Utilização do código OpenFoam na resolução de problemas de hidrodinâmica

José M. P. Conde

UNIDEMI - Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Mecânica e Industrial

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade Nova de Lisboa

Portugal

Resumo

- Significado de OpenFOAM
- Máquina virtual – VirtualBox
- OpenFoam.com
- OpenFoam.net
- IHFoam
- OlaFoam
- Verificação e validação
- Exemplos

Significado de OpenFOAM

- Open – aberto (em inglês)

- FOAM – Field Operation And Manipulation.

- é uma caixa de ferramentas (TOOLBOX) C++ para o desenvolvimento de solucionadores (SOLVERS) numéricos customizados e utilitários de pré/pós-processamento para a solução de problemas de mecânica contínua, incluindo mais proeminentemente dinâmica de fluidos computacional (CFD).

Máquina virtual

- Windows, existem versões Windows mas utilizam emuladores

- LINUX, as diferentes versões funcionam em

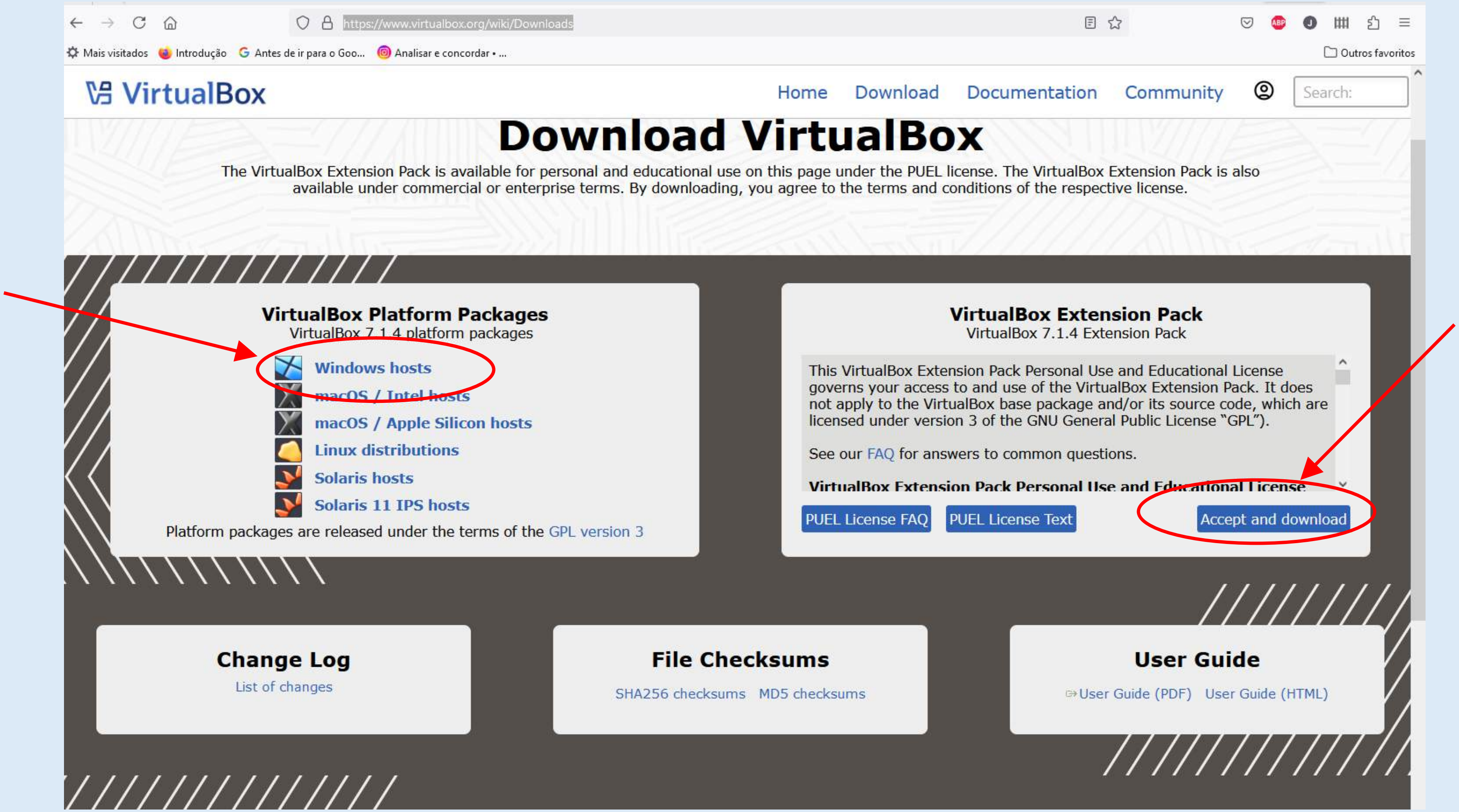
linux

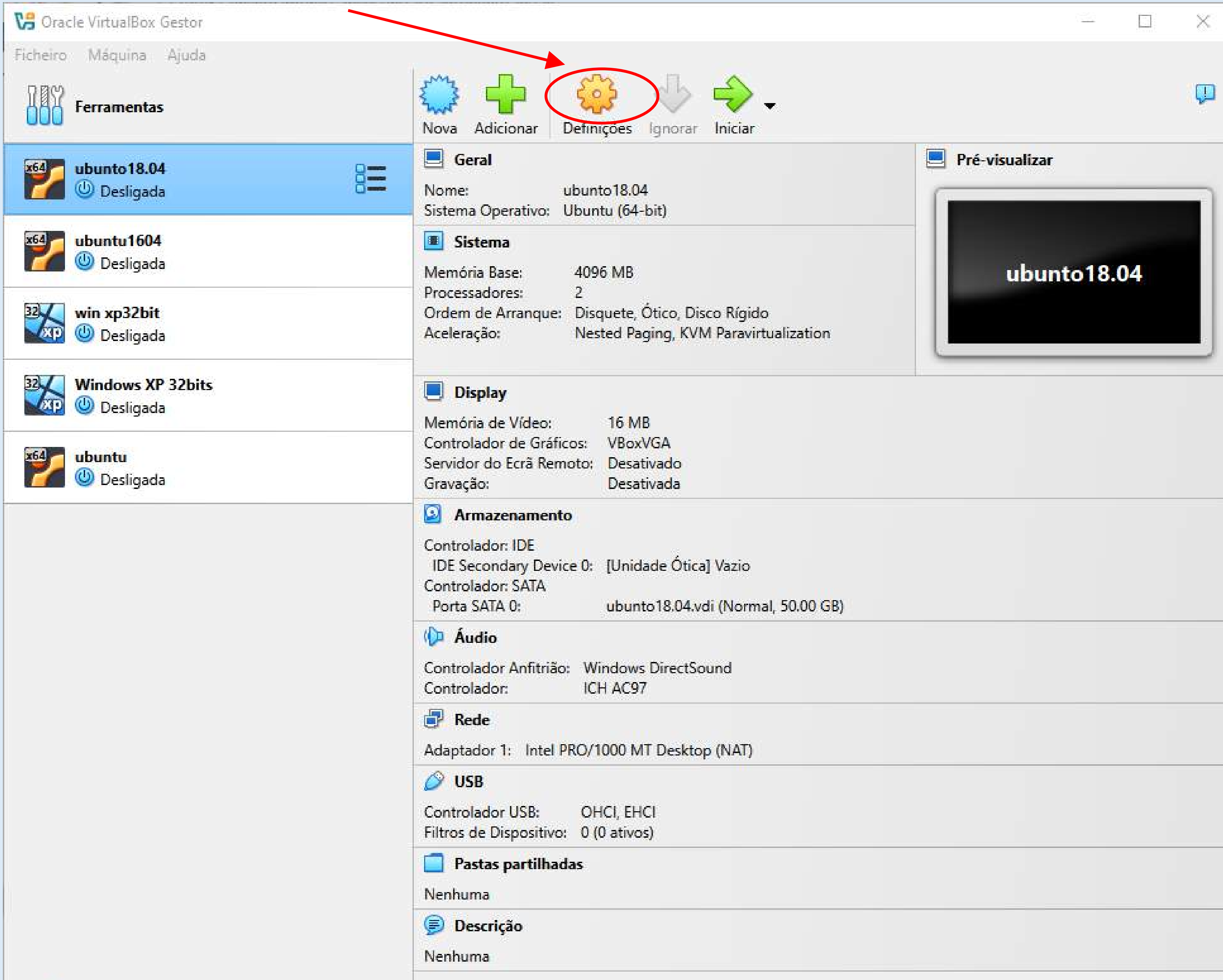
- Mas o computador que utilizo tem Windows, o que posso fazer?

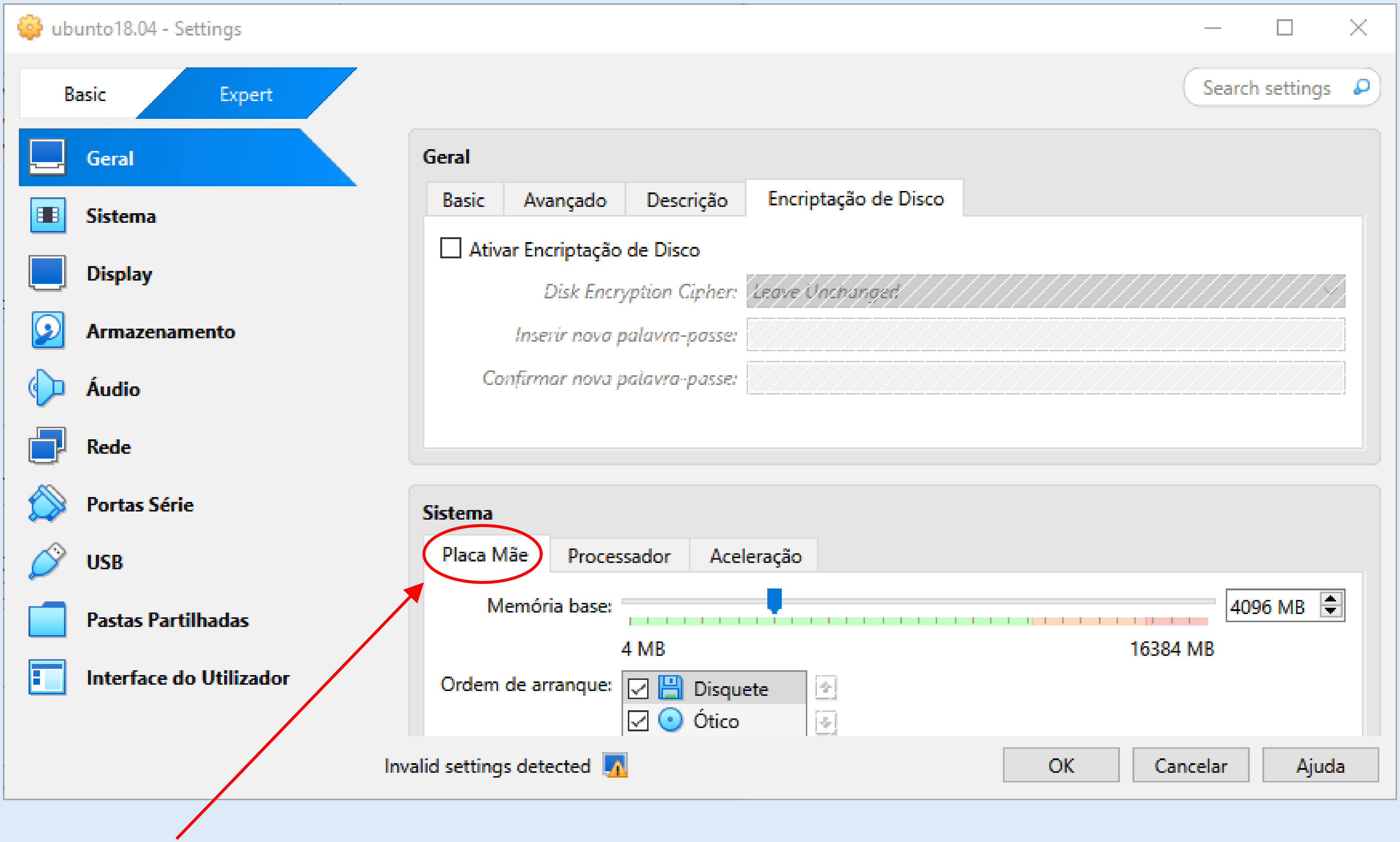
- Instalar o VirtualBox, que é emulador de Linux (e outros sistemas).

