



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Pós-Processamento e Visualização MPAS-A

João Gerd Zell de Mattos
CGCT/DIMNT
joao.gerd@inpe.br



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



1 Pós-Processamento

Após executar o **MPAS-Atmosphere**, é possível dar uma olhada gráfica nas saídas?

```
diag.2010-10-23_00.00.00.nc    history.2010-10-23_00.00.00.nc
diag.2010-10-23_03.00.00.nc    history.2010-10-23_06.00.00.nc
diag.2010-10-23_06.00.00.nc    history.2010-10-23_12.00.00.nc
diag.2010-10-23_09.00.00.nc    history.2010-10-23_18.00.00.nc
diag.2010-10-23_12.00.00.nc    history.2010-10-24_00.00.00.nc
diag.2010-10-23_15.00.00.nc
diag.2010-10-23_18.00.00.nc    restart.2010-10-24_00.00.00.nc
diag.2010-10-23_21.00.00.nc
diag.2010-10-24_00.00.00.nc
```

1. Interpole para uma grade regular de latitude e longitude.
2. Visualize a saída diretamente com NCL ou Python (ncview/GrADS).

2 O que está nos arquivos de saída, afinal?

Por padrão, os arquivos *diag* contém:

RH, T, height, winds @ 200, 250, 500, 700, 850, 925 hPa
CAPE, CIN, LCL, LFC, updraft helicity
U10, V10, T2, Q2
Simulated radar reflectivity
PMSL
Surface, 1km AGL, 6km AGL winds
(various other 2-d fields)

Por meio do *Framework* há uma forma de adicionar outros diagnósticos ao MPAS-A

2 O que está nos arquivos de saída, afinal?

Por padrão, os arquivos *history* contém:

q_v, q_c, q_r, \dots

theta

zonal, meridional wind

vertical velocity

full pressure

dry density

accumulated rain (cumulus and microphysics)

soil moisture, soil temperature

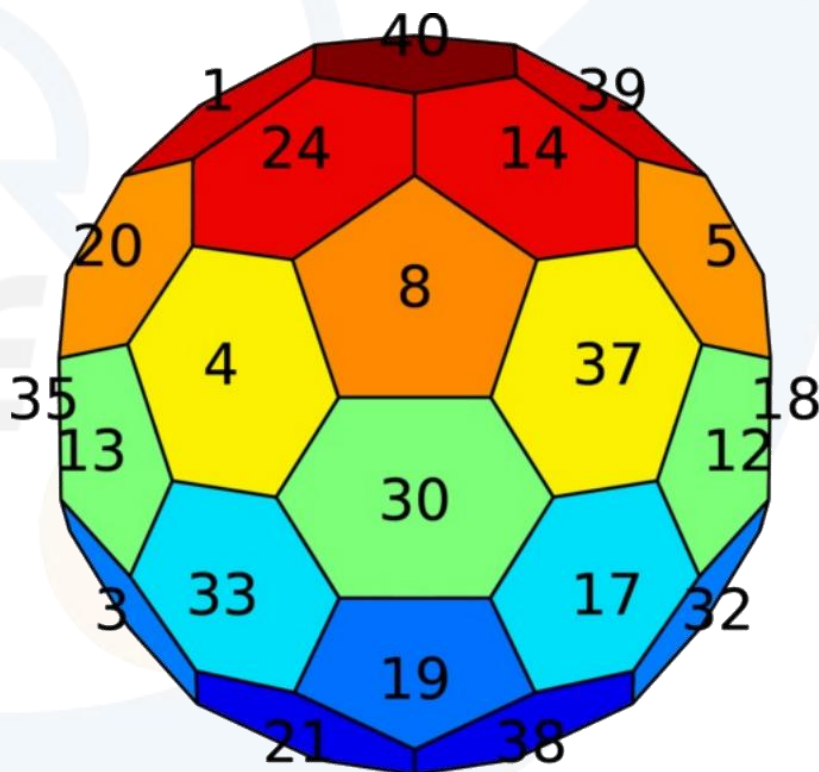
(various other fields)

Full mesh information (vertical and horizontal)

Existe outra forma de escrever campos em arquivos de saída utilizando “streams”

