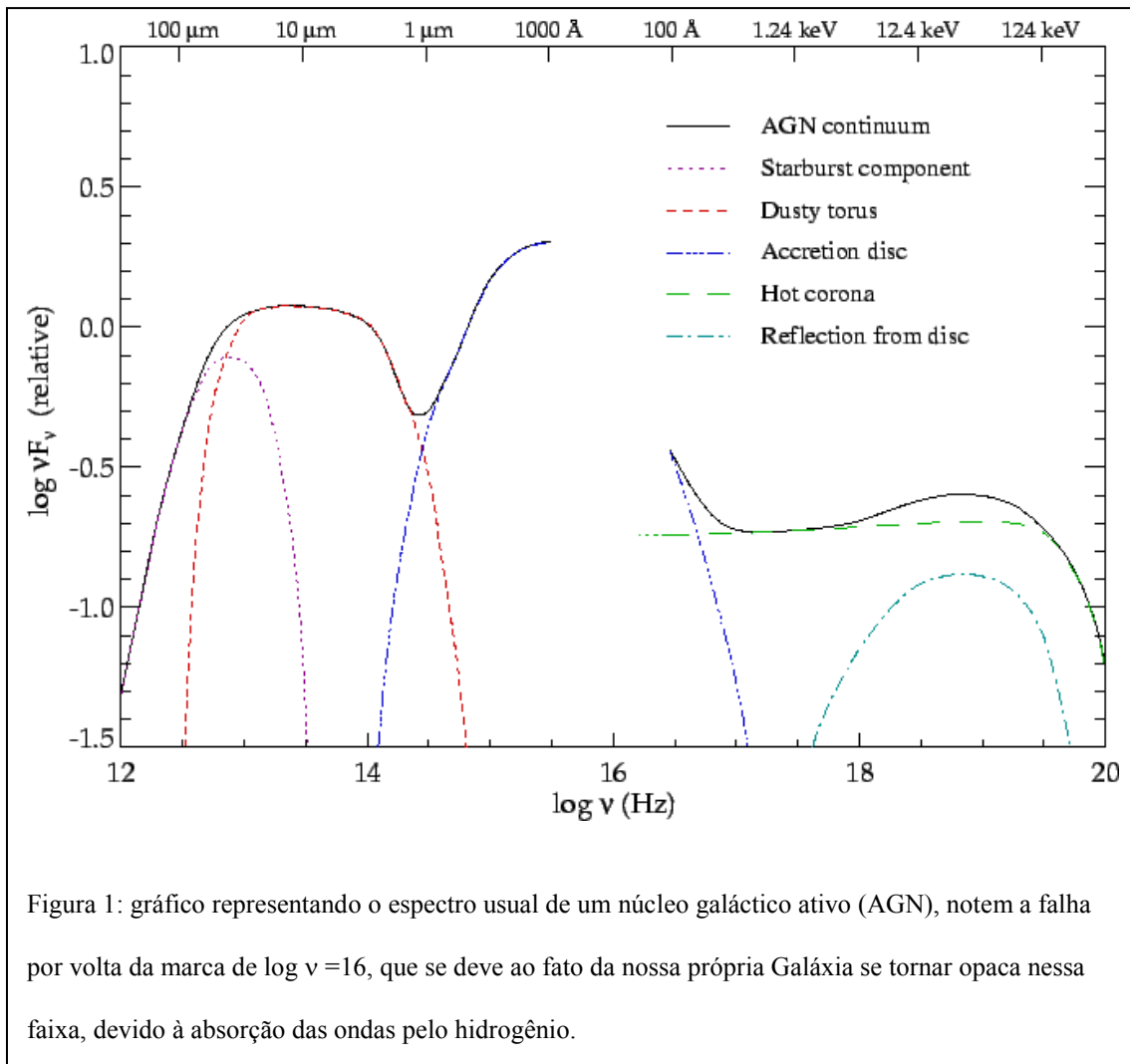
Essencialmente, quasares são simplesmente núcleos ativos de galáxias jovens. Eles foram identificados inicialmente como fontes de energia eletromagnética, incluindo ondas de rádio e luz visível que apresentavam um grande desvio para o vermelho e que no céu noturno são semelhantes às estrelas. No início da pesquisa desses objetos, havia certa controvérsia no que dizia respeito à sua natureza, na verdade existe um consenso que o quasar seja o núcleo de uma galáxia que está à distâncias cosmológicas. De tão distante observa-se mais nitidamente seu núcleo e a galáxia em volta não é visível, pois tem um espectro térmico (devido ao gás das estrelas), sendo o núcleo mais poderoso e de natureza não-térmica (radiação sincrotrônica).

