

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

Alice Deconto Machado

***FEEDBACK DE AGN EM GALÁXIAS DO PROJETO MANGA: UMA
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO E CINEMÁTICA DO GÁS IONIZADO***

Santa Maria, RS
2019

Alice Deconto Machado

***FEEDBACK DE AGN EM GALÁXIAS DO PROJETO MANGA: UMA ANÁLISE DA
DISTRIBUIÇÃO E CINEMÁTICA DO GÁS IONIZADO***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física, Área de Concentração em Astronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Física**.

ORIENTADOR: Prof. Rogemar André Riffel

Santa Maria, RS
2019

Machado, Alice Deconto

Feedback de AGN em galáxias do projeto MaNGA: uma análise da distribuição e cinemática do gás ionizado / Alice Deconto Machado.- 2019.

71 p.; 30 cm

Orientador: Rogemar André Riffel

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Física, RS, 2019

1. Atividade nuclear de galáxias 2. Feedback de AGN
3. Outflows 4. Cinemática 5. Espectroscopia I. Riffel, Rogemar André II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

©2019

Todos os direitos autorais reservados a Alice Deconto Machado. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

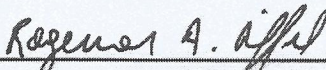
End. Eletr.: alicedeconto@gmail.com

Alice Deconto Machado

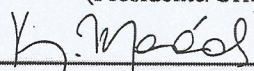
**FEEDBACK DE AGN EM GALÁXIAS DO PROJETO MANGA: UMA ANÁLISE DA
DISTRIBUIÇÃO E CINEMÁTICA DO GÁS IONIZADO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física, Área de Concentração em Astronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Física**.

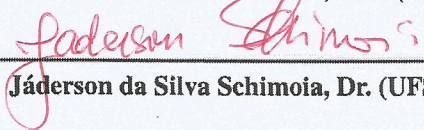
Aprovado em 21 de outubro de 2019:



Rogemar André Riffel, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Karín Menéndez-Delmestre, Dra. (UFRJ)



Jáderson da Silva Schimoia, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2019

AGRADECIMENTOS

- ★ *Aos meus pais, Vânia e Luiz, pelo exemplo e por embarcarem nas minhas maluquices sem nem questionar (na maioria das vezes);*
- ★ *Ao Prof. Rogemar pela orientação, pelos conselhos e pelas diversas oportunidades oferecidas durante os últimos anos;*
- ★ *Aos professores do departamento de Física da UFSM que contribuíram para a minha formação. Em especial ao Prof. Sandro, pelas contribuições, pelos conselhos e pelas excelentes aulas;*
- ★ *A todos os amigos do Grupo de Astrofísica, sem exceção;*
- ★ *À Gabriele e ao Rafael, pelas contribuições e discussões sobre a pesquisa;*
- ★ *À Roberta P., pelas conversas filosóficas;*
- ★ *À Kelly, Vanessa, Gabriele e Roberta H., pelas conversas que vão desde Astrofísica até “chapivaras” e mesas que saem da manga do casaco cheio de chocolate;*
- ★ *Aos “sequelados”: Roberta H., Marilene e Gabriel. Por tornarem minhas manhãs de quinta-feira bastante agradáveis. Bem mais agradáveis do que ver um papel pardo cheio de fitas adesivas desparelhas na parede;*
- ★ *Ao Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia, pela participação no “Brazilian Participation Group” do Sloan Digital Sky Survey-IV;*
- ★ *Ao CNPq, pelo financiamento da pesquisa.*

RESUMO

***FEEDBACK* DE AGN EM GALÁXIAS DO PROJETO MANGA: UMA ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO E CINEMÁTICA DO GÁS IONIZADO**

AUTORA: Alice Deconto Machado

ORIENTADOR: Rogemar André Riffel

Com o final do século XX, grandes projetos de levantamento de dados astronômicos tiveram início, impulsionados pelo desenvolvimento de telescópios potentes. Um desses projetos é o *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS), que compreende vários subprogramas, como o *Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory* (MaNGA). Esse projeto pretende mapear 10 mil galáxias próximas para esclarecer os fenômenos que propiciam a evolução e a formação desses objetos. O projeto MaNGA utiliza ainda outra novidade do século XXI: a espectroscopia de campo integral. Este tipo de espectroscopia, diferentemente dos demais, permite que sejam analisadas regiões específicas do objeto observado. Uma destas regiões é o núcleo galáctico, que, em algumas situações, apresenta uma grande luminosidade que não pode ser justificada apenas pelo contínuo estelar. Nestes casos, o núcleo é dito ativo (AGN: do inglês, *Active Galactic Nuclei*) e atribui-se sua alta emissão de energia ao processo de acreção de matéria por um buraco negro supermassivo localizado no centro da galáxia. Dependendo das suas características físicas e espectrais, um AGN pode ser classificado em vários tipos. As galáxias ativas que foram observadas pelo MaNGA são, em sua maioria, do tipo LINER e galáxias Seyfert. O processo de acreção de matéria pode acarretar em *feedback* de AGN, como *outflows* de gás ionizado por exemplo. O *feedback* é responsável por controlar o crescimento e evolução das galáxias, interferindo na formação estelar e também na cinemática da galáxia hospedeira em extensões bastante variadas, que podem alcançar escalas de kiloparsec. Neste trabalho, é analisada a cinemática de galáxias ativas e não-ativas a fim de detectar *outflows* de gás ionizado e estimar suas potências e extensões. Para isso, foi realizado um ajuste espectral com o auxílio do código GANDALF e elaborou-se perfis cinemáticos, dados em termos de raio efetivo. A amostra principal é composta por 170 AGN selecionados do projeto MaNGA. Definiu-se também uma amostra de galáxias de controle, cujas principais propriedades assemelham-se às das galáxias de núcleo ativo, e subamostras de AGN, baseadas na luminosidade e na morfologia das mesmas. Através da análise dos perfis globais destas amostras, verifica-se que, em média, os AGN mais luminosos apresentam velocidades e dispersão de velocidades residuais maiores que as suas respectivas galáxias de controle em todos os anéis radiais considerados ($0.2 \leq R \leq 1.0 R_e$). Além disso, a extensão média dos *outflows* são menores do que a da região de linhas estreitas (NLR) dos AGN: enquanto que a extensão dos primeiros corresponde a aproximadamente 40% do raio efetivo, as últimas alcançam 70%. No entanto, as maiores NLR tendem a apresentar os *outflows* mais extensos. Quanto às taxas de ejeção de gás ionizado, os valores variam entre 10^{-4} e $10^{-2} M_{\odot} \text{ ano}^{-1}$. Semelhantemente, a potência cinética também é baixa, indo de 10^{35} a $10^{39} \text{ erg s}^{-1}$. Estes resultados indicam que, apesar de serem detectados nas galáxias ativas da amostra, os *outflows* de AGN não são potentes a ponto de influenciar na cinemática e na evolução das suas respectivas galáxias hospedeiras.

Palavras-chave: Atividade Nuclear. *Feedback* de AGN. *Outflow*. Cinemática. Espectroscopia.

ABSTRACT

AGN FEEDBACK IN GALAXIES FROM THE MANGA PROJECT: AN ANALYSIS OF THE IONIZED GAS DISTRIBUTION AND KINEMATICS

AUTHOR: Alice Deconto Machado

ADVISOR: Rogemar André Riffel

By the end of the XX century, large data surveys began due to the development of powerful telescopes. The Sloan Digital Sky Survey (SDSS) is one of these surveys and comprehend subprojects like the Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory (MaNGA). The MaNGA project aims to map 10 thousand nearby galaxies in order to better understand the phenomena behind the formation and evolution of these objects. The project also uses another XXI century innovation: the integral field spectroscopy. This type of spectroscopy, unlike the others, allows the analysis of specific regions of the observed object. One of these regions is the galactic nucleus, which in some galaxies present a huge luminosity that cannot be explained only by considering the stellar continuum. In these cases, the nucleus is said active (AGN: Active Galactic Nuclei) and its high energy emission is attributed to the process of matter accretion through a supermassive black hole located in the center of the galaxy. Depending on the physical and spectral features, an AGN may be classified in different types. The active galaxies observed by the MaNGA project are, mostly, LINER and Seyfert galaxies. The matter accretion process may lead to AGN feedback, such as ionized gas outflows. Feedback is responsible for controlling the growth and evolution of galaxies, interfering in the star formation and in the host galaxy kinematics. These processes can reach kiloparsec scales. In the present work, the kinematics of active and non-active galaxies is analysed in order to detect ionized gas outflows and estimate their power and extensions. A spectral fitting was done using the GANDALF code and kinematics profiles in terms of effective radius were elaborated. The main sample is composed by 170 AGN selected from the MaNGA project and was separated into subsamples based on the galaxies' luminosity and morphology. A sample of control galaxies was also defined so that the main properties of these objects are similar to that of the AGN. By analysing the global profiles, it can be noticed that, on average, the most luminous AGN present higher residual velocities and velocity dispersions than their respective control galaxies in all the radial bins considered ($0.2 \leq R \leq 1.0 R_e$). Besides that, the mean outflow extension is smaller than that of the narrow line regions (NLR): outflows presented an extension of around 40% of the effective radius, while the NLR displayed 70%. However, the extensive NLR tend to host the biggest outflows. Regarding ionized gas ejection rates, the values vary between 10^{-4} and $10^{-2} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$. Similarly, the kinetic power is low, going from 10^{35} to $10^{39} \text{ erg s}^{-1}$. These results suggest that AGN outflows are not powerful enough to affect the kinematics and the evolution of their respective hosts galaxies, in spite of being detect in the sample's galaxies.

Keywords: Nuclear activity. AGN Feedback. Outflow. Kinematics. Spectroscopy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Espectros óticos dos dois tipos de galáxias Seyfert.	13
Figura 1.2 – Espectro ótico da galáxia NGC 1052, classificada como LINER.	14
Figura 1.3 – Esquema do Modelo Unificado de AGN, proposto por Antonucci (1993). ...	16
Figura 1.4 – Perfil esquemático do gráfico da função de luminosidade, indicando a influência do <i>feedback</i> de AGN na galáxia.	18
Figura 1.5 – Taxas de <i>outflow</i> e potência cinética como função da luminosidade bolométrica	21
Figura 2.1 – Representação esquemática da obtenção de um cubo de dados utilizando um conjunto de fibras óticas.	24
Figura 2.2 – Representação dos diferentes tamanhos de IFU utilizados pelo MaNGA. ...	25
Figura 2.3 – Exemplos dos diagramas de diagnóstico BPT e WHAN.	27
Figura 2.4 – Distribuições de algumas das propriedades das galáxias selecionadas.	30
Figura 2.5 – Mapas de fluxo, velocidade e dispersão de velocidades da galáxia MaNGA 1-149561.	31
Figura 3.1 – Mapas de velocidade e dispersões de velocidade para a galáxia MaNGA 1-149561.	32
Figura 3.2 – Perfis radiais individuais da galáxia ativa MaNGA 1-269632.	33
Figura 3.3 – Perfis globais das diferentes linhas de emissão para as amostras gerais.	34
Figura 3.4 – Mapas de velocidade e dispersão de velocidades da galáxia MaNGA 1-149561, considerando apenas os <i>spaxels</i> classificados como AGN no diagrama BPT.	35
Figura 3.5 – Perfis das linhas de emissão para as diferentes subamostras.	36
Figura 3.6 – Comparação entre os perfis cinemáticos radiais.	37
Figura 3.7 – Perfis cinemáticos globais para as diferentes amostras.	38
Figura 3.8 – Perfis de razão de linha para AGN BPT e AGN <i>host</i>	39
Figura 3.9 – Perfis cinemáticos globais para diferentes bins de luminosidade.	40
Figura 3.10 – Perfis contendo apenas os 75% maiores valores de velocidade residual. ...	41
Figura 4.1 – Perfis radiais das diferenças entre AGN e seus respectivos controles.	44
Figura 4.2 – Histograma das distribuições de dispersão de velocidades para AGN e galáxias de controle do MPL-5.	45
Figura 4.3 – Histogramas das distribuições de dispersão de velocidades para AGN e galáxias de controle do MPL-8, em diferentes bins de raio efetivo.	46
Figura 4.4 – Distribuições de σ_{frac} médio em uma abertura de 2.5 arcsec de diâmetro, incluindo MPL-8 e MPL-5.	47
Figura 4.5 – Gráfico da luminosidade <i>versus</i> dispersão de velocidades para amostras do MPL-5.	47
Figura 4.6 – Gráfico da luminosidade <i>versus</i> σ_{frac} para as amostras principais.	49
Figura 4.7 – Exemplo de estimativa da extensão do <i>outflow</i> de gás na galáxia MaNGA 1-270129.	50
Figura 4.8 – Gráfico da estimativa da extensão da NLR <i>versus</i> a estimativa da extensão do <i>outflow</i>	51
Figura 4.9 – Gráfico dos raios das NLR e dos <i>outflows</i> da amostra de AGN, em kiloparsec	51
Figura 4.10 – Gráficos de \dot{M}_{out} e \dot{E}_{kin} <i>versus</i> luminosidade bolométrica.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Taxas médias de <i>outflows</i> para as amostras de AGN.....	52
Tabela 4.2 – Valores médios de potência cinética para as amostras de AGN.....	53
Tabela A.1 – Parâmetros da amostra geral de AGN.....	63
Tabela B.1 – Parâmetros da amostra de controle.....	68
Tabela C.1 – Estimativas para taxa de <i>outflows</i> e potência cinética.	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGN	<i>Active Galactic Nuclei</i> ou Núcleo Ativo de Galáxias
BLR	<i>Broad Line Region</i> ou Região de Linhas Largas
BOSS	<i>Baryon Oscillation Spectroscopic Survey</i>
CALIFA	<i>Calar Alto Legacy Integral Field Area</i>
DEC	<i>Declination</i> ou Declinação
ENLR	<i>Extended Narrow-Line Region</i> ou Região de Linhas Estreitas Estendida
ETAGN	<i>Early-type Active Galactic Nuclei</i>
FWHM	<i>Full Width at Half Maximum</i>
GANDALF	<i>Gas AND Absorption Line Fitting</i>
HST	<i>Hubble Space Telescope</i> ou Telescópio Espacial Hubble
IDL	<i>Interactive Data Language</i>
IFU	<i>Integral Field Unit</i> ou Unidade de Campo Integral
LINER	<i>Low-Ionization Nuclear Emission-Line Region</i>
LOSVD	<i>Line-of-Sight Velocity Distribution</i>
LTAGN	<i>Late-Type Active Galactic Nuclei</i>
MaNGA	<i>Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory</i>
MPL	<i>MaNGA Product Launch</i>
NGC	<i>New General Catalogue</i>
NLR	<i>Narrow Line Region</i> ou Região de Linhas Estreitas
OSIRIS	<i>Ohio State Infra-Red Imager/Spectrometer</i>
pPXF	<i>penalized Pixel-Fitting</i>
QUASAR	<i>Quasi-Stellar Radio Source</i>
RA	<i>Right Ascension</i> ou Ascensão reta
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SAGN	<i>Strong Active Galactic Nuclei</i>
SAURON	<i>Spectrographic Areal Unit for Research on Optical Nebulae</i>
SDSS	<i>Sloan Digital Sky Survey</i>

SINFONI *Spectrograph for INtegral Field Observations in the Near Infrared*
SMBH *Supermassive Black Hole ou Buraco Negro Supermassivo*
VLT *Very Large Telescope*
WAGN *Weak Active Galactic Nuclei*

LISTA DE SÍMBOLOS

M_{\odot}	Massa do Sol (1.98×10^{30} kg)
L_{\odot}	Luminosidade do Sol (3.83×10^{33} erg s ⁻¹)
Z_{\odot}	Metalicidade do Sol (0.0177)
Gyr	10 ⁹ anos
Myr	10 ⁶ anos
kpc	10 ³ parsec (1 pc = 3.086×10^{16} m)
Å	Angström (10^{-10} m)
arcsec	Segundo de arco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	NÚCLEOS ATIVOS DE GALÁXIAS	12
1.1.1	Galáxias Seyfert	13
1.1.2	LINER	14
1.1.3	O mecanismo central.....	14
1.2	A REGIÃO DE LINHAS ESTREITAS	17
1.3	<i>OUTFLOWS</i> E <i>FEEDBACK</i> DE AGN	19
1.4	OBJETIVOS	21
2	DADOS E METODOLOGIA	23
2.1	O PROJETO MANGA	23
2.1.1	A espectroscopia de campo integral	24
2.2	A AMOSTRA DE AGN	25
2.3	A AMOSTRA DE CONTROLE.....	28
2.4	GANDALF E A ANÁLISE ESPECTRAL	29
3	RESULTADOS	32
3.1	PERFIS INDIVIDUAIS	32
3.2	PERFIS GLOBAIS	33
3.2.1	Perfis globais da linha de emissão [O III] λ 5007.....	37
4	DISCUSSÃO	43
4.1	AGN <i>VERSUS</i> CONTROLES	43
4.2	COMPARAÇÃO ENTRE MPL-5 E MPL-8	45
4.2.1	Distribuições de dispersão de velocidades	45
4.2.2	Relação entre luminosidade e dispersão de velocidades	47
4.3	EXTENSÕES DAS NLR E DOS <i>OUTFLOWS</i>	48
4.4	<i>FEEDBACK</i> : TAXAS DE <i>OUTFLOW</i> E POTÊNCIA CINÉTICA.....	51
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	APÊNDICE A – TABELA DE PROPRIEDADES DA AMOSTRA GERAL DE AGN	63
	APÊNDICE B – TABELA DE PROPRIEDADES DA AMOSTRA DE CONTROLE	68
	APÊNDICE C – ESTIMATIVAS DA TAXA DE <i>OUTFLOWS</i> E POTÊNCIA CINÉTICA	75

1 INTRODUÇÃO

1.1 NÚCLEOS ATIVOS DE GALÁXIAS

Compostas por gás, poeira e inúmeras estrelas das mais variadas classes, as galáxias constituem sistemas gravitacionalmente ligados cujas luminosidades podem apresentar uma ampla gama de valores. A título de exemplo, estima-se que a Via Láctea tenha aproximadamente 10^{12} estrelas e uma luminosidade do disco no ótico de $10^{10} L_{\odot}$ ¹. Em casos assim, a luminosidade pode ser justificada pelos processos de fusão nuclear que ocorrem nos interiores estelares.

Entretanto, existem algumas galáxias (cerca de 10% das já observadas) cujos núcleos são os contribuintes mais notáveis no espectro das mesmas. Galáxias desse tipo usualmente apresentam luminosidades bolométricas da ordem de 10^{42} a 10^{48} erg s⁻¹ e são ditas ativas, por hospedarem Núcleos Ativos de Galáxias (AGN: do inglês, *Active Galactic Nuclei*). Esses últimos são os principais objetos de interesse do presente trabalho e serão discutidos em maiores detalhes ao longo desse capítulo.

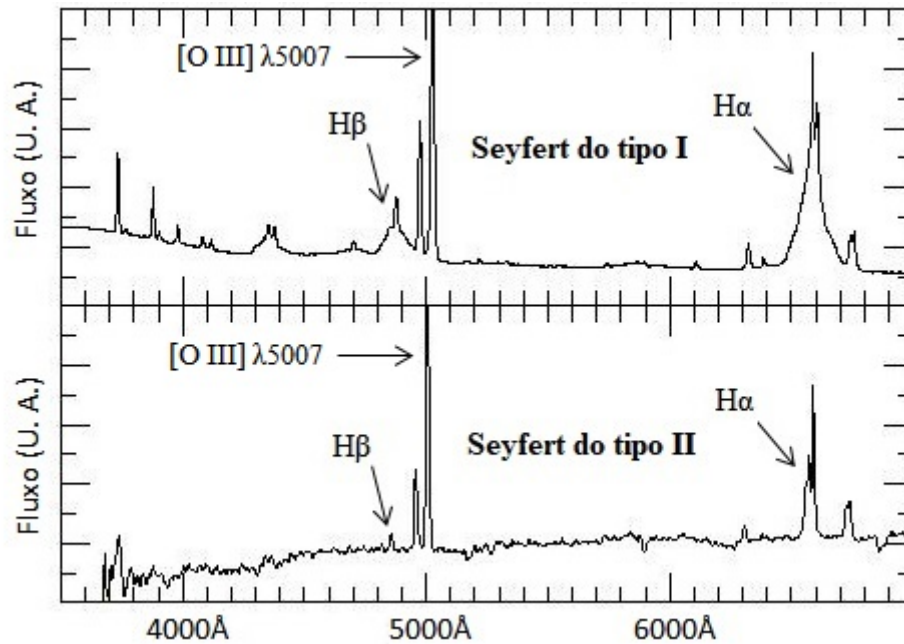
Em muitos casos, o brilho proveniente do núcleo ativo de uma galáxia é muito mais intenso do que todo o brilho de todo o restante da mesma, por vezes ofuscando a galáxia hospedeira. Além disso, o brilho dessas regiões pode apresentar uma alta variabilidade, em escalas de horas a dias, o que pode ser visto como um indício de que o volume da região ativa é bastante compacto se comparado ao de toda a galáxia.

Os núcleos ativos mais luminosos podem facilmente atingir uma luminosidade $L \sim 10^{13} L_{\odot}$. Por apresentarem uma rápida variabilidade de brilho, semelhante à de estrelas, e pela aparência puntual, em decorrência do alto *redshift* em que são frequentemente observados, esses objetos recebem o nome de *Quasi-Stellar Radio Sources*, ou QUASAR. Entretanto existem outras classes de AGN, com menor luminosidade: galáxias Seyfert, rádio-galáxias, *Low Ionization Nuclear Emission Regions* (LINER) e blazares.

Para caracterizar as classes de AGN, é necessário analisar a largura das linhas de emissão dos seus espectros e suas intensidades relativas, a luminosidade nuclear, a emissão em bandas rádio e a morfologia da galáxia hospedeira. Como os objetos que compõem a amostra selecionada no presente trabalho (descrita na Seção 2.2) são AGN dos tipos Seyfert e LINER, o texto a seguir será direcionado para essas duas classes.

¹Luminosidade do Sol: $L_{\odot} \approx 3.83 \times 10^{33}$ erg s⁻¹.

Figura 1.1: Espectros óticos dos dois tipos de galáxias Seyfert.



Fonte: <http://www.uni.edu/morgans/astro/course/Notes/section3/new13.html>, com algumas modificações.

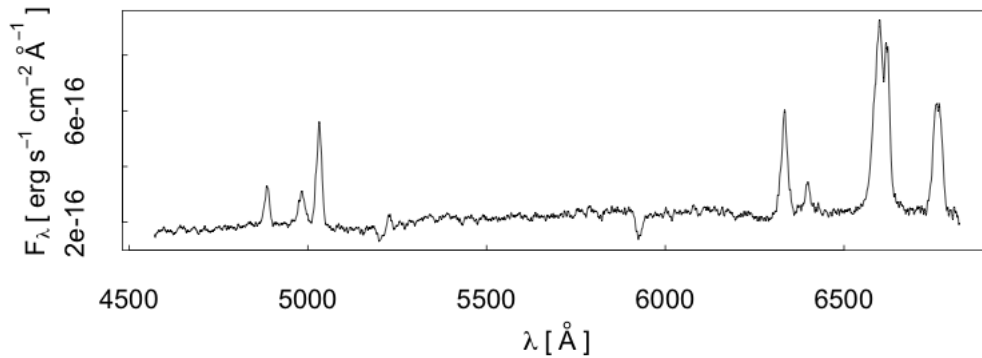
1.1.1 Galáxias Seyfert

Diferentemente dos QUASAR, as galáxias Seyfert apresentam valores intermediários de luminosidade bolométrica, variando de 10^9 a $10^{12}L_{\odot}$. Esse tipo de AGN também apresenta um grande contraste de brilho entre o núcleo ativo e a galáxia hospedeira, que, em geral, trata-se de uma galáxia com morfologia espiral. Khachikian e Weedman (1974), ao analisar a largura relativa das linhas de emissão, classificaram as galáxias Seyfert em tipo I e tipo II, com a diferença consistindo grosseiramente na presença ou não de linhas de emissão largas nos espectros nucleares:

- ★ **Seyfert I:** as linhas de emissão permitidas, como as linhas da série de Balmer ($H\alpha$ e $H\beta$, por exemplo), podem ser largas, com largura a meia altura (FWHM: do inglês, *Full Width at Half Maximum*) de $\approx 5.000 \text{ km s}^{-1}$, e estreitas, com $\text{FWHM} \approx 500 \text{ km s}^{-1}$, enquanto que as linhas proibidas são sempre estreitas, também com $\text{FWHM} \approx 500 \text{ km s}^{-1}$.
- ★ **Seyfert II:** apresentam apenas linhas de emissão estreitas, sejam as mesmas permitidas ou proibidas, com um largura de aproximadamente 500 km s^{-1} .

A Figura 1.1 apresenta os espectros óticos típicos de ambos os tipos de galáxias Seyfert. Nos dois espectros, são observadas linhas de emissão estreitas, como as linhas proibidas ($[O \text{ III}] \lambda 5007$, por exemplo). No entanto, apenas no tipo I são observadas linhas alargadas, como $H\alpha$ e $H\beta$. De acordo com Osterbrock (1989), as atividades das galáxias Seyfert do tipo

Figura 1.2: Espectro ótico da galáxia NGC 1052, classificada como LINER.



Fonte: Torrealba et al. (2012).

I e do tipo II são o mesmo fenômeno, entretanto essa discordância espectral é causada pela observação do fenômeno em linhas de visada diferentes.

1.1.2 LINER

Identificados inicialmente por Heckman (1980), os LINER possuem uma luminosidade bolométrica relativamente baixa (variando de 10^{39} a 10^{42} erg s $^{-1}$, Ho (2008)) e representam uma das classes de galáxias ativas mais comuns em baixos *redshift*. Em uma comparação espectral, os objetos LINER diferem dos QUASAR e das galáxias Seyfert pela intensidade relativa das linhas de baixa ionização, como [O I] λ 6300 e [N II] λ 6548, 6583.

Na Figura 1.2, é apresentado o espectro da galáxia elíptica NGC 1052 como exemplo de LINER. Similar ao que acontece com as galáxias Seyfert, os LINER podem ser classificados em tipo I e em tipo II, conforme a largura das linhas de emissão. Como pode ser visto na Figura 1.2, não são observadas componentes largas das linhas de emissão permitidas na galáxia NGC 1052: tanto as linhas permitidas como as proibidas apresentam larguras semelhantes. Assim sendo, essa galáxia é classificada como LINER do tipo II.

1.1.3 O mecanismo central

Como dito anteriormente, Osterbrock (1989) sugeriu que o agente causador dos espectros de galáxias Seyfert é o mesmo, com a única diferença ficando por conta da linha de visada. Ao estender essa teoria para as demais classes de AGN, teve-se início um dos modelos mais aceitos para explicar essa diferença entre os espectros: o Modelo Unificado.

Proposto inicialmente por Antonucci (1993), esse modelo sugere que a energia emitida por galáxias bastante luminosas é decorrente do processo de acreção de matéria a um buraco negro supermassivo (SMBH: do inglês, *Supermassive Black Hole*) localizado no núcleo da

galáxia. Estima-se que a massa do SMBH central varie entre 10^6 e $10^9 M_{\odot}$ ².

Nesse caso, a matéria capturada devido ao campo gravitacional do SMBH forma um disco de acreção em torno do mesmo e cai gradualmente em direção ao centro. Dessa forma, o disco se aquece, de modo a transformar energia potencial gravitacional principalmente em energia cinética e em radiação eletromagnética. Com isso, a região mais interna do disco atinge uma temperatura de até 10^5 K, o que justifica a intensa emissão no ótico e no ultravioleta, característica de AGN.

Além disso, há também produção de energia a partir de campos magnéticos muito intensos gerados pelo plasma que compõe o disco de acreção. Esses campos apresentam uma alta velocidade de rotação, que podem colimar o fluxo de partículas do núcleo e, dessa forma, originar jatos de radiação síncrotron. A intensidade dos jatos na faixa de rádio representa um parâmetro a mais para separar objetos *radio-quiet* (baixa emissão em rádio) de *radio-loud* (alta emissão em rádio).

Uma representação esquemática do Modelo Unificado é apresentada na Figura 1.3. Como é possível observar neste modelo, a classificação dos AGN está relacionada com a orientação do núcleo galáctico em relação ao observador. Adicionalmente, nota-se nesta figura a presença de um toróide molecular no entorno do disco de acreção, sugerido de início por Urry e Padovani (1995).

A região que engloba o núcleo e a parte interna do toróide produz as linhas de emissão largas observadas nos espectros, devido ao efeito Doppler do gás em rotação no entorno do SMBH. Por essa razão, a região é denominada Região de Linhas Largas (BLR: do inglês, *Broad-Line Region*). Conforme Peterson (1997), o raio da BLR não ultrapassa 1 parsec e a largura média das linhas produzidas nessa região é de 5.000 km s^{-1} .

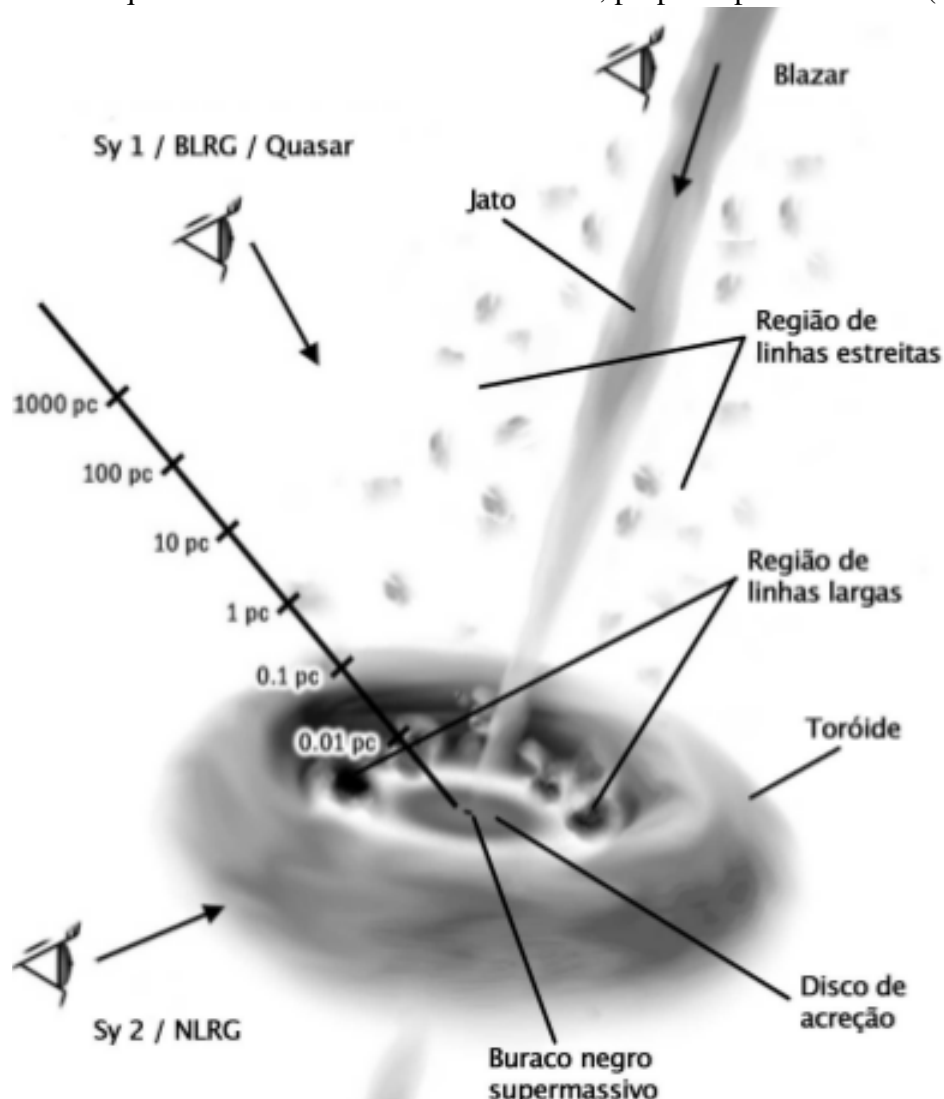
Estima-se também que a BLR seja composta por nuvens de gás com alta densidade ($> 10^6 \text{ cm}^{-3}$). A razão disso é que, como não são observadas linhas de emissão proibidas tão largas quanto as permitidas, apenas estas últimas são produzidas na BLR. Aqui vale lembrar que as transições proibidas só podem ser observadas em condições rarefeitas, com baixa densidade atômica.