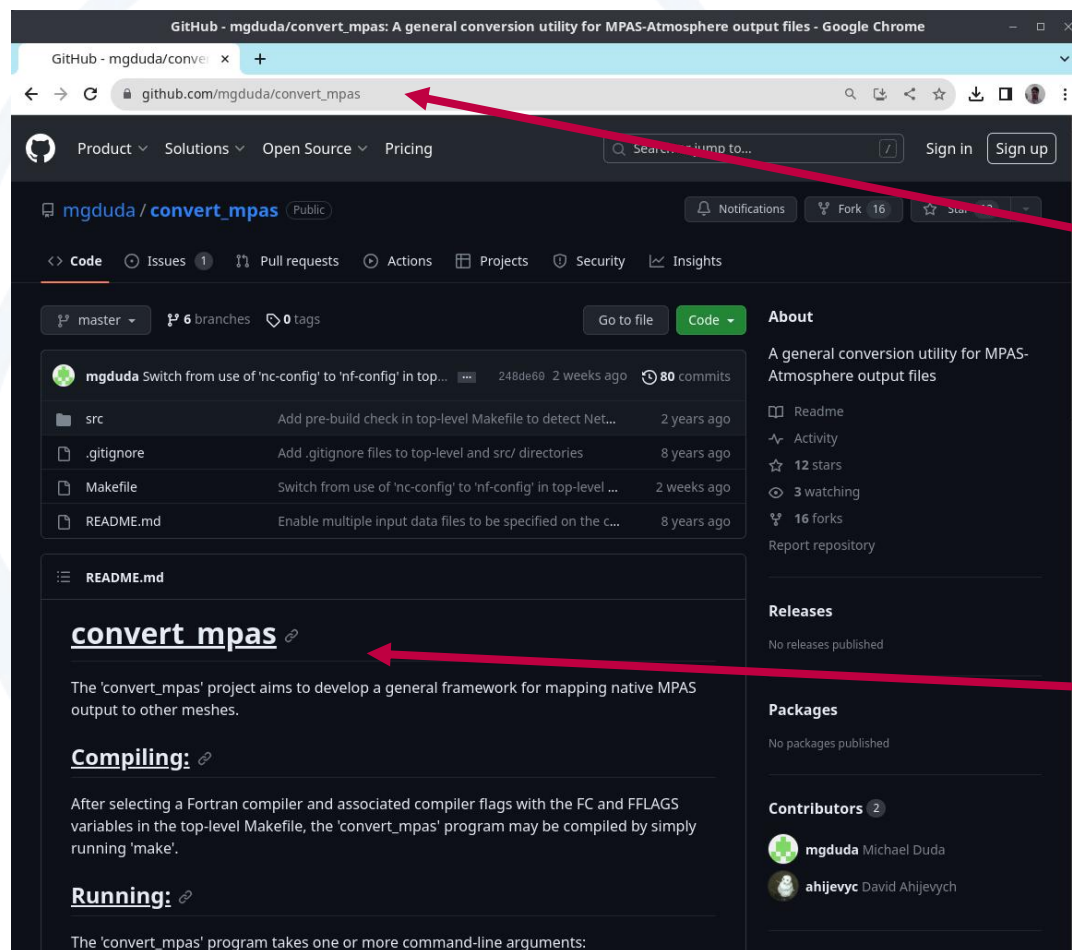
3 Interpolando a saída para uma grade regular de latitude e longitude.

O MPAS armazena campos horizontais 2D em arrays 1D, e campos 3D são armazenados em arrays 2D com a dimensão vertical (estruturada) no eixo mais interno, por exemplo, `qv(nVertLevels, nCells)`.



3 Interpolando a saída para uma grade regular de latitude e longitude.

A ferramenta '*convert_mpas*' pode rapidamente interpolar arquivos MPAS para uma grade de latitude e longitude especificada.



O código-fonte pode ser obtido em https://github.com/mgduda/convert_mpas/.

