



ESTUDO DA POPULAÇÃO DE GALÁXIAS ATIVAS NO SSRS

Jônatas Ayumi Suzuki

Trabalho desenvolvido no Departamento de Astronomia
do Observatório Nacional (ON/CNPq)
submetido ao Departamento de Astronomia (OV)
do Instituto de Geociências
Universidade Federal do Rio de Janeiro
como requisito para a obtenção do grau de
bacharel em Astronomia

Orientador

Márcio A. G. Maia

Rio de Janeiro (RJ)

Março de 1995

Os céus proclamam a glória de Deus,
e o firmamento anuncia a obra de Suas mãos.

Salmo 19:1

A meus pais

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Márcio Maia, pela paciência na orientação e apoio.

A meus pais pelo carinho e incentivo para conseguir terminar mais esta etapa.

Aos colegas, não, amigos de turma: César (2/3), Hélio, Jorge (B.A.) e Gian, que mesmo não sendo do mesmo ano sempre esteve junto conosco. Não posso esquecer também a Luciana Rios e Sandro, e todos os alunos de iniciação científica e de PG do Observatório Nacional.

A todos os professores do Valongo, e em especial: Encarnación, Heloísa, Jorge, Gilson, José Augusto, pelo apoio nas dificuldades e iluminar a minha ignorância.

Aos funcionários do OV, que sempre me ajudaram nas dificuldades burocráticas.

Ao Departamento de Astronomia do Observatório Nacional, por todo o suporte necessário para realizar este projeto. A Christopher, Pellegrini e Vicky pelas dicas e incentivos durante a iniciação científica.

Ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq pelo suporte financeiro durante o transcorrer deste trabalho.

ÍNDICE

RESUMO	i
I. INTRODUÇÃO	1
II. SELEÇÃO DE AMOSTRAS	8
III. RESULTADOS E ANÁLISE	14
IV. CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

RESUMO

A partir do catálogo do levantamento de velocidades radiais do hemisfério sul (SSRS), foi feita uma análise quanto ao conteúdo de galáxias ativas do tipo Seyfert no mesmo. Foram examinados possíveis efeitos do meio ambiente sobre a população de Seyferts. São utilizados como parametrizadores desta possível influência a densidade de galáxias nas circunvizinhanças e a distância à galáxia mais próxima. Discutem-se efeitos de seleção na amostra e examinam-se suas implicações nos resultados.

I. INTRODUÇÃO

As primeiras observações de Galáxias com Núcleo Ativo (*Active Galactic Nuclei* - AGNs) foram realizadas por Fath em 1909, que examinou uma “nebulosa” (a galáxia NGC 1068) que apresentava várias linhas de emissão intensas no espectro óptico. Foram observados vários objetos semelhantes após isso, mas foi somente em 1943 quando Seyfert reuniu e classificou as galáxias que mostravam no espectro da região nuclear, linhas de emissão com alta ionização, tornando-se uma classe das AGNs que levam o seu nome até hoje. Estas galáxias costumam apresentar um núcleo bastante brilhante como característica adicional.

As galáxias do tipo Seyfert apresentam linhas de emissão que não podem ser explicadas simplesmente por excitações produzidas pelas populações estelares. A fotoionização por uma fonte de contínuo com lei de potência seria o mecanismo responsável por este processo, já que o aquecimento por ondas de choque e a frenagem de feixes de partículas exigem temperaturas muito mais altas que os graus de ionização encontrados para estas regiões nucleares.

Na faixa rádio, as galáxias Seyfert não são as mais luminosas (para objetos extra-galácticos, os objetos mais luminosos são as fontes rádio do tipo Fanaroff-Riley classe II). Essas galáxias apresentam uma emissão muito mais fraca, com um espectro na forma de lei de potência no intervalo de 6 a 20 cm do tipo $F_\nu \propto \nu^{-n}$ com $n \sim 0,7$. No ultravioleta, as Seyferts apresentam linhas como uma extensão do espectro óptico. A linha mais forte é a $H\text{I}L\alpha$, sendo também intensos o duplete $\text{CIV}\lambda 1549$, e $\text{CIII}\lambda 1909$. No infravermelho, o mecanismo de emissão no contínuo de Seyferts é a irradiação térmica

por partículas de poeira, aquecidas por uma fonte central, e algumas Seyferts do tipo 1 apresentam uma fonte com lei de potência (Osterbrock 1991). Observações têm sido realizadas para se levantar novas candidatas de galáxias do tipo Seyfert com baixa luminosidade na faixa óptica, selecionando-se objetos com contrapartidas no catálogo *Infra Red Astronomical Satellite* (IRAS).

Além das Seyferts, existe um outro tipo de AGN, com grau de ionização mais baixo, conhecida como LINERs (*Low Ionization Nuclear Emission-line Regions*). A sugestão desta nova classe de AGNs foi dada por Heckman (1980), verificando que determinadas galáxias apresentam características espectroscópicas semelhantes às Seyferts, mas com uma luminosidade muito mais baixa. Heckman realizou uma análise baseado em observações espectrofotométricas na faixa óptica e em duas bandas do contínuo rádio para 90 galáxias. Ele notou que as galáxias apresentavam linhas de baixa ionização, com larguras parecidas com a das Seyferts, porém com baixa luminosidade. Além disso, elas ocorriam preferencialmente nos tipos morfológicos *early*, e possuíam núcleos de alta metalicidade. As LINERs possuiriam também emissão por fotoionização, resultado do aquecimento por ondas de choque (Baldwin, Phillips & Terlevich 1980, BPT). Entretanto, Ho, Filippenko & Sargent (1993) sugerem, através da análise de 13 LINERs utilizando espectros de alta resolução e fazendo uma revisão de mecanismos de excitação, que o modelo mais adequado é a fotoionização por um contínuo ionizante não-estelar.

Heckman (1980) ao definir as LINERs sugere que estes objetos poderiam ser uma extensão das Seyferts para baixas luminosidades. Elas inclusive foram classificadas como Seyfert do tipo 3 no catálogo de Véron-Cetty & Véron (1993). Esta sugestão pode ser reforçada já que existem evidências de continuidade entre os Quasares e as Seyferts 1, devido a semelhanças que apresentam nas linhas de emissão do espectro (Osterbrock 1991). Até hoje, ainda não se chegou a um consenso desta continuidade entre as Seyferts e LINERs, pois estas apresentam espectros típicos de fotoionização e/ou aquecimento por ondas de choque, sem uma conclusão quanto ao principal mecanismo de emissão.

Um dos problemas do modelo de disco de acreção para as AGNs é o de se

saber como uma alta taxa de acreção pode ser mantida por tão longo tempo. Simulações numéricas de interações entre galáxias mostram que fluxos radiais intensos de matéria podem ser induzidos por forças de maré (Simkin, Su & Schwarz 1980 e Dahari 1984). Portanto, se a atividade nuclear é induzida (ou limitada) por um fluxo radial para dentro do núcleo, podemos esperar ^{que} as AGNs possuam um excesso de companheiras próximas, de sistemas em interação ou sejam perturbadas morfologicamente.

As primeiras suspeitas de que as galáxias poderiam ser afetadas em função do ambiente no qual se encontram foram levantadas por Hubble & Humanson (1931), sendo confirmadas posteriormente (*e.g.* Oemler 1974, Melnick & Sargent 1977). Dressler (1980) através da observação de 55 aglomerados ricos, verificou a tendência de maior ocorrência de galáxias do tipo *early* em meios de maior concentração galáctica. Este efeito é chamado de relação morfologia-densidade e foi verificado por outros autores que esta relação se estende a regimes de densidades inferiores a das encontradas nos centros dos aglomerados (*e.g.* Postman e Geller 1984, Maia e da Costa 1990).

Têm-se procurado correlações entre diferentes ambientes e as propriedades físicas das galáxias. Whitmore (1993) numa revisão de propriedades em aglomerados, divide algumas destas em três classes a seguir conforme a influência do ambiente: afetadas, provavelmente afetadas e não-afetadas.

Entre as propriedades afetadas, incluem-se o tipo morfológico, através da relação morfologia-densidade citada anteriormente, a formação de galáxias cD e a concentração de HI nas galáxias. As galáxias cD (*cluster Dominant*) são talvez as galáxias com maior massa no Universo, tendo como característica um envoltório de baixo brilho superficial. Elas seriam produzidas apenas em aglomerados ricos como resultado da aglutinação de galáxias. Alguns autores notaram a dependência do conteúdo de HI com o ambiente para uma mesma classe de tipo morfológico, no sentido de que haveria uma deficiência de hidrogênio neutro para galáxias em meios mais densos (*e.g.* Haynes & Giovanelli 1986, Magri *et al.* 1988). O mecanismo físico normalmente atribuído a isso é o de remoção do gás é por pressão de arraste. Maia *et al.* (1994) compararam uma

amostra de galáxias pertencentes a regiões de alta densidade com uma de regiões de baixa densidade, chegando ao resultado de que as primeiras tendem a ter, de um modo geral, menos H α .

Entre as propriedades que são possivelmente afetadas, podemos destacar a taxa de formação estelar e emissão no infra-vermelho distante. A taxa de formação estelar pode ser estimada, por exemplo, a partir de diagramas com índices de cores, emissão de H α e infravermelho distante. Larson & Tinsley (1978) analisando duas amostras, uma de galáxias morfologicamente normais e outra de perturbadas, constatou através de diagramas de cores (U-B)x(B-V) que as galáxias peculiares apresentavam uma maior taxa de formação estelar atribuída ao violento fenômeno dinâmico envolvido. Bushouse (1986), partindo da sugestão de que os objetos com recente formação estelar mostram intensa emissão na linha de H α , analisou a distribuição das larguras equivalentes do H α para 94 galáxias espirais que exibem indícios de intensa interação. Ele notou que as galáxias em interação apresentam maiores valores para as larguras equivalentes, concluindo que a taxa de formação estelar pode ser aumentada por interações. Kennicutt *et al.* (1987) utilizaram duas amostras de galáxias interativas, uma de companheiras cercadas (pares) e outra de galáxias peculiares em interação extraídas do Atlas de Galáxias Peculiares (Arp 1966), comparando a distribuição de larguras equivalentes do H α + [NII] com as de uma amostra de controle. A conclusão é de que as larguras equivalentes do H α + [NII] são maiores para galáxias em interação, indicando que as forças de maré podem aumentar a taxa de formação estelar nos discos e no núcleo. Whitmore (1993) descreve ainda outras propriedades que são possivelmente afetadas pelo ambiente: a função de luminosidade, raio da galáxia, curvas de rotação, relação Tully-Fisher para espirais e o contínuo rádio.

Uma propriedade que parece não ser afetada pelo ambiente é a quantidade de CO, talvez devido ao mesmo estar distribuído próximo ao centro da galáxias, e portanto menos suscetível a efeitos de maré (Young *et al.* 1986).

Por meio de observações, notou-se que para as AGNs, as interações ou for-

mas não usuais das galáxias poderiam ter alguma ligação com os processos de geração de energia para as galáxias, pois para Cygnus A, uma fonte rádio, argumentava-se que esta consistia de duas galáxias em colisão (Baade & Minkovski 1954). Um dos primeiros estudos que consolidou as idéias a respeito desta possível relação entre a atividade nuclear e o ambiente foi realizado por Adams (1977), que fez a caracterização das propriedades morfológicas de 80 galáxias Seyferts. A sugestão é de que as Seyferts são bem distribuídas entre os vários tipos morfológicos, que tendem a apresentar companheiras muito próximas e exibem estruturas com anéis e barras.

Estudos da distribuição de densidades nas circunvizinhanças de AGNs e não-AGNs apresentaram resultados contraditórios. MacKenty (1989) utilizou uma amostra de 51 Seyferts, extraídas do *Palomar Observatory Sky Survey* (POSS), e comparou com galáxias Markarian sem atividade nuclear, encontrando uma fraca tendência das Seyferts terem um número maior de companheiras. Quando comparadas com galáxias de campo, a densidade local foi significativamente maior para as Seyferts, além do número de companheiras para as Seyferts 2 ser maior do que para as do tipo 1.

Dahari (1984) efetuou uma procura de companheiras cerradas para as Seyferts no POSS, excluindo galáxias em aglomerados ricos. Ele encontrou um excesso de vizinhas em relação a amostra de controle (Seyferts possuem quase 5 vezes mais do que galáxias de campo). Dahari (1985) estudando uma amostra de galáxias Seyferts com companheiras, encontrou em média uma maior luminosidade no $H\alpha$ e em 1415 MHz, embora a significância estatística não fosse muito grande.

Fuentes-Williams & Stocke (1990, FS) refizeram o estudo de Dahari (1984), utilizando metodologia parecida, mas com uma amostra de controle escolhida de forma a ter maior semelhança nas propriedades das galáxias. Encontraram somente uma evidência muito fraca do ambiente mais denso ser propício ao surgimento de Seyferts.

Num recente trabalho a respeito do estudo ambiental de Seyferts, Laurikainen & Salo (1995), através de uma amostra de 104 Seyferts e 138 galáxias de comparação, retirados do POSS, chegaram ao resultado de que as Seyferts tem pelo menos duas

vezes mais companheiras do que a amostra de controle. Analisando separadamente as Seyferts 1 e Seyferts 2, encontrou que as do tipo 1 tiveram em média o mesmo número de companheiras do que as normais. Além disso, as Seyferts do tipo 2 tiveram mais companheiras de tipos morfológicos *late* e peculiares não-compactas.

No infravermelho, ^{as} galáxias do tipo *Starburst* com intensa luminosidade ^h Há evidências de que interações aceleram a formação de estrelas quando o gás é comprimido em choques e colisões entre nuvens (*e. g.* Young *et al* 1986). Modelos teóricos usando simulações de colisões confirmam estes resultados observacionais (*e.g.* Barnes & Hernquist 1992).

