



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS  
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL  
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

## Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512024000870-5**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 04/10/2023, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

**Título:** MOHID Soil Tool: Ferramenta Computacional para Determinação de Parâmetros de Percolação da Água no Solo

**Data de criação:** 04/10/2023

**Titular(es):** UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO; INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE - IFFLUMINENSE

**Autor(es):** ANTÔNIO JOSÉ DA SILVA NETO; JADER LUGON JUNIOR; DHIEGO DA SILVA SALES; DAVID DE ANDRADE COSTA

**Linguagem:** PYTHON

**Campo de aplicação:** AG-01; AG-02; AG-06; AG-07; AG-09; AG-11; AH-02; CC-09; FQ-06; HD-01; HD-02; HD-03; HD-04; IF-10; MA-03; MA-04; PD-01; PD-02; PD-03; SM-01; SM-04

**Tipo de programa:** GI-06; SM-01; UT-01

**Algoritmo hash:** SHA-512

**Resumo digital hash:**

27e0c5a79c9eb1bb2a362655d68d474e415f17ba3c02cfe938bd19b1f53f8988fb0701a987674479399f85a80134428abbd210cd01660b78120eb724823804ad

**Expedido em:** 26/03/2024

**Aprovado por:**

Carlos Alexandre Fernandes Silva  
Chefe da DIPTO

# Descrição do Programa

---

## MOHID SOIL TOOL

Ferramenta Computacional para Determinação de Parâmetros de Percolação da Água no Solo

### Autores:

Dhiego da Silva Sales

Jader Lugon Junior

David de Andrade Costa

Antônio José da Silva Neto

## Sumário

1.	Introdução	3
2.	I/O	4
2.1	Dados de entrada	5
2.2	Saída de resultados	6
3	Processos	8
3.1	Importação dos dados de entrada	9
3.2	Processamento dos dados de entrada	10
3.3	Cálculo das propriedades hidráulicas do solo	10
3.4	Construção e exportação dos arquivos de saída	11
4.	Interface com o usuário	11
5.	Referências	15

## 1. Introdução

O MOHID Land é um modelo hidrológico de código aberto, programado em Fortran, de base física, espacialmente distribuído e capaz de modelar as diferentes fases do ciclo hidrológico. As equações diferenciais parciais de conservação de massa são resolvidas utilizando a abordagem dos volumes finitos, onde cada célula, tem volume definido, todas as suas propriedades em seu interior são homogêneas e as velocidades são homogêneas nas faces do volume [1].

O solo é discretizado em um domínio 3D, onde o seu limite superior é a topografia e o limite inferior é definido pelo usuário. Entre estes limites o solo é definido em horizontes verticais, que podem possuir diferentes características hidráulicas e espessuras. O MOHID Land calcula a retenção de água no solo segundo o modelo de van Genuchten, que possui dependência das seguintes propriedades hidráulicas:  $\theta_s$  que é o teor de água saturada;  $\theta_r$  que é o teor de água residual;  $\alpha$  que está relacionado ao inverso da entrada de ar;  $n$  é uma medida da distribuição do tamanho dos poros; e  $K_{sat}$  é a condutividade saturada [2].

Estabelecer os valores de todas as propriedades hidráulicas acima descritas, para cada tipo de solo inseridos em uma bacia hidrográfica e para cada horizonte definido é uma tarefa custosa, que demanda pesquisa e conhecimento técnico do modelador, constituindo dessa forma, um desafio para a modelagem hidrológica. Tendo em vista a complexidade na obtenção das propriedades hidráulicas do solo, o modelo baseado em Redes Neurais Artificiais, Rosetta foi desenvolvido [3, 4, 5]. Este modelo utiliza parâmetros físicos de mais fácil obtenção, a fim de estimar as propriedades hidráulica do solo, a saber: porcentagens de areia, silte e argila; densidade aparente do solo; conteúdo volumétrico de água no solo a 33 kPa; e conteúdo volumétrico de água no solo a 1500 kPa, possuindo uma interface web [6], API em R [7] e API em Python [8].

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) é responsável pelo mapeamento dos tipos de solo presentes em território nacional e de diferentes propriedades, disponibilizando diversos produtos geoespaciais raster e shapefile, para download, no portal <http://geoinfo.cnps.embrapa.br/maps/>. Os parâmetros de entrada do modelo Rosetta (areia, argila, silte e densidade) são estimados pela EMBRAPA a partir de amostragens em todo território nacional, sendo em seguida interpolados por

meio de procedimentos estatísticos e espacializados em pixels de 90m, em diferentes profundidades (0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100 e 100-200 cm) [9, 10].

Assim, por meio de exaustivos procedimentos de geoprocessamento, para cada tipo de solo, é possível extrair os dados de areia, silte, argila e densidade do solo dos produtos da EMBRAPA, inseri-los em uma das versões do Rosetta, para enfim, construir os arquivos ASCII, que efetivamente serão implementados no MOHID Land. Neste contexto de demorados, repetitivos e exaustivos procedimento de processamento de dados e construção de arquivos do MOHID Land é que se justifica a aplicação MOHID SOIL TOOL.

Dentro desse contexto, o MOHID SOIL TOOL, pode ser descrito como uma ferramenta desenvolvida para o sistema operacional Windows 10/11 x64, com interface gráfica, funções programadas na linguagem Python 3 e que tem a finalidade de: (i) importar e processar os parâmetros físicos do solo, disponibilizados pela EMBRAPA; (ii) calcular as propriedades hidráulicas para cada tipo de solo presente na bacia hidrográfica do usuário, via API rosetta-soil em Python; (iii) construir e exportar o arquivo ASCII de entrada para o modelo hidrológico MOHID Land, além de arquivos acessórios. Esta ferramenta tem a finalidade de tornar o processamento e preparação dos dados de entrada para o MOHID Land mais ágil e intuitivo, poupando tempo no desenvolvimento do modelo hidrológico.