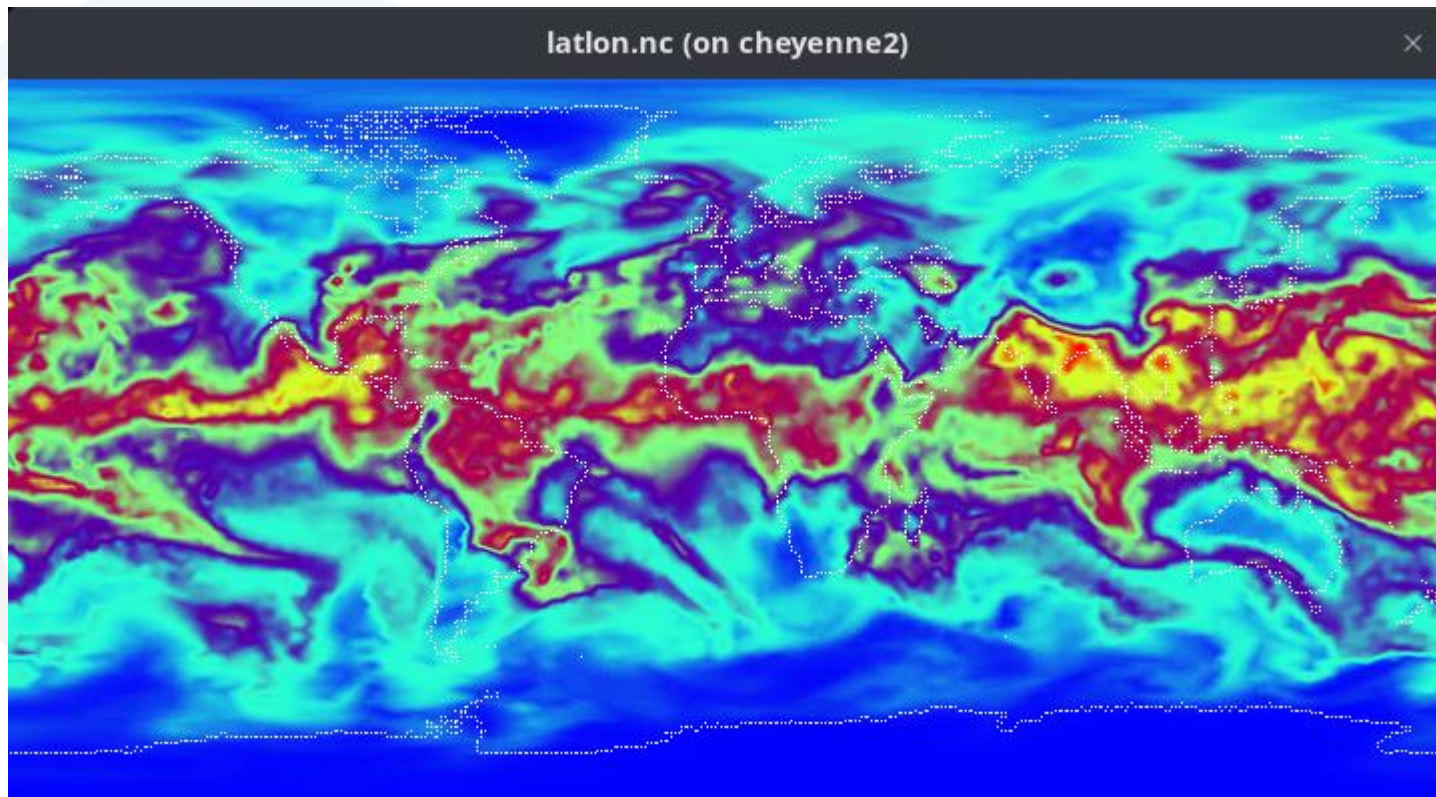
O arquivo README.md resume os principais detalhes de compilação e execução.

4 O utilitário *convert_mpas*

Uso básico do '*convert_mpas*':

- Se apenas um argumento for fornecido, este arquivo deve conter informações de malha, bem como os campos a serem interpolados.
 - Exemplo: ``convert_mpas x1.40962.init.nc``
- Se mais de um argumento for fornecido:
 - O primeiro argumento é usado apenas para obter informações de malha.
 - Todos os argumentos restantes contêm campos a serem interpolados.
 - Exemplos:
 - ``convert_mpas x1.40962.grid.nc diag*nc``
 - ``convert_mpas history.2017-06-16_00.nc history*nc``
- O arquivo de saída é sempre chamado de ``latlon.nc``.
- Provavelmente é melhor remover este arquivo antes de executar novamente o '*convert_mpas*'.
- **A grade de saída padrão é uma grade de latitude e longitude de 0.5 graus.**

4 O utilitário *convert_mpas*

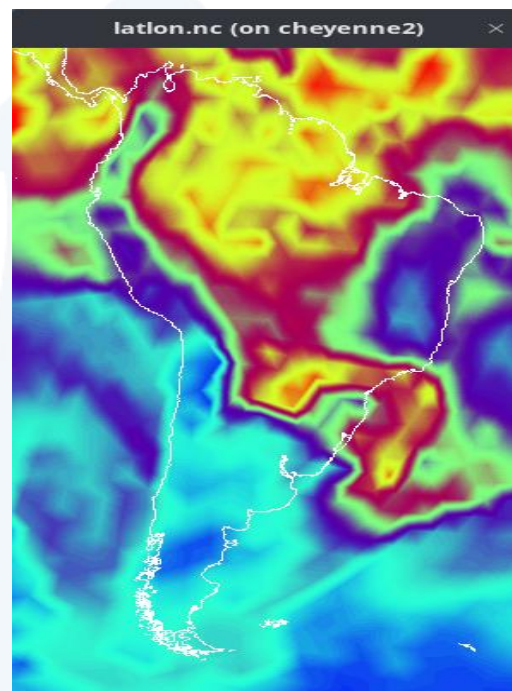


Como podemos fazer interpolação apenas na região de interesse e em uma resolução mais alta?