Existem estudos sobre interações para rádio galáxias e Quasares, revisados por Balick & Heckman (1982). A conclusão a que chegaram é de que a atividade se deve ao ambiente em que estes objetos se encontram. Contudo, nem todas as AGNs apresentam companheiras ou tem morfologia distorcida.

Um modelo que Osterbrock (1993) sugere quanto à influência do ambiente é de que as galáxias normais teriam buracos negros inativos no núcleo, os quais seriam ativados ou mantidos quando esta galáxia entra em interação gravitacional com outra, fazendo com que haja um envio de gás na direção do núcleo, permitindo a sua captura e conseqüente fornecimento de energia no processo de queda no buraco negro. Porém, toda a energia emitida pela AGN não poderia vir somente do núcleo. O disco de acreção também pode emitir uma parte da energia, e o restante seria emitido por estruturas cilindricamente simétricas, tais como os jatos de matéria na direção do eixo, como várias AGNs apresentam.

O maior problema que o estudo de efeitos ambientais em AGNs têm apresentado é a respeito da amostra de controle, formada por galáxias que devem possuir características semelhantes quanto a morfologia e luminosidade, mas não apresentando atividade nuclear. Vários autores tem comentado a respeito da falta de amostras de controle livres de qualquer tendência (FS, Barnes & Hernquist 1992, Osterbrock 1993). Uma amostra de controle deve ser definida de forma a não possuir nenhum viés (*bias*),

e se existir, estimá-lo e tentar corrigir este efeito.

O objetivo de estudo deste trabalho é o de analisar a população de galáxias ativas do SSRS (*Southern Sky Redshift Survey*), em especial as Seyferts, examinando possíveis efeitos ambientais que elas porventura venham a sofrer.

Os procedimentos de seleção das amostras estão descritos no capítulo 2. A caracterização da amostra, bem como os resultados obtidos e análise estão contidos no capítulo 3. Um sumário das conclusões e considerações finais são apresentados no capítulo 4.

II. SELEÇÃO DE AMOSTRAS

Na descrição dos mecanismos de emissão no capítulo anterior, citou-se que as AGNs apresentam na faixa óptica (entre 4000 a 7000 Å aproximadamente) algumas características que se destacam quando comparadas com galáxias “usuais”, entre elas o aparecimento de linhas de emissão permitidas com grandes larguras. As Seyferts do tipo 1 apresentam linhas de emissão no espectro óptico com uma largura a meia altura, FWHM, típica de 3000 km/s, variando de 500 a 7000 km/s. Para as Seyfert 2, a FWHM típica é de 350 km/s, variando de 200 a 700 km/s. Ambas apresentam linhas de [NII] $\lambda\lambda$ 6548, 6583, [OIII] $\lambda\lambda$ 4959, 5007, $H\alpha$, $H\beta$, [OI] $\lambda\lambda$ 6300,6364, [SII] $\lambda\lambda$ 6716,6731. As Seyferts 1 também apresentam linhas de emissão de HeI, HeII, FeII e algumas altamente ionizadas, como a linha de [Fex] λ 6375. Na figura 1 mostramos o espectro da galáxia Seyfert 1, IC 1816 apresentando as linhas acima compreendidas no intervalo de 6300 Å e 7000Å.

Segundo diagnósticos definidos por BPT, a classificação das galáxias ativas pode ser realizada através de razões de intensidade das principais linhas de emissão. Estas razões também podem ser úteis na separação entre diferentes mecanismos de emissão, pois em diferentes porções dentro do mesmo ocorre a concentração que é uma função do tipo de atividade nuclear. Após o estudo de diagramas utilizando várias razões, as que possibilitaram a melhor separação entre as diferentes classes de objetos foram:

$$R_1 \equiv [NII]\lambda 6584 / H\alpha,$$

$$R_2 \equiv [OIII]\lambda 5007 / H\beta,$$

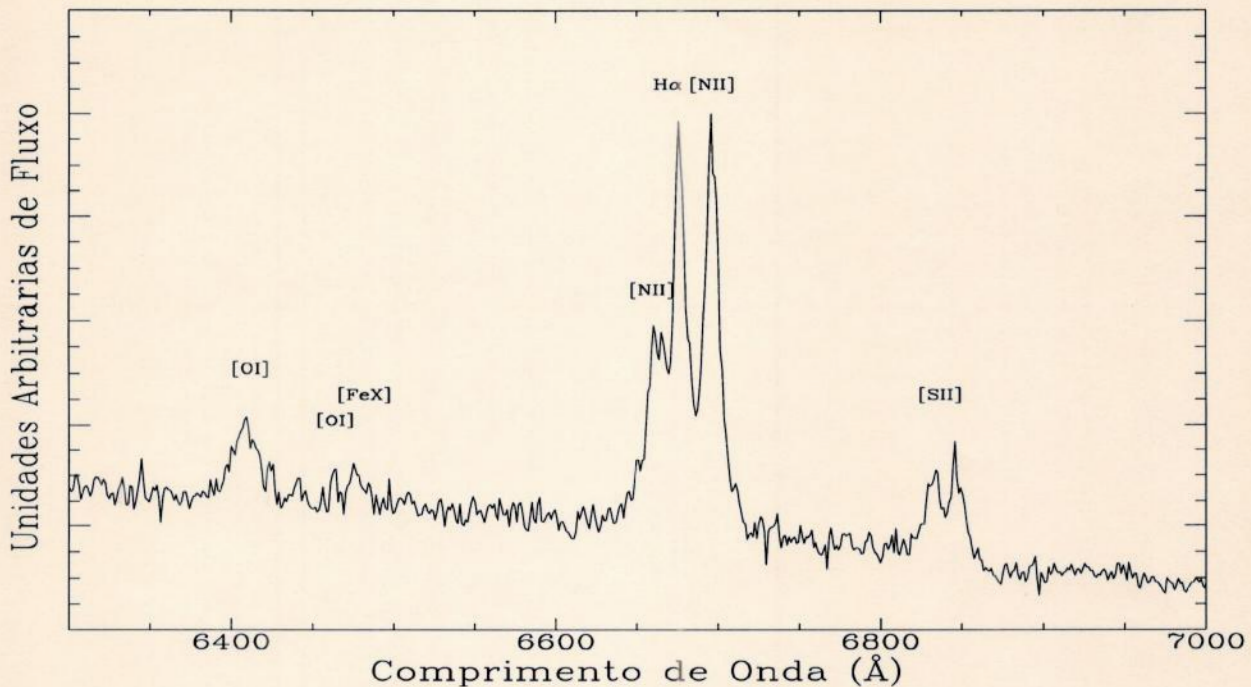


Figura 1 - Espectro da galáxia do tipo Seyfert 1 IC 1816.

$$R_3 \equiv [OII]\lambda 3727 / [OIII]\lambda 5007,$$

$$R_4 \equiv [OI]\lambda 6300 / H\alpha \lambda 6563,$$

e os diagramas que permitem melhor visualizar a separação são os de : R_2 vs R_1 , R_3 vs R_1 , R_3 vs R_2 e R_3 vs R_4 .

Seguindo os critérios definidos por Heckman (1980) e BPT, uma galáxia do tipo Seyfert deve apresentar razões: $R_1 > 0,7$, e $R_2 > 3$, $R_3 < 1$ e $R_4 < 0,3$. As LINERs devem apresentar as seguintes razões: $R_1 > 0,7$, e $R_2 \leq 3$, $R_3 > 1$ e $0,3 < R_4 < 1$. Algumas destas razões foram rediscutidas para as LINERs com baixa intensidade do $[OI]\lambda 6300$ por Filippenko e Terlevich (1992), concluindo que muitas galáxias são associadas incorretamente com LINERs uma vez que não satisfazem o critério dado pela razão de $R_4 < 0,3$.

Apesar dos diagnósticos sugeridos acima, há muitos casos em que as linhas de emissão na região do azul não aparecem, devido a algum processo de obscurecimento interno à galáxia, tornando a classificação de atividade segundo este critério impossí-

litada. Existem dificuldades em certos casos, pois surgem algumas razões de linhas com valores próximos aos limites de classificação entre um dado tipo e outro. Além disso, existe o próprio fato destes limites não serem separadores rígidos entre diferentes classes de AGNs. Surge aqui novamente a indagação de que poderia existir uma possível continuidade entre os tipos de atividade entre as Seyferts e as LINERs. Osterbrock (1991) sugere uma possível continuidade de Seyfert 1 para 2 e da Seyfert tipo 2 para LINERs.

O SSRS (*Southern Sky Redshift Survey*) (da Costa *et al.* 1988) é resultado de um levantamento de velocidades radiais de galáxias dentro do hemisfério sul, as quais satisfazem as condições de declinação e latitude galáctica abaixo:

$$\delta < -17^{\circ},5 \quad \text{e} \quad b^{II} < -30^{\circ}.$$

O catálogo consiste de 2028 objetos selecionados do *The ESO/Uppsala Survey of the ESO(B) Atlas* (Lauberts 1982), considerado completo para diâmetros maiores do que 1 minuto de arco. Os objetos deste catálogo foram limitados em diâmetro *face-on* $D(0)$, para $\log[D(0)]$ maior que 0,1, onde $\log[D(0)]$ é definido como:

$$\log[D(0)] = \log(D_1 - 0,235 A(T) \log(R)),$$

onde

$$R = D_1/D_2$$

e $A(T)$ é definido como

$$A(T) = \begin{cases} 0,950, & T < 0 \\ 0,894, & T \geq 0, \end{cases}$$

onde D_1 e D_2 são respectivamente os eixos maior e menor em minutos de arco, e T é o tipo morfológico dado pelo catálogo ESO/Uppsala (Lauberts 1982).

Para a obtenção das velocidades radiais, foram feitas observações em três observatórios: Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), South Africa Astronomical Observatory (SAAO) na África do Sul e Las Campanas Observatory (LCO) no Chile. No LNA, utilizou-se o detetor *Reticon* (da Costa *et al.* 1984), com resolução de 6 Å (FWHM), com dispersão de ~ 100 Å/mm. Juntando-se os resultados obtidos pelas observações com

dados da literatura, totalizam-se 1657 de galáxias com velocidades radiais. Os demais objetos para os quais não se obteve velocidade radial têm um brilho superficial muito baixo para permitir a sua observação em um tempo razoável (da Costa *et al.* 1988). Sendo o SSRS um levantamento de velocidades radiais para estudo de estruturas em grande escala, não é tendencioso no sentido de ter havido ou não preocupação pela procura de AGNs.

A partir do catálogo SSRS, selecionamos galáxias com velocidades radiais menores do que 8000 km/s e definimos as duas amostras abaixo:

- 1) amostra de AGNs, representadas pelas galáxias do tipo Seyfert 1 e 2;
- 2) amostra de controle, onde se incluem as demais galáxias que não apresentaram evidências de serem hospedeiras de AGNs.

A busca pela identificação de galáxias do SSRS com contrapartidas AGNs foi realizada em vários catálogos. Um deles foi o compilado por Véron-Cetty & Véron (1993) que é uma coletânea de objetos identificados como AGNs provenientes de artigos da literatura. Ele não apresenta nenhuma sistemática ou completeza para que possa ser usado isoladamente para fins estatísticos. O *NASA Extragalactic Database* (NED) é um banco de dados eletrônico, reunindo informações de objetos extragalácticos obtidos da literatura, contendo inclusive dados a respeito da atividade nuclear. Também foi usado o catálogo de novas galáxias ativas de Maia *et al.* (1987), identificados através da classificação visual de espectros e das razões de larguras de linha R_1 e R_2 . As galáxias foram classificadas como Seyferts 1, Seyfert 2 ou LINERs.

Para algumas galáxias com espectros disponíveis e que ainda não haviam sido classificadas quanto à atividade nuclear, utilizamos o procedimento semelhante a Maia *et al.* (1987). As outras razões não podiam ser calculadas devido ao intervalo espectral observado (4800~7100Å) ou pelas razões não serem feitas entre linhas contíguas uma vez que os espectros não estavam calibrados por estrelas padrão espectrofotométrica.

Assim, a amostra das Seyferts contém 36 galáxias, sendo 12 Seyfert 1 e 24 Seyfert 2, que se encontram listadas na tabela I. A amostra de controle contém 1360 galáxias.