## 2 I/O

A Figura 1 apresenta o esquema com os arquivos de entrada necessários, os arquivos secundários gerados ao final de cada processo e os arquivos gerados no final do processamento para utilização do usuário.

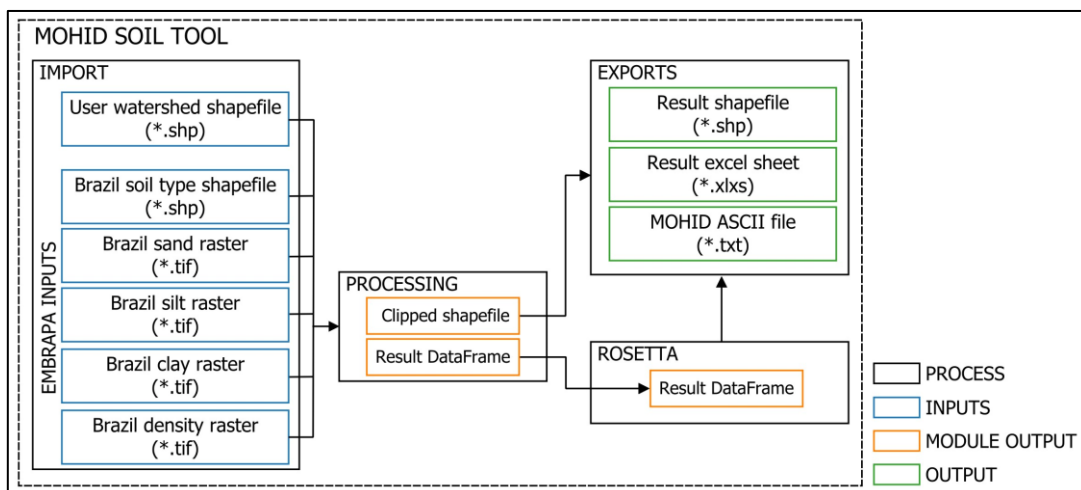


Figura 1 – I/O do MOHID SOIL TOOL.

## 2.1 Dados de entrada

Para o correto funcionamento é mandatório que o usuário forneça 6 arquivos de entradas, dos quais o primeiro é o shapefile da bacia hidrográfica referente a área de estudo do usuário e os 5 demais são obtidos do sítio na internet da EMBRAPA <[http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/?limit=100&offset=0&undefined=undefined&title\\_\\_icontains=brasil](http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/?limit=100&offset=0&undefined=undefined&title__icontains=brasil)>, da seguinte forma:

a) Arquivo shapefile da bacia da área de estudo do usuário. Este arquivo precisa estar no formato \*.shp. Tal como ocorre em qualquer programa GIS, faz-se necessário que no mínimo os arquivos adicionais \*.shx, \*.dbf e \*.prj, correlatos ao \*.shp, estejam disponíveis na mesma pasta (Figura 2). Os arquivos \*.cst e \*.cpg podem estar disponíveis, mas não são mandatórios.

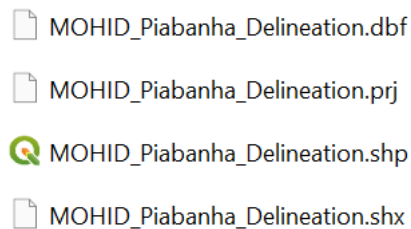


Figura 2 – Exemplo de arquivo shapefile com a delimitação da bacia referente a área de estudo do usuário.

b) Arquivo shapefile com os tipos de solo (Figura 3), fornecido pela EMBRAPA. O MOHID SOIL TOOL permite a utilização de 2 mapas de tipos de solo fornecidos pela EMBRAPA: shapefile com solos do Brasil (com baixa resolução) ou o shapefile do Rio de Janeiro (alta resolução). Caso a área de estudo do usuário não esteja totalmente inserida no mapa da EMBRAPA do Rio de Janeiro, o usuário deverá utilizar o mapa de tipos de solo do Brasil.

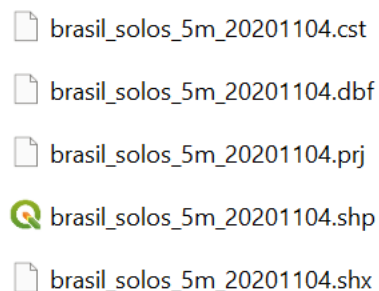


Figura 3 – Exemplo de arquivo shapefile dos tipos de solos do Brasil fornecido pela EMBRAPA.

- c) Arquivo raster com a quantidade de areia para os solos do Brasil.
- d) Arquivo raster com a quantidade de silte para os solos do Brasil.
- e) Arquivo raster com a quantidade de argila para os solos do Brasil.
- f) Arquivo raster com a densidade para os solos do Brasil.

Os arquivos de c a f disponibilizados pela EMBRAPA, devem estar no formato \*.tif, na mesma pasta do executável do MOHID SOIL TOOL (Figura 4) e na projeção original de distribuição (EPSG:5880 - SIRGAS 2000).

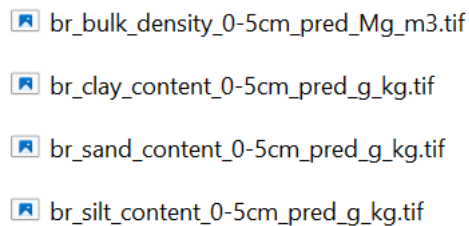


Figura 4 – Arquivos raster de densidade, argila, areia e silte fornecidos pela EMBRAPA (para diferentes profundidades de interesse do usuário).

É importante notar, que a EMBRAPA fornece os dados de areia, silte, argila e densidade, para todo território nacional para as profundidades: 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100 e 100-200 cm. Assim, caso o usuário queira realizar o processamento para diferentes profundidades, é necessário que o fornecer os arquivos pertinentes a cada profundidade e então realizar o processamento uma profundidade por vez.

