

# Precisa-se de um título desesperadamente

André Luiz de Amorim

Orientador:

Prof. Dr. Roberto Cid Fernandes Jr.

• • •

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas  
Departamento de Física

Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Física da UFSC em preenchimento parcial dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Física.

Trabalho financiado pela Capes.

Florianópolis (SC) – 2011

*Dedica*

# Agradecimientos

Agradece

## Resumo

Resumo.

## **Abstract**

Abstract.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	A nova era da astrofísicas . . . . .	1
1.2	STARLIGHT + SDSS . . . . .	1
1.3	GALEX . . . . .	1
1.4	Trabalhos Anteriores . . . . .	1
1.5	Este Trabalho . . . . .	1
1.6	Organização deste trabalho . . . . .	2
<b>2</b>	<b>GALEX</b>	<b>3</b>
2.1	Objetivos . . . . .	3
2.2	Histórico do estudo do céu no ultravioleta . . . . .	5
2.3	Resultados obtidos . . . . .	6
2.4	Data releases e banco de dados . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Crossmatch entre SDSS/STARLIGHT e GALEX</b>	<b>10</b>
3.1	Bancos de dados . . . . .	10
3.1.1	CasJobs . . . . .	10
3.2	Banco de dados do STARLIGHT . . . . .	10
3.2.1	Estrutura do banco de dados . . . . .	10

---

3.2.2	Amostra do STARLIGHT . . . . .	10
3.3	Crossmatch SDSS/GALEX . . . . .	13
3.3.1	Indexação HTM . . . . .	13
3.3.2	Análise de completeza . . . . .	13
3.4	Definição das amostras SDSS/STARLIGHT e GALEX . . . . .	13
3.5	Correções na fotometria UV . . . . .	15
3.5.1	K-correct . . . . .	15
3.5.2	Poeira . . . . .	15
4	Problemas astrofísicos	16
5	Conclusões e Perspectivas	17
5.1	Este trabalho . . . . .	17
5.2	Trabalhos Futuros . . . . .	17
A	Anexo 1: Manual de Acesso aos dados do starlight + Galex	18
	Referências Bibliográficas	I

# Lista de Figuras

2.1	Curvas de transmissão dos filtros do <i>GALEX</i> . . . . .	4
2.2	<i>Footprint</i> dos <i>surveys</i> <i>GALEX</i> AIS, MIS e SDSS . . . . .	5
2.3	Diagrama cor-magnitude em ultravioleta. . . . .	7
2.4	Tela do programa <i>GalexView</i> . . . . .	8
3.1	Esquema do banco de dados do STARLIGHT. . . . .	11
3.2	Esquema do banco de dados do <i>SDSS</i> . . . . .	11
3.3	Esquema da tabela de índices da amostra do STARLIGHT. . . . .	12
3.4	<i>Query</i> para atualizar os índices da amostra de galáxias do STARLIGHT. . .	12
3.5	Esquema da tabela de em crossmatch entre objetos do <i>GALEX</i> e do <i>SDSS</i> . .	13
3.6	<i>Query</i> para o <i>match</i> entre os objetos da amostra do STARLIGHT e <i>GALEX</i> AIS. .	14



# Lista de Tabelas

2.1	<i>Surveys</i> realizados pelo <i>GALEX</i> . . . . .	4
2.2	Campos observados em cada <i>General Release</i> do <i>GALEX</i> . . . . .	7

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 A nova era da astrofísicas

### 1.2 starlight + SDSS

### 1.3 GALEX

Resumo do Galex, o que é, como funciona, motivação. Por que UV? Ir pra outros comprimentos de onda. Limitações do UV. Propaganda do GALEX. Necessidade de ir para outros  $\lambda$ , e qual ciência pode ser feita com cada faixa.

### 1.4 Trabalhos Anteriores

Observatórios virtuais. Crossmatch.

### 1.5 Este Trabalho

Crossmatch entre fontes SDSS do STARLIGHT e do Galex. Adicionar alguns problemas astronômicos.