Tabela I
Amostra de AGNs

Nome ESO	α (1950.0)	δ	Vel km/s	TM	Sy	D ₁ (')	D ₂ (')	Outro Nome
538 G 25	00 08	22.0 -21 20 48	7783	2	2	1.80	0.40	MCG-4-1-19
474 G 16	00 40	24.0 -23 48 54	6692	-2	1	1.80	0.80	NGC 235
541IG 23W	01 05	20.0 -17 46 24	6016	15	2	1.50	1.00	IC 1623
296 G 04	01 09	10.0 -38 20 54	3496	1	1	2.20	1.10	NGC 424
352 G 24	01 11	47.0 -32 54 54	3564	3	2	2.80	0.70	IC 1657
151IG 36N	01 12	20.0 -55 39 42	3631	15	2	1.50	0.70	NGC 454
195 G 35	01 13	47.0 -50 27 12	7299	-2	2	1.40	1.00	
244 G 17	01 18	8.0 -44 23 24	7108	1	2	1.40	1.20	
352IG 66	01 21	38.0 -35 19 42	5762	15	1	1.70	0.90	NGC 526
353 G 09	01 29	34.0 -33 22 36	4970	1	2	2.20	2.20	
153 G 20	02 04	20.0 -55 25 48	5917	2	2	1.90	1.20	
354 G 37	02 04	45.0 -36 41 24	5836	3	2	1.90	1.80	NGC 824
355 G 25	02 29	48.0 -36 53 30	5215	2	1	1.50	1.40	IC 1816
416 G 20	02 44	11.0 -30 28 54	1196	3	1	13.00	8.00	NGC 1097
299 G 20	02 47	36.0 -38 58 36	5008	1	2	2.20	1.00	
358 G 17	03 31	41.0 -36 18 24	1660	6	1	14.00	10.00	NGC 1365
358 G 35	03 34	52.0 -36 09 48	924	0	2	3.70	1.40	NGC 1386
157 G 20	04 18	53.0 -55 03 24	1550	6	1	13.00	9.00	NGC 1566
202 G 23	04 26	34.0 -48 01 12	4841	7	2	1.60	1.40	
118 G 43	04 44	55.0 -59 20 18	1298	6	2	9.00	8.00	NGC 1672
305 G 08	05 05	59.0 -37 34 36	986	1	2	10.00	7.00	NGC 1808
362 G 18	05 17	44.0 -32 42 30	3790	1	1	1.90	0.90	MCG-5-13-17
284 G 54	20 14	49.0 -44 57 48	2480	1	1	1.40	1.20	NGC 6890
187 G 23	20 48	12.0 -57 15 30	3425	0	1	3.00	2.00	IC 5063
403 G 32	21 45	20.0 -35 11 06	4839	3	2	1.70	1.60	IC 5135
466 G 38	21 59	7.0 -32 06 36	2575	-2	2	2.50	1.30	NGC 7172
288 G 43	22 06	9.0 -47 24 42	1805	-2	2	2.50	2.50	NGC 7213
467 G 12	22 06	17.0 -28 03 18	6832	6	1	4.30	3.20	NGC 7214
404 G 36	22 07	13.0 -36 20 06	3028	0	2	2.30	1.00	IC 5169
289 G 18	22 17	54.0 -46 17 12	915	6	2	11.00	6.00	IC 5201
533IG 15	22 17	58.0 -24 55 48	4688	15	2	3.00	2.50	NGC 7252
533 G 53	22 33	0.0 -26 18 36	1430	6	1	6.00	2.50	NGC 7314
346 G 12	22 52	11.0 -39 55 42	1751	1	2	7.00	2.00	NGC 7410
291 G 01	23 06	59.0 -43 42 00	1657	6	2	4.50	4.50	NGC 7496
291 G 16	23 15	38.0 -42 38 36	1578	4	2	8.00	3.00	NGC 7582
347 G 33	23 16	10.0 -42 30 42	1509	6	2	2.90	1.20	NGC 7590

III. RESULTADOS E ANÁLISE

No capítulo anterior descrevemos como foram definidas as duas amostras (“Seyferts” e “Controle”) a serem utilizadas neste trabalho. Para caracterizá-las melhor, apresentamos na figura 2 as distribuições de freqüências para velocidades radiais, V_R , e na figura 3 para os tipos morfológicos, TM. Os códigos numéricos associados aos tipos morfológicos estão listados na tabela II, e foram obtidos do catálogo ESO/Uppsalla (Lauberts 1982).

Tabela II
Tipos Morfológicos do
ESO/Uppsala Survey of the ESO(B) Atlas

N ESO-Upp	N ESO-Upp
-5 E	4 Sb-c
-4 -	5 S...
-3 E-S0	6 Sc, Sc-d
-2 S0	7 S.../Irr
-1 -	8 Sd
0 S0-a	9 -
1 Sa	10 Irr
2 Sa-b	15 IG
3 Sb	

Os picos que aparecem nas distribuições de velocidades em torno de 1500 km/s, são devidos a aglomerações de galáxias como Fornax, Dorado, Eridanus, entre outros. Quanto aos tipos morfológicos, resulta que as “Seyferts” não parecem estar associadas a galáxias elípticas, e a freqüência de galáxias IG (tipo 15) é 10 vezes maior do que na amostra “Controle”. Se compararmos as amostras através do teste de Kolmogorov-

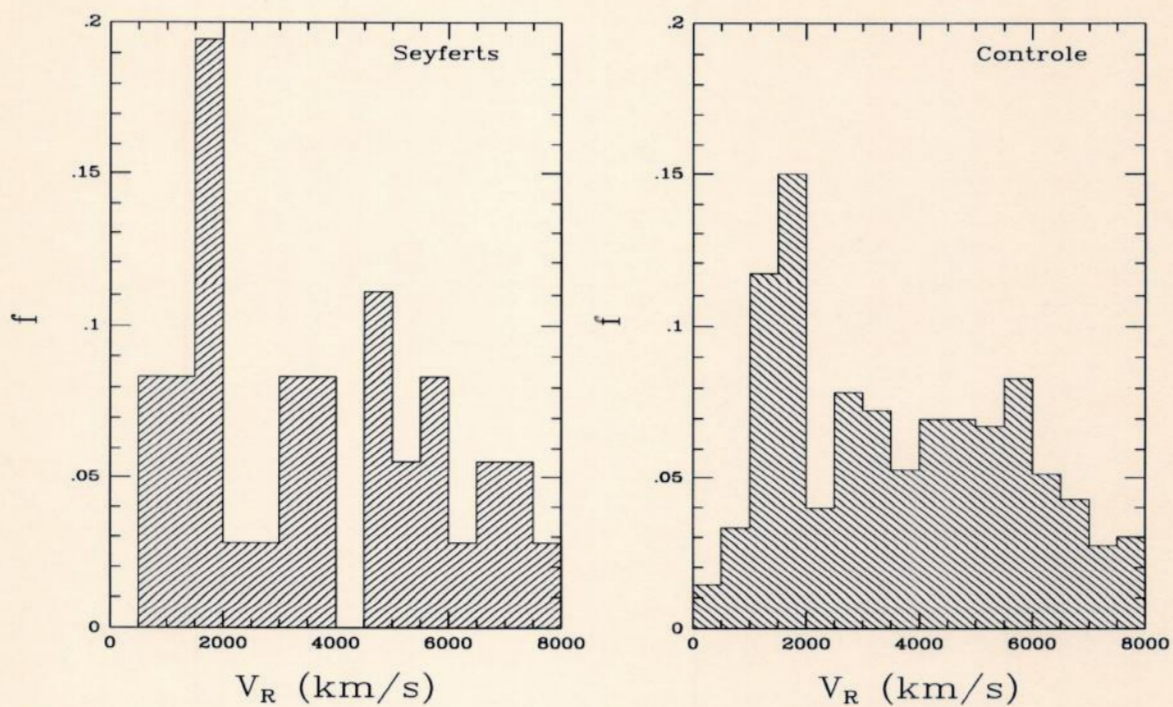


Figura 2 - Distribuição de velocidades radiais para as amostras "Seyferts" e "Controle".

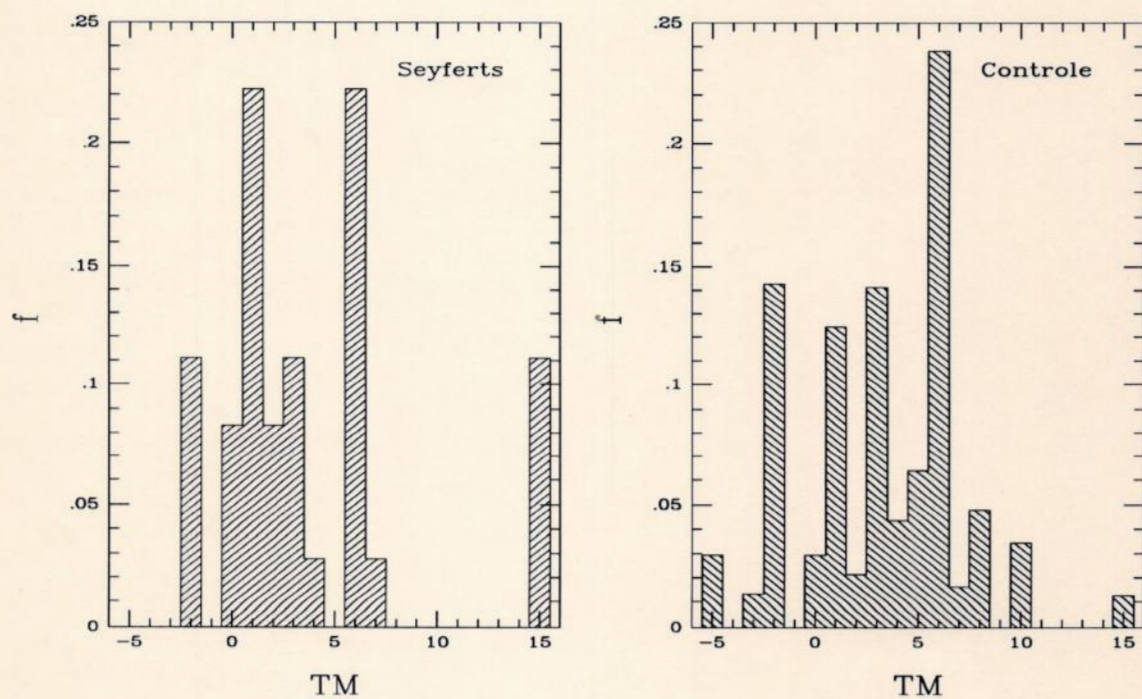


Figura 3 - Distribuição de tipos morfológicos para a amostras "Seyferts" e "Controle".

Smirnov, (K-S, Siegel 1975), vemos que as distribuições de V_R são similares a um nível de significância maior que 95%, enquanto que as distribuições de TM são similares mas com nível de significância menor que 3%. A tabela III contém parâmetros estatísticos para as duas amostras, como o número de objetos em cada amostra N, valores médios das distribuições, desvios padrões (σ), medianas, valores dos quartis inferiores (25%) e superiores (75%), valor do teste K-S e a probabilidade da amostra examinada possuir distribuição similar a “Controle”.

Tabela III
Parâmetros estatísticos das amostras

	N	Média	σ	Mediana	25%	75 %	K-S	Prob
TM - Controle	1360	1.284	1.050	1.038	0.689	1.521	—	—
TM - Seyferts	36	4.042	4.707	3.000	1.000	6.000	0.25	0.023
V_R - Controle	1360	3677	2022	3448	1735	5372	—	—
V_R - Seyferts	36	3695	2146	3530	1578	5215	0.09	0.957

Começaremos o estudo sobre possíveis efeitos ambientais nos objetos de nossas amostras, verificando as distribuições da densidade local para cada galáxia, calculada da maneira abaixo:

$$\rho_1 = \frac{N}{\frac{4}{3}\pi R^3} \quad (\text{gal/Mpc}^3)$$

onde N é o número de galáxias em um determinado volume de raio R. Para evitar que as galáxias que se encontram próximas das bordas da região onde o levantamento do SSRS foi efetuado venham a “procurar” companheiras nas regiões externas ao mesmo, eliminamos todos objetos que estejam a distâncias menores que o raio R de alguma das regiões limites do SSRS. Assim, o número de objetos nas amostras varia conforme o R usado. Foram calculadas ρ_1 para raios R = 1, 2 e 3 Mpc. Os resultados estão resumidos na figura 4, e tabela IV. Para R = 1 Mpc, em mais de 50% das galáxias de ambas amostras não se encontraram companheiras, indicando que talvez este raio de procura seja muito pequeno. Veremos adiante que ele é um pouco menor do que o valor para a separação média entre galáxias da amostra.

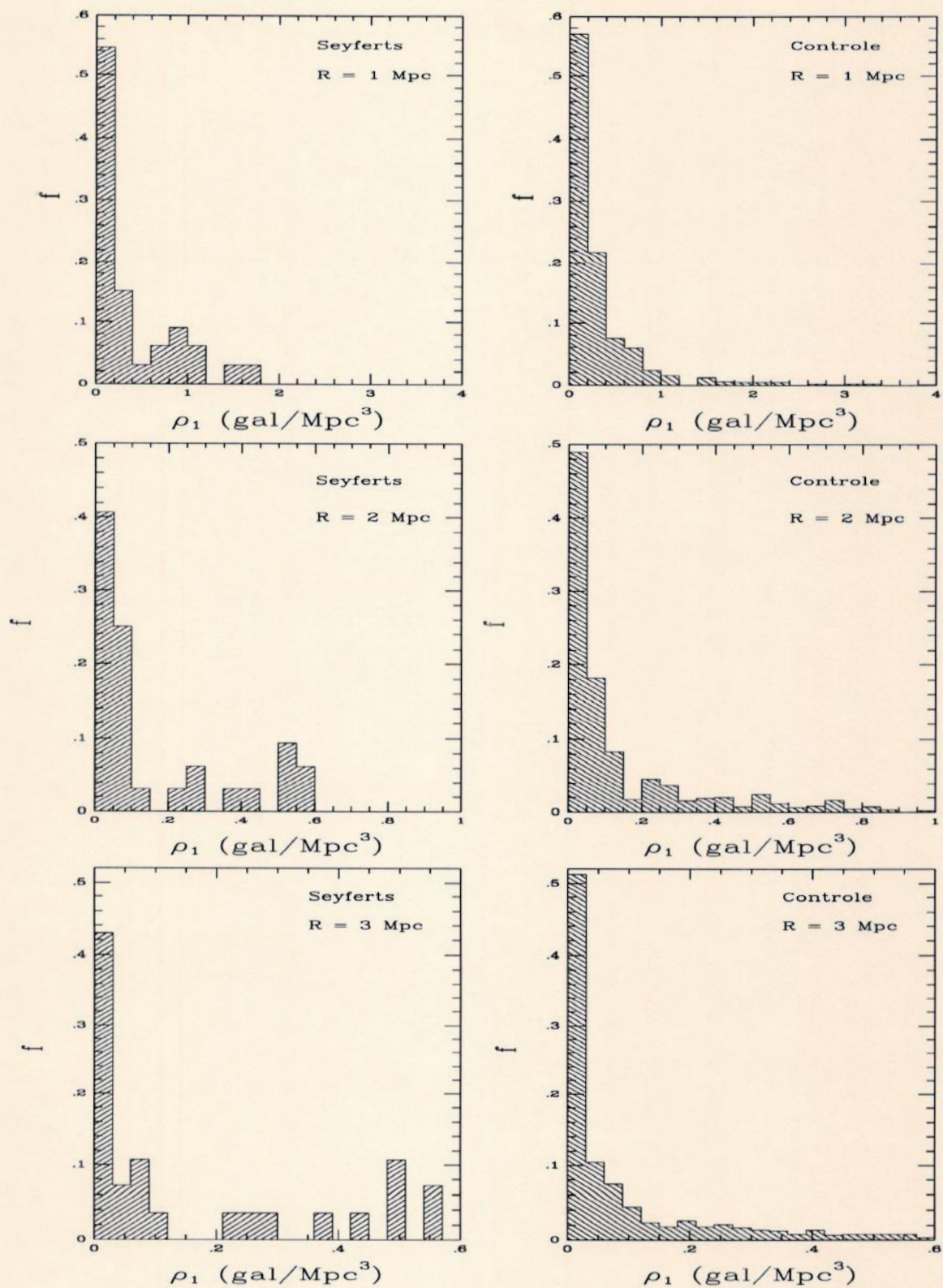


Figura 4 - Distribuição de densidades locais calculadas para raios $R = 1$ Mpc (painel superior), $R = 2$ Mpc (painel do meio) e $R = 3$ Mpc (painel inferior).

