

Seedu

Manual do Utilizador do Seedu

Data de publicação: 30 de junho de 2014

Versão 1.0

ÍNDICE GERAL

1.	Conhecer o Seedu	4
1.1	Acerca deste manual	4
1.2	Simbologia utilizada	4
2.	Instalação	6
3.	Procedimentos gerais para usar o Seedu	7
3.1	Escolha do programa de cálculo	8
3.2	Programa de cálculo relativo aos Tubos	10
3.3	Programa de cálculo relativo às Barras	20
3.4	Programa de cálculo relativo aos Cabos	24
4.	Fluxogramas de uso geral Seedu	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Executável do Seedu	6
Figura 2- Interface Inicial do Seedu.....	7
Figura 3 - Submenu "Ajuda"	7
Figura 4- Criar um novo projeto.....	8
Figura 5- Seleção do programa de cálculo	9
Figura 6 – Exemplo de interface para introdução de dados	10
Figura 7- Interface de seleção do programa de cálculo para os Tubos.....	11
Figura 8- Interface de introdução de dados de cálculo de Tubos.....	11
Figura 9 - Indicação mais pormenorizada de dados de cálculo	12
Figura 10 - Selecionar suportes da base de dados.....	13
Figura 11 - Escolha de suportes da base de dados.....	13
Figura 12 - Aviso de erro na introdução de valores na base de dados	14
Figura 13- Aviso de remoção de equipamento da base de dados	14
Figura 14 - Seleção do número e tipo de apoios.....	15
Figura 15 - Seleção do tipo de Tubo.....	16
Figura 16 - Erro por não introduzir dados essenciais para o cálculo	16
Figura 17- Erro na introdução de equipamento na base de dados.....	17
Figura 18 - Mensagem de aviso.....	18
Figura 19 - Mensagem de confirmação.....	18
Figura 20 - Interface de apresentação de resultados dos Tubos	19
Figura 21 - Gravar resultados do cálculo em disco	20
Figura 22 - Interface de introdução de dados de cálculo das Barras	21
Figura 23 - Seleção dos elementos k entre subcondutores	22
Figura 24 - Tipo de secção da Barra	22
Figura 25 - Interface de apresentação dos resultados das Barras	24
Figura 26 - Seleção do projeto de cálculo de Cabos.....	25
Figura 27 - Interface de introdução de dados de cálculo dos cabos.....	26
Figura 28 - Seleção de existência de <i>dropper</i>	27
Figura 29 - Interface de apresentação de resultados dos Cabos	28
Figura 30 - Fluxograma de utilização do Seedu.....	30
Figura 31 - Fluxograma de utilização da base de dados.....	31

1. Conhecer o Seedu

O Seedu é um programa educacional que permite efetuar o cálculo automático relativo aos esforços mecânicos e térmicos, provocada pelas correntes de curto-circuito em barramentos e suportes das subestações.

O programa foi desenvolvido tendo como base as normas: IEC 60865-1 ed.3.0, IEC 60909-0 e IEC 865-2.

1.1 Acerca deste manual

Este manual pretende facilitar a utilização da aplicação Seedu, bem como a exploração das suas potencialidades. Quer leia este manual do início ao fim ou vá saltando de secção em secção, espera-se que ele lhe seja útil à medida que vai conhecendo o Seedu. Recomenda-se que tenha o Seedu por perto enquanto ler este manual, para poder ir experimentando o que está a ler.

1.2 Simbologia utilizada

a	Distância entre condutores
a_{min}	Distância mínima no ar
a_s	Distância ao centro entre subcondutores
a_1	Distância entre suportes do lado a jusante
a_2	Distância entre suportes do lado a montante
E	Módulo de Young
F_m	Força entre condutores principais durante o curto-circuito
F_s	Força entre subcondutores durante o curto-circuito

F_{st}	Força de tensão estática num condutor principal flexível
f	Frequência de rede
f_{cm}	Frequência própria do condutor principal
f_{cs}	Frequência própria dos subcondutores
f_y	Tensão correspondente ao limite elástico
h	Altura do dropper
I_{CC}	Corrente de curto-circuito inicial simétrica (r.m.s)
I_k	Corrente de curto-circuito em regime estacionária
l	Distância entre suportes
l_i	Tamanho da cadeia de isoladores
l_s	Distância entre subcondutores rígidos
l_{sk}	Distância entre o elemento conector k e o suporte adjacente, ou entre elementos conectores consecutivos
l_v	Comprimento da corda do dropper
n	Número de subcondutores de um condutor principal
n_c	Nº de massas conectoras por condutor
m_c	Massa do elemento de ligação entre subcondutores flexíveis
m_z	Massa da peça conectora entre subcondutores de barras
R	Resistência do condutor
S	Constante de elasticidade dos suportes de um vão
S_{th}	Densidade da corrente de curto-circuito térmica equivalente
T_k	Duração da corrente de curto-circuito
T_i	Temperatura do condutor antes do curto-circuito
T_f	Temperatura do condutor no fim do curto-circuito
w	Largura do dropper
V	Tensão do condutor
X	Reatância do condutor

2. Instalação

Para a instalação do programa é apenas necessário executar o ficheiro Seedu.exe, onde para isso necessitará de ter instalado no seu computador o Java RE, versão 7 ou superior.

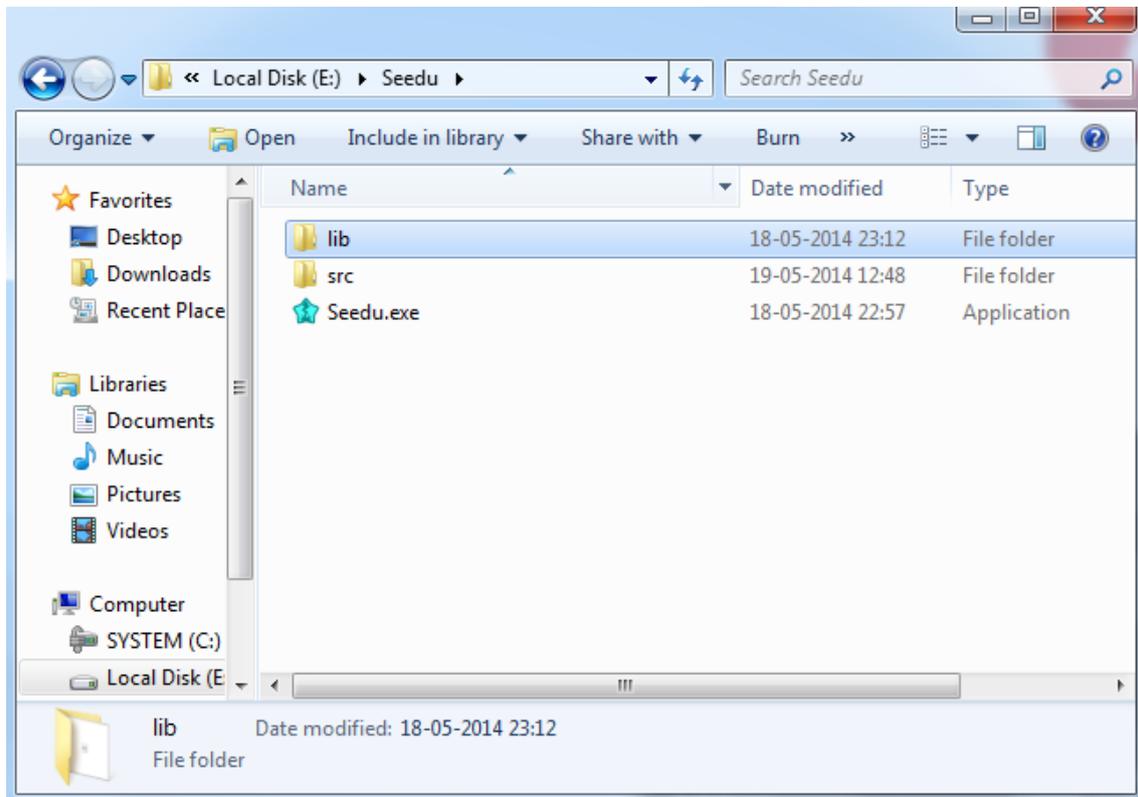


Figura 1- Executável do Seedu

3. Procedimentos gerais para usar o Seedu

Ao iniciar a execução do programa aparecerá a interface da figura 2 que permite ao utilizador escolher o menu “Programa” ou o menu “Ajuda”.



Figura 2- Interface Inicial do Seedu

No menu “Ajuda” poderá obter informações acerca do Seedu, clicando no submenu “Acerca de”, sobre o autor, clicando no submenu “Autor” e descarregar o manual de utilização através do submenu “Manual”.



Figura 3 - Submenu "Ajuda"

3.1 Escolha do programa de cálculo

O menu “Programa” permite a escolha do programa de cálculo- clicando para isso em “Novo Projeto”- (figura 4), consoante o tipo de condutor: Barras, Tubos ou Cabos (figura 5). Para cada tipo de condutor selecionado, existe uma interface de introdução de dados (figura 6).