## **1.6 Organização deste trabalho**

# Capítulo 2

## GALEX

### 2.1 Objetivos

O *Galaxy Evolution Explorer* (*GALEX*) é um telescópio espacial de pequeno porte da NASA<sup>1</sup>, lançado em 28 de abril de 2003 para conduzir um *survey* de todo o céu numa faixa espectral do ultravioleta (1350–2750Å). O objetivo principal do *GALEX* é estudar a evolução da taxa de formação estelar em galáxias (Martin et al. 2005). Os dados coletados pela missão são publicados em *Data Releases* periódicos, denominados *General Releases*. Este trabalho foi realizado sobre os dados do sexto *General Release*, GR6.

A missão consiste em uma série de *surveys* fotométricos e espectroscópicos (ver tabela 2.1). Destes, os principais *surveys* são o *All Sky Survey* (AIS) e o *Medium Imaging Survey* (MIS), que foram utilizados neste trabalho. O imageamento é feito em duas bandas espectrais: ultravioleta distante (*far ultraviolet*, FUV), de 1350 a 1750Å, e ultravioleta próximo (*near ultraviolet*, NUV), de 1750 a 2750Å. As curvas de transmissão dos filtros utilizados nessas bandas podem ser visto na figura 2.1. A espectroscopia é feita inserindo-se no caminho ótico um *grism*, que consiste num prisma combinado com uma rede de difração. Obtém-se deste modo um espectro de baixa resolução para cada objeto na imagem, conforme descrito por Morrissey et al. (2007).

Os *surveys* do *GALEX* foram planejados de forma a se valer de outros *surveys* já existentes em outros comprimentos de onda. A figura 2.2 mostra a sobreposição da

---

<sup>1</sup>NASA *Small Explorer* (*SMEX*) - <http://explorers.gsfc.nasa.gov/missions.html>

**Tabela 2.1:** *Surveys* realizados pelo *GALEX*. O CAI consiste em observações de anãs brancas para calibração. No caso do NGS, a magnitude limite é dada em unidades de densidade superficial de magnitude. Informações retiradas de Martin et al. (2005).

<i>Survey</i>	Cobertura (graus quadrados)	Mag. AB limite
<i>Calibration Imaging (CAI)</i>	-	-
<i>All-sky Imaging Survey (AIS)</i>	26000	20.5
<i>Medium Imaging Survey (MIS)</i>	1000	23
<i>Deep Imaging Survey (DIS)</i>	80	25
<i>Nearby Galaxy Survey (NGS)</i>	80	27.5 arcsec <sup>-2</sup>
<i>Wide Field Spectroscopic Survey (WSS)</i>	80	20
<i>Medium-deep Spectroscopic Survey (MSS)</i>	8	21.5–23
<i>Deep Spectroscopic Survey (DSS)</i>	2	23–24



**Figura 2.1:** Curvas de transmissão dos filtros do *GALEX*, medidas em laboratório (Morrissey et al. 2005).

área observada <sup>2</sup> pelos surveys AIS e MIS do *GALEX* e do *Sloan Digital Sky Survey* (*SDSS*). O objetivo primário da missão do *GALEX* é calibrar a taxa de formação estelar no universo local e a determinar o histórico cosmológico de formação estelar

<sup>2</sup>*Footprint*, no linguajar astronômico.



**Figura 2.2:** *Footprint* dos *surveys* *GALEX* AIS, MIS (GR2+3) e SDSS (DR6), conforme Budavári et al. (2009)

entre os redshifts  $0 < z < 2$  (Martin et al. 2005). A comparação com dados de *surveys* em outros comprimentos de onda tem um papel fundamental no cumprimento deste objetivo.

## 2.2 Histórico do estudo do céu no ultravioleta

A camada de ozônio, tão desejável pela proteção que oferece aos seres vivos, cobra a sua taxa na astronomia. Observações na banda ultravioleta precisam ser feitas fora da atmosfera terrestre, portanto não é de se estranhar que o trabalho nesta faixa espectral tenha progredido menos do que na faixa do óptico e do infravermelho.<sup>[citation needed]</sup>