Notas:

É mandatório que o executável do MOHID SOIL TOOL esteja na mesma pasta dos arquivos de entrada acima listados.

Se a área de estudo do usuário não estiver inteiramente inserida no estado do Rio de Janeiro, o usuário terá que utilizar o mapa de tipos de solos do Brasil. Ambos são fornecidos pela EMBRAPA.

## 2.2 Saída de resultados

São três as possibilidades de exportação de arquivos de saída escolhidas pelo usuário.

a) Shapefile com os tipos de solo presentes na bacia de estudo do usuário. Na tabela de atributos desse shapefile é possível consultar todos os cálculos e informações realizadas pelo MOHID SOIL TOOL. Posteriormente, este shapefile pode ser utilizado na interface do MOHID para gerar arquivos .dat. Um exemplo com a saída do arquivo shapefile pode ser observado nas Figura 5 e 6.

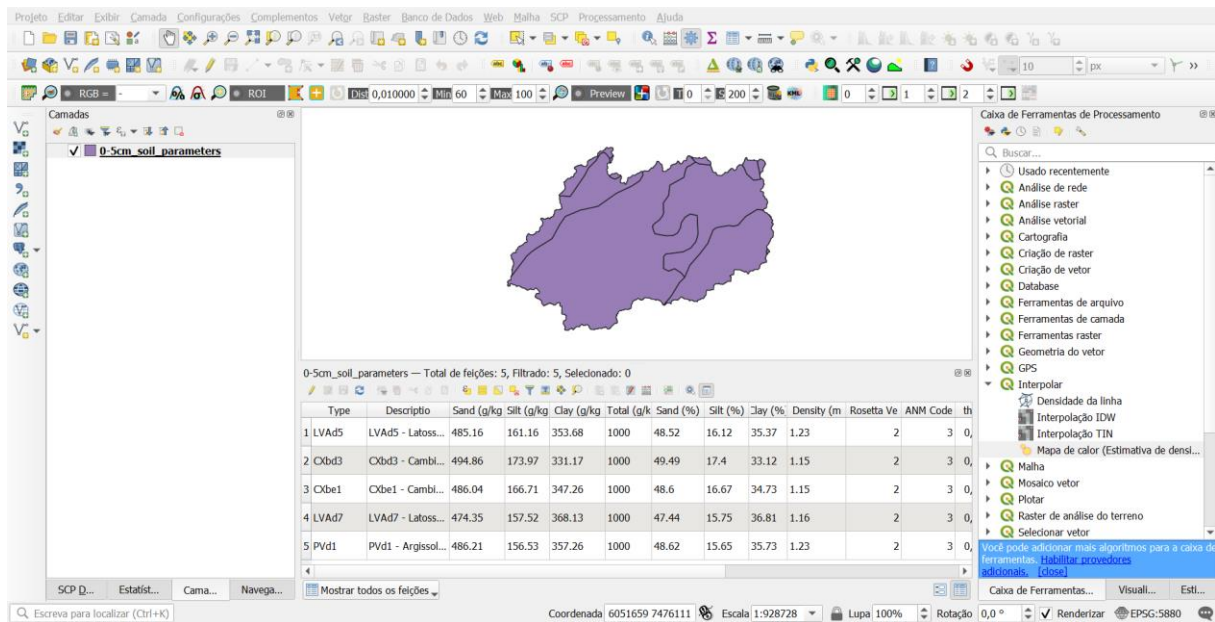


Figura 5 – Exemplo de shapefile da área de estudos do usuário, com os tipos de solos mapeados pela EMBRAPA.

Type	Descrição	Sand (g/kg)	Silt (g/kg)	Clay (g/kg)	Total (g/k)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Density (m)	Rosetta Ve	ANM Code	theta_r	theta_s	alpha (1/c)	npar	Ksat (cm/d)	
1	LVA d5 - Latoss...	485.16	161.16	353.68	1000	48.52	16.12	35.37	1.23		2	3	0,08836	0,49734	0,025498815114786	1,238482858462379	38,36542380389...
2	CXbd3 - Cambi...	494.86	173.97	331.17	1000	49.49	17.4	33.12	1.15		2	3	0,08754	0,51557	0,024684822005176	1,249366912033532	52,26729204561...
3	CXbe1 - Cambi...	486.04	166.71	347.26	1000	48.6	16.67	34.73	1.15		2	3	0,08966	0,51881	0,025474167494428	1,243626592497927	52,03193775038...
4	LVA d7 - Latoss...	474.35	157.52	368.13	1000	47.44	15.75	36.81	1.16		2	3	0,09199	0,51987	0,026446000389718	1,236089735342708	49,67638679851...
5	PVd1 - Argissol...	486.21	156.53	357.26	1000	48.62	15.65	35.73	1.23		2	3	0,08881	0,49816	0,025862470005937	1,236402857193270	38,69991400721...