Figura 4- Criar um novo projeto



Figura 5- Seleção do programa de cálculo

Cada interface de introdução de dados apresenta vários separadores organizados consoante as características do curto-circuito; as características do barramento; as características do condutor e suportes. Todos estes separadores permitem o preenchimento de dados relativos ao curto-circuito e equipamentos da subestação que se pretende analisar.

The image shows a software window titled "Dados do cálculo de Barras". It has a menu bar with "Programa" and a tabbed interface with three tabs: "Características do curto circuito", "Suportes", and "Barra". The "Características do curto circuito" tab is active. The interface contains several input fields and radio buttons:

- Corrente de curto circuito:** Two input fields for I_{cc} (kA) and I_k (kA), both labeled "r.m.s".
- Temperatura:** Three input fields for T_i (°C), T_f (°C), and T_k (s).
- Tipo de curto circuito:** Two radio buttons: "Curto circuito trifásico" (selected) and "Curto circuito entre duas fases".
- Frequência de rede:** One input field for f (Hz).
- Nível de tensão do barramento:** One input field for V (kV).

A "Validar" button is located at the bottom center of the window.

Figura 6 - Exemplo de interface para introdução de dados

3.2 Programa de cálculo relativo aos Tubos

Para iniciar o cálculo relativo aos tubos, terá que selecionar: Programa ->Novo Projeto ->Tubos ->Iniciar Cálculo; onde posteriormente aparecerá uma interface para a introdução de dados (figura 8).



Figura 7- Interface de seleção do programa de cálculo para os Tubos

Figura 8- Interface de introdução de dados de cálculo de Tubos

Comece por preencher os campos em vazio, caso tenha alguma dúvida clique sobre o parâmetro e surgir-lhe-á uma indicação mais pormenorizada na janela, como mostra a figura seguinte.

The image shows a software window titled "Dados do cálculo de Tubos" (Data for pipe calculation). The window has a menu bar with "Programa" and a tabbed interface with four tabs: "Características do curto circuito" (selected), "Suportes", "Características do Barramento", and "Tubo".

Under the "Características do curto circuito" tab, there are several input fields and options:

- Corrente de curto circuito** (Short-circuit current):
 - I_{cc} (kA) [] r.m.s
 - I_k (kA) [] r.m.s
 - A yellow tooltip box is visible over the I_k field with the text: "Corrente de curto circuito em regime permanente(r.m.s)" (Permanent short-circuit current (r.m.s)).
- Temperatura** (Temperature):
 - T_i (°C) []
 - T_f (°C) []
 - T_k (s) []
- Tipo de curto circuito** (Short-circuit type):
 - Curto circuito trifásico (Three-phase short circuit)
 - Curto circuito entre duas fases (Short circuit between two phases)
- Frequência de rede** (Network frequency): f (Hz) []
- Nível de tensão do barramento** (Busbar voltage level): V (kV) []

At the bottom center of the window is a "Validar" (Validate) button.

Figura 9 - Indicação mais pormenorizada de dados de cálculo

Para o preenchimento dos dados relativos aos condutores e suportes poderá aceder à base de dados para o seu preenchimento. Ao seleccionar um suporte ou um condutor, os campos relativos a esses equipamentos serão preenchidos automaticamente, como mostra a figura 10.

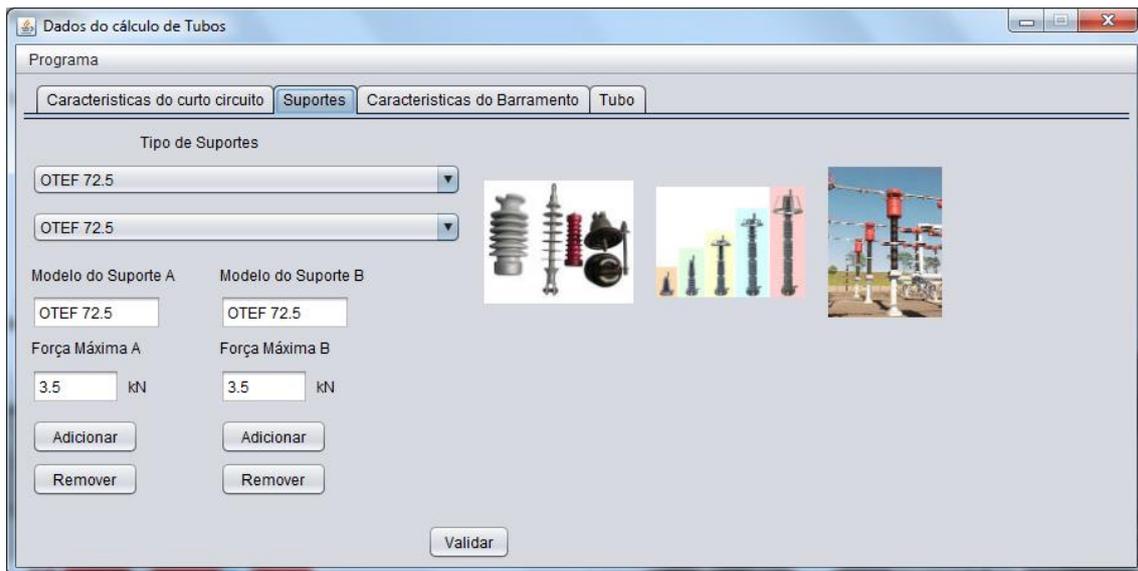


Figura 10 - Selecionar suportes da base de dados

Para percorrer a base de dados clique na seta e automaticamente aparecerão todos os equipamentos relativos aos suportes (se estiver no separador relativo aos suportes) e relativos aos condutores (se estiver a preencher o separador relativo ao tubo).

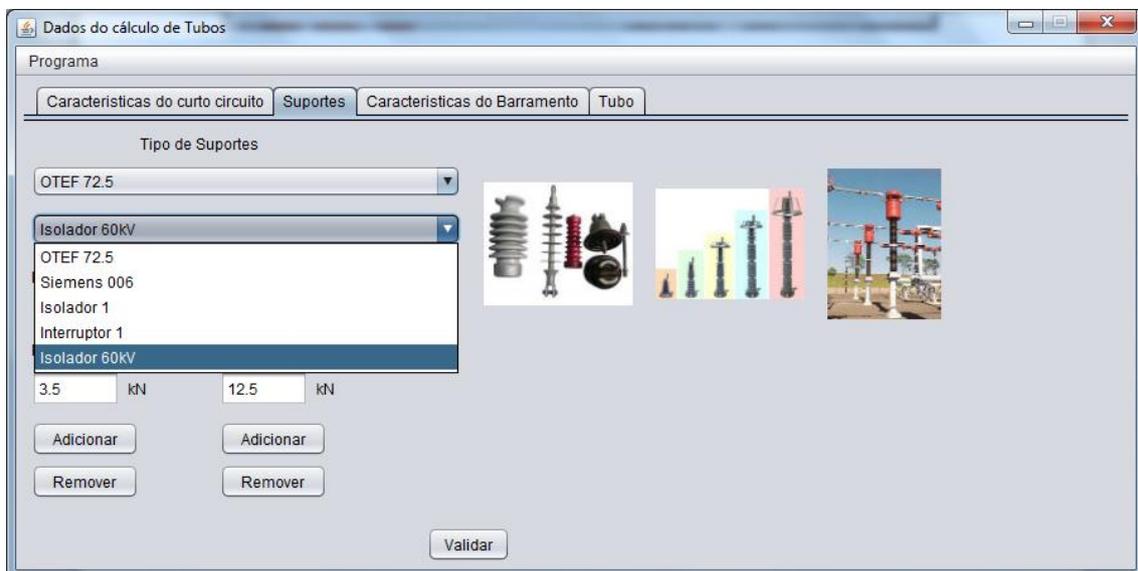


Figura 11 - Escolha de suportes da base de dados

Se desejar introduzir um novo tubo deverá preencher todos os campos relativos ao tubo, seguindo do botão adicionar respetivo. O procedimento idêntico deverá ser realizado

caso pretenda introduzir um novo suporte. Não se esqueça de introduzir os valores utilizando o ponto como separador decimal, caso contrário surgirá uma mensagem de erro (figura 12).