4 O utilitário *convert_mpas*

Um arquivo de texto chamado 'target_domain' no seu diretório de trabalho pode ser usado para especificar os parâmetros da grade de latitude e longitude:

```
startlat=-60  
endlat=14  
startlon=270  
endlon=330  
nlat=600  
nlon=300
```



Um arquivo de texto chamado 'include_fields' no seu diretório de trabalho também pode ser usado para listar os campos que devem ser interpolados.

5 Ferramentas para visualização

Para plotar campos diretamente a partir da malha nativa do MPAS, você pode usar ferramentas como NCL (*NCAR Command Language*), Python, Matlab, etc.

MPAS
Model for Prediction Across Scales

MPAS Atmosphere Public Releases

MPAS Atmosphere 8.0.1 was released on 6 July 2023.

For information on the GPU-enabled MPAS-Atmosphere model, please refer to [this documentation](#)

[MPAS Atmosphere 8.0.1 release notes](#)

Source code downloads:

- [MPAS v8.0.1](#)
- [GPU-enabled MPAS-Atmosphere v6.x](#)

[MPAS-Atmosphere Users' Guide](#)

[MPAS-Atmosphere tutorial](#)

[MPAS-Atmosphere meshes](#)

[Static geographical datasets](#)

[Configurations for idealized test cases](#)

[Sample input files for real-data simulations](#)

[Visualization and analysis tools](#)

A variable resolution MPAS Voronoi mesh

A página de download do MPAS-Atmosphere contém uma coleção de scripts de exemplo em NCL (NCAR Command Language).

Exemplos em Python estão a caminho e serão disponibilizados em breve!

5 Inclusão de novos diagnósticos

Durante o desenvolvimento do MPAS notou-se que era necessário uma maneira estruturada de introduzir o cálculo de novos diagnósticos.

Quería-se um framework que pudesse lidar com:

Diagnósticos instantâneos.

Diagnósticos cumulativos.

Diagnósticos de valores extremos.

Ou qualquer coisa que se assemelhasse a isso do ponto de vista computacional!

5 Inclusão de novos diagnósticos

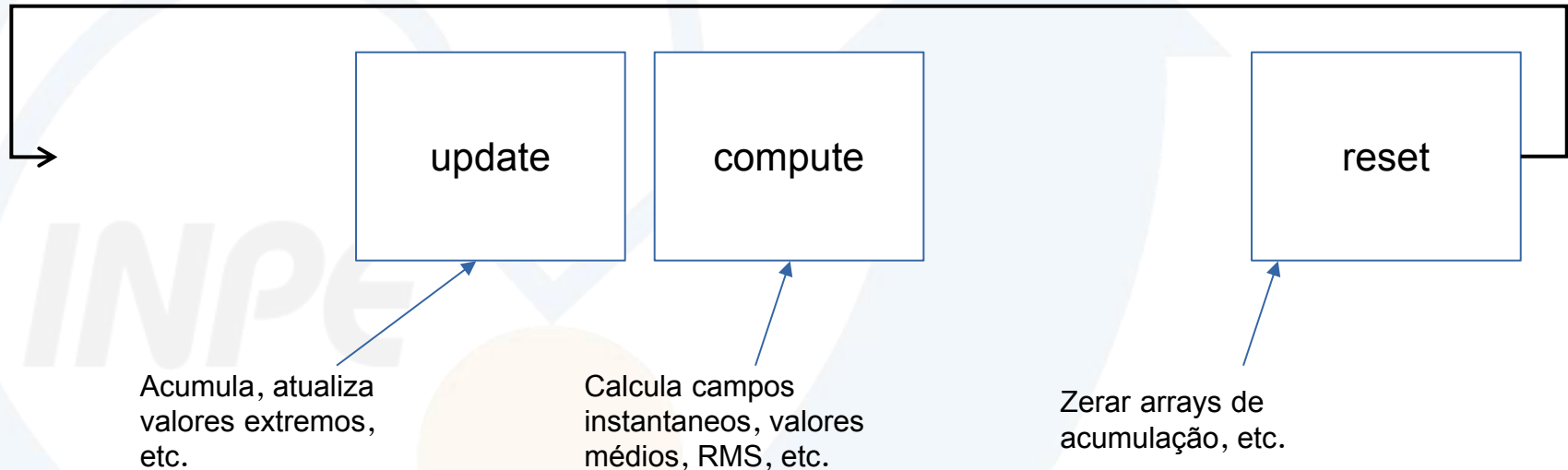
De forma geral, existem cinco passos para o cálculo de diagnósticos, dos tipos listados no slide anterior:

- 1.Setup** - Pré-alocar arrays que serão necessários pelo diagnóstico durante a simulação, inicializar valores, etc.
- 2.Update** - Acumular valores, atualizar extremos, etc.
- 3.Compute** - Dividir pelo período de acumulação para obter valores médios, calcular campos instantâneos, etc.
- 4.Reset** - Após escrever o diagnóstico, zerar os arrays de acumulação, etc.
- 5.Cleanup** - Desalocar qualquer memória que tenha sido alocada pelo diagnóstico.