Figura 6 – Exemplo de tabela de atributos do shapefile de saída.

b) Relatório dos cálculos realizados pelo MOHID SOIL TOOL em formato de planilha do excel, para permitir diferentes tratamentos, tais como: tabulações, estatísticas, confecção de gráficos, entre outros. É importante notar que esta tabela possui o mesmo conteúdo da tabela de atributos e que cada linha na tabela se refere a um tipo de solo presente na bacia de estudo. Um exemplo pode ser verificado na Figura 7.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	Type	Description	Sand (g/kg)	Silt (g/kg)	Clay (g/kg)	Total (g/kg)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Density (mg/m³)	Rosetta Version	ANM Code	theta_r	theta_s	alpha (1/cm)	npar	Ksat (cm/d)
2	LVAd5	LVAd5 - Latoss	485.16	161.16	353.68	1000	48.52	16.12	35.37	1.23	2	3	0.08836	0.49734	0.025498815	1.238482858	38.3654238
3	CXbd3	CXbd3 - Cambis	494.86	173.97	331.17	1000	49.49	17.4	33.12	1.15	2	3	0.08754	0.51557	0.024684822	1.249366912	52.26729205
4	CXbe1	CXbe1 - Cambis	486.04	166.71	347.26	1000	48.6	16.67	34.73	1.15	2	3	0.08966	0.51881	0.025474167	1.243626592	52.03193775
5	LVAd7	LVAd7 - Latoss	474.35	157.52	368.13	1000	47.44	15.75	36.81	1.16	2	3	0.09199	0.51987	0.026446	1.236089735	49.6763868
6	Pvd1	Pvd1 - Argissol	486.21	156.53	357.26	1000	48.62	15.65	35.73	1.23	2	3	0.08881	0.49816	0.02586247	1.236402857	38.69991401

Figura 7 – Exemplo relatório em formato excel.

c) Arquivo ASCII, no formato do MOHID, já construído com o valor das propriedades do solo calculados em função dos parâmetros físicos do solo fornecidos pela EMBRAPA. Um exemplo pode ser verificado na Figura 8.

```
!Soil Type Block
!The soil parameters was estimated by Rosetta version 3 and neural network model 3.
!Processing was carried out in MOHID SOIL TOOL software version 1.0 written by Dhiego Sales.

<beginsoiltype>
!CXbd3
!CXbd3 - Cambissolos Haplicos Tb Distroficos + Latossolos Vermelho-Amarelos Distroficos
ID : 1
THETA_R : 0.11074
THETA_S : 0.50348
ALPHA : 0.01093 !unit: 1/cm
N_FIT : 1.34332
SAT_K : 53.01515 !unit: cm/d
<endsoiltype>

<beginsoiltype>
!CXbe1
!CXbe1 - Cambissolos Haplicos Tb Eutroficos + Latossolos Vermelho-Amarelos Distroficos
ID : 2
THETA_R : 0.11283
THETA_S : 0.50685
ALPHA : 0.01106 !unit: 1/cm
N_FIT : 1.33644
SAT_K : 52.09188 !unit: cm/d
<endsoiltype>

<beginsoiltype>
!LVAd5
!LVAd5 - Latossolos Vermelho-Amarelos Distroficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distroficos
ID : 3
THETA_R : 0.11217
THETA_S : 0.488
ALPHA : 0.01144 !unit: 1/cm
N_FIT : 1.32981
SAT_K : 38.49905 !unit: cm/d
<endsoiltype>
```

Figura 8 – Exemplo de arquivo de saída do MOHID SOIL TOOL, já formatado para implementação no MIHID Land.

### 3 Processos

A ferramenta possui quatro processos principais com rotinas que são responsáveis pelo processamento e construção dos arquivos de saída:

- Importação dos dados de entrada;
- Processamento dos dados de entrada;
- Cálculo das propriedades hidráulicas do solo a partir da API rosetta-soil;
- Construção e exportação dos arquivos de saída.

A Figura 9 representa esquematicamente o algoritmo de funcionamento MOHID SOIL TOOL, com os principais processos, as entradas de dados necessários e a saída de resultados correspondentes aos diferentes processos.

