



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

## **DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES E SERVIÇOS PARA OBSERVÁTORIOS VIRTUAIS**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**(PIBIC/CNPq/INPE)**

**Regis Lima Claus (UNIFESP, Bolsista PIBIC/CNPq)**

**E-mail: [regis.claus@unifesp.br](mailto:regis.claus@unifesp.br)**

**Dr. Rafael Duarte Coelho dos Santos (LAC/CTE/INPE, Orientador)**

**E-mail: [rafael.santos@lac.inpe.br](mailto:rafael.santos@lac.inpe.br)**

**Julho de 2009**

## SUMÁRIO

Resumo .....	1
1 Introdução .....	2
2 Ferramentas .....	4
3 Resultados .....	5
4 Conclusão .....	11
5 Referências .....	12

## RESUMO

Este relatório apresenta o estado do desenvolvimento de um protótipo para o SoarVO (*Southern Astrophysical Research Telescope Virtual Observatory*), objetivo desta bolsa. O SoarVO é um protótipo de base de dados e serviços web que funcionará como um nó do Observatório Virtual, fornecendo dados previamente coletados pelos instrumentos do SOAR (*Southern Astrophysical Research Telescope*). Este protótipo disponibilizará os dados com diversas interfaces de busca (que podem atender usuários diretamente assim como servir outros sistemas automáticos em outros observatórios virtuais).

## 1 INTRODUÇÃO

Um observatório virtual (VO) é uma coleção de ferramentas de software e arquivos interoperando e usando a Internet para criar um ambiente de pesquisa científica no qual programas de pesquisa astronômica possam ser conduzidos. Da mesma forma que um observatório real consiste de telescópios, cada um com uma coleção única de instrumentos astronômicos, o VO é uma coleção de centros ou nós, cada um com uma coleção única de dados, software e capacidades de processamento.

Assim como na Web, as interfaces para os dados e serviços devem ser úteis para usuários finais (através de interfaces em HTML), mas também acessíveis diretamente por computadores (usando-se, por exemplo, XML), para que seja possível automatizar algumas tarefas. Desta forma, o mesmo serviço de recuperação de informação do sistema poderá retornar as informações em diferentes formatos, como HTML para visualização, CSV (*comma-separated value*) para uso em planilhas eletrônicas e VOTable (formato baseado em XML para uso em aplicações astronômicas e em outras funções de observatórios virtuais).

Algumas das funções típicas de um nó do observatório virtual são:

- *SIAP (Simple Image Access Protocol)*: função que permite a busca parametrizada de imagens em uma base de dados.
- *Cone Search*: função que permite a recuperação de listas ou catálogos de objetos em função de suas coordenadas celestes.
- *SSAP (Simple Spectrum Access Protocol)*: função que permite a busca parametrizada de espectros de objetos celestes.

Este projeto visa criar um protótipo funcional para o SoarVO, que disponibilizará os dados dos instrumentos do telescópio SOAR. Este telescópio, localizado no Chile, é usado em conjunto por pesquisadores dos Estados Unidos, Chile e Brasil. O uso deste telescópio por cientistas brasileiros é coordenado pelo Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), detentor dos dados usados neste projeto.

Algumas características deste projeto são:

- Uso de protocolos do Observatório Virtual (VO), entre eles os que definem a interoperabilidade entre outros clientes e servidores (os já mencionados *SIAP* , *SSAP* e *Cone Search*).
- Possibilidade de exportação dos resultados como *VOTables* para interoperabilidade com outros clientes e servidores. Os resultados de busca também serão fornecidos em HTML e CSV.
- Modelo de banco de dados simplificado: como ainda não existem definições sobre volume total de dados, nem sobre arquiteturas para suportar este volume; e considerando a possibilidade da criação de espelhos para o observatório virtual, foi adotado e modelado um banco de dados que pode ser recriado com os dados existentes no servidor sem restrições ao volume de dados. Com esta abordagem será possível ter espelhos com subconjuntos de dados em qualquer volume; além de ser mais simples a replicação dos bancos em si.

