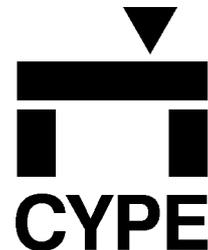


Muros em Consola de Betão Armado

Manual do utilizador

Tradução e Adaptação: Top – Informática, Lda.



IMPORTANTE: ESTE TEXTO REQUER A SUA ATENÇÃO E A SUA LEITURA

A informação contida neste documento é propriedade da CYPE Ingenieros, S.A. e nenhuma parte dela pode ser reproduzida ou transferida sob nenhum conceito, de nenhuma forma e por nenhum meio, quer seja electrónico ou mecânico, sem a prévia autorização escrita da CYPE Ingenieros, S.A.

Este documento e a informação nele contida são parte integrante da documentação que acompanha a Licença de Utilização dos programas informáticos da CYPE Ingenieros, S.A. e da qual são inseparáveis. Por conseguinte, está protegida pelas mesmas condições e deveres. Não esqueça que deverá ler, compreender e aceitar o Contrato de Licença de Utilização do software, do qual esta documentação é parte, antes de utilizar qualquer componente do produto. Se NÃO aceitar os termos do Contrato de Licença de Utilização, devolva imediatamente o software e todos os elementos que o acompanham ao local onde o adquiriu, para obter um reembolso total.

Este manual corresponde à versão do software denominada por CYPE Ingenieros, S.A. como Muros em Consola de Betão Armado. A informação contida neste documento descreve substancialmente as características e métodos de manuseamento do programa ou programas que acompanha. A informação contida neste documento pode ter sido modificada posteriormente à edição mecânica deste livro sem prévio aviso. O software que este documento acompanha pode ser submetido a modificações sem prévio aviso.

Para seu interesse, CYPE Ingenieros, S.A. dispõe de outros serviços, entre os quais se encontra o de Actualizações, que lhe permitirá adquirir as últimas versões do software e a documentação que o acompanha. Se tiver dúvidas relativamente a este texto ou ao Contrato de Licença de Utilização do software, ou se quiser contactar a CYPE Ingenieros, S.A., pode dirigir-se ao seu Distribuidor Autorizado ou ao Departamento Posventa da CYPE Ingenieros, S.A. na direcção:

Avda. Eusebio Sempere, 5 – 03003 Alicante (Spain)

Tel: +34 965 92 25 50 – Fax: +34 965 12 49 50 – <http://www.cype.com>

© CYPE Ingenieros, S.A.

1ª Edição (Agosto 2006)

Windows® é marca registada de Microsoft Corporation®

Índice geral

Apresentação	5	3.2.3. Definição da Fase construtiva	21
Generalidades.....	7	3.3. Opções de cálculo, dimensionamento, resultados e armaduras	22
1. Ajudas no ecrã	7	3.3.1. Opções de cálculo.....	22
1.1. Tecla F1	7	3.3.2. Cálculo	23
1.2. Ícone com o sinal de interrogação	7	3.3.3. Círculo de deslizamento desfavorável	23
1.3. Ícone em forma de livro	7	3.3.4. Resultados	24
1.4. Guia rápido.....	7	3.3.5 . Armaduras	26
2. Perguntas e respostas	8	3.4. Listagens e desenhos	26
Muros em Consola de Betão Armado.....	9	3.4.1. Listagens.....	26
1. Memória de Cálculo	9	3.4.2. Desenhos.....	27
1.1. Partes do muro.....	9	4. Bibliografia de referência	27
1.2. Geometria.....	9		
1.3. Acções.....	10		
1.4. Resultados.....	11		
1.4.1. Alçado do muro	11		
1.4.2. Sapata do muro	11		
2. Descrição do programa	13		
2.1. Assistente	13		
2.2. Listagens	14		
2.3. Desenhos.....	15		
3. Exemplo prático	17		
3.1. Introdução	17		
3.2. Introdução de Dados	18		
3.2.1. Criação da obra	18		
3.2.2. Terreno.....	20		

Apresentação

Muros em Consola de Betão Armado foi desenvolvido para o cálculo de muros de contenção de terras que trabalham em consola. Realiza o pré-dimensionamento automático da geometria, o cálculo da armadura do muro e o dimensionamento geométrico e de armaduras da sapata do muro.