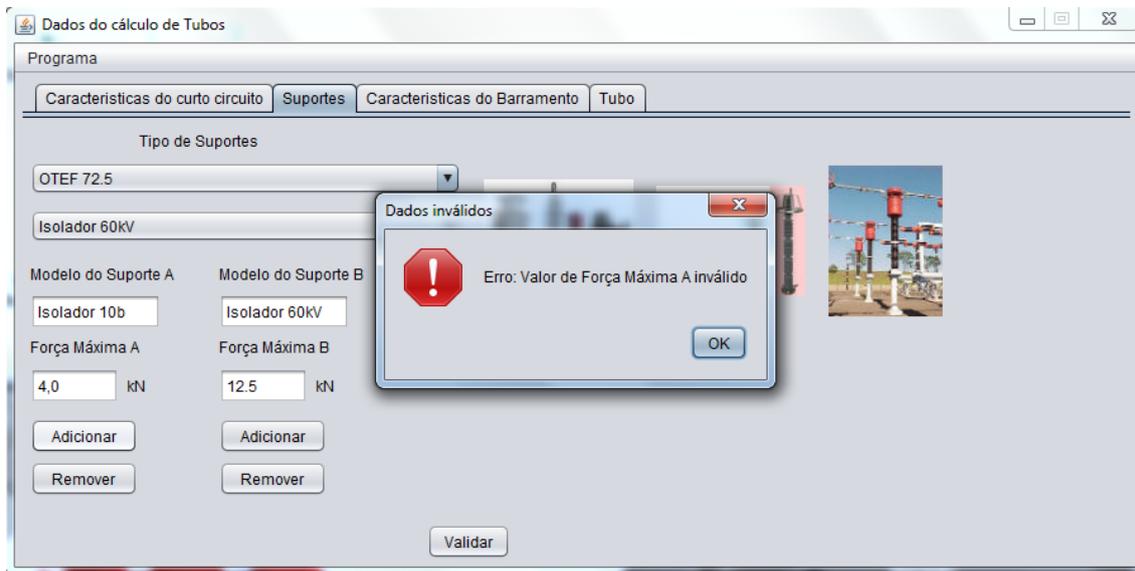


Figura 12 - Aviso de erro na introdução de valores na base de dados

Para remover equipamentos da base de dados terá que seleccionar o equipamento seguindo do botão “Remover” respetivo. Se efetivamente o equipamento tiver sido removido, aparecerá uma mensagem de aviso, indicando o sucesso do procedimento (figura 13).

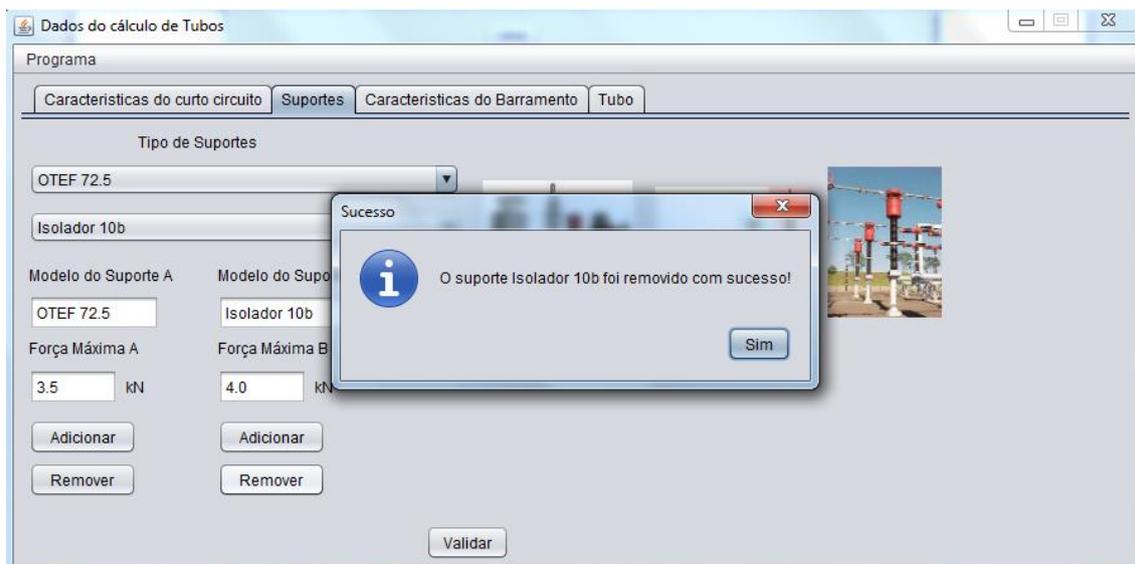


Figura 13- Aviso de remoção de equipamento da base de dados

Deverá também especificar o número de vãos e o tipo de apoios existentes no trecho da subestação que está a analisar, tal como o tipo de tubo. Do lado direito surgirá uma figura que auxiliará a sua escolha relativa ao número de vãos e tipo de apoios (figura 14) e ao tipo de tubo (figura 15).

Como mostra a figura seguinte, deverão ser preenchidos os valores referentes ao número de subcondutores por fase (n), distância entre suportes (l) e o espaçamento entre condutores (a). Para ajudá-lo encontra-se terá uma imagem do lado direito, indicando a distância a que correspondem os valores l e a . Outro dos campos a preencher destina-se a especificar se a subestação em causa possui reengate automático ou não (figura 14).

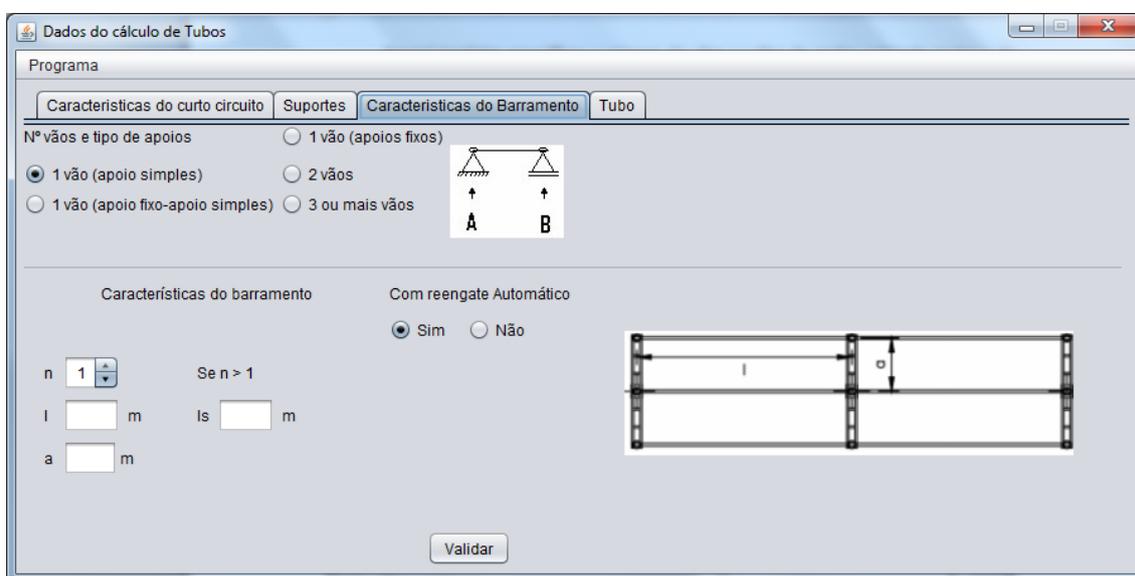


Figura 14 - Seleção do número e tipo de apoios

Na interface também surgirão campos que poderão não ser preenchidos, nomeadamente, se só existir um único condutor por fase (e portanto $n = 1$), o campo ls (distância entre subcondutores) não deverá ser preenchido (figura 14). Contudo no caso de $n = 1$ e preencher o valor de ls o programa fará o cálculo sem ter em conta o valor de ls , mas sim o valor do número de subcondutores.

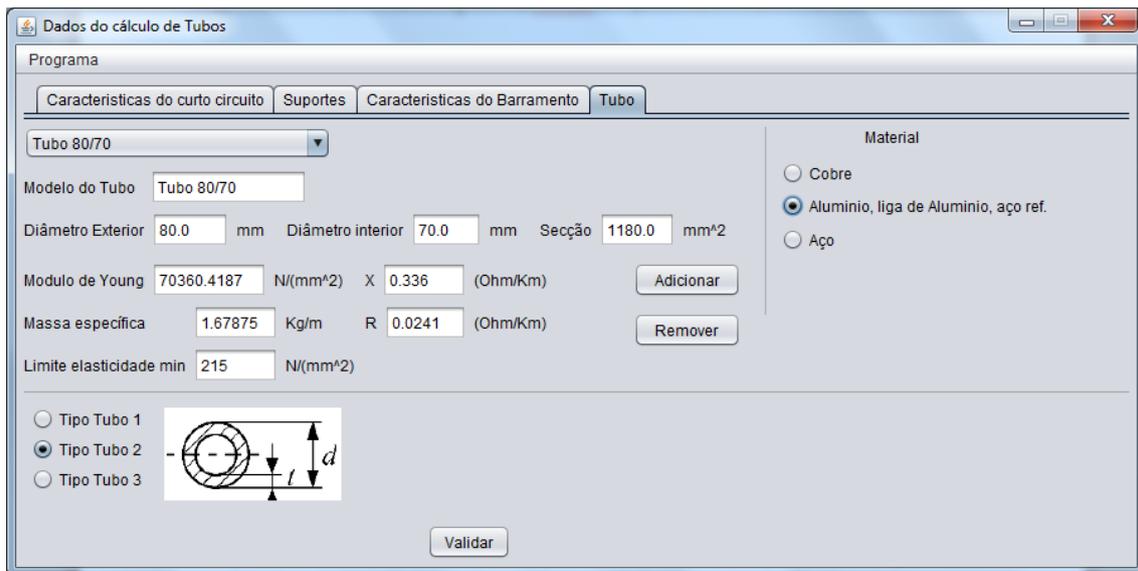


Figura 15 - Seleção do tipo de Tubo

Depois de todos os dados de todos os separadores introduzidos deverá clicar no botão “Validar”. No caso de todos os dados estiverem corretamente introduzidos, o programa efetuará os devidos cálculos, onde surgirão os resultados numa nova janela. No entanto, no caso de os dados estiverem mal introduzidos (que impossibilita o programa de lê-los) e/ou não estiverem inseridos todos os dados essenciais para o cálculo, surgirão mensagens de erro, indicando qual o campo que se encontra mal introduzido ou por introduzir, como mostra a figura 16.