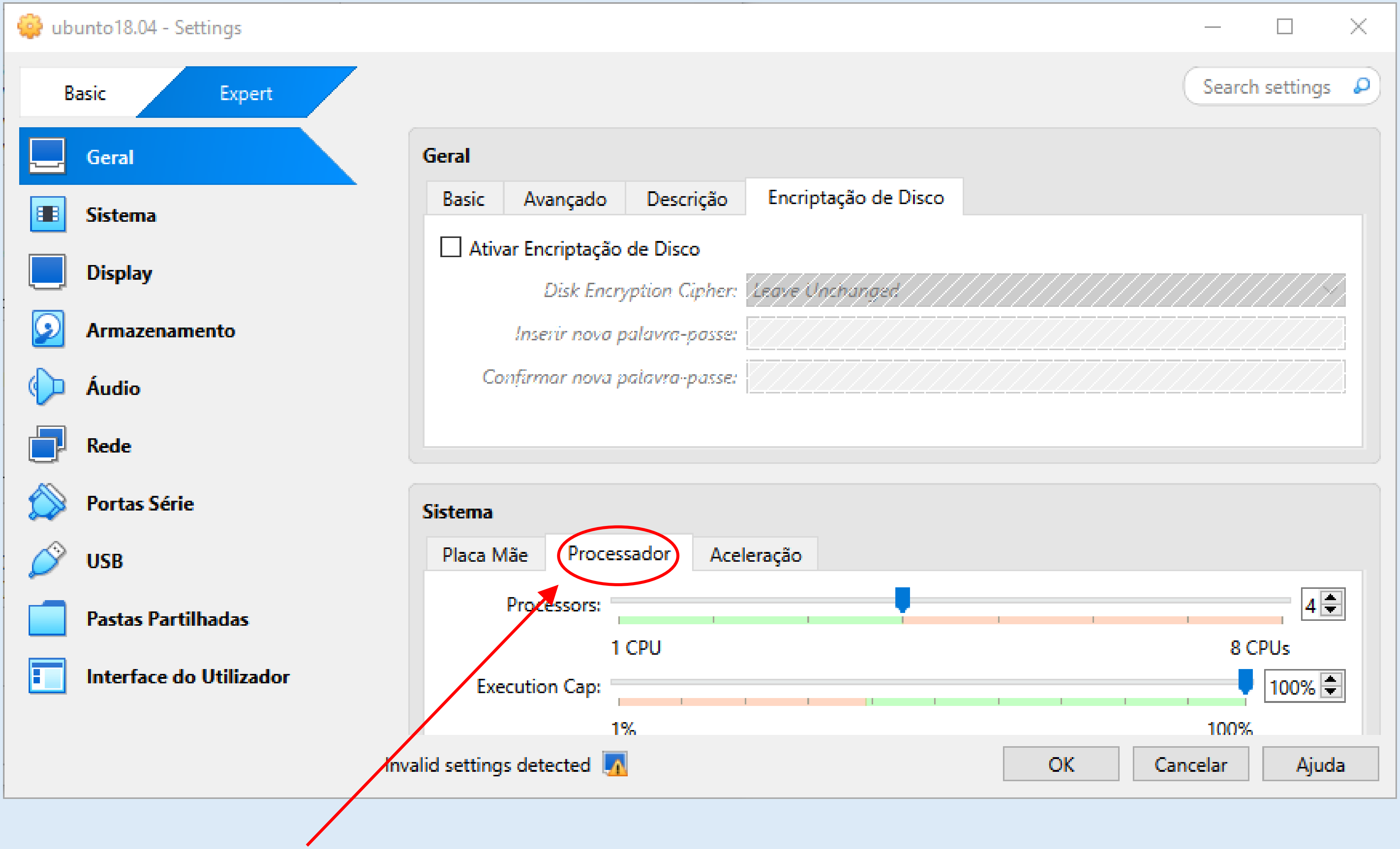
VirtualBOX

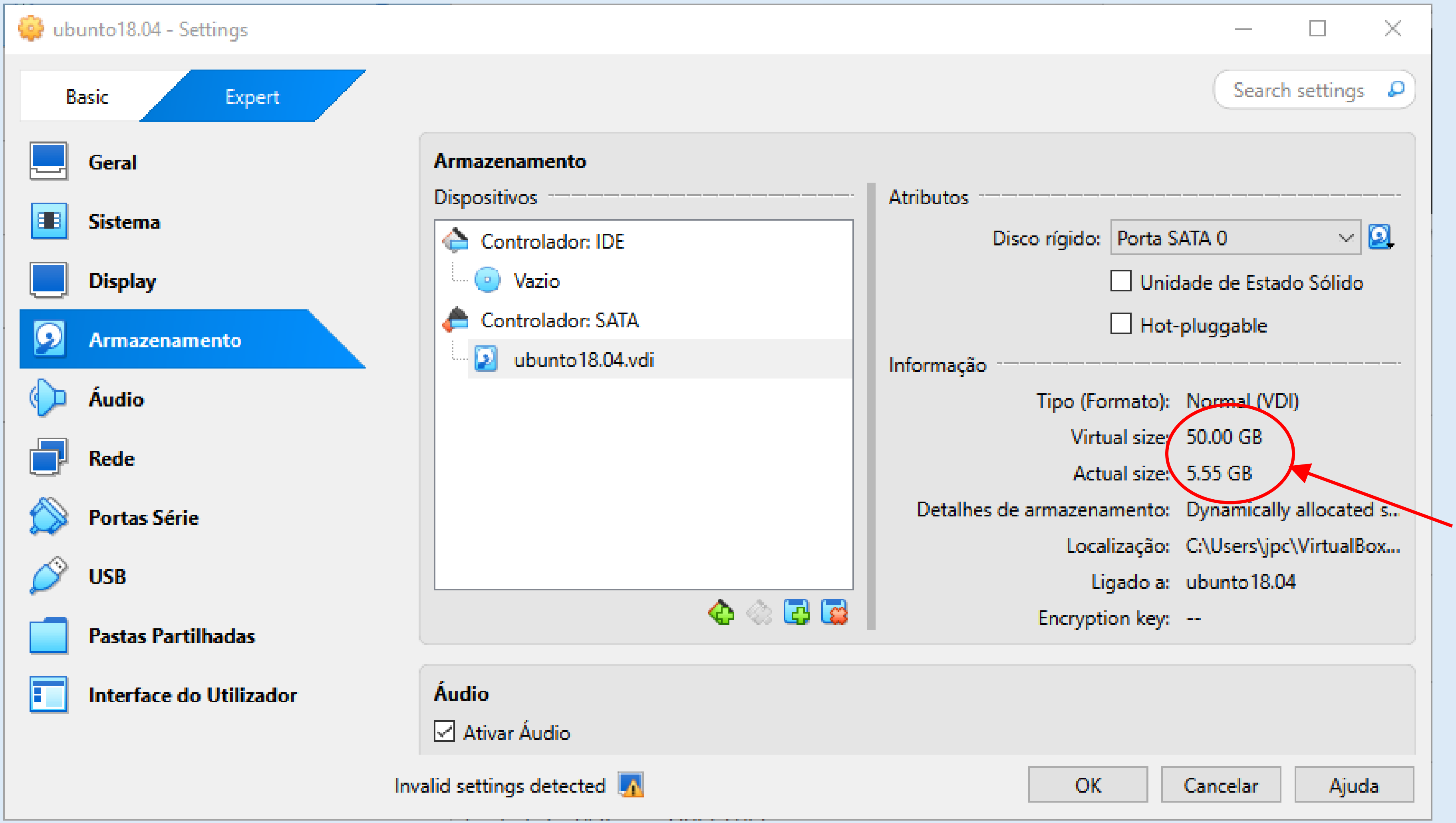
https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads




Oracle VirtualBox Gestor
Ficheiro Máquina Ajuda
Ferramentas
Nova
Adicionar
Definições
Ignorar
Iniciar
ubunto18.04
Desligada
ubuntu1604
Desligada
win xp32bit
Desligada
Windows XP 32bits
Desligada
ubuntu
Desligada
Geral
Nome: ubunto18.04
Sistema Operativo: Ubuntu (64-bit)
Sistema
Memória Base: 4096 MB
Processadores: 2
Ordem de Arranque: Disquete, Ótico, Disco Rígido
Aceleração: Nested Paging, KVM Paravirtualization
Pré-visualizar
ubunto18.04
Display
Memória de Vídeo: 16 MB
Controlador de Gráficos: VBoxVGA
Servidor do Ecrã Remoto: Desativado
Gravação: Desativada
Armazenamento
Controlador: IDE
IDE Secondary Device 0: [Unidade Ótica] Vazio
Controlador: SATA
Porta SATA 0: ubunto18.04.vdi (Normal, 50.00 GB)
Áudio
Controlador Anfitrião: Windows DirectSound
Controlador: ICH AC97
Rede
Adaptador 1: Intel PRO/1000 MT Desktop (NAT)
USB
Controlador USB: OHCI, EHCI
Filtros de Dispositivo: 0 (0 ativos)
Pastas partilhadas
Nenhuma
Descrição
Nenhuma

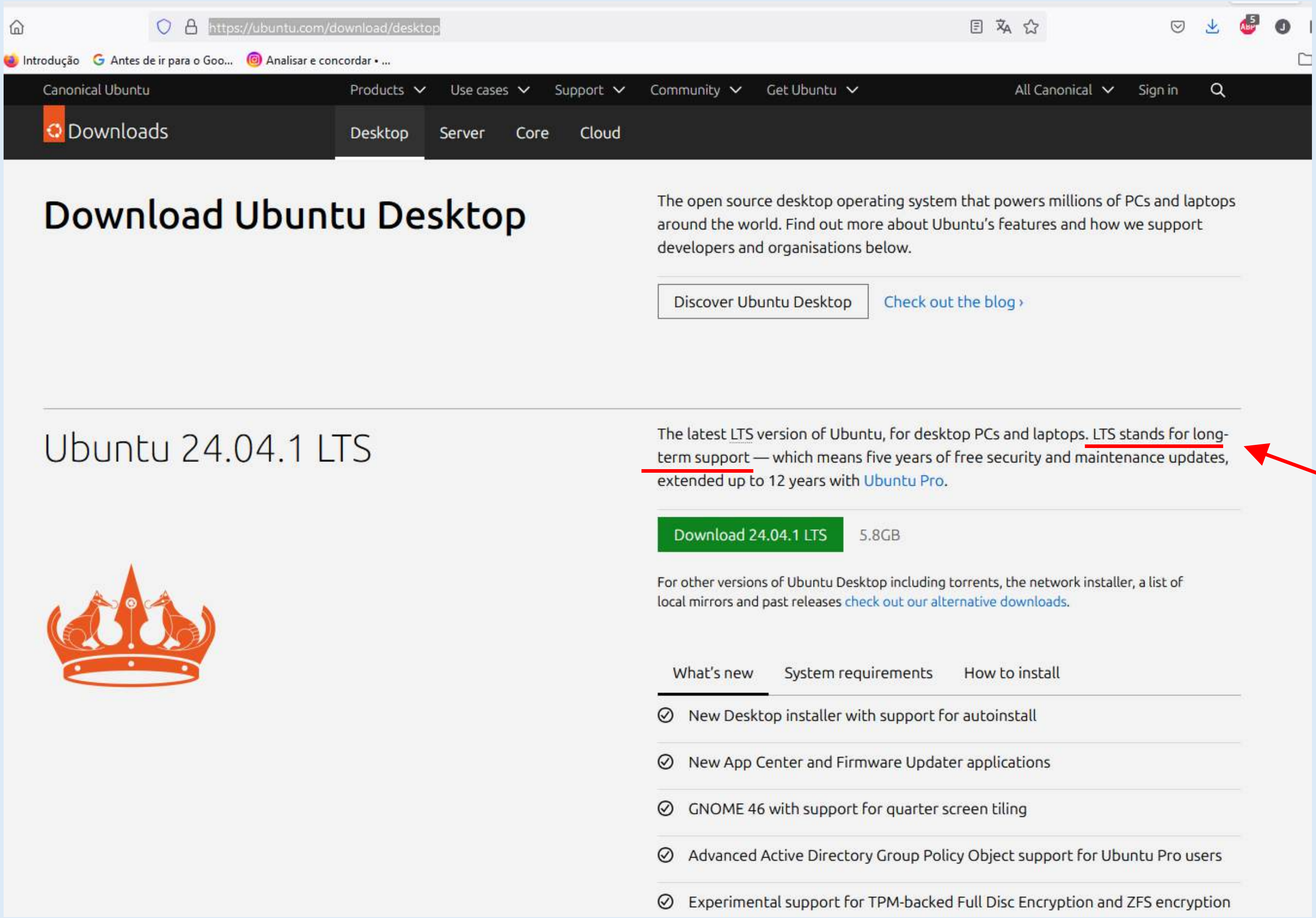

ubunto18.04 - Settings
Basic
Expert
Search settings
Geral
Sistema
Display
Armazenamento
Áudio
Rede
Portas Série
USB
Pastas Partilhadas
Interface do Utilizador
Geral
Basic
Avançado
Descrição
Encriptação de Disco
Ativar Encriptação de Disco
Disk Encryption Cipher:
Leave Unchanged
Inserir nova palavra-passe:
Confirmar nova palavra-passe:
Sistema
Placa Mãe
Processador
Aceleração
Memória base:
4096 MB
4 MB
16384 MB
Ordem de arranque:
Disquete
Ótico
Invalid settings detected
OK
Cancelar
Ajuda


ubunto18.04 - Settings
Basic
Expert
Search settings
Geral
Sistema
Display
Armazenamento
Áudio
Rede
Portas Série
USB
Pastas Partilhadas
Interface do Utilizador
Geral
Basic
Avançado
Descrição
Encriptação de Disco
Ativar Encriptação de Disco
Disk Encryption Cipher:
Leave Unchanged
Inserir nova palavra-passe:
Confirmar nova palavra-passe:
Sistema
Placa Mãe
Processador
Aceleração
Processors:
4
1 CPU
8 CPUs
Execution Cap:
100%
1%
100%
Invalid settings detected
OK
Cancelar
Ajuda


ubuntu18.04 - Settings
Basic
Expert
Search settings
Geral
Sistema
Display
Armazenamento
Áudio
Rede
Portas Série
USB
Pastas Partilhadas
Interface do Utilizador
Armazenamento
Dispositivos
Controlador: IDE
Vazio
Controlador: SATA
ubunto18.04.vdi
Atributos
Disco rígido: Porta SATA 0
Unidade de Estado Sólido
Hot-pluggable
Informação
Tipo (Formato): Normal (VDI)
Virtual size: 50.00 GB
Actual size: 5.55 GB
Detalhes de armazenamento: Dynamically allocated s...
Localização: C:\Users\jpc\VirtualBox...
Ligado a: ubunto18.04
Encryption key: --
Áudio
Ativar Áudio
Invalid settings detected
OK
Cancelar
Ajuda

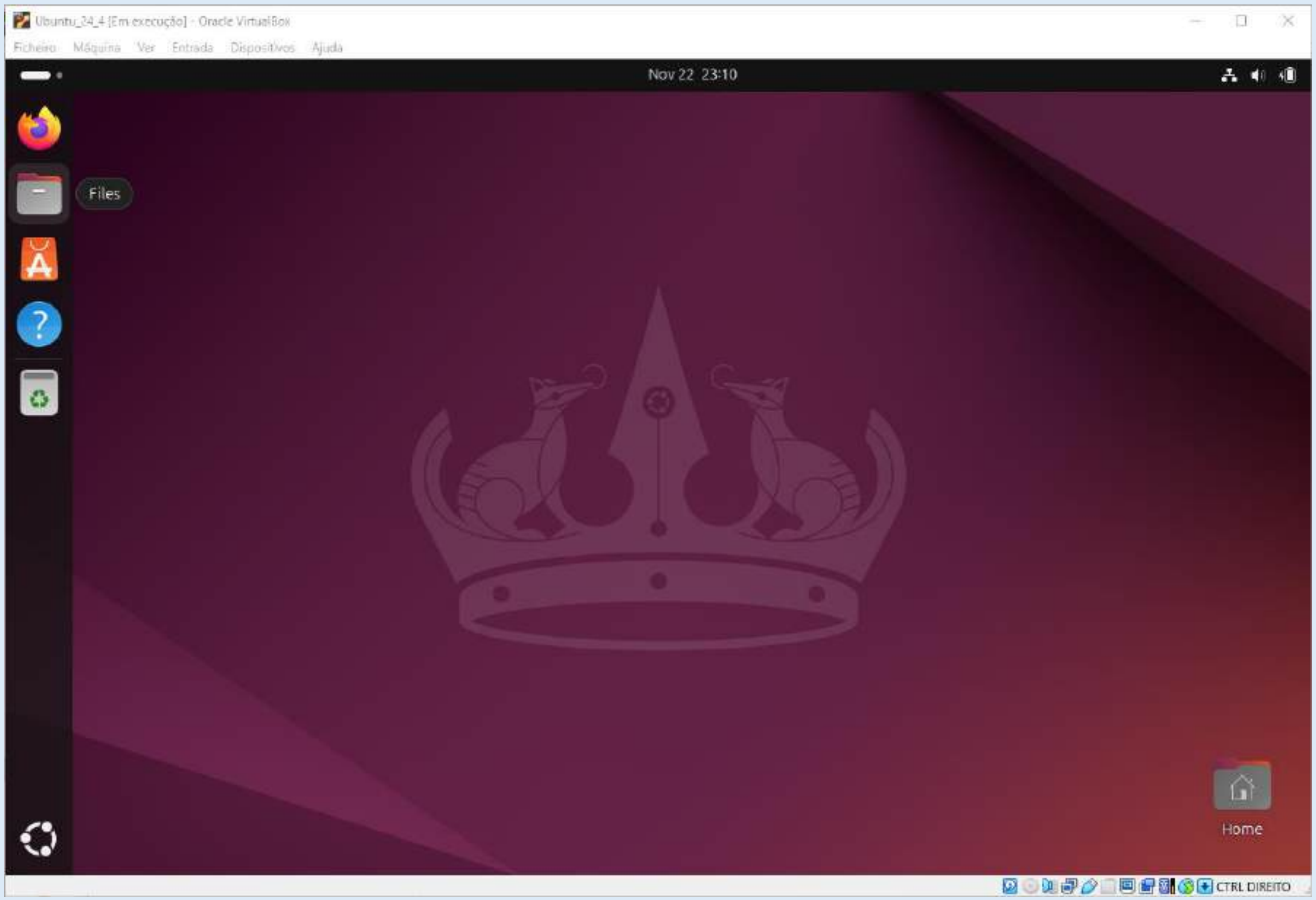
Instalar ubuntu

- Descarregar Ubuntu (https://ubuntu.com/download/desktop)



Instalar ubuntu

- Na virtualbox
- Ou numa máquina física.