5 Inclusão de novos diagnósticos

Além da Configuração (Setup) e Limpeza (Cleanup), como essas fases se encaixam na sequência de um passo de tempo do modelo?

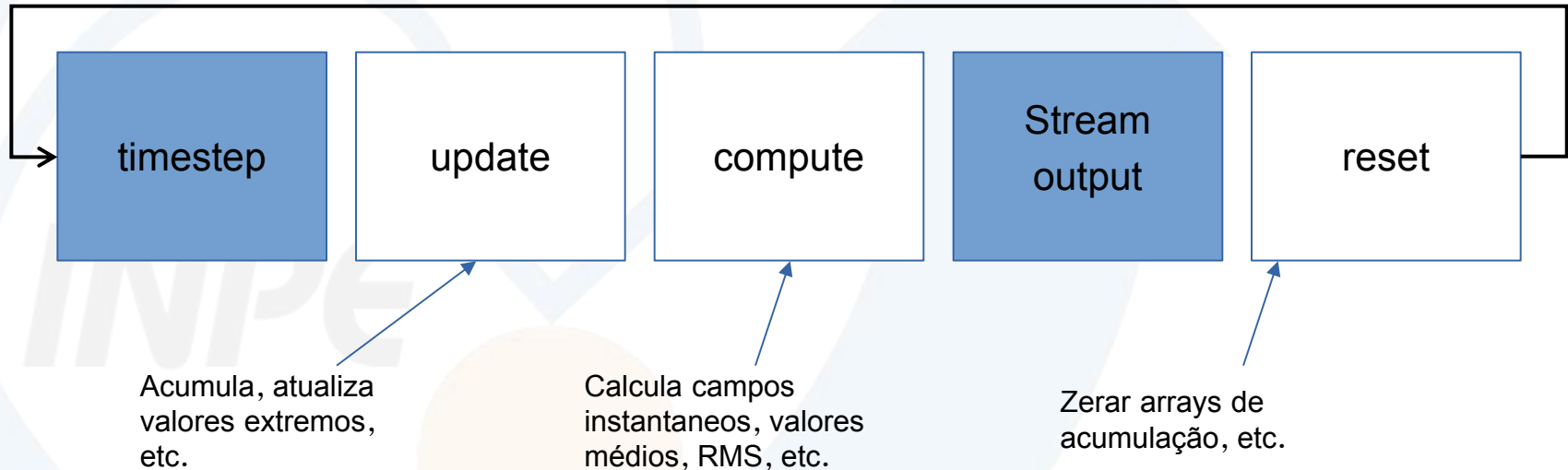
Time step loop



5 Inclusão de novos diagnósticos

Além da Configuração (Setup) e Limpeza (Cleanup), como essas fases se encaixam na sequência de um passo de tempo do modelo?

Time step loop



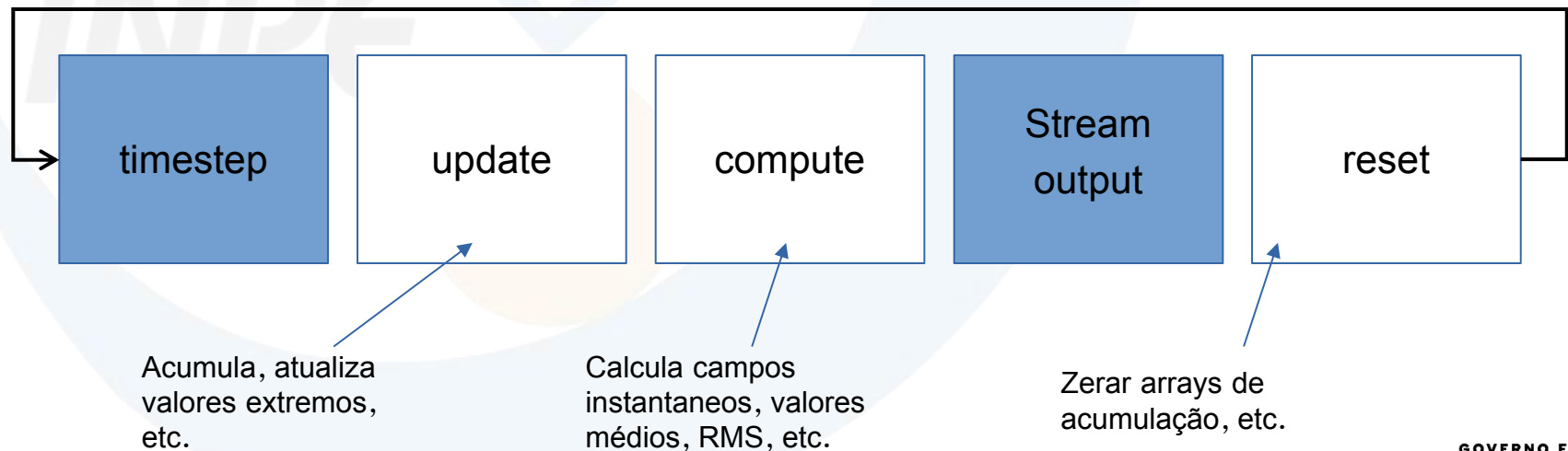
precisou-se incluir alguma forma para que um diagnóstico pudesse ser escrito em um determinado passo de tempo!

