

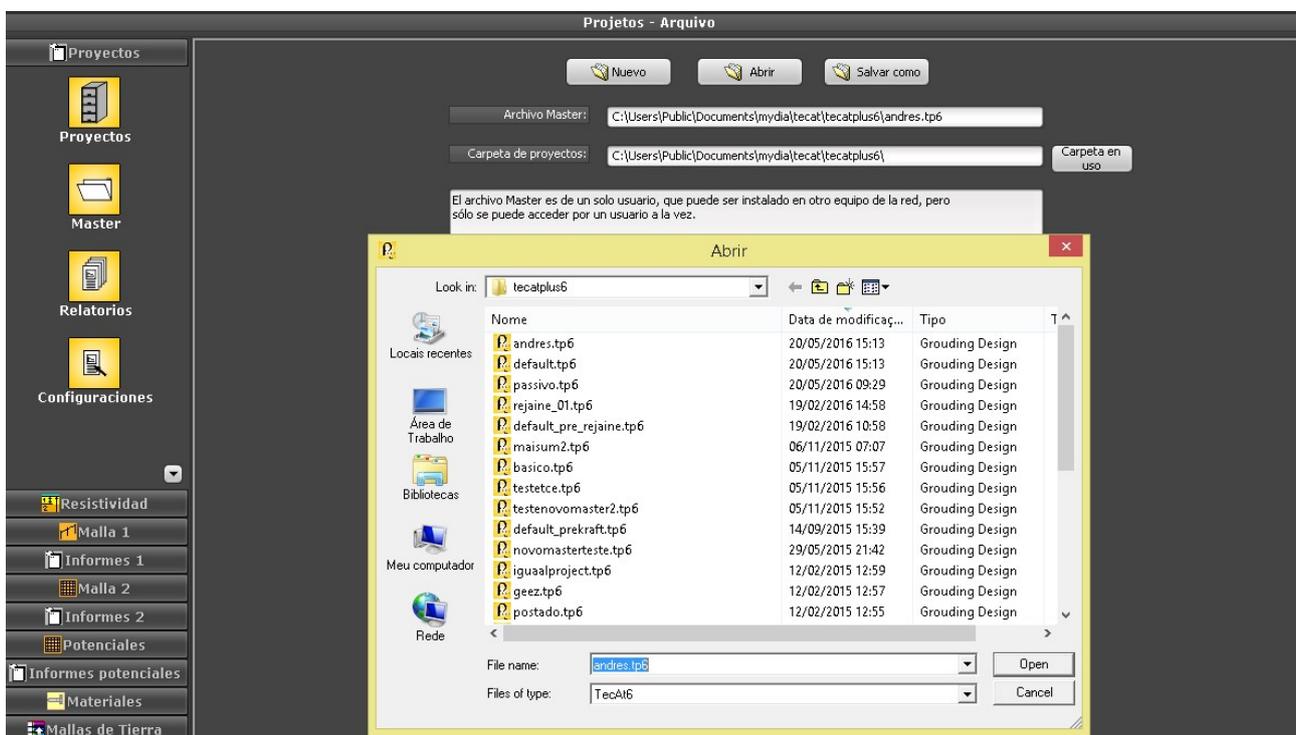
# TecAt Plus 6

Exemplo: Cabine de MT  
Edição preliminar 23/05/2016

## 1. Iniciando um novo arquivo Master

Um arquivo Master pode conter diversos projetos; além da melhor organização, a grande vantagem de agrupar projetos relacionados dentro de um mesmo Master é poder realizar análises comparativas entre malhas calculadas com o módulo Malha2.

Para iniciar um novo arquivo Master, selecione Projetos / Master / Novo:



## Editando os dados descritivos do Projeto:

Ao iniciar um novo projeto (ou selecionando um projeto existente no Master e clicando no botão Editar), pode-se entrar / modificar os dados descritivos do projeto:

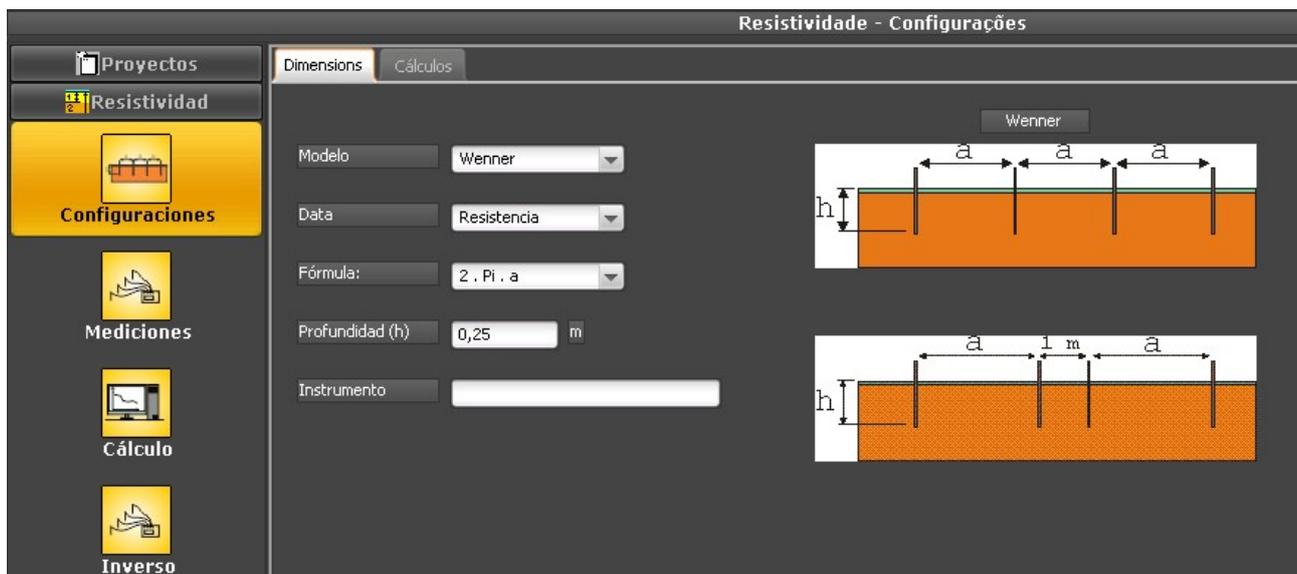


## 2. Resistividade

Selecione o projeto desejado na tabela de projetos do Master e clique no botão Carregar (Abrir ou Load, dependendo do idioma); o nome do projeto ativo na memória sempre aparece na barra superior do programa, exemplo: "TecAt Plus 6 - nomedoprojeto" - se não estiver lá, é porque faltou clicar no botão Carregar.