Tabela IV
 Dados estatísticos para ρ_1 para R = 1, 2 e 3 Mpc

	N	Média	σ	Mediana	25%	75 %	K-S	Prob
ρ_1 - 1 Mpc - Controle	1226	0.254	0.481	0.000	0.000	0.239	—	—
ρ_1 - 1 Mpc - Seyferts	33	0.347	0.500	0.000	0.000	0.597	0.54	0.000
ρ_1 - 2 Mpc - Controle	981	0.136	0.239	0.060	0.000	0.149	—	—
ρ_1 - 2 Mpc - Seyferts	32	0.221	0.365	0.075	0.030	0.298	0.27	0.017
ρ_1 - 3 Mpc - Controle	880	0.129	0.196	0.030	0.000	0.149	—	—
ρ_1 - 3 Mpc - Seyferts	28	0.193	0.211	0.090	0.030	0.388	0.25	0.067

Nota-se também que as amostras “Controle” apresentam os valores de ρ_1 mais extremos (maiores densidades), embora as medianas e quartis superiores indiquem que as “Seyferts” possuam valores maiores para estas porções da amostra. O teste K-S indica que as amostras não são semelhantes. O número de galáxias com ρ_1 nulo diminui para R = 2 Mpc e R = 3 Mpc, sugerindo que estes valores devam fazer uma melhor amostragem da concentração de galáxias. Examinando as médias, medianas e quartis superiores (75%) da tabela IV, percebemos que as “Seyferts” mostram em geral maiores densidades de galáxias nas vizinhanças do que a amostra “Controle”.

Uma outra forma de avaliar a presença de companheiras seria estimando a distância de cada galáxia à sua companheira mais próxima. Este tipo de parâmetro seria um bom indicador da existência de galáxias em interação ou em processo de aglutinação. Para cada galáxia foram calculadas as distâncias à primeira e à segunda galáxia mais próximas, denominadas respectivamente por Sep_1 e Sep_2 . As distribuições destes parâmetros para as amostras em estudo encontram-se na figura 5. Tanto os valores de Sep_1 quanto Sep_2 foram em média menores para a amostra “Seyferts” (ver tabela V), talvez sendo um indício do excesso de companheiras próximas para as AGNs.

A relação morfologia-densidade, descrita no capítulo anterior, mostra que existe uma tendência de galáxias elípticas serem encontradas em ambientes de alta densidade. Verificamos pela distribuição de TM na figura 3 que a amostra “Seyferts” não apresenta galáxias elípticas. A inclusão destas galáxias na amostra “Controle” pode

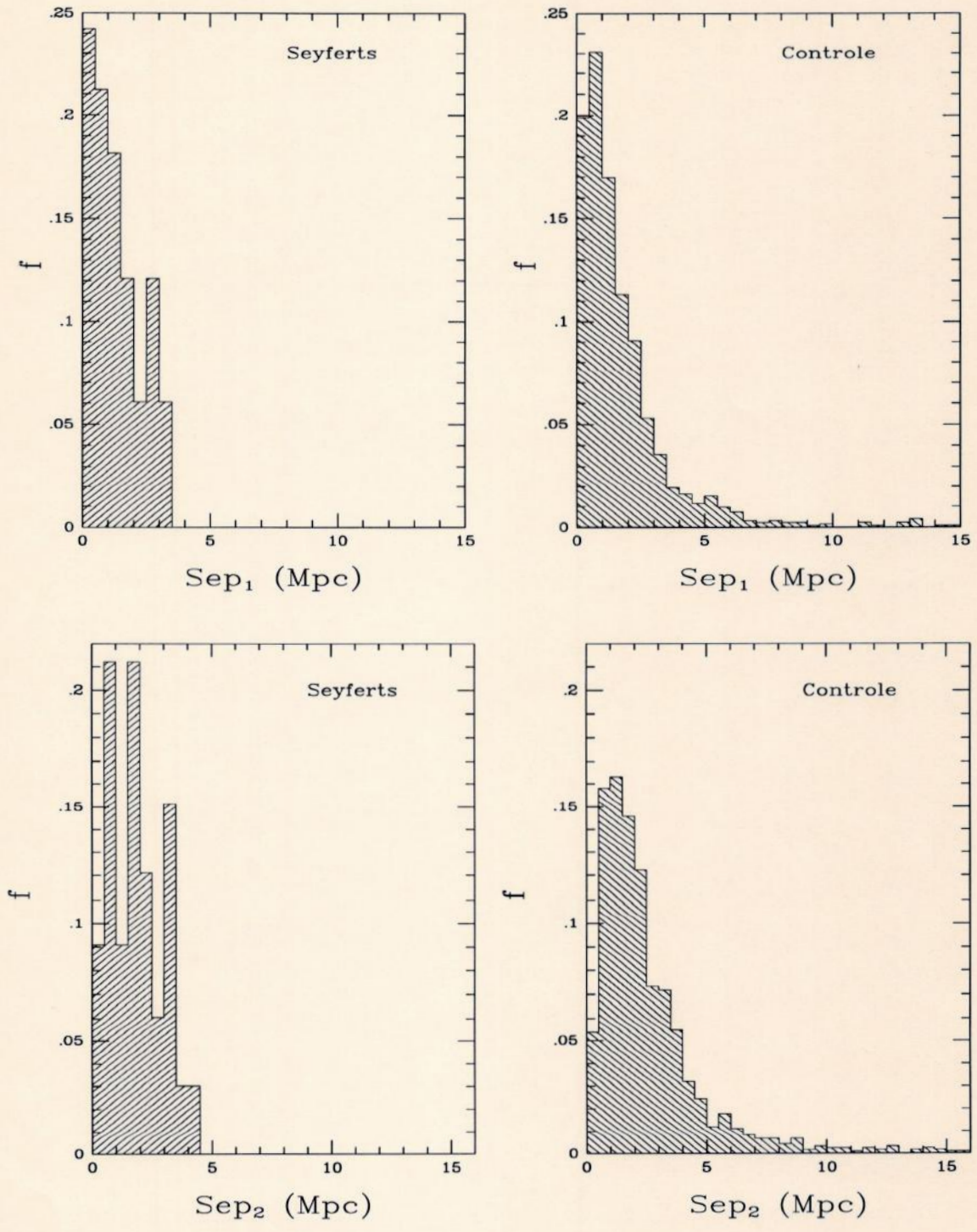


Figura 5 - Distribuições da Separação à primeira (painel superior) e à segunda (painel inferior) galáxia mais próxima.

contribuir para o aumento artificial de ρ_1 média nesta amostra. Para evitar este tipo de problema, faz-se uma limitação de tipos morfológicos na amostra “Controle” de forma a incluir somente os TM encontrados nas “Seyferts” ($-2 \leq TM \leq 7$ e 15) que passou a ser chamada “Controle 1”.

Tabela V

Dados estatísticos para distâncias às galáxias mais próximas.

	N	Média	σ	Mediana	25%	75 %	K-S	Prob
Sep ₁ - Controle	1226	1.759	1.917	1.210	0.592	2.181	—	—
Sep ₁ - Seyferts	33	1.377	0.933	1.188	0.539	1.952	0.12	0.745
Sep ₂ - Controle	1226	2.574	2.337	1.905	1.090	3.272	—	—
Sep ₂ - Seyferts	33	1.887	1.095	1.841	0.868	2.636	0.16	0.380

Calculando as densidades ρ_1 para os objetos de “Controle 1” e comparando com as “Seyferts” (tabela VI e figura 6) temos como resultado global uma diminuição nos valores médios das densidades ρ_1 de “Controle 1” reforçando a idéia de que as “Seyferts” tendem a surgir em regiões de maior concentração de galáxias.

Comparando as distribuições de valores para Sep_{1C} e Sep_{2C} (figura 7 e tabela VII), vemos que a semelhança entre as amostras diminuiu. Os valores médios para Sep_{1C} e Sep_{2C} resultaram ainda maiores que os de “Controle”, reforçando a idéia de que as Seyferts tem companheiras mais próximas que galáxias em geral.

Em catálogos limitados em diâmetro (nosso caso) ou magnitude, tem-se um efeito de incompletude na amostra, que é função crescente da distância (profundidade). Esta perda de objetos pode ser estimada através da função de seleção, $\phi(r)$, que nos fornece a fração de galáxias à uma dada distância r , que são suficientemente grandes para serem incluídas no catálogo. Na prática, $\phi(r)$ é determinada dividindo-se o número de galáxias cuja distância máxima observável está entre um valor $r + dr$, pelo número de galáxias dentro da distância r , porém observáveis à distâncias maiores que r (Davis & Huchra 1982). A $\phi(r)$ calculada para a amostra do SSRS pode ser vista na figura 8.

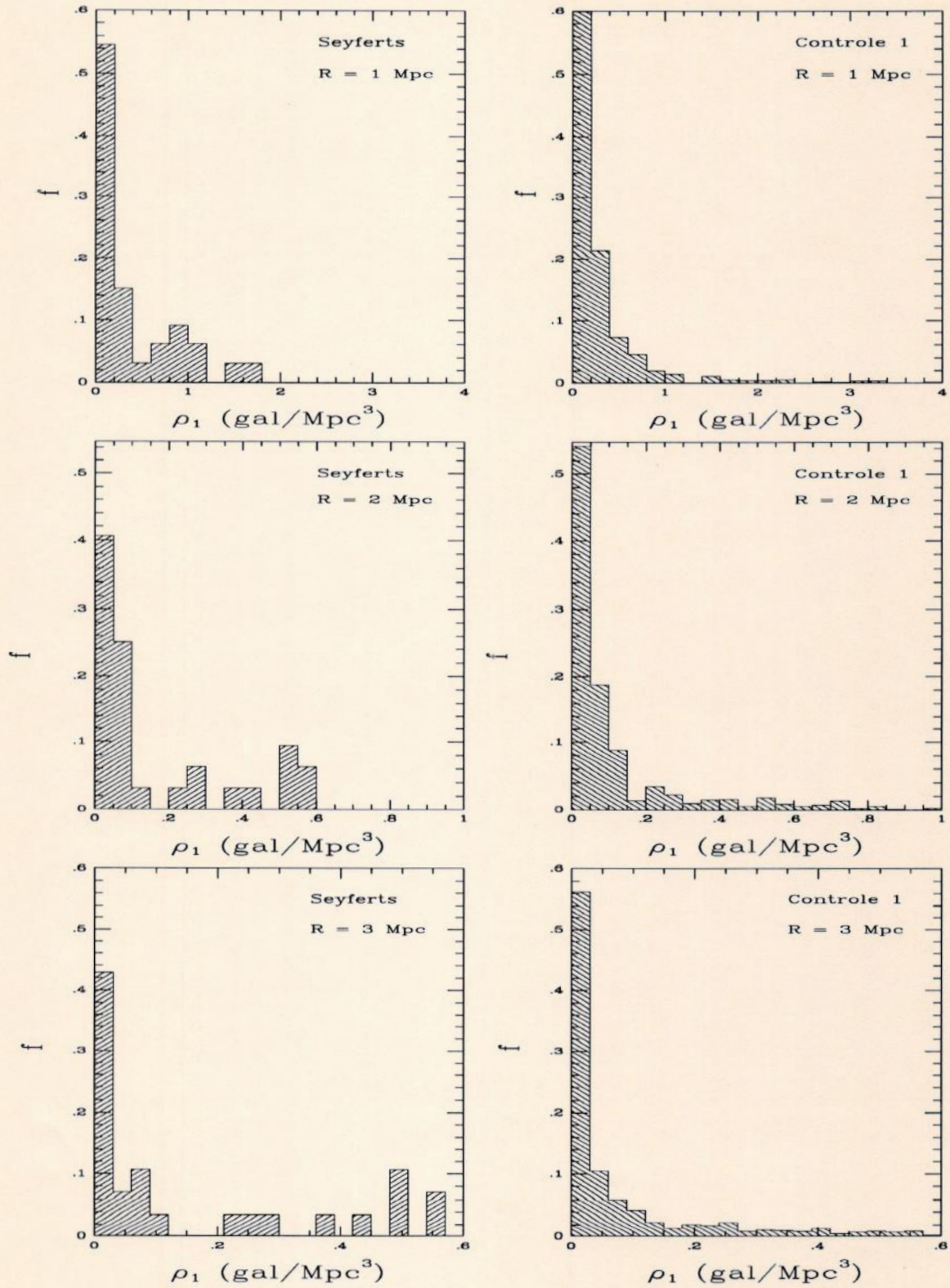


Figura 6 - Distribuição de densidades locais ρ_1 para raios $R = 1$ Mpc (painel superior), $R = 2$ Mpc (painel do meio) e $R = 3$ Mpc (painel inferior) para amostra de controle limitada em TM.