Devido à ionização do gás, ocorrem com bastante frequência algumas variações no espectro contínuo gerado pelo disco de acreção. Essas alterações acabam influenciando a BLR. A partir do monitoramento desse espectro e do intervalo de tempo que as linhas provenientes da BLR levam para apresentar alguma variação em resposta, é possível obter informações sobre a estrutura dessa região. Essa é uma das principais formas de análise da BLR, uma vez que a região não é bem resolvida espacialmente e, portanto, o uso de técnicas que envolvem imageamento por exemplo fica impossibilitado.

Ao analisar essas variações no espectro, nota-se que linhas de emissão diferentes respondem às variações no contínuo ionizante em intervalos diferentes de tempo (Peterson, 1997): linhas de emissão de alta ionização (como $[\text{He II}]\lambda 6140$) apresentam uma resposta mais rápida

²Massa do Sol: $M_{\odot} \approx 2 \times 10^{30} \text{ kg}$.

Figura 1.3: Esquema do Modelo Unificado de AGN, proposto por Antonucci (1993).



Fonte: Diniz (2013).

às variações espectrais do que as linhas de baixa ionização, como as linhas da série de Balmer. Esse resultado coloca em dúvida a distribuição da matéria no toróide previsto pelo Modelo Unificado de Antonucci e Miller (1985).

Vários trabalhos sugerem modelos para descrever o toróide de poeira presente no entorno do disco de acreção (Granato; Danese, 1994; Fritz; Franceschini; Hatziminaoglou, 2006; Pier; Krolik, 1992). A partir das variações nos espectros nucleares, Nenkova et al. (2008) propõe que o toróide de poeira trata-se de uma estrutura estratificada, e não sólida como inicialmente sugerido. Assim, uma galáxia Seyfert do tipo I, que apresenta linhas largas e estreitas, pode apresentar um espectro característico de Seyfert do tipo II (apenas linhas estreitas) a partir do obscurecimento da BLR por uma nuvem de gás que gira ao redor do disco de acreção.

Por outro lado, a região mais externa do toróide é a responsável pela formação de linhas estreitas, sendo por isso denominada Região de Linhas Estreitas (NLR, *Narrow-Line Region*). Nesta região, não se observa as linhas de emissão alargadas pois, conforme o Modelo Unificado,

o toróide molecular atua como um agente colimador, de forma a obscurecer essas linhas.

1.2 A REGIÃO DE LINHAS ESTREITAS

Como pode ser observado na Figura 1.3, a região de linhas estreitas compreende uma região muito maior do que a BLR. Na realidade, os tamanhos da NLR podem variar de dezenas a centenas de parsec. Como a NLR é em geral resolvida espacialmente no ótico, a distribuição e a cinemática do gás nessa região é bastante estudada e, em muitos casos, é a principal maneira de se obter informações acerca do núcleo ativo.

As linhas de emissão estreitas (sejam elas permitidas ou proibidas) observadas em espectros como os de galáxias Seyfert e LINER são provenientes dessa região. Em geral, a FWHM destas linhas varia entre 200 e 900 km s⁻¹. Uma vez que as linhas de emissão proibidas possuem apenas componentes estreitas, assume-se então que essas linhas devem ser produzidas somente na NLR. Isso permite concluir que a NLR é uma região de baixa densidade quando comparada à região de linhas largas. De fato, as densidades de regiões de linhas estreitas em AGN, no geral, variam entre 10² e 10⁴ cm⁻³, semelhantes aos valores encontrados em nebulosas planetárias e em regiões HII (Peterson, 1997).

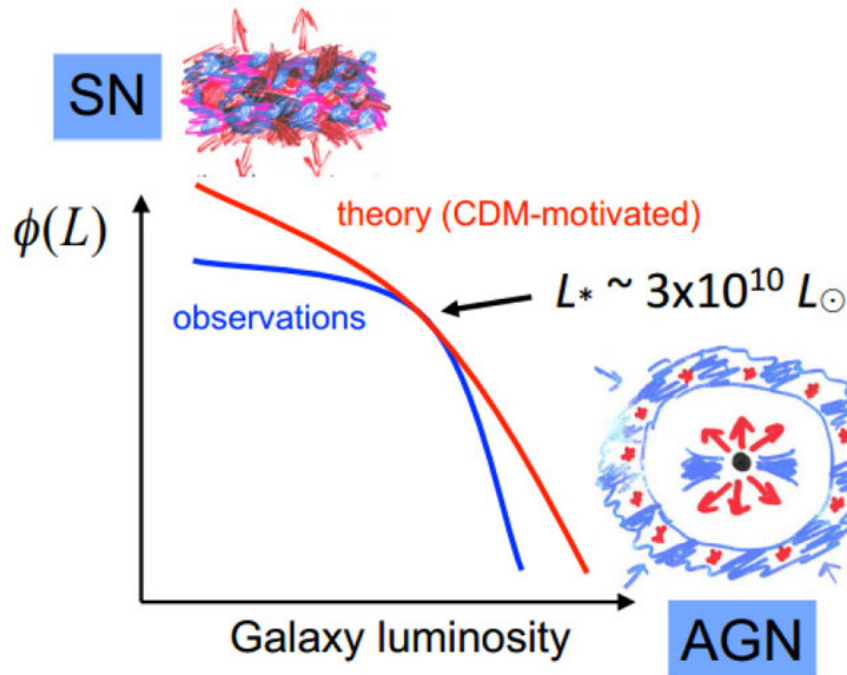
O Modelo Unificado clássico sugere que a morfologia da NLR de um AGN é dada por dois cones, com abertura angular de 30° a 100°, projetados em direções contrárias ao núcleo e perpendiculares ao plano do toróide, que indicam um fluxo das nuvens de gás ionizado para longe do núcleo. A região que compreende os tais cones de ionização é comumente chamada de *Extended Narrow-Line Region* (ENLR). Em menor escala, os ventos provenientes do disco de acreção também apresentam um nível mais elevado de ionização e são colimados pelo toróide, o que ocasiona uma estrutura bicônica similar à da ENLR.

No entanto, a ocorrência ou não da morfologia bicônica na ENLR ainda não é bem compreendida. Por exemplo, Schmitt et al. (2003), ao analisar a emissão estendida da linha [O III]λ5007 em 60 galáxias Seyfert observadas com o telescópio espacial Hubble, notou que os cones de ionização não são tão frequentes na amostra selecionada quanto o esperado: em alguns casos as distribuições de fluxos assumem uma morfologia semelhante à de um halo ou se distribuem ao longo da região mais interna do disco da galáxia.

Similarmente, Fischer et al. (2013) analisou as velocidades radiais da linha de emissão [O III]λ5007 em NLR de uma amostra de 47 galáxias Seyfert. Um dos principais resultados obtidos é que apenas 12 dos objetos apresentaram evidências de que a estrutura cinemática é realmente consistente com a presença de cones, o que indica que a cinemática do gás é mais assimétrica do que o predito pelo Modelo Unificado e que, portanto, estudos mais detalhados dessa região são necessários.

A orientação dos cones de ionização também é questionável. Enquanto que o Modelo Unificado assume que o fluxo de gás é perpendicular ao plano da galáxia, resultados recentes

Figura 1.4: Perfil esquemático do gráfico da função de luminosidade, indicando a influência do *feedback* (de AGN e de supernovas) na galáxia. O perfil esperado é apresentado em vermelho, enquanto que o observado está em azul.



Fonte: Silk e Mamon (2012).

(Fischer et al., 2014; Fischer et al., 2013; Riffel; Storchi-Bergmann; Riffel, 2013) indicam que as inclinações do eixo da NLR e do eixo do disco da galáxia hospedeira não estão relacionadas. Em Riffel, Storchi-Bergmann e Riffel (2013) por exemplo, foi analisada uma galáxia em que o fluxo de gás ionizado é perpendicular ao jato rádio (que é discutido na próxima seção).

A detecção da radiação emitida por um AGN depende da direção em que esta emissão é medida, ou seja, depende da linha de visada a partir da qual está sendo realizada a observação. Porém, devido à presença do toróide de poeira, não é possível identificar se a radiação é emitida anisotropicamente na região do disco de acreção ou se, após a emissão, a radiação emitida é colimada pelo toróide.

Adicionalmente, Müller-Sánchez et al. (2011) estudaram as regiões de linhas estreitas de sete galáxias Seyfert observadas com os telescópios VLT/SINFONI e Keck/OSIRIS. Neste caso, os autores encontraram uma anti-correlação entre o ângulo de abertura do cone de ionização e a distribuição de massa do gás molecular para distâncias menores que 30 pc em relação ao centro galáctico. Assim, quanto mais massivo for o núcleo da galáxia, maior é o grau de colimação do gás no cone de ionização. Esse resultado pode ser visto como um indício de que o toróide é responsável pela abertura angular dos cones de gás.

1.3 OUTFLOWS E FEEDBACK DE AGN

Ao longo da formação e da evolução de galáxias, alguns mecanismos se tornam responsáveis por controlar o crescimento das mesmas, podendo, por exemplo, cessar ou propiciar a formação de estrelas. Esses mecanismos são comumente chamados *feedback* (“retro-alimentação”) e podem ser causados por diferentes fontes, como explosões de supernova e a atividade nuclear.

A Figura 1.4 mostra, de maneira esquemática, a interferência dos processos de *feedback* na função de luminosidade das galáxias. O perfil vermelho indica o previsto teoricamente, enquanto que o perfil azul representa as observações. Assumindo uma relação entre massa e luminosidade (quanto mais luminoso o objeto, mais massivo; e vice-versa), verifica-se que a diferença entre galáxias de baixa massa e de alta massa é devida ao *feedback* de supernovas e de AGN, respectivamente (Silk; Mamon, 2012).

Com uma duração estimada de 10^7 a 10^9 anos (Martini; Weinberg, 2001; Marconi et al., 2004), a atividade nuclear é considerada um importante estágio no processo evolutivo das galáxias. Durante essa fase, os AGN são potentes fontes de energia, e seu *feedback* pode ter um importante impacto no meio intergaláctico e na formação e evolução de galáxias. Como indica a Figura 1.4, esses efeitos tem que ser levados em conta em qualquer teoria de formação e evolução de galáxias.

O processo de acreção de matéria pelo SMBH ocasiona diversos processos de *feedback* de AGN. Um bom exemplo são os ditos *outflows*, que consistem nos fluxos de gás (molecular ou ionizado) para longe do centro galáctico, citados brevemente na seção anterior. Esses *outflows* são geralmente originados através da interação entre ventos vindos da parte mais externa do disco de acreção e o gás circumnuclear da galáxia.

Há também *feedback* por meio de jatos de partículas relativísticas. Neste caso, o gás localizado na região interna do toróide é acelerado, devido à combinação de campos gravitacionais bastante intensos originados pelo buraco negro e de campos magnéticos gerados pelo plasma que forma o disco de acreção. Os jatos resultantes são colimados e perpendiculares a esse disco.

Como resultado da interação do plasma do disco de acreção e dos fortes campos magnéticos, ocorre emissão de radiação síncrotron e em espalhamento Compton inverso. Enquanto que a primeira é observada em comprimentos de onda de rádio, o último é encontrado em comprimentos de onda menores, como raios-X e raios- γ . Essa interação é responsável ainda pelas altas velocidades dos jatos, que podem atingir até alguns décimos da velocidade da luz no vácuo, e pelas grandes distâncias alcançadas pelas ejeções. Muitas vezes, o tamanho do jato ultrapassa o limite da galáxia hospedeira, podendo afetar a cinemática da mesma.

De acordo com Fabian (2012), o *feedback* de AGN ocorre de dois modos, dependendo da luminosidade (L) do AGN:

- * **Modo cinético:** nesse caso, a luminosidade (L) é muito menor do que a luminosidade de Eddington (L_{Edd}), que corresponde à máxima luminosidade em que o equilíbrio dinâmico

de um sistema é mantido. O *feedback* ocorre devido aos jatos de partículas relativísticas, que impedem o resfriamento do gás localizado no halo galáctico, de maneira a dificultar a formação de estrelas na galáxia. Esse modo é frequentemente observado em galáxias muito massivas e/ou em centros de aglomerados de galáxias;

- * **Modo radiativo:** $L \sim L_{Edd}$. Nesse modo, parte da matéria da galáxia é convertida em radiação. O *feedback* se dá a partir da interação dos ventos intensos provenientes do disco de acreção com o restante da galáxia. Assim, pode impedir o colapso das nuvens de gás molecular, devido à pressão de radiação bastante alta, ou então propiciar a formação estelar a partir da compressão da matéria presente nessas nuvens.

Em alguns casos, o *feedback* de AGN não é intenso o suficiente para afetar a cinemática da galáxia, o que caracteriza o modo de manutenção (*maintenance feedback mode*). Nessas situações, são observadas baixas taxas de acreção pelo SMBH, o que acarreta em taxas de *outflows* potências cinéticas do AGN igualmente baixas.

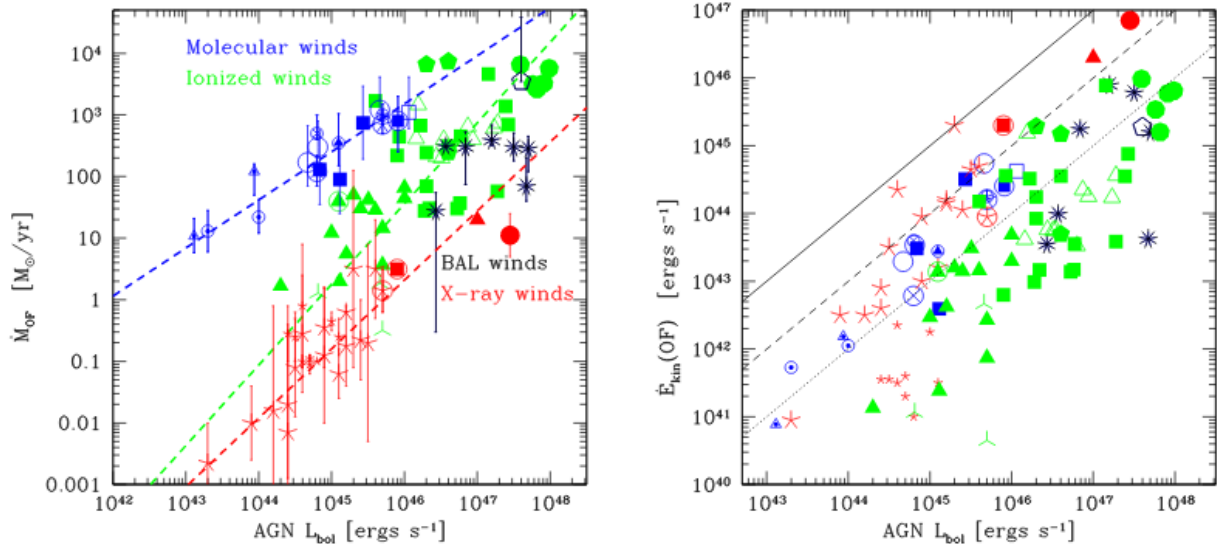
Os *outflows* de gás causados pelo AGN são bem conhecidos em escalas de poucas centenas de parsec. Em geral, essas ejeções de matéria alcançam velocidades da ordem de 100 km s^{-1} (Ilha et al., 2019; Crenshaw et al., 2003). Porém, o impacto dos *outflows* nas galáxias hospedeiras ainda não está claro. Assim, vários estudos atuais têm se dedicado a esclarecer essa questão a partir do estudo da cinemática do gás em grandes escalas (o que compreende distâncias de kpc).

Greene et al. (2011), utilizando espectroscopia de fenda longa, analisou a cinemática de 15 QUASAR próximos de alta luminosidade. Como parte dos resultados, os autores encontraram que o AGN é o principal agente ionizante do meio interestelar em toda a estrutura das galáxias hospedeiras. Além disso, investigando *outflows* em grande escala em AGN luminosos, frequentemente nota-se que a extensão do *outflow* aumenta de acordo com a luminosidade do AGN (Greene; Zakamska; Smith, 2012).

Em Fiore et al. (2017), os autores investigam as relações de escalas entre as propriedades dos AGN e das galáxias hospedeiras e os ventos consequentes da atividade nuclear. Os mesmos encontram correlações fortes entre as taxas de *outflow* (\dot{M}_{out}) de gás ionizado e molecular com a luminosidade bolométrica dos AGN (L_{bol}). A relação entre \dot{M}_{out} e L_{bol} é mais acentuada no caso de gás ionizado do que no de gás molecular, como pode ser observado na Figura 1.5. Isso indica que a razão entre as taxas de *outflow* molecular e ionizado reduzem com o aumento de L_{bol} .

Trabalho semelhante é feito em Chen et al. (2019). Neste caso, os autores analisaram 154 AGN próximos e constataram uma relação entre a extensão da ENLR e a luminosidade da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$. Essa relação, que é explicada em termos da distribuição das nuvens fotoionizadas pelo AGN, indica que este último pode ionizar e aquecer o gás em escalas muito maiores do que a região circumnuclear. Assim, no caso de galáxias Seyfert de baixa luminosidade (que são a maioria dos objetos da amostra), o *feedback* de AGN não ocorre

Figura 1.5: Taxas de *outflow* (painel esquerdo) e potência cinética (painel direito) como função da luminosidade bolométrica para uma amostra de 94 AGN. São analisados ventos de gás molecular (em azul), de gás ionizado (em verde), de linhas de absorção largas (BAL: do inglês, *broad absorption lines*; em preto) e em raios-X (em vermelho).



Fonte: Fiore et al. (2017).

apenas através de *outflows* ou jatos.

Ao examinar a cinemática das linhas de emissão [O III]λ5007 e Hβ de uma amostra de 14 QUASAR observados com os telescópios Gemini, Liu et al. (2013) encontrou que todos os objetos apresentam regiões estendidas de gás ionizado, além de *outflows* cônicos com diâmetro médio de 28 kpc. Tais ejeções são capazes de cessar processos de formação estelar nas respectivas galáxias hospedeiras (vide Alatalo et al. (2015)).

Entretanto, os exemplos acima citados compreendem apenas AGN bastante luminosos (basicamente, QUASAR). Ao considerar objetos de luminosidades menores, a influência do *feedback* de AGN em toda a extensão da galáxia ainda não é bem compreendida. Porém, com o advento de levantamentos de dados que se utilizam da espectroscopia de campo integral de galáxias, tais como os projetos *Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory* (MaNGA, Blanton et al. (2017)) e *Calar Alto Legacy Integral Field Area* (CALIFA, Sánchez et al. (2012)), essa e outras questões poderão ser resolvidas.

1.4 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é, a partir de amostras de galáxias ativas e não-ativas (descritas a seguir), determinar quais são as diferenças cinemáticas entre AGN e galáxias normais para então estimar a influência do *feedback* de AGN nas galáxias hospedeiras. Os objetivos específicos são:

- ★ Definir as principais amostras de AGN e galáxias de controle, bem como as subamostras de AGN observados no projeto MaNGA. Essas subamostras são definidas considerando-se a luminosidade da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$ e o tipo morfológico da galáxia;
- ★ Analisar as principais propriedades cinemáticas de linhas de emissão características de AGN ao longo da extensão (separada em anéis de raio, dado em termos de raio efetivo (R_e)) das galáxias das amostras de AGN e de controle;
- ★ Comparar os perfis obtidos para as amostras de galáxias ativas e não-ativas, a fim de identificar padrões não-característicos da cinemática das galáxias que possam ser interpretados como consequências da atividade nuclear;
- ★ Comparar os perfis obtidos para as diferentes subamostras de AGN, com o intuito de verificar se os efeitos de *feedback* de AGN estão atrelados à luminosidade e/ou à morfologia da galáxia;
- ★ Estimar a extensão média dos *outflows* na amostra principal de AGN e investigar suas influências na cinemática da galáxia hospedeira;
- ★ Estimar as taxas médias de *outflows* e potência cinética das galáxias ativas.

Este trabalho está organizado da forma descrita a seguir. No Capítulo 2, são brevemente discutidos o projeto MaNGA e o uso da espectroscopia de campo integral. Também nesse capítulo, caracteriza-se as amostras de AGN e controle, bem como as subamostras de AGN e discute-se a metodologia utilizada, o que inclui o método pPXF e o código GANDALF. As principais propriedades individuais de cada galáxia estão disponíveis nos Apêndices A e B. No Capítulo 3, são apresentados os resultados obtidos a partir do ajuste espectral. Os resultados incluem perfis globais das linhas de emissão $[\text{N II}]\lambda 6583$, $\text{H}\alpha$ e, principalmente, $[\text{O III}]\lambda 5007$. No Capítulo 4, são feitas comparações entre as amostras e subamostras e também entre o MaNGA *Public Launch 8* (MPL-8) e o MPL-5. Além disso, discute-se as extensões médias das NLR e dos *outflows* e estima-se as taxas médias de *outflow* e a potência cinética média dos AGN das amostras. As estimativas individuais são apresentadas no Apêndice C. O Capítulo 5 é destinado às considerações finais.

2 DADOS E METODOLOGIA

2.1 O PROJETO MANGA

Com o desenvolvimento de sofisticados telescópios no final do século XX, grandes projetos de levantamento de dados astronômicos tiveram início. Um desses projetos é o *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS, York et al. (2000)), que foi desenvolvido com o objetivo de mapear o céu através da obtenção de grandes quantidades de dados espectroscópicos e fotométricos. Entretanto, embora tenha sido projetado no século passado, apenas no ano de 2000 é que os primeiros dados foram obtidos.

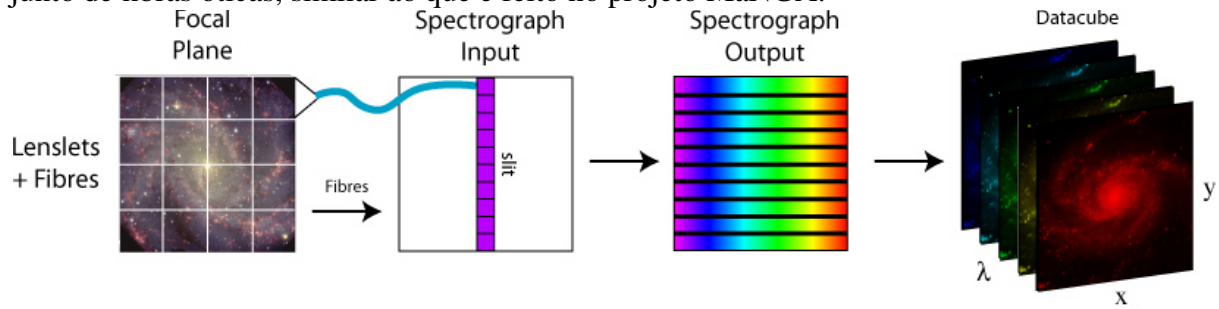
Esse fato caracterizou a chamada 1ª fase de operação do SDSS (SDSS-I), que durou até 2005. Atualmente, o projeto encontra-se na sua 4ª fase (SDSS-IV, Lundgren et al. (2015)), prevista para durar até 2020. Junto com o *Apache Point Observatory Galaxy Evolution Experiment 2* (APOGEE-2) e o *Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey* (eBOSS), o projeto *Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory* (MaNGA, Bundy et al. (2015)) é um dos principais projetos que estão em andamento nessa fase mais recente do SDSS.

O projeto irá mapear a cinemática e a distribuição de cerca de 10 mil galáxias próximas (com *redshift* z variando entre 0.01 e 0.15) com massas maiores que $10^9 M_{\odot}$. Com isso, espera-se um melhor entendimento de quais são os mecanismos responsáveis pela formação e evolução das galáxias e como os mesmos influenciam a abundância química tanto do gás quanto das estrelas que compõem essas estruturas.

Para tal, as observações são realizadas pelo *Sloan Foundation Telescope* (Gunn et al., 2006), instrumento esse que possui um espelho de 2.5 m de diâmetro e situa-se no Novo México, Estados Unidos. Utilizando espectroscopia de campo integral (a ser descrita na próxima seção), o projeto MaNGA cobre toda a faixa de comprimentos de onda entre 3.600 e 10.300 Å. Assim, a resolução espectral pode variar entre 1.400 e 4.000. Além disso, 67% das galáxias que serão observadas terão cobertura espacial de 1.5 raio efetivo (R_e), enquanto que os outros 33% terão uma cobertura de $2.5 R_e$.

Os dados obtidos a partir das observações no *Sloan Foundation Telescope* são reduzidos e dão origem a cubos de dados para cada uma das galáxias observadas. Estes cubos são periodicamente publicados em conjuntos denominados *MaNGA Public Launches* (MPL), disponibilizados inicialmente para membros da colaboração. Até o momento, o projeto encontra-se no MPL-8 e, conseqüentemente, os cubos de dados utilizados no presente trabalho foram lançados nesse MPL. Esses dados se tornam públicos a partir dos *data releases* (DR) do SDSS. O DR mais recente é o DR-15, que contém os cubos aqui utilizados.

Figura 2.1: Representação esquemática da obtenção de um cubo de dados utilizando um conjunto de fibras óticas, similar ao que é feito no projeto MaNGA.



Fonte: Allington-Smith et al. (2002), com algumas modificações.

2.1.1 A espectroscopia de campo integral

Um dos diferenciais do projeto MaNGA é a utilização da espectroscopia de campo integral: junto ao telescópio são acopladas unidades de campo integral (IFU: *Integral Field Unit*). Para as observações, o MaNGA faz uso de dois espectrógrafos que foram inicialmente desenvolvidos para o projeto *Baryon Oscillation Spectroscopic Survey* (BOSS, SDSS-III).

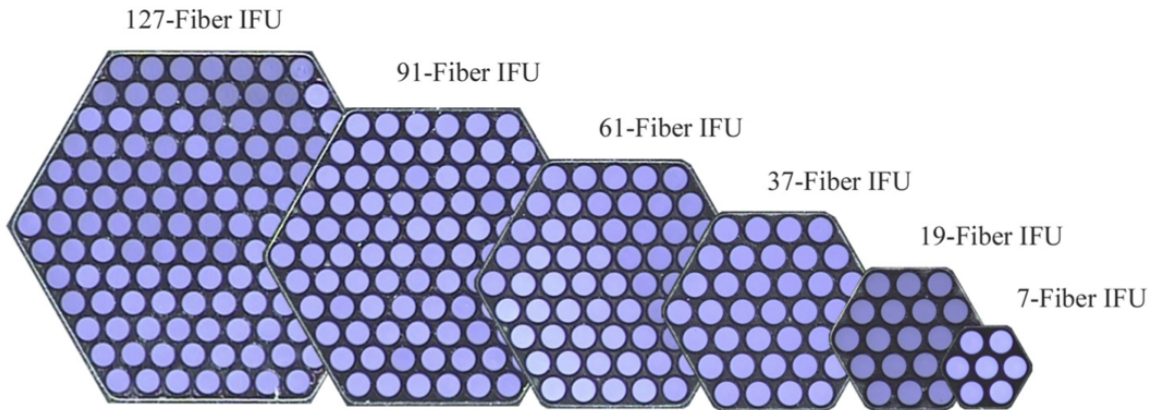
Nesse tipo de espectroscopia, são obtidos espectros de campos bidimensionais ao invés de uma única direção, como ocorre na espectroscopia de fenda longa. O resultado consiste em um cubo de dados com duas dimensões espaciais (x e y) –, que em geral são dadas em termos de ascensão reta (RA) e declinação (DEC) do campo observado, – e uma dimensão espectral (λ). Assim, cada pixel espacial da galáxia (*spaxel*, que no caso do MaNGA tem um tamanho de 0.5×0.5 arcsec²) possui um espectro associado.

A principal vantagem é que, utilizando as IFU do projeto MaNGA, é possível obter espectros específicos de várias regiões da galáxia simultaneamente. Isso deve-se ao fato de que as IFUs são construídas utilizando-se conjuntos de fibras óticas. Assim, a imagem obtida pelo telescópio é colimada em direção às fibras e cada fibra transporta até o espectrógrafo um feixe de luz que contém apenas uma parcela da imagem original. A Figura 2.1 apresenta um esquema da obtenção de cubos de dados a partir de um conjunto de fibras óticas.

As IFU utilizadas pelo projeto MaNGA apresentam estrutura hexagonal e são formadas por diferentes quantidades de fibras óticas, que apresentam cada uma 2 arcsec de diâmetro. Todas as possíveis combinações de fibras são apresentadas na Figura 2.2. Como pode-se verificar nessa figura, as fibras podem ser arranjadas em conjuntos que variam de 7 a 127 fibras.

Para obter uma razão sinal-ruído média de 5, é necessário um tempo total de exposição de três horas, que é dividido em um conjunto de exposições únicas. Em geral, são realizadas de três a quatro conjuntos de observações e, em cada um desses conjuntos, são realizadas três exposições de 15 minutos.

Figura 2.2: Representação dos diferentes tamanhos de IFU utilizados pelo MaNGA.



Fonte: Bundy et al. (2015).

2.2 A AMOSTRA DE AGN

O oitavo MPL (MPL-8) do MaNGA contém 6779 cubos de dados para galáxias, ativas e não-ativas, observadas entre 2014 e 2018. A amostra geral de AGN utilizada no presente trabalho consiste nos primeiros 170 AGN observados pelo projeto MaNGA e foi obtida a partir da análise dos cubos de dados provenientes do MPL-8.

A análise foi realizada com base em Rembold et al. (2017), no qual os autores caracterizam os primeiros 62 AGN observados pelo projeto MaNGA durante o MPL-5. Neste caso, a seleção de AGN foi feita a partir dos diagramas de diagnóstico BPT (Baldwin; Phillips; Terlevich, 1981) e WHAN (Cid Fernandes et al., 2011), que classificam as galáxias de acordo com as razões de fluxo das linhas de emissão dos objetos. Ambos os diagramas feitos para as galáxias do MPL-5 por Rembold et al. (2017) são apresentados como exemplo na Fig. 2.3. Convém destacar aqui que a seleção das amostras de AGN e controle utilizadas no presente trabalho foi feita pelo Dr. Sandro Barboza Rembold, professor do departamento de física da UFSM e colaborador deste trabalho.

No diagrama BPT aqui utilizado, são levadas em consideração as razões de fluxos das linhas de emissão $[\text{N II}]\lambda 6583/\text{H}\alpha$ e $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$. Assim, a classificação ocorre da seguinte maneira: galáxias localizadas abaixo do limite de Kauffmann et al. (2003) no diagrama são *star forming* puras; aquelas que estão acima do limite de Kewley et al. (2001) são AGN puros; e, aquelas que situam-se entre estes dois limites possuem espectros compostos e são chamadas de *transition objects*. A separação dos AGN puros em galáxias Seyfert e LINER neste diagrama foi desenvolvida mais tarde por Cid Fernandes et al. (2010).