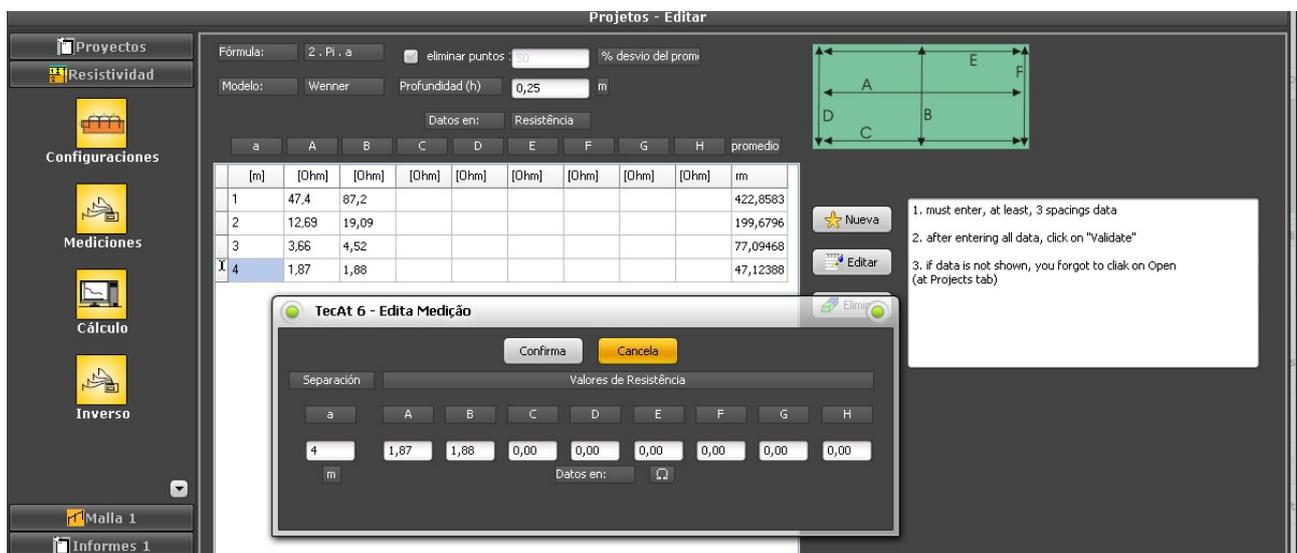
### Configurações do módulo de Resistividade:

Antes de entrar os dados de campo, selecione os parâmetros desejados: se os dados estão em resistência ou resistividade, se há registro da profundidade utilizada para as hastes do terrômetro e a fórmula desejada: completa ou reduzida - a fórmula completa é mais precisa, porém exige o valor da profundidade.



### Entrada dos dados de medição em campo:

No menu Resistividade / Medições, clique em Nova para entrar as medidas de campo para cada espaçamento:



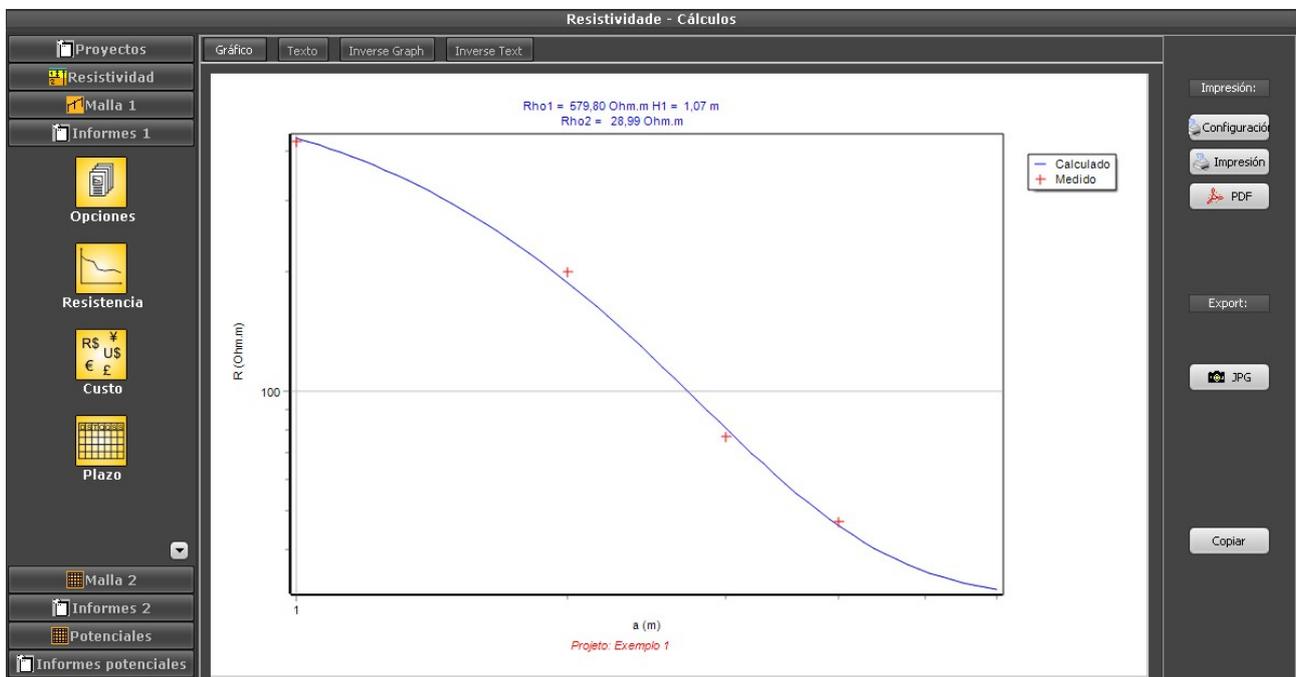
Após entrar todas as medidas, clique em Validar. Se os dados não forem validados, o botão de Calcular (vide a seguir) não estará visível.