Generalidades

1. Ajudas no ecrã

Os programas de **CYPE Ingenieros** dispõem de ferramentas de ajuda no ecrã, através das quais o utilizador pode obter directamente do programa a informação necessária sobre o funcionamento dos menus dos diálogos e das suas opções.

Esta ajuda está disponível em quatro formas diferentes:

1.1. Tecla F1

A maneira de obter ajuda de uma opção é abrir o menu, colocar-se sobre a mesma e, sem chegar a executá-la, premir a tecla F1.

1.2. Ícone com o sinal de interrogação

Na barra de título da janela principal de cada programa existe um ícone com o sinal de interrogação . Pode obter ajuda específica de uma opção do programa da seguinte forma: faça clique sobre esse ícone; abra o menu que contém a opção cuja ajuda quer consultar; prima sobre a opção. E aparecerá uma janela com a informação solicitada. Esta informação é a mesma que se obtém com a tecla F1.

Pode desactivar a ajuda de três maneiras diferentes: prima o botão direito do rato, premindo o ícone com o sinal de interrogação, ou com a tecla **Esc**.

Também pode obter ajuda dos ícones da barra de ferramentas. Para isso prima sobre o ícone com o sinal de interrogação . Nesse momento os ícones que

dispõem de informação ficarão com o bordo **azul**. A seguir, prima sobre o ícone do qual quer obter ajuda.

Na barra de título dos diálogos que se abrem ao executar algumas opções do programa existe também um ícone com o sinal de interrogação . Depois de premir sobre este ícone, as opções ou partes do diálogo que dispõem de ajuda ficarão com o bordo **azul**. Prima sobre aquela da qual deseja obter ajuda.

1.3. Ícone em forma de livro

Na barra de título de alguns quadros de diálogo aparece um ícone em forma de livro aberto  que oferece informação geral do quadro de diálogo onde aparece.

► Em **Metal 3D**, especificamente, aparece este ícone na barra de título da janela principal. Se o seleccionar, poderá obter informação sobre o modo de funcionamento de **Metal 3D**.

1.4. Guia rápido

Pode-se consultar e imprimir a informação da tecla F1 com a opção **Ajuda > Guia rápido**. Alguns programas como **Cypelec** ou os incluídos em **Instalações de Edifícios** têm ecrãs diferentes seleccionáveis através de tarefas situadas na parte inferior de cada um dos programas.

As opções dos diálogos não estão reflectidas neste guia.

2. Perguntas e respostas

Na página web (<http://www.cype.pt>), poderá encontrar a resolução das consultas mais frequentes, em constante actualização, recebidas pela **Assistência Técnica CYPE**.

Muros em Consola de Betão Armado

1. Memória de Cálculo

1.1. Partes do muro

Considera-se que o muro é formado por várias partes diferenciadas:

- **Muro.** Alçado do muro desde o arranque até ao coroamento.
- **Terrenos.** Maciço terroso, num ou em vários estratos, no tardo e face exterior com possível estrato rochoso e/ou nível freático.
- **Fundação.** Sapata contínua sob o muro. A sapata pode ter tação para a sua estabilidade ao deslizamento.

1.2. Geometria

Definem-se os seguintes termos:

- **Tardo.** Face em contacto com o terreno.
- **Face exterior.** Face livre, embora em alguns casos possa conter algum maciço terroso.
- **Altura.** Medida vertical entre arranque e coroamento.
- **Espessura superior.** Largura no coroamento.
- **Espessura inferior.** Largura no arranque (deve ser maior ou igual à espessura superior). Podem ser diferentes, logo é possível definir muros de espessura variável. Ao definir a geometria do muro, pode fixar as espessuras do tardo, da face exterior e o plano vertical médio; neste caso

medem-se parcialmente as espessuras em cada face. A soma de ambos será a espessura total.

