

ISSN 1677-9274

NAVPRO 3.0: Tutorial de Instalação e Utilização



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Informática Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1677-9274
Dezembro, 2008

Documentos 78

NAVPRO 3.0: Tutorial de Instalação e Utilização

João Francisco Gonçalves Antunes
Júlio César Dalla Mora Esquerdo

Embrapa Informática Agropecuária
Campinas, SP
2008

Embrapa Informática Agropecuária
Área de Comunicação e Negócios (ACN)

Av. André Tosello, 209
Cidade Universitária "Zeferino Vaz" – Barão Geraldo
Caixa Postal 6041
13083-970 – Campinas, SP
Telefone (19) 3211-5700 – Fax (19) 3211-5754
URL: <http://www.cnptia.embrapa.br>
e-mail: sac@cnptia.embrapa.br

Parceiro:



Comitê de Publicações

Kleber Xavier Sampaio de Souza (presidente)
Marcia Izabel Fugisawa Souza
Martha Delphino Bambini
Sílvia Maria Fonseca Silveira Massruhá
Stanley Robson de Medeiros Oliveira
Suzilei Almeida Carneiro (secretária)

Supervisão editorial: *Suzilei Almeida Carneiro*
Normalização bibliográfica: *Marcia Izabel Fugisawa Souza*
Revisão de texto: *Adriana Farah Gonzalez*
Editoração eletrônica: *Área de Comunicação e Negócios (ACN)*

Suplentes

Goran Neshich
Leandro Henrique Mendonça de Oliveira
Maria Goretti Gurgel Praxedes

1ª. edição on-line - 2008

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Antunes, João Francisco Gonçalves.

NAVPRO 3.0 - tutorial de instalação e utilização / João Francisco Gonçalves Antunes,
Júlio César Dalla Mora Esquerdo. – Campinas : Embrapa Informática Agropecuária, 2008.

35 p. : il. – (Documentos / Embrapa Informática Agropecuária ; 78)

ISSN 1677-9274

1. Processamento digital de imagem. 2. Georreferenciamento preciso. 3. Produto espectral. I. Esquerdo, Júlio César Dalla Mora. II. Título. III. Série.

CDD – 21st ed
006.42
621.367

Autor

João Francisco Gonçalves Antunes

Mestre em Engenharia Agrícola,
Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária
Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo
Caixa Postal 6041 - 13083-970 - Campinas, SP
Telefone: 19-3211-5847
e-mail: joaof@cnptia.embrapa.br

Júlio César Dalla Mora Esquerdo

Doutor em Engenharia Agrícola
Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária
Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo
Caixa Postal 6011 - 13083-970 - Campinas, SP
Telefone: 19-3211-5820
e-mail: julio@cnptia.embrapa.br

Apresentação

Este documento apresenta os procedimentos para instalação e utilização do sistema NAVPRO 3.0, desenvolvido para o processamento automático e geração de produtos de imagens do sensor *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) a bordo dos satélites da *National Oceanic Atmospheric Administration* (NOAA).

O sistema NAVPRO foi criado pela Embrapa Informática Agropecuária em parceria com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que contou com o repasse do pacote computacional NAV (*NAVigation*), desenvolvido pelo *Colorado Center for Astrodynamics Research* (CCAR), da Universidade do Colorado, Boulder, EUA. O diferencial do sistema é seu método de georreferenciamento automático e preciso, capaz de gerar imagens com deslocamentos máximos de 1 pixel, valor aceito em aplicações envolvendo dados de baixa resolução espacial.

O NAVPRO, compatível com a plataforma Linux, foi implementado em script *c-shell* e linguagem IDL (*Interactive Data Language*). Seu uso é indicado aos usuários de imagens NOAA que demandam o processamento de longas séries temporais. Todas as rotinas e *scripts* aqui descritos são de domínio público, podendo ser alterados conforme necessidade do usuário. Por não apresentar uma interface amigável, o sistema NAVPRO é recomendado a usuários avançados com alguma experiência no processamento de imagens NOAA.

Dr. Eduardo Delgado Assad
Chefe-Geral
Embrapa Informática Agropecuária

Sumário

Introdução	9
Procedimentos de instalação	11
Pré-requisitos	11
Usuário NOAA	11
Instalador do NAVPRO	13
Arquivo de efemérides	14
Instalando o ENVI/IDL no Kubuntu	15
Procedimentos de utilização	18
Estrutura de diretórios	18
Processando imagens a partir do script principal geo	18
Arquivos necessários para acionar o script geo	22
Imagem bruta AVHRR-NOAA (NOAA-9, 11, 12, 14, 15, 16, 17 e 18)	22
Imagem base	22
Imagem máscara terra/água	22
Arquivo mp.seed	22
Configuração do script geo	23
Configuração das rotinas IDL chamadas pelo script geo	25
Geração da imagem base	27
Acionando o geobase	27
Coletando os pontos de controle	28
Inserindo os pontos de controle no aattitude.data	28
Corrigindo a imagem por meio dos pontos de controle	29

Precisão do georreferenciamento da imagem base	30
Geração da máscara terra/água	30
Gerando imagens cobrindo toda a cena	31
Composições de máximo valor	32
Coefficientes de calibração utilizados pelo NAVPRO	33
Revisão Bibliográfica	34

NAVPRO 3.0: Tutorial de Instalação e Utilização

*João Francisco Gonçalves Antunes
Júlio César Dalla Mora Esquerdo*

Introdução

As imagens de satélites são uma fonte importante de informações da superfície terrestre. O usuário comum tem hoje, à sua disposição, uma série de produtos gerados por sensores com as mais variadas características espectrais, espaciais e temporais. Grande parte desses produtos permite uma visão sinóptica e temporal da superfície terrestre, gerando informações essenciais para o monitoramento agrícola e ambiental.

O sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) está presente nas plataformas NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) e imagens da superfície terrestre nas faixas do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho termal do espectro eletromagnético, numa resolução espacial de 1,1 km. Seu tempo de revisita é de aproximadamente 12 horas, o que permite que um satélite NOAA possa gerar duas imagens diárias de um mesmo ponto da superfície terrestre. Tal resolução temporal proporciona uma visão mais frequente da superfície terrestre, possibilitando o monitoramento de culturas anuais e semiperenes, como a soja e a cana. No Brasil, as principais estações de recebimento de imagens NOAA estão localizadas no INPE, no Cepagri/Unicamp, no INMET, no SIMEPAR, na FUNCEME e na UFRGS.

As imagens brutas recebidas nas estações devem passar por uma série de processamentos antes de serem utilizadas pelo usuário final. Assim, o sistema NAVPRO surgiu a partir de uma demanda por sistemas automáticos de processamento de imagens AVHRR em larga escala, capazes de operacionalizar todos os procedimentos sem intervenção humana, resultando em produtos com elevada qualidade cartográfica.