O primeiro trabalho sistemático de observação UV foi feito pelo *Orbiting Astronomical Observatory 2* (Code et al. 1970), obtendo fotometria e espectroscopia de estrelas brilhantes, aglomerados globulares e galáxias próximas. Durante as décadas de 1970 e 1980, este e outros satélites como o TD-1 (Boksenberg et al. 1973), o *Astronomical Netherlands Satellite* (van Duinen et al. 1975) e o *International Ultraviolet Explorer* (Kondo & Wamsteker 1987) – o primeiro satélite a utilizar um detetor de imageamento UV – forneceram os dados fundamentais para os modelos de síntese de população estelar de galáxias. *Surveys* de campo amplo foram feitos por uma camera lunar erguida por

astronautas da *Apollo 16* (Carruthers 1973), a bordo do *Skylab* (Henize et al. 1975) e pelo instrumento *FAUST* a bordo do *Spacelab* (Bowyer et al. 1993). Muitas imagens UV também foram obtidas pelo *Ultraviolet Imaging Telescope* em duas missões em ônibus espacial (Stecher et al. 1997).

?) The balloon-borne FOCA Telescope (Milliard et al. 1992) obtained the first far-UV (FUV) luminosity function for galaxies in the local universe (Treyer et al. 1998) and the first rest-UV anchor point for the star formation history plot.

## 2.3 Resultados obtidos

o *GALEX* fez o primeiro *survey* do céu inteiro em UV.<sup>3</sup>

Wyder et al. (2007) analisa a distribuição de galáxias em função da cor UV e da magnitude absoluta no universo local. Esta distribuição é conhecida como *Diagrama Cor-Magnitude* (CMD, na sigla em inglês para *Color-Magnitude Diagram*). O autor usa *redshifts* e fotometria óptica obtidas do *SDSS* junto com fotometria UV do *survey* MIS do *GALEX*. A amostra do *SDSS* é correlacionada com a do *GALEX* procurando o objeto do *GALEX* mais próximo de cada objeto *SDSS* até um limite de 4" (4 segundos de arco).

O diagrama cor-magnitude elaborado por Wyder et al. (2007) mostra a separação das galáxias nas sequências azul e vermelha (figura 2.3). Esta distribuição bimodal é um resultado bem conhecido na astronomia.<sup>[citation needed]</sup> Porém, diferente do diagrama cor-magnitude para a faixa espectral do óptico, a distribuição de cores em UV não pode ser ajustada somente pela soma de duas gaussianas, há um excesso de objetos nas cores intermediárias entre os picos azul e vermelho. O autor atribui a boa separação entre as sequências a uma maior sensibilidade à formação estelar recente.

Martin et al. (2007) investigou as propriedades das galáxias entre as sequências vermelha e azul para a mesma amostra citada acima. As galáxias nesta região intermediária são preferencialmente galáxias com núcleo ativo (*Active Galactic Nucleus*, AGN). Os autores estimam o fluxo de massa de galáxias indo da sequência azul para a vermelha.

Ainda para a mesma amostra, Schiminovich et al. (2007) investigou a correlação entre a morfologia das galáxias e a sua posição no CMD. A função de luminosidade UV do

---

<sup>3</sup>Lista de publicações do *GALEX*: <http://www.galex.caltech.edu/researcher/publications.html>



**Figura 2.3:** Diagrama cor-magnitude em ultravioleta. Figura 7 de Wyder et al. (2007).

universo local é medida – pela primeira vez, segundo os autores – com relação aos parâmetros estruturais e à inclinação das galáxias.

## 2.4 Data releases e banco de dados

Os dados obtidos pelo *GALEX* são armazenados no *Multi-Mission archive at the Space Telescope Science Institute* (MAST). O acesso a estes dados é público, a liberação é feita anualmente em *General Releases* (GR). Os dados consistem basicamente em imagens e catálogos, divididos em campos (*tiles*) com área de aproximadamente 1,2 graus quadrados. Devido ao modo como o *GALEX* faz as observações, um determinado objeto pode estar presente em mais de um campo. A tabela 2.2 mostra o número cumulativo de campos observados por *survey* em cada GR<sup>4</sup>. Observações de pesquisadores convidados (*Guest Investigators*, GI) foram selecionadas de forma a complementar os *surveys*.