- **Degraus.** Tramos em altura que têm uma mudança brusca de espessura. Realizam-se em substituição dos muros de espessura variável para simplificar a cofragem. Podem-se realizar para uma só face ou para ambas. A armadura interrompe-se dobrando-se e emendando-se com o tramo superior.
- **Emendas.** Divisão em tramos da armadura vertical, com emenda. Define-se o número de tramos e a sua altura. A utilidade encontra-se em muros altos de espessura constante ou variável, nos quais é complexo e perigoso colocar a armadura em toda a sua altura e as cofragens podem não dispor da altura suficiente, sendo aconselhável a sua execução por tramos. Por exemplo, é habitual que a altura de cofragens seja de 2.50 m e para construir um muro de 7 m de altura total se devam criar fases de 2.50 m, 2.50 m, 2 m.

O programa calcula sapatas contínuas de betão armado sob o muro. Este tipo de sapata contínua sob o muro pode-se utilizar em muros de suporte com altura constante. Há três tipos de sapatas:

- Com consolas em ambos os lados
- Com consola à direita
- Com consola à esquerda

Em qualquer dos tipos anteriores pode-se definir um tação.

O estado geral de acções pode ser o do seguinte esquema:

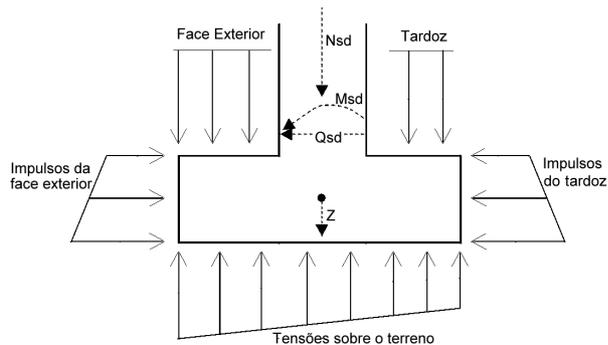


Fig. 1.1

1.3. Acções

Dado que é possível definir maciços terrosos em ambos os lados, é evidente que para cada estado ou situação que se possa considerar, existirá um lado que empurra mais que o outro. Esse lado que empurra mais, produz uma 'acção' sobre o muro. O lado que empurra menos, produz uma 'reação', uma vez que o muro tende a deslocar-se para esse lado, comprimindo-o.

Poderão portanto desenvolver-se os tipos de impulso, activo ou passivo, que se pormenorizam:

- **Impulso activo.** O terreno empurra o muro permitindo as suficientes deformações na direcção do impulso para levar o terreno ao seu estado de rotura. É o caso habitual, quando se desenvolve uma 'acção' do terreno (o valor por defeito é 'acção').
- **Impulso em repouso.** O terreno empurra, mas o muro não sofre apenas deformações, pelo que as deformações são nulas ou desprezáveis. É o caso de muros cujo coroamento está impedido por outros elementos, como em muros de cave com uma laje no coroamento. O valor do impulso é

maior que o activo. Não é recomendável a sua utilização no programa, podendo em casos especiais simular o impedimento do coroamento através de carga horizontal aplicada no coroamento, se previamente se assegurou que essa carga anula os deslocamentos do coroamento.

- **Impulso passivo.** Quando o muro se desloca contra o terreno, comprime-o e este reage. Dependendo do deslocamento do muro, e do tipo de terreno pode-se desenvolver uma % deste impulso passivo, ou a sua totalidade, o que exige grandes deformações, excepto se o terreno for muito rígido (muito compacto), ou se for rocha. É sempre uma 'reação'. Não se desenvolve na sua totalidade, pelo que se recomenda considerar uma % do mesmo. O seu valor é muito maior que o activo. Deve-se considerar com prudência.

Associa-se a este impulso a definição da 'cota de impulso passivo', por baixo da qual se considera, e nunca por cima. A cota de arranque de um muro é zero '0' e a cota do impulso passivo também é zero '0'. Isto é, se activar uma % do impulso passivo, só actuará na altura da sapata. Se aumentar a cota do impulso passivo, pode-se dar o paradoxo de que a resultante do passivo seja maior que a do activo, o que não é lógico.

Reveja os diagramas de esforços transversos para que isto não se produza, ou deixe sempre a cota do impulso passivo por baixo da cota de arranque do muro.

- **Sem impulsos.** Esta situação permite que o terreno em causa não desenvolva nenhum tipo de impulso e só se considere o seu peso como componente vertical gravitando sobre a sapata.

Para obter informação sobre o cálculo destes impulsos, consulte o ponto **Anexo cálculo de impulsos**.