O NAVPRO é composto por uma série de módulos que vão desde a conversão do formato bruto, gravado nas estações de recebimento de imagens, até a geração de produtos espectrais. O sistema pode ser dividido em duas partes principais. A primeira é definida por scripts que executam comandos do pacote NAV, desenvolvido pela Universidade do Colorado,

composto por uma série de programas executados via linha de comando, envolvendo conversão de formatos brutos, correção de linhas da imagem, calibração radiométrica, georreferenciamento preciso, etc. Os scripts são roteiros ou sequências de comandos desenvolvidos para automatizar a execução de todos esses programas, evitando intervenções por parte do usuário. Para executá-los é necessário ter em mãos um conjunto de imagens para o correto funcionamento do sistema, como será descrito adiante.

A segunda parte do sistema é composta por rotinas desenvolvidas em linguagem IDL, responsáveis pela leitura dos arquivos produzidos pelo NAV e pela geração de produtos. Os arquivos de saída são imagens compatíveis com o software ENVI (*The Environment for Visualizing Images*) além de figuras PNG que podem ser abertas em qualquer software de visualização.

A principal etapa de todo o processo é o georreferenciamento preciso, responsável pela qualidade cartográfica das imagens de saída. Aqui definimos qualidade cartográfica como erros de posicionamento de no máximo 1 pixel (ou 1,1 km), padrão muito bem aceito para imagens de baixa resolução espacial. O método de georreferenciamento é baseado em um modelo orbital Kepleriano alimentado por parâmetros orbitais extraídos dos dados de efemérides. A diferença é que esse modelo orbital pode também ser alimentado com parâmetros mais acurados, estimados após a passagem do satélite, tornando sua precisão sensivelmente melhor. A estimativa desses parâmetros, após a passagem do satélite, é realizada por meio da chamada “navegação indireta”.

Na navegação indireta os parâmetros de posicionamento do satélite (*roll*, *pitch* e *yaw*) são estimados por meio de pontos de controle coletados manualmente entre a imagem alvo e uma base cartográfica precisa. Para eliminar totalmente qualquer intervenção humana, o sistema NAVPRO faz uso da técnica da Máxima Correlação Cruzada (MCC) para automaticamente coletar os pontos de controle a partir da comparação entre uma imagem alvo e uma imagem base.

A imagem base serve como uma referência cartográfica e as imagens processadas tendem a apresentar a sua mesma acurácia geométrica. Neste tutorial são descritos os passos para sua elaboração, que deve seguir algumas recomendações. A principal delas é a sua área de abrangência, sendo recomendado o uso de recortes estaduais, evitando-se o uso de toda a extensão da cena AVHRR.

Neste tutorial serão apresentadas informações importantes para a correta instalação do sistema NAVPRO e sua utilização. Todos os procedimentos são executados via linha de comando através de scripts e não há interface gráfica. Para usuários das imagens do Estado de São Paulo, todas as configurações, assim como arquivos auxiliares, já estão presentes e não há mais passos

manuais. Já para outros estados ou regiões, o usuário deverá executar procedimentos manuais para gerar os arquivos necessários para o processamento em lote. Entretanto, uma vez configurado e em funcionamento, o sistema NAVPRO torna-se uma ferramenta extremamente útil e prática aos usuários de imagens NOAA, em especial aqueles que demandam o processamento de longas séries temporais de imagens.

Procedimentos de instalação

Pré-requisitos

Para a correta instalação e perfeito funcionamento do sistema NAVPRO devem ser obedecidos os seguintes pré-requisitos:

- Linux: Red Hat, Fedora Core, Debian, Kubuntu
- Compilador: gcc 3.4.6, g++-3.4.6, make
- Estrutura usuário: /home/noaa
- *Shell*: tcsh
- Software de processamento de imagens: ENVI/IDL

Não deve ser utilizada a versão 4.0 do compilador gcc. Caso esteja instalada, remover os pacotes gcc 4.0 e g++ 4.0 (não remover os *base package*) para evitar conflitos com as bibliotecas da versão 3.4. Além disso, deve ser feita uma apropriada configuração de *links* do compilador, conforme segue:

- Entrar como usuário root.

```
$> sudo bash
```

- Criar os *links* entre arquivos.

```
~# cd /usr/bin  
~# ln -s /usr/bin/gcc-3.4 gcc  
~# ln -s gcc cc  
~# ln -s /usr/bin/g++-3.4 g++  
~# ln -s g++ c++
```

Usuário NOAA

A configuração sugerida da *shell* do usuário noaa é a seguinte:

```
$> vi .cshrc

# PATH
set path = (. $path)

# Aliases
alias cls      clear
alias cd       'cd \!*;echo O diretório corrente é
\[$cwd\]'
alias l.       'ls -d .[a-zA-Z]* --color=tty'
alias ls       ls --color=tty
alias la       ls -a
alias lf       ls -FA
alias ll       ls -lA --color=tty
alias lm       'll | more'
alias h        'history \!* | tail -99 | more'
alias vi       vim

# Máscara de permissão para arquivos e diretórios (rw-
r-- r--)
umask 022

# Mapa de caracteres
setenv LANG    pt_BR.ISO8859-1

# Editor
setenv EDITOR  vim

# Configuração de uma sessão csh
set prompt = "`whoami`@`hostname` [\!]"
set history = 100 #quantidade de comandos armazenados
set savehist = 100 #quantidade de comandos salvos
set ignoreeof   #evita fechar uma sessão com CTRL+D

# ENVI 4.3/IDL 6.3
source
/usr/local/itt/idl64/products/envi44/bin/envi_setup
setenv LM_LICENSE_FILE <licença SulSoft>
setenv IDL_PATH
'+/usr/local/itt/idl:/home/noaa/NAVPRO/idl'

# NAVPRO
setenv NAV /home/noaa/NAVPRO/NAV
set path = ($path $NAV/bin $NAV/utils)
```

Instalador do NAVPRO

- Copiar o instalador.

```
$> cd
$> mkdir NAVPRO
$> cd NAVPRO
$> cp /cdrom/instalador_navpro.tar .
```

- Extrair os arquivos do instalador.

```
$> tar -xvf instalador_navpro.tar
```

Os arquivos extraídos do pacote do instalador são listados a seguir:

```
atualiza_nav.tar
auto_nudge.tar
auto_pack.tar
nav.tar
progs_idl.tar
scripts.tar
telonics.tar
wgetccar
instala_navpro
remove_navpro
```

- Executar o script de instalação.

```
$> instala_navpro
```

Durante a instalação podem aparecer alguns *warnings*. Os executáveis serão copiados para o diretório \$NAV/bin (/home/noaa/NAVPRO/NAV). Os arquivos de atualização e correção do diretório atualiza_nav que são utilizados no processo de instalação são listados a seguir:

```
autonudgemot
autonudge_new.c
auto_yaw.script.new
calib14.dat
calib15.dat
calib16.dat
calib17.dat
calib18.dat
calibnew15.dat
calibnew16.dat
```

```
calibnew17.dat
calibnew18.dat
dectel.c
ephemeris
ephem.h
fix_date.c
fix_satid.c
getimage.c
header.h
inverse.c
linuxhighres
print_info.c
processgeneric.c
rawcal15_new.c
run_auto_yaw
sdsfil15.c
```

