

Manual da SPARC4 Pipeline

Autor: Eder Martioli

Versão 1.0 de 12/06/2023

1. Introdução

Este documento apresenta um guia rápido para utilização do pipeline da [SPARC4](#).

O que é o pipeline da SPARC4?

É um conjunto de rotinas em Python que utilizam o pacote [AstroPoP](#) para reduzir os dados de observações fotométricas e polarimétricas obtidas com o instrumento [SPARC4](#) instalado no [Observatório do Pico dos Dias \(OPD/LNA\)](#). O pipeline possui um módulo principal chamado `sparc4_mini_pipeline.py` para rodar o pipeline a partir de um terminal por linha de comando e permitir a redução dos dados dos quatro canais da SPARC4 de forma automática. O pipeline possui ainda um arquivo chamado `sparc4_params.yaml` com os parâmetros de execução do pipeline, onde o usuário pode configurar esses parâmetros de acordo com a sua necessidade.

O pipeline utiliza as rotinas salvas em 5 bibliotecas principais:

1. `sparc4_pipeline_lib.py`: rotinas e funções de execução do pipeline
2. `sparc4_db.py`: rotinas para criação de um banco de dados simples para gerenciamento dos dados de entrada
3. `sparc4_utils.py`: rotinas de utilidades para redução
4. `sparc4_products.py`: rotinas de I/O contendo a definição dos produtos de redução da SPARC4.
5. `sparc4_product_plots.py` : rotinas para obter gráficos de diagnóstico dos produtos de redução.

As rotinas contidas nas bibliotecas acima podem ser executadas passo-a-passo de forma independente em uma sessão Python ou em um jupyter notebook, bastando importar as bibliotecas do pipeline. O pacote do pipeline oferece um diretório "**notebook**" contendo notebooks de redução para testar a instalação do pipeline e demonstrar o seu funcionamento.

2. Instalação

O pacote sparc4-pipeline é desenvolvido em Python e testado somente em Linux e MacOSX.

As dependências do sparc4-pipeline são garantidas com a instalação dos seguintes pacotes :

- [Anaconda3](#)
- [AstroPoP](#)
- [regions](#), [uncertainties](#)
- [astrometry.net](#) (opcional). Para funcionamento correto do pacote de astrometria é necessário também baixar os índices astrométricos disponíveis em <http://data.astrometry.net> (para a SPARC4 pode-se utilizar apenas os arquivos de `index-5200` a `index-5205`)

Baixe o pacote do pipeline da SPARC4 na página do github <https://github.com/edermartioli/sparc4-pipeline>. Pode-se usar o comando abaixo para baixar usando o git:

```
git clone https://github.com/edermartioli/sparc4-pipeline.git
```

Baixe o pacote [minidata](#) contendo dados da SPARC4 para testar o pipeline.

3. Preparação dos dados

3.1. Estrutura de diretórios

Os dados da SPARC4 são imagens em formato FITS e eles devem estar organizados em uma estrutura de diretórios padrão para que o pipeline reconheça os quatro canais da SPARC4 e realize a redução automática. A estrutura dos diretórios contendo os dados dos 4 canais é a seguinte:

```
$ROOTDATADIR/sparc4acs1/$NIGHTDIR/  
$ROOTDATADIR/sparc4acs2/$NIGHTDIR/  
$ROOTDATADIR/sparc4acs3/$NIGHTDIR/  
$ROOTDATADIR/sparc4acs4/$NIGHTDIR/
```

Onde a variável `$ROOTDATADIR` define o caminho para o diretório raiz onde os dados estão salvos. Essa variável pode ser configurada no arquivo de configuração **sparc4_params.yaml** ou na linha de comando com a opção `--datadir=$ROOTDATADIR`. A variável `$NIGHTDIR` define o nome do diretório de cada noite de observação. Essa variável é somente configurada na linha de comando com a opção `--nightdir=$NIGHTDIR`.

Os dados reduzidos pelo pipeline são salvos em uma mesma estrutura de diretórios, porém, com diretório raiz fornecido pela variável `$ROOTREDUCEDIR` que pode ser configurada no arquivo de configuração **sparc4_params.yaml** ou na linha de comando com a opção `--reducedir=$ROOTREDUCEDIR`.

3.2. Calibrações

O pipeline de redução da SPARC4 utiliza imagens de ZERO e FLAT para calibração. Essas imagens devem ser salvas no mesmo diretório dos dados de ciência.

3.3. Código do pipeline

O diretório raiz do pipeline da SPARC4 "**sparc4-pipeline**" pode ser salvo em qualquer caminho, e, inclusive, o nome deste diretório pode ser alterado. Porém, os diretórios e nomes internos do pacote do pipeline devem ser mantidos na mesma configuração em que foram obtidos.