## 2 FERRAMENTAS

O protótipo usa de tecnologias abertas como Java, PostgreSQL e Tomcat, para redução do custo de implementação e conseqüentemente para possibilitar a replicação em outros ambientes computacionais.

Java é uma linguagem de programação que se baseia no paradigma de orientação a objeto. Desenvolvida pela Sun Microsystems, sua grande popularidade é devida a ser uma linguagem independente de plataforma, devido a uma máquina virtual que interpreta o código Java em linguagem de máquina.

Para criação de páginas web, a linguagem Java utiliza-se da tecnologia *Java Server Pages* (JSP) e *servlets*, que consistem em códigos HTML misturados com trechos de código Java para execução em servidores de qualquer plataforma.

No SoarVO, utilizamos Java com suas bibliotecas gráficas e acesso a banco de dados via JDBC (*Java Database Connectivity*).

O PostgreSQL é um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) que possui recursos como consultas, inserção, alteração, exclusão, relação entre tabelas e uma forte segurança dos dados.

O Apache Tomcat é um servidor web Java, e distribuído como software livre e utilizado no SoarVO para executar as páginas JSP e suas servlets.

Subversion é uma ferramenta que gerencia versões de código, mantendo o código nas estações de desenvolvimento padronizados e atualizados. No desenvolvimento do SoarVO o Subversion é utilizado em duas estações de trabalho e mais no servidor executando o protótipo.

### 3 RESULTADOS

Não existem metadados coletados de forma organizada nas bases de dados (na sua maioria, compostas de imagens) usadas até agora no desenvolvimento. Todos os metadados que podem ser usados para recuperação de informação sobre as observações astronômicas (por exemplo, nome de quem solicitou a observação, data e hora, coordenadas astronômicas, etc) devem ser recuperados diretamente dos arquivos FITS que são, no momento, a única fonte de dados para alimentação da base. Isto é feito com alguns scripts em Perl (*Practical Extraction and Report Language*) em conjunto com ferramentas que são capazes de recuperar metadados de arquivos FITS.

Algumas das tabelas já modeladas no banco de dados são:

- **dates:** contém as datas nas quais houve observação.
- **files:** contém identificadores únicos para cada arquivo de ciência (correspondente a uma observação) na base de dados. Esta tabela contém também o nome do projeto associado à observação, as coordenadas da observação e o nome do arquivo para recuperação pelos subsistemas de busca.
- **fitscards:** contém todas as entradas (pares de atributos) em todos os arquivos FITS usados na base. Nem todos os pares de atributos são necessários, mas é mais simples armazená-los do que filtrá-los posteriormente.

Algumas das interfaces de busca já prontas são mostradas a seguir. A mais desenvolvida até o momento é a interface para o *Cone Search*, que a partir de uma coordenada no espaço e um raio de proximidade, fornece uma seleção de dados correspondente a objetos encontrados no raio em torno da coordenadas. A figura 3.1 mostra a interface principal de busca do *Cone Search*.



Figura 3.1: Página de Entrada de Dados para interface Cone Search.

Os resultados da consulta podem ser exibidos em vários formatos, entre eles VOTable, CSV, HTML e um mapa visual. A figura 3.2 mostra os resultados de um *cone search* com saída no formato HTML, adequado para visualização dos resultados por usuários.