Arquivo de efemérides

A atualização automática diária do arquivo 'ephemeris' do pacote de software NAV deve ser configurada no crontab do usuário noaa, conforme os comandos descritos a seguir:

```
$> crontab -e
```

```
SHELL=/bin/csh
```

```
# Atualização do arquivo ephemeris do NAV
```

```
45 09 * * * /home/noaa/NAVPRO/wgetccar >&
/home/noaa/NAVPRO/logwgetccar
```

```
$> vi wgetccar
```

```
wget --cache=off
```

```
ftp://<username>:<password>@ccar.colorado.edu/ephemeris
```

Para solicitar o *username* e a *password* para atualização do arquivo 'ephemeris' é necessário entrar em contato com Dr. Daniel G. Baldwin, da Universidade do Colorado, pelo e-mail baldwin@colorado.edu, informando nome, instituição e uma breve descrição da pesquisa onde será utilizado o pacote de software NAV.

Instalando o ENVI/IDL no Kubuntu

A seguir são relacionadas algumas dicas para instalação correta do ENVI (4.4)/IDL (6.4) no Kubuntu.

- Entrar como usuário *root*.

```
~# sudo bash
```

- Atribuir permissão de execução ao *device* CD-ROM.

```
~# vi /etc/fstab
```

```
/dev/hdc/media/cdrom0udf,iso9660 user,exec,noauto00
```

- Caso a montagem do CD-ROM não ocorra automaticamente, montá-lo manualmente.

```
~# mount /cdrom
```

- Criar o script 'arch' que é utilizado pelo instalador para identificar a arquitetura do micro.

```
~# vi /bin/arch
```

```
#!/bin/bash
```

```
uname -m
```

```
~# chmod a+rw /bin/arch
```

- Executar o script de instalação.

```
~# cd /cdrom
```

```
~# ./xinstall.sh
```

```
~# cd /usr/local
```

```
~# chown -R root:root itt
```

- Solicitar a licença do software para a SulSoft.

```
~# /usr/local/itt/idl64/bin/ittlicense
```

O arquivo 'license_request.txt' será gerado no diretório /usr/local/itt/license.

- Instalar a licença depois de recebida via e-mail da SulSoft.

```
~# /usr/local/itt/idl64/bin/ittlicense
```

O arquivo 'license.dat' será gerado no diretório /usr/local/itt/license.

- Corrigir o instalador do gerenciador de licença 'lmgrd' para funcionar em tempo de *boot*.

Esse problema está relacionado com a diferença de estrutura de diretórios entre o RedHat que é o Linux padrão para a instalação do ENV/IDL e o Kubuntu. Então, deve-se alterar no *case* Linux /etc/rc.d/init.d por /etc/init.d no comando cp e ln e, também, incluir a criação do *link* para inicializar do gerenciador de licença também no *runlevel* 2 que é padrão do Kubuntu.

```
~# vi /usr/local/itt/idl64/bin/lmgrd_install
```

```
"Linux")
  cp sys5_idl_lmgrd /etc/init.d
  if [ -f /etc/rc2.d/S99sys5_idl_lmgrd ]; then
      rm -f /etc/rc2.d/S99sys5_idl_lmgrd
  fi
  if [ -f /etc/rc3.d/S99sys5_idl_lmgrd ]; then
      rm -f /etc/rc3.d/S99sys5_idl_lmgrd
  fi
  if [ -f /etc/rc4.d/S99sys5_idl_lmgrd ]; then
      rm -f /etc/rc4.d/S99sys5_idl_lmgrd
  fi
  if [ -f /etc/rc5.d/S99sys5_idl_lmgrd ]; then
      rm -f /etc/rc5.d/S99sys5_idl_lmgrd
  fi
  if [ -f /etc/rc0.d/K01sys5_idl_lmgrd ]; then
      rm -f /etc/rc0.d/K01sys5_idl_lmgrd
  fi
      ln -s /etc/init.d/sys5_idl_lmgrd
/etc/rc2.d/S99sys5_idl_lmgrd
      ln -s /etc/init.d/sys5_idl_lmgrd
/etc/rc3.d/S99sys5_idl_lmgrd
      ln -s /etc/init.d/sys5_idl_lmgrd
/etc/rc4.d/S99sys5_idl_lmgrd
      ln -s /etc/init.d/sys5_idl_lmgrd
/etc/rc5.d/S99sys5_idl_lmgrd
      ln -s /etc/init.d/sys5_idl_lmgrd
/etc/rc0.d/K01sys5_idl_lmgrd
;;
```

-Apagar os *links* que foram criados de forma errada nos diretórios de níveis de execução do Kubuntu.

```
~# rm /etc/rc3.d/S99sys5_idl_lmgrd
~# rm /etc/rc4.d/S99sys5_idl_lmgrd
~# rm /etc/rc5.d/S99sys5_idl_lmgrd
~# rm /etc/rc0.d/K01sys5_idl_lmgrd
```

- Configurar no gerenciador de licença 'lmgrd' o parâmetro referente ao arquivo de *log*.

```
$> vi /etc/init.d/sys5_idl_lmgrd
```

```
LOG_FILE_NAME="/home/noaa/ENVI/lmgrd.log"
```

- Executar o script de instalação do gerenciador de licença 'lmgrd'.

```
~# /usr/local/itt/idl64/bin/lmgrd_install
```

- Criar o diretório /usr/tmp com permissão de escrita para gravação do arquivo de *lock* do gerenciador de licença 'lmgrd' no diretório .flexlm.

```
~# mkdir /usr/tmp
```

- Atribuir permissão de escrita ao arquivo 'envi.cfg'.

```
~# chmod a+rw
/usr/local/itt/idl/products/envi44/menu/envi.cfg
```

- Criar o diretório /home/noaa/ENVI como usuário noaa.

```
$> mkdir /home/noaa/ENVI
```

- Reiniciar o micro para verificar se o script sys5_idl_lmgrd foi executado no *boot*.

Tabela 1. Estrutura de diretórios criados.

Diretórios	Descrição
/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA	Diretório de armazenamento das imagens brutas.
/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA/CENA	Diretório com o geocena para processamento da passagem inteira.
/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA/<uf> Onde <uf> é a sigla da Unidade Federativa ou do recorte adotado.	Diretório com os scripts geo e geobase para processamento das imagens por região de recorte. Localização das imagens-base, arquivos auxiliares e arquivos de saída.
/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA/<uf>/MVC Onde <uf> é a sigla da Unidade Federativa ou do recorte adotado.	Diretório com os scripts mvcmes e mvcmqui para geração das composições de máximo valor.
/home/noaa/idl	Diretório de armazenamento das rotinas IDL utilizadas pelo NAVPRO.