1.4. Resultados

1.4.1. Alçado do muro

Pode consultar a listagem de verificações no ecrã ao utilizar as opções de dimensionamento ou verificação do programa. Junto a cada verificação indica-se o capítulo correspondente da norma que se deve cumprir. Nos casos em que não exista um critério a cumprir, utilizar-se-ão os das normas de betão espanholas e bibliografia de reconhecido prestígio.

É por isso muito importante que reveja a listagem de verificações, pois ela indicará todas as realizadas, os valores de cálculo e os da norma.

Consulte-a sempre que o considere necessário e, na dúvida, liste-a para se assegurar do cumprimento de todos os pontos.

Os estados a verificar são:

- **Verificação ao corte em arranque muro**
- **Espessura mínima**
- **Quantidade mínima geométrica**
- **Quantidade mínima mecânica**
- **Quantidade máxima geométrica**
- **Separação mínima de armaduras**
- **Separação máxima de armaduras**
- **Verificação de flexão composta**
- **Verificação de esforço transversal**
- **Verificação de fendilhação**
- **Verificação de comprimentos de emenda**
- **Verificação da amarração da armadura base no coroamento**

1.4.2. Sapata do muro

A carga num muro converte-se num diagrama de cargas ao longo do muro de forma discreta. É como converter uma resultante num diagrama de tensões aplicadas ao longo da base do muro, discretizada em escalões que o programa realiza internamente, segundo as suas dimensões.

Os estados a verificar são:

- **Verificação de estabilidade derrube/deslizamento**
- **Tensões sobre o terreno**

Supõe-se um diagrama de deformação plana para a sapata, pelo que se obterão, em função dos esforços, uns diagramas de tensões sobre o terreno de forma trapezoidal. Não se admitem tracções, pelo que, quando a resultante sair do núcleo central, aparecerão zonas sem tensão. A resultante deve ficar dentro da sapata, pois ao contrário não haveria equilíbrio. Considera-se a carga permanente da sapata. Verifica-se que a tensão média não supere a do terreno e que a tensão máxima no bordo não supere numa % a média.

- **Altura mínima**
- **Recobrimento mínimo**
- **Comprimentos de amarração**
- **Diâmetro mínimo dos varões**
- **Separação máxima entre varões**
- **Separação mínima entre varões**
- **Flexão na sapata**

Verifica-se com a secção de referência situada a 0,15 da dimensão do muro para o seu interior. O dimensionamento à flexão obriga a dispor de altura para que não seja necessária armadura de

compressão. No caso de aparecerem tracções na face superior da sapata colocar-se-á armadura superior.

- **Esforço transverso**

A secção de referência situa-se a uma altura útil dos bordos do muro. O dimensionamento ao esforço transverso obriga a dispor de altura para que não seja necessário colocar reforço transversal.

- **Quantidade geométrica e mecânica**

- **Dimensionamento da geometria**

O programa permite dimensionar a geometria do alçado do muro e da sapata.

O critério de dimensionamento para o alçado do muro é:

- Espessura superior = 0.25 (m)
- Espessura inferior = $0.11 \times$ Altura de terras equivalente (m). O programa calcula o momento no arranque do muro produzido pelo terreno no tardo e as cargas que possa haver sobre o terreno e no coroamento. A partir deste momento calcula-se uma altura de terreno equivalente, isto é, que produziria o mesmo momento antes calculado.

O critério de dimensionamento para a sapata é:

- Altura = maior valor dos seguintes:
 - a) $0.10 \times$ Altura de terras equivalente (m)
 - b) $0.50 \times$ Consola máxima (se se tiver seleccionado a opção **Obra > Opções > Sapata > Dimensionar altura como > Rígida**).
 - c) $0.33 \times$ Consola máxima (se se tiver seleccionado a opção **Obra > Opções > Sapata > Dimensionar altura como > Flexível**).

- Consolas. O dimensionamento das consolas realiza-se de tal forma que haja equilíbrio na sapata (consola e deslizamento) e não se supere a tensão admissível do terreno.