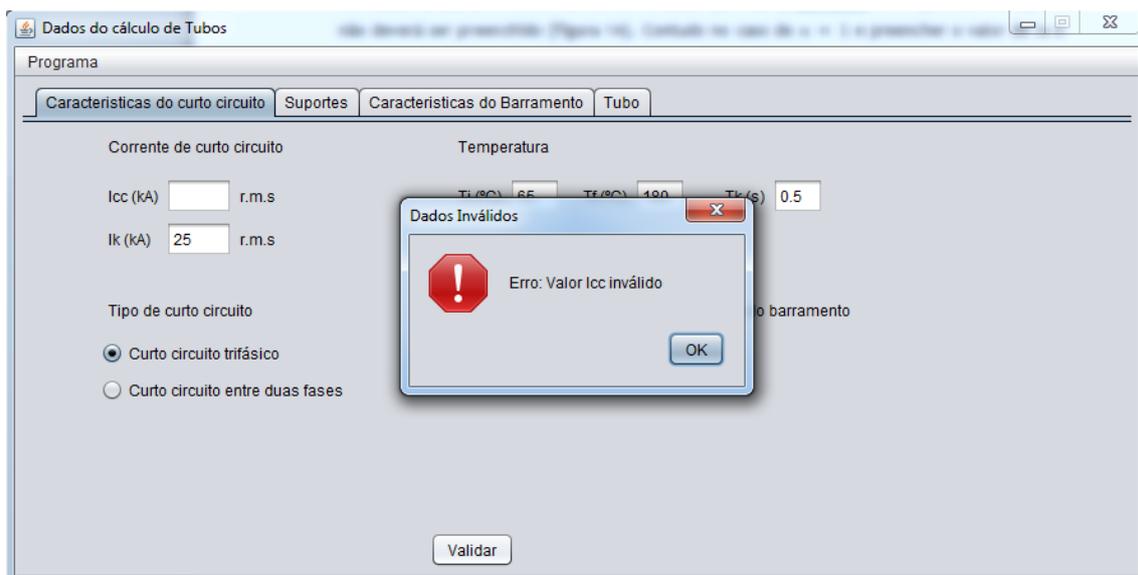


Figura 16 - Erro por não introduzir dados essenciais para o cálculo

- **Mensagens de Erro**

Caso não preencha todos os campos de todos os separadores necessários para o cálculo aparecer-lhe-á uma mensagem de erro, indicando o campo que falta preencher, ou que está mal preenchido (figura 16).

O mal preenchimento pode ser pelo fato de introduzir caracteres inválidos em campos onde só é possível introduzir números, ou a não utilização do ponto para separador decimal (figura 12).

As mensagens de erro surgirãõ também no caso de haver a tentativa de introduzir equipamentos na base de dados com um nome igual ao que já existe na base de dados (figura 17).

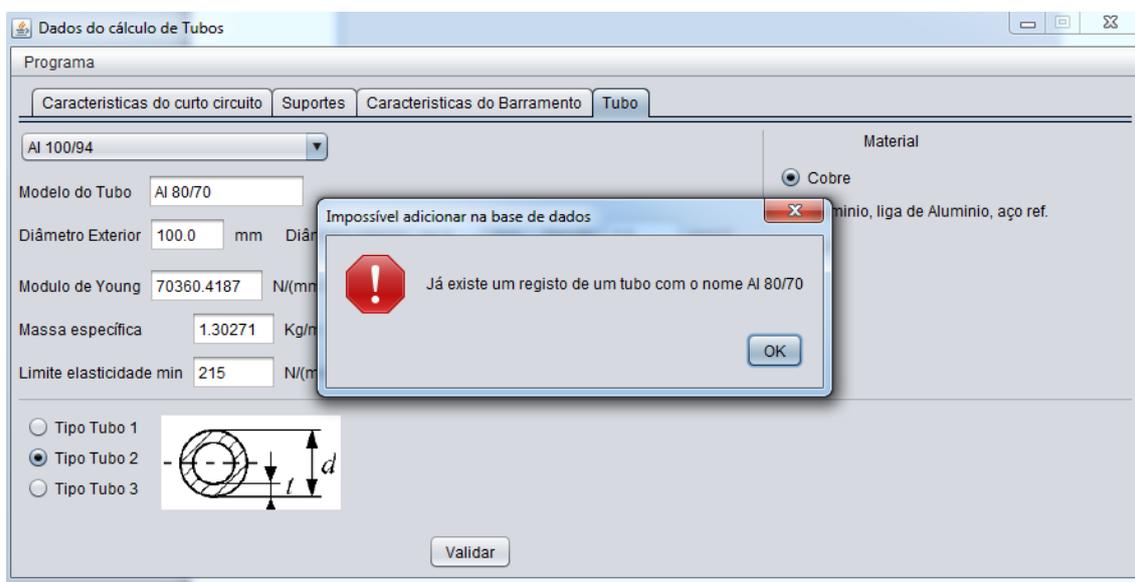


Figura 17- Erro na introdução de equipamento na base de dados

- **Mensagens de Aviso**

O programa enviará uma mensagem de aviso no caso de haver sucesso ao adicionar e ao remover equipamentos na base de dados (figura 13 e 18).

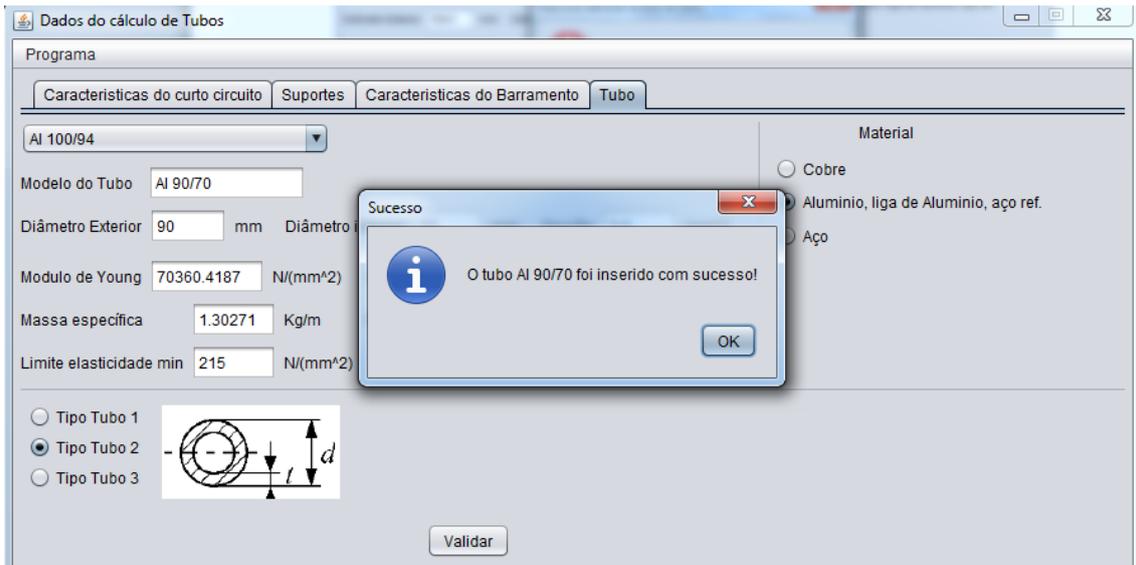


Figura 18 - Mensagem de aviso

- *Mensagens de Confirmação*

Caso pretenda fechar abruptamente o projeto surgirá a mensagem de confirmação seguinte.

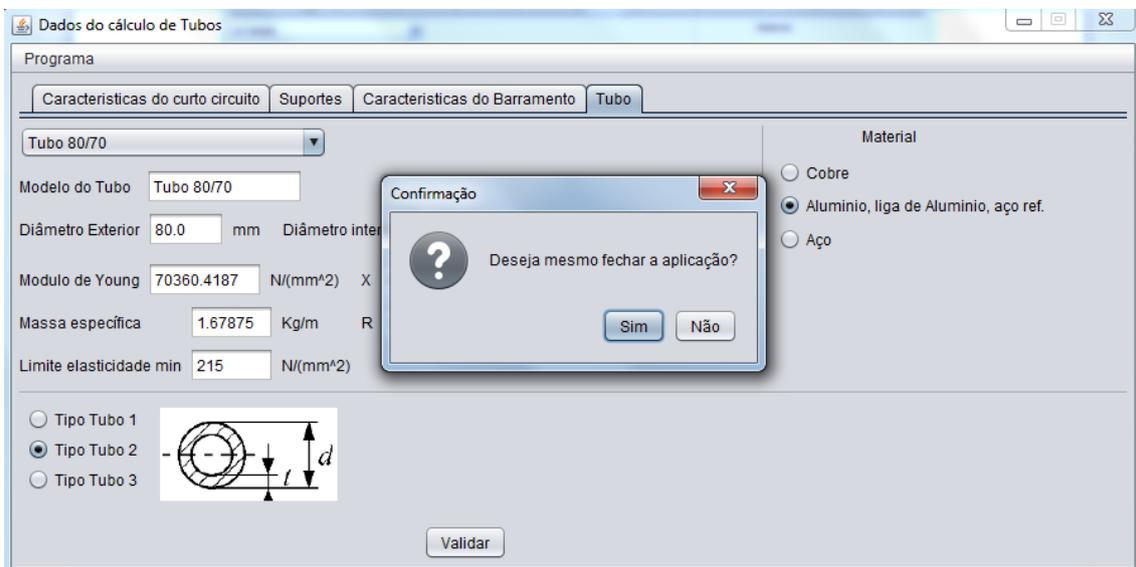


Figura 19 - Mensagem de confirmação

- **Resultados (Tubos)**

Na janela seguinte pode-se ver os resultados mais importantes de entre os cálculos efetuados pelo Seedu. No caso de o programa concluir que poderão existir problemas, que levem a que o condutor e/ou suporte não resistam aos efeitos do curto-circuito, surgirá o símbolo de perigo na interface (figura 20).