OpenFOAM

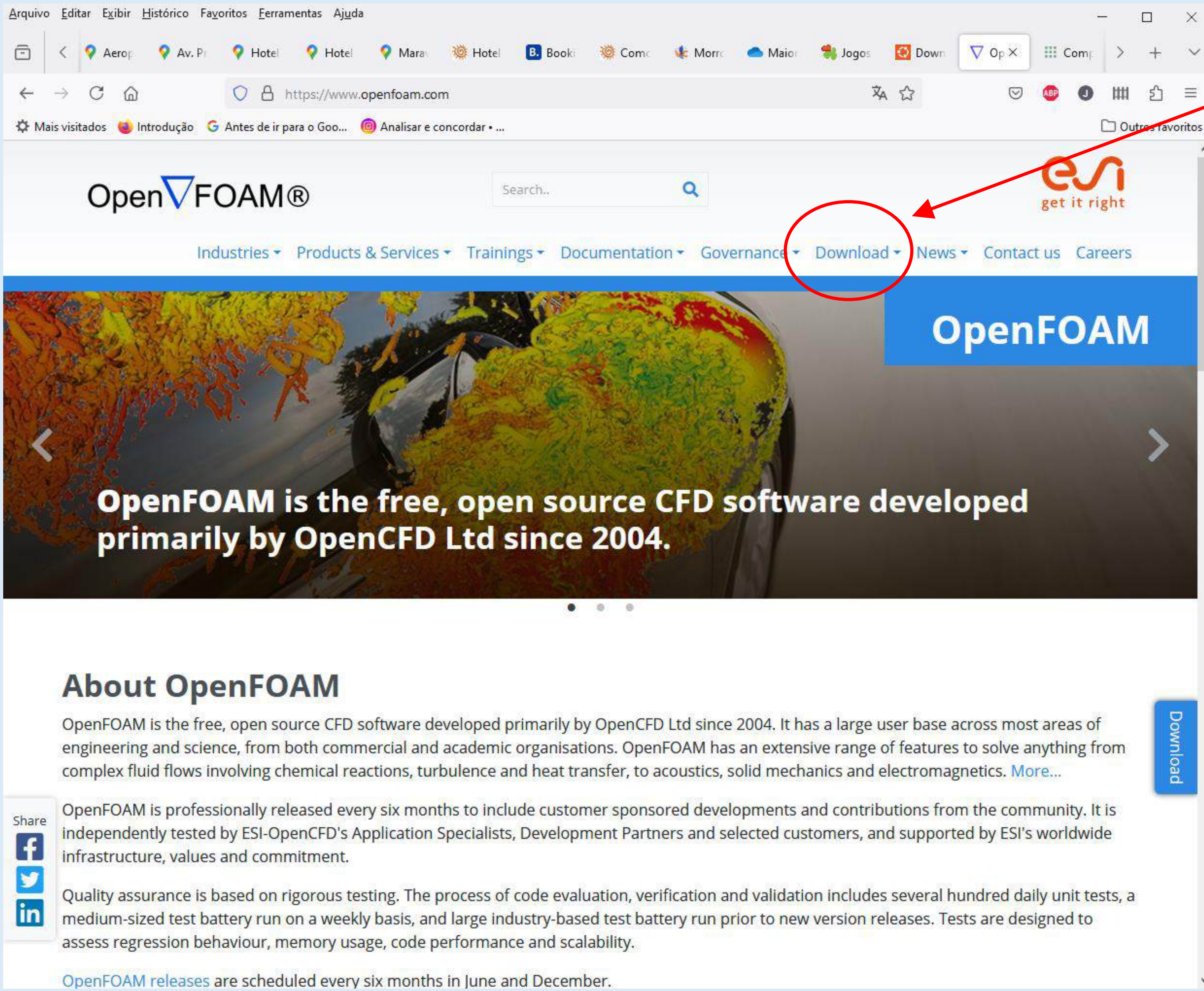
- https://www.openfoam.com/
- https://openfoam.org/
- Ihfoam (https://ihfoam.ihcantabria.com/)
- Olaflow (https://olaflow.github.io/)

História:

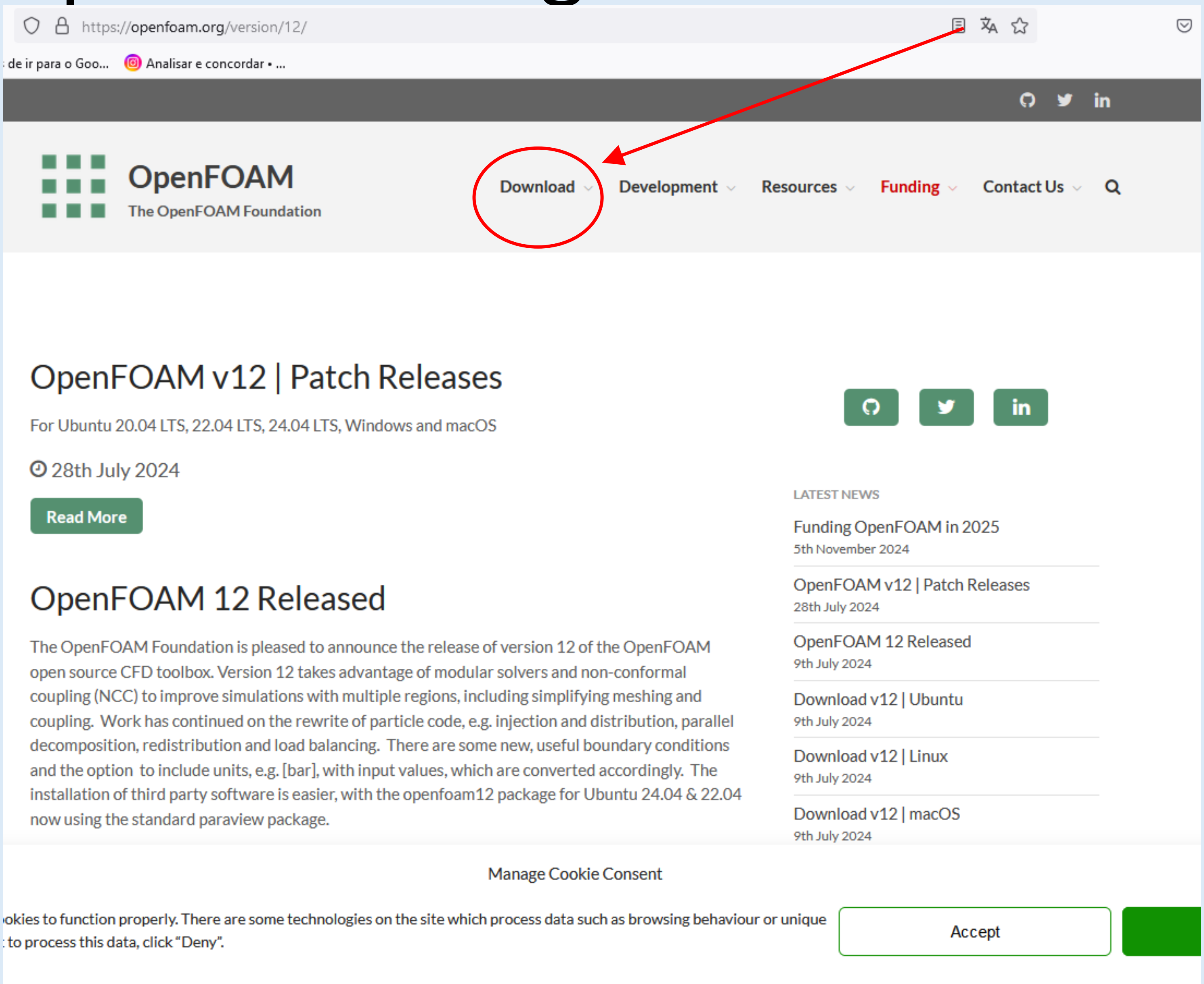
- OpenFoam foi desenvolvido por
- **Hrvoje Jasak** e **Henry Weller.**


- https://www.cfd-online.com/Forums/openfoam/152605-original-openfoam-author-s.html
- https://en.wikipedia.org/wiki/OpenFOAM
- https://www.ams.org/journals/notices/201404/rnoti-p354.pdf

OpenFOAM.com

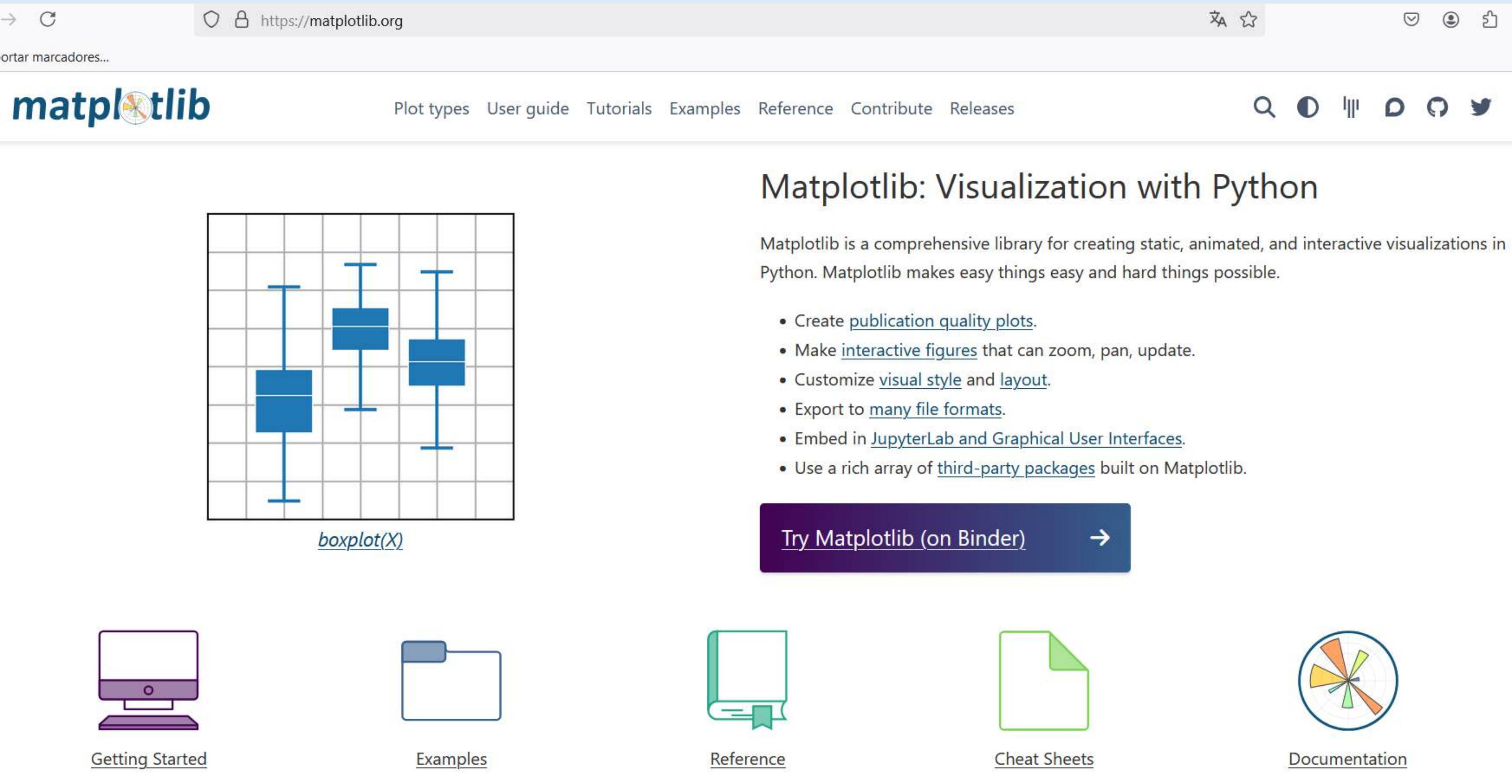


OpenFOAM.org

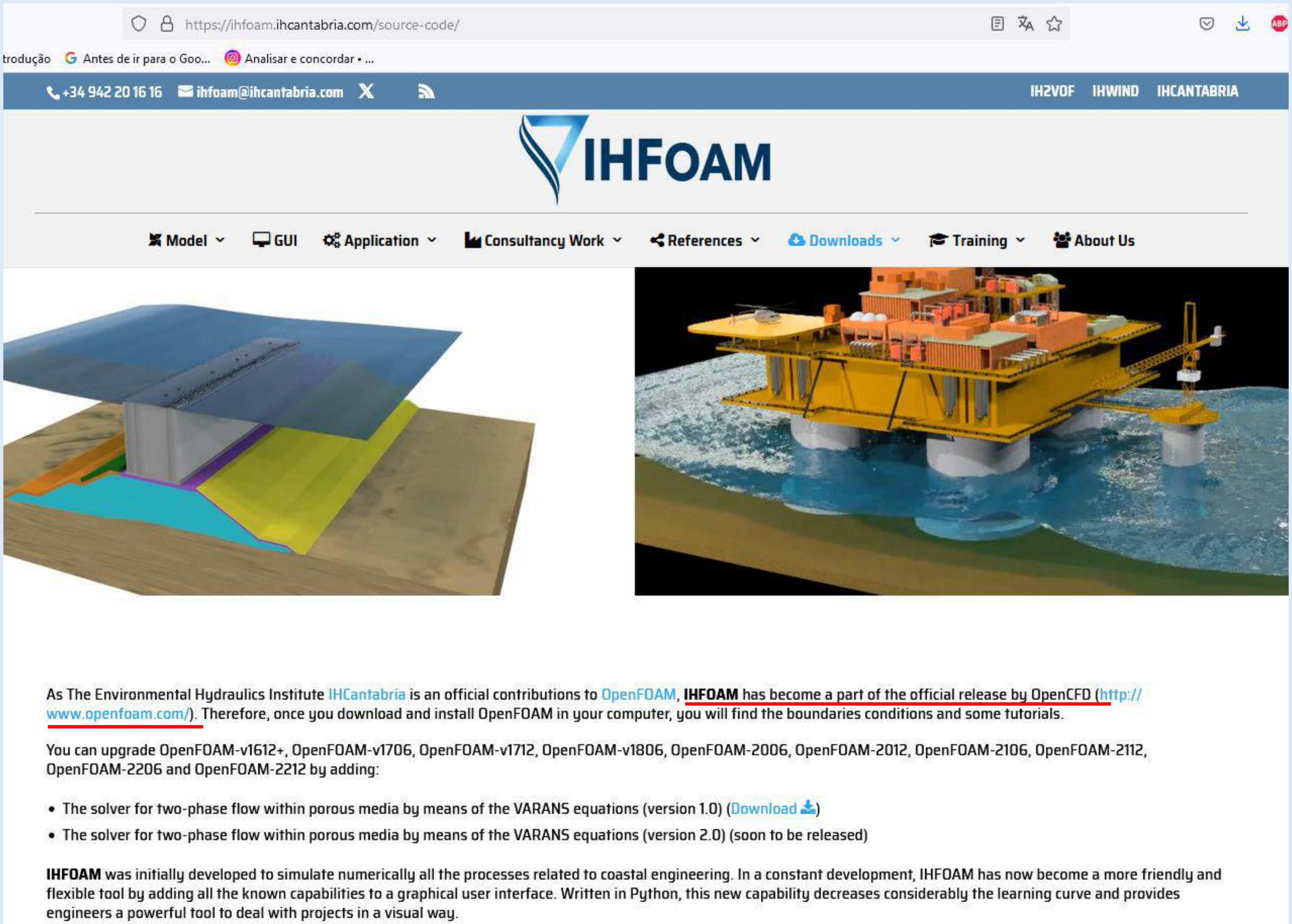


matplotlib

O ihfoam e o olafoam tambem necessitam do modulo pylab para fazer graficos. Matplotlib é uma livraria Python 2D.



IHFOAM (https://ihfoam.ihcantabria.com/)



https://ihfoam.ihcantabria.com/source-code/

trodução | Antes de ir para o Goo... | Analisar e concordar • ...

+34 942 20 16 16 | ihfoam@ihcantabria.com | IH2VOF | IHWIND | IHCANTABRIA

IHFOAM

Model | GUI | Application | Consultancy Work | References | Downloads | Training | About Us

As The Environmental Hydraulics Institute IHCantabria is an official contributions to OpenFOAM, **IHFOAM** has become a part of the official release by OpenCFD (http://www.openfoam.com/). Therefore, once you download and install OpenFOAM in your computer, you will find the boundaries conditions and some tutorials.

You can upgrade OpenFOAM-v1612+, OpenFOAM-v1706, OpenFOAM-v1712, OpenFOAM-v1806, OpenFOAM-2006, OpenFOAM-2012, OpenFOAM-2106, OpenFOAM-2112, OpenFOAM-2206 and OpenFOAM-2212 by adding:

- The solver for two-phase flow within porous media by means of the VARANS equations (version 1.0) (Download)
- The solver for two-phase flow within porous media by means of the VARANS equations (version 2.0) (soon to be released)

IHFOAM was initially developed to simulate numerically all the processes related to coastal engineering. In a constant development, IHFOAM has now become a more friendly and flexible tool by adding all the known capabilities to a graphical user interface. Written in Python, this new capability decreases considerably the learning curve and provides engineers a powerful tool to deal with projects in a visual way.

IHFOAM (https://ihfoam.ihcantabria.com/)

- Javier L. Lara contribuiu para o desenvolvimento do Cobras (Cornell Breaking Wave and Structures) (depois designado IH2VOF) e o IH3VOF, mas teve problemas de convergência por isso passou para o OpenFOAM.

OlaFlow (https://olaflow.github.io/)

- Pablo Higuera Caubilla desenvolveu o IHFoam e depois o OlaFLOW.
- Sendo o código muito parecido com a primeira versão de IHFOAM.

Extrutura do OpenFOAM

- O OpenFOAM é uma biblioteca C++, utilizada principalmente para criar executáveis, conhecidos como aplicações.
- As aplicações se enquadram em duas categorias:

- solucionadores, cada um concebido para resolver um problema específico em mecânica contínua;

- utilitários concebidos para executar tarefas que envolvem a manipulação de dados.