Procedimentos de utilização

Estrutura de diretórios

O instalador do sistema NAVPRO gera uma estrutura padrão de diretórios, conforme mostra a **Tabela 1**. Essa é a estrutura utilizada pelos scripts, sendo recomendada sua manutenção.

Processando imagens a partir do script principal geo

O script principal **geo**, implementado em linguagem *c-shell*, é responsável por todo o processamento das imagens AVHRR-NOAA. É composto por um conjunto de comandos que acionam os módulos para conversão do formato bruto, calibração radiométrica, georreferenciamento preciso e geração de produtos. O fluxograma da **Figura 1** ilustra os passos executados pelo script **geo**, onde é chamada uma imagem AVHRR em formato bruto. Após os

processos de conversão de formato e correção de linhas faltantes, o sistema executa a calibração radiométrica das bandas, transformando os valores digitais da imagem em valores físicos de reflectância aparente (Bandas 1, 2 e 3A) e temperatura de brilho (Bandas 3B, 4 e 5). Terminada a calibração, o sistema inicia o processo de georreferenciamento preciso, onde são aplicados modelos orbitais e executada a busca por pontos de controle pela MMC. Finalizado esse processo, inicia-se a geração dos produtos espectrais e figuras em formato PNG.

Para que o script geo possa ser executado com sucesso, é preciso ter em mãos um conjunto de arquivos essenciais para o correto funcionamento do sistema, bem como definir alguns parâmetros no corpo do script. Para usuários de imagens do Estado de São Paulo, todos os arquivos necessários já estão presentes e as configurações do script já foram corretamente definidas, bastando o usuário realizar a chamada do script geo e a imagem bruta de entrada, como mostra o exemplo abaixo, lembrando que este script foi configurado para processar imagens do Estado de São Paulo. No caso do

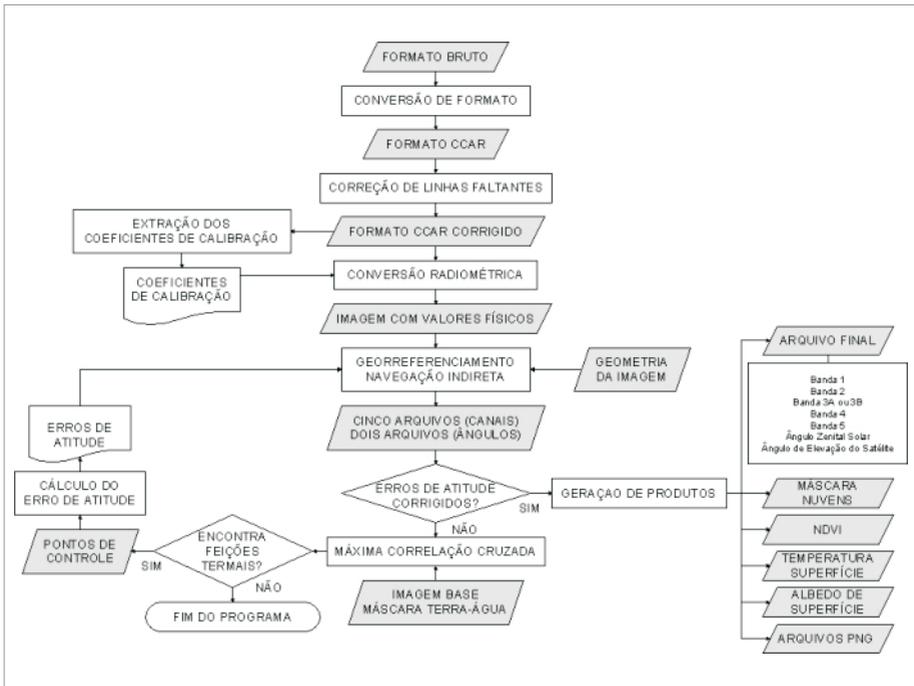


Figura 1. Fluxograma de funcionamento do sistema NAVPRO.

recorte de outros estados ou regiões o usuário precisa reunir os arquivos essenciais e modificar as configurações do script `geo`, conforme será discutido adiante.

Para acionar o script `geo` deve ser informado o nome da imagem bruta, conforme o exemplo:

```
$> geo 20070704_1323_n17.l1b
```

Os arquivos gerados após a execução do script `geo` são descritos na **Tabela 2** e são divididos em três grupos: imagem das bandas AVHRR processadas, imagem dos produtos espectrais e imagens em formato PNG.

As imagens das bandas processadas são gravadas em formato inteiro,

Tabela 2. Arquivos de saída gerados pelo `geo`.

Arquivo	Descrição	Bandas
<code>imagem_<uf>_1234567.nav¹</code>	Bandas processadas e ângulos, no formato ENVI. Números inteiros x 10	1) Banda 1 – Reflectância aparente (%) 2) Banda 2 – Reflectância aparente (%) 3) Banda 3A – Reflectância aparente (%) ou Banda 3B – Temperatura de brilho (K) 4) Banda 4 – Temperatura de brilho (K) 5) Banda 5 – Temperatura de brilho (K) 6) Ângulo zenital solar (graus) 7) Ângulo de varredura do sensor (graus)
<code>imagem_<uf>.prd¹</code>	Arquivo de produtos no formato ENVI	1) Máscara de nuvens (0 = nuvem, 1 = terra) 2) NDVI (flutuante, entre -1 e +1) 3) Temperatura de superfície (°C) 4) Albedo de superfície (%)
<code>imagem_<uf>_b2.png</code> <code>imagem_<uf>_b4.png</code> <code>imagem_<uf>_rgb(3,1)21.png</code> <code>imagem_<uf>_nuvem.png</code> <code>imagem_<uf>_ndvi.png</code> <code>imagem_<uf>_ts.png</code> <code>imagem_<uf>_al.png</code>	Imagens no formato PNG	1) Imagem monocromática da banda 2 2) Imagem monocromática da banda 4 3) Composição colorida RGB321 ou RGB121 4) Imagem monocromática da máscara de nuvens 5) Imagem NDVI com paleta colorida 6) Imagem da temperatura com paleta colorida 7) Imagem do albedo com temperatura colorida

¹ Acompanha arquivo de cabeçalho (*.hdr).

multiplicado por 10 para redução do tamanho final dos arquivos. As imagens de produtos são gravadas em números flutuantes e são constituídas por quatro bandas: máscara de nuvens, NDVI, temperatura de superfície e albedo de superfície. Opcionalmente o usuário pode escolher quais produtos deseja gerar, conforme será explicado adiante. A geração dos produtos espectrais segue regras estabelecidas por estudos publicados, conforme descrito nas rotinas IDL responsáveis pelo cálculo dos produtos (`nuvem.pro`,

ndvi.pro, tempsup.pro, albedo.pro). Essas rotinas são encontradas no diretório /home/noaa/NAVPRO/idl.

As figuras PNG são arquivos que podem ser abertos por qualquer software editor de imagens. A **Figura 2** apresenta alguns exemplos de imagens no formato PNG geradas pelo sistema NAVPRO.