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, ultravioleta, 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 a 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 frequência. Realizar esse estudo é importante para se compreender a contribuição de cada frequência para o quadro geral do quasar e assim determinar com maior precisão que mecanismos geram determinadas emissões e assim permite visualizar melhor o núcleo galáctico. A figura 1 mostra o espectro de energia dos AGNs.



Obviamente, essas emissões estão ligadas de uma forma ou outra à presença do disco de acrecimento (às vezes chamado de disco de acreção), que é uma forma bem 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 e fazendo com que o disco de acrecimento se aqueça.

O espectro de um núcleo ativo normalmente tem 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 do Espalhamento Compton Inverso.

Ao menos alguns desses discos produzem jatos relativísticos, como no caso de 3C273, que possui jatos gêmeos que chegam à quase 200 Kly (200 mil anos-luz, cerca de duas vezes o diâmetro da nossa galáxia), jatos 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, onde interferometria de linha de base muito longa pode ser usada para estudar a radiação síncrotrônica que eles emitem. No entanto, os jatos irradiam em todas as frequências de rádio a raios gama, através do Espalhamento

Compton Inverso, dando aos núcleos ativos que os contém, 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 a primeira parte do estudo se focou no seu pico de atividade durante o ano de 1991 e no período de baixa atividade em 2004.