Na figura seguinte tem um exemplo, em que o símbolo de perigo aparece ao lado da força exercida sobre o suporte, o que significa que a força aplicada no suporte B ou no suporte A é superior à força máxima que o suporte aguenta, e como tal este não resistirá aos esforços mecânicos. Também, na interface de apresentação de resultados surgem mensagens que indicarão se os suportes resistem aos esforços mecânicos, e se os condutores resistem aos esforços mecânicos e térmicos, tal como indicação da possibilidade de existir perigo de efeito de ressonância.

Efeitos Mecânicos	
Fm (N)	1,026E4
Fs (N)	
Força máxima de tensão no condutor principal (N/mm ²)	8,948E7
Força máxima de tensão nos subcondutores (N/mm ²)	
Força exercida no suporte A (kN)	2,484
Força exercida no suporte B (kN)	8,280
Os condutores resistem aos esforços mecânicos	
Os suportes não resistem aos esforços mecânicos	

Efeitos Térmicos	
Frequência do condutor principal (Hz)	2,098
Frequência do subcondutor (Hz)	
Densidade da corrente térmica (A/mm ²)	24,289
O condutor resiste aos efeitos térmicos	

Não há perigo de efeito de ressonância

Gravar em disco

Figura 20 - Interface de apresentação de resultados dos Tubos

Na interface de apresentação de resultados poderá também surgir campos sem preenchimento. Isto acontece quando o número de condutores por fase é unitário, e portanto, não serão efetuados os mesmos cálculos dos esforços mecânicos e térmicos para a configuração de onde se tem mais que um condutor por fase.

O utilizador poderá ter acesso a alguns cálculos efetuados pelo programa, através do botão “Gravar em disco”, disponível na interface de apresentação de resultados. Assim, será gerado um ficheiro de texto, que poderá ser guardado numa pasta escolhida pelo utilizador (figura 21). Salienta-se que, para uma boa visualização do ficheiro de texto, este deverá ser aberto pelo WordPad ou Google Chrome.

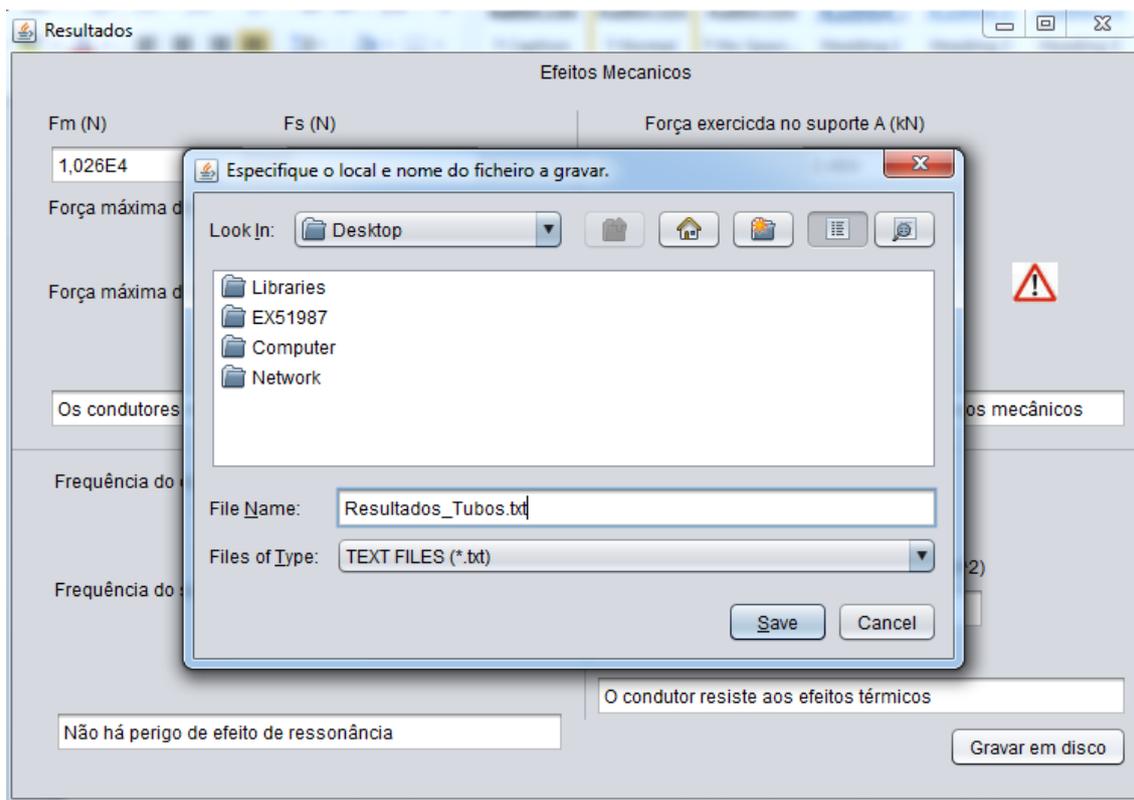


Figura 21 - Gravar resultados do cálculo em disco

3.3 Programa de cálculo relativo às Barras

Caso pretenda efetuar o cálculo de condutores rígidos em forma de barras deverá seleccionar: Programa -> Novo Projeto -> Barras -> Iniciar o cálculo.

De seguida aparecerá uma janela para a introdução de dados, semelhante ao programa dos “Tubos”, onde todos os separadores deverão ser percorridos e os campos devidamente preenchidos. Contudo, se existir dúvida sobre o significado de qualquer campo de preenchimento poderá passar o rato do computador pela variável a preencher, onde aparecerá informação mais detalhada, ou então consultar o manual do utilizador existente no menu Ajuda.

Neste programa de cálculo, deverá ter-se em atenção que, se $n = 1$ não é necessário preencher o campo l_s , nem o campo relativo à configuração dos subcondutores (figura 22). Neste caso deverá indicar no campo relativo ao número de elementos k (elementos conectores entre subcondutores), que $k = 0$, e não necessitará de seleccionar o tipo de elemento k , nem m_z , nem a direção de oscilação dos condutores (figura 23).

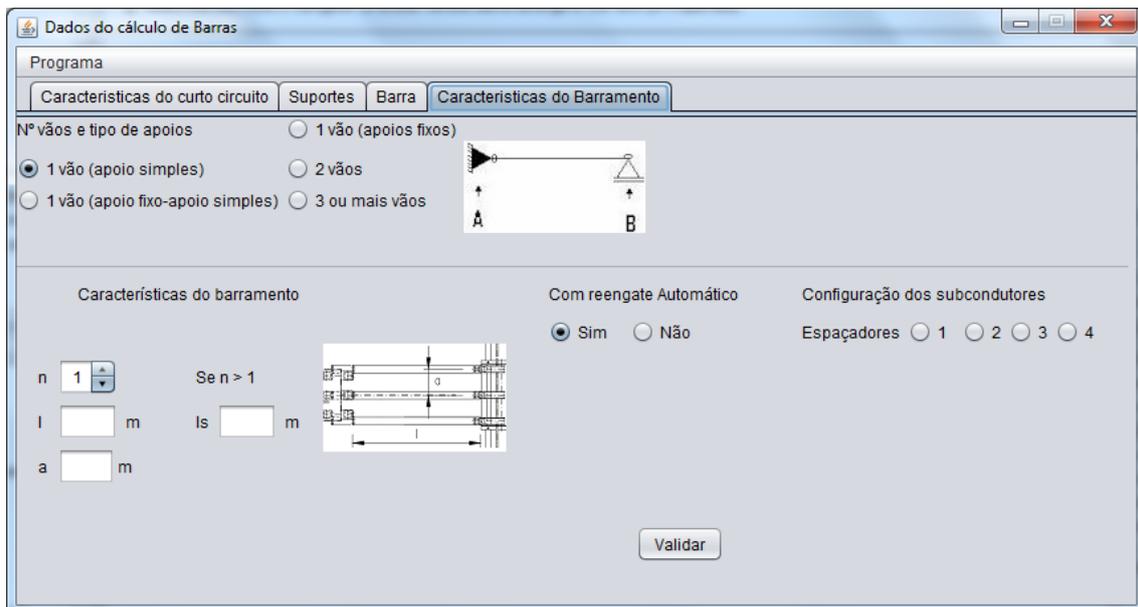


Figura 22 - Interface de introdução de dados de cálculo das Barras

Se o número de subcondutores for superior a 1, então deverá indicar se existem elementos entre os subcondutores (k elementos), e se k for superior a zero, então deverá indicar a sua massa (m_z), e se este elemento tem uma função de “Espaçador” ou “Reforçador”, tal como indicar a direção de oscilação (figura 23). Quando clicar em “Direção de Oscilação 1” ou “Direção de Oscilação 2”, surgirá uma imagem de ajuda.