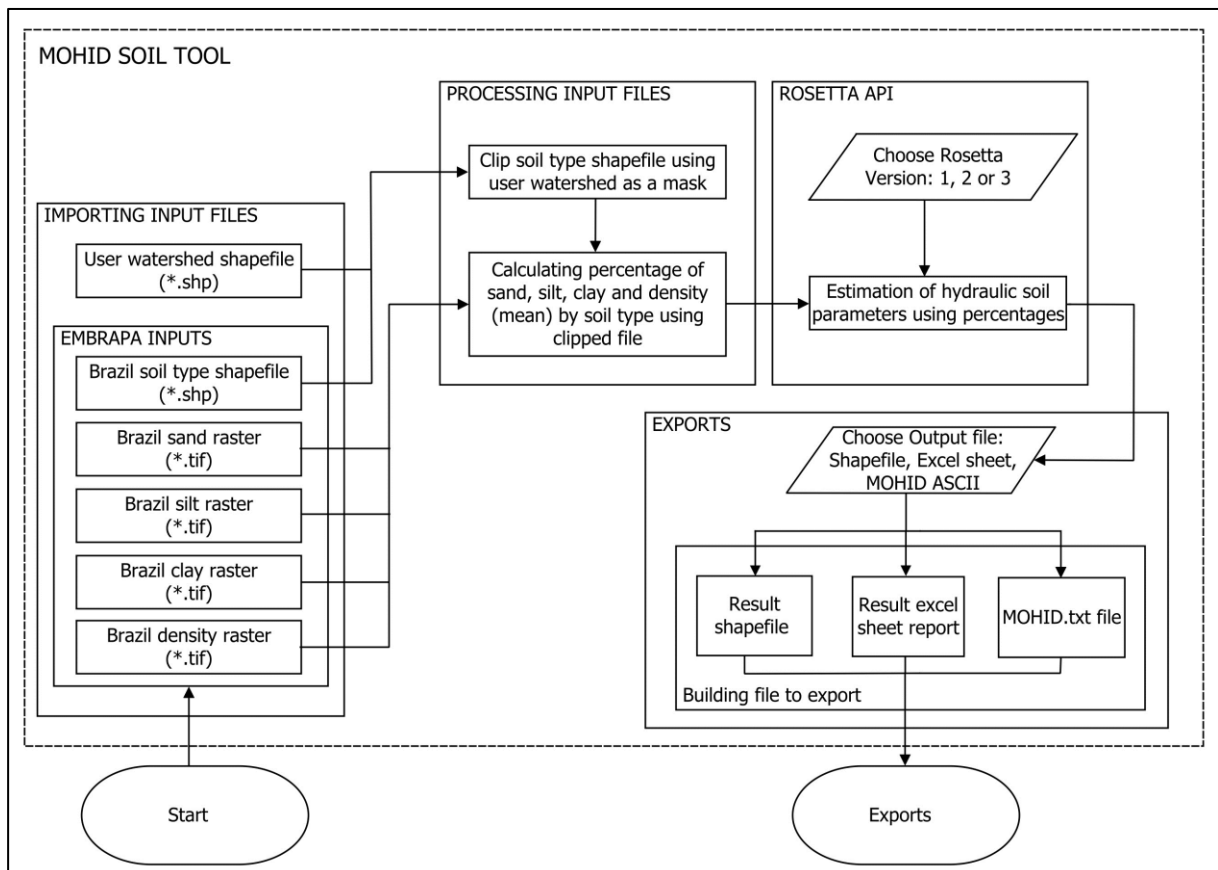


Figura 9 – Algoritmo de funcionamento do MOHID SOIL TOOL.

Nas próximas seções, serão descritas as principais funcionalidades da ferramenta, em consonância com o fluxo representados na Figura 1, sendo apresentadas suas finalidades e as metodologias utilizadas.

### 3.1 Importação dos dados de entrada

O primeiro processo é a importação dos dados. Nesta etapa os dados de entrada são carregados pelo programa sendo mantido o formato inicial de entrada (\*.shp e \*.tif). Para mais informações sobre os dados de entrada, consultar iter 2.1.

### 3.2 Processamento dos dados de entrada

Para o processamento o programa irá atribuir a projeção “EPSG: 5880” para ambos os shapefiles carregados, a fim de que possa ser realizada as operações de recorte. Esta projeção é escolhida uma vez que os arquivos \*.tif da EMBRAPA com os dados de areia, silte, argila e densidade são fornecidos nela fornecidos.

Em seguida o programa irá recortar o shapefile de tipos de solos, fornecido pela EMBRAPA, utilizando como máscara o shapefile da bacia de estudo do usuário, sendo este o arquivo utilizado como base para as análises espaciais seguintes.

O próximo passo do processamento consiste em calcular a média de areia, silte, argila e densidade do solo, por tipo de solo presente na bacia recortada.

Tendo sido calculada a média de cada um dos componentes do solo em suas respectivas unidades (areia, silte e argila em g/kg; densidade em mg/m<sup>3</sup>), o programa irá utilizar a média calculada para estabelecer o percentual de cada um desses componentes, por tipo de solo.

O último procedimento dessa etapa é a construção do DataFrame de saída do módulo de processamento, contendo a descrição do tipo de solo, os valores médios calculados para cada parâmetro, bem como, os percentuais calculados.

### 3.3 Cálculo das propriedades hidráulicas do solo

Os percentuais de areia, silte, argila e densidade por tipo de solo, calculados na etapa anterior, são utilizados como dado de entrada no modelo Rosetta, a fim de estimar as propriedades hidráulicas para cada tipo de solo.

Nesta etapa o usuário pode escolher entre três versões do modelo Rosetta, que possuem diferentes calibrações para os estimadores internos [3, 4, 5]. Uma vez estabelecida a versão, o MOHID SOIL TOOL irá chamar a API do modelo Rosetta, informando os percentuais dos parâmetros físicos para cada tipo de solo, de forma a estimar os valores para  $\theta_s$ ,  $\theta_r$ ,  $\alpha$ ,  $n$  e  $K_{sat}$ .

O Rosetta possui 4 modelos de redes neurais para estimas as propriedades hidráulicas do solo, que estão relacionados com as entradas disponíveis. Como o MOHID SOIL TOOL precisa 4 entradas, a saber: cartas de areia, silte, argila e densidade, o modelo 3 do Rosetta é sempre utilizado.

O último procedimento dessa etapa é a atualização do DataFrame utilizado como entrada, inserindo as colunas referentes aos cálculos e valores do modelo Rosetta.

### **3.4 Construção e exportação dos arquivos de saída**

Para a exportação dos resultados o MOHID SOIL TOOL poderá construir 3 arquivos: shapefile, excel e MOHID ASCII. O campo destinado ao nome do arquivo deve ser preenchido pelo usuário, sem inserir qualquer extensão, uma vez que o mesmo nome será dado para qualquer um dos tipos de arquivo escolhidos pelo usuário.

a) Shapefile: caso o usuário opte por exportar um arquivo shapefile como resultado, o MOHID SOIL TOOL irá atualizar a tabela de atributos do arquivo shapefile recortado no item 3.2 com o DataFrame de resultados gerado na etapa 3.3.

b) Excel: caso o usuário opte por exportar um arquivo com um relatório em formato Microsoft Excel (\*.xlsx) como resultado, o MOHID SOIL TOOL irá salvar o DataFrame de resultados gerado na etapa 3.3 como um arquivo \*.xlsx.

c) MOHID ASCII: caso o usuário opte por exportar um arquivo MOHID ASCII como resultado, o MOHID SOIL TOOL pegará os valores para  $\theta_s$ ,  $\theta_r$ ,  $\alpha$ ,  $n$  e  $K_{sat}$  estimados pelo Rosetta e presentes no DataFrame de resultados gerado na etapa 3.3, i construirá um arquivo \*.txt contendo cada propriedade hidráulica para cada tipo de solo (ver Figura 8).

Todos os arquivos escolhidos pelo usuário para serem exportados será alocado em uma pasta chamada “Outputs”, que será criada dentro do diretório onde o executável do MOHID SOIL TOOL está.

Nota: Caso o usuário execute o processamento com o MOHID SOIL TOOL mais de uma vez, é necessário que os arquivos dentro da pasta “Outputs” do processamento anterior sejam salvos. Caso contrário o programa irá excluir a pasta “Outputs” para escrever os arquivos referentes ao novo processamento.