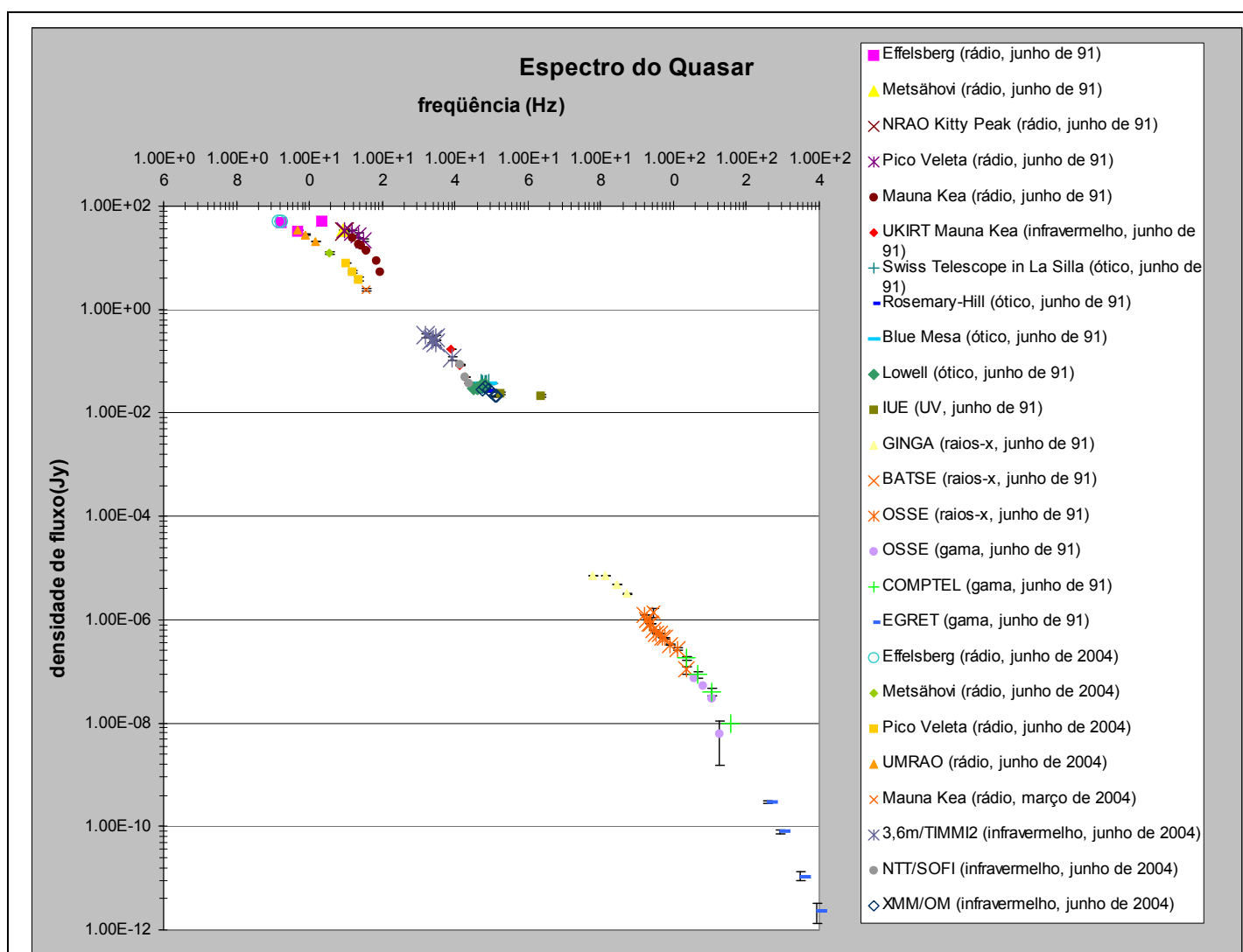


Figura 2: gráfico de densidade de fluxo feito a partir de dados da literatura, contendo a data para comparação do pico de 1991 com a baixa de 2004.

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 Jansky (Jy), isso em 22 e 43 Gigahertz (GHz) (leituras feitas pelo rádio observatório do Itapetinga, Atibaia). 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.

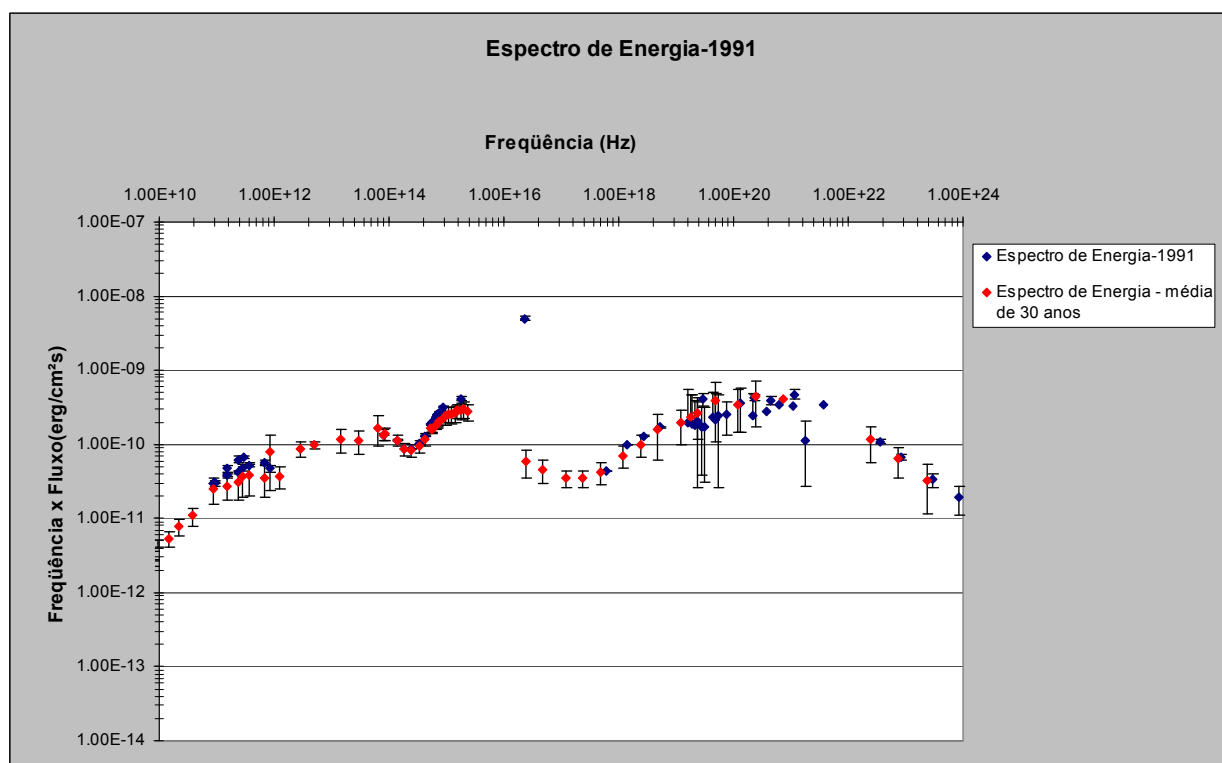


Figura 3: gráfico comparando o espectro de energia médio do quasar com o pico de 1991, que possui uma área visivelmente maior do que a média. É importante ressaltar que o gráfico está em erg/cm²s, não em Jy.