5 Inclusão de novos diagnósticos

Junto com o framework de diagnósticos, foi desenvolvido um módulo informará a um diagnóstico:

- Se o seu campo será registrado em um determinado passo de tempo.
- *Geralmente chamado na fase de Cálculo.*
- Quantos streams de saída incluem o seu campo.

Time step loop



5 Inclusão de novos diagnósticos

Em termos de estrutura de código, onde adicionamos diagnósticos ?

- A ideia é que todos os diagnósticos devem ser implementados como módulos *'self-contained'*.
- Todos os módulos de diagnóstico devem residir no mesmo local.

```
MPAS-Model/  
src/  
  core_atmosphere/  
    diagnostics/  
    dynamics/  
    inc/  
    physics/  
    Registry.xml  
    utils/
```

Adicione novos diagnósticos neste diretório.

O arquivo principal Registry.xml incluirá seções *'subRegistry'* do diretório de diagnósticos.

5 Inclusão de novos diagnósticos

Em termos de estrutura de código, onde adicionamos diagnósticos ?

- A ideia é que todos os diagnósticos devem ser implementados como módulos '*self-contained*'.
- Todos os módulos de diagnóstico devem residir no mesmo local.

```
MPAS-Model/  
src/  
  core_atmosphere/  
    diagnostics/  
      Makefile  
      Registry_diagnostics.xml  
      mpas_atm_diagnostics_manages.F  
    dynamics/  
    inc/  
    physics/  
    Registry.xml  
    utils/
```

Esses arquivos servem como a interface entre o seu novo diagnóstico e o restante do MPAS.

6 Como adicionar novos diagnósticos?

1. Defina novos campos e opções de namelist em um novo arquivo

`Registry_<seu_diagnóstico>.xml`. [Adicione uma instrução `#include` para esta nova seção de registro no arquivo `Registry_diagnostics.xml`.]

2. Crie um novo módulo para o diagnóstico.

3. Adicione chamadas para as rotinas de setup, update, compute, reset e cleanup do seu diagnóstico no driver principal de diagnósticos.

4. Atualize o arquivo `Makefile` para compilar o novo módulo do seu diagnóstico.

O arquivo README no subdiretório de diagnósticos/ descreve o processo passo a passo para adicionar um novo diagnóstico.

7 Exemplo: Maximum SW downward flux

No diretório `src/core_atmosphere/diagnostics/`:

3. Defina o campo máximo SWDOWN em um novo arquivo `Registry_swdown.xml`.

```
<var_struct name="diag_physics" time_levs="1">
  <var name="gsw_max" type="real"
    dimensions="nCells Time"
    units="W m^{-2}"
    description="Maximum surface SW radiation flux"/>
</var_struct>
```

2. Inclua o arquivo `Registry_swdown.xml` no arquivo `Registry_diagnostics.xml`.

```
<!-- SW radiation diagnostics -->
#include "Registry_swdown.xml"
```

7 Exemplo: Maximum SW downward flux

No diretório `src/core_atmosphere/diagnostics/`:

3. Escreva as rotinas de setup, update e reset para o diagnóstico:

```
subroutine sdown_setup(all_pools)

type (MPAS_pool_type), pointer :: all_pools
type (MPAS_pool_type), pointer :: diag_physics

call mpas_pool_get_subpool(all_pools, 'diag_physics', diag_physics)
call mpas_pool_get_array(diag_physics, 'gsw', gsw)
call mpas_pool_get_array(diag_physics, 'gsw_max', gsw_max)

gsw_max(:) = 0.0

end subroutine sdown_setup
```

O código acima não mostra a declaração dos **ponteiros** `gsw` e `gsw_max` como variáveis de módulo...