Seleção do número de camadas - é possível repetir diversas vezes o cálculo variando o número de camadas para verificar qual fornece a melhor precisão mas, para conseguir 3 ou 4 camadas, são necessários ao menos 5 espaçamentos; como a medição deste exemplo tem apenas 4 espaçamentos, só será possível, neste caso, realizar a estratificação em 2 camadas:



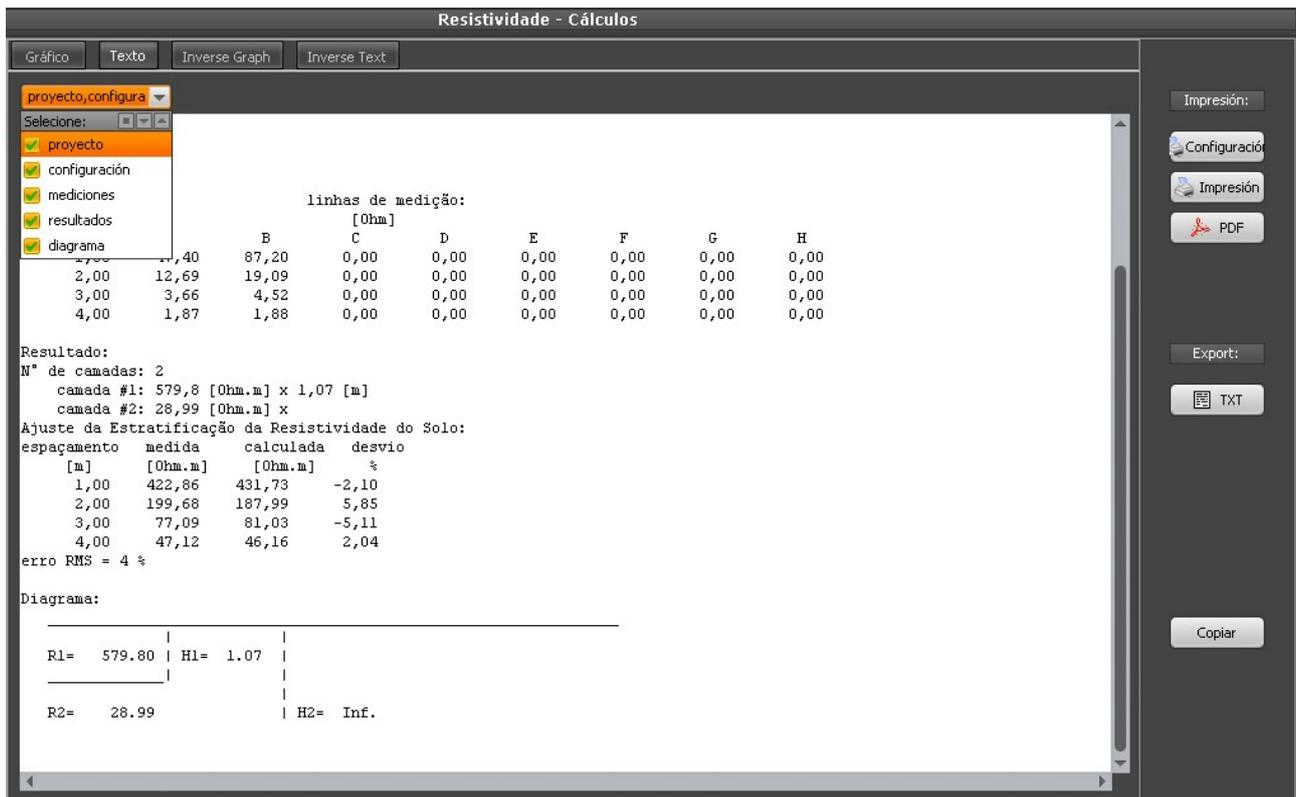
### Gráfico mostrando os pontos medidos em campo e a curva encontrada:

Clicando no botão Calcular, o TecAt faz o ajuste da curva e muda para a tela de Resistividade / Relatórios, apresentando o gráfico obtido:



### Relatório descritivo da estratificação:

Clique na aba Texto e selecione, na caixinha, os itens desejados para o relatório:



Uma estratificação é considerada aceitável quando nenhuma das medidas (espaçamentos) tem desvio acima de 20% e o conjunto das medidas tem erro RMS menor que 15%; ainda assim, uma estratificação com RMS de 3% é bem mais precisa que uma com RMS de 12%.

### 3. Resistência e Potenciais

Utilizamos o módulo Malha 2, pois o Malha 1 trabalha apenas com a resistência de malhas simples em solos de 2 camadas (porém é bem mais rápido, claro) e não tem o cálculo dos potenciais.

Inicialmente, vamos calcular os potenciais admissíveis de Toque e Passo, pois iremos necessitar deles mais à frente; notar que é nessa tela que entramos os valores da corrente de falta (curto-circuito) e o tempo da proteção; veja no livro (selecione Malhas de Terra / Livro) informações sobre o tempo de proteção e a seleção entre dados do primário (“lado” da alta-tensão) ou secundário (baixa-tensão).