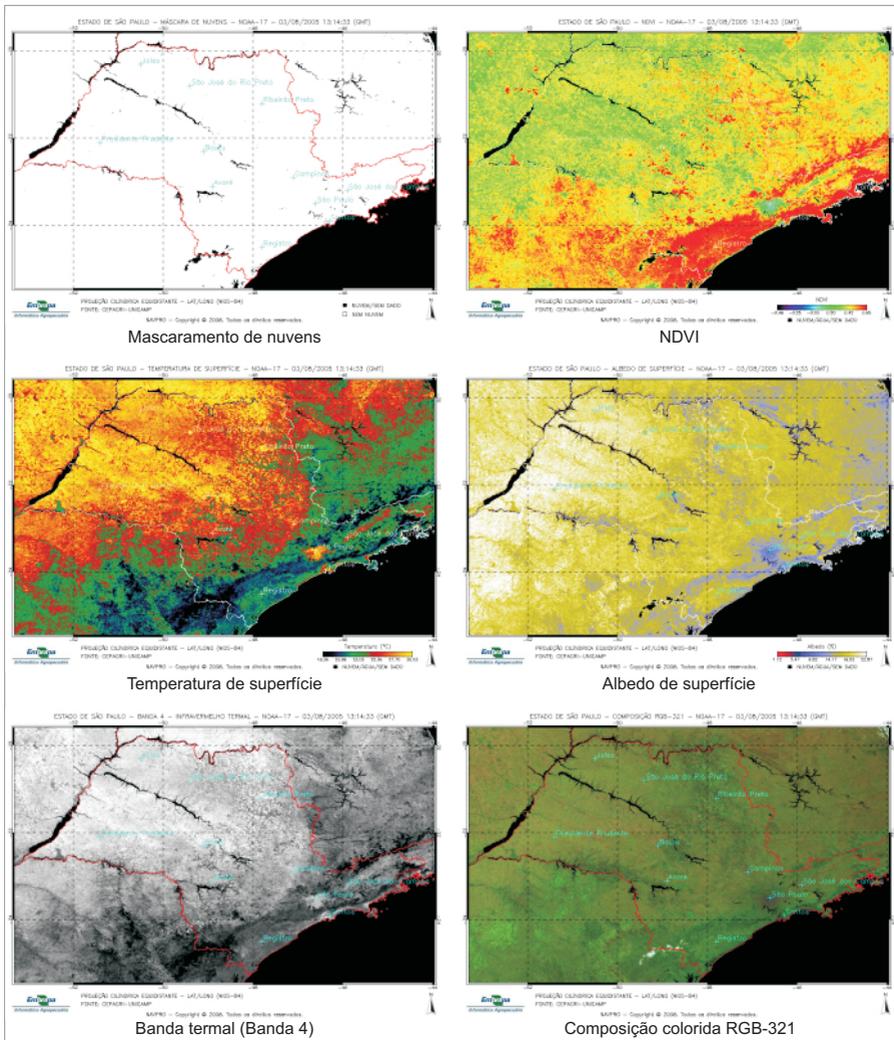


Figura 2. Exemplos das figuras PNG geradas pelo sistema NAVPRO.

Arquivos necessários para acionar o geo

Antes de processar imagens no sistema NAVPRO é necessário reunir um conjunto de arquivos, descrito a seguir:

Imagem bruta AVHRR-NOAA (NOAA-9, 11, 12, 14, 15, 16, 17 e 18)

O sistema NAVPRO é compatível com imagens brutas no formato HRPT-LAC (*Level 1B*) ou no formato Telonics T-RIS. A nomenclatura dos arquivos deve seguir o padrão:

'AAAAMMDD_HHMM_nll com extensão .i ou .l1b'

onde,

AAAAMMDD = data (Ano, Mês e Dia)

HHMM = hora da recepção da imagem (Hora, Minuto)

nll = número do satélite NOAA

Imagem base

A imagem base é utilizada como referência na coleta automática de pontos de controle para o georreferenciamento de uma dada imagem de entrada. Ver item **3.5** para os procedimentos de geração da imagem base.

Imagem máscara terra/água

Imagem binária para restrição da busca por pontos de controle em grandes corpos d'água. Ver item **3.6** para os procedimentos de geração da imagem máscara terra/água.

Arquivo mp.seed

Arquivo em formato ASCII contendo parâmetros utilizados pela MCC. Apenas a primeira linha deve ser alterada, onde deve ser informado o número de linhas e colunas do recorte adotado. No exemplo a seguir é mostrado o arquivo mp.seed configurado para o recorte do Estado de São Paulo, composto por 950 colunas e 750 linhas.

```
$> vi mp.seed
```

```
950, 750    <xsize>, <ysize>
```

```

30,30    <box width>, <box height>
10       <range>
2, 3    <skip value>, <post skip range>
0, 0    <sub value>, <sub range>
15      <overlap>
2700, 3200 <min>, <max>
30.77   <time difference>
1.1     <resolution>
2h      <image type>
y       <buffer option>

```

Configuração do geo

No **geo** devem ser configurados uma série de parâmetros necessários ao correto funcionamento do sistema NAVPRO. Os parâmetros referem-se à localização das imagens de entrada e saída, geometria da imagem de saída, nome das imagens base, etc. Os parâmetros a serem configurados no **geo** são descritos a seguir, sendo adotados como exemplo os parâmetros para o Estado de São Paulo.

\$> vi geo

Localização das imagens brutas(linha 50, aproximadamente).

```

# -----
# Diretório onde localizam-se as imagens brutas
set dirim = "/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA/"
# -----

```

Alteração:

dirim: diretório das imagens brutas.

Localização das imagens de saída, nome das imagens base, etc. (linha 70, aproximadamente).

```

# -----
# Configuração das variáveis do script
set uf = sp
set ufma = `echo $uf | awk '{print toupper($0)}'`
set imsai = "$imagem"_"$uf"
set dir = "/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA/$ufma/"
set dirsai = "/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA/$ufma/"
set dirvetor = "/home/noaa/NAVPRO/idl/"
set estado = "ESTADO DE SÃO PAULO"

```

```

set limitecob = 80
set fator = 0,97
set dim1 = 5
set dim2 = 0
set dim3 = 80
set dim4 = 80
set mascara = mascara.img
set verao = 20070216_1306_n17_"$uf"_base.4
set outono = 20060518_1310_n17_"$uf"_base.4
set primavera = 20071004_1258_n17_"$uf"_base.4
set inverno = 20050803_1313_n17_"$uf"_base.4
# -----

```

Alterações:

uf: sigla da região de recorte. Ex. sp, pr, ne, etc.;

mascara: nome da máscara terra/água;

imsai: nome da imagem de saída (sufixo '<uf>' para indicar a região de recorte);

dir: diretório de saída (com '/' no final);

dirvetor : diretório dos arquivos auxiliares e rotinas (com '/' no final);

estado: nome do estado que sairá no cabeçalho das figuras PNG;

limitecob: limite mínimo da área de cobertura do recorte (padrão 80%);

fator: fator de expansão ou compressão das figuras PNG (padrão 1);

dim1: coluna inicial de recorte das dimensões da imagem (padrão 5);

dim2: coluna final de recorte das dimensões da imagem (padrão 0);

dim3: linha inicial de recorte das dimensões da imagem (padrão 5);

dim4: linha final de recorte das dimensões da imagem (padrão 0);

primavera: nome da imagem base da primavera;

verao: nome das imagem base do verão;

outono: nome das imagem base do outono;

inverno: nome das imagem base do inverno.