Para facilitar o acesso aos dados do *GALEX*, o MAST desenvolveu uma ferramenta chamada *GalexView*, utilizando tecnologia *Adobe Flex*<sup>5</sup>. Desta forma o *GalexView* pode

<sup>4</sup>Informações retiradas do website do GR6: <http://galex.stsci.edu/GR6/>

<sup>5</sup>*Adobe Flex* é um *framework* de código aberto que permite desenvolver aplicações para *web browsers*. Ver <http://www.adobe.com/products/flex.html>.



**Tabela 2.2:** Campos observados em cada *General Release* do *GALEX*.

<i>Release</i>	AIS	DIS	MIS	NGS	GI	CAI	Espectros	Total
GR1	3074	14	112	52	-	-	7	3259
GR2/GR3	15721	165	1017	296	288	20	41	17548
GR4/GR5	28269	292	2161	458	788	38	174	32180
GR6	28889	338	3479	480	1314	51	-	34551

ser acessado através de seu *website*<sup>6</sup> em qualquer *web browser* que tenha suporte ao *Adobe Flash Player*<sup>7</sup>.

Através do *GalexView* é possível fazer buscas, visualizar e obter imagens e catálogos dos campos do *GALEX*. As buscas podem ser feitas de forma bastante versátil, tanto pelo nome do objeto quanto pelas coordenadas do céu. O formato de entrada é flexível o suficiente para evitar os problemas causados por idiosincrasias na notação de coordenadas (por exemplo, tanto “14h03m12.6s +54d20m56.7s” quanto “14 03 12.6 54 20 56.7” ou “210.83 54.35” apontam para a mesma região). A sua interface (figura 2.4) permite filtrar o conteúdo retornado pelas buscas, separando por *surveys*. Há também uma ferramenta de histograma, permitindo filtrar pelos valores das colunas dos catálogos. Os objetos selecionados na busca aparecem marcados na visualização da imagem. Utilizando um sistema do tipo “carrinho de compras”, pode-se selecionar campos e objetos de interesse, para ao final do uso do sistema baixar toda a seleção de uma vez.

Tanto o *GalexView* quanto outras ferramentas de busca do MAST, como o *GALEX Search Form* e o *GALEX Tilelist*, são construídos sobre um *banco de dados relacional* acessado através da linguagem *SQL* (Chamberlin & Boyce 1974). Muito comum na indústria, bancos de dados relacionais dispõem em geral de uma vasta gama de ferramentas para gerenciamento dos dados. Uma de suas grandes vantagens é o uso de índices<sup>8</sup> para agilizar o acesso a dados. Embora a tecnologia exista desde a década de 1970 (Codd 1970), até uma década atrás suas vantagens eram praticamente negligenciadas na astronomia.

<sup>6</sup>GalexView: <http://galex.stsci.edu/GalexView/>

<sup>7</sup>*Adobe Flash Player* é uma extensão multiplataforma para *web browsers* que provê capacidade de visualização de conteúdo *flash* gerado tanto pelos seus editores proprietários quanto por ferramentas de terceiros. Ver <http://www.adobe.com/products/flashplayer/>.

<sup>8</sup>Um índice numa tabela de banco de dados é uma estrutura que copia partes da tabela numa determinada ordem, de forma a aumentar a velocidade de acesso aos dados ao custo de espaço de armazenamento.



**Figura 2.4:** Tela do programa *GalexView*.

Tradicionalmente astrônomos armazenam seus dados em arquivos texto ou binários contendo um registro por linha, de um forma tecnicamente conhecida como *flat file*. Buscas neste tipo de banco de dados são feitas examinando individualmente cada registro do arquivo. Com o volume de dados obtido pelo *GALEX* (aproximadamente 222 milhões de objetos, 34 mil campos)<sup>[citation needed]</sup>, o uso de arquivos simples para armazenamento de dados se torna inviável.<sup>[citation needed]</sup> É preciso “profissionalizar” o gerenciamento de dados de um *survey* desta escala.

Bancos de dados relacionais e ferramentas para gerenciamento e acesso a dados serão tratados com mais detalhes no capítulo 3.