OpenFoam.com versão v2406
e
OpenFoam.org versão v12

Extrutura do OpenFOAM

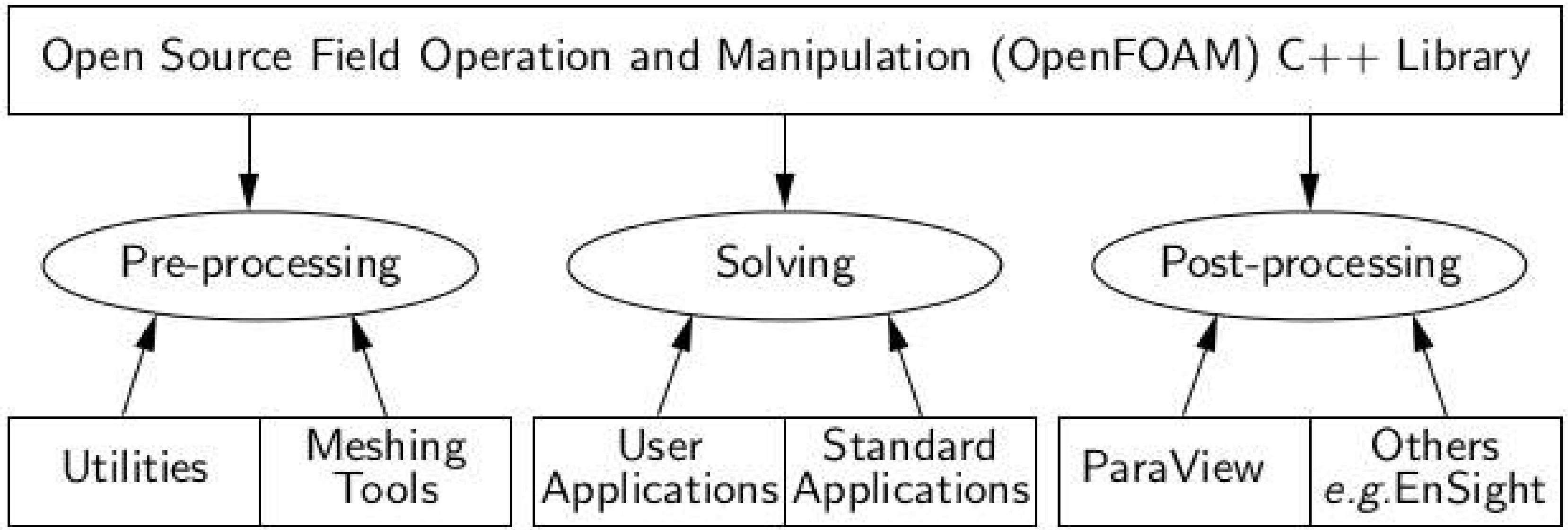


Figure 1.1: Overview of OpenFOAM structure.

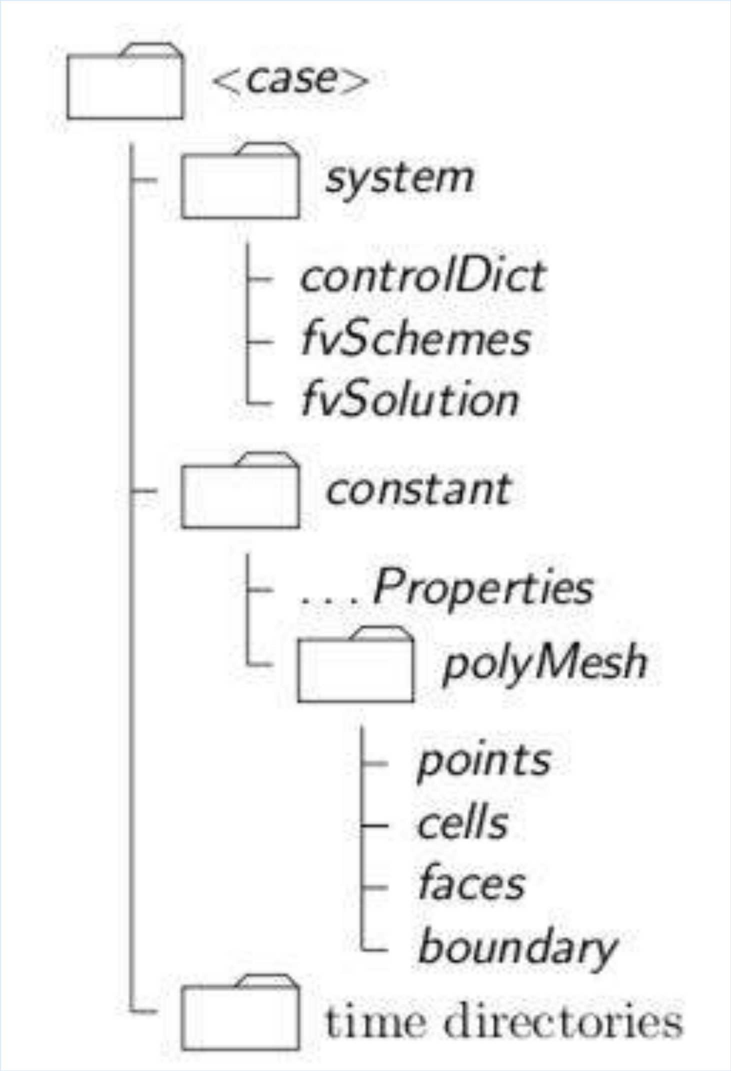
Extrutura do OpenFOAM

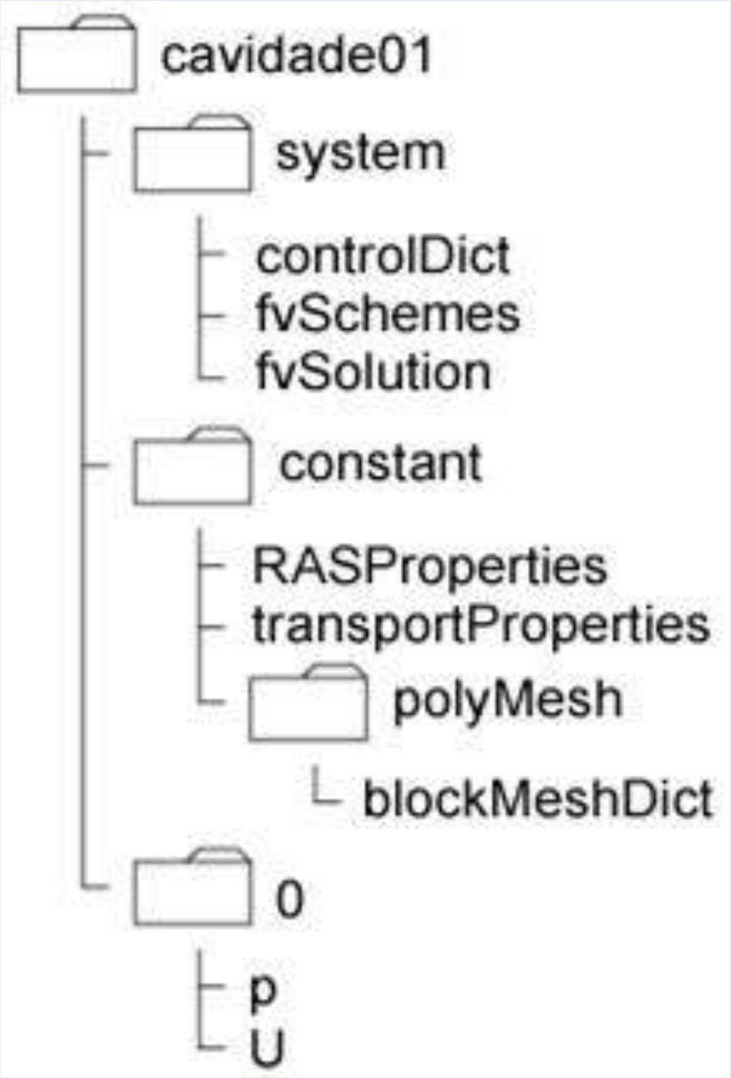
- A distribuição OpenFOAM contém numerosos solucionadores e utilitários que cobrem uma vasta gama de problemas.

- O OpenFOAM é fornecido com ambientes de pré e pós-processamento.

- A interface para o pré e pós-processamento são utilitários OpenFOAM, garantindo assim um tratamento consistente dos dados em todos os ambientes.

- A estrutura básica de directórios para um caso OpenFOAM





Construção da malha

Utilitário **blockMesh**

```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
| =========                 |                                                 |
| \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox           |
|  \\    /   O peration     | Version:  2.2.2                                 |
|   \\  /    A nd           | Web:      www.OpenFOAM.org                      |
|    \\/     M anipulation  |                                                 |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       dictionary;
    object      blockMeshDict;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

convertToMeters 1;

vertices
(
    (0 0 0) //vertex 0
    (1 0 0) //vertex 1
    (1 1 0) //vertex 2
    (0 1 0) //vertex 3
    (0 0 1) //vertex 4
    (1 0 1) //vertex 5
    (1 1 1) //vertex 6
    (0 1 1) //vertex 7
);
```

```
blocks
(
    hex (0 1 2 3 4 5 6 7) (81 81 1) simpleGrading (1 1 1)
);

edges
(
);

boundary
(
    movingWall
    {
        type wall;
        faces
        (
            (3 7 6 2)
        );
    }
    fixedWalls
    {
        type wall;
        faces
        (
            (0 4 7 3)
            (2 6 5 1)
            (1 5 4 0)
        );
    }
    frontAndBack
    {
        type empty;
        faces
        (
            (0 3 2 1)
            (4 5 6 7)
        );
    }
);

mergePatchPairs
(
);
```

Discretização x, y, z

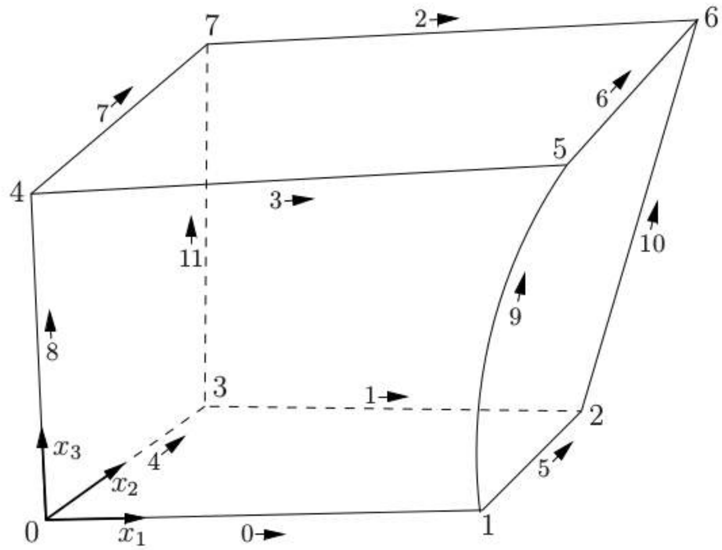
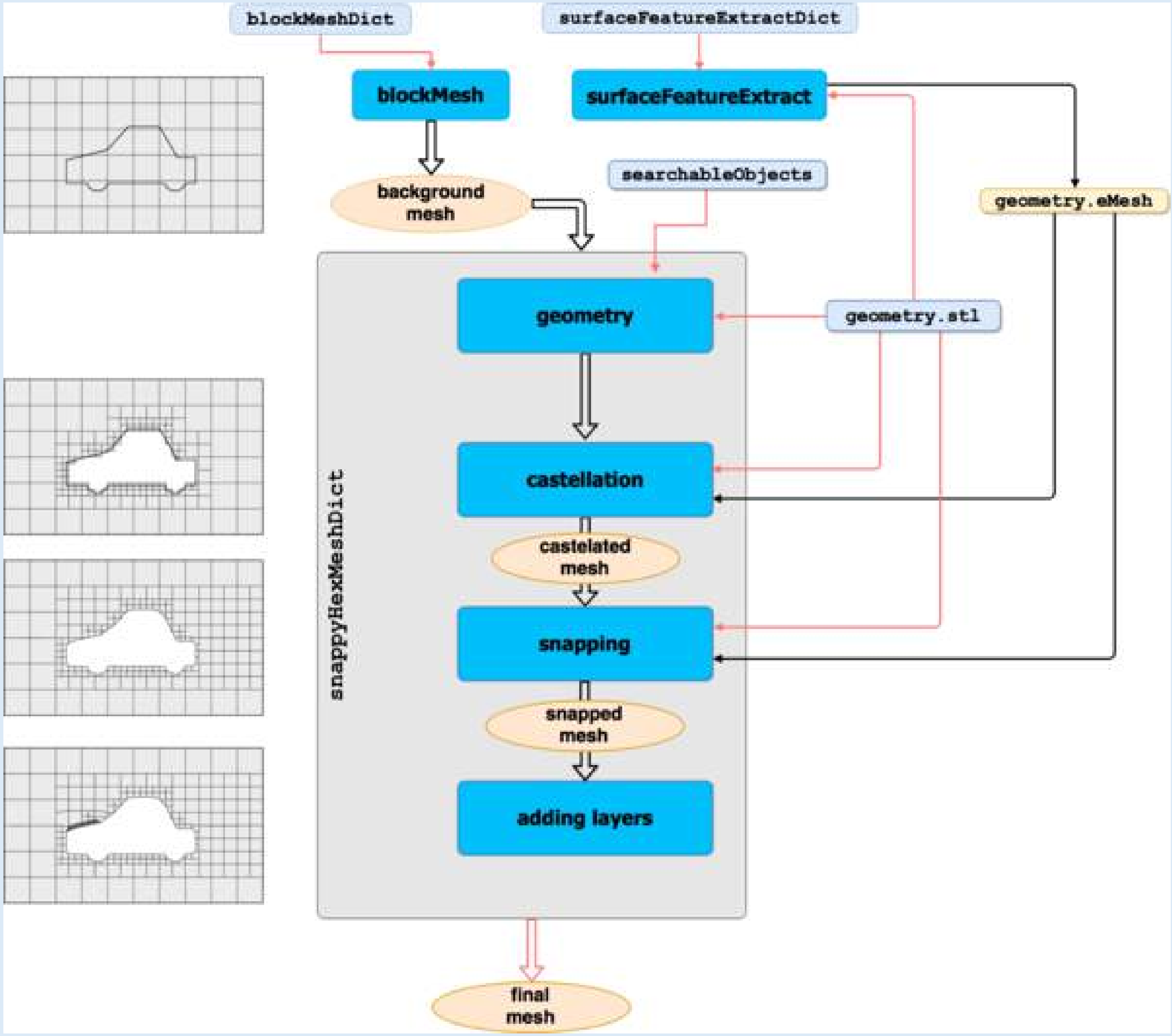


Figure 5.4: A single block

Utilitário: snappyHexMesh



- Outro método: conversão de malha

Malha feita no gambit.

Mesh conversion	
ansysToFoam	Converts an ANSYS input mesh file, exported from I-DEAS, to OpenFOAM format
cfx4ToFoam	Converts a CFX 4 mesh to OpenFOAM format
datToFoam	Reads in a datToFoam (.dat) mesh file and outputs a points file. Used in conjunction with blockMesh
fluent3DMeshToFoam	Converts a Fluent mesh to OpenFOAM format
fluentMeshToFoam	Converts a Fluent mesh to OpenFOAM format including multiple region and region boundary handling
foamMeshToFluent	Writes out the OpenFOAM mesh in Fluent mesh format
foamToStarMesh	Reads an OpenFOAM mesh and writes a PROSTAR (v4) bnd/cel/vrt format
foamToSurface	Reads an OpenFOAM mesh and writes the boundaries in a surface format
gambitToFoam	Converts a GAMBIT mesh to OpenFOAM format
gmshToFoam	Reads .msh file as written by Gmsh
ideasUnvToFoam	I-Deas unv format mesh conversion
kivaToFoam	Converts a KIVA grid to OpenFOAM format
mshToFoam	Converts .msh file generated by the Adventure system
netgenNeutralToFoam	Converts neutral file format as written by Netgen v4.4
plot3dToFoam	Plot3d mesh (ascii/formatted format) converter
sammToFoam	Converts a STAR-CD (v3) SAMM mesh to OpenFOAM format
star3ToFoam	Converts a STAR-CD (v3) PROSTAR mesh into OpenFOAM format
star4ToFoam	Converts a STAR-CD (v4) PROSTAR mesh into OpenFOAM format
tetgenToFoam	Converts .ele and .node and .face files, written by tetgen
writeMeshObj	For mesh debugging: writes mesh as three separate OBJ files which can be viewed with e.g. javaview