Similarmente, o diagrama WHAN, apresentado em Cid Fernandes et al. (2011), classifica as galáxias conforme o processo físico que produz as linhas de emissão. Para isso, são utilizadas a largura equivalente da linha $\text{H}\alpha$ ($W_{\text{H}\alpha}$), que indica a quantidade de fótons ionizantes, e a razão $[\text{N II}]\lambda 6583/\text{H}\alpha$. Dessa forma, a partir do diagrama WHAN, uma galáxia pode ser classificada como *star forming*, galáxia Seyfert, LINER, galáxia “aposentada” e galáxia passiva. As galáxias “aposentadas” são assim chamadas por não apresentarem formação estelar

recente, mas sim apenas algumas fracas linhas de emissão. Em muitos casos, são por essa razão confundidas com LINER. Já as galáxias passivas possuem linhas de emissão ainda mais fracas, ao ponto de não serem classificadas no diagrama BPT.

Os objetos do MPL-8 que foram classificados como galáxias Seyfert ou LINER em ambos os diagramas de diagnóstico compõem a amostra geral de AGN. Uma tabela contendo as principais propriedades dessa amostra está disponível no Apêndice A. A amostra geral inicialmente era composta por 173 AGN, entretanto não foram encontradas galáxias de controle para 3 destes objetos e, por isso, os mesmos foram desconsiderados nas estatísticas globais (como será melhor discutido na próxima seção).

Além disso, definiu-se também subamostras provenientes da amostra principal de AGN. Essas subamostras são separadas em termos de luminosidade ou de morfologia:

- ★ **strong AGN (SAGN):** luminosidade da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$ ($L[\text{O III}]$) maior que 3.8×10^{40} erg s⁻¹;
- ★ **weak AGN (WAGN):** $L[\text{O III}]$ menor que 3.8×10^{40} erg s⁻¹;
- ★ **early-type AGN (ETAGN):** galáxias classificadas morfologicamente como elípticas (E) ou lenticulares (E/S);
- ★ **late-type AGN (LTAGN):** galáxias classificadas morfologicamente como espirais (S);
- ★ **Alta $L[\text{O III}]$:** $41.0 \leq \log L[\text{O III}] < 42.0$;
- ★ **Média $L[\text{O III}]$:** $40.0 \leq \log L[\text{O III}] < 41.0$;
- ★ **Baixa $L[\text{O III}]$:** $39.0 \leq \log L[\text{O III}] < 40.0$.

Utilizou-se a luminosidade da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$ como parâmetro pois a mesma pode ser relacionada com a intensidade da atividade nuclear de uma galáxia (Kauffmann et al., 2003). Em geral, AGN de baixa atividade (como, por exemplo, LINER) apresentam baixa luminosidade ($10^5 < L[\text{O III}] < 10^6 L_{\odot}$), enquanto que alta luminosidade ($L[\text{O III}] > 10^7 L_{\odot}$) em uma galáxia indica a presença de um AGN de alta atividade.

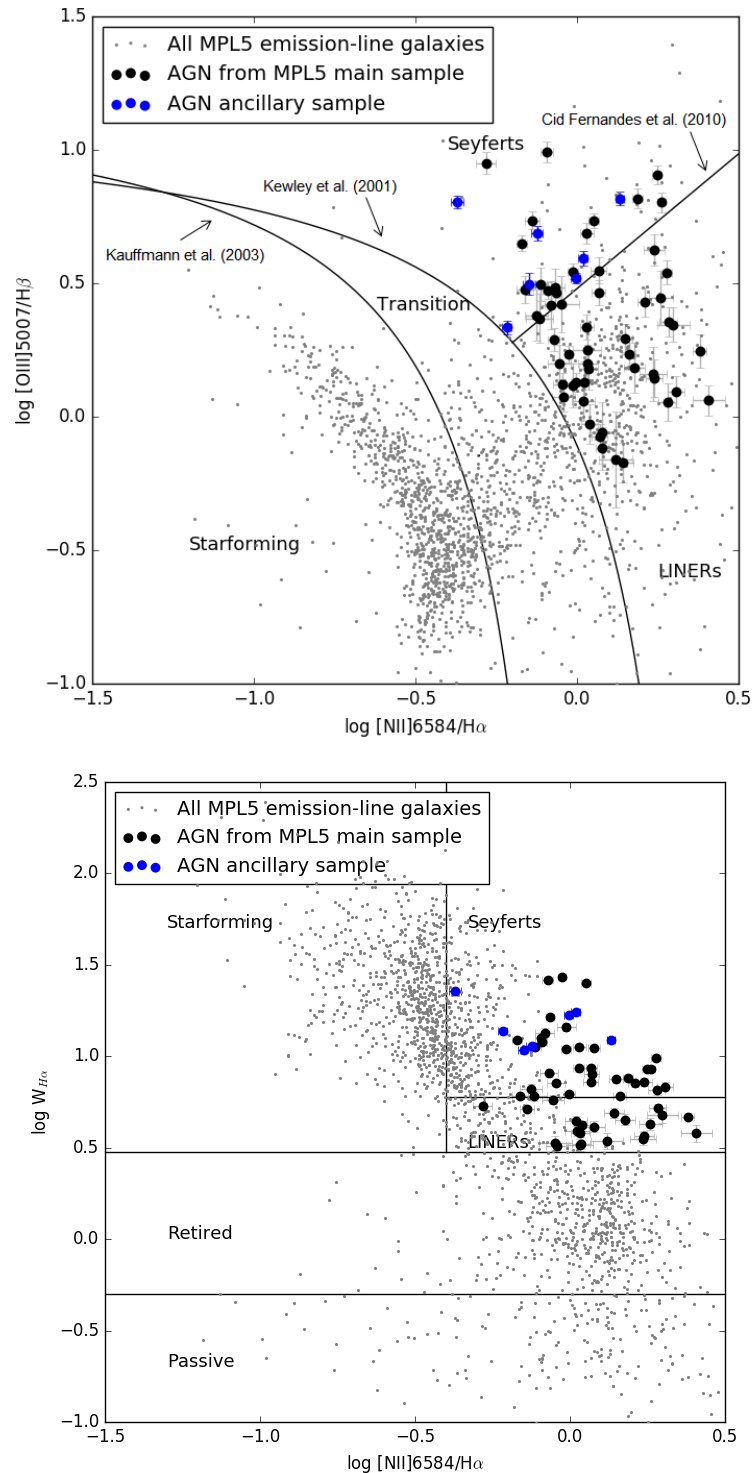
As estimativas de luminosidade foram realizadas a partir do fluxo (F) da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$, resultante do ajuste espectral, em uma abertura circular de 2.5 arcsec de diâmetro (centrada no núcleo). Assim, $L[\text{O III}]$ é dada por:

$$L[\text{O III}] = 4\pi d^2 F, \quad (2.1)$$

em que d corresponde à distância do objeto e é determinada a partir da seguinte relação:

$$d = \frac{cz}{H_0}, \quad (2.2)$$

Figura 2.3: Exemplos dos diagramas de diagnóstico BPT (painel esquerdo) e WHAN (painel direito). Os pontos pretos pequenos indicam todas as galáxias com linha de emissão observadas no MPL-5. Os pontos pretos grandes mostram os AGN provenientes da amostra principal deste MPL, enquanto que os pontos azuis representam os AGN provenientes de amostras auxiliares do projeto MaNGA, que foram utilizadas como intuito de observar alvos adicionais com as IFU que não foram inicialmente utilizadas.



Fonte: Rembold et al. (2017).

na qual z é o *redshift* da galáxia, c é o módulo da velocidade da luz no vácuo e H_0 representa a constante de Hubble, que, neste trabalho, foi considerada $H_0 = 70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

Como alguns objetos ainda não foram morfologicamente classificados ou não têm as suas luminosidades definidas (como pode ser verificado no apêndice A), vale destacar que as subamostras não necessariamente abrangem toda a amostra geral (SAGN+WAGN \neq amostra geral de AGN, por exemplo). No total, a amostra de AGN é composta por 57 galáxias *early-type* (33.5% da amostra), 87 galáxias *late-type* (51.2%) e por três *mergers* (1.8%). Para 23 objetos (13.5%) não foi encontrada nenhuma classificação no catálogo do Galaxy Zoo. Quanto à classificação de luminosidade, 62 objetos são *strong* AGN (36.5%) e 108 são *weak* AGN (63.5%).

Além disso, a amostra geral é também dividida em AGN *host* e AGN BPT. No primeiro caso, são considerados todos os pixels ajustados pelo código GANDALF (descrito na Seção 2.4) e que passam pelos critérios de seleção de *spaxels*. Os AGN BPT incluem apenas os pixels cujas razões de intensidades de linhas de emissão se localizam na região de AGN no diagrama BPT individual de cada galáxia, ou seja, na região em que a excitação do gás é causada pela atividade nuclear.

2.3 A AMOSTRA DE CONTROLE

A fim de comparação, selecionamos galáxias não-ativas também do MPL-8 para compor uma amostra de controle. Nesse caso, como a intenção é analisar os efeitos do AGN na respectiva galáxia hospedeira, leva-se em consideração propriedades como morfologia, *redshift*, massa estelar e a magnitude absoluta da galáxia na banda r . Uma vez que essas propriedades sejam similares em cada AGN e seus controles e assumindo que essas propriedades influenciam na cinemática das galáxias, espera-se que a atividade nuclear seja a única fonte de divergência entre as cinemáticas das duas amostras principais.

Para cada AGN, foram selecionadas duas galáxias de controle. Entretanto, não foi possível encontrar controles para três objetos: as galáxias de *mangaid* 1-37440, 1-189584 e 31-115. Como esses objetos apresentam *redshifts* baixos ($z \lesssim 0.01$), próximo ao limite de valores de *redshifts* do projeto MaNGA, não haviam objetos de controle com propriedades semelhantes a essas galáxias nos mesmos z . Considerando isso e também o fato de que um dos objetivos do presente trabalho é comparar AGN *hosts* com as suas galáxias de controle, esses três objetos não foram incluídos nas estatísticas globais. Portanto, conforme dito anteriormente, a amostra de AGN é composta por 170 objetos.

Uma tabela contendo as principais propriedades da amostra de controle está disponível no Apêndice B. A amostra de controle é constituída por 125 galáxias *early-type* (36.8%), 182 galáxias *late-type* (53.5%), quatro *mergers* (1.2%) e por 29 objetos cujas classificações são incertas (8.5%), totalizando 340 galáxias de controle. Entretanto, alguns objetos foram seleti-

onados como controle para mais de um AGN da amostra principal, de modo que a amostra de controle é composta por 292 galáxias diferentes.

Na Figura 2.4, são apresentados histogramas que contêm as distribuições de *redshift*, magnitude absoluta na banda *r* e massa estelar. Essas são algumas das propriedades consideradas durante a seleção de ambas as amostras de AGN e controle.

2.4 GANDALF E A ANÁLISE ESPECTRAL

Os espectros contidos nos cubos de dados do MPL-8 são ajustados utilizando-se os códigos *Gas AND Absorption Line Fitting* (GANDALF, Sarzi et al. (2006), Falcón-Barroso et al. (2006)) e *penalized pixel-fitting* (pPXF, Cappellari (2012)), ambos escritos em *Interactive Data Language* (IDL). Dessa forma, é possível analisar separadamente a cinemática estelar e a do gás que compõe a galáxia.

A rotina pPXF é subordinada ao GANDALF e consiste no ajuste das linhas de absorção estelares tendo como base espectros *templates*. Neste trabalho, são utilizados como base de *templates* os espectros sintéticos para populações estelares simples de Bruzual e Charlot (2003). A escolha desta biblioteca de espectros se deve ao fato de que estes apresentam uma resolução espectral similar à dos dados obtidos no projeto MaNGA. No total, utilizou-se 30 *templates* de populações estelares, com idades variando entre 5 Myr e 12 Gyr e três diferentes metalicidades: 0.004, 0.02 e 0.05 Z_{\odot} ¹.

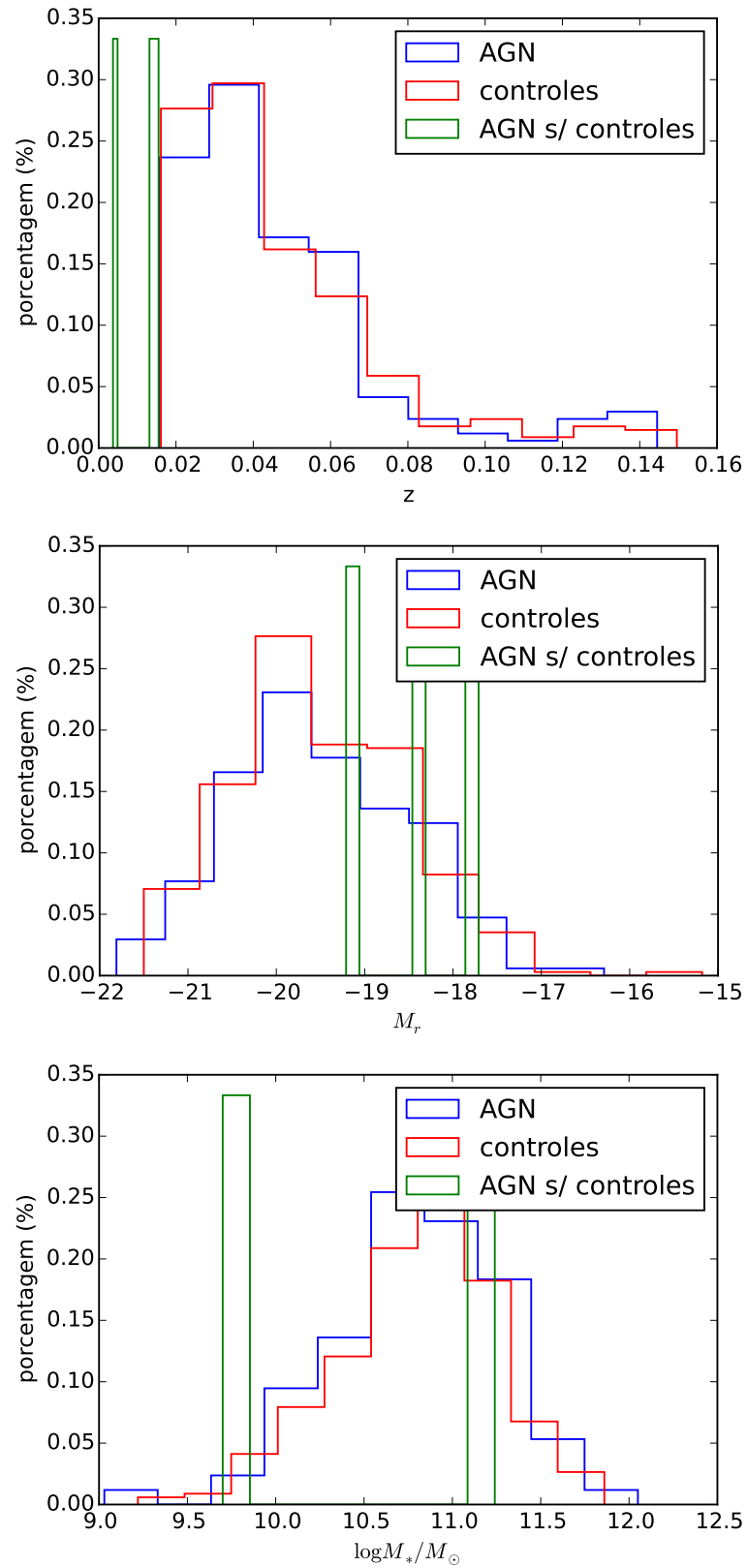
Para a análise da componente estelar do espectro, o pPXF cria um modelo que apresenta o melhor ajuste possível a partir da convolução do espectro de cada um dos *templates* utilizados com a distribuição de velocidades ao longo da linha de visada (LOSVD: do inglês, *Line-of-Sight Velocity Distribution*). Como resultado, são fornecidas medidas de velocidade e de dispersão de velocidades para as estrelas, bem como medidas dos momentos de Gauss-Hermite h_3 , h_4 , h_5 e h_6 , que indicam o desvio da LOSVD em relação a uma distribuição de velocidades com perfis gaussianos.

Por outro lado, a cinemática do gás é analisada diretamente pelo código GANDALF. Neste caso, são ajustadas por gaussianas as linhas de emissão selecionadas que restaram após o ajuste da contribuição da população estelar realizado pelo pPXF ser subtraído do espectro da galáxia. No presente trabalho, as linhas de emissão ajustadas pelo código GANDALF foram as seguintes: $H\alpha$, $H\beta$, $[O\ III]\lambda 5007$, $[N\ II]\lambda 6583$, $[S\ II]\lambda 6716$ e $[S\ II]\lambda 6731$.

Entretanto, esse código foi inicialmente projetado para o mapeamento dos cubos de dados provenientes do projeto *Spectroscopic Areal Unit for Research on Optical Nebulae* (SAURON, Bacon et al. (2001), de Zeeuw et al. (2002), Emsellem et al. (2004)). Assim, para que fosse possível aplicar o GANDALF nos cubos de dados do projeto *MaNGA*, foi necessária uma adaptação do código. A adaptação foi realizada pelo Dr. Rogemar A. Riffel e o ajuste espectral foi reali-

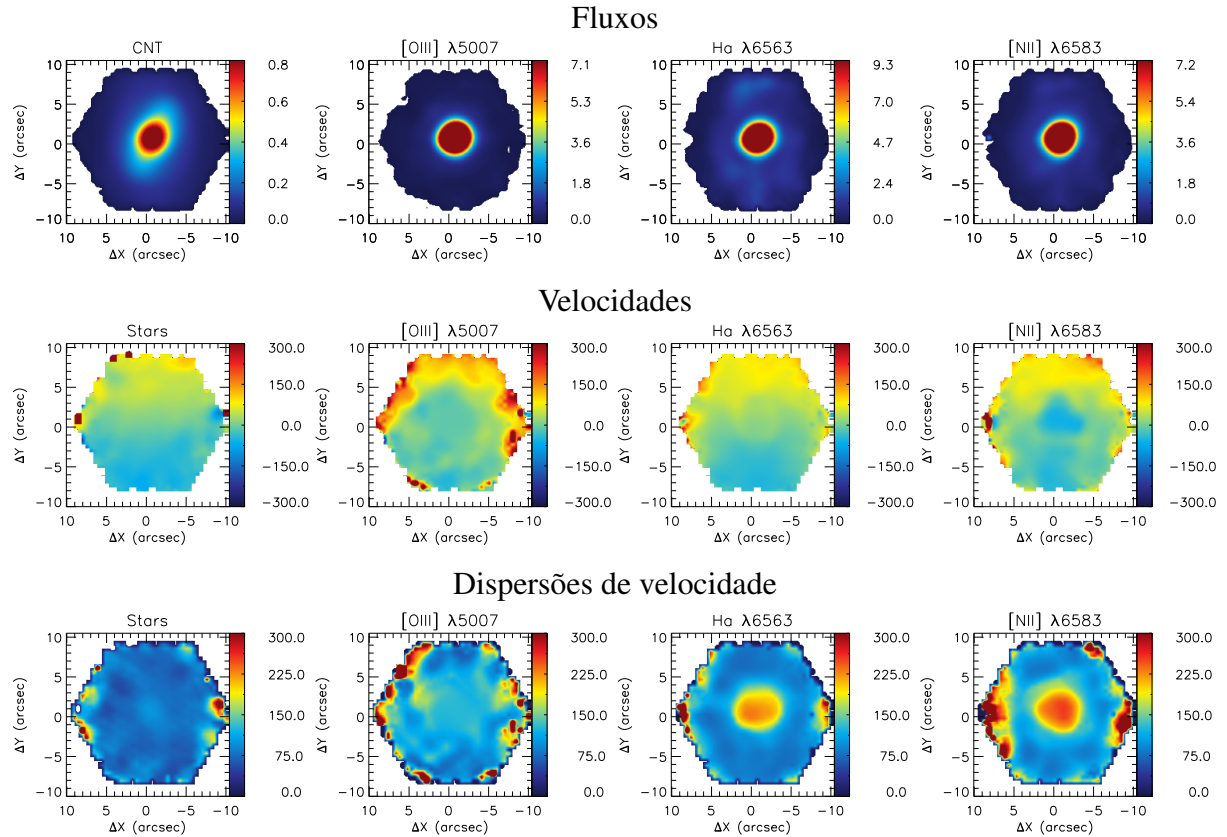
¹Metalicidade do Sol: $Z_{\odot} = 0.012$.

Figura 2.4: Distribuições de algumas das propriedades das galáxias selecionadas: *redshift*, magnitude absoluta na banda *r* e massa estelar, respectivamente. AGN em azul e controles em vermelho. AGN sem objetos de controle são apresentados em verde.



Fonte: Autora.

Figura 2.5: Mapas de fluxo (1ª linha), velocidade (2ª linha) e dispersão de velocidades (3ª linha) da galáxia MaNGA 1-149561, considerando todos os *spaxels* ajustados pelo código GANDALF. Da esquerda para a direita: estrelas e linhas de emissão $[O\ III]\lambda 5007$, $H\alpha$ e $[N\ II]\lambda 6583$, respectivamente.

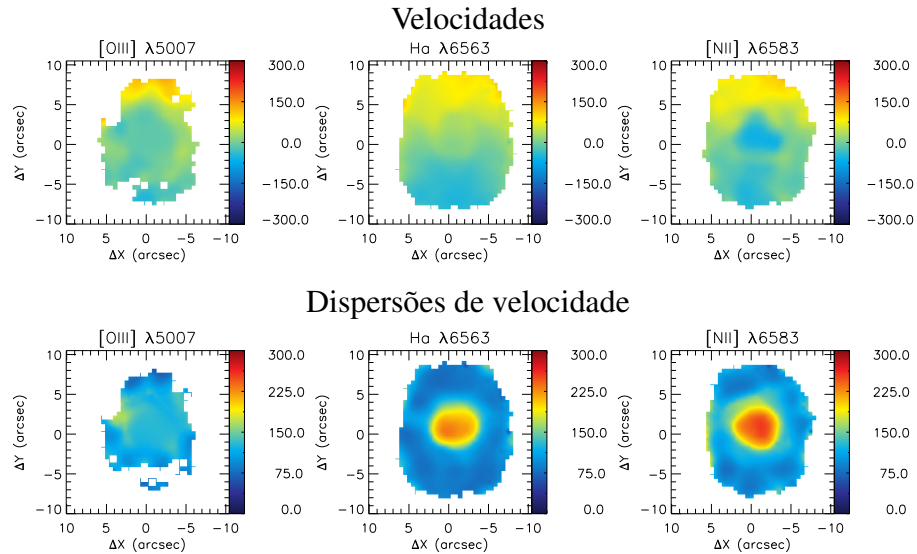


Fonte: Autora.

zado pela Ms. Gabriele da Silva Ilha. Por essa razão, não entraremos em maiores detalhes deste processo.

Na Figura 2.5, são apresentados os mapas de fluxo, velocidade e dispersão de velocidades para as estrelas e para as linhas de emissão $[O\ III]\lambda 5007$, $H\alpha$ e $[N\ II]\lambda 6583$ a galáxia MaNGA 1-149561. Neste caso, são considerados todos os *spaxels* ajustados pelo código GANDALF. Entretanto, como será visto a seguir, para a elaboração dos perfis cinemáticos são levados em conta critérios que eliminam alguns destes *spaxels*.

Figura 3.1: Mapas de velocidade e dispersões de velocidade para a galáxia MaNGA 1-149561, considerando os critérios de seleção de *spaxels*. Da esquerda para a direita: [O III] λ 5007, H α e [N II] λ 6583.



Fonte: Autora.

3 RESULTADOS

3.1 PERFIS INDIVIDUAIS

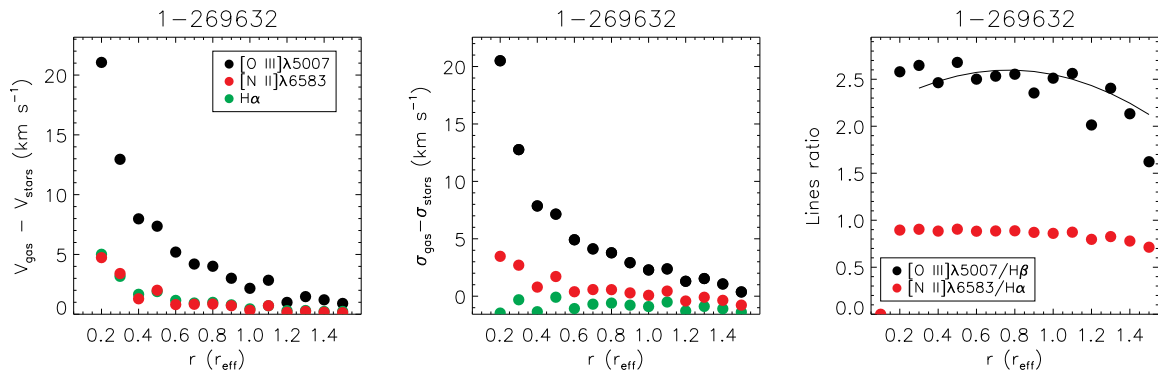
Inicialmente, foram elaborados perfis radiais individuais de propriedades cinemáticas e de razões de fluxos de linhas de emissão para cada galáxia ativa e de controle. Todos esses perfis são construídos em termos do raio efetivo (R_e), que corresponde ao raio que contém 50% da luminosidade total da galáxia. Esse parâmetro foi obtido das estimativas de luminosidades provenientes das observações na banda i do SDSS (Bundy et al., 2015).

Escolheu-se R_e como parâmetro pois o mesmo garante que, apesar das massas estelares e morfologias bastante diferentes (vide apêndices A e B), as frações de massa serão igualmente divididas em cada bin radial. Cada bin tem um comprimento de $0.1 R_e$ e, devido à resolução e cobertura espacial do projeto MaNGA, a extensão analisada está entre 0.2 e $1.0 R_e$.

Para cada objeto das amostras, foram feitas médias incluindo todos os valores cujos raios se encaixam na faixa de valores do respectivo bin, exceto aqueles que não satisfazem os seguintes critérios:

- ★ Os fluxos no contínuo são maiores que zero;
- ★ As incertezas em fluxos da linha de emissão [O III] λ 5007 são menores do que 30% do que os respectivos valores de fluxo;
- ★ As incertezas em dispersões de velocidade são menores do que 30 km s^{-1} ;

Figura 3.2: Perfis radiais individuais da galáxia ativa MaNGA 1-269632. Da esquerda para a direita: velocidade residual, dispersão de velocidades e razão de linhas. Nos dois primeiros gráficos, os pontos pretos indicam as medidas da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$, enquanto que os vermelhos indicam $[\text{N II}]\lambda 6583$ e os verdes, $\text{H}\alpha$. No gráfico à direita, os pontos pretos indicam a razão de linhas $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$ e os vermelhos indicam $[\text{N II}]\lambda 6583/\text{H}\alpha$.



Fonte: Autora.

★ As incertezas em velocidades são menores do que 30 km s^{-1} .

As incertezas aqui consideradas consistem no desvio padrão das grandezas apresentado pelos *spaxels* dividido pela raiz quadrada do número de *spaxels*.

Os perfis obtidos de velocidade residual, dispersão de velocidades (descritas a partir do próximo parágrafo) e razões de linhas para a galáxia ativa MaNGA 1-269632 são apresentados como exemplo na Fig. 3.2. Os valores dessas propriedades foram obtidos a partir do ajuste das linhas de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$, $[\text{N II}]\lambda 6583$, $\text{H}\alpha$ e do contínuo estelar.

A velocidade residual é definida como a mediana dos valores absolutos de velocidade da linha de emissão subtraídos da velocidade das estrelas:

$$v_{\text{res}} = |v_{\text{gas}} - v_{\text{stars}}|. \quad (3.1)$$

Semelhantemente, a dispersão de velocidades residual é dada por:

$$\sigma_{\text{res}} = \sigma_{\text{gas}} - \sigma_{\text{stars}}, \quad (3.2)$$

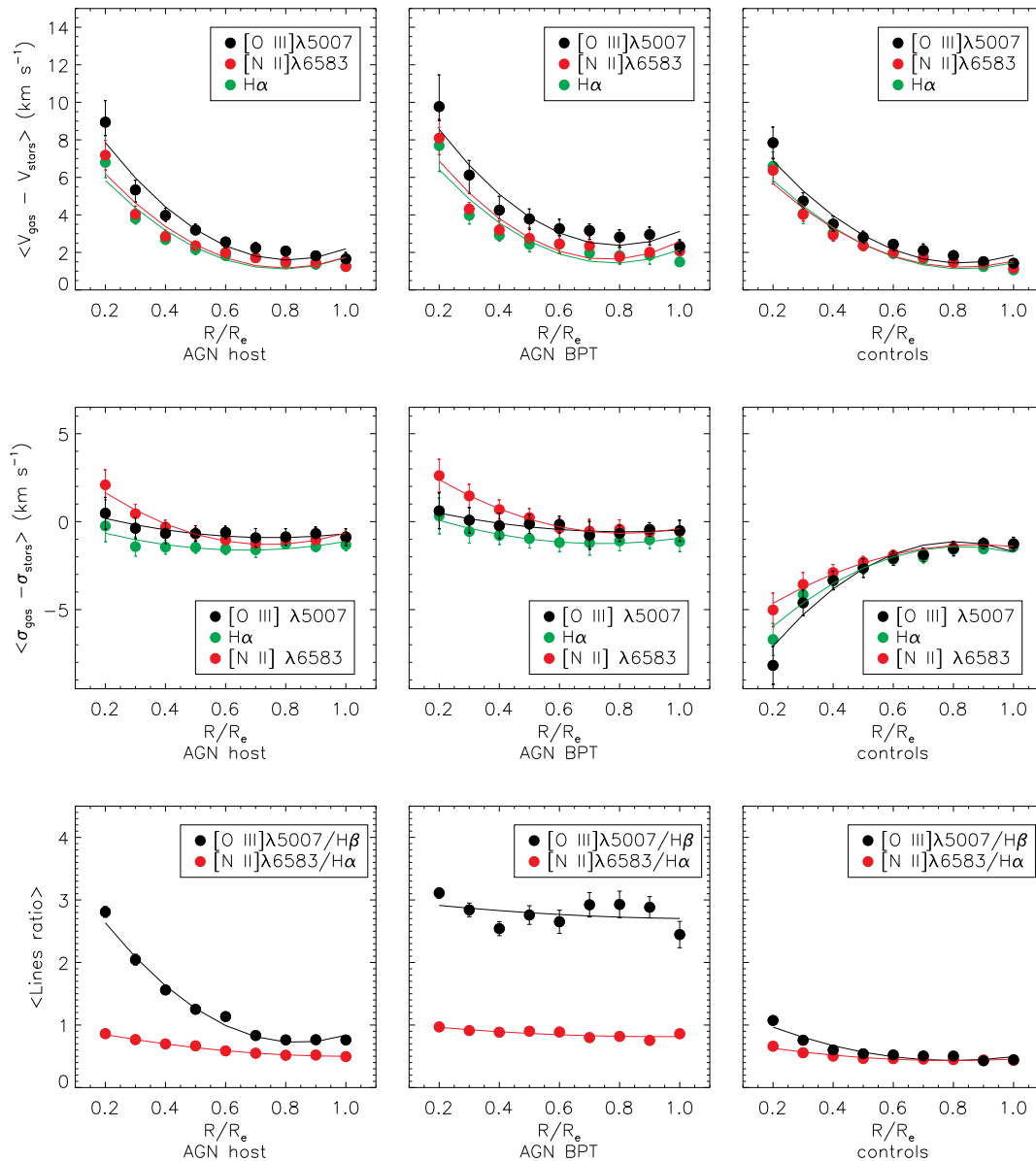
em que σ é a dispersão de velocidades.

3.2 PERFIS GLOBAIS

Nessa seção, são apresentados os resultados gerais obtidos a partir dos perfis individuais similares aos da Figura 3.2, tanto para as amostras gerais quanto para as subamostras.