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, Atibaia). 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).

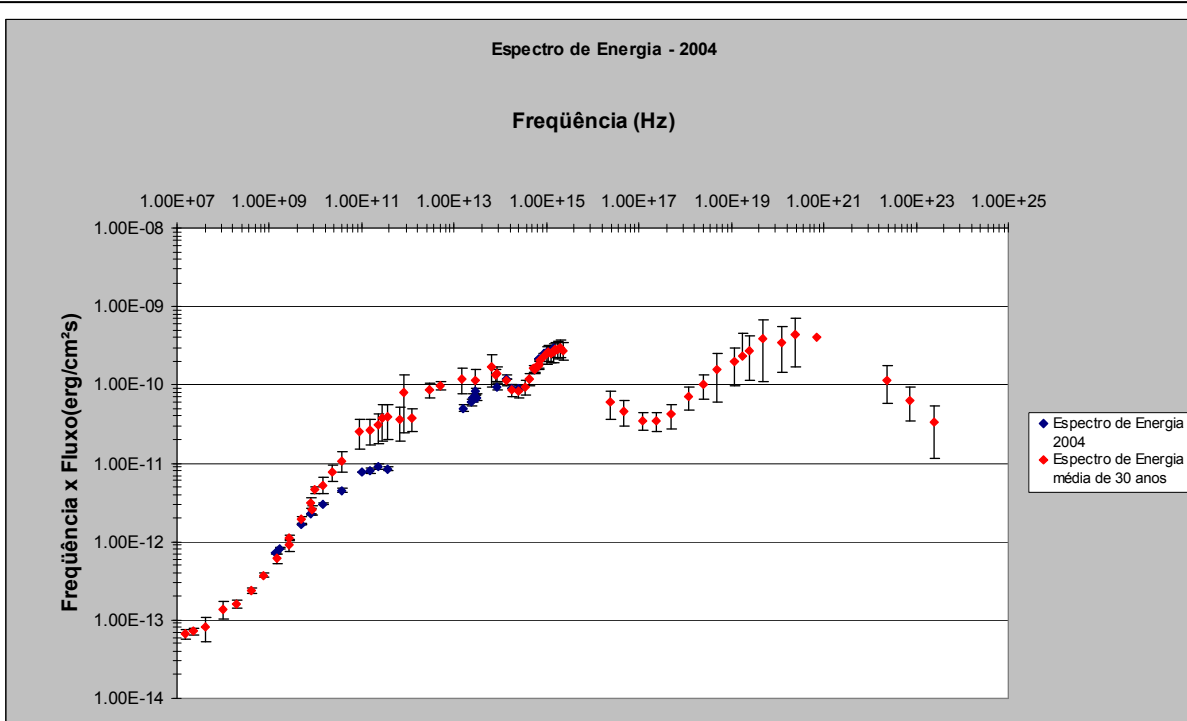


Figura 4: gráfico comparando o espectro de energia médio do quasar com o período de baixa atividade em 2004, que possui uma área visivelmente menor do que a média. É importante ressaltar que o gráfico está em $\text{erg/cm}^2\text{s}$, não em Jy.