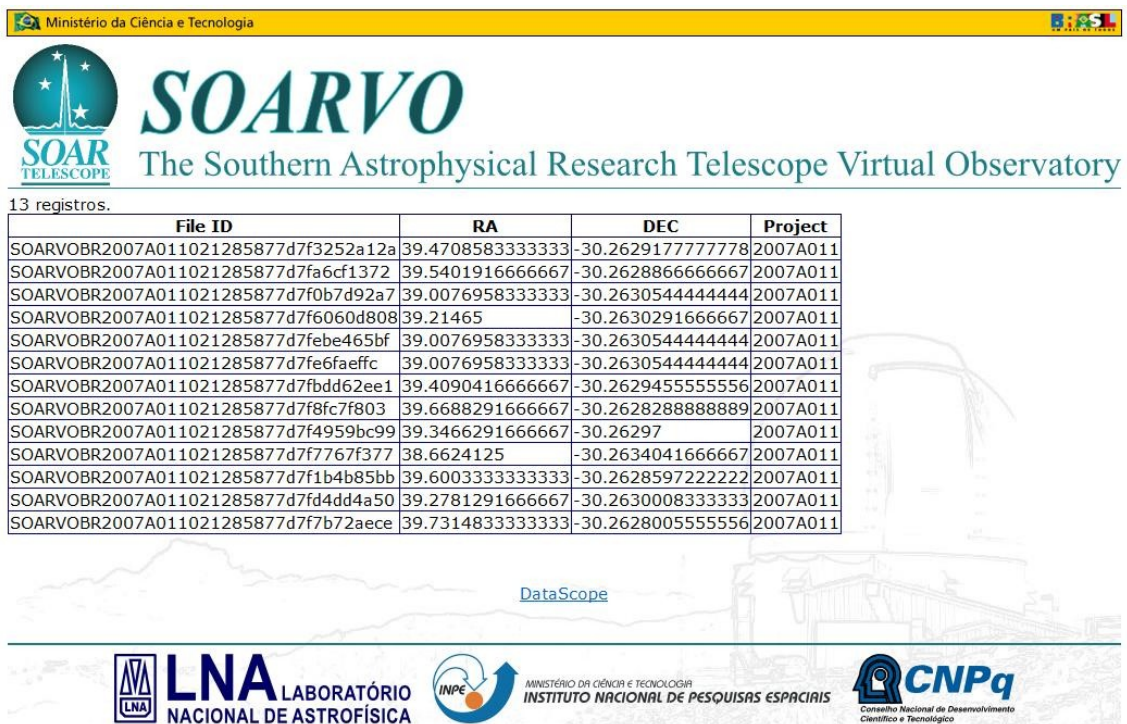


Figura 3.2: Página de Resultados da interface Cone Search em formato HTML.



A figura 3.3 mostra os resultados como uma plotagem dos objetos encontrados em relação às coordenadas usadas para procura. Esta saída simples permite a visualização dos objetos existentes na base de dados em volta de uma determinada coordenada.

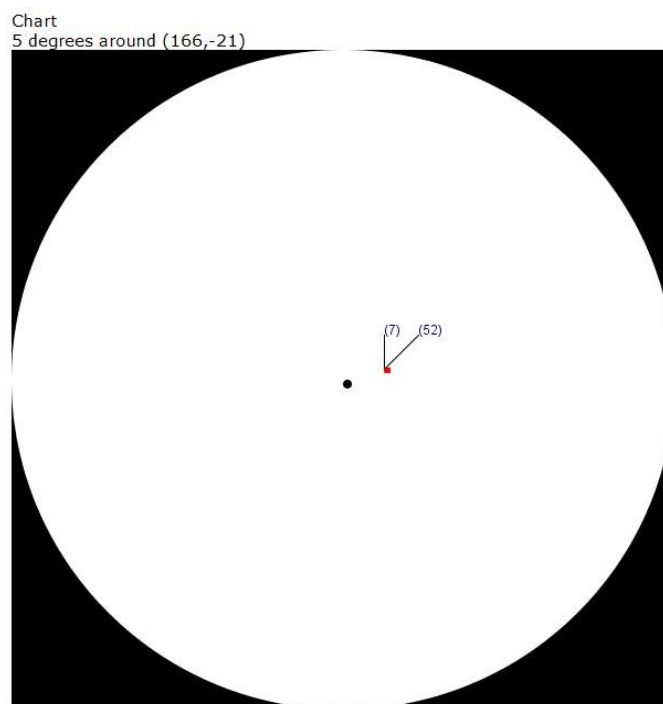


Figura 3.3: Resultado da interface *Cone Search* em plotagem.

Estas duas formas de exibir dados foram criadas para visualização direta por usuários. O SoarVO foi criado para permitir também a interoperabilidade com outras ferramentas de observatórios virtuais. Esta capacidade é demonstrada através do uso do aplicativo TopCat, desenvolvido pela Universidade de Bristol no Reino Unido; e que é capaz de importar dados no formato VOTable para visualização de forma bem mais complexa. A figura 3.4 mostra a interface principal do TopCat, já carregando os dados provenientes do SoarVO.