#### 4 Interface com o Usuário

O MOHID SOIL TOOL foi desenvolvido com base em janelas a fim de facilitar a interação com o usuário de forma intuitiva. Os botões e campos para interação com o usuário são habilitados conforme cada passo é executado de forma a eliminar a possibilidade de operação não permitida.

Inicialmente estão habilitados apenas os campos referentes ao nome dos arquivos de entrada e o botão de processamento, conforme demonstra a Figura 10. Por padrão os campos são apresentados já preenchidos, de forma a exemplificar para o usuário o formato necessário de inserção dos dados, que incluem as extensões.

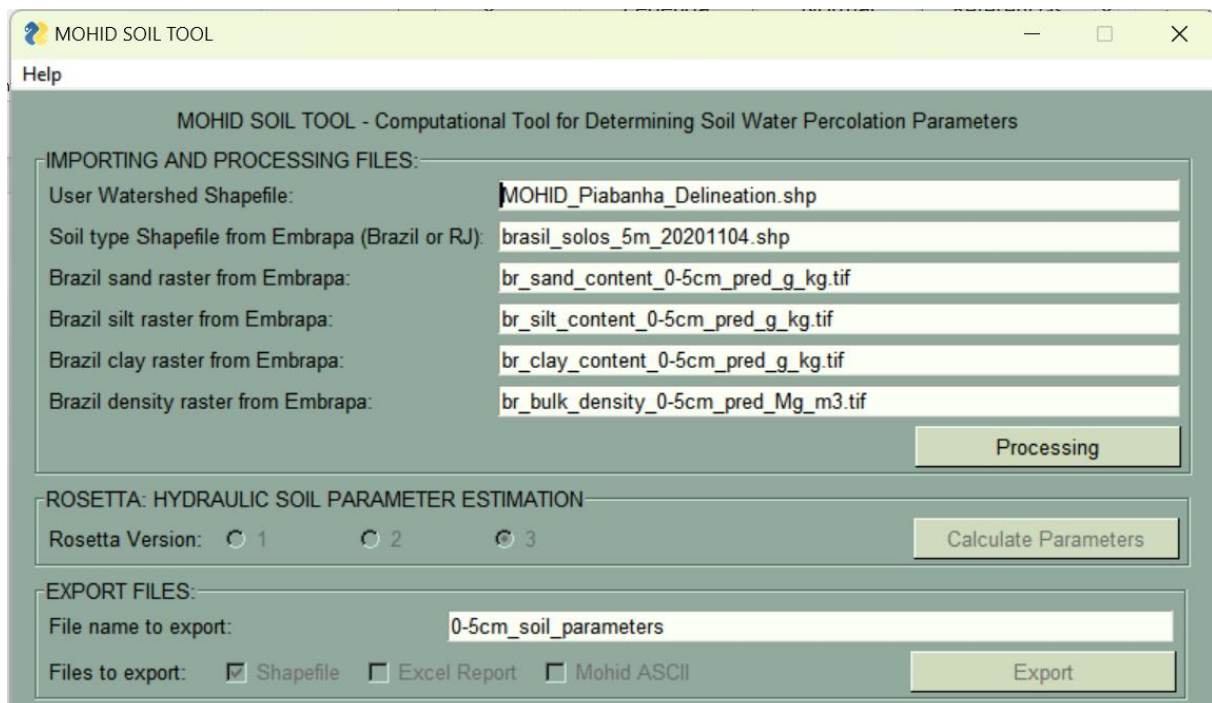


Figura 10 – Interface inicial do MOHID SOIL TOOL

O menu superior “Help” contém os submenus “Instructions”, “Troubleshooting”, “About” que contém respectivamente, as informações referentes a utilização da ferramenta, os possíveis problemas e soluções e os créditos (Figura 11).

O primeiro submenu apresenta um breve descritivo das principais características da ferramenta, o formato necessário para os dados de entrada, os processos que são executados e os tipos de saída disponíveis, em um formato de manual de operação do usuário (Quadro 1). O segundo submenu apresenta algumas possíveis soluções para erros de operação prováveis do usuário (O Quadro 2). O

terceiro submenu apresenta os créditos do projeto, os dados de versão, data e sumário de revisões. (Quadro 3).

## MOHID SOIL TOOL - Computational Tool for Determining Soil Water Percolation Parameters

### Summary:

This program was designed to provide de hydraulic soil parameters to Brazil area, using the files provided by Embrapa <[http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/?limit=100&offset=0&undefined=undefined&title\\_\\_icontains=brasil](http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/?limit=100&offset=0&undefined=undefined&title__icontains=brasil)>.

### Functionality:

This program calculates the mean of sand, clay, silt, and density from Embrapa raster by soil type shapefile provided by Embrapa. Then, it uses the information of these parameters to estimate the hydraulic soil parameters: theta\_r, theta\_s, alpha, npar and Ksat, usinf Rosetta Model.

The outputs available are a soil type shapefile (the calcs are presented in the attribute table), an excel sheet (\*.xlsx) with the parameters and properties to all type of soils available and MOHID ASCII file (\*.txt).

### INPUT FILES:

#Watershed shapefile (user study area);

# Soil type map shapefile provided by Embrapa. It is permitted to use Brazil shapefile (low resolution) or Rio de Janeiro shapefile (high resolution). If the user study area is not completely inserted in Rio de Janeiro Embrapa map, the user must use de Brazil Embrapa map;

# Brasil sand raster provided by Embrapa;

# Brasil silt raster provided by Embrapa;

# Brasil clay raster provided by Embrapa;

# Density sand raster provided by Embrapa.

### PROCESS:

1) Processing files.

This step will clip the soil map shapefile provided using the watershed provided by user as a mask and calculate the mean of sand, clay, silt and density from the raster provided.