Na Figura 3.3, são mostrados os perfis globais das linhas de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$, $[\text{N II}]\lambda 6583$ e $\text{H}\alpha$ para as amostras de AGN (*host* e BPT) e de controle. A título de exem-

Figura 3.3: Perfis globais das linhas de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$ (preto), $[\text{N II}]\lambda 6583$ (vermelho) e $\text{H}\alpha$ e das razões de fluxos das linhas $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$ (preto, última linha) e $[\text{N II}]\lambda 6583/\text{H}\alpha$ (vermelho, última linha). Da esquerda para a direita, AGN *host*, AGN BPT e controles. **Pri-meira linha:** velocidades residuais. **Segunda linha:** dispersão de velocidades. **Terceira linha:** razões de linhas.

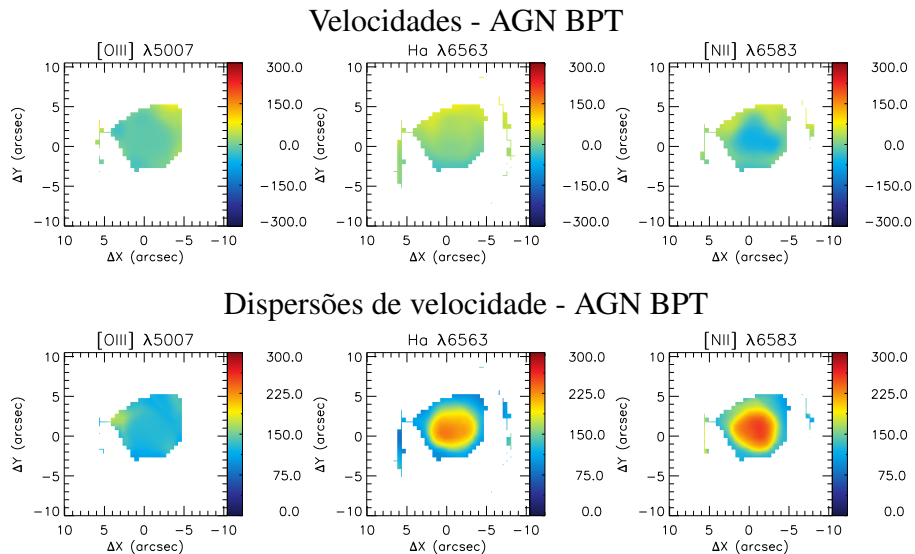


Fonte: Autora.

plo, são apresentados na Figura 3.4 mapas de velocidade e dispersão de velocidades da galáxia MaNGA 1-149561 para as linhas de emissão aqui analisadas, considerando-se apenas os *spaxels* classificados como AGN no diagrama BPT. Os mapas com e sem critérios de seleção dessa mesma galáxia foram anteriormente apresentados.

Enquanto que as velocidades residuais da Figura 3.3 são bastante parecidas entre si nos bins de raio efetivo, a dispersão de velocidades e as razões de linhas apresentam perfis distintos. Nos três perfis de velocidade residual apresentados, nota-se que, embora seja pequena

Figura 3.4: Mapas de velocidade e dispersão de velocidades da galáxia MaNGA 1-149561, considerando apenas os *spaxels* classificados como AGN no diagrama BPT. Da esquerda para a direita: $[\text{O III}]\lambda 5007$, $\text{H}\alpha$ e $[\text{N II}]\lambda 6583$.



Fonte: Autora.

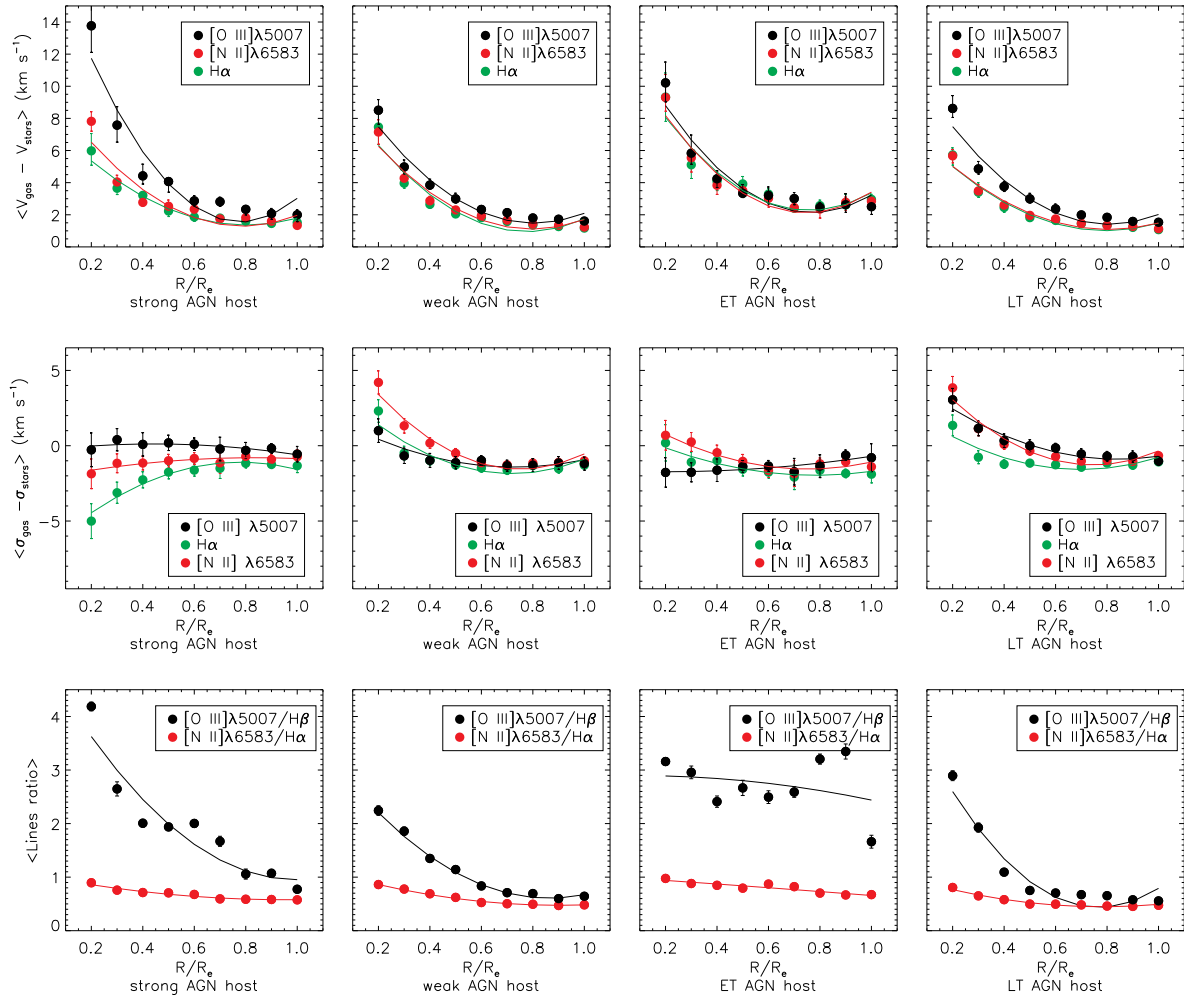
a diferença, a linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$ possui maiores valores do que as demais linhas analisadas.

Os gráficos de dispersão de velocidades residual, pelo contrário, mostram que neste caso a linha de emissão $[\text{N II}]\lambda 6583$ apresenta os maiores valores quando se analisa a região mais interna, inferior a $0.6R_e$. Ademais, a principal diferença nesses gráficos ocorre entre AGN e controles. Examinando os perfis da linha $[\text{O III}]\lambda 5007$, é possível observar que, enquanto os AGN mantêm uma dispersão de velocidades residual próxima de 0.0 km s^{-1} em praticamente toda a extensão, as galáxias de controle chegam a $\sigma_{res} \approx -9.0 \text{ km s}^{-1}$ no anel central.

No caso das razões de linhas, $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$ e $[\text{N II}]\lambda 6583/\text{H}\alpha$ seguem padrões bastante diferentes nos perfis de AGN, de modo que pode-se dizer que a razão de linhas $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$ é mais sensível à atividade nuclear do que a razão $[\text{N II}]\lambda 6583/\text{H}\alpha$. Além disso, há um contraste evidente não só entre AGN e galáxias de controle, como também entre AGN *host* e AGN BPT: as razões de linhas (principalmente $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$) para estes últimos parecem manter o valor obtido na região central ao longo de toda a extensão analisada, ao passo que os respectivos perfis para AGN *host* visivelmente decrescem. Esse resultado é esperado, uma vez que os perfis radiais levando em consideração todas as regiões das galáxias incluem locais onde a ionização e excitação do gás são devidas a estrelas, o que resulta em uma diminuição da razão $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$.

Já na Figura 3.5, a análise das propriedades cinemáticas é estendida para as subamostras de *strong/weak* e *early/late-type* AGN *host*. Em uma rápida comparação, percebe-se que os *strong* AGN são os objetos que apresentam os maiores valores de velocidade residual e de razão de linhas na região central. Quanto à morfologia, vale destacar que as galáxias *early-type* apresentaram uma alta razão $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$. De certa forma, este resultado já era esperado,

Figura 3.5: Perfis radiais das linhas de emissão para as diferentes subamostras. Da esquerda para a direita: *strong* AGN, *weak* AGN, *early-type* AGN e *late-type* AGN. **Primeira linha:** velocidades residuais. **Segunda linha:** dispersão de velocidades. **Terceira linha:** razões de linha. Escolha de cores similar à da Figura 3.3.

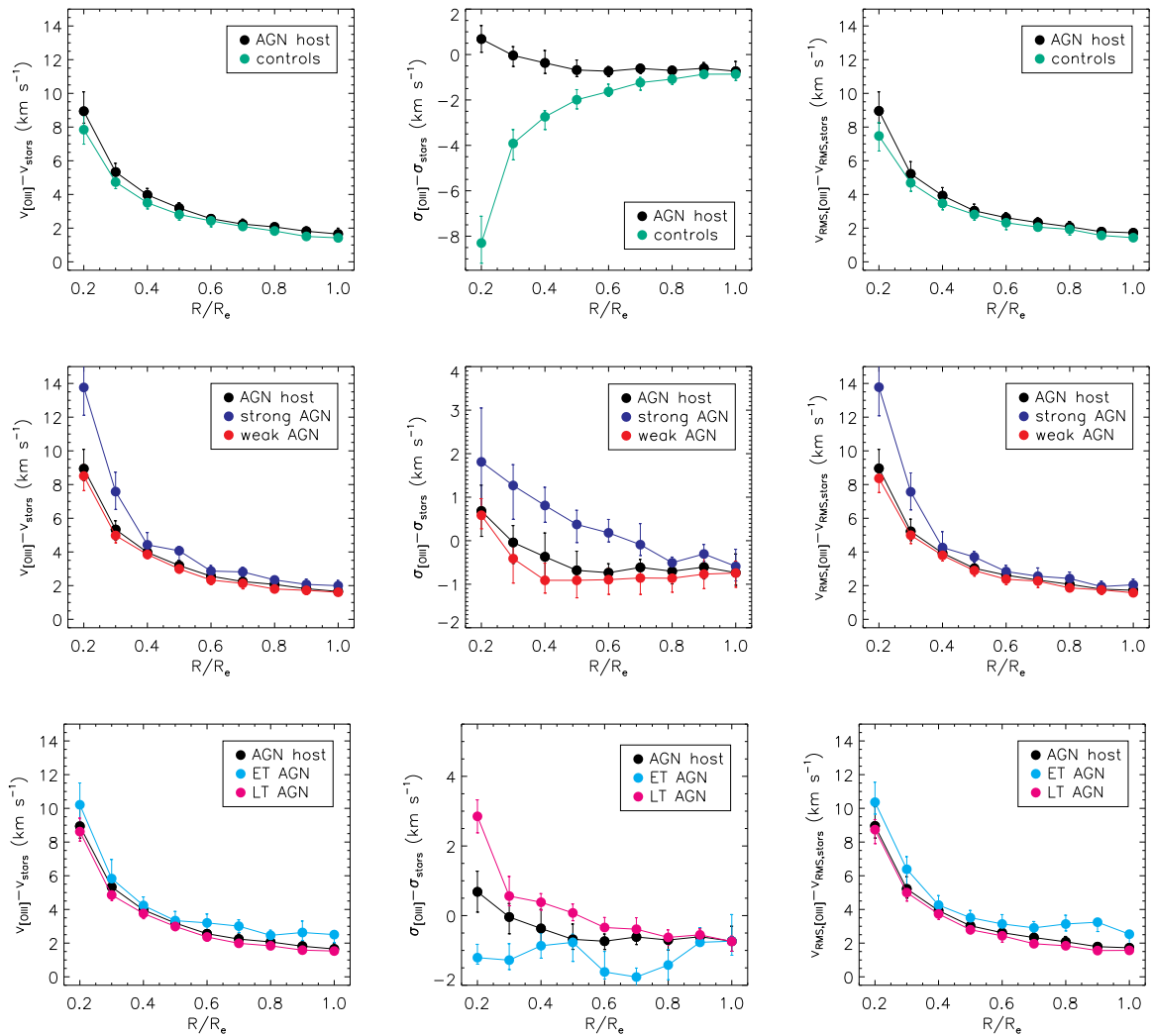


Fonte: Autora.

visto que objetos deste tipo, em geral, apresentam uma maior metalicidade quando comparados com galáxias *late-type*. Nestas últimas, por outro lado, o gás nas regiões centrais possui uma maior dispersão de velocidades do que as estrelas, ao contrário do que é observado no painel de σ_{res} das galáxias *early-type*.

Entretanto, o resultado mais importante observado na Figura 3.5 é o seguinte: a principal diferença entre os perfis de *strong* e *weak* AGN é que a linha de emissão [O III]λ5007 para *strong* AGN apresenta os maiores valores em todas as propriedades cinemáticas consideradas. Assumindo que a alta luminosidade dos AGN esteja relacionada com uma intensa atividade nuclear, esse fato reforça a hipótese de que a linha de emissão [O III]λ5007, dentre as aqui analisadas, é a mais sensível à atividade da região central das galáxias. Assim, caso haja *feedback* de AGN nas galáxias da amostra, é mais provável que o mesmo seja observado nesta linha. Dessa forma, doravante serão analisados apenas os perfis globais obtidos para a linha de

Figura 3.6: Comparação entre os perfis cinemáticos radiais. Cada ponto representa a mediana dos valores medidos em cada bin de raio efetivo. **Primeira linha:** Perfis de velocidade residual, dispersão de velocidades e velocidade RMS para AGN *host* e controles. *Painel esquerdo:* AGN *host* (preto) e controles (verde); *painel do meio:* *strong* (azul-escuro) e *weak* (vermelho) AGN; *painel direito:* *early-type* (azul-claro) e *late-type* (rosa) AGN. **Segunda linha:** semelhante à primeira linha, mas para *strong* e *weak* AGN *host*. **Terceira linha:** semelhante à primeira, mas para *early* e *late-type* AGN *host*.



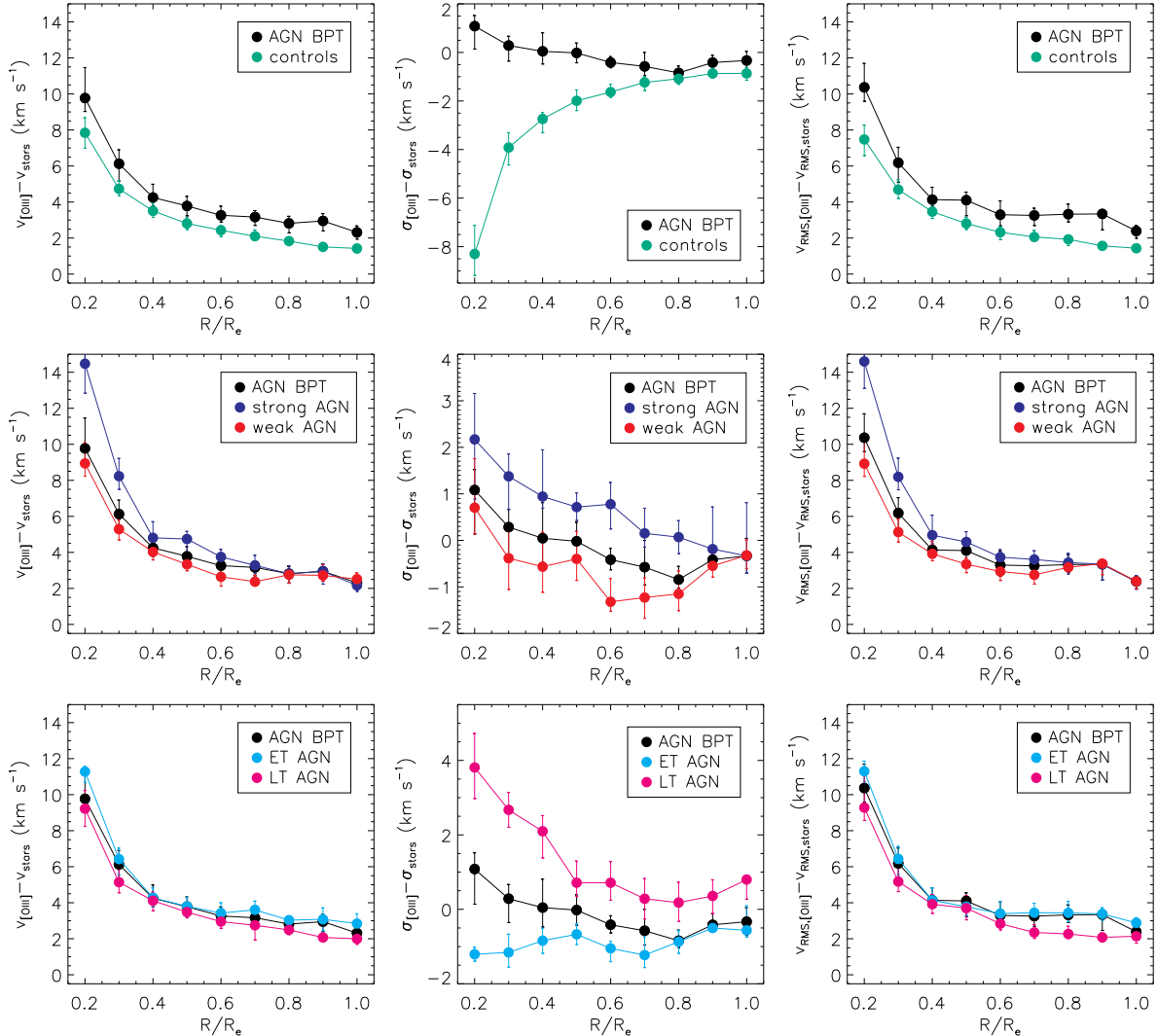
Fonte: Autora.

emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$.

3.2.1 Perfis globais da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$

Na Figura 3.6, são apresentados os perfis radiais da linha $[\text{O III}]\lambda 5007$ para as diferentes amostras de AGN *host* e controle. Neste caso, são analisadas as velocidades, as dispersões de

Figura 3.7: Da esquerda para a direita: perfis radiais globais das medianas da velocidade residual, dispersão de velocidades e velocidade RMS da linha de emissão [O III] $\lambda 5007$. **Painéis de cima:** AGN BPT (preto) e controles (verde). **Painéis do meio:** *strong* (azul-escuro) e *weak* (vermelho) AGN BPT. **Painéis de baixo:** *early-type* (azul-claro) e *late-type* (rosa) AGN BPT.



Fonte: Autora.

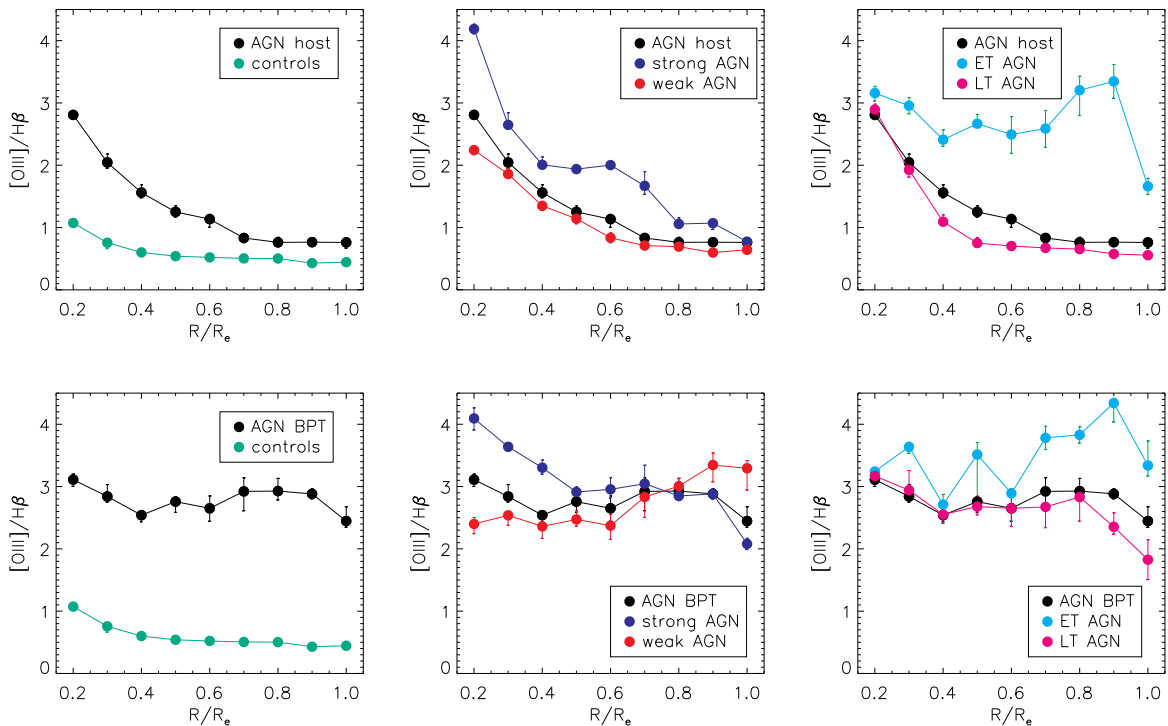
velocidades e as velocidades RMS residuais. Esta última é dada por:

$$v_{\text{RMS}} = \sqrt{v_{[\text{O III}]}^2 + \sigma_{[\text{O III}]}^2}. \quad (3.3)$$

Ao comparar AGN *host* e galáxias de controle, pode-se notar que os AGN apresentam valores maiores dessas três propriedades, especialmente no caso dos *strong* AGN. Enquanto que os *weak* AGN se assemelham às galáxias de controle, os *strong* AGN parecem caracterizar os maiores valores encontrados de velocidade residual para todas as amostras. Isso pode ser observado principalmente na região interna, em que o raio R é $\leq 0.3 R_e$.

Os perfis de v_{res} para galáxias *early* e *late-type* também são analisados e, neste caso, nota-se que ambos os perfis são bastante parecidos com o da amostra completa de AGN. A

Figura 3.8: Perfis radiais das razões de linha para AGN BPT e AGN *host*. Escolha de cores idêntica à da Fig. 3.6.



Fonte: Autora.

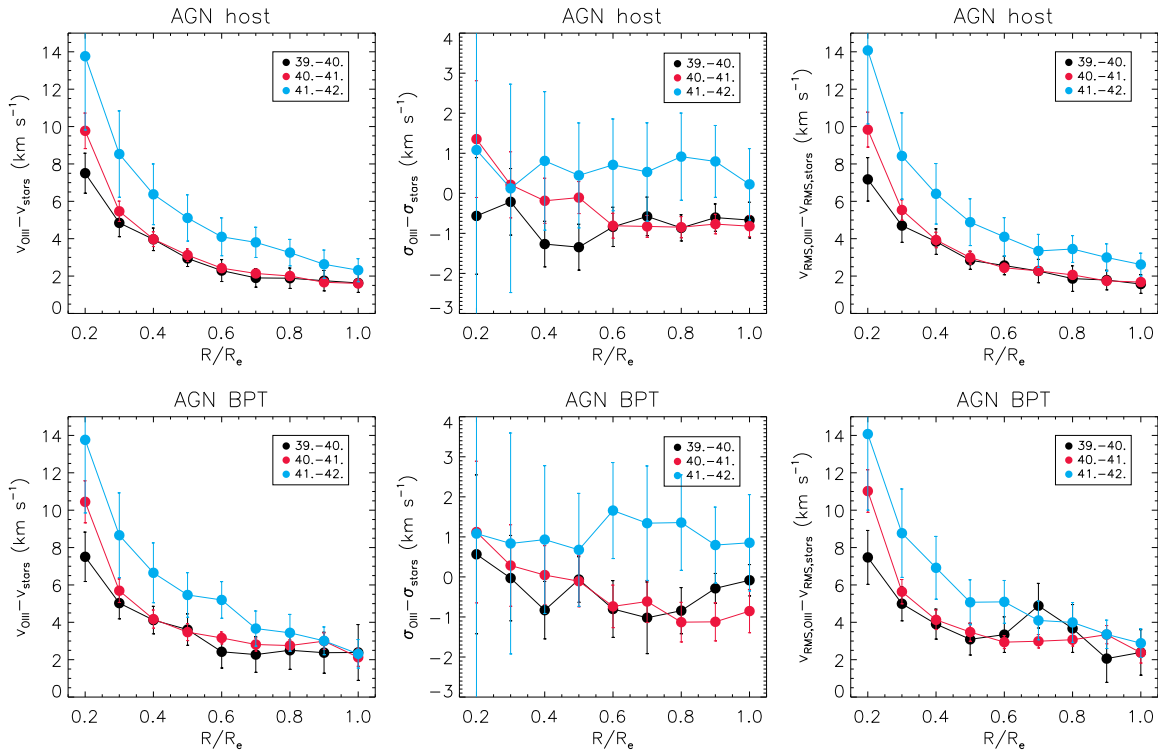
principal diferença ocorre nas regiões mais externas, nas quais a curva das galáxias *early-type* é ligeiramente maior do que a curva dos objetos *late-type*. Apesar de v_{res} e v_{RMS} possuírem conceitos diferentes, todos os perfis de ambas as velocidades são bastante semelhantes, de modo que o que foi discutido aqui para v_{res} é também válido para v_{RMS} .

Diferentemente dos perfis de v_{res} e v_{RMS} , os perfis de σ_{res} indicam que a dispersão de velocidades do gás das galáxias de controle é bastante diferente daqueles das galáxias ativas. No bin nuclear, os controles apresentam $\sigma_{\text{res}} \sim -8.0 \text{ km s}^{-1}$ enquanto que a mediana de σ_{res} para AGN é $\sim 1.0 \text{ km s}^{-1}$.

O perfil de σ_{res} também foi separado de acordo com as distribuições de SAGN/WAGN e ETAGN/LTAGN. Os resultados são apresentados na coluna do meio da Figura 3.6. No primeiro caso, os maiores valores de σ_{res} são dominados por *strong* AGN, com uma grande diferença até $0.8R_e$. Por outro lado, os *weak* AGN apresentam valores negativos de σ_{res} em praticamente toda a extensão analisada de R_e , semelhante ao que acontece com o perfil de σ_{res} para a amostra geral de AGN. Para SAGN, $\sigma_{\text{res}} \leq 0.00 \text{ km s}^{-1}$ acontece apenas em $R \geq 0.7R_e$.

No caso dos perfis de σ_{res} para *early* e *late-type* AGN, o que se observa é que LTAGN apresentam os maiores valores quando comparados com outros AGN, alcançando 3.0 km s^{-1} no bin central. Da mesma forma que os *weak* AGN, as galáxias *early-type* ativas também apresentam um perfil com valores negativos de σ_{res} (neste caso, em toda a extensão analisada). Além disso, a diferença entre as curvas de *early* e *late-type* é considerável: enquanto que os

Figura 3.9: Da esquerda para a direita: perfis radiais de velocidade residual, dispersão de velocidades e velocidade RMS da linha de emissão [O III] $\lambda 5007$ em diferentes bins de luminosidade: $39 \leq \log L_{[\text{O III}]} < 40$ (preto), $40 \leq \log L_{[\text{O III}]} < 41$ (vermelho), $41 \leq \log L_{[\text{O III}]} < 42$ (azul). Os painéis de cima incluem todas as medidas que seguem os critérios de seleção. Nos painéis de baixo, considerou-se apenas as regiões classificadas como AGN no diagrama BPT.



Fonte: Autora.

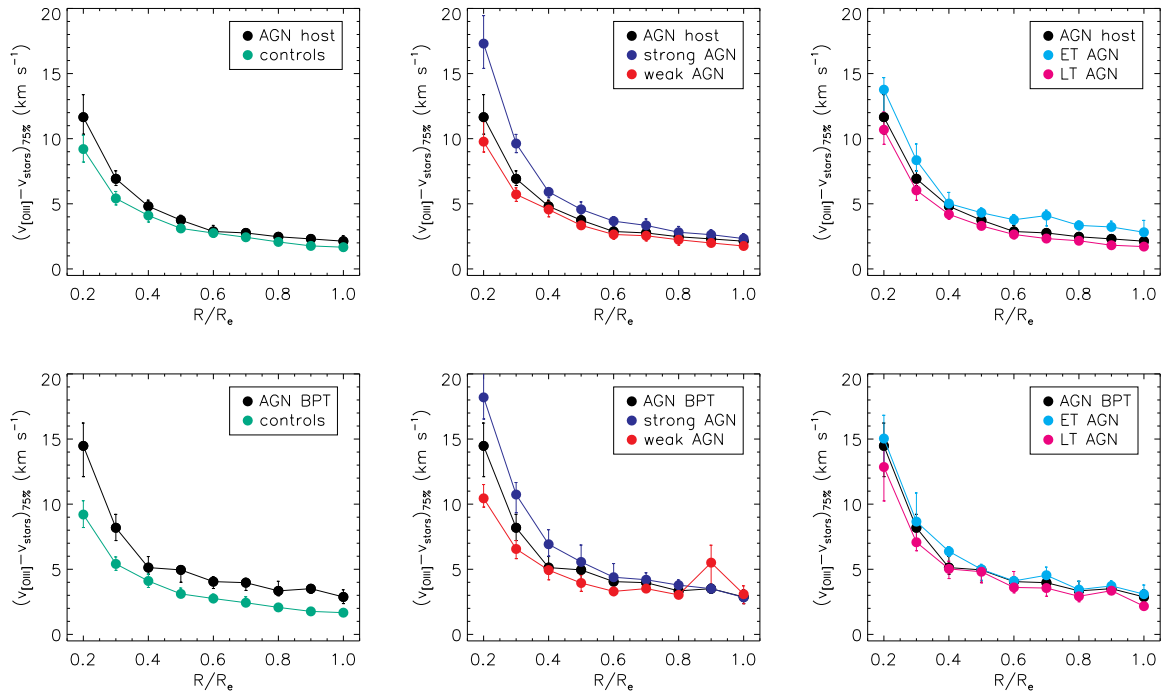
primeiros não atingem -1.0 km s^{-1} na abertura central, os últimos atingem 3.0 km s^{-1} .

Na Figura 3.7, estão perfis radiais similares aos apresentados na Figura 3.6, exceto pelo fato de que na Figura 3.7 são considerados apenas os pontos que se encontram na região AGN no diagrama BPT (esses pontos são os aqui chamados AGN BPT). Essa separação entre AGN *host* e AGN BPT é proposta com o intuito de verificar se as diferenças observadas entre os perfis radiais de AGN *host* e controles são de fato causadas por atividade nuclear nos objetos analisados. Entretanto, as principais características observadas na Figura 3.6 estão também presentes nesse caso. Para as velocidades residual e RMS, os perfis para AGN BPT mostram valores ligeiramente maiores do que os perfis para AGN *host*. Além disso, nas regiões mais externas, ambos os perfis para AGN BPT apresentam curvas menos acentuadas.