7 Exemplo: Maximum SW downward flux

No diretório `src/core_atmosphere/diagnostics/`:

3. Escreva as rotinas de setup, update e reset para o diagnóstico:

```
subroutine sdown_update()  
  
gsw_max(:) = max(gsw_max(:), gsw(:))  
  
end subroutine sdown_update
```

O código acima não mostra a declaração dos **ponteiros** `gsw` e `gsw_max` como variáveis de módulo...

7 Exemplo: Maximum SW downward flux

No diretório `src/core_atmosphere/diagnostics/`:

3. Escreva as rotinas de setup, update e reset para o diagnóstico:

```
subroutine sdown_reset()  
  
use mpas_atm_diagnostics_utils, only : mpas_field_will_be_written  
  
if (mpas_field_will_be_written('gsw_max')) then  
    gsw_max(:) = 0.0  
end if  
  
end subroutine sdown_reset
```

O código acima não mostra a declaração dos **ponteiros** `gsw` e `gsw_max` como variáveis de módulo...

7 Exemplo: Maximum SW downward flux

Após adicionar algumas linhas ao arquivo `Makefile`, estamos prontos para compilar o MPAS-Atmosphere e experimentar nosso novo diagnóstico.

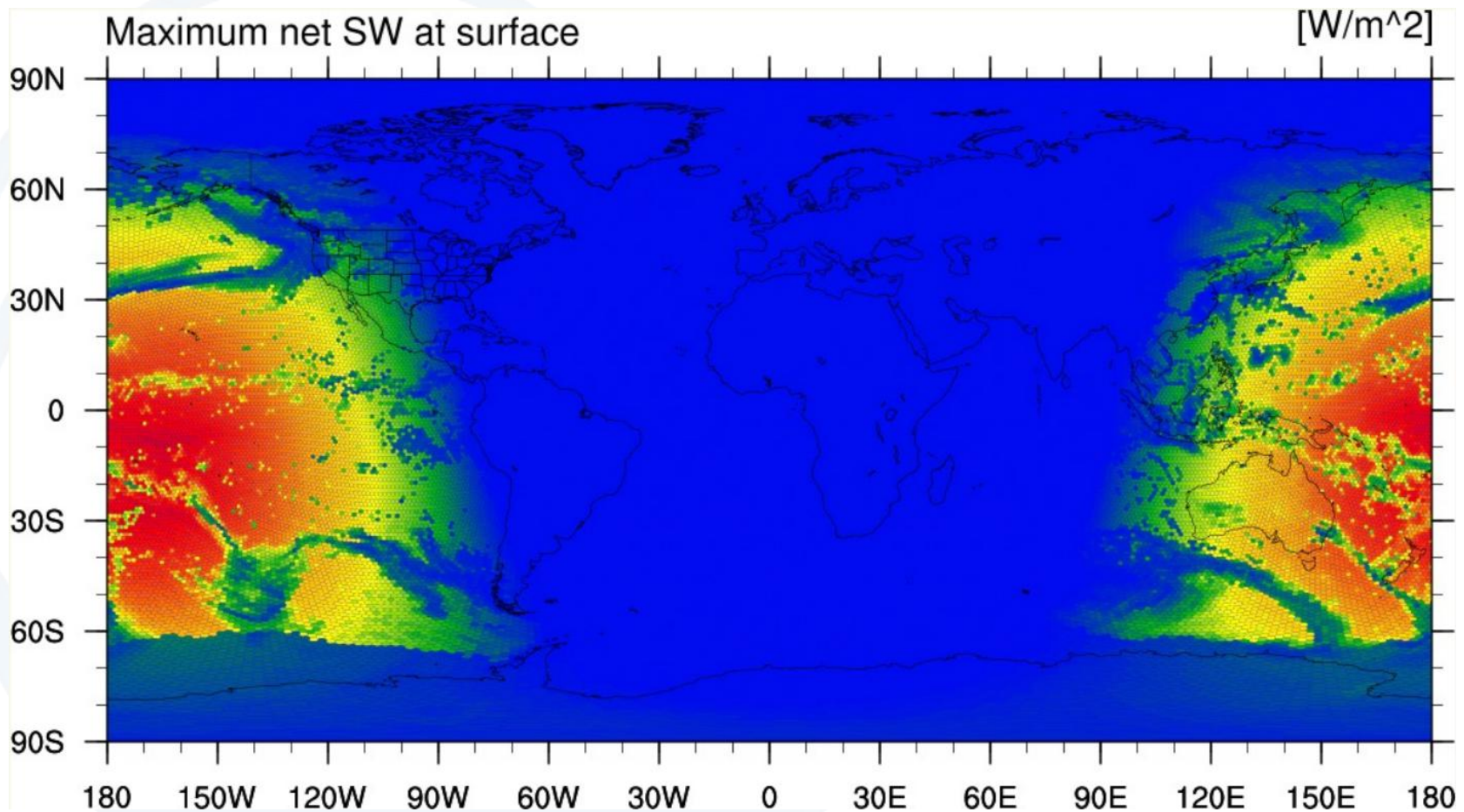
Vamos testá-lo da seguinte maneira:

Registrar o campo `gsw_max` a cada 60 minutos.