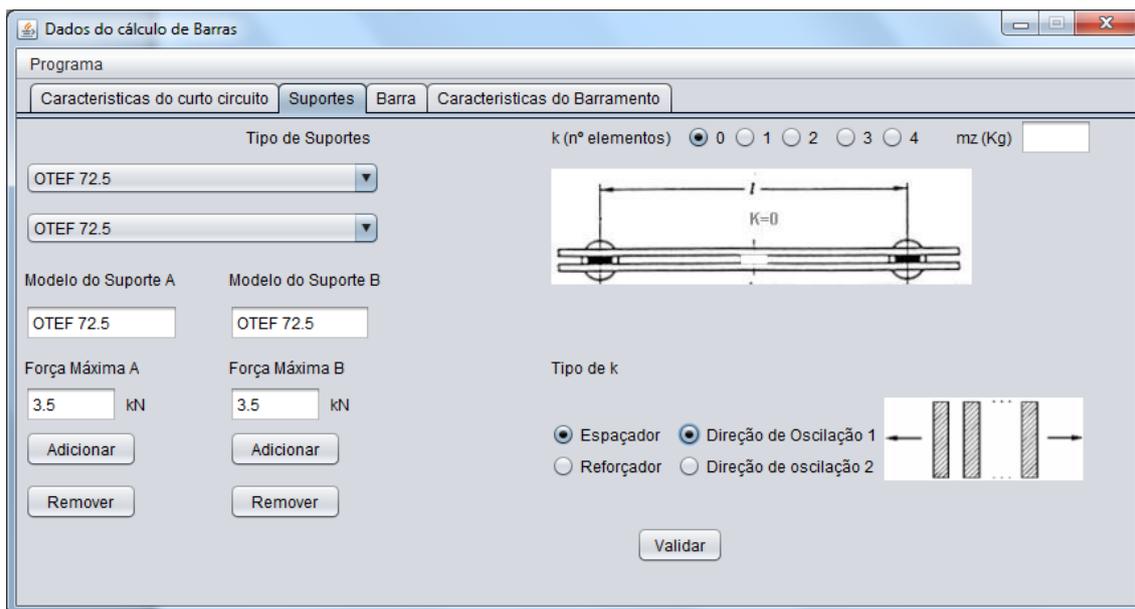


Figura 23 - Seleção dos elementos k entre subcondutores

Deverá também indicar qual o tipo de formato da barra a dimensionar, onde aparecerá uma imagem para auxiliar a sua escolha (figura 24).

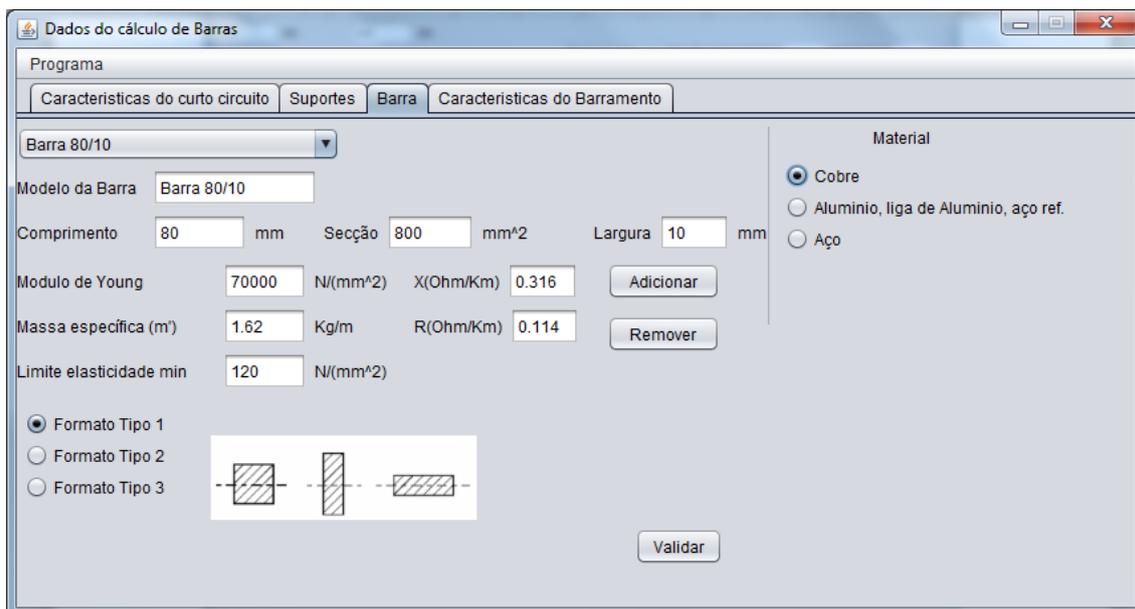


Figura 24 - Tipo de secção da Barra

Para o preenchimento das características da barra e dos suportes, poderá consultar a base de dados. A base de dados deste programa de cálculo possui as mesmas funcionalidades do programa de cálculo dos “Tubos”, indicado na secção 3.2.

- ***Mensagens de Erro***

As mensagens de erro serão as mesmas que foram indicadas na secção 3.2.

- ***Mensagens de Aviso***

As mensagens de aviso serão as mesmas que foram indicadas na secção 3.2.

- ***Mensagens de Confirmação***

As mensagens de confirmação serão as mesmas que foram indicadas na secção 3.2.

- ***Resultados (Barras)***

Os resultados do cálculo dos esforços dinâmicos nas barras e nos suportes são apresentados na figura seguinte.

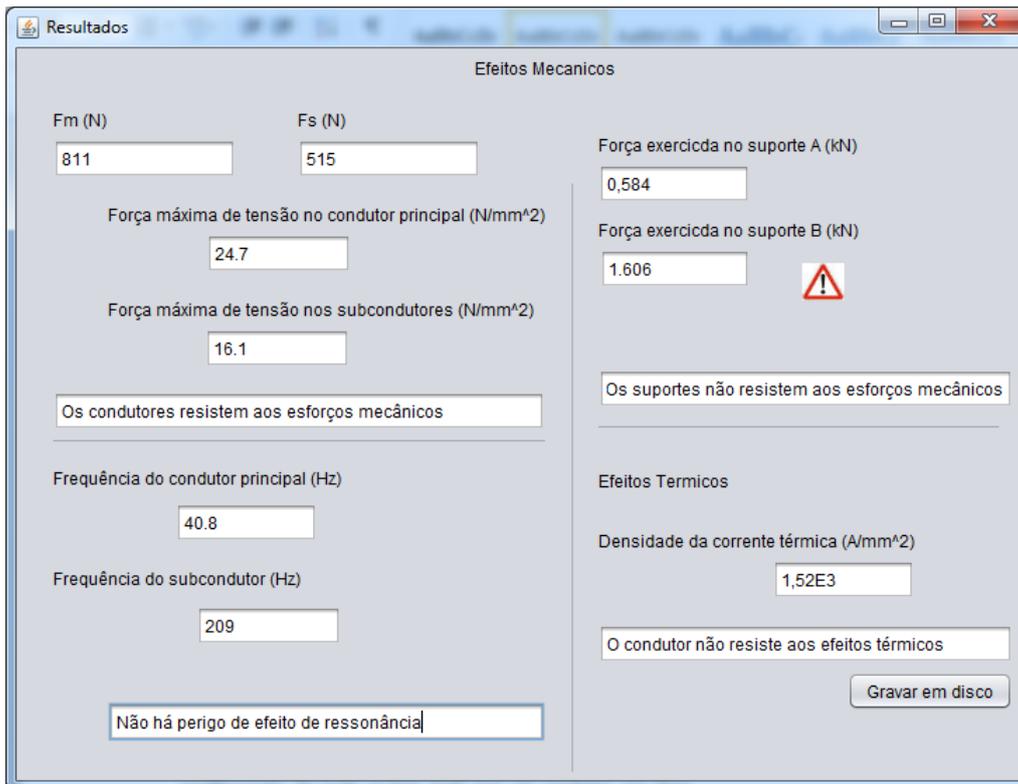


Figura 25 - Interface de apresentação dos resultados das Barras

Nesta interface de apresentação dos resultados, poderão aparecer campos sem preenchimento, nomeadamente: F_s , a frequência do subcondutor e a força de tensão nos subcondutores. Isto acontece quando o número de condutores por fase é unitário, e portanto, não serão efetuados os mesmos cálculos dos esforços mecânicos e térmicos para a configuração de onde se tem mais que um condutor por fase.