Strong e *early-type* AGN continuam apresentando os maiores valores de v_{res} e v_{RMS} . Da mesma forma, *strong* AGN também apresenta os maiores valores de σ_{res} em praticamente todos os bins de R_e . Entretanto, em uma comparação entre *early/late-type* AGN, nota-se que os objetos *late-type* possuem uma dispersão de velocidades bem maior do que a mediana. Por outro lado, as galáxias ETAGN apresentam $\sigma_{\text{res}} \leq 0.00 \text{ km s}^{-1}$, apesar de terem velocidades residuais mais altas do que as LTAGN.

Os perfis da razão dos fluxos das linhas de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$ estão na Figura

Figura 3.10: Perfis compostos a partir dos *pixels* que apresentam os 75% maiores valores de velocidade residual. Os AGN *host* estão na primeira linha, enquanto os AGN BPT se encontram na segunda.



Fonte: Autora.

3.8. Observa-se que os painéis de AGN *host* e AGN BPT são bastante distintos nas regiões mais externas. Um bom exemplo são os objetos *late-type*, caso em que se verifica uma diferença de 2.0 entre os perfis em $R = 0.5 R_e$. Além disso, *weak* AGN e *early-type* AGN BPT parecem ter uma razão $[O III]\lambda 5007/H\beta$ nas regiões periféricas maior do que no bin central.

Na Figura 3.9, estão os perfis de v_{res} , σ_{res} e v_{RMS} , obtidos para AGN *hosts* e AGN BPT considerando os bins de alta, média e baixa $L[O III]$. Nos painéis de cima na Figura 3.9 são apresentados os perfis para AGN *host*. Nesse caso, objetos com alta luminosidade possuem os maiores valores de v_{res} e v_{RMS} . Ao comparar AGN de baixa e intermediária luminosidade na linha de emissão $[O III]\lambda 5007$ em $R \leq 0.4 R_e$, nota-se que v_{res} e v_{RMS} são maiores para o bin intermediário. Entretanto, não há uma diferença clara entre esses dois bins de luminosidade a partir de $0.4 R_e$.

O painel de σ_{res} para AGN *host*, também disponível na Figura 3.9, indica que os perfis para alta e média luminosidade são bastante semelhantes na região mais interna, enquanto que a região periférica é dominada pela dispersão de velocidades residual dos AGN mais luminosos. Entretanto, como as incertezas nos três bins são bastante altas, é possível que essas semelhanças não sejam reais. Os AGN mais luminosos apresentam dispersões positivas ao longo de toda a extensão analisada. O mesmo não é observado para AGN de baixa e média luminosidade. Além disso, na região mais externa ($R \geq 0.6 R_e$), os AGN com média luminosidade na linha de emissão $[O III]\lambda 5007$ são similares aos AGN de menor luminosidade.

Nos painéis inferiores da Figura 3.9, são apresentados esses mesmos perfis, porém apenas para AGN BPT. Em v_{res} , a principal diferença entre AGN *host* e AGN BPT ocorre em $R \geq 0.3 R_e$. Para AGN BPT de baixa luminosidade, nota-se que, nas regiões mais externas, há um aumento de velocidade residual, o que não é observado no correspondente perfil para AGN *host*. Além disso, ao analisar os perfis de v_{RMS} , nota-se que, em praticamente toda a extensão considerada, AGN BPT apresentam valores similares aos dos AGN *hosts*.

Para garantir que efeitos causados pela galáxia hospedeira nos perfis de velocidade residual não sejam considerados nas estatísticas, foram propostos os perfis de AGN BPT. Entretanto, como não houve um grande contraste entre estes últimos e os AGN *hosts*, foram elaborados os painéis apresentados na Figura 3.10. Nestes perfis, foram considerados apenas os 75% maiores valores de velocidade residual encontrados para a linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$, tanto para AGN *host* quanto para AGN BPT.

Com isso, os contrastes entre AGN e controles são mais evidentes, principalmente no perfil de $v_{\text{res},75\%}$ para AGN BPT. Nesse último, os AGN apresentam velocidades residuais maiores que as dos objetos de controles em todos os bins de raio efetivo. Os *strong* AGN e os *early-type* AGN continuam com os maiores valores quando comparados com *weak* e *late-type* AGN, respectivamente.

4 DISCUSSÃO

4.1 AGN VERSUS CONTROLES

Com o intuito de comparar as amostras de AGN e controle nos bins de luminosidade, foi elaborada a Figura 4.1. Para esta figura, estimou-se as medianas de $v_{res,AGN} - v_{res,controles}$, $v_{res,75\%,AGN} - v_{res,75\%,controles}$, $\sigma_{res,AGN} - \sigma_{res,controles}$ e $v_{RMS,AGN} - v_{RMS,controles}$ para alta, média e baixa $L[O III]$. Cada AGN foi comparado com seus respectivos controles, de forma que $v_{res,controles}$ é definido como:

$$v_{res,controles} = \frac{v_{res,controle1} + v_{res,controle2}}{2}. \quad (4.1)$$

Uma definição equivalente é usada para $v_{res,75\%,controles}$, $\sigma_{res,controles}$ e $v_{RMS,controles}$.

Os painéis superiores da Figura 4.1 apresentam os perfis das diferenças para AGN *hosts*. No perfil da diferença em v_{res} , é possível notar que AGN com baixa $L[O III]$ possuem v_{res} menor do que as suas galáxias de controles em uma região com $R \leq 0.4R_e$. No bin radial mais interno, o contraste entre AGN e controles alcança 2.0 km s^{-1} . Por outro lado, AGN de alta e média luminosidade mostram valores maiores de v_{res} quando comparados com seus controles, alcançando respectivamente ~ 2.0 e 3.0 km s^{-1} .

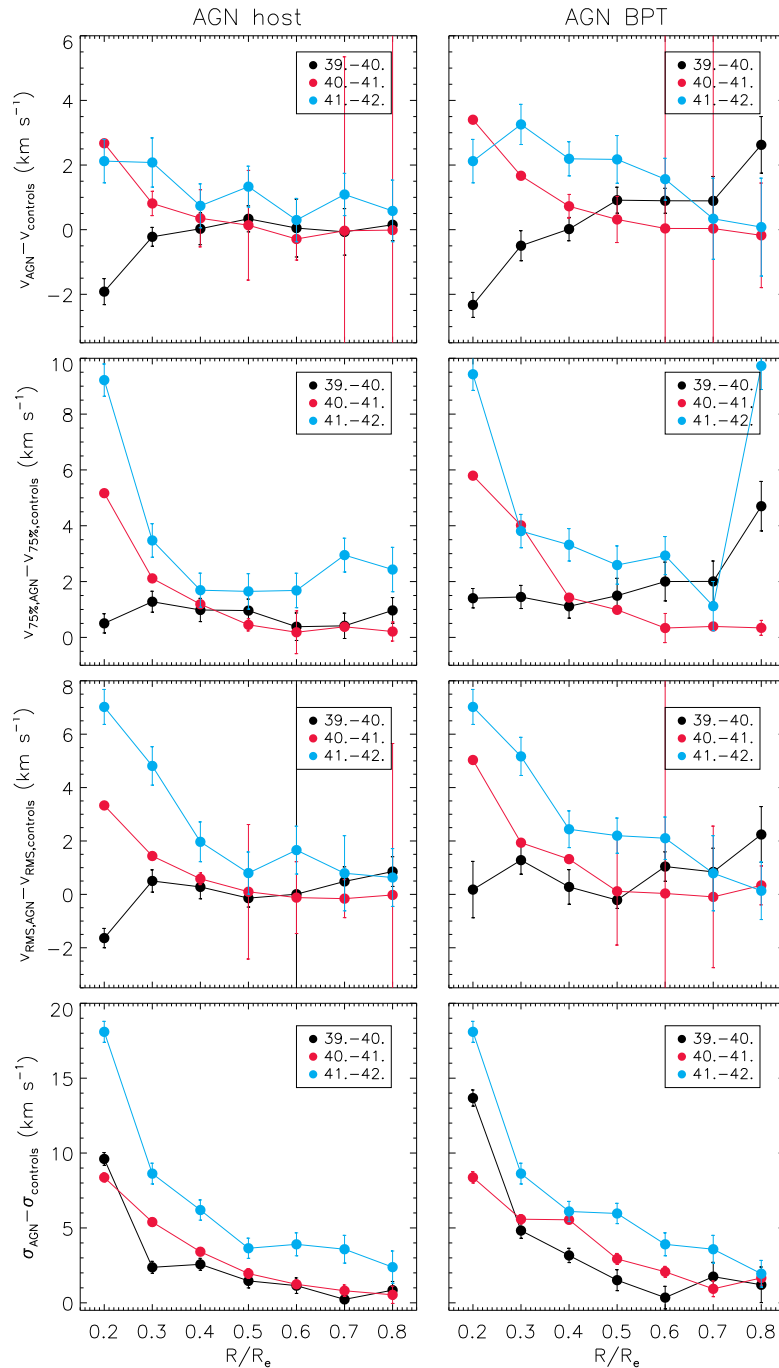
Além disso, os AGN *hosts* mais luminosos possuem valores positivos de $v_{res,AGN} - v_{res,controles}$ em todos os bins de raio efetivo, ou seja, a velocidade $v_{gas} - v_{stars}$ desses AGN é maior do que as dos seus respectivos controles. Isso pode ser interpretado como uma das possíveis influências causadas na cinemática do gás da galáxia hospedeira pela atividade nuclear. Para AGN de média luminosidade, isso só acontece até $R \leq 0.5R_e$.

Para os perfis de velocidade residual que consideram apenas os 75% maiores valores (segunda linha da Figura 4.1), a diferença entre os AGN mais luminosos e os demais é bastante evidente, tanto para AGN *host* quanto para AGN BPT. Nesse caso, os AGN com luminosidade na linha de emissão $[O III]\lambda 5007$ variando entre 10^{41} e $10^{42} \text{ erg s}^{-1}$ apresentam velocidades residuais $\sim 10.0 \text{ km s}^{-1}$ maior que seus controles na abertura central.

Para AGN de média $L[O III]$, esse valor chega a 5.0 km s^{-1} . Os objetos de baixa luminosidade não apresentam grandes contrastes. Dessa forma, os perfis de v_{res} que eliminam o quartil inferior de medidas se mostram mais efetivos do que a seleção de medidas localizadas no BPT para evidenciar as diferenças entre as velocidades residuais de AGN e seus controles. Isso também indica que os valores mais baixos de v_{res} podem ser atribuídos à cinemática da galáxia hospedeira, e não à atividade nuclear.

No caso dos perfis das comparações de σ_{res} , o contraste entre os AGN mais luminosos e seus objetos de controle atinge $\sim 18.0 \text{ km s}^{-1}$ em $R = 0.2R_e$. Comparativamente, a principal

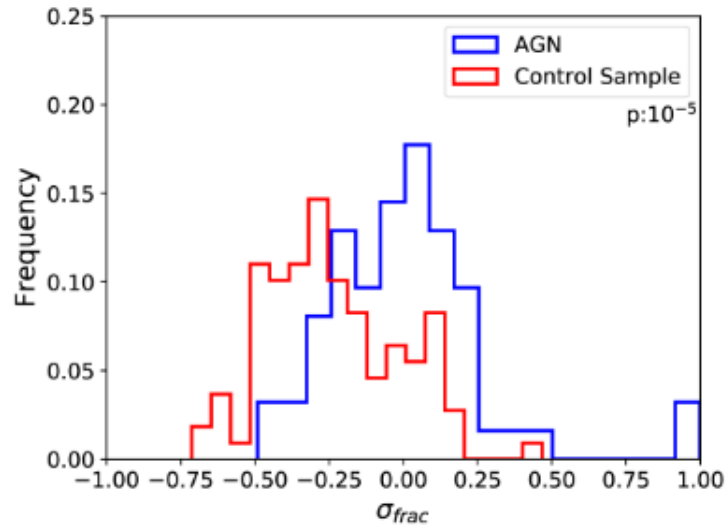
Figura 4.1: Perfis radiais das medianas das diferenças entre AGN e seus respectivos controles. De cima para baixo: velocidade residual, os 75% maiores valores de velocidade residual, velocidade RMS e dispersão de velocidades. As cores indicam os bins de luminosidade. A primeira coluna apresenta perfis para AGN *host*, enquanto a segunda apresenta os perfis para AGN BPT.



Fonte: Autora.

diferença entre AGN BPT e AGN *host* ocorre na região central dos AGN cujas luminosidades da linha de emissão $[O\ III]\lambda 5007$ variam entre 10^{39} e 10^{40} erg s $^{-1}$. Além disso, nessa mesma região, os AGN de baixa luminosidade parecem diferir mais de seus controles do que os AGN de média luminosidade, indicados pelos pontos vermelhos na Figura 4.1.

Figura 4.2: Histograma das distribuições de dispersão de velocidades para AGN e galáxias de controle do MPL-5, apresentado em Ilha et al. (2019). A linha azul indica os AGN, enquanto que a linha vermelha indica a amostra de controle. O teste estatístico de Anderson-Darling resulta em um p -value de 10^{-5} . Este resultado é significativo, de forma a indicar que os AGN parecem sim impactar o gás da galáxia hospedeira.



Fonte: Ilha et al. (2019).

4.2 COMPARAÇÃO ENTRE MPL-5 E MPL-8

4.2.1 Distribuições de dispersão de velocidades

Como dito no Capítulo 2, a seleção dos cubos de dados utilizados no presente trabalho foi realizada com base em Rembold et al. (2017). O trabalho dedica-se principalmente à caracterização de amostras de AGN e controles a serem discutidos em outros trabalhos (Ilha et al., 2019; do Nascimento et al., 2019; Mallmann et al., 2018). Os cubos de dados que foram utilizados nessa seleção foram lançados no quinto MPL (MPL-5) do projeto MaNGA (Abolfathi et al., 2018).

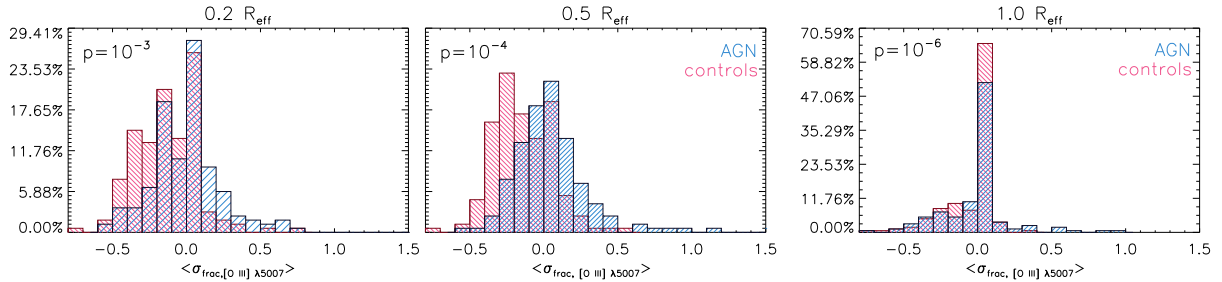
No artigo Ilha et al. (2019), os autores elaboraram figuras para analisar as distribuições de σ_{frac} das amostras do MPL-5. A dispersão de velocidades fracional σ_{frac} , nesse caso, é definida como:

$$\sigma_{frac} = \left\langle \frac{(\sigma_{gas} - \sigma_{stars})}{\sigma_{stars}} \right\rangle, \quad (4.2)$$

em que σ_{gas} corresponde à dispersão de velocidades do gás e σ_{stars} é a dispersão de velocidades das estrelas, em uma abertura de 2.5 arcsec. Em Ilha et al. (2019), foi elaborado um histograma de σ_{frac} da linha de emissão [O III] λ 5007 para as amostras de AGN e de controle do MPL-5. Este histograma é aqui apresentado na Figura 4.2.

Neste caso, nota-se que os AGN tendem a apresentar maiores valores de σ_{frac} : os va-

Figura 4.3: Distribuição de σ_{frac} médio para AGN (azul) e controles (vermelho) em três diferentes bins: 0.2, 0.5 e $1.0R_e$. Os respectivos p -values são apresentados no canto superior esquerdo de cada painel.



Fonte: Autora.

lores médios para AGN e controles são 0.04 e -0.23 , respectivamente. Ademais, os autores também destacam que a extrema maioria dos AGN ($\sim 90\%$) possui $\sigma_{frac} > -0.22$ e que cerca de 75% da amostra de AGN têm $\sigma_{frac} > -0.13$. Por outro lado, a amostra de controle apresenta 90% das galáxias com $\sigma_{frac} < 0.12$ e 75% com $\sigma_{frac} < -0.04$.

Como resultado do teste estatístico de Anderson-Darling, Ilha et al. (2019) obtêm um p -value de 10^{-5} . Isso confirma que as amostras de AGN e de galáxias inativas do MPL-5 seguem distribuições diferentes de σ_{frac} . Desta forma, pode-se concluir que o parâmetro σ_{frac} está relacionado com a atividade nuclear.

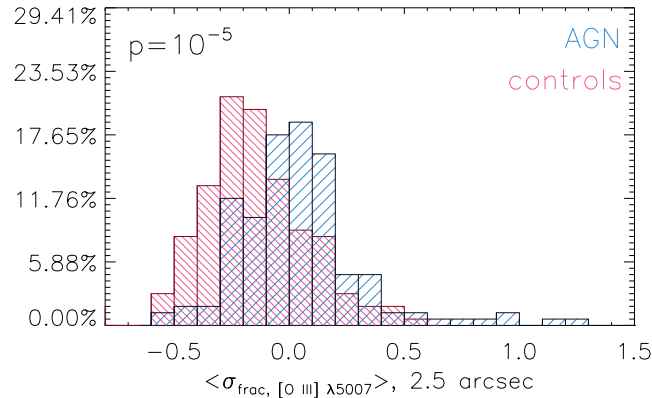
Com o objetivo de verificar se as tendências acima citadas são mantidas com a adição das novas galáxias cujos cubos de dados foram lançados no MPL-8, foi elaborada a Figura 4.3. Nesta figura, são analisadas as distribuições de σ_{frac} para as amostras de AGN e de controle em três diferentes bins de raio efetivo: 0.2, 0.5 e $1.0R_e$.

Nas regiões mais internas (0.2 e $0.5R_e$), AGN e galáxias de controle parecem seguir distribuições distintas, com o cenário mais evidente ocorrendo em $0.5R_e$. Enquanto que a maior parte dos AGN possui $-0.1 \leq \sigma_{frac} \leq 0.1$, os objetos de controle estão centrados em sua maioria em $-0.3 \leq \sigma_{frac} \leq -0.2$. Comparativamente, o padrão observado nos histogramas para galáxias do MPL-5 se mantém após a inclusão dos objetos do MPL-8.

Em $1.0R_e$, é o caso em que as amostras seguem distribuições mais diferentes, alcançando $p = 10^{-6}$, apesar de a maior parte das galáxias de ambas as amostras estar centrada no mesmo bin de σ_{frac} . Nesse mesmo bin de R_e , uma parte considerável de ambas as amostras ($\sim 50\%$ para AGN e $\sim 65\%$ para controles) apresenta $0.0 \leq \sigma_{frac} \leq 0.1$. Considerando que σ_{frac} está relacionado com a atividade nuclear, esse resultado pode ser visto como um indício de que o AGN exerce efeito sobre a galáxia em um região próxima a $R = 0.5R_e$.

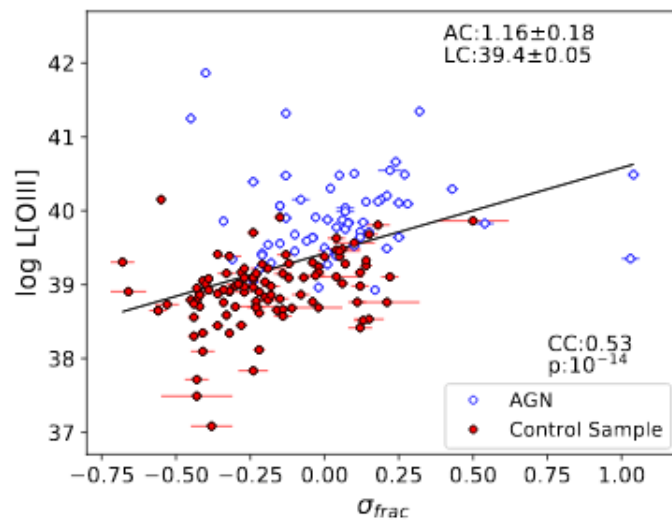
Adicionalmente, são apresentadas na Figura 4.4 as distribuições de σ_{frac} em uma abertura de 2.5 arcsec de diâmetro, incluindo objetos do MPL-8 e do MPL-5. Nesse caso, as distribuições são comparáveis àquelas que incluem só os objetos do MPL-5 (4.2) e àquelas de $0.5R_e$. Além disso, o p -value encontrado é de 10^{-5} , indicando que AGN e controles seguem padrões diferentes nessa abertura.

Figura 4.4: Distribuições de σ_{frac} médio em uma abertura de 2.5 arcsec de diâmetro, incluindo MPL-8 e MPL-5. Nesse caso, as distribuições são comparáveis à de $0.5 R_e$ e o p -value encontrado é de 10^{-5} , indicando que AGN e controles seguem padrões diferentes.



Fonte: Autora.

Figura 4.5: Gráfico da luminosidade da linha de emissão $[O III]\lambda 5007$ versus dispersão de velocidades para amostras do MPL-5, elaborado por Ilha et al. (2019). Os círculos azuis indicam a amostra de AGN, enquanto que os círculos vermelhos indicam as galáxias de controle. O ajuste linear é representado pela linha preta. Neste caso, o coeficiente de correlação resulta em ~ 0.53 , com um p -value de 10^{-14} .



Fonte: Ilha et al. (2019).

4.2.2 Relação entre luminosidade e dispersão de velocidades

Além de comparar as distribuições de dispersão de velocidades das amostras de AGN e de controle do MPL-5, Ilha et al. (2019) também analisa a relação entre a luminosidade na linha de emissão $[O III]\lambda 5007$ e a dispersão de velocidades σ_{frac} na mesma linha. Neste caso (assim como no presente trabalho), a luminosidade foi obtida a partir das medidas de fluxo provenientes do código GANDALF em uma abertura angular de 2.5 arcsec. O resultado é apresentado na Figura 4.5.

A partir desta figura, pode-se notar que há uma correlação entre as grandezas analisadas: o coeficiente de correlação de Spearman resultou em 0.53, com um p -value de 10^{-14} . Entretanto, os autores destacam que este resultado pode ter sido artificialmente produzido, uma vez que as distribuições de σ_{frac} de AGN e de controles são distintas, como foi discutido na subseção anterior.

Ao examinar a correlação entre $L[\text{O III}]$ e σ_{frac} nas amostras de AGN e de controle separadamente, obtém-se um p -value de 0.06 para a amostra de AGN e 10^{-5} para a amostra de controle. Portanto, a correlação observada considerando tanto os AGN quanto as galáxias de controle é devida majoritariamente às estas últimas, de modo que não há correlação entre $L[\text{O III}]$ e σ_{frac} na amostra de AGN. Ilha et al. (2019) interpreta este fato como consequência da pequena faixa de valores de luminosidades apresentada pela amostra de AGN, visto que a maioria desta consiste em AGN de baixa luminosidade.

No presente trabalho, foi elaborada a Figura 4.6, que é similar à Figura 4.5, exceto por incluir também os objetos lançados apenas no MPL-8. Essa figura exhibe um *plot* da luminosidade da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$ em escala logarítmica *versus* σ_{frac} para AGN e galáxias de controle. A linha preta resulta do ajuste linear obtido através do script ROBUST_LINEFIT, escrito em linguagem IDL. Assim, os coeficientes linear e angular do ajuste são 39.56 ± 0.02 e 0.63 ± 0.13 , respectivamente.

Neste caso, verifica-se uma correlação fraca ($CC \sim 0.32$) entre $L[\text{O III}]$ e σ_{frac} e um p -value de 10^{-9} . Entretanto, ao aplicar o teste de Spearman separadamente nas amostras, obtém-se um p -value de 0.78 para AGN e 10^{-4} para objetos da amostra de controle. Isso indica que a correlação entre $L[\text{O III}]$ e σ_{frac} ocorre nas galáxias de controle e não na amostra de AGN, similar ao que acontece nos objetos do MPL-5.

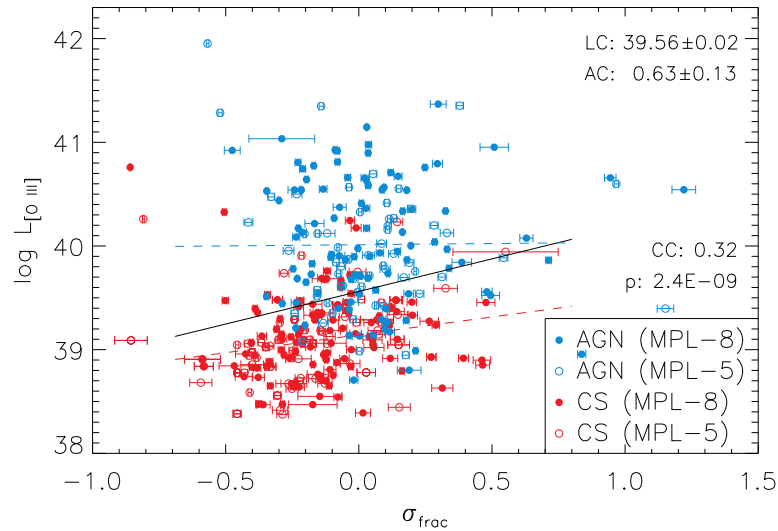
Ademais, em ambas as figuras nota-se que os AGN tendem a apresentar valores maiores de σ_{frac} do que seus objetos de controle. Essa mesma tendência é observada na Figura 4.2 e nos dois primeiros painéis da Figura 4.3. Pode-se interpretar essa diferença de valores de σ_{frac} como consequência de ventos originados devido à atividade nuclear, que são uma forma de *outflow* de AGN. Uma análise das possíveis extensões destes *outflows* —, bem como das regiões de linhas estreitas, — é realizada na próxima seção.

4.3 EXTENSÕES DAS NLR E DOS *OUTFLOWS*

Como discutido na Seção 1.2, as regiões de linhas estreitas costumam apresentar tamanhos bastante variados. O mesmo é esperado para os *outflows* de gás ionizado decorrentes da atividade nuclear. A fim de analisar as dimensões dessas estruturas na amostra de galáxias selecionadas do projeto MaNGA, foram feitas estimativas das extensões das NLR (r_{NLR}) e dos *outflows* ($r_{outflow}$), em termos de R_e .

Definiu-se r_{NLR} como a região mais distante do núcleo na qual tanto a razão de linhas

Figura 4.6: Gráfico da luminosidade da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$, em escala logarítmica, versus σ_{frac} em 2.5 arcsec para as amostra de AGN (círculos azuis) e de controle (círculos vermelhos). Os círculos abertos representam as galáxias cujos cubos de dados foram lançados no MPL-5, enquanto que os círculos preenchidos representam os objetos que foram lançados apenas no MPL-8. Com um coeficiente de correlação de ~ 0.32 e um p -value de $\sim 10^{-9}$, o teste de Spearman indica uma correlação fraca entre $L[\text{O III}]$ e σ_{frac} . A linha preta indica o ajuste linear. As linhas tracejadas azul e vermelha representam os ajustes lineares obtidos para as amostras de AGN e controle, respectivamente.



Fonte: Autora.

$[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$ quanto a razão $[\text{N II}]\lambda 6583/\text{H}\alpha$ são consequências da atividade nuclear. Portanto, para essa estimativa, considerou-se apenas os *spaxels* classificados como AGN no diagrama BPT.

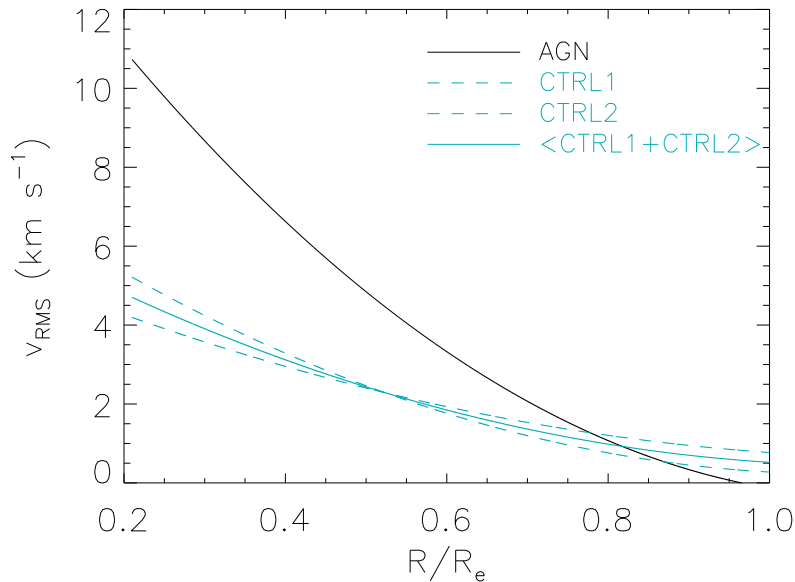
Da mesma forma, a extensão dos *outflows* foi definida como a região mais distante do centro na qual o resíduo entre a velocidade RMS de cada AGN e a velocidade RMS média dos dois objetos de controle é nulo, ou seja:

$$v_{\text{RMS,AGN}} - (v_{\text{RMS,controle1}} + v_{\text{RMS,controle2}})/2 = 0. \quad (4.3)$$

A título de exemplo, é apresentada a Figura 4.7. Neste figura, são plotados os perfis radiais de v_{RMS} , ajustados polinomialmente, do AGN de *mangaid* 1-270129 e seus dois objetos de controle, MaNGA 1-259537 e MaNGA 1-164053. Assume-se que o ponto de intersecção entre o perfil do AGN e da média das galáxias de controle consiste no r_{outflow} .

Entretanto, essas grandezas foram estimadas apenas para 58 objetos (34.17%) da amostra de AGN, pois não foi possível obter tanto r_{outflow} quanto r_{NLR} para a maior parte das galáxias selecionadas. Isso porque, para a obtenção dessas medidas, são necessárias estimativas de velocidade RMS e razões de linhas para AGN e seus respectivos objetos de controle (2 galáxias). No caso do r_{outflow} , nem sempre ocorre a intersecção entre as curvas do AGN e dos controles. Já no caso de r_{NLR} , a dificuldade se dá pelo fato de que, em muitos objetos, o critério que mantém

Figura 4.7: Exemplo de estimativa da extensão do *outflow* de gás na galáxia MaNGA 1-270129. A linha preta indica o perfil de velocidade RMS do AGN, enquanto que as azuis tracejadas representam os perfis de suas galáxias de controle: MaNGA 1-259537 e MaNGA 1-164053. A linha azul inteira consiste na média dos objetos de controle.



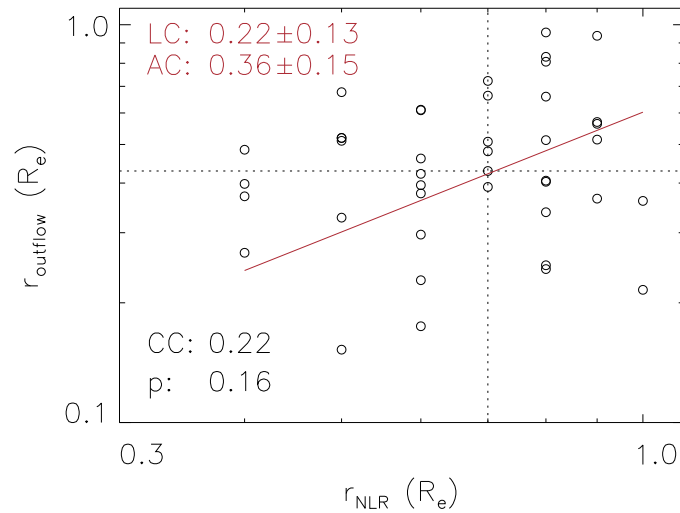
Fonte: Autora.

apenas os *spaxels* classificados como AGN no BPT exclui todos os bins de raio efetivo exceto o central, impossibilitando qualquer estimativa de distância alcançada.