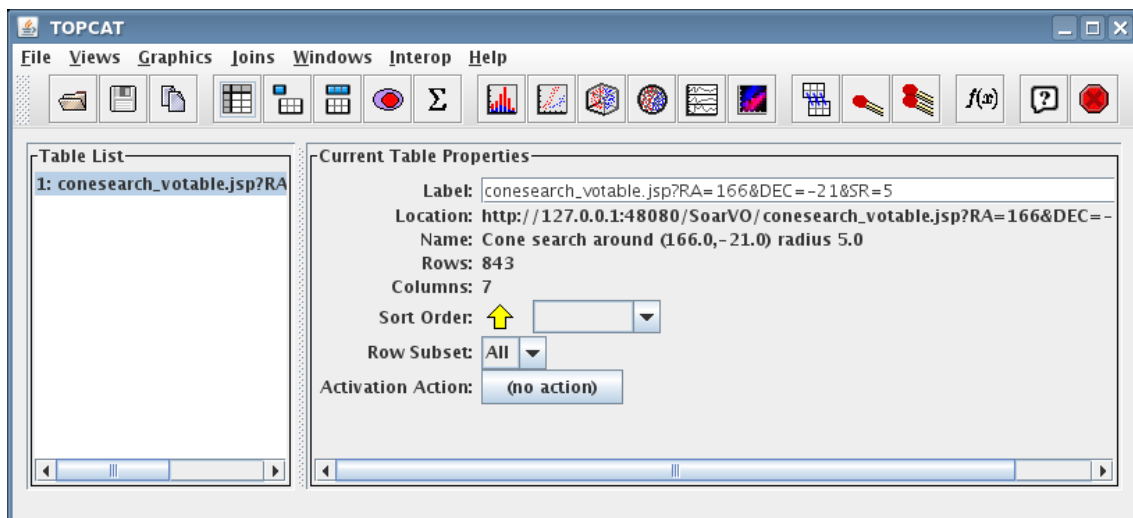


Figura 3.4: Resultado da importação dos dados do SoarVO no TopCat via VOTable.

A figura 3.4 mostra o TopCat exibindo uma tabela de dados de objetos obtidos a partir do SoarVO (via *Cone Search*). A figura 3.5 mostra os mesmos dados exibidos como plotagem em coordenadas esféricas.