4. Testando o pipeline

Uma vez instalado o pipeline e salvo os dados na estrutura de diretórios correta, recomenda-se primeiramente abrir o arquivo de configuração **sparc4_params.yaml** com um editor de texto e revisar todos os parâmetros. Cada parâmetro possui uma explicação dentro do próprio arquivo. É necessário tomar o cuidado para não alterar a formatação das variáveis pois elas são interpretadas como um código Python.

Inicie uma sessão no terminal no Linux/MacOSX. Digite o seguinte comando

```
> cd sparc4-pipeline
> python sparc4_mini_pipeline.py
--datadir=$ROOTDATADIR --reducedir=$ROOTREDUCEDIR
--nightdir=$NIGHTDIR -pv
```

Onde as variáveis iniciando com '\$' devem ser trocadas pelos valores escolhidos pelo usuário e as opções '-p' e '-v' são para ativar 'plot' e 'verbose'. Segue um exemplo real:

```
> cd /home/eder/sparc4-pipeline
> python sparc4_mini_pipeline.py
--datadir=/home/eder/minidata
```

```
--reducedir=/home/eder/minidata/reduced/  
--nightdir=20230503 -pv
```

5. Testando as rotinas de redução individuais

As bibliotecas de redução do pipeline podem ser testadas individualmente e de forma independente. Para isso, basta entrar em uma sessão Python e importar as bibliotecas do pipeline. Como o pipeline não está no caminho padrão do Python, só é possível importar essas bibliotecas dentro do diretório do pipeline a menos que o usuário configure o caminho do pipeline como um caminho padrão do Python.

Para facilitar o primeiro contato com essas biblioteca, há um conjunto de Jupyter notebooks onde encontram-se alguns exemplos de redução. Esses notebooks vêm junto com o pacote do pipeline dentro do diretório '`notebooks`'. Cada um desses notebooks possui comentários e exemplos de como reduzir os dados fornecidos no pacote '`minidata`'.

6. Produtos

O pipeline da SPARC4 realiza a redução dos dados brutos e salva o produto dessa redução em arquivos FITS utilizando rotinas do pacote Astropy. A descrição desses produtos é disponibilizada no documento Produtos do Pipeline da SPARC4. O nome dos produtos segue uma convenção adotada pela equipe da SPARC4 e o cabeçalho dessas imagens preservam as informações da imagem bruta e também informações dos procedimentos e resultados da redução. Os principais produtos do pipeline são:

| Produto | Padrão do nome do produto | Conteúdo do produto | Notebooks de redução |
|--------------------|--|---|---|
| Master Zero | <code>\$NIGHTDIR_s4c\$ CHANNEL_\$DETEC TORMODE_Master Zero.fits</code> | imagem combinada das exposições de zero | sp4_bias_flat_calibration.ipynb |

| Produto | Padrão do nome do produto | Conteúdo do produto | Notebooks de redução |
|--|---|---|---|
| Master Flat | \$NIGHTDIR_s4c\$ CHANNEL_\$DETECTORMODE_Master DomeFlat.fits | imagem combinada das exposições de flat | sp4_bias_flat_calibration.ipynb |
| Imagem de ciência calibrada | \$ORIGFILENAME_ proc.fits | image calibrada de ciência (subtração de bias e correção de flat), catálogo de fontes detectadas e sua fotometria de abertura, calibração astrométrica (WCS), temporal (BJD) e fotométrica. | sp4_sci_image_reduction.ipynb |
| Imagem combinada de ciência (stack) | \$NIGHTDIR_s4c\$ CHANNEL_\$DETECTORMODE_\$OBJECT T_stack.fits | combinação de um conjunto de imagens de ciência calibradas, catálogo fotométrico de fontes. | sp4_stack_sci_image_s.ipynb |
| Polarimetria (L/2 ou L/4) | \$ORIGFILENAME_ \$POLARMODE_polar.fits | polarimetria de todas as fontes para uma sequência polarimétrica com várias posições de lâmina de 1/2 ou 1/4 onda. | sp4_polarimetry.ipynb |
| Série temporal fotométrica | \$NIGHTDIR_s4c\$ CHANNEL_\$OBJECT T_lc.fits | série temporal para todas as quantidades fotométricas de todas as fontes do catálogo. | sp4_phot_timeseries.ipynb |
| Série temporal polarimétrica | \$NIGHTDIR_s4c\$ CHANNEL_\$OBJECT T_polar_ts.fits | série temporal para todas as quantidades fotométricas e polarimétricas de todas as fontes do catálogo. | sp4_polar_timeseries.ipynb |

7. Contato

O pipeline da SPARC4 encontra-se em desenvolvimento com a colaboração da comunidade científica. Portanto, o usuário pode encontrar erros ou problemas na redução ou pode querer incluir novas rotinas que melhor atendam a sua ciência. Caso tenha interesse em colaborar com o desenvolvimento do pipeline da SPARC4, favor enviar email para a equipe do pipeline no seguinte endereço: sparc4-pipeline@googlegroups.com.