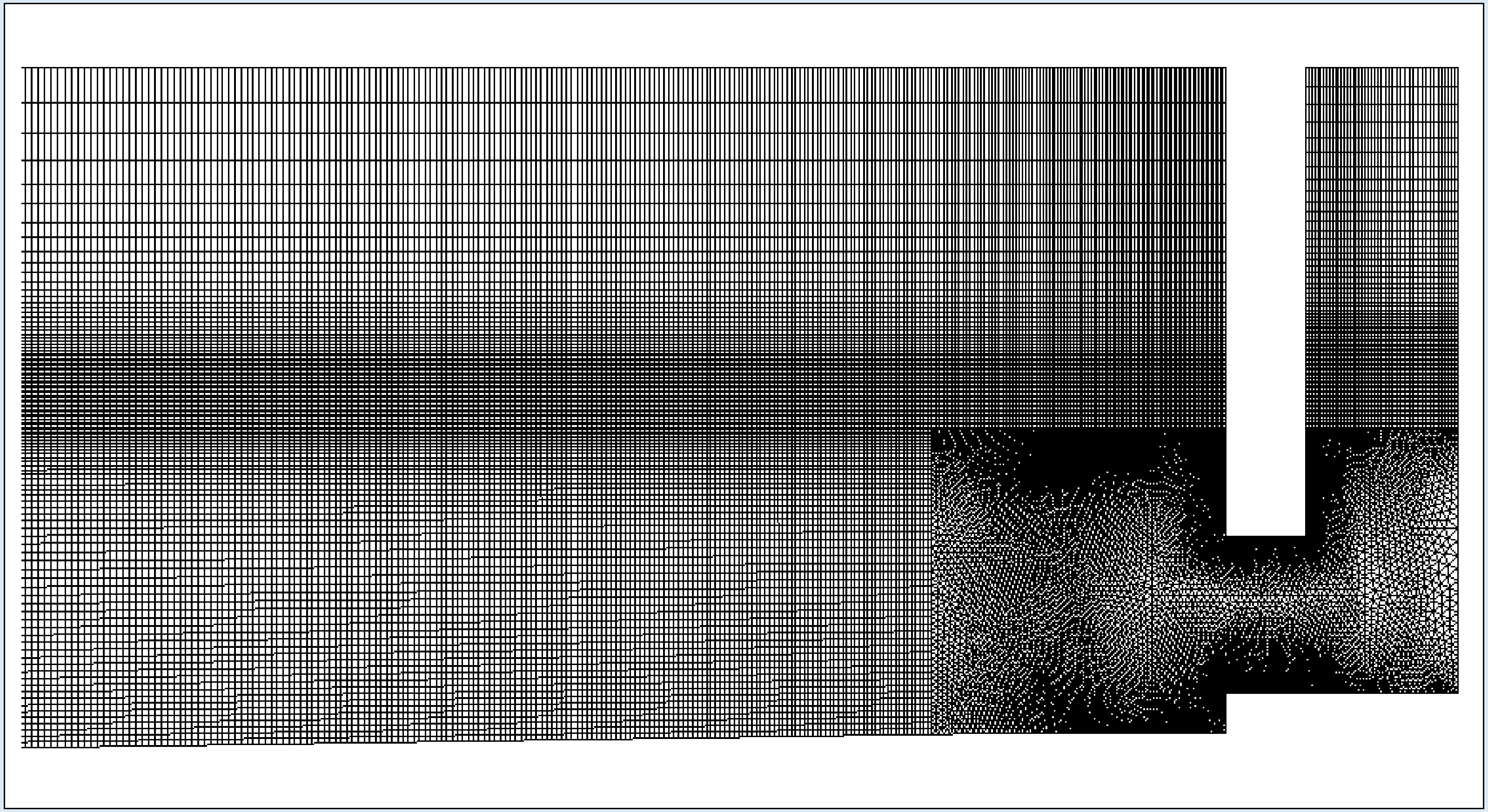
exemplo

Escrever o comando no terminal:

>fluentMeshToFoam canal10.msh

Fazer a malha noutro programa. Ex: gambit .

>rotateMesh -constant -noZero "(0 1 0)" "(0 0 1)"



IHFOAM (ou OLAFLOW)

- Solver IHFoam é baseado no solver InterFoam que permite resolver problemas bifásicos, permite um grande número de teorias de geração de ondas e absorção ativa de ondas.

- Identifica a superfície livre pelo método VoF. Este método utiliza uma variável, a fração de volume, que varia entre 1 e 0 consoante a quantidade existente de água na célula, 1 se for somente água, 0 se for o ar e entre 1 e 0 se for a interface entre ar e água.

IHFOAM

- Para obter uma interface bem definida, utiliza o método limitador multidimensional universal para solução explícita (Multidimensional Universal Limiter for Explicit Solution, MULES).

- Na resolução do sistema de equações RANS é utilizado o algoritmo PIMPLE, que é uma combinação dos algoritmos SIMPLE e PISO.

- <u>Sistema de equações</u>

$$\frac{\partial \rho \mathbf{u}}{\partial t} + \nabla \cdot \left[\rho \mathbf{u}\mathbf{u}^T \right] = \tag{1}$$

$$-\nabla p^* - \mathbf{g} \cdot \mathbf{x} \nabla \rho + \nabla \cdot \left[\mu \nabla \mathbf{u} + \rho \boldsymbol{\tau} \right] + \sigma_T \kappa_\alpha \nabla \alpha$$

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} + \nabla \cdot \left[\mathbf{u} \alpha \right] + \nabla \cdot \left[\mathbf{u}_r \alpha \left(1 - \alpha \right) \right] = 0 \tag{3}$$

$$\boldsymbol{\tau} = \frac{2}{\rho} \mu_t \left[\frac{1}{2} \left(\nabla \mathbf{u} + \left(\nabla \mathbf{u} \right)^T \right) \right] - \frac{2}{3} k \mathbf{I} \tag{4}$$

- Modelo de turbulência k-ε standard ou outros.

Estrutura do caso

Os casos OpenFOAM são configurados utilizando vários ficheiros de entrada de texto simples localizados nos três diretórios:

- *system*

controlDict

fvSchemes

fvSolution

<system dictionaries>

- *constant*

polyMesh

<constant dictionaries>

- <*initial time directory*>

<field files>

<*result time directories*>: field predictions as a function of iteration count or time

postProcessing: data typically generated by function objects

data conversion, e.g. *VTK*

Solvers

Modules

[Basic solvers]

[Combustion solvers]

[Compressible flow solvers]

[Direct Numerical Simulation solvers]

[Discrete method solvers]

[Electro-magnetics solvers]

[Financial solvers]

[Heat transfer solvers]

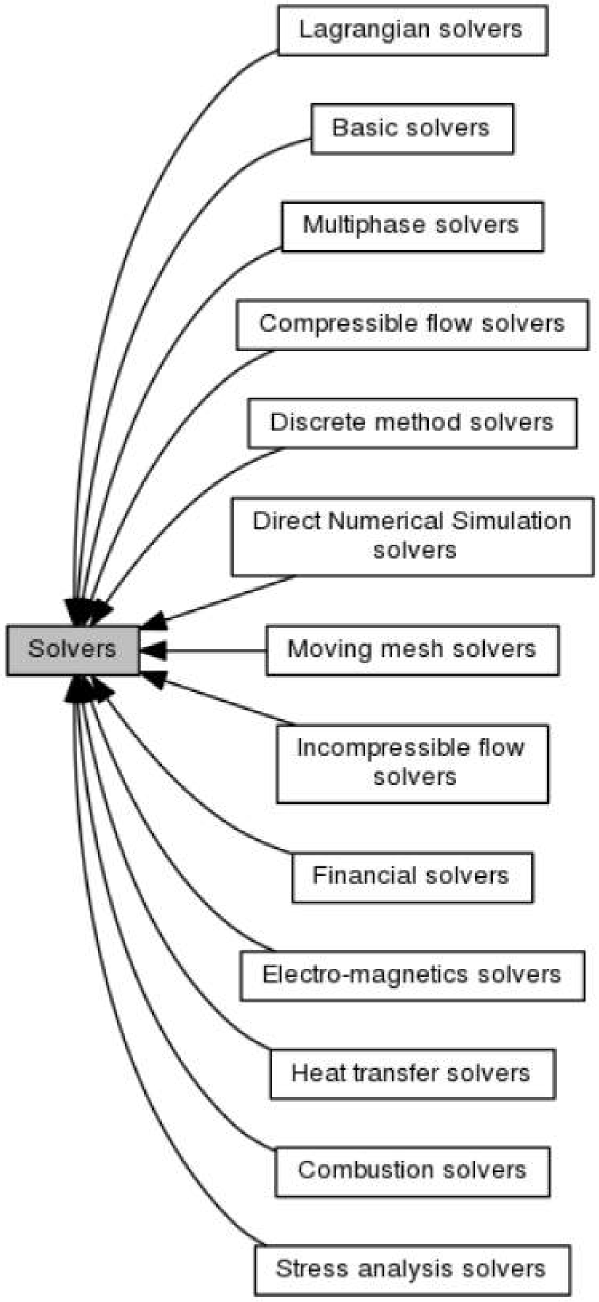
[Incompressible flow solvers]

[Lagrangian solvers]

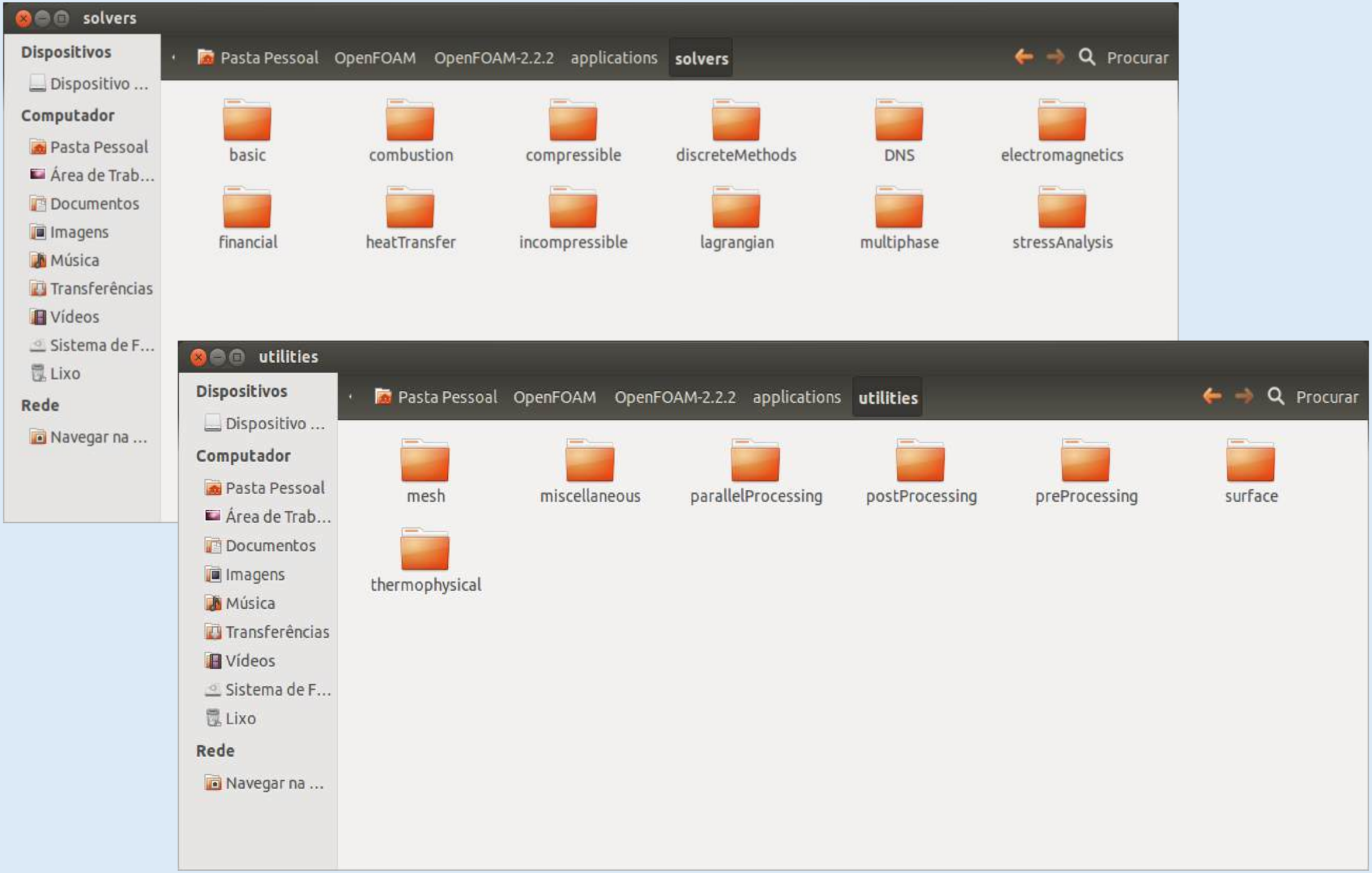
[Moving mesh solvers]

[Multiphase solvers]

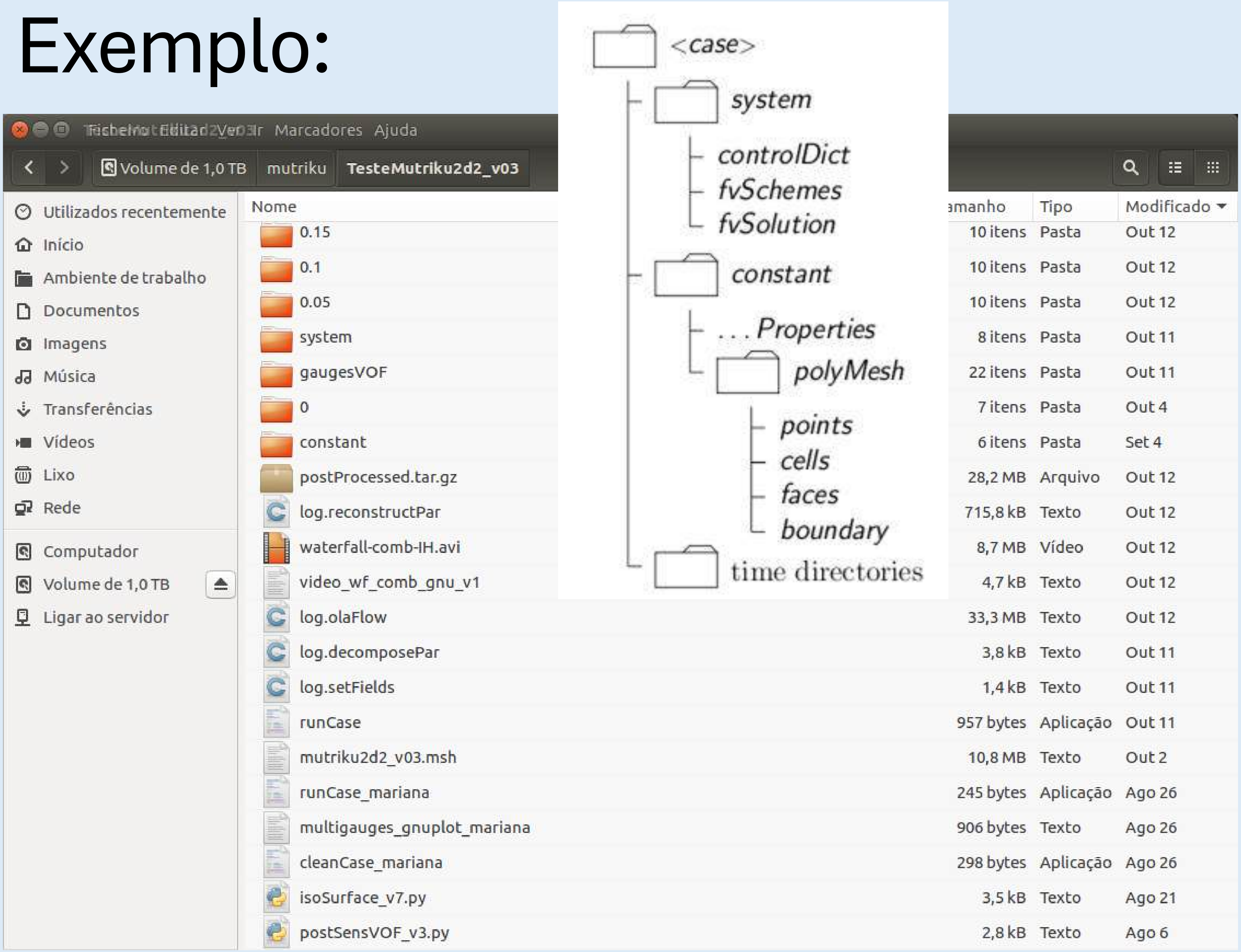
[Stress analysis solvers]