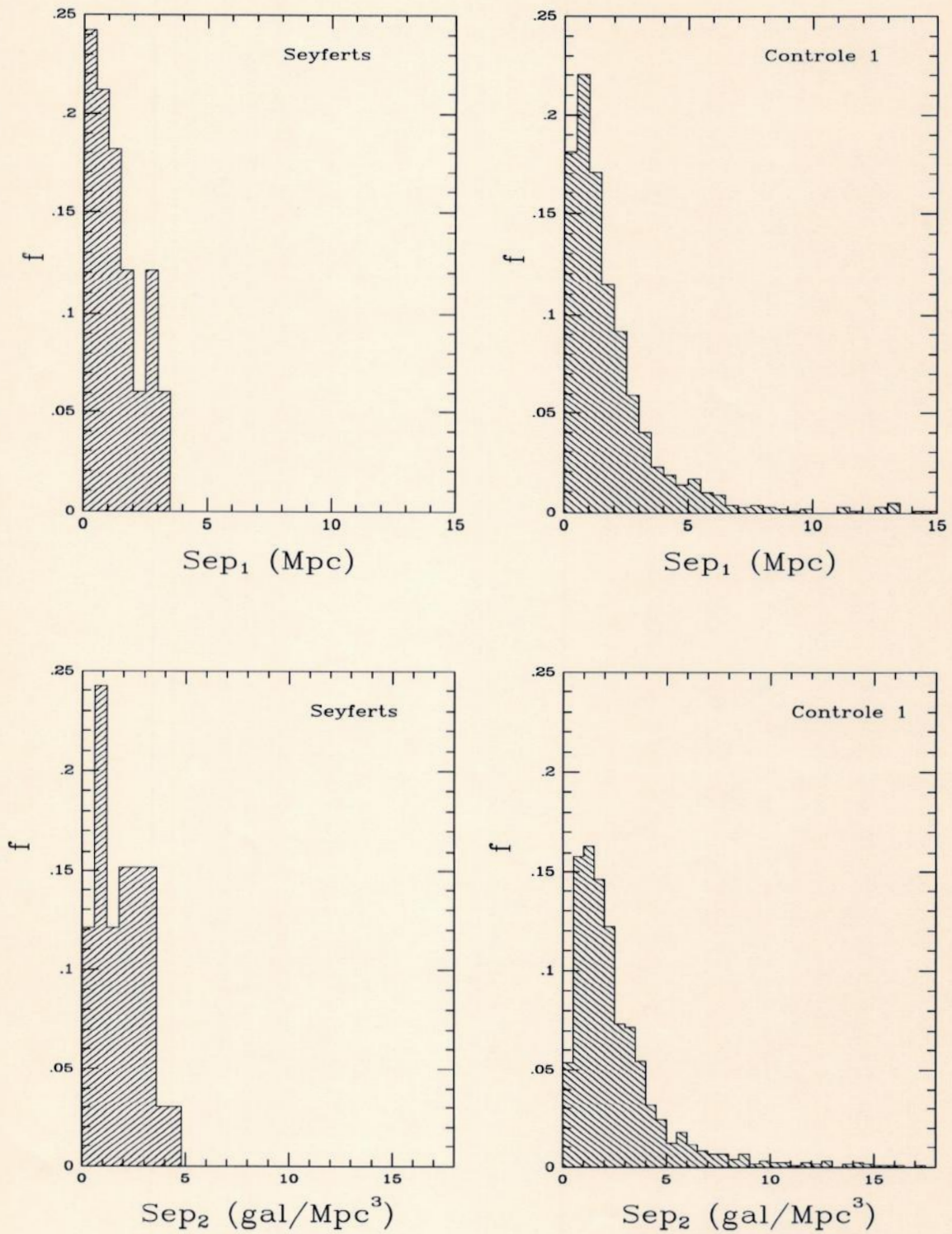


Figura 7 - Distribuição da distância à primeira (painel superior) e segunda (painel inferior) galáxia mais próxima sendo Controle limitada em TM.

Tabela VI
 Dados estatísticos para densidades ρ_1
 utilizando amostra de controle limitada em TM.

	N	Média	σ	Mediana	25%	75 %	K-S	Prob
ρ_1 - 1 Mpc - Controle 1	1026	0.234	0.476	0.000	0.000	0.239	—	—
ρ_1 - 1 Mpc - Seyferts	33	0.347	0.500	0.000	0.000	0.597	0.55	0.000
ρ_1 - 2 Mpc - Controle 1	934	0.112	0.227	0.030	0.000	0.119	—	—
ρ_1 - 2 Mpc - Seyferts	32	0.221	0.365	0.075	0.030	0.298	0.27	0.018
ρ_1 - 3 Mpc - Controle 1	746	0.114	0.186	0.030	0.000	0.119	—	—
ρ_1 - 3 Mpc - Seyferts	28	0.193	0.211	0.090	0.030	0.388	0.25	0.069

Tabela VII
 Comparação dos dados estatísticos para Sep₁ e Sep₂
 utilizando amostra “Controle 1”

	N	Média	σ	Mediana	25%	75 %	K-S	Prob
Sep ₁ - Controle 1	1026	1.878	2.013	1.288	0.688	2.319	—	—
Sep ₁ - Seyferts	33	1.377	0.933	1.188	0.539	1.952	0.14	0.600
Sep ₂ - Controle 1	1026	2.734	2.437	2.080	1.175	3.408	—	—
Sep ₂ - Seyferts	33	1.887	1.095	1.841	0.868	2.636	0.19	0.219

Uma vez determinada a $\phi(r)$, aplicamos a correção para o cálculo da distância à vizinha mais próxima e densidade que passam a ter as formas abaixo:

$$Sep_{1C} = \frac{Sep_1}{\phi(r)^{1/3}} \quad \text{e} \quad Sep_{2C} = \frac{Sep_2}{\phi(r)^{1/3}}$$

$$\rho_2 = \frac{N'}{\frac{4}{3}\pi R^3} \quad \text{e} \quad \rho_3 = \frac{N'}{\frac{4}{3}\pi R^3} \quad \text{e}$$

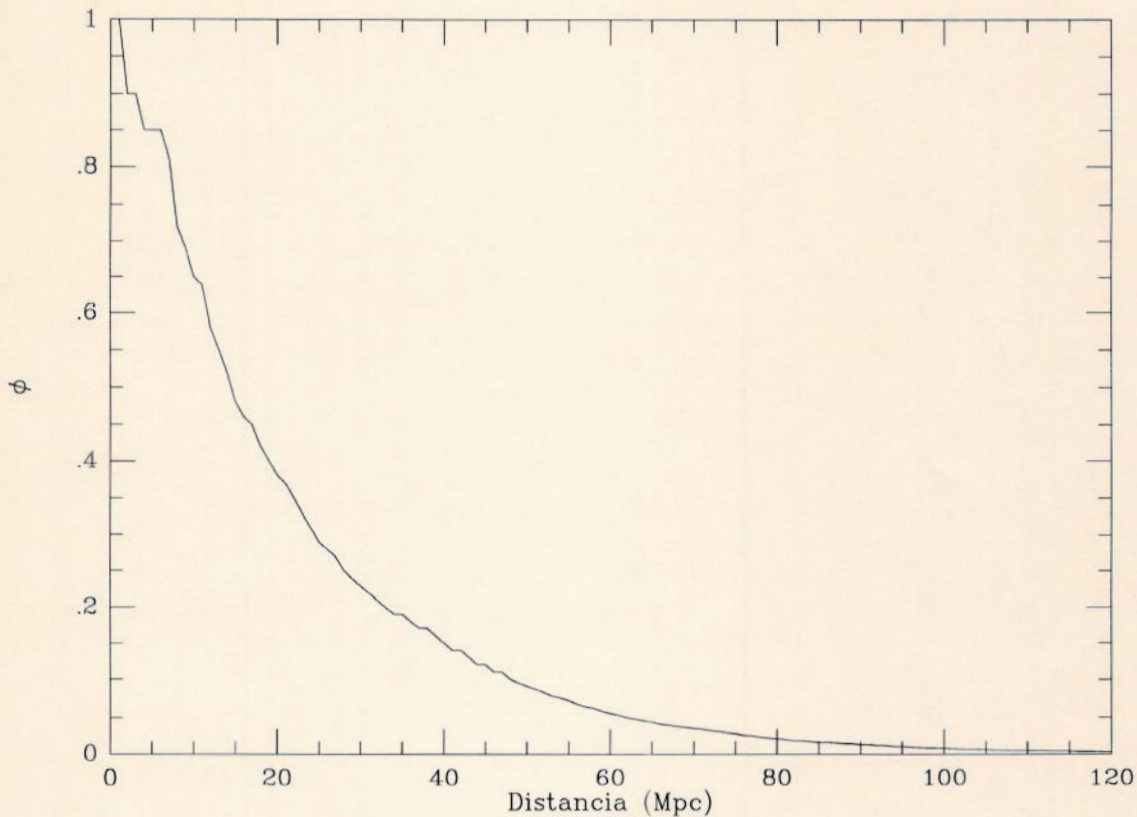


Figura 8 - Função de seleção do SSRS.

onde:

$$R' = \frac{R}{\phi(r)^{1/3}}.$$

Os valores de N' correspondem ao número de galáxias encontradas dentro do raio R' . Lembramos que $R = 1, 2$ e 3 Mpc. Estas correções foram feitas no sentido de diminuir os efeitos da distância na completeza de nossa amostra e tem diferentes efeitos nas densidades calculadas através de ρ_2 e ρ_3 . Para a primeira, fazemos um cálculo da densidade em volumes cada vez maiores como função da crescente distância, enquanto para ρ_3 fazemos somente uma contagem de objetos em volumes maiores fazendo a divisão por um volume fixo R . As distribuições e estatística para estes novos parâmetros são mostrados nas figuras 9, 10 e 11 e tabelas VIII e IX. De uma forma geral as densidades ρ_2 e ρ_3 mantiveram o comportamento encontrado para ρ_1 . As distâncias às companheiras mais próximas mostram agora uma diminuição das diferenças que existiam entre as médias e medianas para as

duas amostras. Pelo menos para o cálculo das densidades não parece ter havido uma alteração substancial no comportamento das distribuições após a correção por $\phi(r)$.

Tabela VIII
Dados estatísticos para densidades
 ρ_2 e ρ_3 para $R = 1, 2$ e 3 Mpc.

	N	Média	σ	Mediana	25%	75 %	K-S	Prob
ρ_2 - 1 Mpc - Controle 1	1026	0.181	0.385	0.039	0.000	0.148	—	—
ρ_2 - 1 Mpc - Seyferts	33	0.301	0.426	0.044	0.000	0.534	0.36	0.000
ρ_2 - 2 Mpc - Controle 1	934	0.086	0.196	0.020	0.007	0.068	—	—
ρ_2 - 2 Mpc - Seyferts	32	0.169	0.310	0.037	0.013	0.203	0.18	0.274
ρ_2 - 3 Mpc - Controle 1	746	0.088	0.159	0.017	0.006	0.082	—	—
ρ_2 - 3 Mpc - Seyferts	28	0.125	0.153	0.030	0.011	0.203	0.25	0.070
ρ_3 - 1 Mpc - Controle 1	1026	0.518	0.698	0.239	0.000	0.716	—	—
ρ_3 - 1 Mpc - Seyferts	33	0.651	0.652	0.478	0.000	1.194	0.36	0.000
ρ_3 - 2 Mpc - Controle 1	934	0.246	0.284	0.179	0.060	0.298	—	—
ρ_3 - 2 Mpc - Seyferts	32	0.362	0.365	0.224	0.149	0.567	0.17	0.352
ρ_3 - 3 Mpc - Controle 1	746	0.241	0.252	0.149	0.060	0.298	—	—
ρ_3 - 3 Mpc - Seyferts	28	0.346	0.239	0.239	0.149	0.567	0.21	0.171

Tabela IX
Dados estatísticos para Sep_{1C} e Sep_{2C} .

	N	Média	σ	Mediana	25%	75 %	K-S	Prob
Sep_{1C} - Controle 1	1026	0.895	0.851	0.704	0.394	1.104	—	—
Sep_{1C} - Seyferts	33	0.855	0.648	0.664	0.327	1.189	0.13	0.684
Sep_{2C} - Controle 1	1026	1.315	1.003	1.063	0.725	1.592	—	—
Sep_{2C} - Seyferts	33	1.161	0.720	1.138	0.623	1.412	0.19	0.213