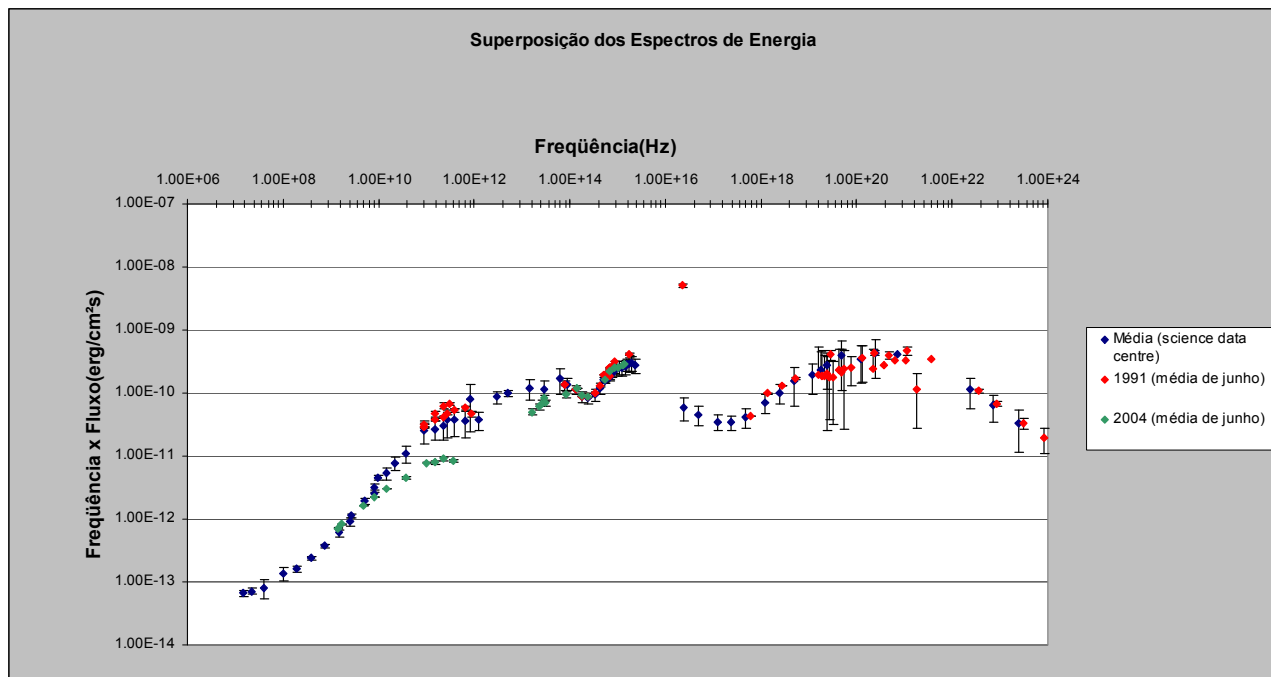


Figura 5: gráfico comparando o espectro de energia médio do quasar com o período de baixa atividade em 2004 e o pico de 1991, onde as diferenças de área são visíveis. É importante ressaltar que o gráfico está em $\text{erg/cm}^2\text{s}$, não em Jy.

3.3 ANÁLISE TEMPORAL

Durante a segunda metade da pesquisa, o estudo temporal realizado se focou em algumas frequências de rádio preferencialmente e também comparando picos de alta e baixa atividades, um método que possibilita um melhor entendimento dos mecanismos internos do quasar.

Iniciou-se também o estudo das Temperaturas de Brilhância de 3C273, mas esse estudo será completado no segundo semestre de 2008.

Essa análise temporal vai ser muito importante para futuras pesquisas sobre o quasar 3C273. Pois essa análise será necessária para comparação deste quasar com outros objetos semelhantes e irá ajudar num melhor entendimento dos mecanismos internos do quasar, como a formação dos jatos relativísticos - processo não totalmente conhecido nesse objeto. Mostra-se nas figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11 os espectros de 3C273 e sua evolução ao longo do tempo (1974- 2005). Na figura 12 tem-se as curvas de luz de 3C273 nas frequências de 4,8, 8,0 e 14,5 GHz.

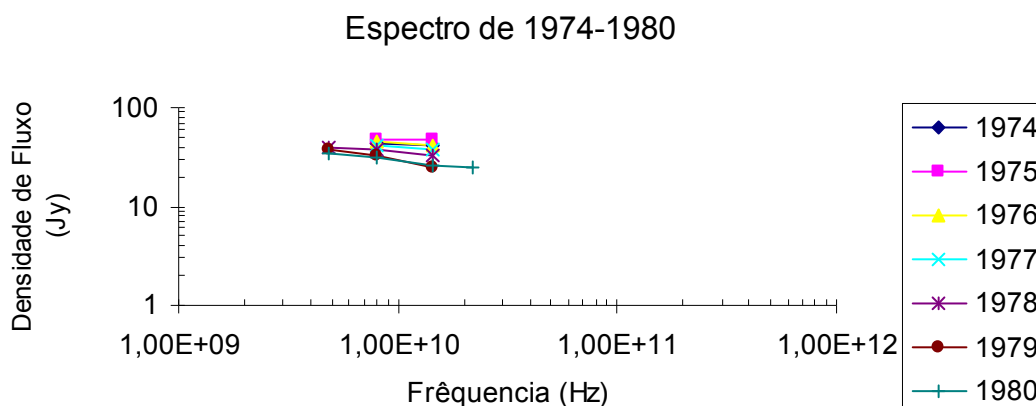


Figura 6: Espectro obtido de 3C273 no período de 1974-1980.