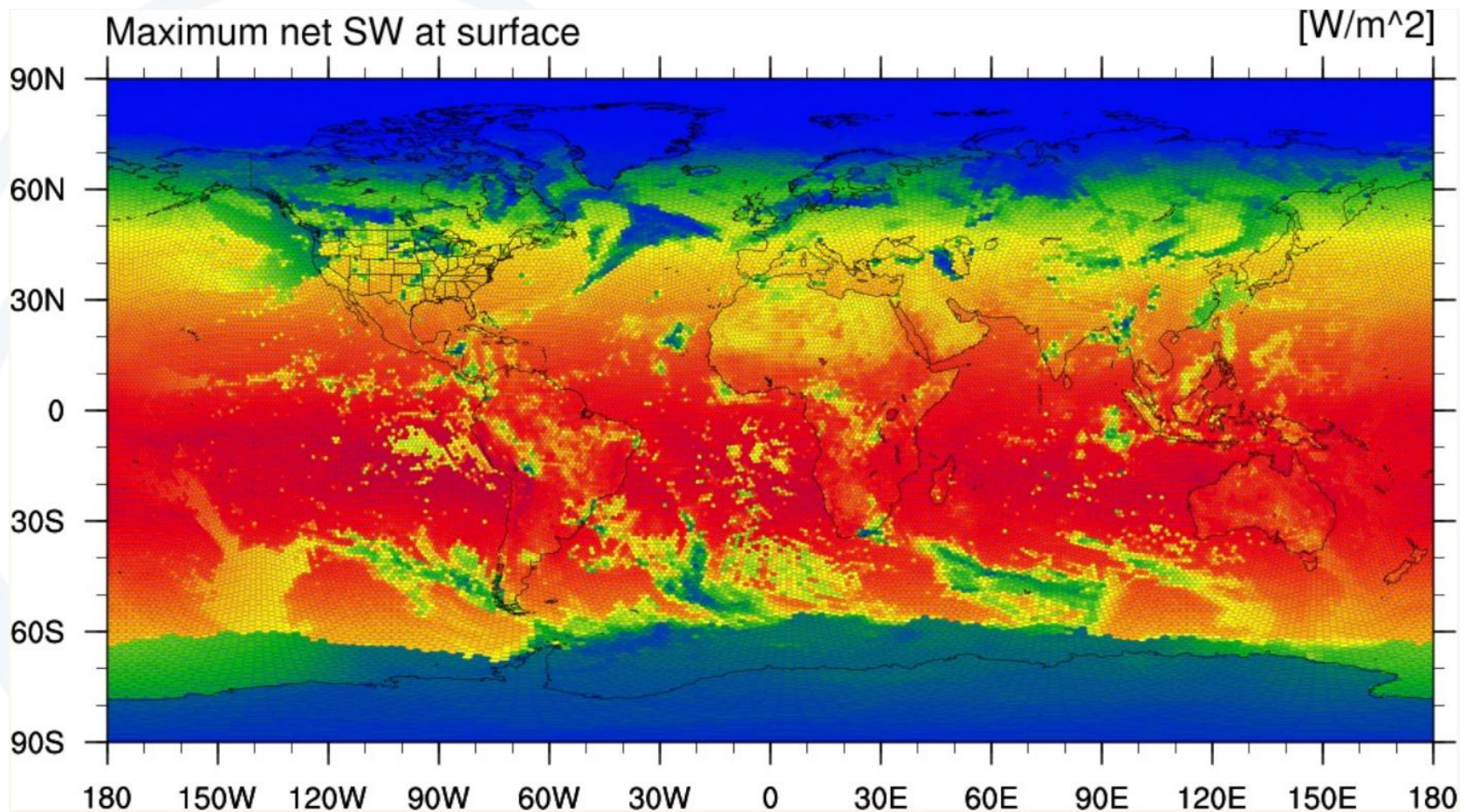
Registrar o campo `gsw_max` a cada 1440 minutos.

Nossa simulação de teste começará em 23 de outubro de 2010 às 00 UTC, e examinaremos a saída que obtemos em 24 de outubro de 2010 às 00 UTC.

7 Exemplo: 60-minute output interval



7 Exemplo: 1440-minute output interval





MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Obrigado



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