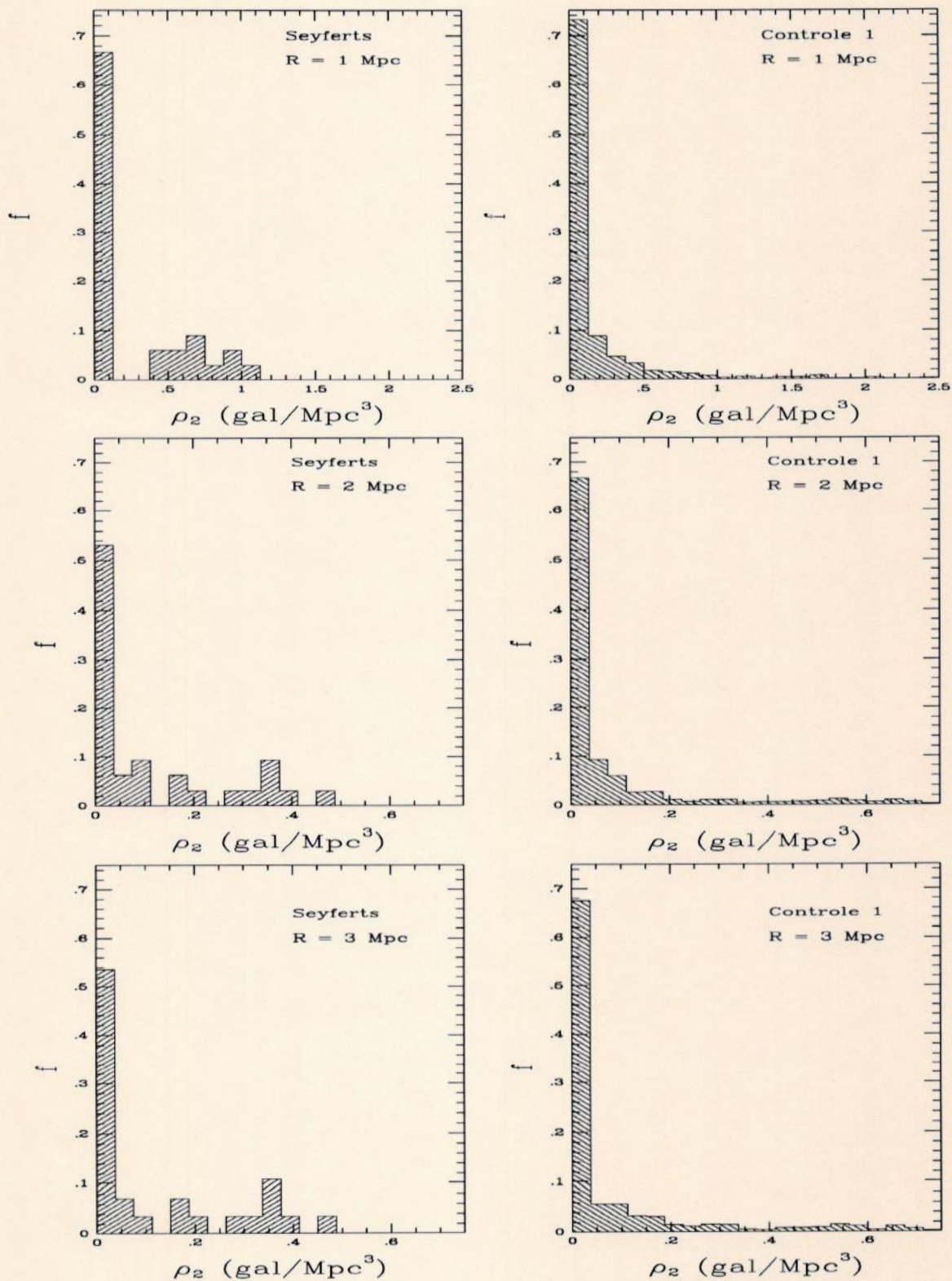


Figura 9 - Distribuição de densidades locais ρ_2 para raios $R = 1$ Mpc (painel superior), $R = 2$ Mpc (painel do meio) e $R = 3$ Mpc (painel inferior), com amostra de controle limitada por TM.

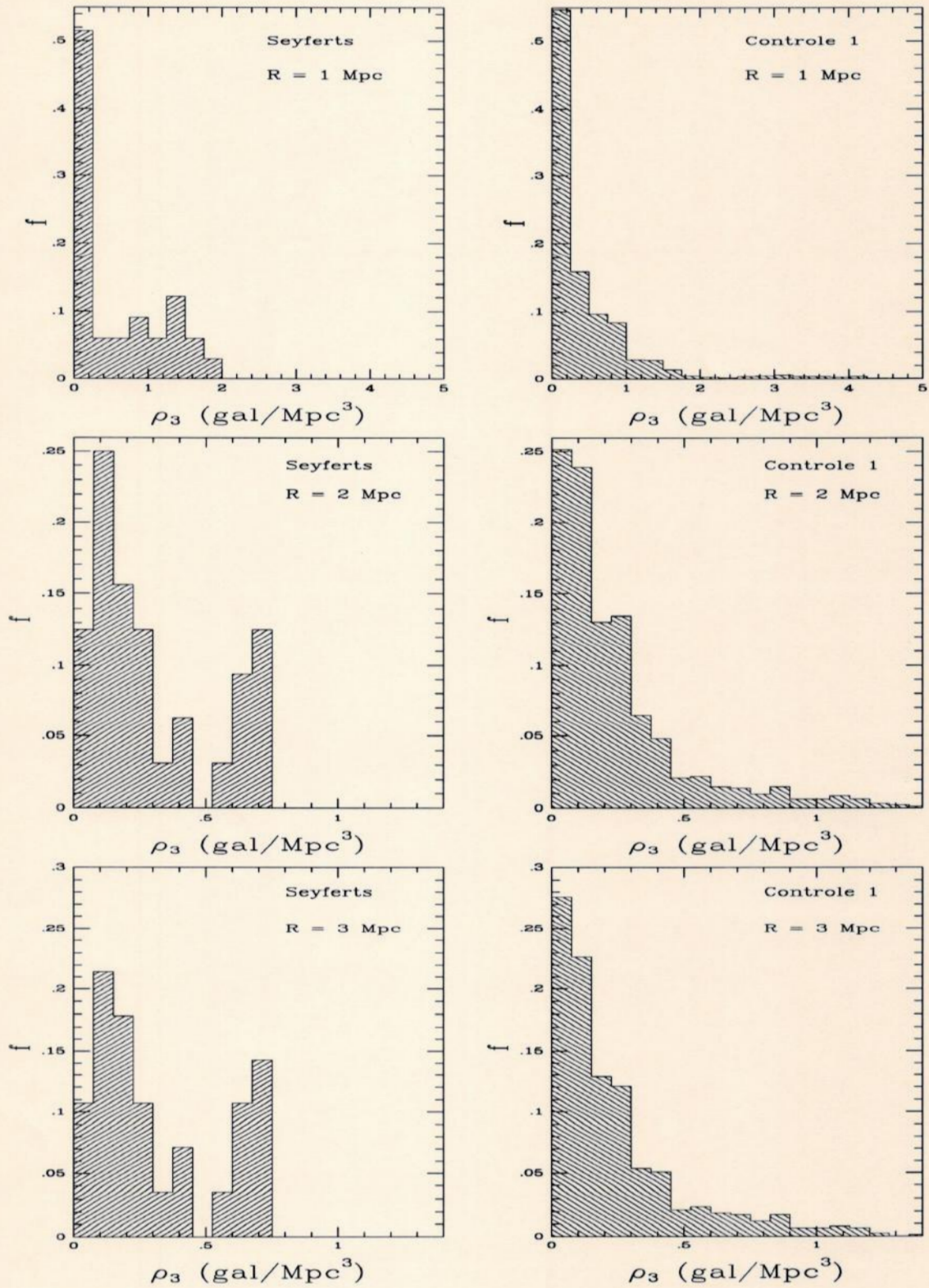


Figura 10 - Distribuição de densidades locais ρ_3 para raios $R = 1$ Mpc (painel superior), $R = 2$ Mpc (painel do meio) e $R = 3$ Mpc (painel inferior), com amostra de controle limitada por TM.

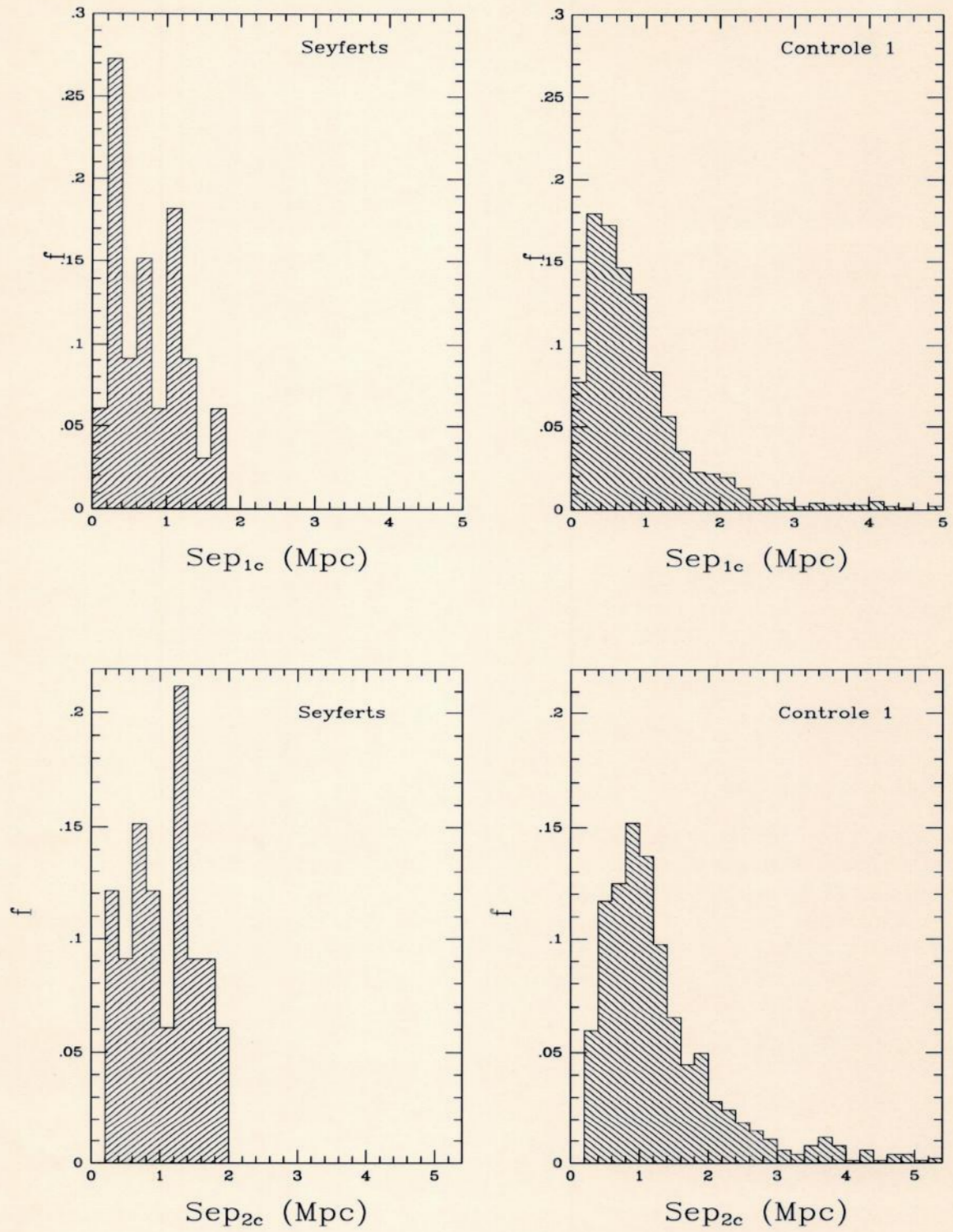


Figura 11 - Distribuição da distância à primeira (acima) e à segunda (abaixo) galáxia mais próxima com amostra de controle limitada por TM.

Numa outra tentativa de se diminuir os efeitos de perda de galáxias com a distância, limitarmos as amostras em $V_R = 5000$ km/s. Apresentamos na tabela X e figura 12 os diversos parâmetros estimadores de densidades calculados para $R = 2$ Mpc. O mesmo limite em velocidade foi aplicado nas distâncias às companheiras mais próximas, que são mostrados na tabela XI e figura 13. Este procedimento parece ter sido o que produziu maiores efeitos sobre as distribuições. Um pouco mais de detalhes serão vistos no próximo capítulo, onde uma comparação entre os diversos procedimentos serão feitos em forma esquemática e conclusões serão extraídas.

Tabela X

Dados estatísticos para densidades ρ_1 , ρ_2 e ρ_3
para $R = 2$ Mpc, com amostra de controle limitada para TM e V_R

	N	Média	σ	Mediana	25%	75 %	K-S	Prob
ρ_1 - 2 Mpc - Controle 2	571	0.169	0.275	0.090	0.030	0.209	—	—
ρ_1 - 2 Mpc - Seyferts	22	0.298	0.420	0.164	0.015	0.477	0.27	0.086
ρ_2 - 2 Mpc - Controle 2	571	0.135	0.238	0.043	0.016	0.152	—	—
ρ_2 - 2 Mpc - Seyferts	22	0.236	0.355	0.139	0.019	0.335	0.23	0.234
ρ_3 - 2 Mpc - Controle 2	571	0.302	0.339	0.179	0.090	0.388	—	—
ρ_3 - 2 Mpc - Seyferts	22	0.420	0.427	0.284	0.090	0.642	0.20	0.393

Tabela XI

Dados estatísticos para Sep_{1C} e Sep_{2C}
com amostras de controle limitadas em TM e V_R .