Solvers e utilities

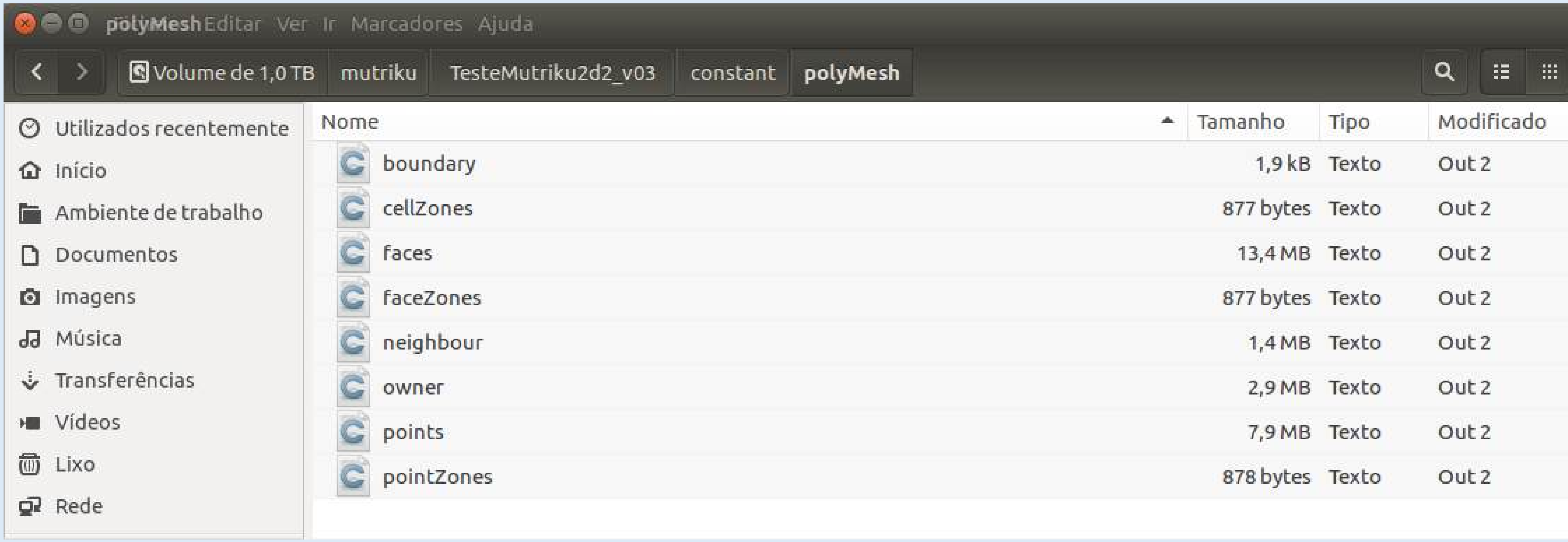


Exemplo:



Marcadores Ajuda
Volume de 1,0 TB
mutriku
TesteMutriku2d2_v03
Utilizados recentemente
Início
Ambiente de trabalho
Documentos
Imagens
Música
Transferências
Vídeos
Lixo
Rede
Computador
Volume de 1,0 TB
Ligar ao servidor
Nome
Tipo
Modificado
0.15 10 itens Pasta Out 12
0.1 10 itens Pasta Out 12
0.05 10 itens Pasta Out 12
system 8 itens Pasta Out 11
gaugesVOF 22 itens Pasta Out 11
0 7 itens Pasta Out 4
constant 6 itens Pasta Set 4
postProcessed.tar.gz 28,2 MB Arquivo Out 12
log.reconstructPar 715,8 kB Texto Out 12
waterfall-comb-IH.avi 8,7 MB Vídeo Out 12
video_wf_comb_gnu_v1 4,7 kB Texto Out 12
log.olaFlow 33,3 MB Texto Out 12
log.decomposePar 3,8 kB Texto Out 11
log.setFields 1,4 kB Texto Out 11
runCase 957 bytes Aplicação Out 11
mutriku2d2_v03.msh 10,8 MB Texto Out 2
runCase_mariana 245 bytes Aplicação Ago 26
multigauges_gnuplot_mariana 906 bytes Texto Ago 26
cleanCase_mariana 298 bytes Aplicação Ago 26
isoSurface_v7.py 3,5 kB Texto Ago 21
postSensVOF_v3.py 2,8 kB Texto Ago 6
<case>
system
controlDict
fvSchemes
fvSolution
constant
...Properties
polyMesh
points
cells
faces
boundary
time directories

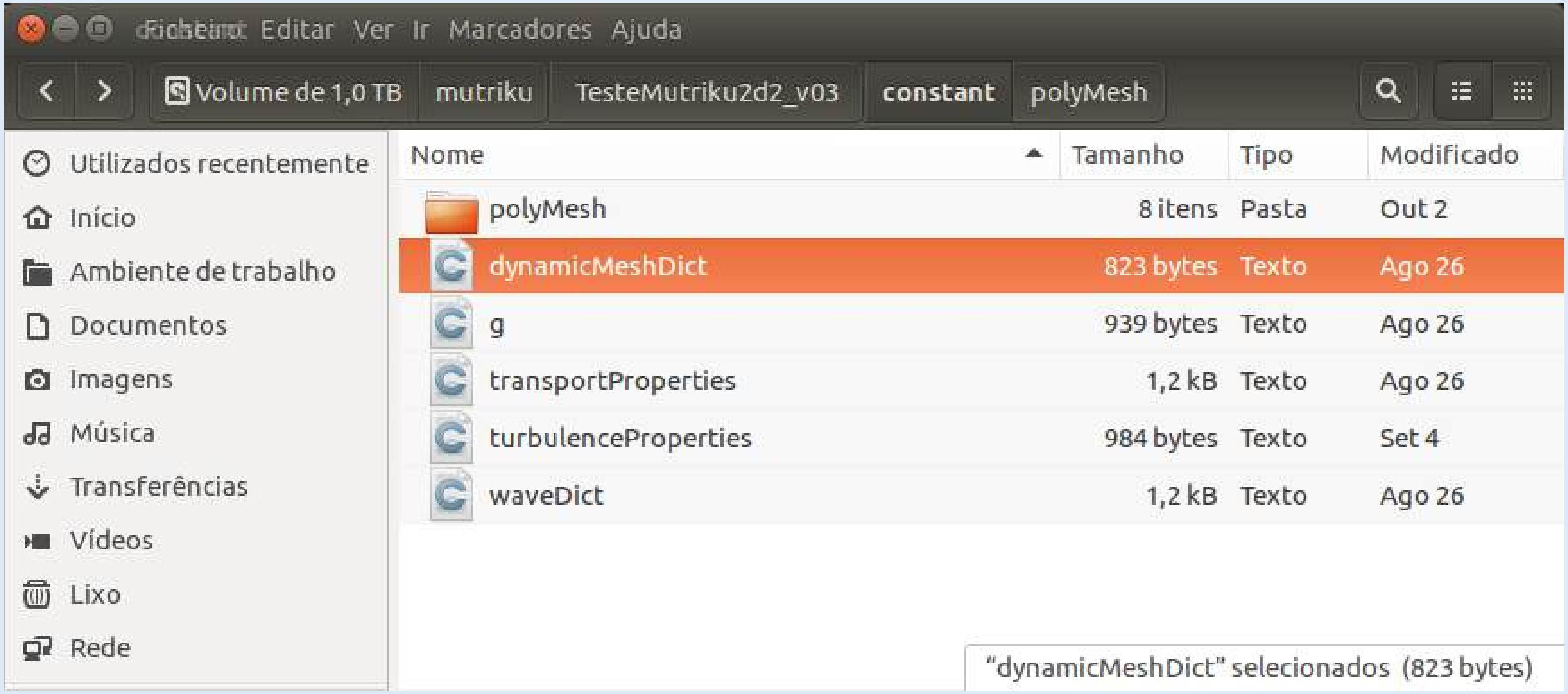
Pasta constant/polyMesh



Aqui e importante ver o file boundary que tem o nome e tipos de fronteiras.

Pasta constant

Os arquivos colocados na pasta constante estão relacionados às propriedades físicas da simulação.



- Malha estática

```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
| =========                 |                                                 |
| \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox           |
|  \\    /   O peration     | Version:  dev                                   |
|   \\  /    A nd           | Web:      http://www.OpenFOAM.org               |
|    \\/     M anipulation  |                                                 |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "constant";
    object      dynamicMeshDict;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

dynamicFvMesh       staticFvMesh;
```

Mass	kilogram (kg)
Length	metre (m)
Time	— — — — second (s) — — — —
Temperature	Kelvin (K)
Quantity	kilogram-mole (kgmol)
Current	— — — — ampere (A) — — — —
Luminous intensity	— — — — candela (cd) — — — —

```
/*---------------------------------*- C++ -*
| =========                 |
| \\      /   F ield        | OpenFOAM: The
|  \\    /    O peration    | Version:  1.6
|   \\  /     A nd          | Web:      www.
|    \\/      M anipulation |
\*-----------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       uniformDimensionedVectorField;
    location    "constant";
    object      g;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

dimensions      [0 1 -2 0 0 0 0];
value           ( 0 0 -9.81 );


// ************************************************************************* //
```

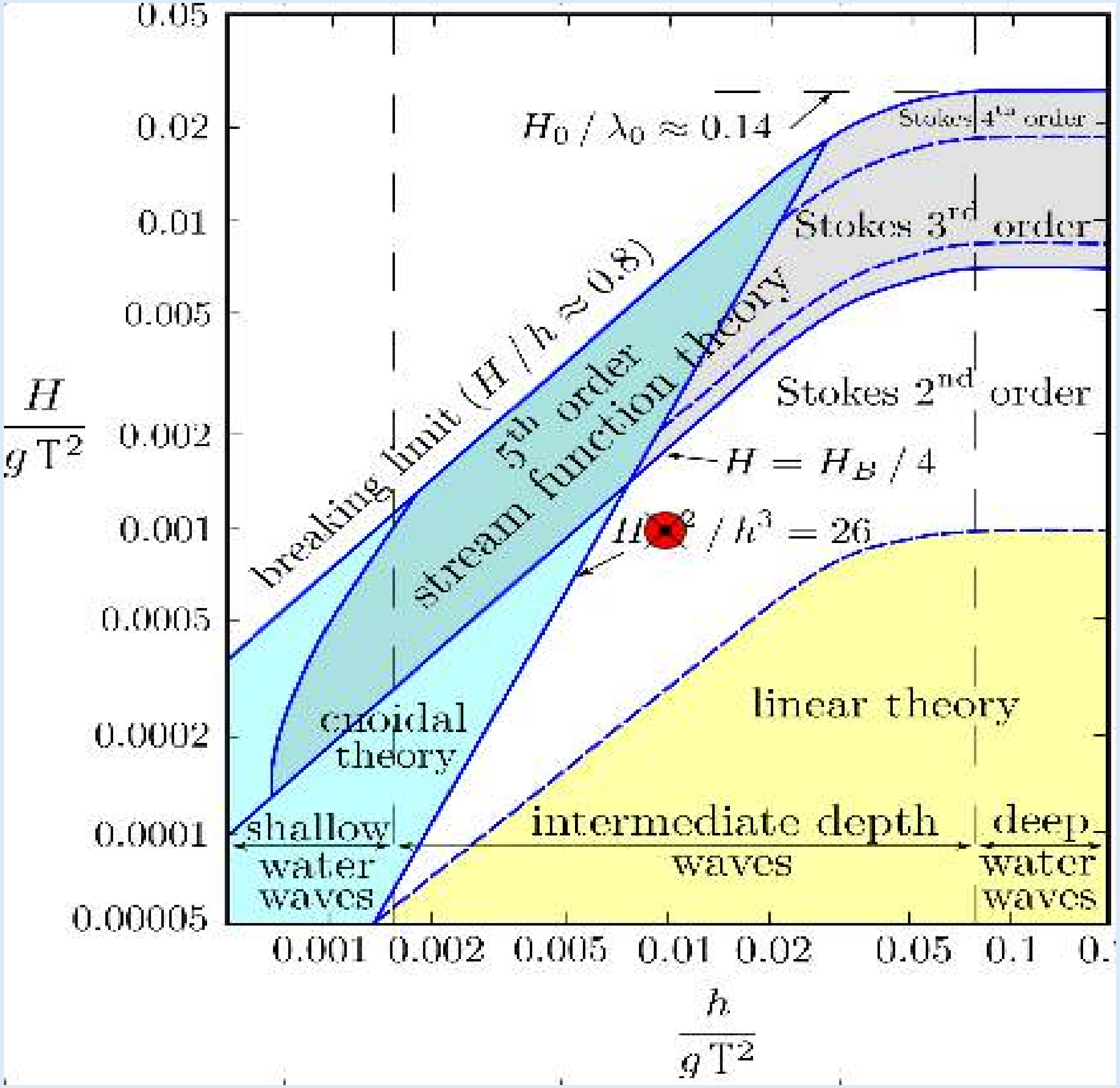
```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
| =========                 |                                                 |
| \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox           |
|  \\    /   O peration     | Version:  1.6                                   |
|   \\  /    A nd           | Web:      www.OpenFOAM.org                      |
|    \\/     M anipulation  |                                                 |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "constant";
    object      turbulenceProperties;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

simulationType  RAS;

RAS
{
    RASModel        kEpsilon;

    turbulence      on;

    printCoeffs     on;
}

// ************************************************************************* //
```

Modelo de turbulência utilizado

```
/*--------------------------------*- C++ -*----------------------------------*\
| =========                 |                                                 |
| \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox           |
|  \\    /   O peration     | Version:  3.0.0                                 |
|   \\  /    A nd           | Web:      www.OpenFOAM.org                      |
|    \\/     M anipulation  |                                                 |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "constant";
    object      transportProperties;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

phases (water air);

water
{
    transportModel  Newtonian;
    nu              [0 2 -1 0 0 0 0] 1e-06;
    rho             [1 -3 0 0 0 0 0] 1000;
}

air
{
    transportModel  Newtonian;
    nu              [0 2 -1 0 0 0 0] 1.48e-05;
    rho             [1 -3 0 0 0 0 0] 1;
}

sigma           [1 0 -2 0 0 0 0] 0.07;


// ************************************************************************* //
```

Aqui **considerei tensao superficial**, talvez possa fazer uma simulação com este valor a zero.

Condições de simulação:

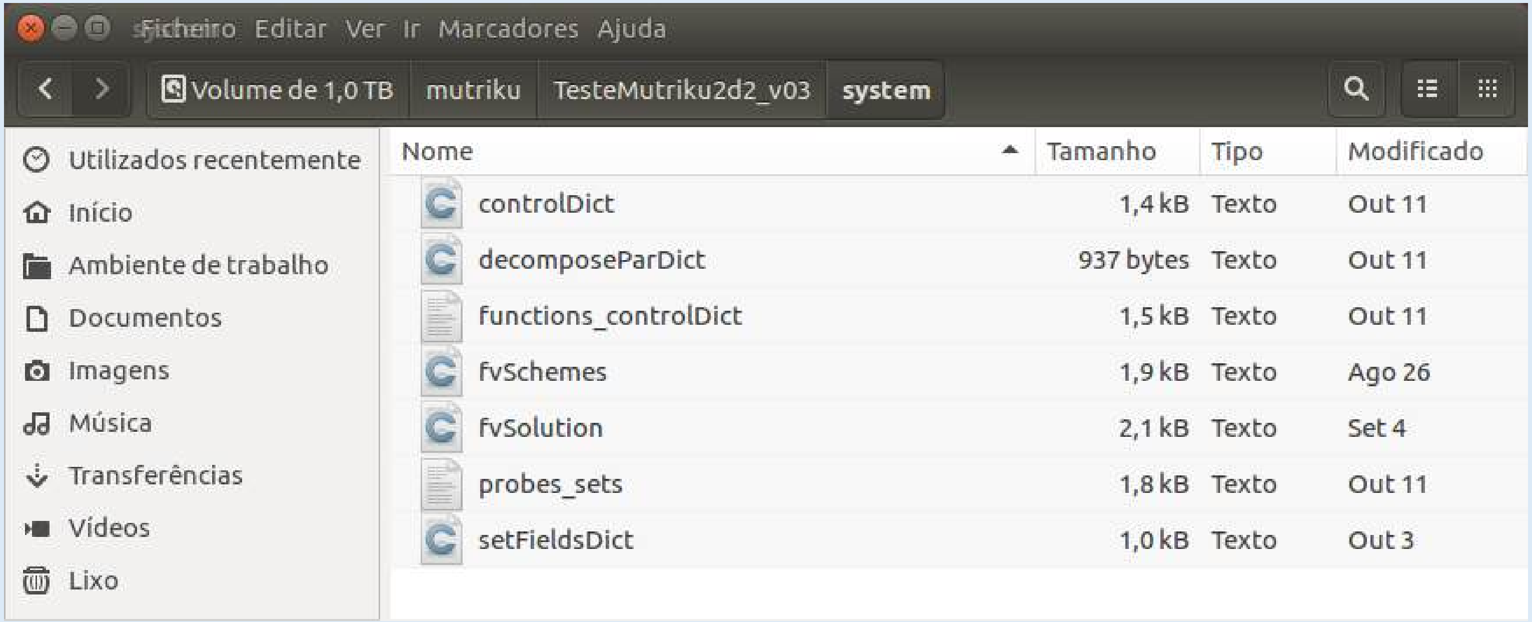


```
/*---------------------------------------------------------------------------*\
| =========                 |                                                 |
| \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox           |
|  \\    /   O peration     | Version:  1.3                                   |
|   \\  /    A nd           | Web:      http://www.openfoam.org               |
|    \\/     M anipulation  |                                                 |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version     2.0;
    format      ascii;
    class       dictionary;
    location    "constant";
    object      waveDict;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

waveType        regular;

waveTheory      StokesII;

genAbs          0;

absDir          0.0;

nPaddles        1;

waveHeight      1;

wavePeriod      10;

waveDir         0.0;

wavePhase       5.76;

// Change both entries to true to re-read this dictionary upon restart.
rereadAlpha     false;
rereadU         false;

// ************************************************************************* //
```