Then, a DataFrame will be generated with the percent of sand, silt, clay and density by the type of soil available in watershed shape.

2) Soil parameters estimation. This step will estimate the hydraulic soil parameters: theta\_r, theta\_s, alpha, npar and Ksat, from Rosetta Model (available Rosetta version 1, 2 or 3).

3) Export files. It is possible export a soil type shapefile, a excel sheet with the parameters and MOHID land txt file.

It will be created a directory named 'Outputs' in the same directory of this .exe in order to save the files.

Notes:

#All input files must be in the same directory of this executable.

#It is mandatory to type the file extension to all input files (shapefile must be: \*.shp extension and rasters must be: \*.tif).

#Do not type any extension in the file name to export field, because the same output name given will be used in all export files.

#If there was a directory called 'Outputs' the program will overwrite any file that is inside. Please save the files before running the MOHID Soil Tool again.

The user study area must be contained in the soil Embrapa Soil type provided (BRazil or Rio de Janeiro)

#### Quadro 1 – Submenu Instruction: manual de usuário

If the program closes unexpectedly, certify that:

- a) the input files name are correct.
- b) you provided an extension to all input files.
- c) all input files are in the same directory of this .exe.
- d) if there is an input file corrupted (we recommend testing all files in a GIS software such as QGIS).
- e) if there is a file inside of 'Output' directory opened (you must close it before running the program again. Maybe you want to save it if necessary).

If the program does not open, certify that:

a) if the antivirus is preventing the program running. In this case, it is necessary to disable the antivirus during MOHID SOIL TOOL running.

Quadro 2 – Submenu Troubleshooting: possíveis problemas de operação.

Development team:

Authors: Dhiego da Silva Sales, Jader Lugon Junior, David de Andrade Costa and Antônio José da Silva Neto.

Written by: Dhiego da Silva Sales

Affiliation:

IFF (Fluminense Federal Institute - Brazil)

Doctoral Program in Modeling and Technology for the Environment Applied to Water Resources.

Project:

Name: MOHID SOIL TOOL

Programming language: Python 3

Operational system: Windows 10/11 x64

Current version: 1.0

Last update: 04/10/2023

Acknowledgment:

The authors acknowledge to CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, of the Ministry of Science, Technology and Innovation from Brazil.

Summary of reviews:

=====

Date: 04/10/2023

Version: 1.0

Review: original release.

=====

Quadro 3 – Submenu About: créditos do projeto.



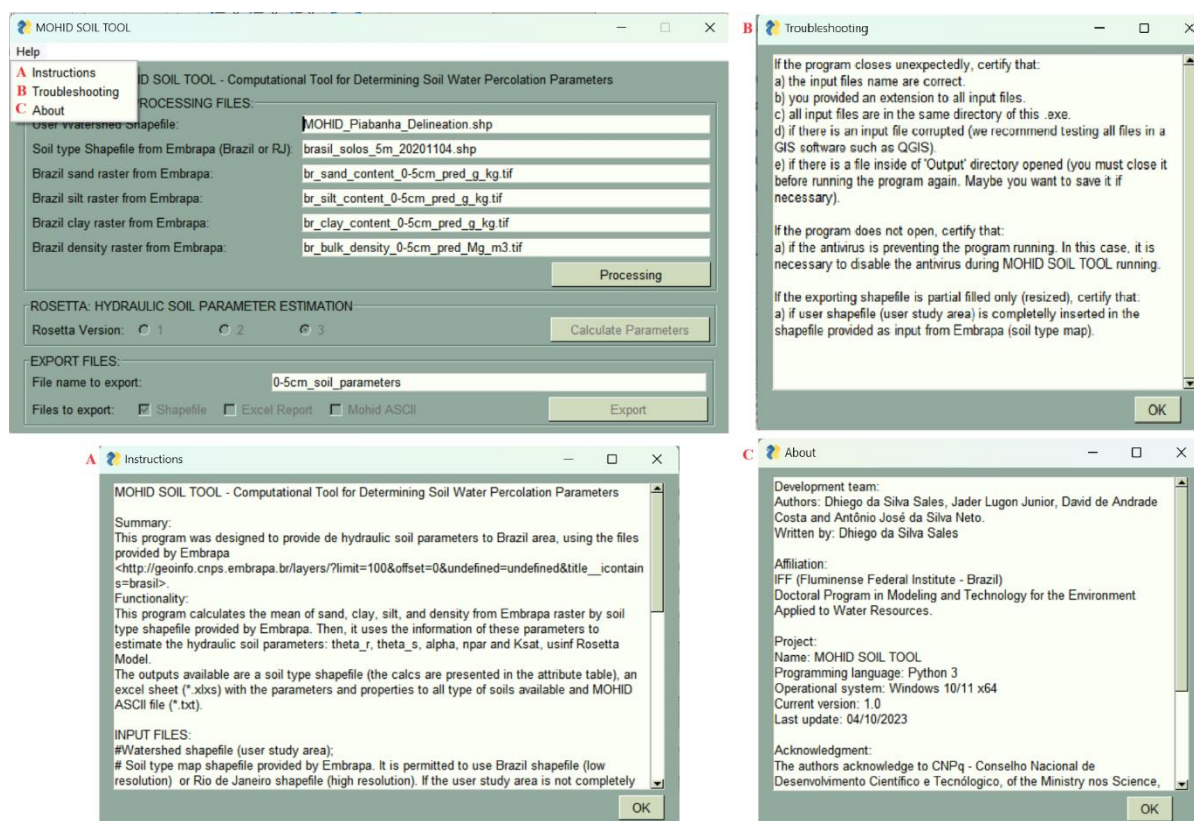


Figura 11 – Menu e submenus do MOHID SOIL TOOL.