#### Cálculo dos potenciais admissíveis:

Selecione Potenciais / Admissíveis:

Caso deseje considerar o revestimento de brita, usado e subestações abertas, clique em Selecionar para acessar o banco de dados de materiais e escolher uma brita. Entre os valores de tempo e corrente da malha e selecione o peso do operador.

### Notas:

- A corrente da malha é a parcela da corrente de falta que realmente será transferida para a terra; em subestações de alta-tensão, por exemplo, é provável que uma parcela da corrente de curto retorne pelos cabos-guarda.
- Algumas normas tem os dois valores - 50 e 70 kgf - para o peso do operador, mas algumas possuem apenas a opção de 50 kgf.
- Piso de concreto em contato com o solo não pode ser considerado como isolante, pois o concreto, nessas condições, absorve umidade e assume uma resistividade muito baixa; para cabines fechadas com piso de concreto, é possível utilizar a armadura (ferragem) para eliminar os potenciais dentro da cabine.

Ao clicar em Atualizar e, a seguir, em Calcular, são fornecidos os valores de potenciais admissíveis de Toque e Passo; mesmo que você tenha optado por utilizar brita, são fornecidos também os valores do terreno sem a brita, caso deseje utilizá-los para uma situação de toque da cerca do lado de fora da subestação.

### Configuração do módulo Malha 2 (subestações e malhas complexas em solos de até 4 camadas):

Selecione Malha 2 / Configurações:

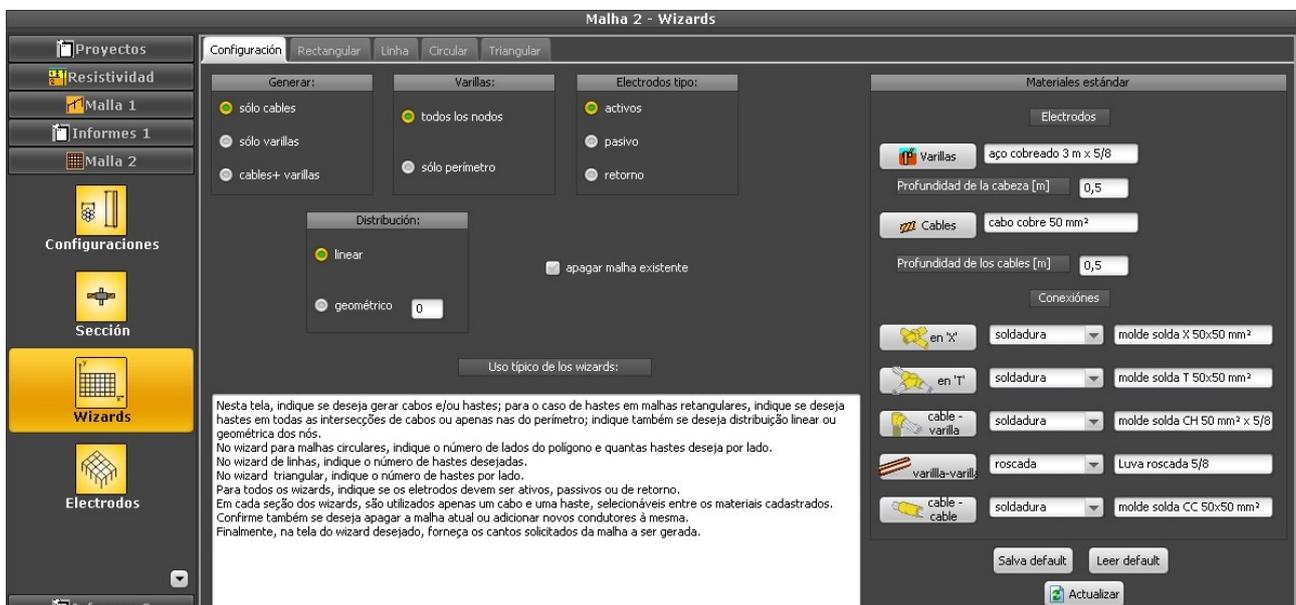


Os valores da resistividade devem estar atualizados com o último cálculo efetuado, ou pode ser editado diretamente (clique a seguir em Atualizar).

### Configuração dos wizards (geradores automáticos de malhas):

É possível entrar os eletrodos um a um, mas é bem mais rápido e gera menos erros se utilizarmos os wizards para gerar a malha.

Em Malha 2 / Wizards, selecione a aba Configuração:



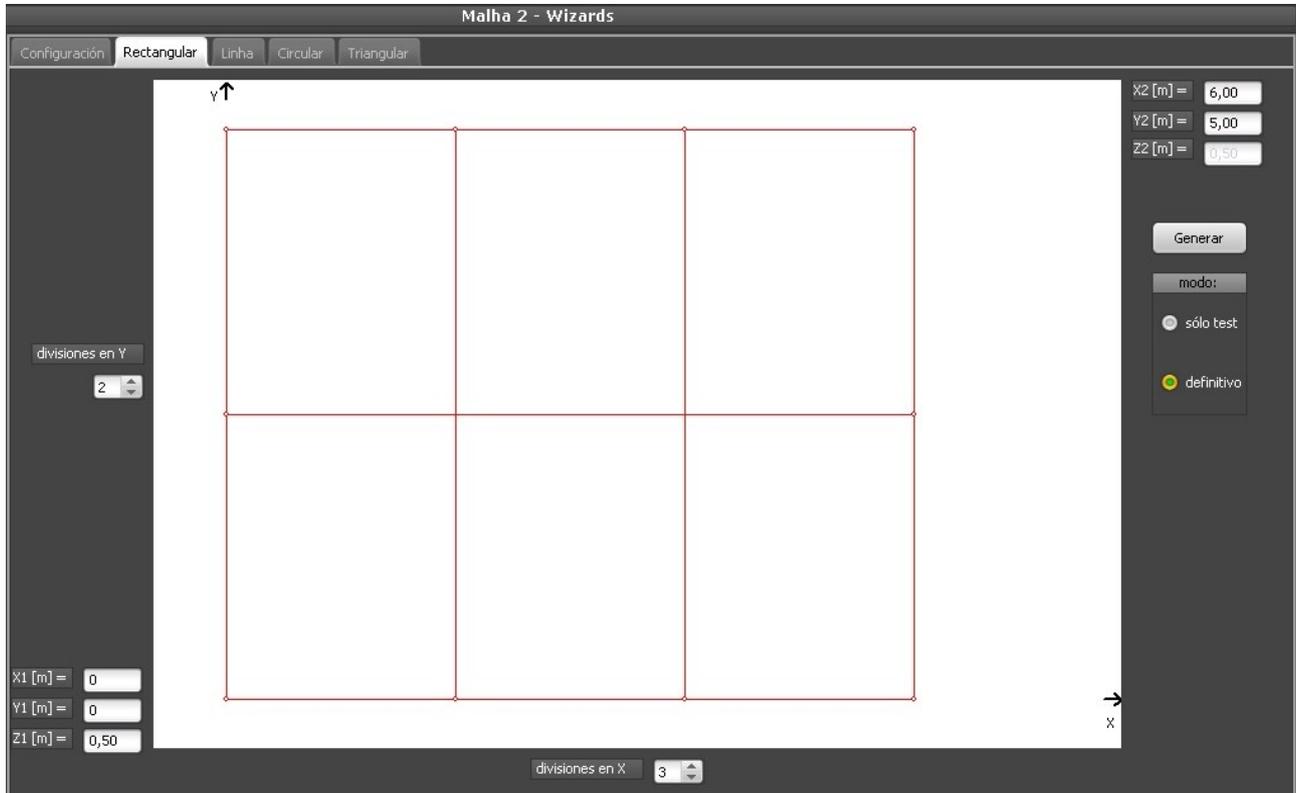
Para este exemplo, vamos gerar cabos + hastes, com as hastes somente na borda da malha, eletrodos ativos (veja nosso exemplo de cerca metálica não aterrada para o uso dos eletrodos passivos), meshes regulares (divisão geométrica só é utilizada para malhas maiores).

O TecAt armazena um conjunto de materiais padrão (“default”), clique em Ler default e a seguir no botão Atualizar; o wizard usa uma dimensão de cabo e uma de hastes de cada vez; caso necessário você pode rodar o wizard diversas vezes, adicionando outros eletrodos (para adicionar, deixe

desmarcada a caixa “apagar malha existente”.

### Malha gerada no wizard retangular:

Para o nosso exemplo de malha para uma cabine de 5x6 metros, podemos inicialmente usar o wizard Retangular, dividindo três vezes na direção maior (x) e duas na menor (y):

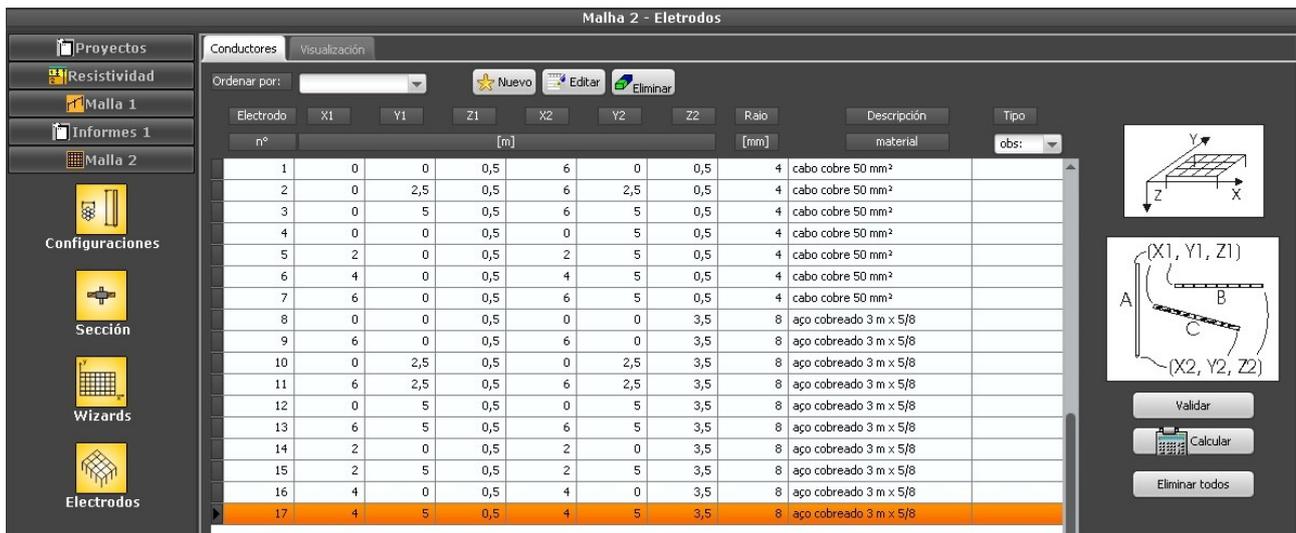


Notr que algumas concessionárias de enrgia exigem números mínimos de hastes conforme a potência instalada.

Selecione “somente teste” e clique em Gerar para ver a malha gerada; se estiver correta, selecione “definitivo” e clique novamente e Gerar.