	N	Média	σ	Mediana	25%	75 %	K-S	Prob
Sep_1 - Controle 2	651	1.313	1.176	0.947	0.501	1.690	—	—
Sep_1 - Seyferts	23	1.492	1.047	1.363	0.482	2.096	0.14	0.800
Sep_{1C} - Controle 2	651	0.804	0.715	0.627	0.360	1.004	—	—
Sep_{1C} - Seyferts	23	1.044	0.790	1.065	0.399	1.321	0.25	0.135
Sep_{2C} - Controle 2	651	1.202	0.852	0.991	0.619	1.537	—	—
Sep_{2C} - Seyferts	23	1.347	1.043	1.225	0.612	1.666	0.16	0.626

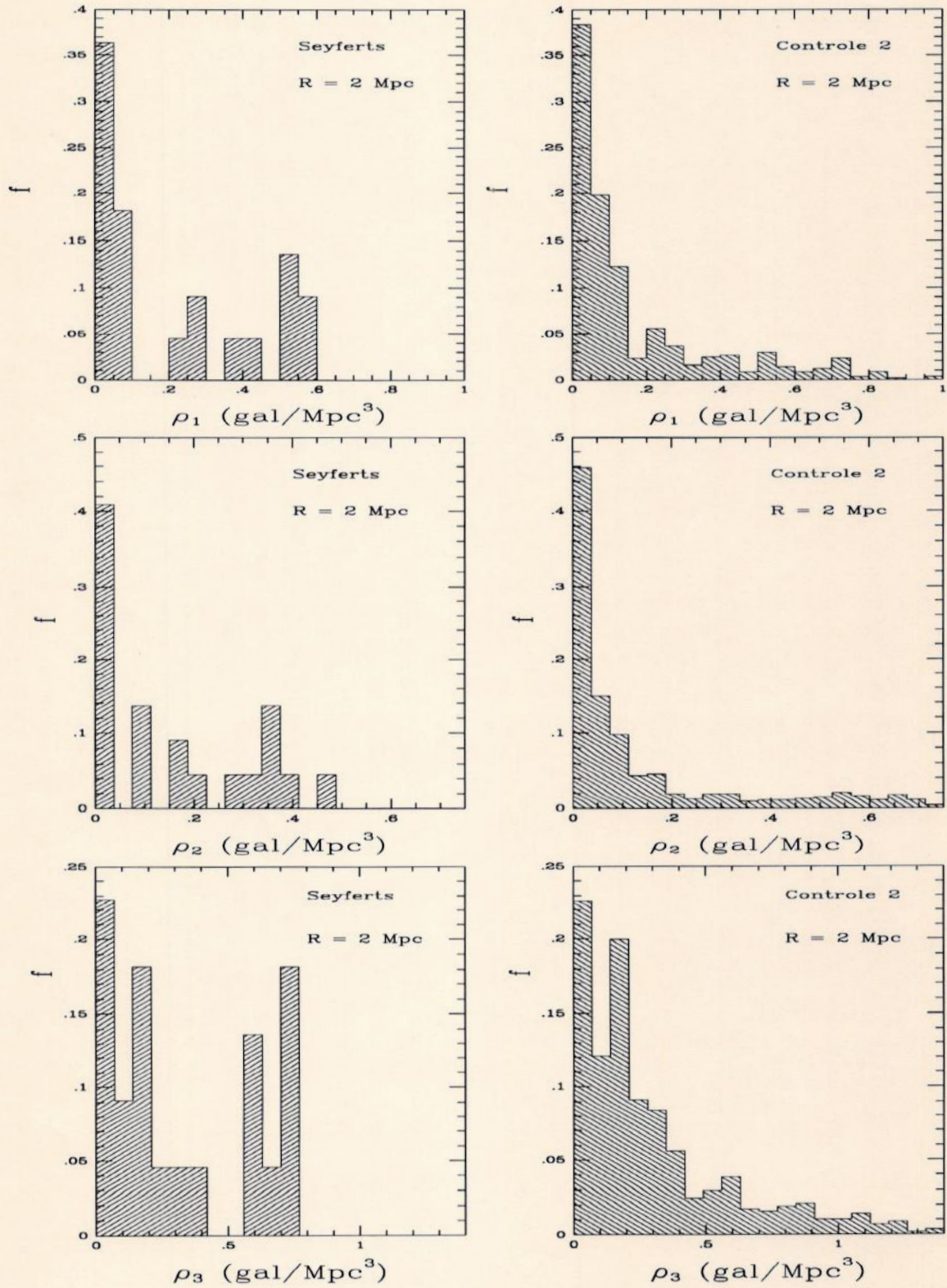


Figura 12 - Distribuição de ρ_1 , ρ_2 e ρ_3 para raios $R = 2$ Mpc, com amostras limitadas para $V_R = 5000$ km/s.

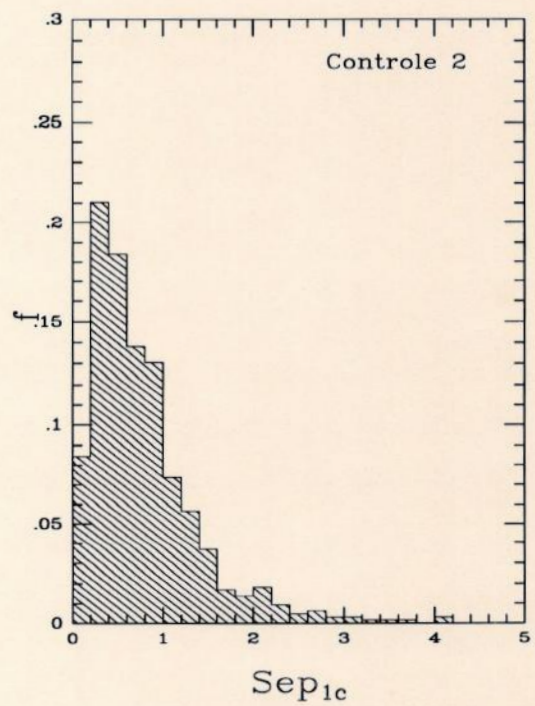
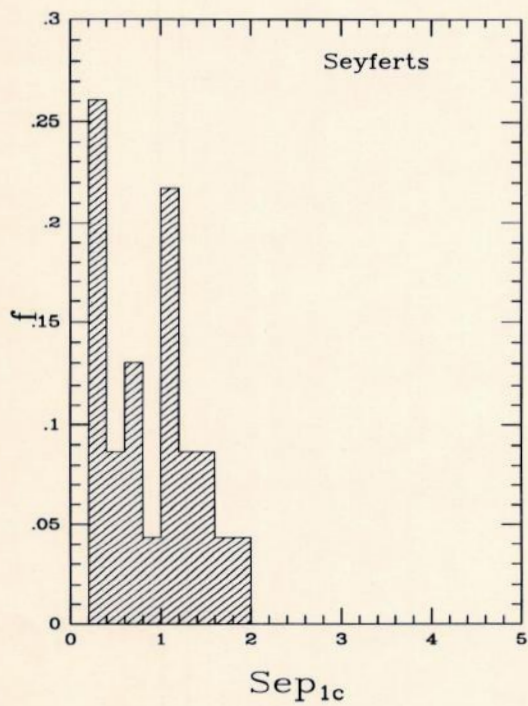
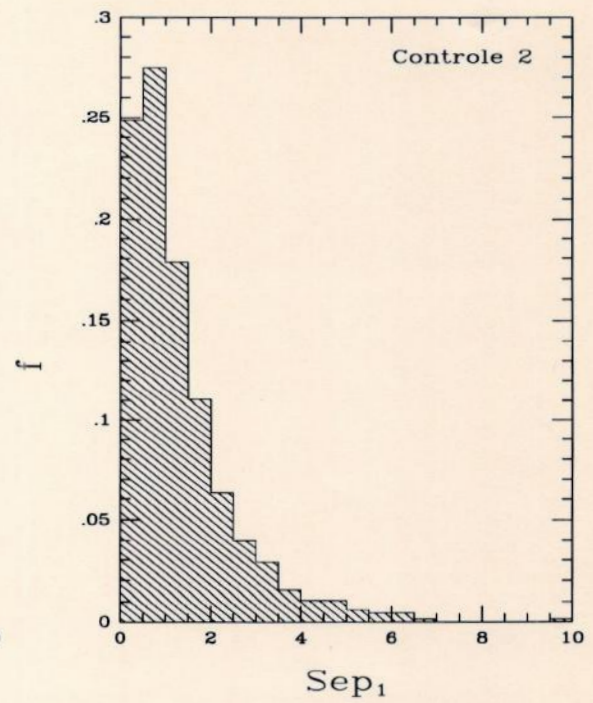
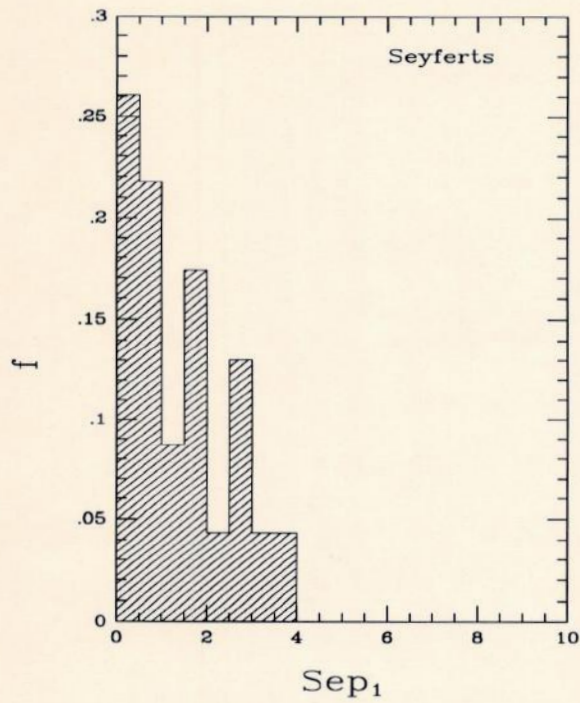


Figura 13 - Distribuição de Sep_1 (acima) e Sep_2 (abaixo) limitados à $V_R = 5000$ km/s.

IV. CONCLUSÃO

Com base no catálogo de Velocidades Radiais do SSRS, definimos duas amostras para estudos estatísticos sobre a atividade nuclear de galáxias (em particular das Seyferts) e sua relação com o meio ambiente.

O primeiro resultado encontrado foi de que a população de galáxias Seyferts é composta em sua maioria por tipos morfológicos espirais. Foi também constatado um significativo excesso de tipos IG (galáxias em interação) na amostra "Seyferts", numa proporção 10 vezes maior que para galáxias da amostra "Controle". Com isso podemos dizer:

CONCLUSÃO 1: *Galáxias Seyferts apresentam maior número de sistemas em interação do que galáxias normais.*

O cálculo das densidades nas vizinhanças das galáxias foram feitos através de vários métodos. O primeiro deles, ρ_1 , envolve a contagem de companheiras em torno de um determinado raio fixo. Em um primeiro exame não foram feitos ^{aj}restrições às amostras sendo a de "Seyferts" comparada com ^o"Controle". Para remover tipos morfológicos que não apresentam atividade nuclear, foi criada uma segunda amostra - "Controle 1". Uma terceira amostra, "Controle 2", foi gerada, tendo como limitação $V_R \leq 5000$ km/s. Vários parâmetros estatísticos foram calculadas para estas amostras e descritos no capítulo anterior.

Mostramos na figura 14 a evolução dos parâmetros estatísticos conforme os diferentes limites eram impostos ao cálculo de ρ_1 ($R = 2$ Mpc). Nesta figura estão representados por triângulos as medianas obtidas para as amostras "Seyferts" e nos quadrados as medianas para as medianas para as diferentes amostras de controle. As

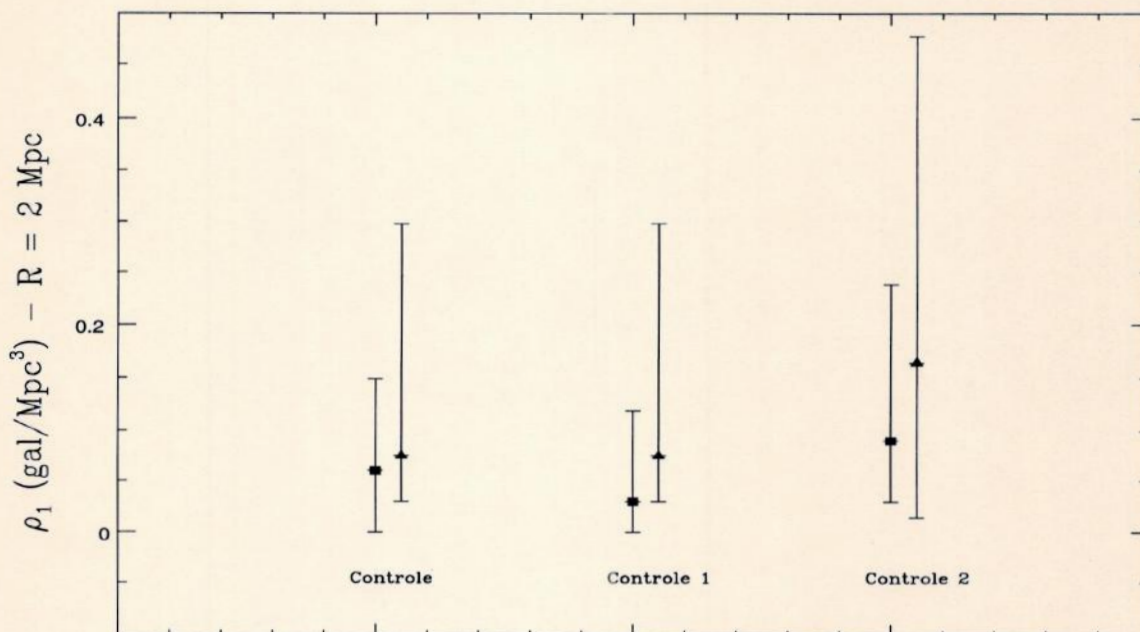


Figura 14 - Distribuição de medianas para ρ_1 como função dos cortes efetuados nas amostras (quadrados = Controle, triângulos = Seyferts).

“barras de erro” indicam os valores dos quartis superiores e inferiores.

Através da figura 14 notamos uma discreta evolução nas diferenças entre medianas (AGN versus Controle) para ρ_1 quando aplicado o limite em TM. Esta diferença se faz maior ao limitarmos em $TM + V_R$. Estes resultados sugerem uma tendência (ainda que marginal) das “Seyferts” encontrarem-se em ambientes de maior concentração de galáxias.