## Capítulo 3

# Crossmatch entre SDSS/STARLIGHT e GALEX

### 3.1 Bancos de dados

#### 3.1.1 CasJobs

### 3.2 Banco de dados do STARLIGHT

Starlight gera dados em arquivos texto. São gigabytes de dados. Tratável para uso pessoal, mas não é muito viável a distribuição.

Importação para o sql server.

#### 3.2.1 Estrutura do banco de dados

#### 3.2.2 Amostra do STARLIGHT

A amostra de galáxias do STARLIGHT contém 926246 espectros do *SDSS*. A identificação de cada espectro é feita através de um triploto: a data juliana média da observação (**MJD**, *Mean Julian Date*), a identificação da placa de suporte das fibras ópticas (**Plate**) e a identificação da fibra utilizada para a obtenção do espectro (**FiberID**). Este triploto (**MJD**, **Plate**, **FiberID**) identifica unicamente um espectro. Porém, é mais conveniente (e



Figura 3.1: Esquema do banco de dados do STARLIGHT.



Figura 3.2: Esquema do banco de dados do *SDSS*.

eficiente) ter um identificador único<sup>1</sup> para os registros num banco de dados. No caso do *SDSS*, a tabela de espectros (**SpecObjAll**) tem um identificador chamado **SpecObjID**.

Além de espectros, o banco de dados do *SDSS* (figura 3.2) contém fotometria de 1/4 do céu.<sup>[citation needed]</sup> Os objetos com dados de fotometria também tem um identificador

---

<sup>1</sup>Chave primária [FIXME]



**Figura 3.3:** Esquema da tabela de índices da amostra do STARLIGHT. Os tipos de dados são referentes à implementação do banco de dados.

```
UPDATE sample
    SET SpecObjID=so.SpecObjID, ObjID=so.BestObjID
FROM sample s2 INNER JOIN DR7..SpecObjAll so
    ON so.MJD=s2.MJD
    AND so.Plate=s2.Plate
    AND so.FiberID=s2.FiberID
```

**Figura 3.4:** Atualização dos índices da amostra de galáxias do STARLIGHT. A *query* foi executada no *CasJobs* do *SDSS* DR7 para obter **SpecObjID** e **BestObjID** dado o tripeto [**MJD**, **Plate**, **FiberID**].

único, **ObjID**. Existe uma coluna na tabela de espectros chamada **BestObjID**, que aponta para o registro de fotometria (tabela **PhotoObjAll**) mais provável para cada espectro. É importante salientar que nem todo espectro tem um **BestObjID** definido.

A tabela de índices da amostra de galáxias do STARLIGHT (esquema na figura 3.3) contém inicialmente os tripletos [**MJD**, **Plate**, **FiberID**]. Dentro do ambiente *CasJobs* do *SDSS* DR7<sup>2</sup> a tabela tem os valores de **SpecObjID** e **BestObjID** preenchida através da execução da *query* mostrada na figura 3.4. Entre os objetos na amostra do STARLIGHT, 622 objetos não tem a sua contraparte fotométrica.

<sup>2</sup>*CasJobs* *SDSS* DR7 - <http://casjobs.sdss.org/CasJobs/>

### 3.3 Crossmatch SDSS/GALEX

Budavári et al. (2009).

#### 3.3.1 Indexação HTM

#### 3.3.2 Análise de completeza

### 3.4 Definição das amostras SDSS/STARLIGHT e GALEX



**Figura 3.5:** Esquema da tabela de *crossmatch* entre objetos do *GALEX* e do *SDSS*.

```
SELECT INTO mydb..galex_ais
    s.objid AS sdssobjid, x.objid AS galexobjid,
    s.mjd, s.plate, s.fiberid,
    g.nuv_mag, nuv_magErr,
    g.fuv_mag, g.fuv_magErr,
    g.e_bv,
    g.band,
    x.distance,
    pe.nexptime,
    pe.fexptime
FROM mydb..sample s
LEFT JOIN xSDSSDR7 x
    ON s.objid = x.sdssobjid
    AND x.distanceRank=1
    AND x.reverseDistanceRank=1
    AND x.multipleMatchCount=1
    AND x.reverseMultipleMatchCount=1
LEFT JOIN photoobjall g
    ON g.objid = x.objid
LEFT JOIN photoextract e
    ON e.photoextractid=g.photoextractid
WHERE e.mpstype='AIS'
```

**Figura 3.6:** *Query* para o *match* entre os objetos da amostra do STARLIGHT e GALEX AIS. A mesma *query* foi usada para o MIS, trocando apenas o nome da tabela para `galex_mis` e modificando a última linha para `e.mpstype='MIS'`.