Teoria das ondas

Absorção desligada

Pasta system



decomposeParDict:

Só alterei para 8 processadores com scotch.

```
/*---------------------------------------------------------------------------*\
| =========                 |                                                 |
| \\      /  F ield         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox           |
|  \\    /   O peration     | Version:  1.3                                   |
|   \\  /    A nd           | Web:      http://www.openfoam.org               |
|    \\/     M anipulation  |                                                 |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version         2.0;
    format          ascii;
    location        "system";
    class           dictionary;
    object          decomposeParDict;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

numberOfSubdomains 8;

method          scotch;




// ************************************************************************* //
```

Set fields

Para definir onde é agua.

```
    location    "system";
    object      setFieldsDict;
}
// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

defaultFieldValues
(
    volScalarFieldValue alpha.water 0
);

regions
(
    boxToCell
    {
        box (0 -5 -15) (415.0 5 0);

        fieldValues
        (
            volScalarFieldValue alpha.water 1
        );
    }
);
```

controlDict

```
--------------------------------------------*\
                         |                                            |
                         | OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox      |
|  \\    /   O peration  | Version:  1.3                              |
|   \\  /    A nd        | Web:      http://www.openfoam.org          |
|    \\/     M anipulation |                                          |
\*---------------------------------------------------------------------------*/
FoamFile
{
    version         2.0;
    format          ascii;
    location        "system";
    class           dictionary;
    object          controlDict;
}

// * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * //

application     olaFlow;

startFrom       latestTime;

startTime       0;

stopAt          endTime;

endTime         100;

deltaT          0.001;

writeControl    adjustableRunTime;

writeInterval   0.05;

purgeWrite      0;
```

```
writeFormat     ascii;

writePrecision  6;

writeCompression off;

timeFormat      general;

timePrecision   6;

runTimeModifiable yes;

adjustTimeStep  yes;

maxCo           0.25;
maxAlphaCo    0.5;

maxDeltaT       0.025;

functions

{
   #includeIfPresent "functions_controlDict";
}

// ************************************************************************* //
```

functions_controlDict:

```
    sets
    {
        type              sets;
        functionObjectLibs ("libsampling.so");
        enabled           true;

        writeControl      timeStep;    // Alternative: outputTime
        writeInterval     1;

        interpolationScheme cellPoint;
        setFormat         raw;

        fixedLocations    false;

        fields
        (
            U
            alpha.water
        );
        #includeIfPresent "probes_sets";
    }

    freeSurface
    {
        type              surfaces;
        functionObjectLibs ("libsampling.so");
        //outputControl     outputTime;
        writeControl      timeStep;
        writeInterval     1;

        surfaceFormat   raw;
```

```
        interpolationScheme cellPoint;

        fields
        (
            alpha.water
        );
        surfaces
        (
           // interpolatedIso
           topFreeSurface
            {
                // Iso surface for interpolated values only
                type            isoSurface;    // always triangulated
                isoField        alpha.water;
                isoValue        0.5;
                interpolate     true;

              //zone               ABC;            // Optional: zone only
              //exposedPatchName fixedWalls;  // Optional: zone only

              // regularise      false;    // Optional: do not simplify
                 //  mergeTol          1e-10;     //  Optional:  fraction  of  mesh
bounding box
                                                 // to merge points (default=1e-6)
            }
        );
    }
```

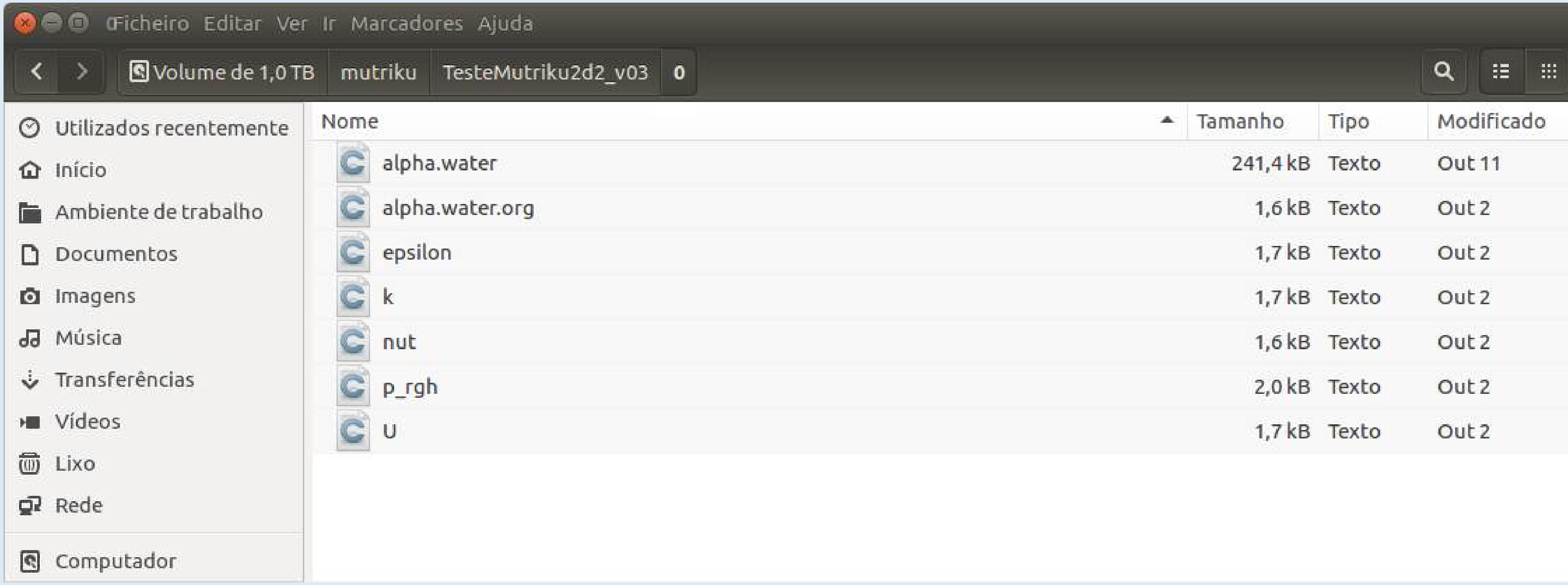
probes_sets:

Vou colocar sondas de nível em:

X= 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 302, 305.7, 307.2, 308.7

```
sets
(
    gauge00
    {
        type            midPointAndFace;
        axis            xyz;
        start           (20 0.00 -10.);
        end             (20 0.00  6.6);
    }
    gauge01
    {
        type            midPointAndFace;
        axis            xyz;
        start           (50 0.00 -10.);
        end             (50 0.00  6.6);
    }
    gauge02
    {
        type            midPointAndFace;
        axis            xyz;
        start           (100 0.00 -10.);
        end             (100 0.00  6.6);
    }
    gauge03
    {
        type            midPointAndFace;
        axis            xyz;
        start           (150 0.00 -10.);
```

Condições de fronteira e iniciais (pasta 0)



Correr o caso

Para correr abrir terminal

jpc@deep03:~$ cd '/media/jpc/94228DEB228DD322/mutriku/TesteMutriku2d2_v03'

jpc@deep03:/media/jpc/94228DEB228DD322/mutriku/TesteMutriku2d2_v03$ of1712 ./runCase

Posso fazer o comando e correr o script todo, mas prefiro fazer passo a passo. Estando os passos neste script.

./runCase

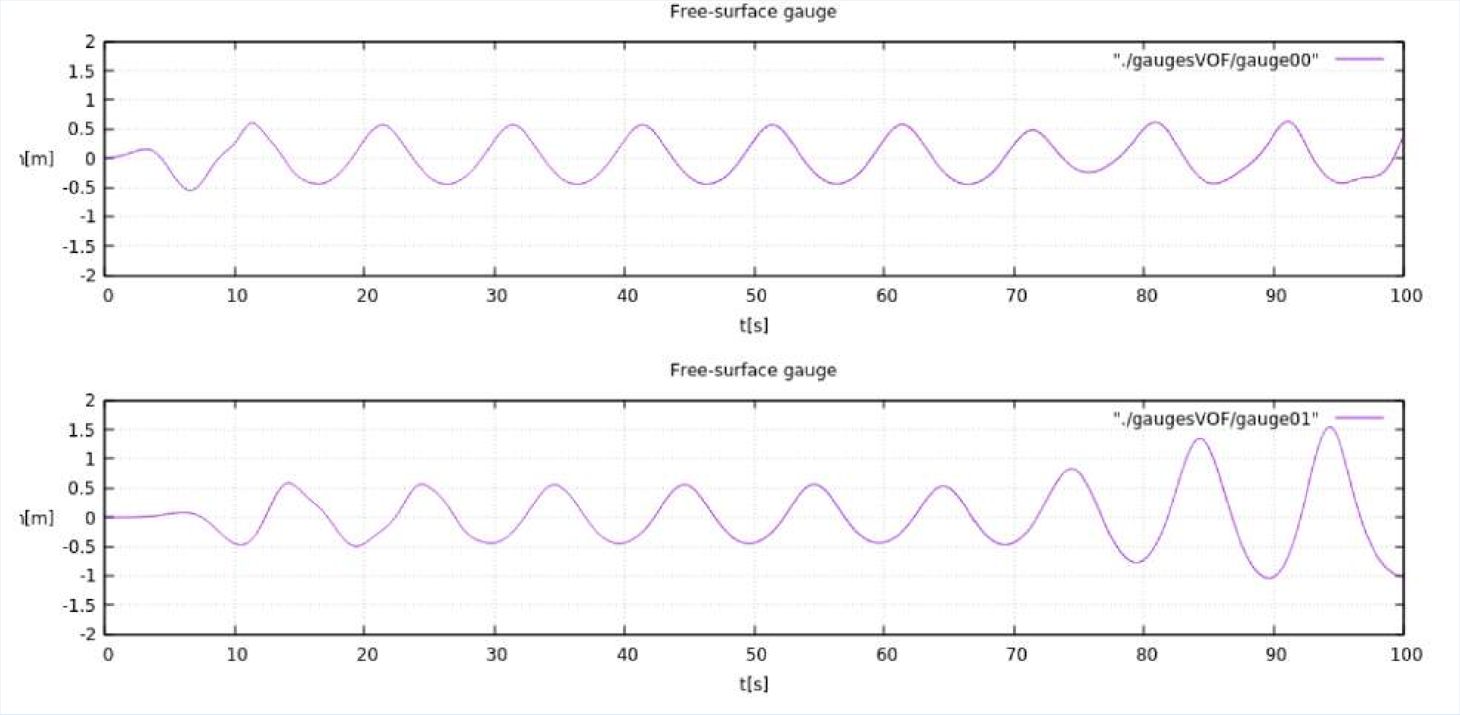
file runCase

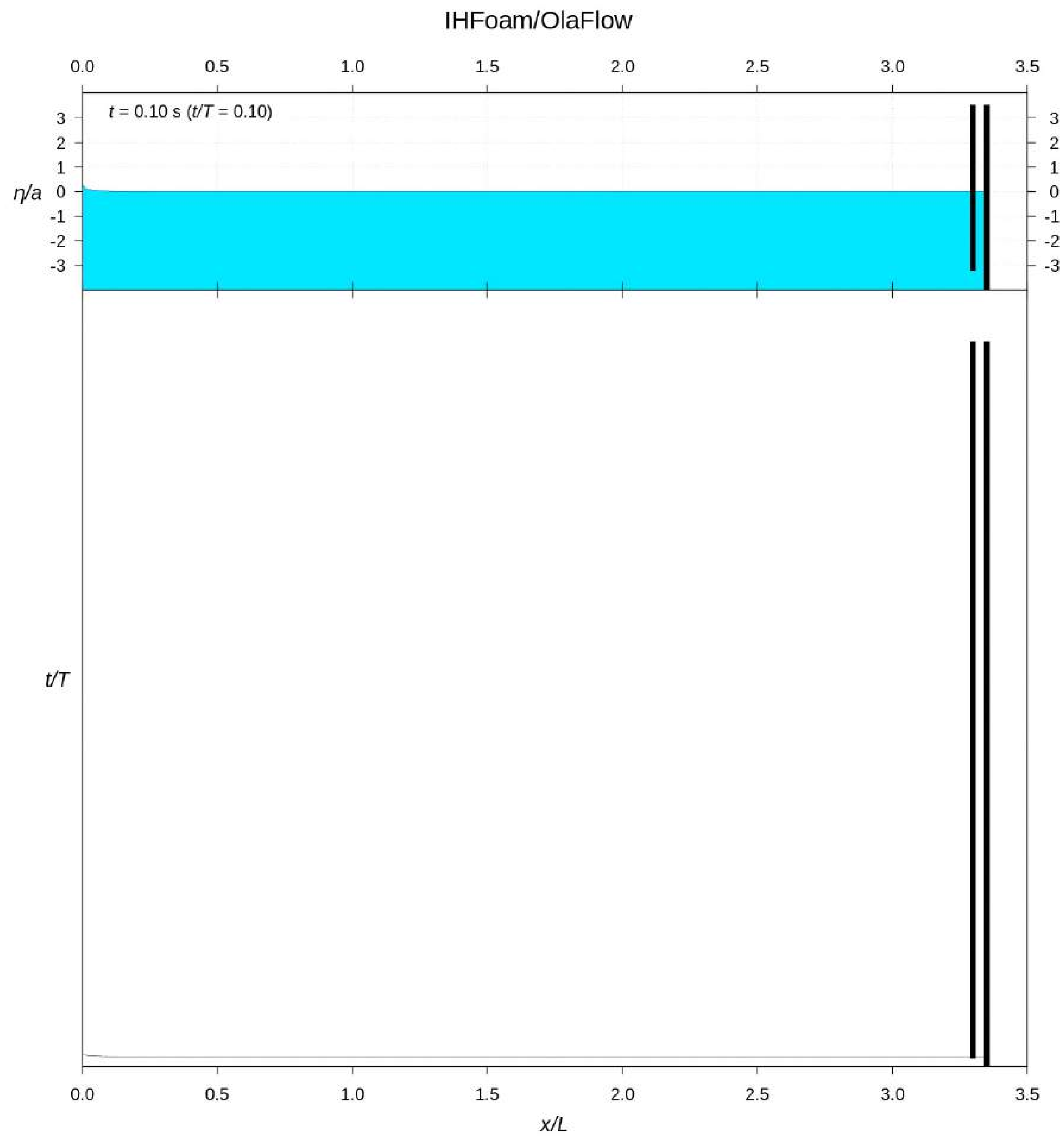
```
#!/bin/bash

# Source run functions
echo Source run functions...
. $WM_PROJECT_DIR/bin/tools/RunFunctions

# Preparing 0 folder
#echo
#echo Preparing 0 folder...
#cp alpha.water.org alpha.water

# Create the computational mesh
#echo
#echo Create the computational mesh
#fluentMeshToFoam mutriku2d2_v03.msh
#rotateMesh -constant -noZero "(0 1 0)" "(0 0 1)"

# Check the computational mesh
echo
runApplication checkMesh

# Setting the fields
echo
runApplication setFields

################### Run Case Serie ######################################
# Run the application serie
#echo
#runApplication $application
```

```
#################### Run Case Parallel #####################################
# Run application parallele
echo
runApplication decomposePar

echo
runParallel $(getApplication)

echo
runApplication reconstructPar

#################### Post-processing #######################################
# Post-processing analysis


echo
echo Calculating probes...
python postSensVOF_v3.py

echo
echo Writing isoSurfaces Files...
python isoSurface_v7.py
```