Um gráfico de r_{NLR} versus $r_{outflow}$ é disponibilizado na Figura 4.8. Verifica-se que a extensão média da NLR na amostra analisada é $0.7R_e$, variando entre $0.4R_e$ e $1.0R_e$. Por outro lado, os *outflows* parecem, em média, não se estender tanto quanto as NLR: verificou-se um $r_{outflow}$ médio de $\sim 0.4R_e$, variando entre $\sim 0.15R_e$ e $\sim 1.0R_e$. Esses valores médios foram estimados utilizando-se apenas as medidas que aparecem na Figura 4.8. Além disso, o ajuste linear realizado no gráfico indica que as NLR mais extensas tendem a apresentar os *outflows* mais extensos observados nesta análise. Essa diferença é decorrente das origens da NLR e do *outflow*: enquanto que a primeira é ionizada por radiação, os últimos são provavelmente consequência da transferência de energia dos ventos nucleares para o gás que compõe a NLR.

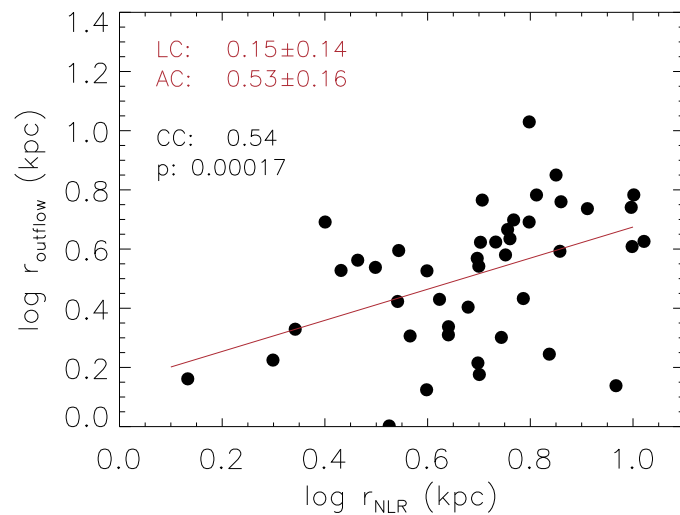
Características semelhantes são observadas nestas estimativas em escalas de kiloparsec, como apresentado na Figura 4.9. Por serem observados nas regiões mais internas da galáxia, pode-se inferir que os *outflows* identificados na amostra geral de AGN não são muito intensos. Verifica-se, no entanto, a ocorrência de *outflows* em pequenas escalas, que não costumam afetar a galáxia em geral. Para um melhor entendimento do papel desempenhado pelos *outflows* nas galáxias hospedeiras da amostra, na seção seguinte deste capítulo são estimadas as taxas de ejeção de matéria e a potência cinética.

Figura 4.8: Gráfico da estimativa da extensão da NLR *versus* a estimativa da extensão do *outflow*. As linhas pontilhadas indicam os valores médios dessas estimativas. A linha vermelha representa o ajuste linear. Nota-se uma correlação fraca entre essas extensões, com um $CC \sim 0.22$ e um p -value de 0.16.



Fonte: Autora.

Figura 4.9: Gráfico em escala logarítmica das estimativas de raio das NLR e dos *outflows*, em kiloparsec. A linha vermelha indica o ajuste linear. Neste caso, há uma maior correlação quando comparado ao gráfico em termos de R_e , com $CC \sim 0.54$ e um p -value de 10^{-4} .



Fonte: Autora.

4.4 FEEDBACK: TAXAS DE OUTFLOW E POTÊNCIA CINÉTICA

Com a intenção de examinar qual a influência dos *outflows* nas galáxias hospedeiras, foram estimados os valores médios da taxa de *outflow*. Para isso, seguiu-se alguns trabalhos anteriores (Storchi-Bergmann et al., 2010; Riffel; Storchi-Bergmann, 2011; Riffel; Storchi-

Tabela 4.1: Taxas médias de *outflows* para as amostras de AGN.

Amostra	\dot{M}_{out} ($M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$)
AGN	0.0016 ± 0.0020
<i>strong</i> AGN	0.0062 ± 0.0088
<i>weak</i> AGN	0.0008 ± 0.0006
<i>early-type</i> AGN	0.0018 ± 0.0020
<i>late-type</i> AGN	0.0015 ± 0.0041

Fonte: Autora.

Bergmann; Winge, 2013), os quais definem a taxa de outflow \dot{M}_{out} como

$$\dot{M}_{out} = m_p \eta_e v_{out} f A, \quad (4.4)$$

em que m_p é a massa do próton (1.67×10^{-24} g), η_e é a densidade eletrônica, v_{out} corresponde à velocidade de *outflow* na linha de emissão [O III] λ 5007, f é o *filling factor* e A é a área transversal do *outflow*. O *filling factor* é estimado através de:

$$f \approx \frac{L_{H\alpha}}{\eta_e^2 j_{H\alpha} V}, \quad (4.5)$$

em que $L_{H\alpha}$ é a luminosidade da linha de emissão H α , emitida por um volume V , e $j_{H\alpha} = 3.534 \times 10^{-25}$ erg cm $^{-3}$ s $^{-1}$ (Osterbrock; Ferland, 2006). Assumindo que o *outflow* apresenta uma geometria esférica, então:

$$\dot{M}_{out} = \frac{3m_p L_{H\alpha} v_{out}}{\eta_e j_{H\alpha} r}, \quad (4.6)$$

em que r é o raio da esfera. Neste trabalho, a taxa de *outflow* foi estimada em um raio $r = 200$ pc, que corresponde à distância em que a distribuição de *outflows* em AGN de baixa luminosidade atinge seu máximo (Baron; Netzer, 2019). Além disso, assumiu-se que a densidade eletrônica é $\eta_e = 500$ cm $^{-3}$, um valor típico medido para AGN, com base nas linhas de emissão de [S II] (Dors et al., 2014).

As diferenças observadas nos perfis de um AGN e seus respectivos controles devem ser causadas, *a priori*, majoritariamente pelo *feedback* da atividade nuclear. Assim sendo, a velocidade dos *outflows* é dada por:

$$v_{out} = \sqrt{(v_{res,AGN} - v_{res,controles})^2 - (\sigma_{res,AGN} - \sigma_{res,controles})^2}. \quad (4.7)$$

Os resultados encontrados de \dot{M}_{out} para cada AGN são apresentados no Apêndice C. Os valores médios obtidos para cada subamostra de AGN estão na Tabela 4.1. Enquanto que *early-type* e *late-type* AGN possuem taxas parecidas, *strong* e *weak* AGN apresentam taxas de ejeção de gás bastante diferentes, indicando que, comparativamente, os *outflows* dos *strong* AGN são mais potentes.

Uma vez determinada a taxa de *outflows* \dot{M}_{out} , pode-se também estimar a potência ciné-

Tabela 4.2: Valores médios de potência cinética para as amostras de AGN.

Amostra	\dot{E}_{kin} (10^{37} erg s $^{-1}$)
AGN	1.03 ± 59.89
<i>strong</i> AGN	4.57 ± 193.2
<i>weak</i> AGN	0.66 ± 16.04
<i>early-type</i> AGN	1.21 ± 18.26
<i>late-type</i> AGN	0.94 ± 90.29

Fonte: Autora.

tica \dot{E}_{kin} , que é definida como:

$$\dot{E}_{kin} \approx \frac{\dot{M}_{out}}{2} (v_{out}^2 + \sigma_{out}^2), \quad (4.8)$$

na qual σ_{out} é dado por:

$$\sigma_{out} = \sigma_{res,AGN} - (\sigma_{res,controle1} + \sigma_{res,controle2})/2. \quad (4.9)$$

Os valores obtidos para as subamostras de AGN estão na Tabela 4.2. Novamente, os maiores valores de \dot{E}_{kin} ficam a cargo dos *strong* AGN e dos *early-type* AGN.

Os resultados individuais para as taxas de *outflows* de gás e para as potências cinéticas para cada galáxia são apresentados na tabela do Apêndice C. Como pode ser observado nesta tabela, os valores de \dot{M}_{out} e \dot{E}_{kin} são bastante variados: de 10^{-4} a 10^{-1} M_{\odot} yr $^{-1}$ e de 10^{32} a 10^{36} erg s $^{-1}$, respectivamente. Estes valores estão de acordo com as estimativas disponíveis na literatura (Smethurst et al., 2019; Fiore et al., 2017; Schönell Júnior et al., 2014; Riffel; Storchi-Bergmann, 2011).

Na Figura 4.10, estão gráficos que relacionam \dot{M}_{out} e \dot{E}_{kin} com a luminosidade bolométrica (L_{bol}) do AGN, em escala logarítmica. Esses gráficos foram elaborados com base na Figura 1.5. Para obter L_{bol} , é utilizada a seguinte aproximação (Heckman et al., 2004):

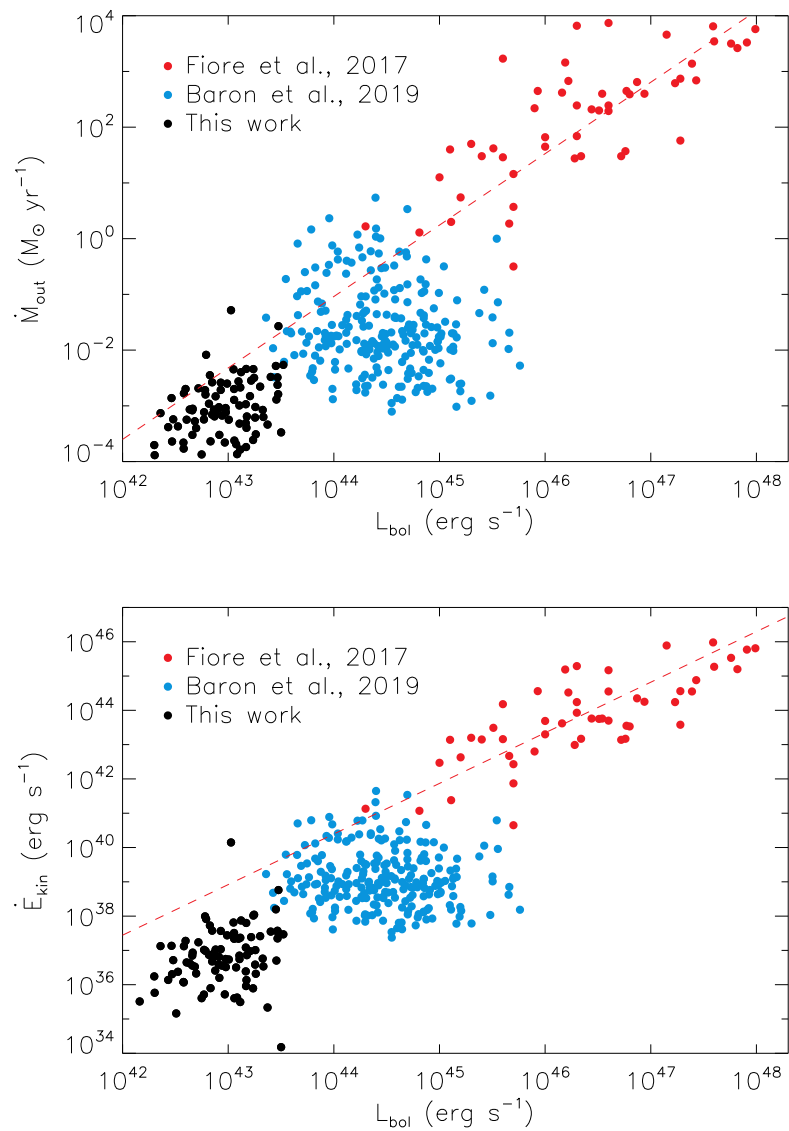
$$L_{bol} \sim 3.500 L[\text{O III}]. \quad (4.10)$$

Além da amostra tratada neste trabalho (em preto na figura), são também incluídas as amostras discutidas em Fiore et al. (2017) (em vermelho) e Baron e Netzer (2019) (em azul). Enquanto que essas duas amostras parecem caracterizar AGN de maior luminosidade, variando de 10^{43} a 10^{47} , a nossa amostra indica a parcela de AGN com menor luminosidade.

Considerando toda a amostra de AGN, nota-se uma fraca tendência de que \dot{M}_{out} e \dot{E}_{kin} cresçam com a luminosidade bolométrica. Entretanto, o teste de Spearman resulta em uma correlação muito pequena para a nossa amostra de AGN em ambos os gráficos dessa figura. No caso de \dot{M}_{out} se obtém um CC ~ 0.36 e um *p-value* de 10^{-4} , enquanto que para \dot{E}_{kin} esses valores são 0.27 e 10^{-2} , respectivamente.

Ao analisar a relação entre a potência cinética e a luminosidade bolométrica dos AGN

Figura 4.10: Gráficos de \dot{M}_{out} (painel de cima) e \dot{E}_{kin} (painel de baixo) versus luminosidade bolométrica dos AGN da amostra (em preto) e dos AGN analisados em Baron e Netzer (2019) (azul) e em Fiore et al. (2017) (vermelho). Neste caso, os nossos AGN representam a parcela de menor luminosidade. A linha vermelha indica o ajuste linear feito por Fiore et al. (2017).



Fonte: Autora.

da amostra, é possível verificar que, em geral, \dot{E}_{kin}/L_{bol} é baixa, atingindo $\sim 1 \times 10^{-3}$ nos casos mais extremos. Em Simulações numéricas (Hopkins; Elvis, 2010) indicam que o *feedback* de AGN só é importante se a potência cinética do *outflow* é maior do que 0.5% da luminosidade bolométrica, ou seja, $\dot{E}_{kin}/L_{bol} > 5 \times 10^{-3}$. Dessa forma, os *outflows* aqui detectados não são potentes o bastante para afetar as suas respectivas galáxias em grande escala.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foram analisadas amostras de galáxias ativas e não-ativas. Estas últimas compõem a amostra de controle, que foi selecionada de modo que as principais propriedades são semelhantes às do respectivo AGN. Com isso, supõe-se que as diferenças observadas nos perfis cinemáticos estão relacionadas à atividade nuclear. Os perfis aqui discutidos são dados em termos do raio efetivo e foram elaborados após o ajuste espectral realizado nos cubos provenientes do projeto MaNGA, com o auxílio dos códigos pPXF e GANDALF. As principais conclusões são as seguintes:

- ★ Dentre as três linhas de emissão analisadas ($[\text{O III}]\lambda 5007$, $[\text{N II}]\lambda 6583$, $\text{H}\alpha$), a linha $[\text{O III}]\lambda 5007$ é o melhor indicador da atividade nuclear, por apresentar um maior grau de ionização. O mesmo vale para a razão das linhas $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$. Diversos estudos têm se dedicado a estudar essa linha de emissão ao procurar *feedback* de AGN DiPompeo et al. (2018), Sun, Greene e Zakamska (2017), Schirmer et al. (2013);
- ★ As principais diferenças entre os perfis de AGN e das galáxias de controle foram observadas nos casos de dispersão de velocidades residual e de razão de linhas, especialmente na região mais central, como o esperado;
- ★ Os perfis considerando apenas os *spaxels* que se localizam na região de AGN no diagrama BPT não foram eficientes para auxiliar na identificação das dimensões dos *outflows* e da NLR;
- ★ Comparativamente, a amostra de *strong* AGN é a que apresentou maiores valores de velocidade residual e de $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$ na região mais interna. Isso era esperado, tendo em vista que os *strong* AGN são os objetos da amostra que apresentam maiores valores de $[\text{O III}]\lambda 5007$;
- ★ Ao longo de toda a extensão analisada, os AGN mais luminosos (com $41.0 \leq L[\text{O III}] \leq 42.0$) apresentaram, em média, velocidades e dispersão de velocidades residuais maiores que suas respectivas galáxias de controle. No caso dos AGN de baixa luminosidade ($39.0 \leq L[\text{O III}] \leq 40.0$), isso não é verdade para os perfis de velocidade residual;
- ★ As amostras de AGN e de controle seguem distribuições diferentes de σ_{frac} , especialmente nas regiões internas e intermediárias ($\leq 0.5 R_e$);
- ★ Verifica-se uma correlação entre a luminosidade da linha de emissão $[\text{O III}]\lambda 5007$ e σ_{frac} . Entretanto, essa correlação é dada majoritariamente pelas galáxias de controle e não pelos AGN;
- ★ As tendências analisadas por Ilha et al. (2019) nas galáxias provenientes do MPL-5 são mantidas após a adição dos novos objetos observados pelo MPL-8;

- ★ A extensão média das NLR na amostra considerada é $0.7R_e$, variando entre 0.4 e $1.0R_e$, enquanto que a extensão média dos *outflows* é $\sim 0.4R_e$, variando entre ~ 0.15 e $\sim 1.0R_e$. Assim, as NLR, em geral, atingem distâncias maiores do núcleo quando comparadas com os *outflows*. A diferença é causada pelo processo de ionização envolvido. Enquanto que a NLR é ionizada por radiação, os *outflows* são resultado dos ventos nucleares. Estes últimos, por serem observados em regiões mais internas, não são muito intensos. Além disso, há uma relação entre os tamanhos da NLR e do *outflow*: as NLR mais extensas tendem a apresentar *outflows* mais extensos;
- ★ A taxa de *outflow* média para a amostra de AGN é $\dot{M}_{out} = 1.6 \pm 2.0 \times 10^{-3} M_{\odot} \text{ ano}^{-1}$, variando entre 10^{-4} e $10^{-2} M_{\odot} \text{ ano}^{-1}$. Da mesma forma, a potência cinética média é $\dot{E}_{kin} = 1.03 \pm 59.89 \times 10^{37} \text{ erg s}^{-1}$, variando de 10^{35} a $10^{39} \text{ erg s}^{-1}$. Ambos os resultados concordam com o previsto pela literatura;
- ★ Não se verifica uma correlação clara entre os valores de \dot{M}_{out} e de \dot{E}_{kin} com a luminosidade bolométrica. Entretanto, a nossa amostra parece manter a tendência das amostras de Fiore et al. (2017) e Baron e Netzer (2019), porém para luminosidades baixas. Além disso, as razões entre a potência cinética do AGN e a luminosidade bolométrica para as galáxias da amostra são bastante baixas, com o maior valor sendo $\dot{E}_{kin}/L_{bol} \sim 1 \times 10^{-3}$.

A partir destes resultados, pode-se concluir que *outflows*, de fato, são detectados na maioria dos AGN aqui analisados. No entanto, essas ejeções de gás não são potentes o bastante para interferir na cinemática das galáxias em grandes distâncias do núcleo e, conseqüentemente, no processo evolutivo das mesmas. Esse comportamento é característico do *maintenance feedback mode*, caso em que os *outflows* não têm velocidade suficientemente alta para escapar da galáxia. Neste caso, parte do gás é somente expulsa da região circumnuclear pelos ventos galácticos e mantida na periferia da galáxia, podendo ser utilizada no futuro para formação de estrelas por exemplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abolfathi, B. et al. The Fourteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey and from the Second Phase of the Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment. **The Astrophysical Journal Supplement Series**, v. 235, n. 2, p. 42, Apr 2018.

Alatalo, K. et al. Suppression of Star Formation in NGC 1266. **The Astrophysical Journal**, v. 798, p. 31, jan. 2015.

Allington-Smith, J. et al. The GMOS Integral Field Unit: First Integral Field Spectroscopy with an 8m Telescope (Invited Talk). In: Rosada, M.; Binette, L.; Arias, L. (Ed.). **Galaxies: the Third Dimension**. [S.l.: s.n.], 2002. (Astronomical Society of the Pacific Conference Series, v. 282), p. 415.

Antonucci, R. Unified models for active galactic nuclei and quasars. **Annual Review for Astronomy and Astrophysics**, v. 31, p. 473–521, 1993.

Antonucci, R. R. J.; Miller, J. S. Spectropolarimetry and the nature of NGC 1068. **The Astrophysical Journal**, v. 297, p. 621–632, out. 1985.

Bacon, R. et al. The SAURON project - I. The panoramic integral-field spectrograph. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 326, p. 23–35, set. 2001.

Baldwin, J. A.; Phillips, M. M.; Terlevich, R. Classification parameters for the emission-line spectra of extragalactic objects. **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**, IOP Publishing, v. 93, p. 5, feb 1981. Disponível em: <<https://doi.org/10.1086/2F130766>>.

Baron, D.; Netzer, H. Discovering AGN-driven winds through their infrared emission - II. Mass outflow rate and energetics. , v. 486, n. 3, p. 4290–4303, Jul 2019.

Blanton, M. R. et al. Sloan Digital Sky Survey IV: Mapping the Milky Way, Nearby Galaxies, and the Distant Universe. **The Astronomical Journal**, v. 154, n. 1, p. 28, Jul 2017.

Bruzual, G.; Charlot, S. Stellar population synthesis at the resolution of 2003. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 344, p. 1000–1028, out. 2003.

Bundy, K. et al. Overview of the SDSS-IV MaNGA Survey: Mapping nearby Galaxies at Apache Point Observatory. **The Astrophysical Journal**, v. 798, p. 7, jan. 2015.

Cappellari, M. **pPXF: Penalized Pixel-Fitting stellar kinematics extraction**. 2012. Astrophysics Source Code Library.

Chen, J. et al. The spatial extension of extended narrow line regions in MaNGA AGN. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 489, n. 1, p. 855–867, Oct 2019.

Cid Fernandes, R. et al. Alternative diagnostic diagrams and the ‘forgotten’ population of weak line galaxies in the SDSS. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 403, n. 2, p. 1036–1053, 03 2010. ISSN 0035-8711. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2009.16185.x>>.

_____. A comprehensive classification of galaxies in the Sloan Digital Sky Survey: how to tell true from fake AGN? **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 413, p. 1687–1699, maio 2011.

Crenshaw, D. M. et al. Mass loss from the nuclei of active galaxies. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, v. 41, n. 1, p. 117–167, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev.astro.41.082801.100328>>.

de Zeeuw, P. T. et al. The SAURON project - II. Sample and early results. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 329, p. 513–530, jan. 2002.

Diniz, M. R. **Cinemática Bidimensional da Região Central das Galáxias Seyfert NGC 1068 e NGC 2110**. 2013. 84 p. Dissertação (Mestrado em Física) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

DiPompeo, M. A. et al. The [O III] Profiles of Infrared-selected Active Galactic Nuclei: More Powerful Outflows in the Obscured Population. , v. 856, n. 1, p. 76, Mar 2018.

do Nascimento, J. C. et al. The first 62 AGN observed with SDSS-IV MaNGA - IV. Gas excitation and star formation rate distributions. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 486, n. 4, p. 5075–5093, Jul 2019.

Dors, O. L. et al. Metallicity evolution of AGNs from UV emission lines based on a new index. , v. 443, n. 2, p. 1291–1300, Sep 2014.

Emsellem, E. et al. The SAURON project - III. Integral-field absorption-line kinematics of 48 elliptical and lenticular galaxies. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 352, p. 721–743, ago. 2004.

Fabian, A. Observational evidence of active galactic nuclei feedback. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, v. 50, n. 1, p. 455–489, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev-astro-081811-125521>>.

Falcón-Barroso, J. et al. The SAURON project - VII. Integral-field absorption and emission-line kinematics of 24 spiral galaxy bulges. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 369, n. 2, p. 529–566, Jun 2006.

Fiore, F. et al. AGN wind scaling relations and the co-evolution of black holes and galaxies. **Astronomy and Astrophysics**, v. 601, p. A143, May 2017.

Fischer, T. C. et al. Determining Inclinations of Active Galactic Nuclei via their Narrow-line Region Kinematics. I. Observational Results. **The Astrophysical Journal Supplement Series**, v. 209, n. 1, p. 1, Nov 2013.

_____. Determining inclinations of active galactic nuclei via their narrow-line region kinematics. ii. correlation with observed properties. **The Astrophysical Journal**, IOP Publishing, v. 785, n. 1, p. 25, mar 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088%2F0004-637x%2F785%2F1%2F25>>.

Fritz, J.; Franceschini, A.; Hatziminaoglou, E. Revisiting the infrared spectra of active galactic nuclei with a new torus emission model. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 366, p. 767–786, mar. 2006.

Granato, G. L.; Danese, L. Thick Tori around Active Galactic Nuclei - a Comparison of Model Predictions with Observations of the Infrared Continuum and Silicate Features. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 268, p. 235, maio 1994.

Greene, J. E. et al. Feedback in Luminous Obscured Quasars. **The Astrophysical Journal**, v. 732, n. 1, p. 9, May 2011.

Greene, J. E.; Zakamska, N. L.; Smith, P. S. A Spectacular Outflow in an Obscured Quasar. **The Astrophysical Journal**, v. 746, n. 1, p. 86, Feb 2012.

Gunn, J. E. et al. The 2.5 m Telescope of the Sloan Digital Sky Survey. **The Astronomical Journal**, v. 131, n. 4, p. 2332–2359, Apr 2006.

Heckman, T. M. An optical and radio survey of the nuclei of bright galaxies - Activity in normal galactic nuclei. **Astronomy and Astrophysics**, v. 87, p. 152–164, jul. 1980.

Heckman, T. M. et al. Present-Day Growth of Black Holes and Bulges: The Sloan Digital Sky Survey Perspective. **The Astrophysical Journal**, v. 613, n. 1, p. 109–118, Sep 2004.

HO, L. C. Nuclear activity in nearby galaxies. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, v. 46, n. 1, p. 475–539, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev.astro.45.051806.110546>>.

Hopkins, P. F.; Elvis, M. Quasar feedback: more bang for your buck. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 401, n. 1, p. 7–14, Jan 2010.

Ihha, G. S. et al. The first 62 AGN observed with SDSS-IV MaNGA - III: stellar and gas kinematics. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 484, n. 1, p. 252–268, Mar 2019.

Kauffmann, G. et al. The host galaxies of active galactic nuclei. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 346, p. 1055–1077, dez. 2003.

Kewley, L. J. et al. Theoretical modeling of starburst galaxies. **The Astrophysical Journal**, IOP Publishing, v. 556, n. 1, p. 121–140, jul 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1086%2F321545>>.

Khachikian, E. Y.; Weedman, D. W. An atlas of Seyfert galaxies. **The Astrophysical Journal**, v. 192, p. 581–589, set. 1974.

Liu, G. et al. Observations of feedback from radio-quiet quasars - I. Extents and morphologies of ionized gas nebulae. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 430, n. 3, p. 2327–2345, Apr 2013.

Lundgren, B. et al. The SDSS-IV in 2014: A Demographic Snapshot. **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**, v. 127, p. 776, ago. 2015.

Mallmann, N. D. et al. The first 62 AGN observed with SDSS-IV MaNGA - II. Resolved stellar populations. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 478, n. 4, p. 5491–5504, Aug 2018.

Marconi, A. et al. Local supermassive black holes, relics of active galactic nuclei and the X-ray background. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 351, p. 169–185, jun. 2004.

Martini, P.; Weinberg, D. H. Quasar clustering and the lifetime of quasars. **The Astrophysical Journal**, IOP Publishing, v. 547, n. 1, p. 12–26, jan 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1086%2F318331>>.

Müller-Sánchez, F. et al. Outflows from active galactic nuclei: Kinematics of the narrow-line and coronal-line regions in seyfert galaxies. **The Astrophysical Journal**, IOP Publishing, v. 739, n. 2, p. 69, sep 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088%2F0004-637x%2F739%2F2%2F69>>.

Nenkova, M. et al. AGN Dusty Tori. I. Handling of Clumpy Media. **The Astrophysical Journal**, v. 685, p. 147–159, set. 2008.

- Osterbrock, D. E. **Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei**. [S.l.: s.n.], 1989.
- Osterbrock, D. E.; Ferland, G. J. **Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei**. [S.l.: s.n.], 2006.
- Peterson, B. M. **An Introduction to Active Galactic Nuclei**. [S.l.: s.n.], 1997.
- Pier, E. A.; Krolik, J. H. Infrared Spectra of Obscuring Dust Tori around Active Galactic Nuclei. I. Computational Method and Basic Trends. **The Astrophysical Journal**, v. 401, p. 99, Dec 1992.
- Rembold, S. B. et al. The first 62 AGNs observed with SDSS-IV MaNGA - I. Their characterization and definition of a control sample. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 472, n. 4, p. 4382–4403, Dec 2017.
- Riffel, R. A.; Storchi-Bergmann, T. Compact molecular disc and ionized gas outflows within 350 pc of the active nucleus of Mrk 1066. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 411, n. 1, p. 469–486, Feb 2011.
- Riffel, R. A.; Storchi-Bergmann, T.; Riffel, R. An outflow perpendicular to the radio jet in the seyfert nucleus of ngc 5929. **The Astrophysical Journal**, IOP Publishing, v. 780, n. 2, p. L24, dec 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088%2F2041-8205%2F780%2F2%2F124>>.
- Riffel, R. A.; Storchi-Bergmann, T.; Winge, C. Feeding versus feedback in AGNs from near-infrared IFU observations: the case of Mrk 79. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 430, n. 3, p. 2249–2261, Apr 2013.
- Sánchez, S. F. et al. CALIFA, the Calar Alto Legacy Integral Field Area survey. I. Survey presentation. **Astronomy and Astrophysics**, v. 538, p. A8, fev. 2012.
- Sarzi, M. et al. The SAURON project - V. Integral-field emission-line kinematics of 48 elliptical and lenticular galaxies. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 366, p. 1151–1200, mar. 2006.
- Schirmer, M. et al. A Sample of Seyfert-2 Galaxies with Ultraluminous Galaxy-wide Narrow-line Regions: Quasar Light Echoes? , v. 763, n. 1, p. 60, Jan 2013.
- Schmitt, H. R. et al. A Hubble Space Telescope Survey of Extended [O III] λ 5007 Emission in a Far-Infrared Selected Sample of Seyfert Galaxies: Observations. **The Astrophysical Journal Supplement Series**, v. 148, n. 2, p. 327–352, Oct 2003.
- Schönell Júnior, A. J. et al. Feeding Versus Feedback in AGNs from Near-Infrared IFU Observations: The Case of Mrk 766. **arXiv e-prints**, p. arXiv:1408.5789, Aug 2014.
- Silk, J.; Mamon, G. A. The current status of galaxy formation. **Research in Astronomy and Astrophysics**, v. 12, n. 8, p. 917–946, Aug 2012.
- Smethurst, R. J. et al. Secularly powered outflows from AGN: the dominance of non-merger driven supermassive black hole growth. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, p. 2108, Sep 2019.
- Storchi-Bergmann, T. et al. Feeding versus feedback in NGC 4151 probed with Gemini NIFS – II. Kinematics. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 402, n. 2, p. 819–835, 02 2010. ISSN 0035-8711. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2009.15962.x>>.

Sun, A.-L.; Greene, J. E.; Zakamska, N. L. Sizes and Kinematics of Extended Narrow-line Regions in Luminous Obscured AGN Selected by Broadband Images. , v. 835, n. 2, p. 222, Feb 2017.

Torrealba, J. et al. Optical Spectroscopic Atlas of the MOJAVE/2cm AGN Sample. **Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica**, v. 48, p. 9–40, Apr 2012.

Urry, C. M.; Padovani, P. Unified Schemes for Radio-Loud Active Galactic Nuclei. **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**, v. 107, p. 803, set. 1995.

York, D. G. et al. The Sloan Digital Sky Survey: Technical Summary. **The Astronomical Journal**, v. 120, p. 1579–1587, set. 2000.