Tal como nos cálculos dos Tubos, na interface de apresentação de resultados apenas aparecerão os resultados mais importantes do cálculo, se desejar obter alguns dos cálculos intermédios realizados pelo programa, terá que clicar no botão “Gravar em disco”. Aqui surgirá uma janela para escolher o local onde pretende guardar o ficheiro de texto (figura 21).

3.4 Programa de cálculo relativo aos Cabos

Se pretender efetuar os cálculos relativos aos efeitos mecânicos e térmicos utilizando ligações em cabo, deverá optar pelo programa de cálculo “Cabos” e carregar no botão “Iniciar o cálculo”. Seguidamente aparecerá uma janela para introdução de dados, onde

todos os dados existentes nos separadores da janela de introdução de dados deverão ser preenchidos.



Figura 26 - Seleção do projeto de cálculo de Cabos

A introdução dos dados deverá ser feita de forma análoga ao que já foi descrito para os “Tubos” e “Barras”, voltando-se a referir que quando existir uma dúvida sobre o significado do valor a introduzir, deverá passar o rato pela varável onde ser-lhe-á descrito o seu significado.

Também no projeto de cálculo de Cabos, existe uma base de dados para a introdução, remoção ou apenas seleccionar o equipamento para dimensionamento. Esta base de dados possui as mesmas funcionalidades das indicadas para os Tubos e Barras.

Para o cálculo com cabos deverá seleccionar o número de subcondutores por fase (n), em que no caso de só existir um condutor por fase deverá indicar que $n = 1$. No entanto, no caso de $n > 1$, deverão ser preenchidos o campo as (distância entre subcondutores).

Ainda para o caso de $n > 1$, se existirem massas de conexão entre os subcondutores, deverá preencher os campos: m_c , n_c , l_{s1} , l_{s2} , l_{s3} e l_{s4} . Contudo, se o número de massas de conexão for inferior a 3, não é necessário o preenchimento de todos os campos relativos às distâncias entre massas de conexão (figura 27).

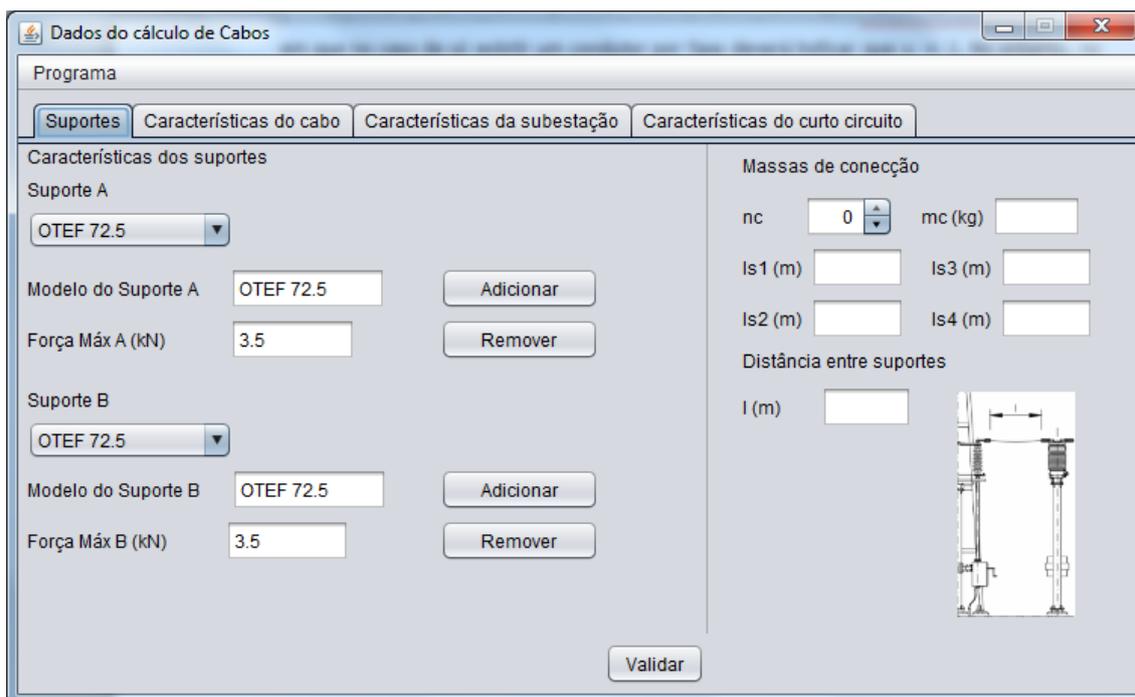


Figura 27 - Interface de introdução de dados de cálculo dos cabos

Outro campo de preenchimento opcional está relacionado com a existência ou não de *dropper* (derivações a meio do vão). No caso de existir *dropper* deverão ser preenchidos os campos relativos aos *droppers* (w , h e lv), tal como indicar se este se encontra ou não a meio do vão (figura 28).

No separador “Características da subestação”, no campo de preenchimento “Espaçamento entre condutores”, deverá indicar o valor $a1$ e $a2$, onde estes valores podem ser iguais entre si (dependendo da configuração da subestação).

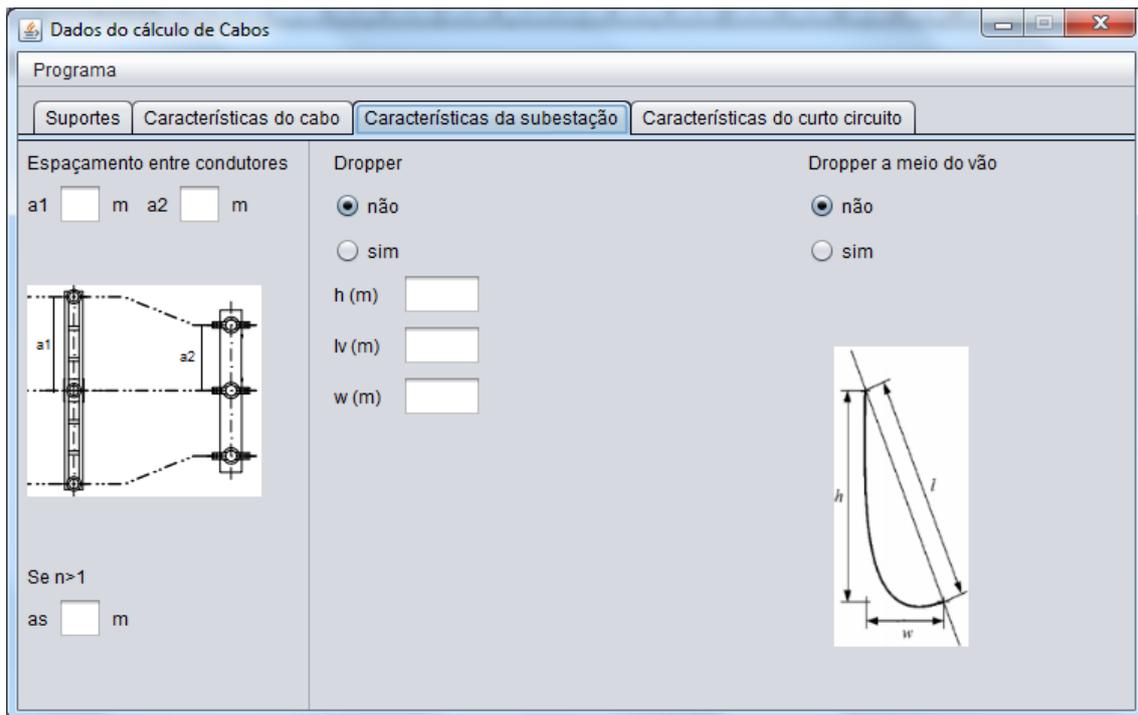


Figura 28 - Seleção de existência de *dropper*

Depois de todos os dados inseridos na interface de introdução de dados, deverá clicar no botão “validar”, onde se os dados estiverem corretamente preenchidos aparecerá uma janela, onde serão apresentados os resultados mais relevantes do cálculo, tal como as principais conclusões.

- **Mensagens de Erro**

As mensagens de erro serão as mesmas que foram indicadas na secção 3.2.

- **Mensagens de Aviso**

As mensagens de aviso serão as mesmas que foram indicadas na secção 3.2.

- **Mensagens de Confirmação**

As mensagens de confirmação serão as mesmas que foram indicadas na secção 3.2.

- **Resultados (Cabos)**

Tal como referido nas secções 3.2 e 3.3, a janela de apresentação de resultados contém os resultados principais dos cálculos efetuados no programa. Porém, se o utilizador pretende conhecer os resultados de cálculos intermédios, deverá “Gravar em disco” selecionando o local onde guardar.