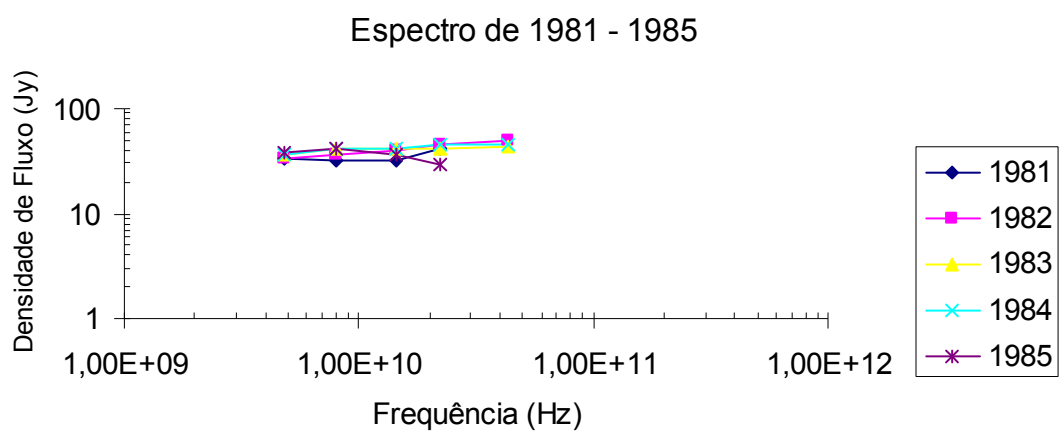


Figura 7: Espectro obtido de 3C273 no período de 1981-1985.

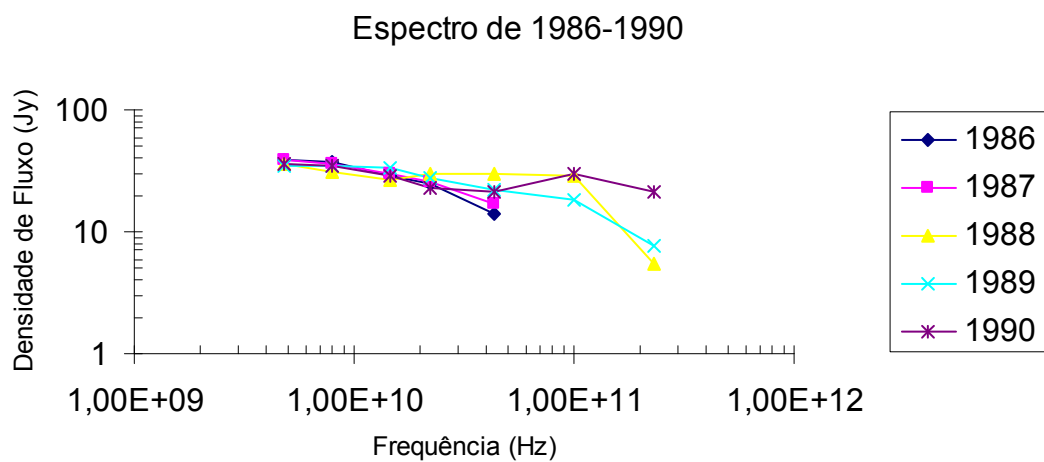


Figura 8: Espectro obtido de 3C273 no período de 1986-1990.