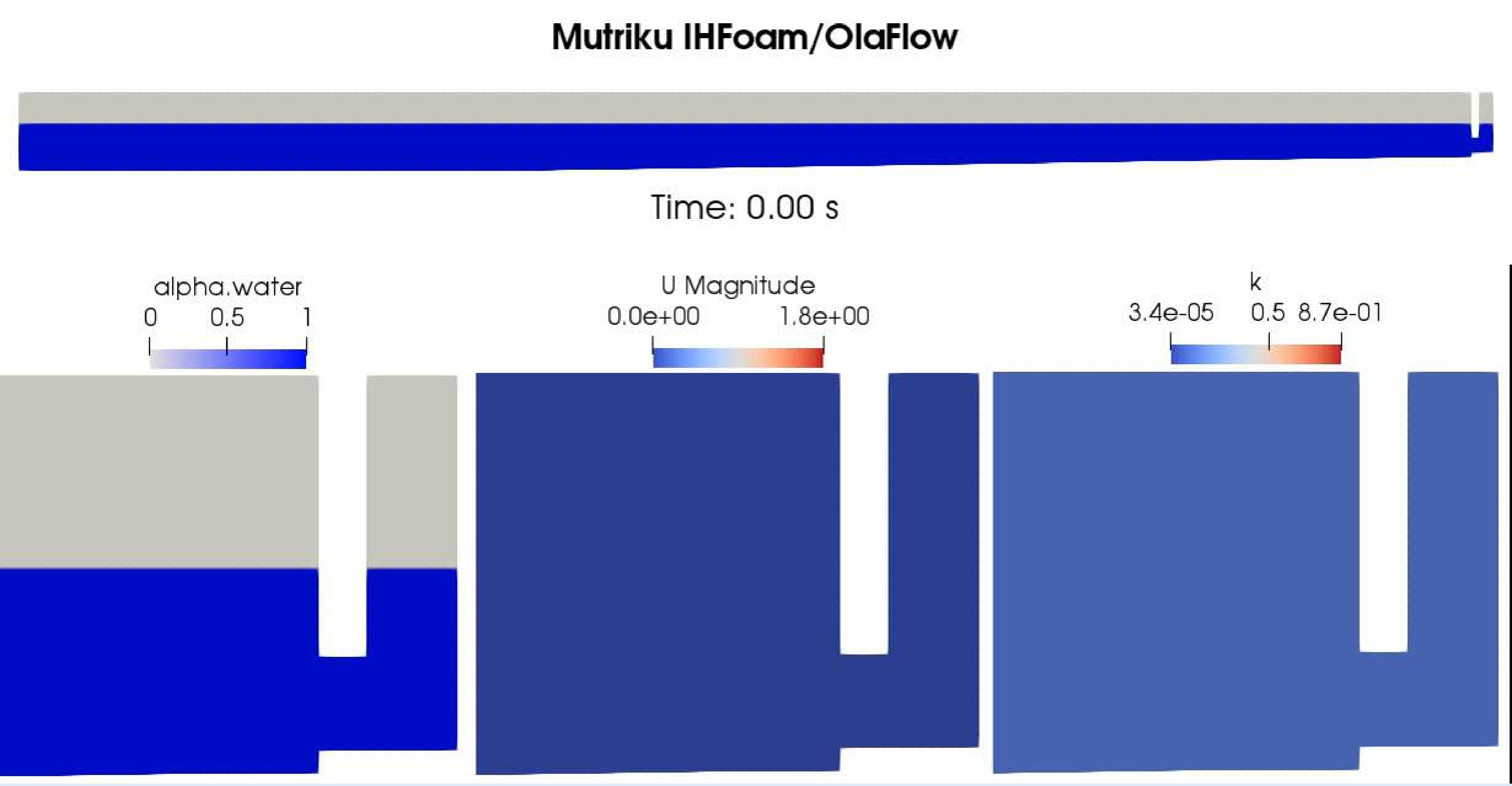
Gráfico gnuplot para sondas

Para fazer um gráfico rápido das sondas de superfície livre pode-se fazer o script gnuplot

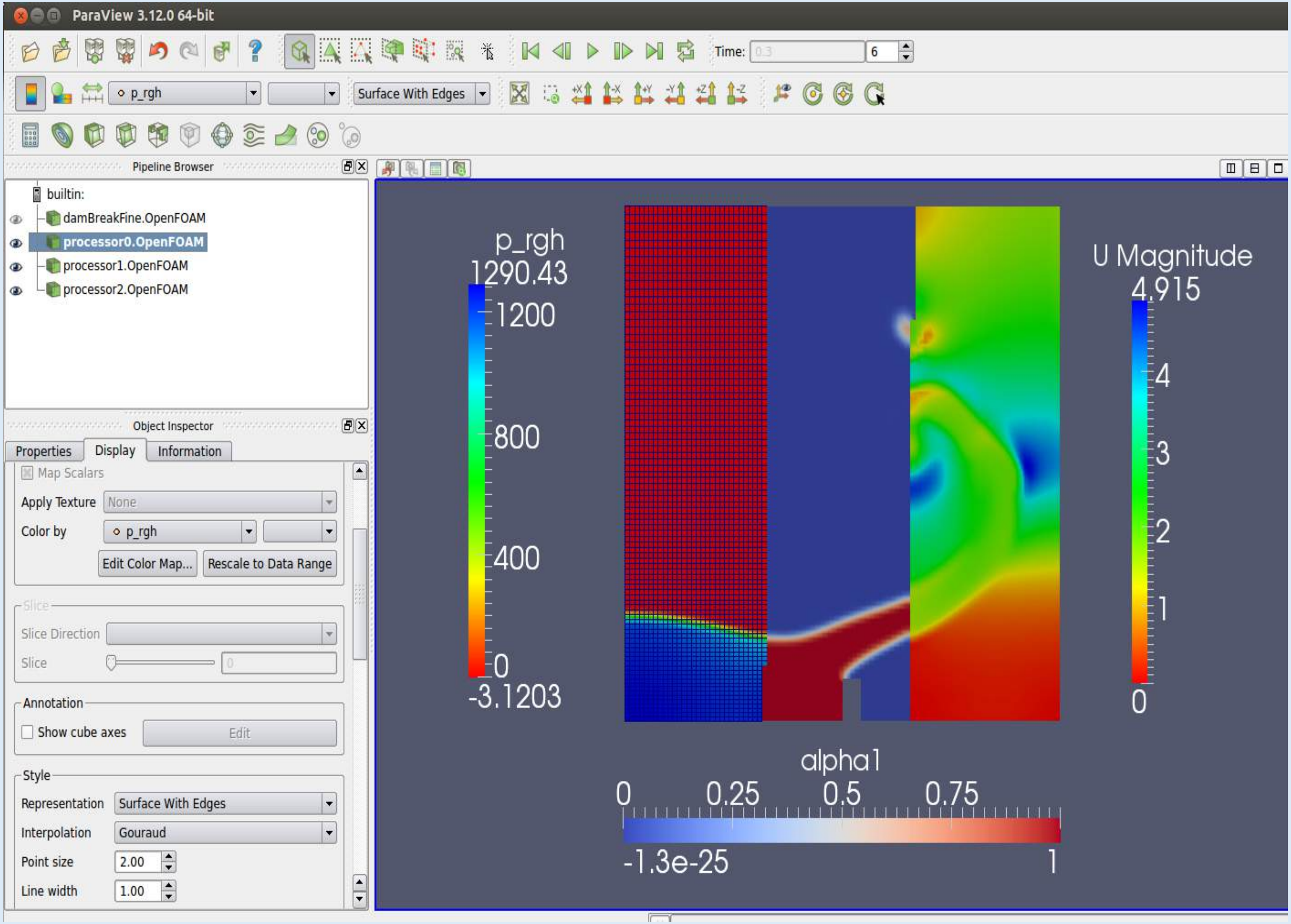



IHFoam/OlaFlow
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
t = 0.10 s (t/T = 0.10)
3
2
1
0
-1
-2
-3
η/a
t/T
x/L

Exemplos:
-paraview



Parafoam



ParaView 3.12.0 64-bit
Time:
6
p_rgh
Surface With Edges
Pipeline Browser
builtin:
damBreakFine.OpenFOAM
processor0.OpenFOAM
processor1.OpenFOAM
processor2.OpenFOAM
Object Inspector
Properties
Display
Information
Map Scalars
Apply Texture
None
Color by
p_rgh
Edit Color Map...
Rescale to Data Range
Slice
Slice Direction
Slice
Annotation
Show cube axes
Edit
Style
Representation
Surface With Edges
Interpolation
Gouraud
Point size
2.00
Line width
1.00
p_rgh
1290.43
1200
800
400
0
-3.1203
U Magnitude
4.915
4
3
2
1
0
alpha1
0
0.25
0.5
0.75
-1.3e-25
1

Verificação e validação

Verificação
Resolver corretamente as equações.
‘**Solve the equations right**’.
Verificação do código - verificar se um programa de cálculo resolve correctamente as equações através da avaliação de erros de uma solução conhecida. Técnica das soluções fabricadas (“Method of Manufactured Solutions”)
Verificação dos cálculos - determinação de uma estimativa do erro de uma solução numérica para a qual a solução exacta é habitualmente desconhecida.

Validação
Resolver as equações corretas.
‘**Solve the right equations**’.
Ex. Modelo de turbulência correto.

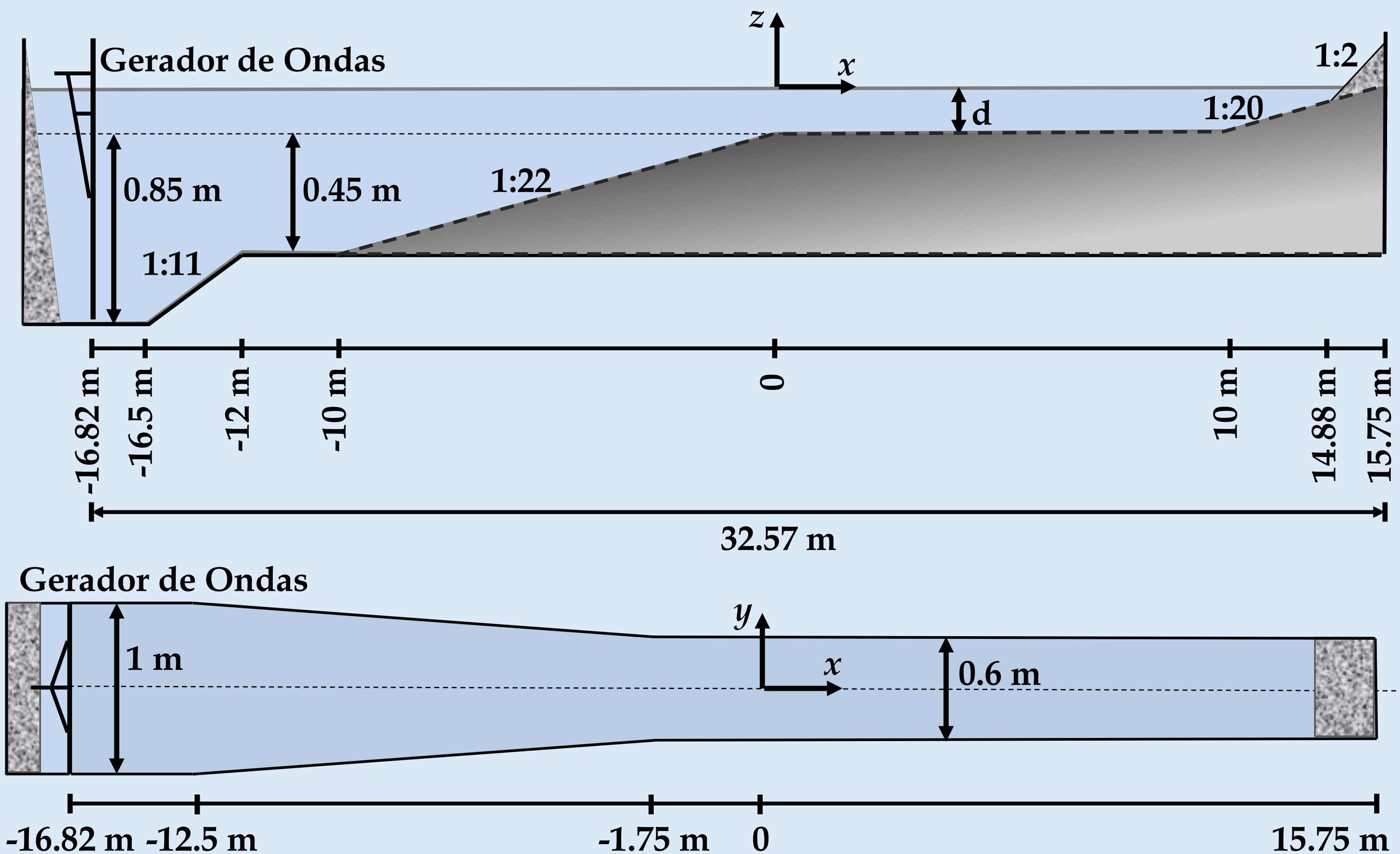
Validação

Ensaios em modelo físico

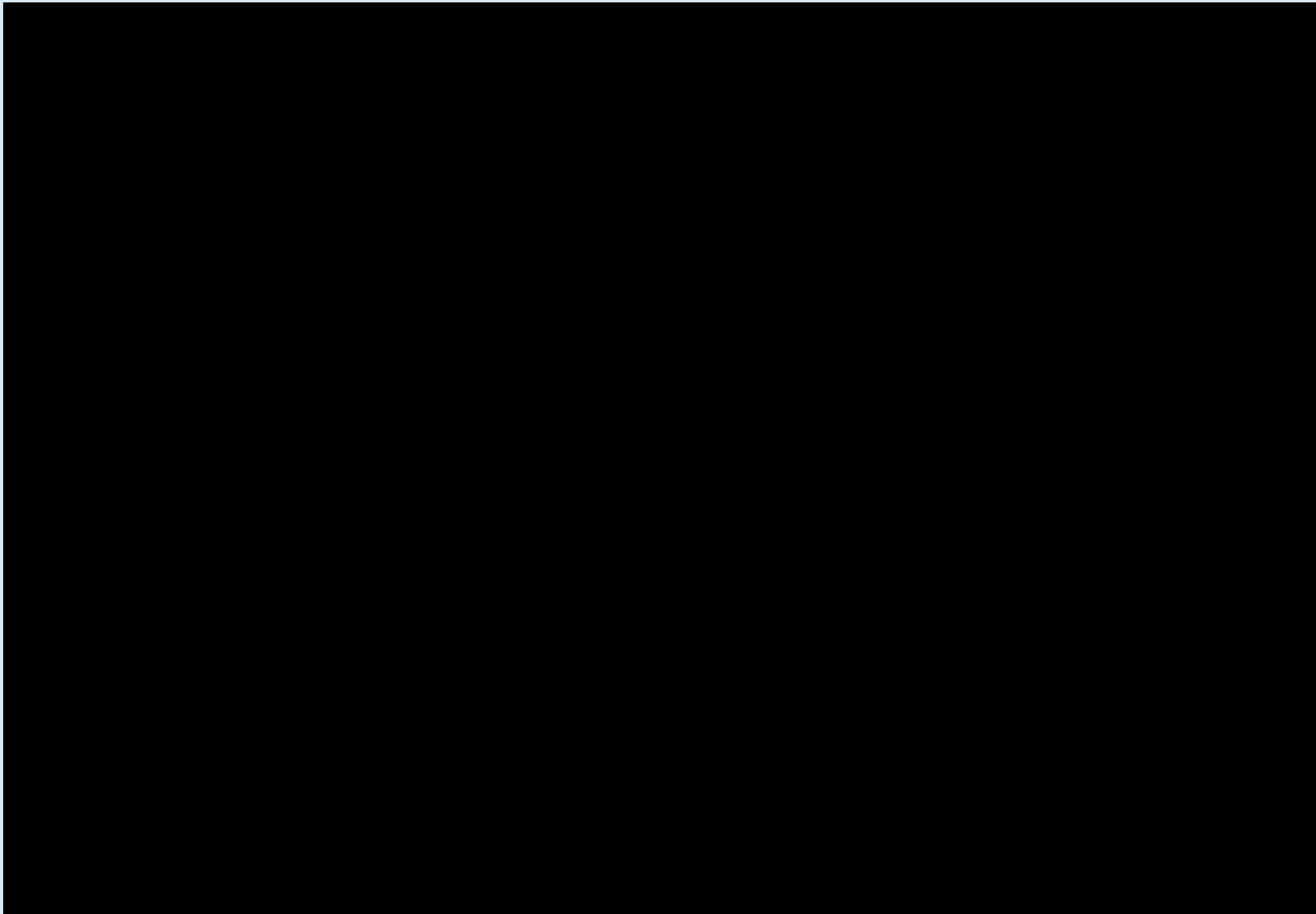
Vista lateral do canal (esquerda), gerador de ondas (centro) e vista de cima do canal (direita).

Ensaios em modelo físico

Canal de ondas: perfil longitudinal (cima) e planta (baixo).



Verificação e validação



Modificar o OpenFOAM