## 5. Referências

- [1] Mohid wiki (2023). Equations in Mohid Land. Disponível em: <[http://wiki.mohid.com/index.php?title=Equations\\_in\\_Mohid\\_Land](http://wiki.mohid.com/index.php?title=Equations_in_Mohid_Land)>. Acesso em 04 de setembro de 2023.
- [2] Mohid wiki (2023). Module Porous Media. Disponível em: <[http://wiki.mohid.com/index.php?title=Module\\_PorousMedia](http://wiki.mohid.com/index.php?title=Module_PorousMedia)>. Acesso em 04 de setembro de 2023.
- [3] M. G. Schaap, F. J. Leij and M.T. Van Genuchten. 2001. ROSETTA: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. *Journal of Hydrology* 251(3-4): 163-176. doi: 10.1016/S0022-1694(01)00466-8
- [4] M. G. Schaap, A. Nemes, and M.T. van Genuchten. 2004. Comparison of Models for Indirect Estimation of Water Retention and Available Water in Surface Soils. *Vadose Zone Journal* 3(4): 1455-1463. doi: 10.2136/vzj2004.1455
- [5] Y. Zhang and M. G. Schaap. 2017. Weighted recalibration of the Rosetta pedotransfer model with improved estimates of hydraulic parameter distributions and summary statistics (Rosetta3). *Journal of Hydrology* 547: 39-53. doi: 10.1016/j.jhydrol.2017.01.004
- [6] Rosetta 2023. Estimate unsaturated soil hydraulic parameters from soil characterization data. Disponível em: <<https://www.handbook60.org/rosetta/>>. Acesso em 05 de setembro de 2023.

[7] D. Beaudette, R. Reid and T. Skaggs. 2022. ROSETTA Model API. Disponível em: < <http://ncss-tech.github.io/AQP/soilDB/ROSETTA-API.html>>. Acesso em 05 de setembro de 2023.

[8] M. Schaap and Y. Zhang. 2016. Implementação do modelo de função de pedotransferência Rosetta para previsão de parâmetros hidráulicos de solos não saturados. Disponível em: <<https://github.com/usda-ars-ussl/rosetta-soil>>. Acesso em 05 de setembro de 2023.

[9] G. M. Vasques, M. R. Coelho, R. O. Dart, L. C. Cintra, and J. F. M. Baca. Soil Clay, Silt and Sand Content Maps for Brazil at 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100 and 100-200 cm Depth Intervals with 90 m Spatial Resolution, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Brazil, 2021.

[10] G. M. Vasques, M. R. Coelho, R. O. Dart, L. C. Cintra, and J. F. M. Baca. Soil Bulk Density Maps for Brazil at 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100 and 100-200 cm Depth Intervals with 90 m Spatial Resolution, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Brazil, 2021.

1. TÍPO DE PRODUTO: Software / Aplicativo
2. TÍTULO DO PRODUTO: MOHID SOIL TOOL:
3. NOME DOS AUTORES AMBHIDRO: Dhiego da Silva Sales, Jader Lugon Junior, David de Andrade Costa e Antônio José da Silva Neto
4. ADERÊNCIA DA OBRA AO AMBHIDRO:  Sim  Não
5. Nível do impacto:  Alto  Médio  Baixo
6. Demanda:  Espontânea  Por concorrência  Contratada
7. Objetivo da Pesquisa: Solução de um problema previamente definido
8. Área impactada pela produção:  Econômico  Ensino  Saúde  
 Social  Ambiental  Científico  
 Aprendizagem
9. Tipo de impacto:  Real  Potencial
10. Descrição do tipo de Impacto: Fornecer uma solução eficiente e intuitiva para o processamento de dados de solo e cálculo de parâmetros hidráulicos, agilizando o preparo de entradas para o modelo MOHID-Land e minimizando erros o que melhora a precisão das simulações hidrológicas.
11. Replicabilidade:  Sim  Não
12. Abrangência Territorial:  Internacional  Nacional  Regional
13. Complexidade:  Alto  Médio  Baixo
14. Inovação:  Alto teor inovativo  Médio teor  Baixo teor
15. Setor da sociedade beneficiado: Comitês de Bacia, pesquisadores e cientistas.
16. Vínculo com PDI da Instituição:  Sim  Não
17. Declarar vínculo do PTT com PDI: Está relacionado a uma das finalidades do IFF, que é promover a produção, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias sociais, com ênfase no fortalecimento da pesquisa científica, na inovação e na gestão sustentável dos recursos naturais. Esse propósito está alinhado aos seguintes objetivos estratégicos do PDI: (i) OE5 - Produzir tecnologias e soluções inovadoras de acordo com as demandas da sociedade, contribuindo para o desenvolvimento de produtos, processos e serviços que atendam às necessidades da comunidade; (ii) OE15 - Assegurar práticas de gestão sustentáveis e eficientes dos recursos socioeconômicos e ambientais, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.
18. Houve fomento:  Financiamento: bolsa SWE CNPq  Cooperação  Não houve
19. Há registro de propriedade intelectual:  Sim  Não
20. Código do Registro: BR512024000870-5
21. Estágio da Tecnologia:  Piloto  Em teste  Finalizado/Implantado
22. Há transferência de tecnologia:  Sim  Não
23. OBSERVAÇÕES QUANTO À INOVAÇÃO, RELEVÂNCIA, IMPACTO: A ferramenta MOHID SOIL TOOL preenche uma lacuna ao fornecer parâmetros hidráulicos especializados de forma flexível, tanto por polígonos de tipo de solo quanto para o grid computacional do MOHID-Land. Sua interface gráfica intuitiva e fácil de usar contribui para a difusão do MOHID-Land, tornando-o acessível a diferentes públicos e facilitando sua adoção em estudos hidrológicos.

Link para o produto: <https://github.com/dhiegosales/MOHID-SOIL-TOOL>