APÊNDICE A – TABELA DE PROPRIEDADES DA AMOSTRA GERAL DE AGN

Tabela A.1: Parâmetros da amostra geral de AGN. (1) Identificação da galáxia no catálogo do projeto MaNGA; (2) Ascensão reta (J2000), em graus; (3) Declinação (J2000), em graus; *redshift* espectroscópico, obtido no SDSS-III; (5) Magnitude absoluta integrada na banda *R*, também obtida no SDSS-III; (6) Massa estelar em unidades de M_{\odot} ; (7) Classificação morfológica, obtida no Galaxy Zoo I; (8) Luminosidade da linha de emissão [O III] λ 5007, em unidades de 10^{40} erg s $^{-1}$.

mangaID	RA	DEC	<i>z</i>	M_r	$\log M^*/M_{\odot}$	GZ1 _{<i>c</i>}	L([O III])
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1-150947	183.263962	51.648602	0.0849	-20.23	10.96	M	51.03 ± 1.41
1-71987	119.486328	39.993370	0.0658	-20.31	10.85	E	24.66 ± 0.29
1-458092	203.190094	26.580387	0.0470	-18.08	9.64	E	23.89 ± 0.49
1-605069	122.972969	57.951878	0.0278	-18.61	10.70	E	19.59 ± 0.27
1-295542	246.255997	24.263163	0.0503	-19.34	10.73	E	18.43 ± 0.20
1-318148	241.944656	25.537500	0.0407	-18.37	10.02	E	17.44 ± 0.19
1-296733	241.717346	27.927526	0.0460	-19.70	10.65	-	16.63 ± 0.27
1-163966	120.087456	26.613560	0.0267	-20.13	10.90	S	15.27 ± 0.13
1-635348	313.902130	-0.636590	0.0535	-20.74	11.06	E	14.99 ± 0.21
1-229862	120.996666	23.755680	0.0294	-19.53	10.49	E	12.19 ± 0.08
1-196637	206.669998	52.476833	0.0292	-19.08	10.62	E	11.74 ± 0.09
1-24660	262.399231	54.494442	0.0819	-20.54	11.49	S	11.49 ± 0.46
1-317962	240.779495	24.523991	0.0467	-19.24	10.55	-	11.43 ± 0.20
1-31788	9.399217	0.280681	0.0349	-20.49	11.25	-	10.84 ± 0.12
1-323794	245.346649	32.349022	0.0347	-19.73	10.59	S	10.83 ± 0.16
1-413061	130.187042	22.294455	0.1091	-21.63	11.59	S	10.23 ± 0.50
1-46056	126.015343	51.904324	0.0315	-18.01	10.14	E	9.57 ± 0.15
1-175889	184.652023	51.414715	0.0472	-20.63	11.31	S	9.57 ± 0.15
1-382452	118.162300	18.321600	0.0449	-19.80	10.77	E	9.02 ± 0.13
1-153627	121.779922	36.233479	0.0323	-20.11	10.99	S	8.91 ± 0.08
1-258373	182.286713	44.003197	0.0375	-20.78	11.14	S	8.76 ± 0.17
1-122304	121.920799	39.004238	0.0233	-19.49	10.29	E	8.69 ± 0.10
31-115	119.917160	15.386813	0.0155	-18.39	*****	S	8.55 ± 0.06
1-298938	127.105942	26.397352	0.0809	-20.59	11.43	S	8.10 ± 0.37
1-603039	29.052231	14.906663	0.0269	-18.93	10.53	S	7.66 ± 0.09
1-270129	248.140854	26.380728	0.0586	-20.59	11.21	S	7.46 ± 0.25
1-174631	173.537552	49.254547	0.0371	-18.05	10.00	S	7.37 ± 0.12
1-229731	119.972862	23.390062	0.0291	-20.19	11.24	S	7.19 ± 0.10
1-403982	187.419128	36.199409	0.0717	-20.05	10.90	M	6.89 ± 0.16

Tabela A.1: Continuação.

mangaID (1)	RA (2)	DEC (3)	z (4)	M_r (5)	$\log M^*/M_\odot$ (6)	GZ1 _c (7)	L([O III]) (8)
1-605353	129.312103	4.695890	0.0470	-20.25	10.91	S	6.63 ± 0.09
1-251458	212.376053	41.110920	0.0771	-21.46	11.48	S	6.28 ± 0.34
1-268479	240.475067	31.892050	0.0450	-18.22	10.35	S	6.20 ± 0.10
1-547402	258.495850	33.607109	0.0387	-17.75	10.46	-	6.02 ± 0.19
1-537120	207.608215	23.456924	0.0557	-19.45	10.68	S	5.66 ± 0.12
1-55037	145.163864	2.489887	0.1445	-19.97	11.10	E	5.16 ± 0.71
1-43868	118.774513	40.041302	0.0688	-20.28	11.12	S	5.14 ± 0.13
1-397613	186.251175	40.157330	0.0736	-20.61	11.87	-	4.89 ± 0.48
1-457424	197.770111	26.972677	0.0594	-19.39	11.01	S	4.84 ± 0.19
1-299561	130.320068	27.659315	0.0951	-20.45	11.43	E	4.24 ± 0.39
1-314409	223.867447	32.840015	0.0602	-18.42	10.49	-	4.16 ± 0.22
1-60653	150.529343	3.057688	0.0234	-19.26	10.81	-	4.13 ± 0.04
1-209707	241.029068	44.549763	0.0430	-18.32	10.22	E	3.92 ± 0.09
1-617323	177.440353	50.527004	0.0264	-19.16	10.56	S	3.82 ± 0.05
1-37440	45.954613	-1.103748	0.0136	-19.21	11.24	S	3.37 ± 0.02
1-295041	247.828110	24.712290	0.0582	-20.18	10.86	E	3.37 ± 0.14
1-264729	240.044479	27.605145	0.0330	-18.10	10.59	S	3.33 ± 0.10
1-78719	151.006760	4.051177	0.0441	-18.87	10.24	E	2.99 ± 0.10
1-23670	263.050812	59.941525	0.0279	-19.63	11.00	E	2.97 ± 0.06
1-352063	124.546165	52.452419	0.1386	-21.22	11.58	E	2.97 ± 0.56
1-604912	120.082359	26.701445	0.0278	-19.35	11.22	-	2.93 ± 0.07
1-298778	127.107796	25.014637	0.0287	-19.32	10.77	S	2.91 ± 0.04
1-196597	208.289124	51.812504	0.0676	-19.86	11.35	S	2.58 ± 0.21
1-625513	200.222839	32.190769	0.0230	-18.67	10.20	S	2.15 ± 0.04
1-210020	241.301605	45.453297	0.0435	-18.29	10.27	S	2.04 ± 0.14
1-633942	246.050766	30.162258	0.0482	-20.43	11.21	S	2.01 ± 0.07
1-37385	46.294197	-1.075454	0.0450	-20.00	10.92	S	1.96 ± 0.07
1-626658	203.830200	26.424761	0.0254	-19.17	10.49	S	1.81 ± 0.03
1-163789	118.071083	25.669090	0.0454	-19.10	*****	-	1.80 ± 0.06
1-46057	126.002457	51.540470	0.0812	-20.63	11.05	E	1.78 ± 0.25
1-546819	257.001343	36.344421	0.0362	-19.87	11.14	-	1.76 ± 0.08
1-605215	126.084358	20.533237	0.0199	-18.17	10.32	S	1.61 ± 0.02
1-114252	322.933350	11.381229	0.0476	-18.85	10.74	E	1.50 ± 0.07
1-603941	45.960236	-0.204459	0.0276	-19.82	10.55	S	1.49 ± 0.04
1-210186	241.150986	43.879803	0.0598	-20.03	11.08	S	1.48 ± 0.11
1-380097	124.064056	57.530540	0.0272	-18.78	10.46	S	1.48 ± 0.03
1-177972	259.356384	29.185535	0.0286	-17.93	10.00	E	1.47 ± 0.03
1-296537	245.478149	26.600502	0.0642	-20.00	11.09	-	1.34 ± 0.14
1-263219	230.483093	33.515083	0.0616	-19.64	11.15	E	1.32 ± 0.11
1-281125	182.253723	42.475266	0.0236	-16.94	9.32	E	1.30 ± 0.02

Tabela A.1: Continuação.

mangaID (1)	RA (2)	DEC (3)	z (4)	M_r (5)	$\log M^*/M_\odot$ (6)	GZ1 _c (7)	L([O III]) (8)
1-295721	245.807465	26.479288	0.0645	-20.58	11.21	E	1.28 ± 0.14
1-295671	245.012238	26.054241	0.1321	-20.70	11.10	-	1.26 ± 0.39
1-149561	171.657227	51.573059	0.0264	-18.28	10.08	S	1.24 ± 0.03
1-232143	140.944122	35.483402	0.0266	-18.87	9.98	S	1.14 ± 0.03
1-209772	239.974945	44.709000	0.0417	-19.83	11.19	E	1.14 ± 0.06
1-299013	128.494568	26.106792	0.0587	-19.99	10.78	S	1.07 ± 0.07
1-382355	117.239517	17.577110	0.0287	-19.20	10.73	E	0.99 ± 0.04
1-376346	241.152710	23.663198	0.0310	-18.93	10.75	E	0.98 ± 0.04
1-277257	165.910126	45.179966	0.0205	-18.81	10.46	S	0.95 ± 0.02
1-401864	185.944061	36.152798	0.0333	-19.84	10.90	S	0.95 ± 0.05
1-265134	241.431732	27.204987	0.0306	-18.89	10.79	-	0.85 ± 0.05
1-382697	119.207581	17.380337	0.0364	-19.25	10.61	E	0.85 ± 0.06
1-201969	120.825859	31.776365	0.0364	-19.54	10.76	S	0.82 ± 0.03
1-145679	118.423225	26.492683	0.0374	-20.02	10.87	S	0.82 ± 0.04
1-174945	176.288589	49.718784	0.0322	-20.17	11.32	E	0.78 ± 0.06
1-153901	123.857376	37.340519	0.0397	-18.44	10.10	-	0.75 ± 0.05
1-77016	135.622437	3.384990	0.0271	-19.28	10.88	E	0.74 ± 0.04
1-179679	317.314880	0.523471	0.0507	-20.78	11.15	E	0.73 ± 0.10
1-121973	121.272995	37.625591	0.0328	-18.97	10.44	E	0.70 ± 0.03
1-229879	121.037064	24.558607	0.0438	-18.66	10.68	E	0.70 ± 0.07
1-632610	231.100784	30.277443	0.0312	-19.13	11.20	S	0.67 ± 0.05
1-405760	196.102692	36.479977	0.0232	-18.35	10.31	S	0.62 ± 0.05
1-189584	179.117249	55.125233	0.0037	-17.71	9.70	-	0.56 ± 0.00
1-298298	120.538361	21.252752	0.0304	-18.67	10.33	S	0.56 ± 0.02
1-272639	247.361282	29.541122	0.0530	-20.24	11.36	S	0.52 ± 0.06
1-384124	126.216408	20.991213	0.0229	-17.83	10.23	S	0.48 ± 0.02
1-201392	117.860481	28.234207	0.0227	-18.36	10.20	S	0.46 ± 0.02
1-150899	184.871429	51.775913	0.0572	-19.72	10.84	S	0.43 ± 0.07
1-604022	49.487793	-0.169089	0.0228	-19.88	10.97	S	0.40 ± 0.03
1-248618	243.155045	39.419041	0.0322	-19.08	10.54	E	0.38 ± 0.03
1-523167	205.213150	24.473293	0.0270	-19.93	11.03	S	0.38 ± 0.03
1-261224	213.230209	39.312641	0.0251	-17.95	10.19	S	0.38 ± 0.03
1-389509	147.539001	33.569332	0.0270	-19.16	10.60	-	0.33 ± 0.03
1-420924	204.554367	32.822872	0.0245	-19.57	10.55	S	0.32 ± 0.01
1-37633	47.142967	0.550920	0.0309	-18.68	10.70	E	0.30 ± 0.03
1-325918	256.196747	24.583965	0.0425	-17.72	10.49	S	0.29 ± 0.06
1-298498	122.938751	23.473812	0.0157	-16.29	9.03	E	0.27 ± 0.01
1-298693	124.698280	24.537426	0.0249	-18.78	10.37	S	0.23 ± 0.02
1-519412	203.777222	22.661844	0.0317	-17.91	10.08	E	0.22 ± 0.02
1-297172	241.941223	29.336777	0.0241	-18.03	10.03	S	0.20 ± 0.01

Tabela A.1: Continuação.

mangaID (1)	RA (2)	DEC (3)	z (4)	M_r (5)	$\log M^*/M_\odot$ (6)	GZ1 _c (7)	L([O III]) (8)
1-379811	123.717453	55.610264	0.0404	-17.55	9.96	-	0.15 ± 0.03
1-558912	166.129410	42.624554	0.1261	-20.46	11.25	-	56.82 ± 1.25
1-269632	247.560974	26.206474	0.1315	-21.78	11.62	S	30.08 ± 1.69
1-258599	186.181000	44.410770	0.1256	-21.24	11.68	E	20.95 ± 0.67
1-72322	121.014198	40.802612	0.1262	-21.81	12.05	S	20.66 ± 0.43
1-121532	118.091110	34.326569	0.1400	-20.51	11.34	E	11.68 ± 0.96
1-209980	240.470871	45.351940	0.0420	-19.70	10.79	S	11.01 ± 0.17
1-44379	120.700706	45.034554	0.0389	-19.89	10.97	S	8.94 ± 0.14
1-149211	168.947800	50.401634	0.0473	-18.27	10.16	S	7.88 ± 0.14
1-173958	167.306015	49.519432	0.0724	-20.53	11.31	S	6.79 ± 0.30
1-338922	114.775749	44.402767	0.1345	-20.27	11.13	M	6.77 ± 0.90
1-279147	168.957733	46.319565	0.0533	-19.51	10.66	S	6.77 ± 0.20
1-460812	127.170799	17.581400	0.0665	-19.81	11.44	-	6.46 ± 0.31
1-92866	243.581818	50.465611	0.0603	-20.56	11.69	E	6.12 ± 0.30
1-94784	249.318420	44.418228	0.0314	-20.06	10.85	S	5.96 ± 0.12
1-44303	119.182152	44.856709	0.0499	-19.72	10.62	S	5.56 ± 0.12
1-339094	117.472420	45.248482	0.0313	-19.02	10.52	E	5.29 ± 0.09
1-137883	137.874756	45.468319	0.0268	-18.06	10.77	E/S	3.87 ± 0.12
1-48116	132.653992	57.359669	0.0261	-19.18	10.60	S	3.79 ± 0.08
1-256446	166.509872	43.173473	0.0584	-19.40	11.14	E	3.74 ± 0.15
1-95585	255.029877	37.839500	0.0633	-20.88	11.24	S	3.58 ± 0.16
1-135641	249.557312	40.146820	0.0304	-19.03	11.19	S	3.52 ± 0.09
1-259142	193.703995	44.155567	0.0543	-20.75	11.29	S	3.47 ± 0.20
1-109056	39.446587	0.405085	0.0473	-19.27	10.57	-	3.24 ± 0.08
1-24148	258.827423	57.658772	0.0282	-18.51	10.56	S	3.17 ± 0.05
1-166919	146.709106	43.423843	0.0722	-20.85	11.28	S	2.64 ± 0.25
1-248389	240.658051	41.293427	0.0348	-19.36	10.57	S	2.55 ± 0.09
1-321739	226.431656	44.404903	0.0283	-18.91	11.12	S	2.24 ± 0.10
1-234618	202.128433	47.714039	0.0608	-19.64	11.37	S	2.23 ± 0.23
1-229010	57.243038	-1.144831	0.0407	-20.51	11.46	-	2.11 ± 0.09
1-211311	248.426392	39.185120	0.0298	-19.04	10.44	E/S	1.99 ± 0.06
1-373161	222.810074	30.692245	0.0547	-21.30	11.60	E	1.87 ± 0.11
1-210646	245.157181	41.466873	0.0606	-20.38	10.98	S	1.80 ± 0.10
1-351790	121.147926	50.708557	0.0227	-18.09	9.92	E	1.72 ± 0.03
1-163831	118.627846	25.815987	0.0631	-20.84	11.26	S	1.67 ± 0.13
1-22301	253.405563	63.031269	0.1052	-21.19	11.18	S	1.67 ± 0.23
1-248420	241.823395	41.403603	0.0346	-19.71	10.90	S	1.66 ± 0.06
1-23979	258.158752	57.322422	0.0266	-18.27	10.42	E	1.60 ± 0.05
1-542318	245.248306	49.001778	0.0582	-19.75	10.91	E	1.58 ± 0.07
1-95092	250.846420	39.806461	0.0302	-19.95	11.20	E	1.54 ± 0.07

Tabela A.1: Continuação.

mangaID	RA	DEC	z	M_r	$\log M^*/M_\odot$	GZ1 _c	L([O III])
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1-279676	173.981888	48.021458	0.0587	-19.40	10.81	-	1.52±0.14
1-201561	118.053215	28.772579	0.0637	-19.73	10.88	S	1.37±0.15
1-198182	224.749649	48.409855	0.0359	-20.22	11.09	E	1.34±0.11
1-96075	253.946381	39.310535	0.0631	-21.12	11.35	S	1.26±0.13
1-519742	206.612457	22.076742	0.0276	-17.62	9.64	S	1.19±0.03
1-491229	172.607544	22.216530	0.0393	-20.25	11.12	E	1.14±0.11
1-604761	113.472275	37.025906	0.0618	-20.92	11.34	S	1.00±0.13
1-25725	262.996735	59.971638	0.0291	-18.30	10.55	E	0.92±0.05
1-94604	251.335938	42.757790	0.0493	-19.44	10.52	S	0.86±0.07
1-37036	41.699909	0.421577	0.0283	-19.02	10.66	E	0.84±0.06
1-167688	155.885559	46.057755	0.0258	-17.86	9.75	E	0.84±0.02
1-279666	173.911240	47.515518	0.0455	-18.83	10.42	E	0.84±0.07
1-339163	116.280205	46.072422	0.0312	-20.02	10.97	S	0.82±0.07
1-258774	186.400864	45.083858	0.0384	-19.60	10.77	-	0.77±0.10
1-198153	224.289078	48.633968	0.0354	-19.83	11.00	S	0.76±0.08
1-91016	234.810974	56.670856	0.0463	-18.60	10.56	S	0.76±0.09
1-279073	170.588150	46.430504	0.0323	-19.53	10.79	E	0.63±0.06
1-135044	247.907990	41.493645	0.0303	-19.76	10.65	S	0.61±0.04
1-148068	156.805679	48.244793	0.0610	-20.72	11.41	S	0.45±0.15
1-277552	167.034561	45.984623	0.0362	-19.72	10.83	S	0.44±0.05
1-217050	136.719986	41.408253	0.0274	-19.66	10.93	E	0.43±0.03
1-25554	262.486053	58.397408	0.0268	-19.27	10.52	S	0.24±0.03
1-135285	247.216949	42.812012	0.0316	-19.66	10.78	-	0.20±0.04
1-176644	255.523315	31.797436	0.0650	-19.94	10.88	S	6.85 ± 0.15

APÊNDICE B – TABELA DE PROPRIEDADES DA AMOSTRA DE CONTROLE

Tabela B.1: Parâmetros da amostra de controle. (1) identificação do correspondente AGN *host* no catálogo do projeto MaNGA. (2)-(9) idêntico a (1)-(8) da Tabela A.1.

AGN mangalD (1)	mangalD (2)	RA (3)	DEC (4)	z (5)	M_r (6)	$\log M^*/M_\odot$ (7)	GZ1 _c (8)	L([O III]) (9)
1-150947	1-338555	114.374146	41.737232	0.0870	-20.00	11.48	M	1.26 ± 0.25
	1-248214	240.347046	43.085068	0.0600	-19.80	10.97	-	0.69 ± 0.11
1-71987	1-399581	204.287720	35.247829	0.0596	-19.68	11.09	E	0.70 ± 0.08
	1-201449	118.470055	29.196974	0.0632	-20.01	10.88	E	0.17 ± 0.07
1-458092	1-38319	51.609447	-0.311683	0.0377	-17.24	9.76	E	0.02 ± 0.04
	1-323888	245.686615	32.659184	0.0410	-18.64	9.54	E	12.28 ± 0.29
1-605069	1-115437	334.218323	13.425960	0.0256	-18.28	10.17	-	0.02 ± 0.02
	1-135129	247.280273	40.591011	0.0328	-19.60	10.84	E	0.01 ± 0.04
1-295542	1-94228	248.018265	47.764774	0.0494	-19.19	10.58	E	0.44 ± 0.06
	1-92774	243.407730	49.069405	0.0552	-19.28	10.75	E	0.11 ± 0.08
1-318148	1-209113	235.579727	48.465721	0.0379	-17.58	9.80	E	0.02 ± 0.02
	1-256457	166.781357	42.825489	0.0369	-17.29	9.75	E	0.05 ± 0.01
1-296733	1-547596	260.479370	29.846418	0.0468	-19.23	10.55	-	0.41 ± 0.05
	1-38348	51.155499	-0.444021	0.0368	-19.91	10.95	S	0.56 ± 0.06
1-163966	1-155926	141.539307	49.310215	0.0269	-19.61	10.76	S	0.08 ± 0.01
	1-625070	198.784225	30.403770	0.0232	-18.76	10.61	-	0.65 ± 0.05
1-635348	1-298950	127.374084	26.549948	0.0567	-20.59	11.27	E	0.30 ± 0.09
	1-213825	129.594009	4.355987	0.0475	-20.16	11.02	E	0.32 ± 0.07
1-229862	1-178782	310.450012	-0.468316	0.0269	-18.36	10.56	E	0.13 ± 0.01
	1-153103	119.738312	32.612251	0.0283	-19.82	10.93	E	0.15 ± 0.02
1-196637	1-389238	148.073685	33.063740	0.0270	-19.49	10.84	E	0.25 ± 0.03
	1-458301	204.891373	25.556107	0.0264	-18.54	10.38	E	0.11 ± 0.02
1-24660	1-217637	116.183792	22.160177	0.0851	-20.96	11.41	S	0.80 ± 0.24
	1-175200	178.462463	51.031166	0.0785	-20.59	11.07	S	0.40 ± 0.15
1-317962	1-217358	147.035645	44.797245	0.0427	-18.20	10.20	E	0.04 ± 0.03
	1-218077	120.251175	24.639851	0.0469	-18.78	10.24	E	0.22 ± 0.04
1-31788	1-379708	121.054840	55.397655	0.0324	-19.78	11.21	S	0.33 ± 0.03
	1-317822	242.810043	24.225016	0.0325	-19.62	10.81	S	1.24 ± 0.06
1-323794	1-379708	121.054840	55.397655	0.0324	-19.78	11.21	S	0.33 ± 0.03
	1-316945	236.006317	28.277027	0.0332	-19.95	10.95	S	0.95 ± 0.05
1-413061	1-72914	127.580803	45.075878	0.0970	-20.88	11.31	S	0.35 ± 0.19
	1-146247	120.723969	28.457113	0.0772	-21.25	11.48	S	0.22 ± 0.09
1-46056	1-279544	172.365723	47.696297	0.0331	-18.08	10.10	E	0.16 ± 0.02
	1-178103	257.910370	31.173557	0.0302	-18.21	10.16	E	0.12 ± 0.02
1-175889	1-269638	247.688416	26.095259	0.0477	-20.29	11.20	S	0.27 ± 0.05
	1-459018	119.505577	14.702627	0.0473	-20.64	11.34	S	0.63 ± 0.08
1-382452	1-256009	167.103851	43.012966	0.0494	-20.02	11.41	E	1.05 ± 0.08
	1-166613	144.515976	42.974327	0.0468	-20.35	11.06	E	0.29 ± 0.08
1-135285	1-633990	247.304123	41.150871	0.0296	-19.06	10.46	S	0.25 ± 0.03
	1-25688	261.284851	58.764687	0.0292	-18.79	10.32	S	0.10 ± 0.02

Tabela B.1: Continuação.

AGN mangalD (1)	mangalD (2)	RA (3)	DEC (4)	z (5)	M_r (6)	$\log M^*/M_\odot$ (7)	GZ1 _c (8)	L([O III]) (9)
1-153627	1-43783	117.898453	42.880112	0.0320	-20.02	10.89	S	0.18 ± 0.03
	1-120935	114.775040	29.160080	0.0389	-20.63	11.16	S	0.22 ± 0.04
1-258373	1-284485	196.232391	47.503643	0.0393	-20.35	11.05	S	0.18 ± 0.03
	1-266039	213.416824	43.866589	0.0350	-20.45	10.94	S	0.13 ± 0.02
1-122304	1-455924	192.932434	27.962835	0.0231	-18.65	10.41	E	0.12 ± 0.01
	1-199454	235.176651	43.751255	0.0196	-18.41	10.20	E	0.05 ± 0.01
1-298938	1-217637	116.183792	22.160177	0.0851	-20.96	11.41	S	0.80 ± 0.24
	1-248056	238.746338	42.105366	0.0705	-20.56	10.97	S	0.66 ± 0.12
1-603039	1-155463	137.562439	46.293282	0.0267	-18.65	10.28	S	0.22 ± 0.02
	1-135625	248.507462	41.347958	0.0284	-19.06	10.56	S	0.55 ± 0.04
1-270129	1-259537	194.925018	43.753204	0.0578	-20.72	11.22	S	0.79 ± 0.12
	1-164053	119.039497	26.875776	0.0616	-20.95	11.10	S	0.84 ± 0.13
1-174631	1-322679	235.709442	38.223858	0.0405	-18.16	9.99	-	0.12 ± 0.03
	1-295343	246.480728	25.411606	0.0393	-18.31	9.88	E	0.20 ± 0.03
1-229731	1-153028	118.319862	32.543751	0.0280	-19.49	10.90	S	0.15 ± 0.03
	1-379741	121.664742	55.147083	0.0329	-19.67	10.98	S	0.25 ± 0.03
1-403982	1-167083	148.897781	45.554783	0.0725	-19.69	11.21	M	0.67 ± 0.18
	1-634328	254.309799	34.024044	0.0845	-19.94	11.22	M	1.34 ± 0.20
1-176644	1-401783	200.532242	30.144417	0.0611	-20.10	11.01	S	0.46 ± 0.10
	1-201875	119.500206	30.795589	0.0766	-20.60	11.21	S	0.29 ± 0.11
1-605353	1-317809	241.003906	25.955408	0.0486	-20.75	11.42	S	1.43 ± 0.13
	1-459018	119.505577	14.702627	0.0473	-20.64	11.34	S	0.63 ± 0.08
1-251458	1-321276	218.364853	46.468266	0.0725	-21.04	11.32	S	0.27 ± 0.09
	1-146247	120.723969	28.457113	0.0772	-21.25	11.48	S	0.22 ± 0.09
1-268479	1-459018	119.505577	14.702627	0.0473	-20.64	11.34	S	0.63 ± 0.08
	1-71525	118.344826	36.274372	0.0457	-20.17	10.97	S	0.26 ± 0.06
1-547402	1-247769	235.899033	43.842239	0.0370	-17.46	10.40	S	0.11 ± 0.03
	1-351563	117.863930	48.595043	0.0420	-17.96	10.22	S	0.46 ± 0.09
1-537120	1-207914	222.394577	52.967297	0.0577	-19.69	10.63	E	0.44 ± 0.08
	1-399581	204.287720	35.247829	0.0596	-19.68	11.09	E	0.70 ± 0.08
1-55037	1-322336	230.357635	43.454380	0.1350	-20.89	11.82	E	1.81 ± 0.68
	1-218427	124.342300	27.796207	0.1496	-21.30	11.47	E	0.25 ± 0.61
1-43868	1-91339	237.653854	53.390640	0.0651	-20.00	10.98	S	0.44 ± 0.10
	1-315099	228.632706	31.030952	0.0711	-20.78	11.26	E	0.81 ± 0.16
1-397613	1-603793	42.811310	-0.329249	0.0669	-19.88	11.28	S	6.54 ± 0.55
	1-627000	205.321152	26.272047	0.0639	-20.12	11.24	-	0.90 ± 0.14
1-457424	1-214751	136.212570	5.115862	0.0678	-19.81	11.32	S	0.35 ± 0.15
	1-229660	118.475914	22.465721	0.0447	-18.56	10.70	S	0.89 ± 0.10
1-299561	1-109419	51.228935	0.605940	0.1032	-21.26	11.70	-	0.12 ± 0.19
	1-42703	27.529861	13.110405	0.0863	-20.35	11.24	E	0.60 ± 0.22
1-314409	1-260534	206.334427	41.388924	0.0595	-20.47	11.15	S	0.85 ± 0.10
	1-339028	116.097931	44.527737	0.0497	-20.01	11.24	S	0.44 ± 0.04
1-60653	1-122284	122.084496	39.023632	0.0225	-18.50	10.43	E	0.38 ± 0.03
	1-277103	163.734802	41.498428	0.0246	-18.85	10.44	S	0.11 ± 0.02
1-209707	1-419555	182.871414	36.788422	0.0437	-18.36	10.24	E	0.15 ± 0.03
	1-198238	226.436111	46.788612	0.0382	-17.58	9.96	E	0.16 ± 0.03
1-617323	1-149147	171.102646	51.234928	0.0272	-19.99	10.82	S	0.32 ± 0.03
	1-216958	136.200272	40.591717	0.0270	-18.95	10.41	S	0.22 ± 0.01
1-295041	1-351622	119.520950	49.417927	0.0586	-19.99	10.97	S	0.40 ± 0.10
	1-458504	206.036118	26.348915	0.0651	-20.41	11.12	S	0.35 ± 0.10

Tabela B.1: Continuação.