### Tabela de eletrodos da malha:

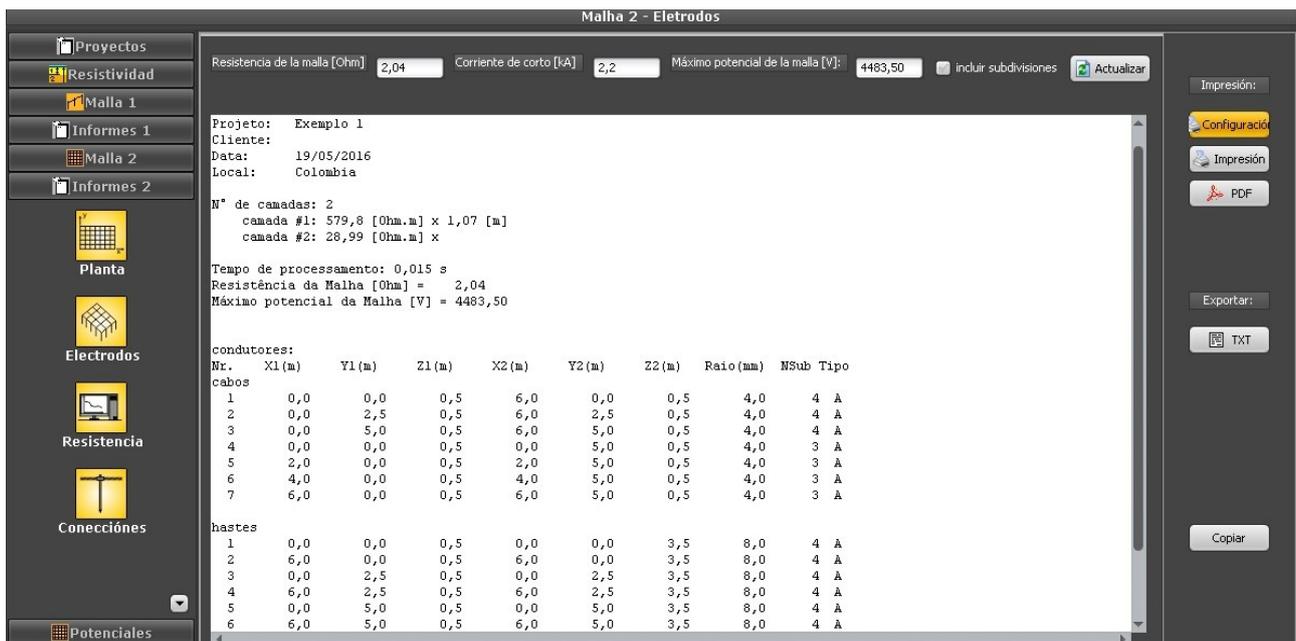
Selecione Malha 2 / Eletrodos para ver a tabela de condutores:



Notar que o botão Calcular está invisível até que você clique em Validar. A seguir, clique em Calcular para gerar o relatório de resistência da malha.

### Relatório de resistência da malha:

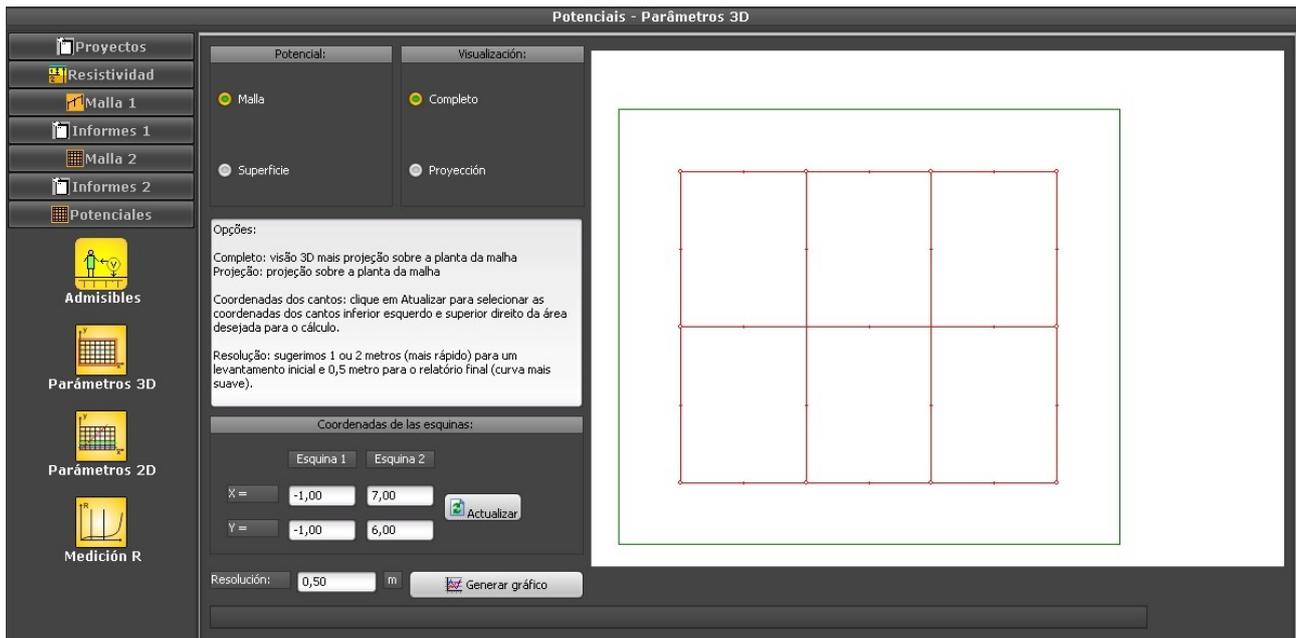
Selecione Relatórios 2 / Resistência para obter o relatório:



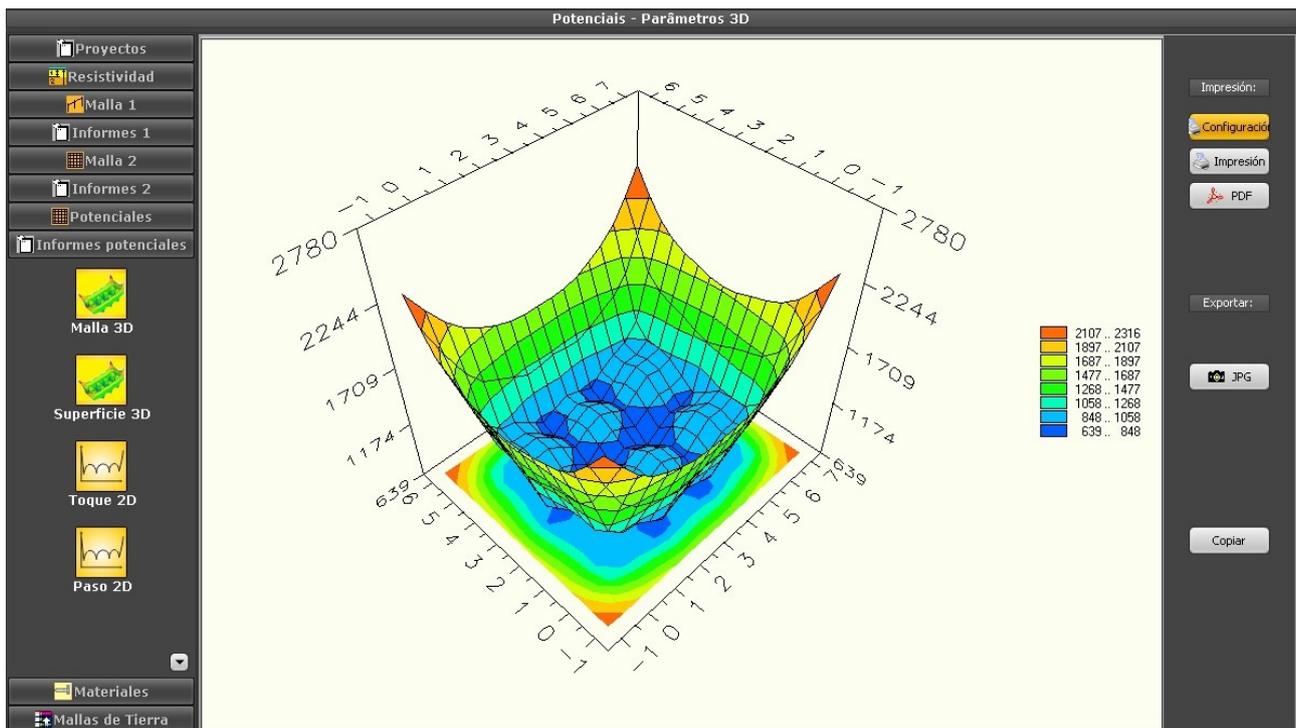
Notar que o máximo potencial da malha é obtido pelos valores de Resistência e Corrente de falta - se o valor da corrente ainda não apareceu é porque ainda não foi fornecido, veja no item dos potenciais admissíveis: entre o valor e depois volte na tabela de eletrodos e Calcule novamente a Resistência - o valor da Resistência será o mesmo, mas dessa vez serão mostrados a corrente e o máximo potencial.

### Parâmetros para gerar os gráficos 3D dos potenciais:

Selecione Potenciais / Parâmetros 3D, clique em Atualizar para estabelecer as coordenadas da área desejada; no caso de uma malha pequena como essa, basta colocar um metro a mais de cada lado, ou seja, como a malha vai de (0,0) até (6,5), especificamos uma área de (-1,-1) até (7,6):

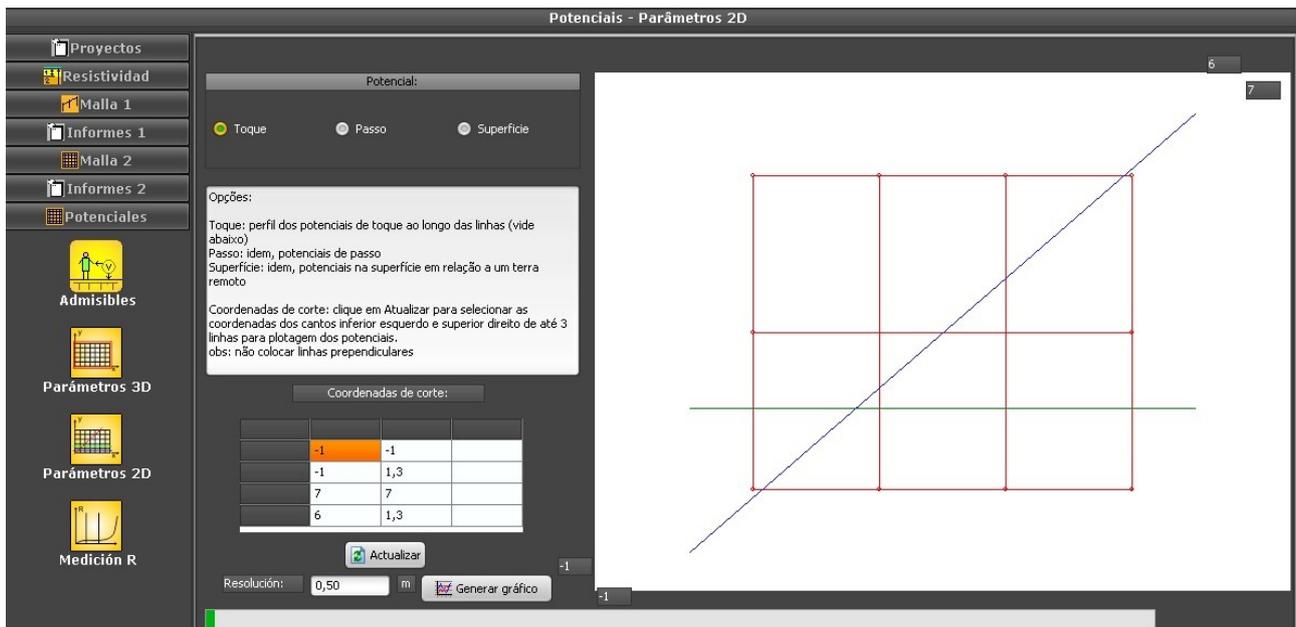


Vista em 3D dos potenciais da malha (também disponíveis potenciais de superfície e vista em projeção):