Definição da geometria das imagens de saída (linha 225, aproximadamente).

```

set linhas = 750
set colunas = 950
set range = `echo "scale=10; ($linhas * 1.1/111)" | bc`
navigate -i$imagem.cal -f$imsai -c12345 -I88 -l$linhas -
m$colunas -t-22.53 -g-48.65 -r$range -pe -v -B -Y -Z

```

Alterações:

-l: número de linhas da imagem de saída;

-m: número de colunas da imagem de saída;

- t: latitude do ponto central da imagem de saída;
- g: longitude do ponto central da imagem de saída;
- r: intervalo de latitudes dentro da imagem de saída (calculado automaticamente);
- p: projeção utilizada na imagem de saída.

No exemplo acima escolheu-se como ponto central da imagem as coordenadas latitude = $-22,53^\circ$ e longitude = $-48,65^\circ$ (centro do Estado de São Paulo), gerando-se uma imagem de saída com 750 linhas e 950 colunas. O parâmetro -c indica as bandas que serão processadas: 1, 2, 3, 4 e 5. As imagens são geradas na projeção Cilíndrica Equidistante, em coordenadas geográficas e datum WGS-84.

Configuração das rotinas IDL chamadas pelo script geo

As rotinas IDL apresentam parâmetros configuráveis conforme a necessidade do usuário. Os parâmetros estão contidos na rotina config.pro, gravada no diretório /home/noaa/NAVPRO/idl. Essa rotina controla o funcionamento de três scripts de execução. No caso do script **geo** o usuário deve alterar apenas os parâmetros contidos entre as linhas 44 e 114, conforme detalhado na **Tabela 3**.

Nas figuras PNG geradas pelo NAVPRO são sobrepostas informações sobre a passagem do satélite, os dados cartográficos e os nomes de cidades da região de abrangência do recorte. Esses nomes e sua localização geográfica estão descritos no arquivo 'cidades.txt', localizado no diretório do script principal. Exemplo:

Tabela 3. Parâmetros de configuração das rotinas IDL (arquivo config.pro).

Parâmetro	Descrição	Valores
(Processamento das Bandas)		
c_sza	Adiciona Banda 6 (ângulo zenital solar)?	SIM = 1 / NÃO = 0
c_scan	Adiciona Banda 7 (ângulo de varredura do sensor)?	SIM = 1 / NÃO = 0
cor_sza	Correção radiométrica pelo cosseno do ângulo zenital solar?	SIM = 1 / NÃO = 0
(Processamento dos Produtos)		
prods	Gera arquivo de produtos?	SIM = 1 / NÃO = 0
prod_nuv	Gera produto mascaramento de nuvens?	SIM = 1 / NÃO = 0
prod_ndvi	Gera produto NDVI?	SIM = 1 / NÃO = 0
prod_ts	Gera produto temperatura de superfície?	SIM = 1 / NÃO = 0
prod_as	Gera produto albedo de superfície?	SIM = 1 / NÃO = 0
m_nuv	Aplicar mascaramento de nuvens nos produtos?	SIM = 1 / NÃO = 0
m_scan	Mascarar ângulo de varredura do sensor excessivo?	SIM = 1 / NÃO = 0
ang_sc	Entre com o ângulo de varredura do sensor máximo aceitável.	Ângulo de varredura, em graus.

m_sza	Mascarar ângulo zenital solar inapto?	SIM = 1 / NÃO = 0
ang_sz	Entre com o ângulo zenital solar máximo aceitável.	Ângulo zenital, em graus.
ndvi_alt ¹	Informar o nome da imagem de NDVI alternativa. (Processamento das Figuras PNG)	Endereço completo, entre aspas simples.
figuras	Gerar figuras em formato PNG?	SIM = 1 / NÃO = 0
f_b2	Gerar figura da banda 2?	SIM = 1 / NÃO = 0
f_b4	Gerar figura da banda 4?	SIM = 1 / NÃO = 0
f_rgb	Gerar figura RGB?	SIM = 1 / NÃO = 0
f_nuv	Gerar figura do mascaramento de nuvens?	SIM = 1 / NÃO = 0
f_ndv	Gerar figura do NDVI?	SIM = 1 / NÃO = 0
f_ts	Gerar figura da temperatura de superfície?	SIM = 1 / NÃO = 0
f_al	Gerar figura do albedo de superfície?	SIM = 1 / NÃO = 0
vetor ²	Vetor com a malha política para sobreposição.	Endereço completo, entre aspas simples.
norte ²	Figura da rosa dos ventos.	Endereço completo, entre aspas simples.
logo ²	Figura do logotipo da instituição.	Endereço completo, entre aspas simples.
cid ²	Arquivo com as coordenadas das cidades.	Endereço completo, entre aspas simples.
mascara ²	Arquivo com a máscara de terra/água.	Endereço completo, entre aspas simples.
sub1	Texto da legenda 1.	Texto entre aspas simples.
sub2	Texto da legenda 2.	Texto entre aspas simples.
sub3	Texto da legenda 3.	Texto entre aspas simples.
texto_titulo	Tamanho do texto usado para o título da imagem.	Número (padrão = 0.7)
texto_grid	Tamanho do texto usado para o grid de coordenadas.	Número (padrão = 0.5)
texto_sub	Tamanho do texto usado para as legendas.	Número (padrão = 0.6)

¹ A geração dos produtos de temperatura de superfície e albedo faz uso de dados do NDVI que são extraídos da própria imagem processada. Caso o usuário deseje utilizar outra imagem como fonte do NDVI, informar seu endereço nesse parâmetro. Caso contrário, comentar a linha utilizando o caractere ponto-e-vírgula.

² Para omitir a impressão dessas informações comentar a linha que contém o parâmetro (utilizar o caractere ponto-e-vírgula no início da linha).

```
-47.1  -22.9  Campinas
-50.5  -20.3  Jales
-51.4  -22.1  Presidente Prudente
-47.8  -21.2  Ribeirão Preto
-47.8  -24.5  Registro
-46.6  -23.5  São Paulo
-49.4  -20.8  São José do Rio Preto
-45.9  -23.2  São José dos Campos
```

-48.9	-23.1	Avaré
-49.1	-22.3	Bauru
-46.3	-23.9	Santos

Geração da imagem base

A imagem base é de fundamental importância para a performance do sistema no que se refere à precisão do georreferenciamento automático. Deve ter mínima presença de nuvens, ser próxima ao nadir e estar temporalmente próxima à imagem alvo. Para melhor performance do sistema sugerimos o uso de uma imagem base para cada estação do ano.