TOPCAT(1): Table Browser

File Subsets Help

Table Browser for 1: conesearch\_votable.jsp?RA=166&DEC=-21&SR=5

	file_id	cdate	ora	odec	projid
1	SOARVOBR2007A011021285877d7fa2c4581b	2007-02-12	93.56962	-17.5549	2007A011
2	SOARVOBR2007A011021285877d7f6e7ae9a1	2007-02-12	186.99081	-36.70964	2007A011
3	SOARVOBR2007A011021285877d7f97dd6eb1	2007-02-12	41.44305	-30.26202	2007A011
4	SOARVOBR2007A011021285877d7f85820510	2007-02-12	186.98998	-36.70675	2007A011
5	SOARVOBR2007A011021285877d7f7bf7013c	2007-02-12	149.86908	-22.82784	2007A011
6	SOARVOBR2007A011021285877d7f9bce59ec	2007-02-12	149.87432	-22.82904	2007A011
7	SOARVOBR2007A011021285877d7f23cdb56a	2007-02-12	149.87211	-22.82721	2007A011
8	SOARVOBR2007A011021285877d7f4263be6a	2007-02-12	149.87672	-22.82878	2007A011
9	SOARVOBR2007A011021285877d7fc1c71a1c	2007-02-12	166.63917	-21.16814	2007A011
10	SOARVOBR2007A011021285877d7f1740ca64	2007-02-12	86.0432	-20.7354	2007A011
11	SOARVOBR2007A011021285877d7fe453417f	2007-02-12	51.60105	-15.36693	2007A011
12	SOARVOBR2007A011021285877d7fdcf2c0fe	2007-02-12	40.90426	-30.26226	2007A011
13	SOARVOBR2007A011021285877d7f6fd6cf37	2007-02-12	51.60106	-15.36688	2007A011
14	SOARVOBR2007A011021285877d7fe918c369	2007-02-12	166.6381	-21.16709	2007A011
15	SOARVOBR2007A011021285877d7ffd4e6c1c	2007-02-12	166.63498	-21.16878	2007A011
16	SOARVOBR2007A011021285877d7f104acc35	2007-02-12	149.87984	-22.82712	2007A011
17	SOARVOBR2007A011021285877d7f509a9c98	2007-02-12	149.87465	-22.82594	2007A011
18	SOARVOBR2007A011021285877d7f431e84fd	2007-02-12	186.98818	-36.70184	2007A011
19	SOARVOBR2007A011021285877d7fd0d28ef9	2007-02-12	93.21141	-17.55504	2007A011
20	SOARVOBR2007A011021285877d7f036fd39d	2007-02-12	68.49742	-8.58168	2007A011
21	SOARVOBR2007A011021285877d7faa05381a	2007-02-12	149.87196	-22.82632	2007A011
22	SOARVOBR2007A011021285877d7f3252a12a	2007-02-12	39.47086	-30.26292	2007A011
23	SOARVOBR2007A011021285877d7f4f5e5784	2007-02-12	174.75981	-37.73776	2007A011
24	SOARVOBR2007A011021285877d7f1455878c	2007-02-12	166.63792	-21.16689	2007A011
25	SOARVOBR2007A011021285877d7f3e590313	2007-02-12	149.88023	-22.82663	2007A011
26	SOARVOBR2007A011021285877d7fc10c5389	2007-02-12	149.87134	-22.82631	2007A011
27	SOARVOBR2007A011021285877d7ff74fa197	2007-02-12	68.50374	-8.58285	2007A011
28	SOARVOBR2007A011021285877d7fbdbc5ec5	2007-02-12	166.63813	-21.1672	2007A011
29	SOARVOBR2007A011021285877d7fa6cf1372	2007-02-12	39.54019	-30.26289	2007A011
30	SOARVOBR2007A011021285877d7fec68b82d	2007-02-12	68.49717	-8.58194	2007A011
31	SOARVOBR2007A011021285877d7f2e2e15b7	2007-02-12	149.87621	-22.82992	2007A011
32	SOARVOBR2007A011021285877d7f73e18a8e	2007-02-12	68.50047	-8.58247	2007A011
33	SOARVOBR2007A011021285877d7fb79af745	2007-02-12	186.99022	-36.70722	2007A011
34	SOARVOBR2007A011021285877d7fa7ee8bf1	2007-02-12	166.64046	-21.16908	2007A011
35	SOARVOBR2007A011021285877d7f2b5ca2fb	2007-02-12	166.63802	-21.1669	2007A011
36	SOARVOBR2007A011021285877d7f66d4ee6f	2007-02-12	51.60307	-15.36638	2007A011

Figura 3.4: Exibição do conteúdo de um Cone Search do SoarVO mostrado como tabela pelo TopCat.