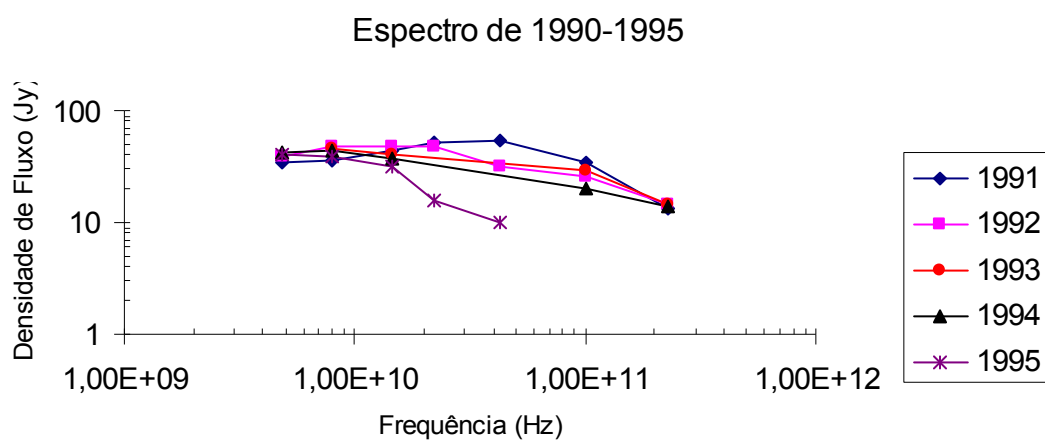


Figura 9: Espectro obtido de 3C273 no período de 1990-1995.

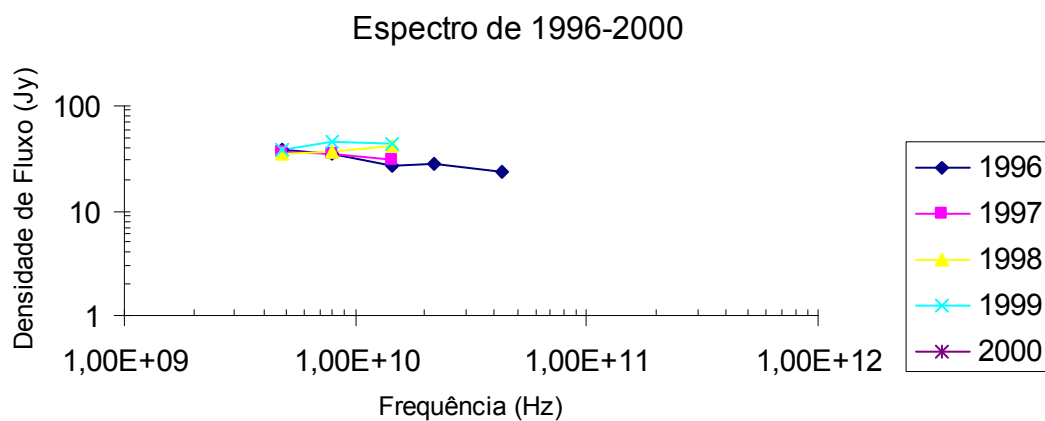


Figura 10: Espectro obtido de 3C273 no período de 1996-2000.

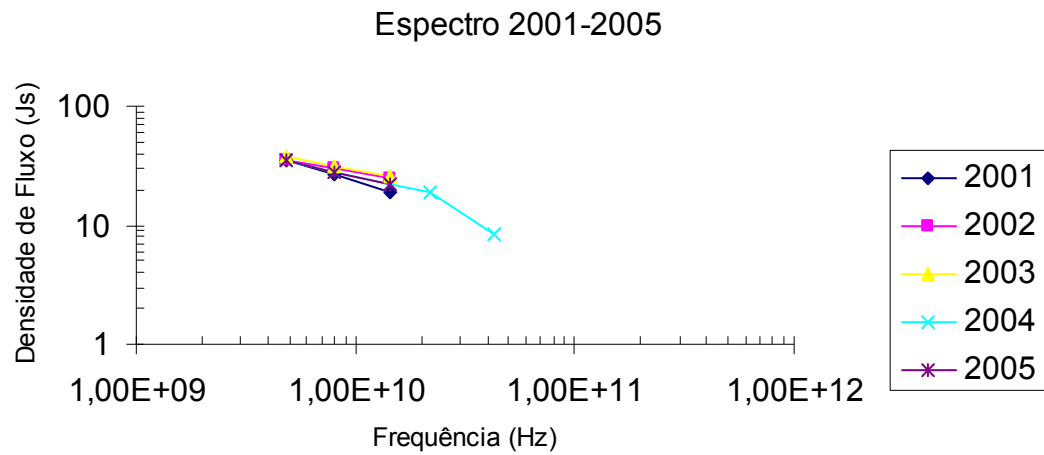


Figura 11: Espectro obtido de 3C273 no período de 2001-2005.