São necessários alguns passos manuais para sua geração, que é feita por meio do **geobase**. O trabalho começa com a seleção de imagens com características desejáveis. Em seguida deve ser feita a coleta de pontos de controle entre a imagem candidata e uma referência cartográfica precisa (mapas, pontos de GPS ou outras imagens com georreferenciamento preciso).

Acionando o geobase

O script **geobase** funciona de forma semelhante ao script **geo**, com a diferença que apenas uma parte do sistema de georreferenciamento é acionada. O script **geobase** é utilizado para gerar imagens base e por essa razão não é necessário defini-las no corpo do script, conforme ocorre no script **geo**. Seus parâmetros devem ser alterados conforme descrito no item 3.4, onde especial importância deve ser dada na definição da geometria da imagem de saída. Parâmetros da rotina config.pro (linhas 128 à 162) também devem ser ajustados, conforme descrito na **Tabela 3**. Para gerar uma imagem candidata a base o usuário deve acionar o script **geobase**, conforme o exemplo:

```
$> geobase imagem.l1b
```

Arquivos gerados: imagem_uf_previa_1234.nav (e respectivo arquivo de cabeçalho .hdr)

```
imagem_uf_previa_rgb{3,1}21.png
```

O script geobase pode ser acionado em várias imagens brutas a fim de se selecionar uma imagem com as características desejáveis. Uma vez encontrada, essa imagem será corrigida manualmente por meio de pontos

de controle, como explicado no próximo item.

Coletando os pontos de controle

A imagem candidata à base deve ser aberta em qualquer software de processamento de imagens onde possa ser feita a coleta de, no mínimo, dois pontos de controle. Qualquer base cartográfica precisa pode ser utilizada na coleta desses pontos de controle. Recomenda-se usar o arquivo vetorial com divisões políticas do IBGE (uf.shp), fornecido no pacote. É extremamente necessário que a coleta seja a mais precisa possível, com erros não maiores a 1 km, caso contrário a base perde precisão geométrica. Pequenas ilhas, costas e pequenos lagos são bons pontos de controle. A coleta deve ser realizada em locais distantes entre si, opostos ao centro do recorte da imagem.

Inserindo os pontos de controle no `attitude.data`

Os pontos de controle coletados devem ser inseridos em um arquivo ASCII chamado 'attitude.data', com as seguintes modificações:

```
$> vi attitude.data
```

```
17                               /* satid */
070704132358                     /* yymmddhhmmss */
G                                 /* Satellite (S) or Geographic (G)
*/
1                                 /* osculating switch */
2                                 /* Number of landmarks */
-23.207002, -46.755469, -23.167758, -46.775000
-22.471127, -52.321875, -22.422065, -52.321875
```

- Alterar o identificador do satélite (linha 1);
- Alterar o TAOS: data e hora da passagem (linha 2);
- Alterar o número de pontos de controle (linha 5);
- Inserir os pontos de controle (a partir da linha 6), seguindo a ordem: latitude_imagem, longitude_imagem, latitude_mapa, longitude_mapa, onde mapa refere-se à base cartográfica precisa utilizada.

O valor de TAOS pode ser encontrado a partir da leitura do arquivo `imagem_<uf>_previa_1234.hdr`, gerada no passo **3.5.1**, no item *description* do cabeçalho. Exemplo:

```
$> more 20070704_1323_n17_pr_previa_1234.hdr
```

```

ENVI
description = {
  NOAA-17
  [Thu Aug 16 11:05:29 2007] 07/07/04 13:23:58 [Thu Aug 16
11:05:29
  2007]}
samples = 750
lines   = 512
bands   = 4
header offset = 0
file type = ENVI Standard
data type = 2
interleave = bsq
sensor type = Unknown
byte order = 0
map info = {Geographic Lat/Lon, 1.5000, 1.5000, -
54.96487892, -22.00509808, 9.7596766427e-
03, 9.8043056205e-03, WGS-84, units=Degrees}
wavelength units = Unknown
band names = {
  Banda 1 - Reflec. Aparente - % (x 10),
  Banda 2 - Reflec. Aparente - % (x 10),
  Banda 3 - Reflec. Aparente - % (x 10),
  Banda 4 - Temp. de Brilho - K (x 10)}

```

Corrigindo a imagem por meio dos pontos de controle

Executar novamente o script `geobase`, agora informando o nome do arquivo 'attitude.data' como segundo parâmetro, conforme o exemplo:

```
$> geobase imagem.l1b attitude.data
```

Arquivos gerados: `imagem_<uf>_base_1234.nav` (e respectivo arquivo de cabeçalho `.hdr`)

```

    imagem_<uf>_base_rgb{3,1}21.png
    imagem_<uf>_base.4

```

A execução do script `geobase` com o parâmetro 'attitude.data' permite que a imagem seja georreferenciada considerando os erros de atitude do satélite no momento da geração da imagem. É esperado que a imagem de saída apresente erros de posicionamento de no máximo um pixel. Quando esse parâmetro está presente, o nome da imagem de saída é

alterado de 'previa' para 'base'.

Precisão do georreferenciamento da imagem base

Uma vez gerada uma imagem base, é necessário checar a precisão do georreferenciamento. Sugerimos abrir a imagem 'imagem_<uf>_base_1234.nav' no ENVI e sobrepor o vetor UF (uf.shp) sobre a imagem. Caso a imagem gerada não apresente bons resultados, a coleta de pontos de controle deve ser refeita sobre a imagem não corrigida 'imagem_<uf>_previa_1234.nav'. Se a imagem apresentar bons resultados, a base estará pronta, cujo nome imagem_<uf>_base.4 deve ser informado no script principal (item 3.4).

Geração da máscara terra/água

A máscara terra/água é uma imagem do tipo byte com valor 255 para terra e 0 para corpos d'água. Sugerimos sua geração no software ENVI, conforme os procedimentos a seguir:

- Abrir a banda 2 da imagem base 'imagem_<uf>_base_1234.nav' gerada no item 3.5.4;

- Mapear os corpos d'água. Para isso, ir no menu da imagem e acessar *Overlay Region of Interest Options Band Threshold to ROI*. Selecionar a banda 2 e definir os intervalos de valores entre 0 (mínimo) e 60 (máximo). Diminuir ou aumentar o valor máximo, caso seja necessário melhorar a precisão do mascaramento;

- Gerar uma máscara do mapeamento. Para isso, ir no menu principal do ENVI e acionar *Basic Tools Masking Build Mask*, selecionar o *Display 1* onde está aberta a imagem base. No menu *Mask definition*, ir em *Options Import ROIs* e selecionar as ROIs mapeadas. No menu *Mask definition*, ir em *Options Selected Areas "Off"*. Clicar em *Apply* para gerar a máscara em memória;

- Abrir a máscara gerada em memória, ir em *File Save Image As Image File*, selecionar a resolução *8 bit (gray scale)*. Esse comando cria uma imagem de classes terra = 255 e água = 0, em disco. Esse arquivo deverá ser informado no script principal (item 3.4).