## **3.5 Correções na fotometria UV**

### **3.5.1 K-correct**

### **3.5.2 Poeira**



# Capítulo 4

## Problemas astrofísicos

Gaivota com cores UV.

Onde caem as diferentes classes (star forming, etc, ver ultimo paper do Cid) num diagrama parecido com o de ?)Chilingarian2011).

## **Capítulo 5**

### **Conclusões e Perspectivas**

#### **5.1 Este trabalho**

#### **5.2 Trabalhos Futuros**

## **Apêndice A**

### **Anexo 1: Manual de Acesso aos dados do starlight + Galex**

# Referências Bibliográficas

- Boksenberg, A., Evans, R. G., Fowler, R. G., Gardner, I. S. K., Houziaux, L., Humphries, C. M., Jamar, C., Macau, D. et al. 1973, MNRAS, 163, 291
- Bowyer, S., Sasseen, T. P., Lampton, M., & Wu, X. 1993, ApJ, 415, 875
- Budavári, T., Heinis, S., Szalay, A. S., Nieto-Santisteban, M., Gupchup, J., Shiao, B., Smith, M., Chang, R. et al. 2009, ApJ, 694, 1281
- Carruthers, G. R. 1973, Appl. Opt., 12, 2501
- Chamberlin, D. D. & Boyce, R. F. 1974, in Proceedings of the 1974 ACM SIGFIDET (now SIGMOD) workshop on Data description, access and control, SIGFIDET '74 (New York, NY, USA: ACM), 249–264
- Codd, E. F. 1970, Commun. ACM, 13, 377
- Code, A. D., Houck, T. E., McNall, J. F., Bless, R. C., & Lillie, C. F. 1970, ApJ, 161, 377
- Henize, K. G., Wray, J. D., Parsons, S. B., Benedict, G. F., Bruhweiler, F. C., Rybski, P. M., & Ocallaghan, F. G. 1975, ApJ, 199, L119
- Kondo, Y. & Wamsteker, W. 1987, Exploring the universe with the IUE satellite, Astrophysics and space science library (D. Reidel)
- Martin, D. C., Fanson, J., Schiminovich, D., Morrissey, P., Friedman, P. G., Barlow, T. A., Conrow, T., Grange, R. et al. 2005, ApJ, 619, L1
- Martin, D. C., Wyder, T. K., Schiminovich, D., Barlow, T. A., Forster, K., Friedman, P. G., Morrissey, P., Neff, S. G. et al. 2007, ApJS, 173, 342
- Morrissey, P., Conrow, T., Barlow, T. A., Small, T., Seibert, M., Wyder, T. K., Budavári, T., Arnouts, S. et al. 2007, ApJS, 173, 682
- Morrissey, P., Schiminovich, D., Barlow, T. A., Martin, D. C., Blakkolb, B., Conrow, T., Cooke, B., Erickson, K. et al. 2005, ApJ, 619, L7
- Schiminovich, D., Wyder, T. K., Martin, D. C., Johnson, B. D., Salim, S., Seibert, M., Treyer, M. A., Budavári, T. et al. 2007, ApJS, 173, 315

- Stecher, T. P., Cornett, R. H., Greason, M. R., Landsman, W. B., Hill, J. K., Hill, R. S., Bohlin, R. C., Chen, P. C. et al. 1997, *PASP*, 109, 584
- van Duinen, R. J., Aalders, J. W. G., Wesselius, P. R., Wildeman, K. J., Wu, C. C., Luinge, W., & Snel, D. 1975, *A&A*, 39, 159
- Wyder, T. K., Martin, D. C., Schiminovich, D., Seibert, M., Budavári, T., Treyer, M. A., Barlow, T. A., Forster, K. et al. 2007, *ApJS*, 173, 293