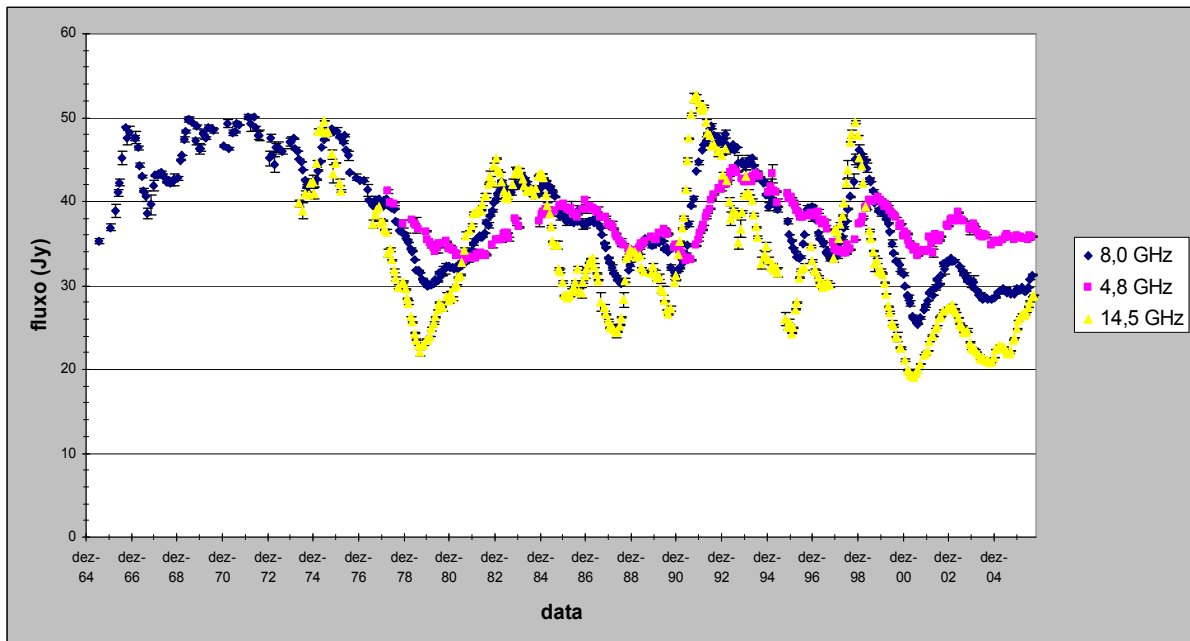


Figura 12: Análise e comparação temporal nas frequências de rádio 4,8, 14,5, e 8,0 GHz.

4. CONCLUSÕES

Durante o período de pesquisa (2007-2008) foi possível concluir satisfatoriamente os objetivos aos quais a pesquisa se destinava. Um dado interessante é que 3C273 apresentou durante os trinta anos de observação em 4,8, 8,0 e 14,5 GHz um comportamento bastante interessante, com diversos “outbursts” observados. Espera-se uma grande explosão neste quasar no período 2008-2009, já que ele ainda se encontra num período de baixa densidade de fluxo. Uma análise mais aprofundada, com aplicação de modelos que levam em conta expansão de uma onda de choque num jato relativístico, será feita no próximo período (2008-2009).

O cálculo do tamanho da região emissora e da Temperatura de Brilhância da fonte, será alvo da pesquisa para o próximo período.

Essa pesquisa utilizou dados em 4,8, 8,0 e 14,5 GHz do rádio-observatório de Michigan operado pela Universidade de Michigan. Os dados em 37 e 90 GHz foram obtidos no rádio-observatório de Metsahovi, Finlândia e dados em 90 e 230 GHz foram obtidos no rádio-telescópio SEST, Chile. No Brasil 3C273 foi observado em 22 e 43 GHz pelo rádio-telescópio do Itapetinga.

5. 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 γ -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.; Teräsanta, 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.

Figura 1: Manners, James C. Obscuration and X-ray variability of Active Galactic Nuclei. Figura 1.1. Tese (Doutor em Filosofia) – Universidade de Edimburgo, Edimburgo, 2002.