Gerando imagens cobrindo toda a cena

O script **geocena** permite a geração de uma imagem que engloba toda a extensão da cena AVHRR, sem recortes. A imagem gerada apresenta baixa resolução, bandas não calibradas e sem garantia de georreferenciamento preciso, com finalidade meramente ilustrativa. As variáveis configuradas no início do script, localizado no diretório

/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA/CENA, são análogas às do item **3.4**, basicamente com alteração no comando *navigate*.

```
$> vi geocena
```

```
navigate -i$imagem.ccar -f$imsai -c123 -l900 -m600 -x -pe
-v
```

O parâmetro **-x** faz com que toda a extensão da imagem de entrada seja utilizada, localizando automaticamente as coordenadas centrais da imagem. Quando o parâmetro **-x** está presente, os parâmetros **-t**, **-g** e **-r** são ignorados. A rotina *config.pro* (linhas 177 à 207) deve ser ajustada, conforme descrito na **Tabela 3. A Figura 3** ilustra duas composições coloridas de passagens AVHRR do NOAA-17 (esquerda) e NOAA-18 (direita).

```
$> geocena imagem.l1b
```

Arquivos gerados: *imagem_cena_123.nav* (e respectivo arquivo de cabeçalho *.hdr*)

imagem_cena_rgb{3,1}21.png

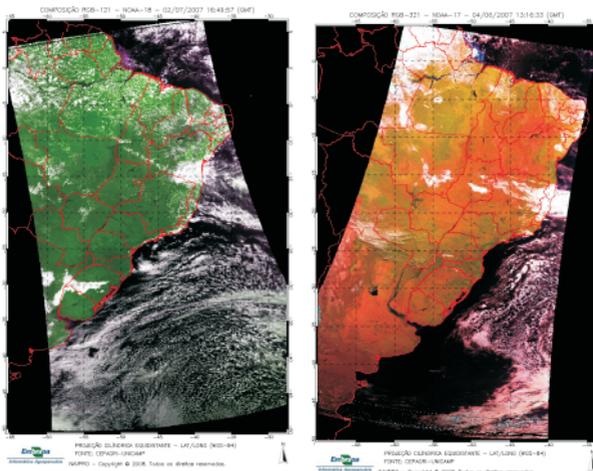


Figura 3. Exemplos das figuras PNG com a cobertura de toda a cena da passagem.

Composições de máximo valor

Os *scripts* **mvcqui** e **mvcmes** são responsáveis pela geração de Composições de Máximo Valor (MVC) quinzenais e mensais, respectivamente, a partir dos arquivos de produtos gerados pelo sistema NAVPRO. Trata-se de um procedimento para gerar imagens síntese quinzenais ou mensais de produtos a partir de uma série temporal de imagens. Nos scripts devem ser ajustadas as configurações análogas às do item **3.4**.

\$> vi mvcqui

```
# -----
# Configuração das variáveis do script
set uf = sp
set ufma = `echo $uf | awk '{print toupper($0)}'`
set dir = "/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA/$ufma/"
set dirsai = "/home/noaa/NAVPRO/imagens/NOAA/$ufma/MVC/"
set dirvetor = "/home/noaa/NAVPRO/idl/"
set estado = "ESTADO DE SÃO PAULO"
set fator = 0.97
set dim1 = 5
set dim2 = 0
set dim3 = 125
set dim4 = 125
```

Achamada dos scripts deve ser feita da seguinte forma:

```
$> mvcmes <satelite> <mês> <ano> <produto>
$> mvcqui <satélite> <quinzena> <mês> <ano> <produto>
```

satelite: Satélite utilizado para a geração das MVCs. Ex. NOAA-17, NOAA-18, etc.

mes: Mês da busca (jan, fev, mar...).

ano: Ano da busca (2006, 2007, 2008...).

produto: Produto síntese: ndvi, ts (temperatura de superfície), al (albedo).

quinzena: Quinzena da busca: 1qui ou 2qui

Exemplo: Gerar uma composição de máximo valor de imagens de albedo da segunda quinzena de maio de 2008 obtidas do satélite NOAA-17.

```
$> mvcqui NOAA-17 2qui mai 2008 as
```

Exemplo: Gerar uma composição de máximo valor de imagens de NDVI do mês de setembro de 2007 obtidas do satélite NOAA-17.

```
$> mvcmes NOAA-17 set 2007 ndvi
```

Coeficientes de calibração utilizados pelo NAVPRO

O módulo de calibração radiométrica do software NAV aplica automaticamente uma correção sobre os coeficientes de pré-lançamento (versão III), baseada nos dias após o lançamento dos satélites NOAA-16, 17 e 18.

Periodicamente, a reflectância medida no lançamento do satélite NOAA (*Constant*) e a taxa de degradação linear (*Deg. Rate*) do sensor AVHRR são disponibilizados pela NOAA em:

http://www.orbit.nesdis.noaa.gov/smcd/spb/fwu/solar_cal/Op_Cal_AVHRR/Op_Cal_AVHRR.html.

Esses valores devem ser alterados nos respectivos arquivos de coeficientes *calibnew*.dat*, localizados no diretório NAV/cal. Os valores atualizados em 01 de dezembro de 2008 do NOAA-17 referentes às bandas 1, 2 e 3A, são os seguintes:

```
$> vi calibnew17.dat
```

```
VISIBLE  
37.8 39.4469 -0.0906  
42.6 36.9609 -0.1136  
66.9 59.2497 -0.2214
```

A calibração radiométrica das bandas 1 e 2 do NOAA-14 também é realizada automaticamente pelo software NAV, porém não é necessário atualizar mais nenhum parâmetro.

Para o NOAA-12 e 15 não é feita a calibração radiométrica das bandas 1 e 2 porque o horário de passagem de ambos os satélites tem baixa iluminação.

Referências Bibliográficas

ANTUNES, J. F. G.; ESQUERDO, J. C. D. M.; ZULLO JR, J. Desenvolvimento de um sistema automático para a geração de produtos derivados de imagens AVHRR-NOAA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. CD-ROM. p. 3975-3981.

ESQUERDO, J. C. D. M.; ANTUNES, J. F. G.; BALDWIN, D. G.; EMERY, W. J.; ZULLO JR, J. An automatic system for AVHRR land surface product generation. **International Journal of Remote Sensing**, v. 27, n. 18, p. 3925-3942, 2006.

Recomenda-se aos usuários entrar em contato com o CCAR e informar a utilização do pacote de software NAV. O contato pode ser feito com o Dr. Daniel G. Baldwin (baldwin@colorado.edu).



Informática Agropecuária

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