Uma análise foi feita de forma análoga à anterior para os estimadores ρ_2 e ρ_3 para $R = 2$ Mpc, apresentada no diagrama da figura 15. Mesmo após a correção por $\phi(r)$ no cálculo das densidades, o comportamento de ρ_2 e ρ_3 manteve-se parecido com o de ρ_1 . Uma possível explicação para este comportamento seria de que as correções efetuadas através de $\phi(r)$ não seriam suficientes, uma vez que ao limitarmos em V_R (utilização de uma amostra com menos perda por incompletude) haveria um aumento das diferenças entre medianas. Com respeito aos resultados obtidos por estes 3 estimadores, (ρ_1, ρ_2

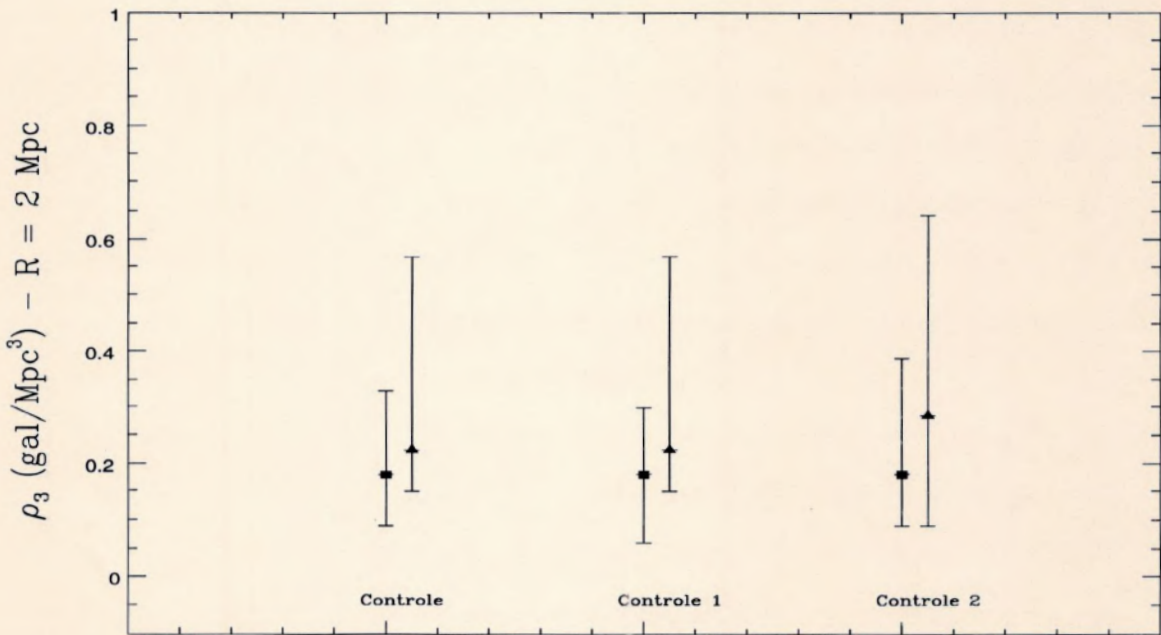
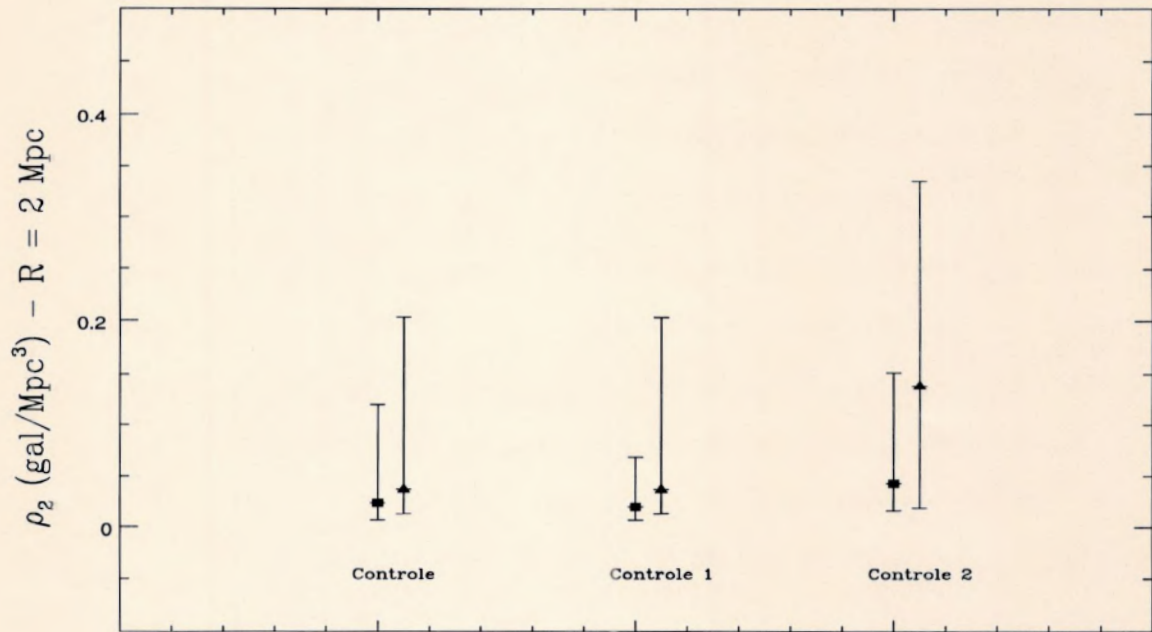


Figura 15 - Distribuição de medianas para ρ_2 e ρ_3 como função dos cortes efetuados nas amostras (quadrados = Controle, triângulos = Seyferts).

e ρ_3), podemos dizer:

CONCLUSÃO 2: *As galáxias Seyferts apresentam uma tendência significativamente baixa de estarem em regiões de grande concentração de galáxias quando comparadas com galáxias ditas normais.*

A utilização das distâncias às companheiras mais próximas como parametrizador de possível efeito de uma galáxia companheira na atividade nuclear, é resumida nos gráficos da figura 16 para os parâmetros Sep_1 , Sep_{1C} e Sep_2 . Após a correção para TM e V_R , os valores para as medianas das "Seyferts" resultam um pouco maiores que os para a amostra de controle, não apresentando indícios da necessidade de haver companheiras muito próximas para a produção do fenômeno Seyfert. Levando em conta estes resultados e a Conclusão 1, podemos dizer:

CONCLUSÃO 3: *As Seyferts tendem a apresentar mais galáxias com interação, embora isto não seja condição necessária para a existência do fenômeno.*

Ao longo da análise dos resultados apresentados neste trabalho, foi possível preceber a importância da completeza das amostras. É necessário prover de amostras limitadas em magnitudes mais fracas (no nosso caso seria em diâmetros menores) para minimizarmos os efeitos de incompleteza. Talvez só uma correção estatística não seja necessário para remover seus efeitos, uma vez que necessitamos saber se realmente existe ou não companheiras próximas às galáxias examinadas.

A utilização de outros estimadores tais como densidade medida dentro do volume dado pela distância à sexta galáxia mais próxima, ou parâmetros que levem em conta a massa e a distância da companheira, poderão revelar evidências, se existirem de fato, dos efeitos ambientais sobre a atividade das galáxias.

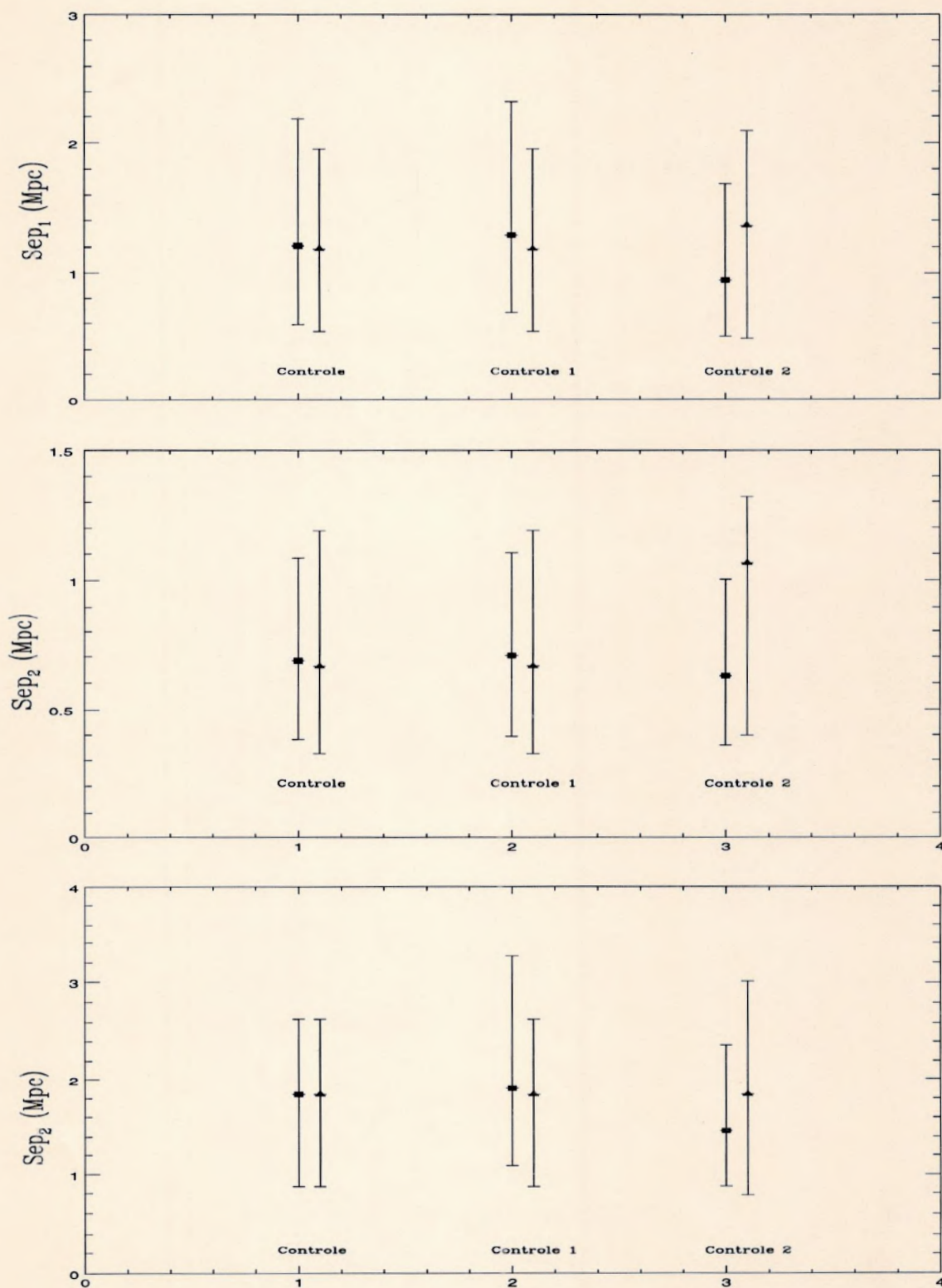


Figura 16 - Distribuição de medianas para Sep_1 , Sep_{1C} e Sep_2 como função dos cortes efetuados nas amostras (quadrados = Controle, triângulos = Seyferts).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, T. F. 1977, ApJ S. S. , 33, 19.
- Arp, H. C. 1966 *Atlas of Peculiar Galaxies* (California Institute of Technology: Pasadena).
- Baade, W. & Minkowski, R. 1954, ApJ, 119, 206.
- Baldwin J. A. Phillips M. M. & Terlevich R. 1981, PASP, 93, 5 (BPT).
- Balick, B. & Heckman T. M. 1982 ARAA, 20,431
- Barnes, J. S. & Hernquist, L. 1992, ARAA, 30, 705.
- Bushouse, H. A. 1986 ApJ, 91, 2, 255.
- da Costa, L. N., Pellegrini, P. S., Nunes, M. A., Willmer, c. & Latham, D. 1984, AJ, 89, 1310.
- da Costa, L. N., Pellegrini, P. S., Sargent, W. L. W., Tonry, J., Davis, M., Meiksin, A., Latham, D. W., Mensies, J. W., e Culson, I. A. 1988, ApJ, 327,544.
- Dahari, O. 1984, AJ, 89, 7, 996.
- . 1985, AJ, 90, 9, 1772.
- Davis & Huchra J. 1982, ApJ, 254, 437.
- Dressler A., 1980, ApJ 236, 351.
- Fath E. A. 1909, *Lick Obs. Bull.* 5, 71.
- Fillipenko, A. V. & Terlevich, R. 1992 ApJ, 397,L79.
- Fuentes-Williams, T. & Stocke, J. T. 1988, AJ, 96,4,1235 (FS).
- Haynes, M. P. & Giovanelli, R. 1986. ApJ, 306, 466.
- Heckman, T. 1980, A& A, 87, 152.
- Ho, L. C., Filippenko, A.V. & Sargent, W. L. W., 1993, ApJ, 417, 63
- Hubble, E., Humanson, M., 1931. ApJ 74, 43.

- Kennicutt Jr., R. C., Keel, W. C., van der Hulst, J. M., Hummel, E. & Roettiger, K. A. 1987, *AJ*, 93, 5, 1011.
- Lauberts, A. 1982 *The ESO/Uppsala Survey of the ESO(B) Atlas*, European Southern Observatory, Munich.
- Larson, R. B. & Tinsley, B. M. 1978, *ApJ*, 219, 46.
- Laurikainen, E. & Salo, H. 1995, *A&A*, 293, 683.
- MacKenty, J. W. 1989, *ApJ*, 343,125.
- Magri, C., Haynes, M.P. Forman, W., Jones, C. & Giovanelli, R. 1988, *ApJ*, 333,136.
- Maia, M. A. G. & da Costa, L. N. 1990, *ApJ*, 352, 457.
- Maia, M. A. G., da Costa, L. N., Willmer, C., Pellegrini, P.S.S. & Rit e, C. 1987, *AJ*, 93, 3.
- Maia, M. A. G., Pastoriza, M.G., Bica, E. & Dottori, H. 1994a, submetido ao *ApJSS*.
- Melnick, J. & Sargent, W. L. 1977, *ApJ*, 215, 401.
- Oemler, A.1974, *ApJ*, 94, 1.
- Osterbrock, D. E. 1991, *Rep. Prog. Phys.*, 54, 579.
- . 1993, *ApJ*, 404,551.
- Postman, M. & Geller, M. J. 1984, *ApJ*, 281, 95.
- Seyfert C. K., 1943, *ApJ* 97, 28
- Siegel, S. 1975, *Estatística N o-Param trica* (Rio de Janeiro: McGraw-Hill)
- Simkin, S. M., Su, H. J. & Schwarz, M. P. 1980, *ApJ*, 237, 404.
- V eron-Cetty, M.-P. & V eron, P. 1993, *A Catalogue of Quasars and Active Nuclei*, 6th edition, ESO Publication, Munich.
- Whitmore, B. C., 1994, *STScI Preprint Series*, 855
- Young, J. S., Kenney, J. D., Tacconi, L., Claussen, M.J., Huang, Y. L., Tacconi-Garman, L., Xie, S. & Schloerb, F. P. 1986, *ApJ* 311, L17.