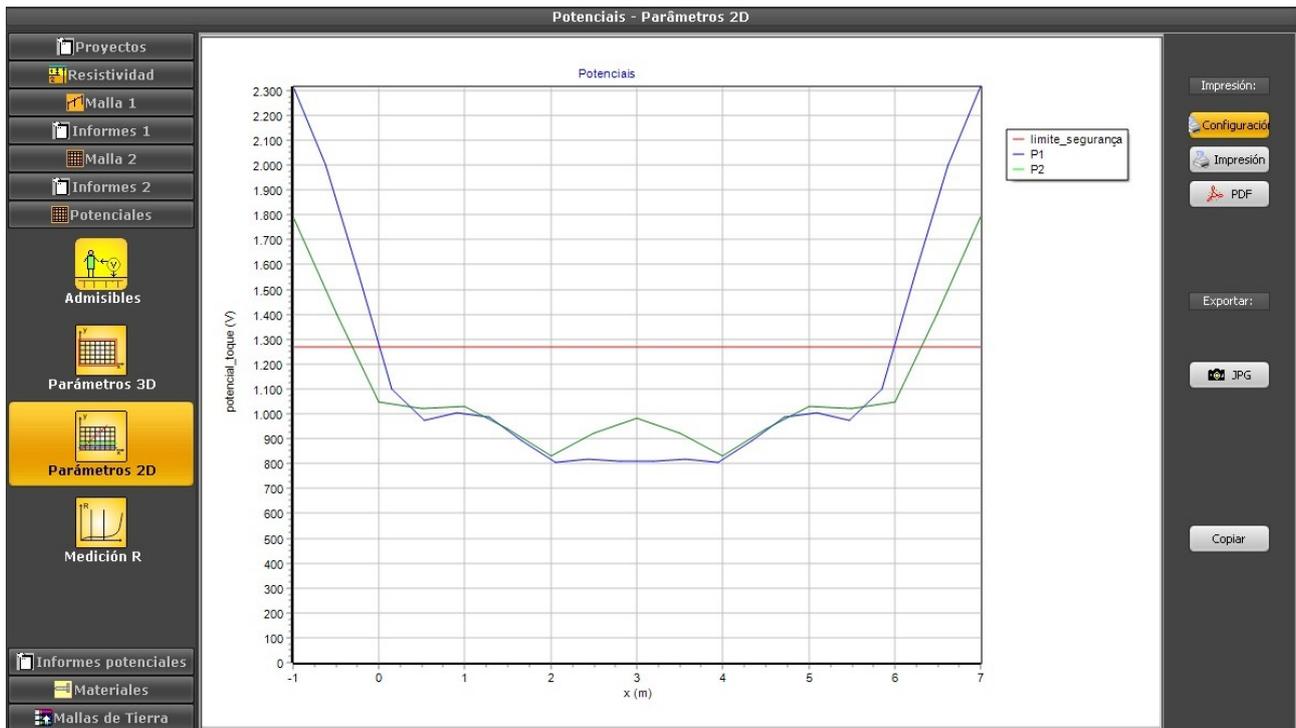


### Parâmetros para gerar os gráficos 2D:

Para os gráficos 2D dos potenciais de Toque, Passo e Superfície, devemos entrar as coordenadas não de uma área, mas de linhas que passem por regiões de interesse do projeto; neste exemplo, vamos colocar uma linha diagonal e outra longitudinal, ambas atravessando a malha e um pouco mais, além de passar pelo mesh de um dos cantos da malha, que costuma ser a localização crítica:



Vista em 2D dos potenciais de Toque (também disponíveis potenciais de Passo e Superfície):



Aqui podemos ver que, se a malha for de uma cabine fechada de alvenaria, sem partes metálicas aterradas que possam ser tocadas por alguém fora da cabine, essa malha estaria satisfatória; no entanto, se for uma subestação aberta com uma cerca metálica, alguma pessoa do lado de fora que tocasse na cerca durante um curto estaria sujeita a um potencial de toque perigoso, mesmo que extensõessemos a camada de brita para fora da subestação.

#### 4. Soluções:

Neste caso específico, temos um terreno com baixa resistividade, então não é difícil conseguir um resultado satisfatório mesmo numa área pequena; podemos, por exemplo, utilizar hastes mais

profundas para aproveitar a segunda camada menos resistiva.

Já no caso de um terreno com resistividade alta, é comum uma cabine desse tamanho não dispor de área suficiente para se obter um resultado suficiente; uma saída comum é dimensionar a malha apenas pelo critério da Resistência e depois anular as diferenças de potencial através da instalação de uma malha de equipotencialização sob o piso, podendo até utilizar uma tela soldada como armadura no contrapiso para essa função.

Quanto ao acesso por pessoas do lado externo, depende muito do local: em regiões urbanas, com a cabine no limite da propriedade, temos que verificar os potenciais de passo no entorno da cabine e não deixar exposta nenhuma parte metálica que possa ser tocada pela calçada, ou então colocar uma camada de asfalto na calçada como isolante.

Neste exemplo, para fins de clareza e tamanho, não apresentamos os gráficos dos potenciais de superfície em 3D e, nos gráficos 2D, mostramos apenas o do potencial de Toque, que normalmente é o crítico; porém em algumas situações, como na calçada mencionada acima, o potencial de Passo pode também ser importante - assim, num projeto real, recomendamos rodar e apresentar todos os relatórios.

\* \* \*