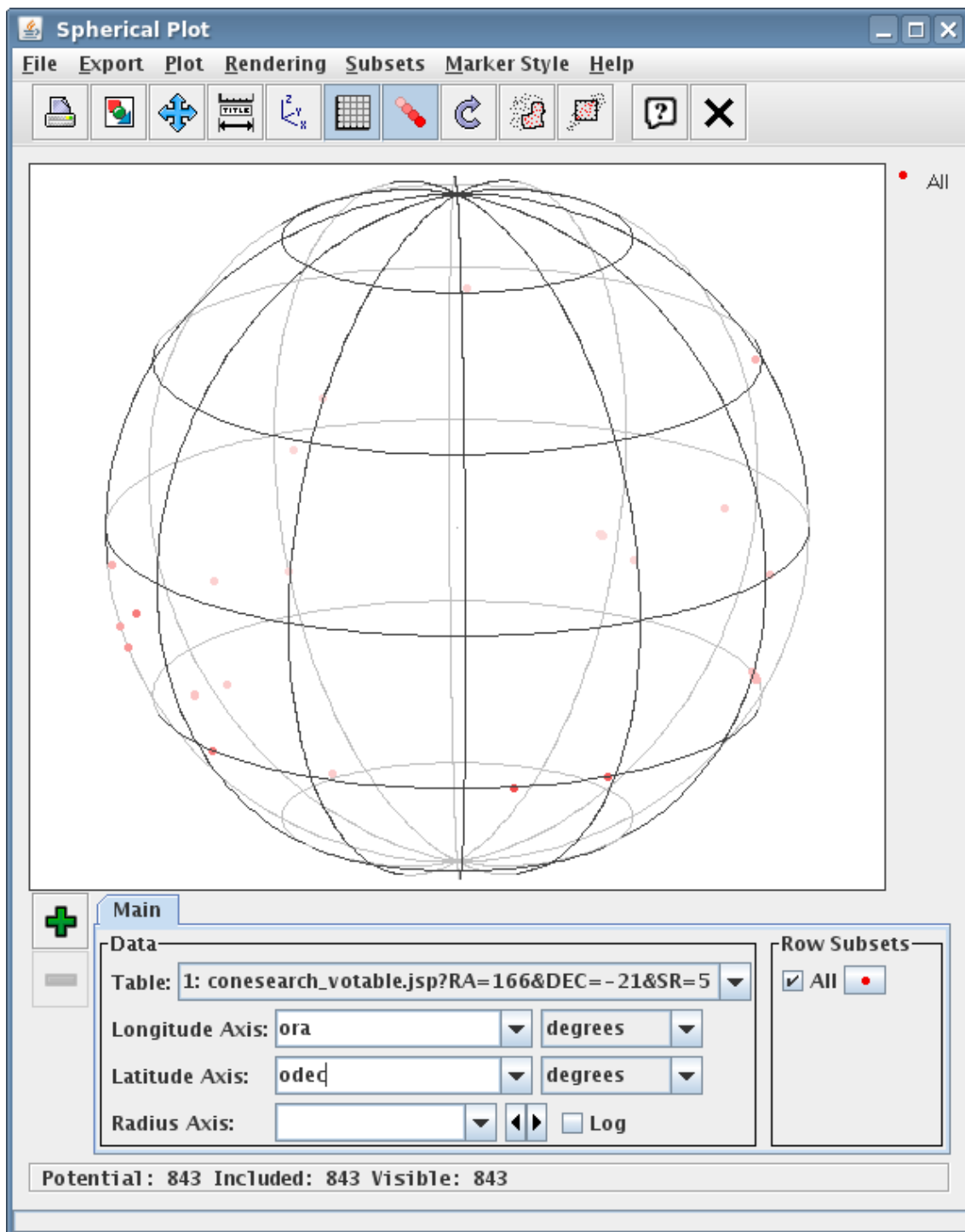


Figura 3.5: Exibição do conteúdo de um *Cone Search* do SoarVO mostrado como plotagem em coordenadas esféricas.

#### **4 CONCLUSÃO**

O sistema é considerado como um protótipo pois não foram disponibilizadas ainda todas as bases de dados (imagens, espectros, etc) nem todos os metadados (observações, cadastro de usuários). O desenvolvimento tem como objetivo, até o presente momento, mostrar a viabilidade da ferramenta com um conjunto reduzido de dados.

## 5 REFERÊNCIAS

**Graham, M. J., Fitzpatrick, M. J., McGlynn, T. A.,** *The National Virtual Observatory: Tools and Techniques for Astronomical Research* ASP Conf. Ser., Vol. 382.

**Quinn, P. J., Górski, K. M.,** *Toward an International Virtual Observatory (Proceedings of the ESO/ESA/NASA/NSF Conference)*, Springer, 2003.

**Hunt, G., Payne, H. E.,** *Astronomical Data Analysis Software and Systems VI*, ASP Conf. Ser., Vol. 125.

**Albrecht, R., Hook, R. N., Bushouse, H. A.,** *Astronomical Data Analysis Software and Systems VII*, ASP Conf. Ser., Vol. 145.

### Conteúdo Web:

- <http://www.us-vo.org>
- <http://www.euro-vo.org/>
- <http://www.star.bris.ac.uk/~mbt/topcat/>