The screenshot shows a software window titled 'Resultados' with a light blue border and standard Windows window controls. The window is divided into several sections:

- Forças relativas aos Efeitos Horizontais:**
 - Força Eletromagnética (N/m): 62,500
 - Força início do CC (kN) (sem Dropper): 23,001
 - Força início do CC (kN) (com Dropper): [empty field]
 - Força final do CC (kN): 27,600
 - amin (m): 1,492
 - Os condutores não chocam
- Efeitos Mecânicos:**
 - Forças relativas aos Efeitos Verticais:
 - Força início do CC (kN): [empty field]
 - Deslocamento horizontal máximo (m): [empty field]
 - Força entre os subcondutores:
 - Força de compressão (kN): [empty field]
 - Força máxima exercida sobre os suportes (kN): [Os suportes não resistem aos esforços mecânicos] (with a warning icon)
- Efeitos Térmicos:**
 - Densidade da corrente térmica (A/mm²): 19,659
 - O condutor resiste aos efeitos térmicos

A 'Gravar em disco' button is located at the bottom right of the window.

Figura 29 - Interface de apresentação de resultados dos Cabos

Como acontece nos programas de cálculo para as barras e tubos, também nos resultados dos cabos poderão surgir campos sem preenchimento. Isto poderá acontecer para o caso de existir apenas um condutor por fase, e também no caso de não existir derivações a meio do vão, tal como no caso de a_1 ser diferente de a_2 e quando não existem massas de conexão entre subcondutores.

Salienta-se que para qualquer tipo de cálculo, a qualquer momento poderá terminar o cálculo, ou ir para o menu iniciar ou então escolher outro programa de cálculo. Também, poderá fechar a janela relativa aos resultados, e mudar os dados na interface de introdução de dados, sem ter que fechar o programa Seedu.

4. Fluxogramas de uso geral Seedu

Os fluxogramas que se seguem pretendem ajudar de forma rápida o utilizador a navegar no Seedu.

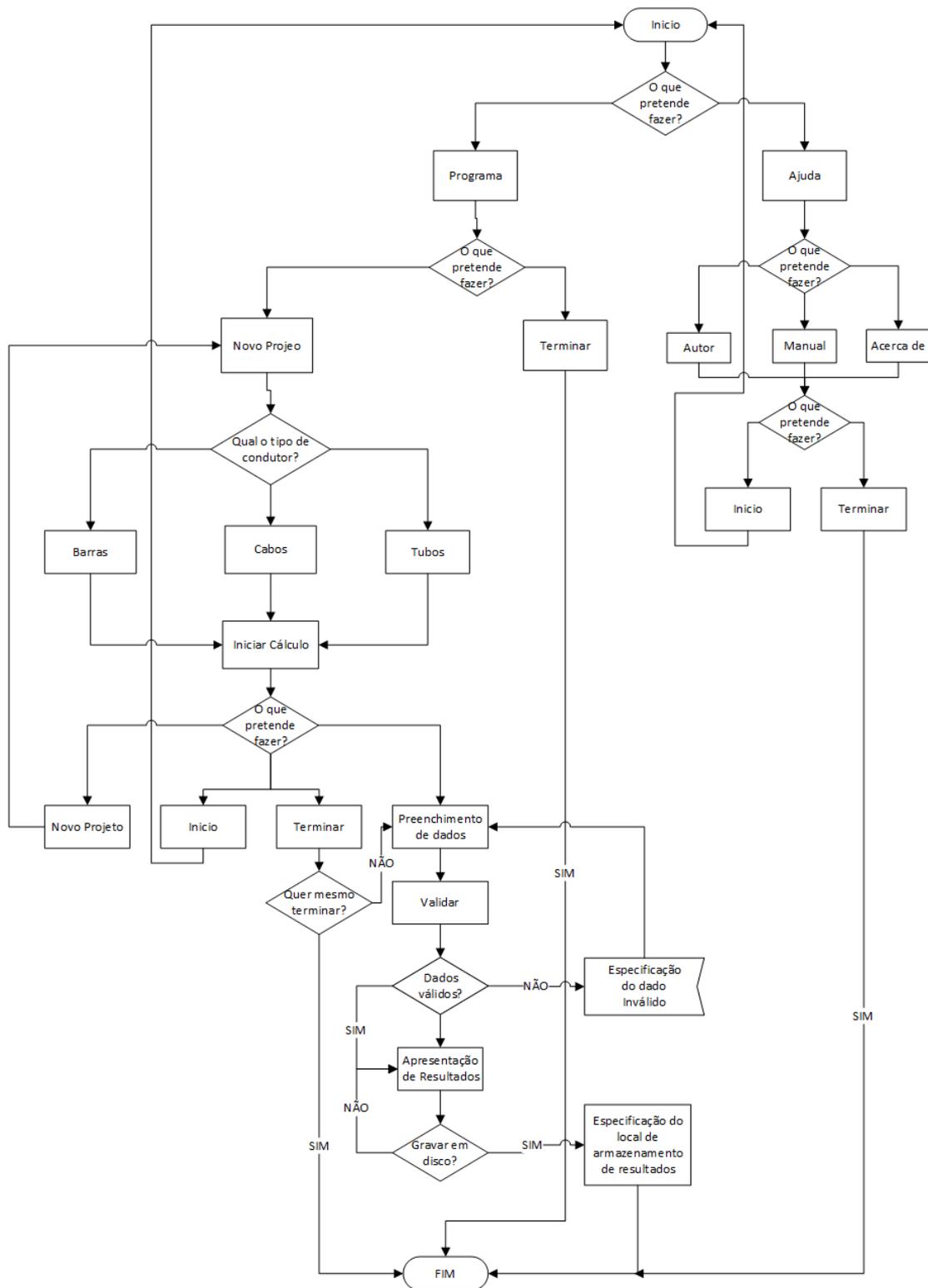


Figura 30 - Fluxograma de utilização do Seedu

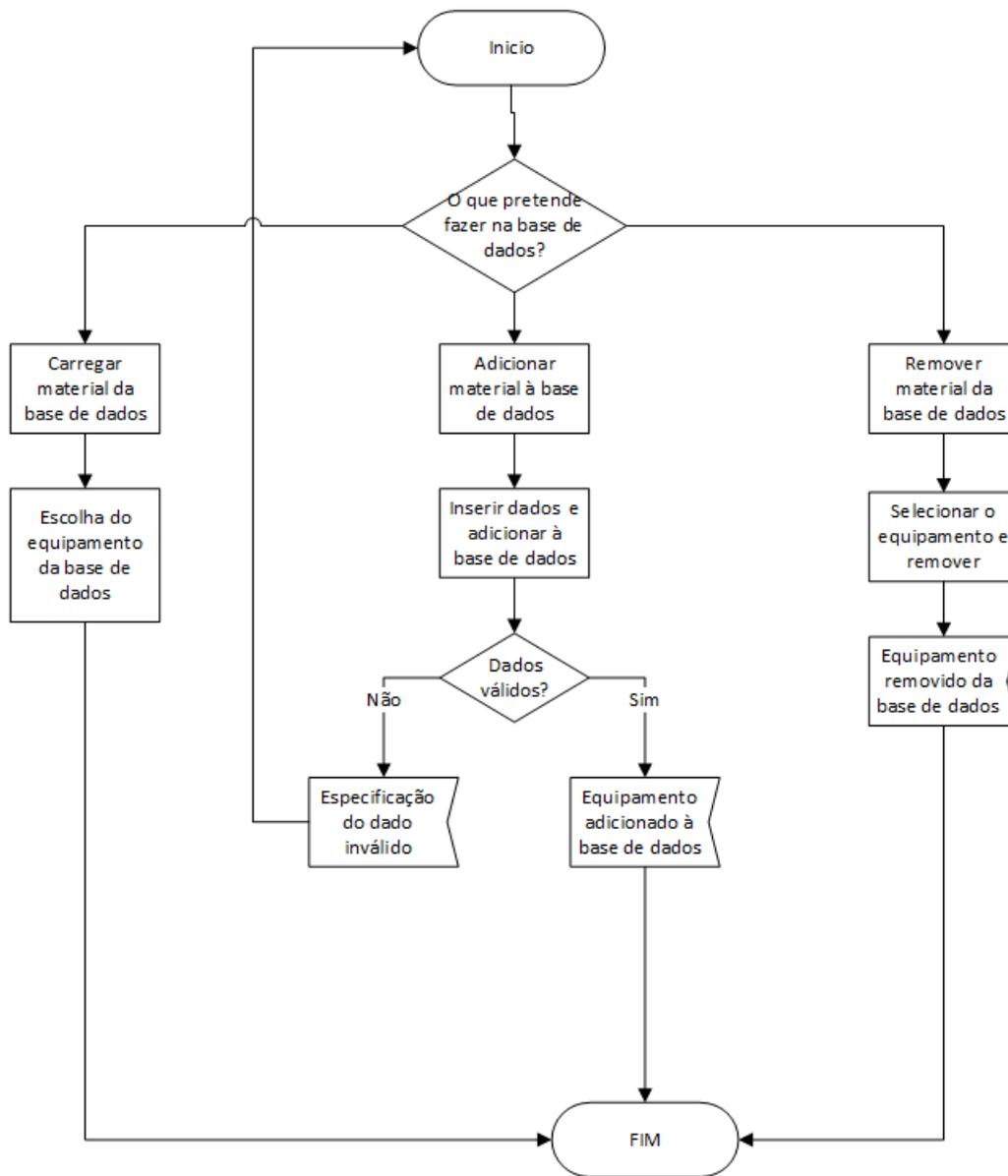


Figura 31 - Fluxograma de utilização da base de dados