AGN mangalD (1)	mangaID (2)	RA (3)	DEC (4)	z (5)	M_r (6)	$\log M^*/M_\odot$ (7)	GZ1 _c (8)	L([O III]) (9)
1-264729	1-633994	247.419922	40.686970	0.0305	-18.27	11.04	S	0.22 ± 0.05
	1-93835	248.055710	44.403236	0.0310	-18.72	10.58	S	0.23 ± 0.03
1-78719	1-286261	209.444366	45.040859	0.0427	-18.60	10.02	-	0.27 ± 0.04
	1-218019	120.696320	24.771385	0.0413	-18.57	10.27	E	0.45 ± 0.05
1-23670	1-43541	116.847771	39.195915	0.0256	-17.94	10.10	E	0.05 ± 0.01
	1-93793	249.074463	44.135708	0.0313	-19.93	11.24	S	0.51 ± 0.08
1-352063	1-378770	119.119957	50.287872	0.1336	-21.50	11.66	E	3.76 ± 0.62
	1-201464	118.307030	28.828293	0.1428	-20.79	11.59	E	1.68 ± 0.54
1-604912	1-278057	166.767365	45.822124	0.0252	-19.29	11.01	S	0.43 ± 0.04
	1-379741	121.664742	55.147083	0.0329	-19.67	10.98	S	0.25 ± 0.03
1-298778	1-177250	256.664032	34.542995	0.0302	-18.93	10.65	E/S	0.20 ± 0.03
	1-155926	141.539307	49.310215	0.0269	-19.61	10.76	S	0.08 ± 0.01
1-196597	1-36925	41.840462	-0.462501	0.0752	-20.18	11.16	S	0.56 ± 0.15
	1-255916	164.115005	43.496521	0.0509	-19.04	11.21	S	0.26 ± 0.09
1-625513	1-201356	116.993591	28.324781	0.0235	-18.24	10.13	S	0.14 ± 0.02
	1-25740	263.892517	59.889927	0.0284	-19.24	10.83	S	0.29 ± 0.04
1-210020	1-375129	232.433380	27.111996	0.0453	-18.61	10.51	S	0.61 ± 0.09
	1-229888	121.365593	24.795309	0.0464	-18.53	10.60	S	0.91 ± 0.09
1-633942	1-150370	177.844543	53.444172	0.0518	-20.98	11.29	S	0.55 ± 0.08
	1-201913	119.799034	31.807886	0.0592	-20.67	11.20	S	0.43 ± 0.08
1-37385	1-338220	113.056976	39.560085	0.0488	-20.07	10.99	S	0.32 ± 0.05
	1-45179	123.571182	46.010307	0.0499	-20.16	11.01	S	0.28 ± 0.06
1-626658	1-631640	223.610977	53.217445	0.0269	-19.34	10.73	S	0.08 ± 0.02
	1-24161	259.682190	58.135117	0.0291	-19.73	10.99	S	0.14 ± 0.03
1-163789	1-45179	123.571182	46.010307	0.0499	-20.16	11.01	S	0.28 ± 0.06
	1-489642	171.578049	21.096226	0.0428	-20.44	11.13	S	0.34 ± 0.06
1-46057	1-54008	139.740814	1.148929	0.0878	-20.42	11.19	E	0.29 ± 0.16
	1-316675	237.024704	27.962372	0.0783	-20.28	11.17	E	0.18 ± 0.11
1-546819	1-439760	234.196091	25.416805	0.0341	-20.03	11.29	E	0.02 ± 0.02
	1-604153	55.808205	-1.018715	0.0367	-20.07	11.09	E	0.25 ± 0.04
1-605215	1-605482	131.982544	25.831669	0.0188	-18.86	10.58	S	0.18 ± 0.02
	1-491047	172.143173	21.010717	0.0208	-19.23	10.57	-	0.17 ± 0.02
1-114252	1-187419	171.954208	53.739437	0.0492	-18.87	10.44	E	0.14 ± 0.04
	1-197280	215.752075	51.709568	0.0443	-18.75	10.33	E	0.10 ± 0.03
1-603941	1-626684	203.910034	25.875259	0.0256	-19.13	10.65	S	0.08 ± 0.02
	1-37213	42.416527	-0.069862	0.0282	-19.93	10.71	S	0.20 ± 0.04
1-210186	1-262322	224.024506	34.481831	0.0657	-20.28	10.97	E	0.32 ± 0.10
	1-351622	119.520950	49.417927	0.0586	-19.99	10.97	S	0.40 ± 0.10
1-380097	1-25740	263.892517	59.889927	0.0284	-19.24	10.83	S	0.29 ± 0.04
	1-625070	198.784225	30.403770	0.0232	-18.76	10.61	-	0.65 ± 0.05
1-177972	1-149496	172.621918	50.765255	0.0261	-17.87	10.15	E	0.18 ± 0.02
	1-385108	129.495453	25.048773	0.0280	-18.02	10.15	-	0.10 ± 0.02
1-296537	1-319961	205.178177	51.888725	0.0615	-19.94	11.03	S	0.65 ± 0.13
	1-91010	235.803574	57.411175	0.0739	-20.11	11.17	E	0.63 ± 0.14
1-263219	1-491063	172.481781	21.517881	0.0494	-19.18	10.63	E	0.19 ± 0.07
	1-316030	230.652557	29.895750	0.0753	-20.16	11.14	E	0.81 ± 0.21
1-281125	1-404052	188.084030	36.513367	0.0227	-17.47	9.75	E	0.34 ± 0.01
	1-323766	246.175964	32.064373	0.0216	-17.62	9.79	E	0.14 ± 0.01
1-295721	1-627086	205.606705	26.212439	0.0658	-20.53	11.24	E	0.17 ± 0.12
	1-254546	155.274689	44.377712	0.0586	-20.33	11.40	-	0.59 ± 0.10

Tabela B.1: Continuação.

AGN mangalD (1)	mangalD (2)	RA (3)	DEC (4)	z (5)	M_r (6)	$\log M^*/M_\odot$ (7)	GZ1 _c (8)	L([O III]) (9)
1-295671	1-384945	129.147400	23.119572	0.1252	-21.18	11.52	-	3.45 ± 0.60
	1-25771	260.555542	54.318096	0.1115	-19.57	10.88	-	1.01 ± 0.24
1-149561	1-37813	46.521252	-0.534056	0.0248	-17.69	9.88	E/S	0.01 ± 0.01
	1-456341	194.506500	27.489666	0.0254	-18.93	10.39	S	0.01 ± 0.01
1-232143	1-173966	167.556808	48.951408	0.0243	-18.56	9.88	-	0.16 ± 0.02
	1-627397	206.769058	24.996494	0.0291	-19.48	10.34	S	0.16 ± 0.02
1-209772	1-37754	47.320751	-0.906658	0.0393	-19.96	10.94	E	0.54 ± 0.06
	1-38293	51.680000	-0.769450	0.0388	-20.08	10.96	E	0.20 ± 0.04
1-299013	1-201391	117.811562	28.153616	0.0524	-19.61	10.83	S	0.46 ± 0.07
	1-149471	173.037842	50.765541	0.0486	-19.15	10.50	-	0.27 ± 0.05
1-382355	1-627945	208.388306	24.875233	0.0304	-19.55	11.17	E	0.05 ± 0.02
	1-604841	117.310547	28.611589	0.0275	-18.98	10.63	E	0.02 ± 0.02
1-376346	1-627945	208.388306	24.875233	0.0304	-19.55	11.17	E	0.05 ± 0.02
	1-51886	58.485626	-7.072957	0.0332	-19.97	11.28	E	0.11 ± 0.04
1-277257	1-605482	131.982544	25.831669	0.0188	-18.86	10.58	S	0.18 ± 0.02
	1-491047	172.143173	21.010717	0.0208	-19.23	10.57	-	0.17 ± 0.02
1-401864	1-174947	176.358749	49.879044	0.0333	-19.09	10.64	S	0.24 ± 0.03
	1-246470	223.320786	52.044247	0.0369	-19.95	10.87	S	0.16 ± 0.04
1-265134	1-633776	243.142075	25.500761	0.0326	-19.23	10.83	S	0.17 ± 0.03
	1-135157	247.041306	40.695595	0.0324	-19.10	10.70	E	0.02 ± 0.04
1-382697	1-458127	203.550644	27.003183	0.0355	-18.96	10.74	S	0.31 ± 0.04
	1-44526	118.713310	43.182655	0.0331	-19.26	10.65	E	0.06 ± 0.02
1-201969	1-199368	233.283417	44.535683	0.0367	-20.15	10.87	S	0.26 ± 0.03
	1-278113	167.133606	47.336300	0.0358	-19.76	10.99	S	0.22 ± 0.04
1-145679	1-247977	239.491852	41.792603	0.0350	-19.82	10.74	S	0.20 ± 0.04
	1-201756	120.814369	30.796497	0.0403	-20.81	11.15	-	0.30 ± 0.04
1-174945	1-137845	139.308823	44.489189	0.0320	-20.07	11.05	E	0.07 ± 0.02
	1-135372	250.116730	39.320141	0.0301	-20.29	11.08	E	0.12 ± 0.27
1-153901	1-257627	178.474884	43.818771	0.0427	-18.12	10.41	S	0.21 ± 0.04
	1-383017	121.720436	19.859211	0.0392	-17.86	9.99	S	0.03 ± 0.02
1-77016	1-246542	225.804214	49.851166	0.0281	-19.13	10.60	E	0.17 ± 0.03
	1-210731	247.318756	39.401039	0.0281	-18.95	10.74	S	0.03 ± 0.02
1-179679	1-188844	176.507980	55.419613	0.0526	-20.52	11.05	E	0.32 ± 0.07
	1-285729	203.896530	40.111118	0.0542	-20.69	11.25	E	0.49 ± 0.08
1-121973	1-23890	260.386475	56.988865	0.0301	-18.59	10.43	E	0.03 ± 0.02
	1-488526	167.509247	21.982172	0.0316	-19.45	10.70	-	0.20 ± 0.03
1-229879	1-382352	117.186905	17.966072	0.0462	-18.85	10.39	E	0.20 ± 0.05
	1-46757	128.164383	53.233246	0.0431	-18.56	10.27	E	0.11 ± 0.03
1-632610	1-95982	254.828979	38.866302	0.0336	-19.41	11.17	S	0.33 ± 0.04
	1-94717	250.734619	43.996899	0.0311	-19.04	11.07	S	0.38 ± 0.05
1-405760	1-457236	196.651642	27.872952	0.0209	-18.30	10.18	S	0.57 ± 0.03
	1-384095	126.590126	20.270557	0.0253	-18.54	10.22	S	0.68 ± 0.04
1-298298	1-633990	247.304108	41.150887	0.0296	-19.06	10.46	-	0.15 ± 0.02
	1-316872	235.152634	28.512455	0.0328	-19.44	11.01	S	0.26 ± 0.04
1-272639	1-269638	247.688416	26.095259	0.0477	-20.29	11.20	S	0.27 ± 0.05
	1-71525	118.344826	36.274372	0.0457	-20.17	10.97	S	0.26 ± 0.06
1-384124	1-457813	201.906998	26.965712	0.0236	-18.35	10.31	E	0.02 ± 0.02
	1-38543	54.032406	-0.596429	0.0234	-18.57	10.41	E	0.19 ± 0.02
1-201392	1-210604	243.880661	41.407021	0.0263	-18.59	10.65	E	0.09 ± 0.02
	1-211055	247.336441	39.820419	0.0261	-18.70	10.58	E	0.09 ± 0.02

Tabela B.1: Continuação.

AGN mangalD (1)	mangaID (2)	RA (3)	DEC (4)	z (5)	M_r (6)	$\log M^*/M_\odot$ (7)	GZ1 _c (8)	L([O III]) (9)
1-150899	1-73042	126.143761	45.479832	0.0539	-19.74	10.77	S	0.13 ± 0.05
	1-201391	117.811562	28.153616	0.0524	-19.61	10.83	S	0.46 ± 0.07
1-604022	1-137908	139.559158	45.651695	0.0269	-20.01	10.86	S	0.08 ± 0.01
	1-146028	118.592606	27.008795	0.0266	-19.78	10.71	S	0.12 ± 0.02
1-248618	1-50971	48.267513	-8.398560	0.0299	-19.29	10.76	E	0.12 ± 0.02
	1-23890	260.386475	56.988865	0.0301	-18.59	10.43	E	0.03 ± 0.02
1-523167	1-113540	317.903198	11.496931	0.0294	-19.29	10.58	S	0.64 ± 0.03
	1-318334	243.084869	23.002010	0.0323	-19.84	10.92	S	0.19 ± 0.03
1-261224	1-44483	119.834816	42.057072	0.0245	-18.17	10.21	S	0.11 ± 0.01
	1-458011	201.948044	25.449587	0.0250	-17.95	10.10	S	0.03 ± 0.01
1-389509	1-146046	118.323959	27.460728	0.0268	-19.11	10.65	E	0.13 ± 0.02
	1-277103	163.734802	41.498428	0.0246	-18.85	10.44	S	0.11 ± 0.02
1-420924	1-218280	124.003319	27.075884	0.0255	-19.57	10.81	S	0.14 ± 0.02
	1-137908	139.559158	45.651695	0.0269	-20.01	10.86	S	0.08 ± 0.01
1-37633	1-318434	243.032089	23.718149	0.0319	-18.88	10.86	-	0.26 ± 0.03
	1-135193	246.959641	40.937443	0.0309	-18.73	10.60	E	0.01 ± 0.03
1-325918	1-383017	121.720436	19.859211	0.0392	-17.86	9.99	S	0.03 ± 0.02
	1-269212	242.487350	30.106516	0.0482	-18.12	10.92	-	0.45 ± 0.10
1-298498	1-42253	27.565296	13.140800	0.0161	-15.18	9.22	E	0.02 ± 0.01
	1-153224	119.391342	33.121433	0.0169	-16.59	9.33	E	0.15 ± 0.01
1-298693	1-603795	42.896332	-0.733768	0.0232	-19.26	10.61	S	0.15 ± 0.02
	1-146046	118.323959	27.460728	0.0268	-19.11	10.65	E	0.13 ± 0.02
1-519412	1-210748	247.142441	39.418610	0.0309	-18.04	10.27	-	0.02 ± 0.02
	1-395547	203.240433	27.717840	0.0291	-18.48	10.43	E	0.05 ± 0.03
1-297172	1-456656	195.522995	27.297272	0.0243	-17.25	9.71	S	0.01 ± 0.01
	1-395508	203.965042	27.866846	0.0262	-18.37	10.35	S	0.04 ± 0.02
1-379811	1-245908	217.542267	53.982250	0.0430	-18.03	10.29	E	0.03 ± 0.03
	1-44044	119.583427	41.568043	0.0413	-18.40	10.13	E	0.08 ± 0.02
1-558912	1-71481	117.456001	34.883911	0.1312	-20.95	11.70	E	0.10±0.20
	1-72928	127.256485	45.016773	0.1270	-20.62	11.52	E	0.09±0.23
1-269632	1-210700	248.140564	39.131020	0.1303	-20.96	11.67	S	1.55±0.44
	1-378795	118.925613	50.172771	0.0967	-20.77	11.35	S	0.72±0.31
1-258599	1-93876	246.942947	44.177521	0.1394	-20.75	11.50	E	0.46±0.36
	1-166691	146.047348	42.900040	0.1052	-20.50	11.36	E	0.09±0.49
1-72322	1-121717	118.803429	35.596798	0.1098	-21.11	11.61	S	1.40±0.57
	1-43721	116.967567	43.383499	0.1114	-21.41	11.86	S	1.91±0.52
1-121532	1-218427	124.342316	27.796206	0.1496	-21.30	11.47	E	0.72±0.62
	1-177493	257.085754	31.746916	0.1081	-20.90	11.30	E	2.29±0.28
1-209980	1-295095	248.348663	24.776577	0.0410	-18.40	10.14	E	0.15±0.03
	1-92626	241.799545	48.572563	0.0434	-20.04	11.04	S	0.76±0.07
1-44379	1-211082	247.620041	39.626045	0.0304	-19.72	11.07	E	0.19±0.04
	1-135371	250.156235	39.221634	0.0352	-19.20	10.76	S	0.25±0.07
1-149211	1-377321	110.556152	42.183643	0.0444	-19.02	9.89	S	4.53±0.13
	1-491233	172.563995	22.992010	0.0332	-18.39	10.59	S	0.25±0.03
1-173958	1-247456	232.823196	45.416538	0.0705	-20.05	10.83	-	0.57±0.16
	1-24246	264.840790	56.567070	0.0818	-19.91	10.57	S	0.11±0.06
1-338922	1-286804	211.904861	44.482269	0.1429	-20.03	10.50	M	2.23±0.43
	1-109493	56.425140	-0.378460	0.1093	-20.46	11.26	-	0.15±0.18
1-279147	1-283246	191.078873	46.407131	0.0496	-19.17	10.55	S	0.23±0.06
	1-351538	119.145126	47.563850	0.0692	-19.67	11.00	S	0.46±0.13

Tabela B.1: Continuação.

AGN mangalD (1)	mangaID (2)	RA (3)	DEC (4)	z (5)	M_r (6)	$\log M^*/M_\odot$ (7)	GZ1 _c (8)	L([O III]) (9)
1-460812	1-270160	248.274612	26.211815	0.0660	-20.37	11.46	S	0.70±0.39
	1-258455	183.612198	45.195454	0.0653	-20.02	11.03	E	0.49±0.14
1-92866	1-94514	248.241180	42.524670	0.0614	-20.60	11.17	E	-
	1-210614	244.501755	41.392189	0.0612	-20.64	11.48	E	0.40±0.14
1-94784	1-211063	247.058411	40.313835	0.0331	-19.87	10.79	S	0.20±0.04
	1-135502	247.764175	39.838505	0.0305	-19.51	11.13	S	0.50±0.05
1-44303	1-339028	116.097923	44.527740	0.0497	-20.01	11.24	S	0.44±0.08
	1-379087	119.910118	51.792362	0.0534	-19.60	11.02	S	0.72±0.13
1-339094	1-274646	158.017029	43.859268	0.0284	-18.70	10.36	E	0.35±0.04
	1-24099	258.027618	57.504009	0.0282	-18.67	10.34	E	0.06±0.03
1-137883	1-178838	312.023621	0.068841	0.0247	-17.54	10.46	-	0.10±0.02
	1-36878	42.542126	-0.867116	0.0232	-18.88	10.77	E	0.28±0.04
1-48116	1-386452	136.228333	28.384314	0.0269	-19.54	10.57	S	0.32±0.04
	1-24416	263.033173	56.878746	0.0281	-19.16	10.66	S	0.22±0.03
1-256446	1-322671	235.797028	39.238773	0.0637	-19.77	10.82	E	-
	1-256465	166.752243	43.089901	0.0575	-19.70	10.79	E	0.59±0.11
1-95585	1-166947	147.335007	43.442989	0.0720	-20.79	10.81	S	0.13±0.08
	1-210593	244.419754	41.899155	0.0605	-19.76	10.90	S	0.43±0.14
1-135641	1-635503	318.990448	9.543076	0.0293	-19.37	10.91	S	0.15±0.06
	1-235398	213.149185	47.253059	0.0281	-18.91	10.99	S	0.16±0.05
1-259142	1-55572	133.121307	56.112690	0.0454	-20.11	11.03	S	0.12±0.04
	1-489649	171.954834	21.386103	0.0406	-19.94	10.95	S	0.30±0.08
1-109056	1-73005	125.402306	45.585476	0.0514	-19.47	10.65	S	0.20±0.06
	1-43009	113.553879	39.076836	0.0510	-19.41	10.43	S	0.12±0.04
1-24148	1-285031	198.701370	47.351547	0.0303	-18.47	10.72	S	0.26±0.04
	1-236099	225.236221	41.566265	0.0205	-17.36	9.91	S	0.07±0.01
1-166919	12-129446	203.943542	26.101791	0.0670	-20.57	11.32	S	0.28±0.09
	1-90849	237.582748	56.131981	0.0661	-20.39	11.16	E	0.28±0.05
1-248389	1-94554	248.914688	42.461296	0.0318	-18.96	10.57	S	0.22±0.04
	1-245774	214.863297	54.100300	0.0426	-20.22	10.83	S	0.29±0.07
1-321739	1-247417	233.319382	45.698528	0.0294	-19.25	10.76	S	0.16±0.04
	1-633994	247.419952	40.686954	0.0305	-18.27	11.04	S	0.36±0.09
1-234618	1-282144	184.592514	46.155350	0.0492	-18.92	10.31	S	0.10±0.02
	1-339125	117.739944	45.989529	0.0534	-18.97	11.17	S	0.45±0.23
1-229010	1-210962	246.358719	39.870697	0.0290	-20.49	11.09	S	0.35±0.06
	1-613211	167.861847	22.970764	0.0323	-19.87	11.32	E	0.16±0.06
1-211311	1-25688	261.284851	58.764687	0.0292	-18.79	10.32	S	0.10±0.02
	1-94422	250.453201	41.818737	0.0316	-19.15	10.55	S	0.24±0.03
1-373161	1-259650	196.611053	45.289001	0.0509	-21.07	11.68	E	0.67±0.20
	1-289865	322.048584	0.299885	0.0525	-20.90	11.35	-	0.11±0.09
1-210646	1-114306	323.742737	11.296529	0.0637	-20.58	10.83	S	0.33±0.16
	1-487130	164.447296	21.233431	0.0587	-20.47	10.86	S	0.27±0.10
1-351790	1-23731	260.746704	60.559292	0.0205	-18.20	10.19	E	0.02±0.01
	1-167334	151.894836	46.093983	0.0243	-18.89	10.60	E	0.47±0.05
1-163831	1-247456	232.823196	45.416538	0.0705	-20.05	10.83	-	0.57±0.16
	1-210593	244.419754	41.899155	0.0605	-19.76	10.90	S	0.43±0.14
1-22301	1-251871	214.506760	41.827644	0.1027	-21.17	11.68	S	0.24±0.18
	1-72914	127.580818	45.075867	0.0970	-20.88	11.31	S	0.13±0.07
1-248420	1-211063	247.058411	40.313835	0.0331	-19.87	10.79	S	0.20±0.04
	1-211074	247.462692	39.766510	0.0318	-19.71	10.79	S	0.20±0.04

Tabela B.1: Continuação.

AGN mangalD (1)	mangaID (2)	RA (3)	DEC (4)	z (5)	M_r (6)	$\log M^*/M_\odot$ (7)	GZ1 _c (8)	L([O III]) (9)
1-23979	1-320681	213.813095	47.873344	0.0279	-18.76	10.77	E	0.09±0.07
	1-519738	206.514709	22.118843	0.0277	-19.49	10.73	E	0.11±0.04
1-542318	1-285052	199.061493	47.599365	0.0573	-19.77	10.85	S	0.11±0.03
	1-377125	112.221359	41.307812	0.0585	-19.67	10.84	S	0.57±0.14
1-95092	1-210962	246.358719	39.870697	0.0290	-20.49	11.09	S	0.35±0.06
	1-251279	209.251984	43.362034	0.0329	-20.11	10.97	E	0.37±0.06
1-279676	1-44789	120.890366	47.892406	0.0586	-19.33	10.92	-	0.32±0.09
	1-378401	117.904335	48.000526	0.0612	-19.65	11.02	E	0.57±0.14
1-201561	1-24246	264.840790	56.567070	0.0818	-19.91	10.57	S	0.11±0.06
	1-285052	199.061493	47.599365	0.0573	-19.77	10.85	S	0.11±0.03
1-198182	1-256185	165.568695	44.271709	0.0370	-20.00	11.03	E	0.25±0.04
	1-48053	132.595016	55.378742	0.0308	-20.24	11.49	E	-
1-96075	1-166947	147.335007	43.442989	0.0720	-20.79	10.81	S	0.13±0.08
	1-52259	59.411037	-6.274680	0.0678	-20.69	11.12	S	0.30±0.09
1-519742	1-37079	42.092335	0.986465	0.0274	-17.25	9.55	E	0.02±0.01
	1-276679	161.272629	44.054291	0.0253	-18.27	10.10	0.03	0.05±0.01
1-491229	1-94554	248.914688	42.461296	0.0318	-18.96	10.57	S	0.22±0.04
	1-604048	50.536137	-0.836265	0.0365	-20.37	10.91	S	0.39±0.08
1-604761	1-210173	241.341766	42.488312	0.0778	-20.71	11.10	S	0.52±0.13
	1-71525	118.344856	36.274380	0.0457	-20.17	10.97	S	0.19±0.06
1-25725	1-211079	247.438034	39.810539	0.0304	-18.97	10.54	E	0.03±0.04
	1-322074	228.700729	43.665970	0.0274	-18.15	10.10	E	-
1-94604	1-295095	248.348663	24.776577	0.0410	-18.40	10.14	E	0.15±0.03
	1-134239	241.416443	46.846561	0.0571	-19.83	10.70	S	0.23±0.06
1-37036	1-210785	246.765076	39.527386	0.0338	-20.22	10.97	E	-
	1-25680	261.968872	60.097275	0.0278	-19.41	10.84	E	0.34±0.04
1-167688	1-235587	214.854660	45.864250	0.0267	-18.88	10.48	E	0.08±0.02
	1-37062	41.846367	0.058757	0.0248	-18.30	10.40	E	0.27±0.03
1-279666	1-392976	156.428894	37.497524	0.0432	-17.91	10.09	E	0.10±0.03
	1-47499	132.037582	54.309921	0.0461	-18.53	10.51	E	0.15±0.06
1-339163	1-136125	254.044144	34.836521	0.0316	-19.33	10.50	S	0.08±0.02
	1-626830	204.683838	26.328539	0.0282	-19.23	10.67	S	0.15±0.04
1-258774	1-379660	119.973717	55.374817	0.0357	-19.44	10.74	E	0.37±0.07
	1-48208	134.008118	57.390965	0.0406	-19.57	10.85	S	0.12±0.04
1-198153	1-211063	247.058411	40.313835	0.0331	-19.87	10.79	S	0.20±0.04
	1-135810	250.123138	39.235115	0.0297	-19.38	10.59	S	0.08±0.02
1-91016	1-338828	115.641609	44.215858	0.0418	-18.10	10.42	S	0.43±0.05
	1-386695	137.983505	27.899269	0.0474	-19.33	10.48	S	0.81±0.09
1-279073	1-211100	247.830322	39.744129	0.0309	-19.15	10.62	E	-
	1-210784	247.097122	39.570305	0.0292	-19.61	10.86	E	0.15±0.05
1-135044	1-218280	124.003311	27.075895	0.0255	-19.57	10.81	S	0.12±0.03
	1-211063	247.058411	40.313835	0.0331	-19.87	10.79	S	0.20±0.04
1-148068	1-166947	147.335007	43.442989	0.0720	-20.79	10.81	S	0.13±0.08
	1-55572	133.121307	56.112690	0.0454	-20.11	11.03	S	0.12±0.04
1-277552	1-264513	236.941513	28.641697	0.0333	-20.92	11.28	S	0.33±0.05
	1-136125	254.044144	34.836521	0.0316	-19.33	10.50	S	0.08±0.02
1-217050	1-135372	250.116714	39.320118	0.0301	-20.29	11.08	E	0.01±0.23
	1-274663	157.660522	44.012722	0.0280	-19.88	11.00	E	0.08±0.02
1-25554	1-135625	248.507462	41.347946	0.0284	-19.06	10.56	S	0.56±0.04
	1-216958	136.200287	40.591721	0.0270	-18.95	10.41	S	0.23±0.02

APÊNDICE C – ESTIMATIVAS DA TAXA DE *OUTFLOWS* E POTÊNCIA CINÉTICA

Tabela C.1: Estimativas para taxa de *outflows* \dot{M}_{out} e potência cinética \dot{E}_{kin} . (1) Identificação da galáxia no catálogo do projeto MaNGA; (2) Taxa de *outflows*, em unidades de $M_{\odot} \text{ ano}^{-1}$; (3) Potência cinética, em unidades de $10^{40} \text{ erg s}^{-1}$.

mangaID (1)	\dot{M}_{out} (2)	\dot{E}_{kin} (3)
1-558912	0.0062334403	0.0089999333
1-269632	0.0041297920	0.0045722106
1-258599	0.34186386	7.4289880
1-72322	0.00096878673	0.00086742686
1-121532	0.015983194	0.037366556
1-209980	0.0025761278	0.0019931350
1-44379	0.0018330814	0.00018240148
1-149211	0.0019190275	0.0019435056
1-173958	0.014339791	0.019016192
1-338922	0.0032441640	0.0037410399
1-279147	0.00033382722	1.5106272e-06
1-460812	0.0033006261	0.0035313491
1-92866	0.0052013493	0.015761853
1-94784	0.0012975210	0.00050551809
1-44303	0.00046101203	2.1612561e-05
1-339094	0.00047962519	0.00055662900
1-137883	0.00030848040	0.00020801956
1-48116	0.00084439678	0.00057623123
1-256446	0.0045673333	0.010389165
1-95585	0.0010677470	0.0012092981
1-135641	0.00024404192	7.8436676e-05
1-259142	0.051984632	1.4048324
1-109056	0.00056396795	0.00054285725
1-24148	0.0027460732	0.0021879568
1-166919	0.0028391969	0.0024425152
1-248389	0.0021361108	0.0023358998
1-321739	0.0045149682	0.0065020817
1-234618	0.00066850821	0.00035878295
1-229010	0.00013596849	4.2144656e-05
1-211311	0.0012797420	0.0021808129

Tabela C.1: Continuação.

mangaID (1)	\dot{M}_{out} (2)	\dot{E}_{kin} (3)
1-373161	0.00020489095	0.00031890363
1-210646	0.00056959994	5.1637200e-05
1-351790	0.00089036076	0.00039214105
1-163831	0.00076896212	0.0010372904
1-22301	0.00021994128	5.2217196e-05
1-248420	0.00023035690	7.9249541e-05
1-23979	0.0019121141	0.0098300624
1-542318	0.0015958516	0.00096800453
1-95092	0.00088659114	0.00085963417
1-279676	0.0014812839	0.0010588674
1-201561	0.00030112723	0.00036049283
1-198182	0.0010925145	0.00073973569
1-96075	0.0020097136	0.0018920908
1-519742	0.00039837464	0.00021226349
1-491229	0.00022925307	0.00020196850
1-604761	0.00013036064	5.8029860e-05
1-25725	0.00019775515	0.00017438860
1-94604	0.0016184321	0.0032381249
1-37036	0.010890830	0.0015936380
1-167688	0.00040299338	0.00013656542
1-279666	0.00057341845	0.00051868947
1-339163	0.00056493534	0.00044630492
1-258774	0.020291376	0.029444534
1-198153	0.022806786	0.022101298
1-91016	0.00069591616	0.00047658476
1-279073	0.080819046	0.77772651
1-135044	0.0079064934	0.0080624577
1-148068	0.0027855152	0.00085114209
1-277552	0.0019742159	0.00072098096
1-217050	0.0015362078	0.0016414330
1-25554	0.00049118738	0.00024458088
1-135285	0.00085736611	0.00082103741
1-23670	0.00083101164	0.00070511247
1-24660	0.0018786327	0.00055643333
1-37385	0.0020061110	0.0032243483
1-603941	0.0045912669	0.0063067776
1-37633	0.0040228404	0.0074560377
1-604022	0.0074355185	0.013612497
1-603039	0.0022119402	0.0025985990
1-43868	0.0020642271	0.0017227852
1-71987	0.00076764123	0.00032615882
1-121973	0.0056604098	0.00064268047
1-122304	0.0010163656	0.00070332368

Tabela C.1: Continuação.

mangaID (1)	\dot{M}_{out} (2)	\dot{E}_{kin} (3)
1-149561	0.00073614825	0.00035940295
1-153627	0.020698494	0.026628253
1-163966	0.019890829	0.044764911
1-174631	0.0035453538	0.0053146342
1-617323	0.0024327983	0.00061577632
1-176644	0.00052968515	0.00033484377
1-177972	0.00042758920	0.00023830189
1-179679	0.0082311569	0.0082286485
1-196597	6.7596935e-05	1.4540497e-05
1-201392	0.00063072518	0.00034141323
1-209707	0.00095365283	0.0010199660
1-209772	0.00017083682	0.00011630757
1-210020	0.0059413668	0.0037072756
1-210186	0.0087897090	0.0073727153
1-263219	0.00064650119	0.00066729965
1-270129	0.026899256	0.057454030
1-633942	0.014388922	0.011729104
1-272639	0.0018278724	9.0569187e-05
1-277257	0.00064475195	0.00072700942
1-295542	0.00086085467	0.00041936706
1-295721	0.0023792143	0.0022322260
1-298778	0.00094782248	0.00064902674
1-298938	0.00061525605	0.00038467987
1-299013	0.026246850	0.048584059
1-314409	0.0090900984	0.0063333980
1-632610	0.00072066051	0.00025785401
1-323794	0.00030131072	0.00015835712
1-384124	0.0055547185	0.0029747743
1-389509	0.0028486536	0.0013129082
1-405760	0.0028588159	0.0020130664
1-413061	0.0026417863	0.0037653605
1-420924	0.00023814596	4.0252673e-05
1-625513	0.0016742667	0.0013246169
1-458092	0.016720724	0.016643214
1-626658	0.019322880	0.016761300
1-519412	0.0026086003	0.0036961399
1-523167	0.00021907684	0.00011989524
1-547402	0.0054422173	0.0029401007
1-31788	0.010808759	0.011341873
1-55037	0.00016379574	3.1179313e-05
1-77016	0.00013431369	4.0450200e-05
1-78719	0.00041491192	0.00013762594

Tabela C.1: Continuação.

mangaID (1)	\dot{M}_{out} (2)	\dot{E}_{kin} (3)
1-46056	0.023307668	0.019975659
1-46057	0.0021907674	0.0011165094
1-60653	0.00073971948	0.0013342465
1-114252	0.0013789467	0.0013590020
1-150899	8.2854476e-05	3.2443593e-05
1-150947	0.00018229241	9.1301134e-05
1-604912	0.0025071216	0.0027527839
1-145679	0.0019290089	0.0010812000
1-174945	0.0031134200	0.0029310459
1-163789	0.00091433638	0.00056131044
1-635348	0.0014943955	0.00094910931
1-175889	0.0031801165	0.010986758