2. Descrição do programa

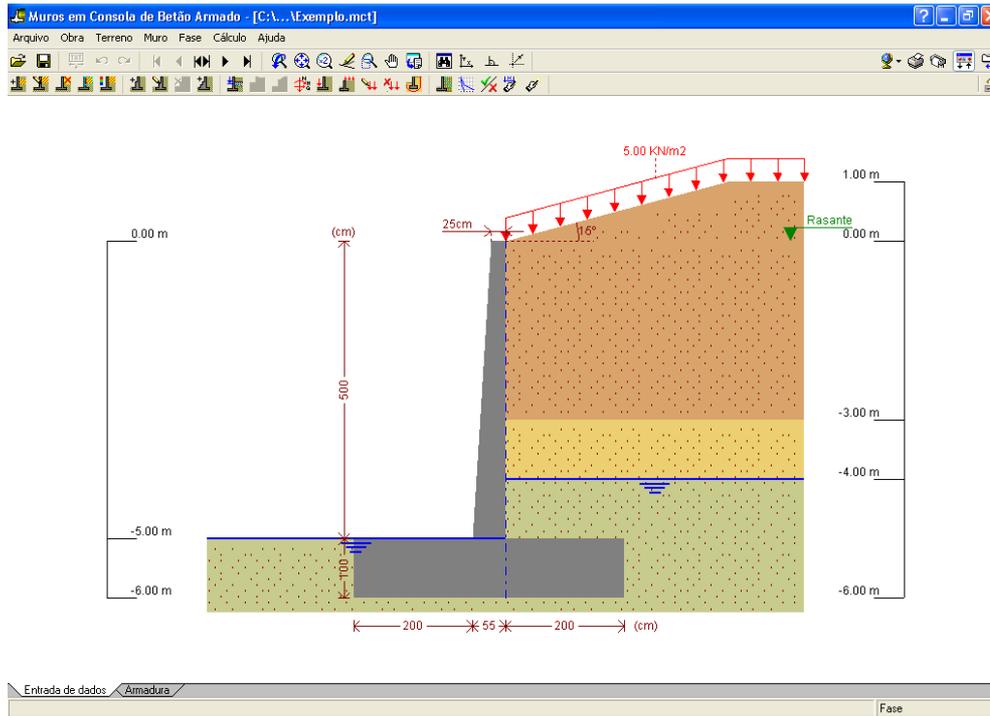


Fig. 2.1

2.1. Assistente

Ao criar uma obra nova dispõe da possibilidade de utilizar um assistente, o qual gerará os dados necessários para descrever o muro a partir de um número reduzido de parâmetros introduzidos de forma sequencial. Inclui o pré-dimensionamento da geometria e a geração de cargas. Pode rever e/ou modificar qualquer dado depois da obra gerada.

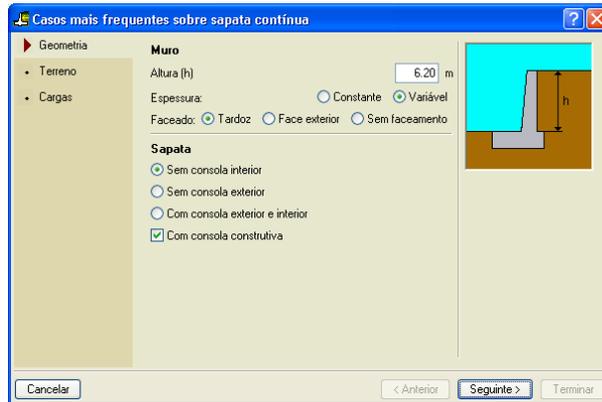


Fig. 2.2

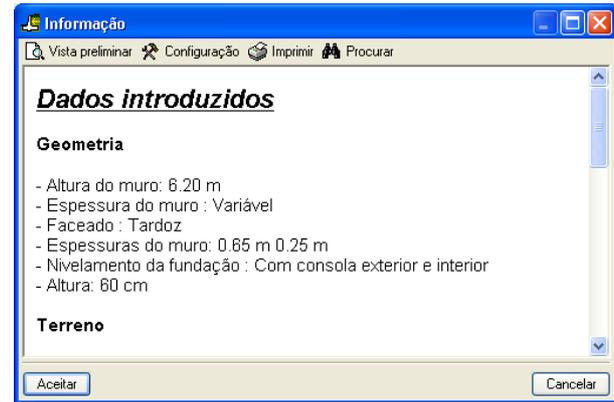


Fig. 2.4

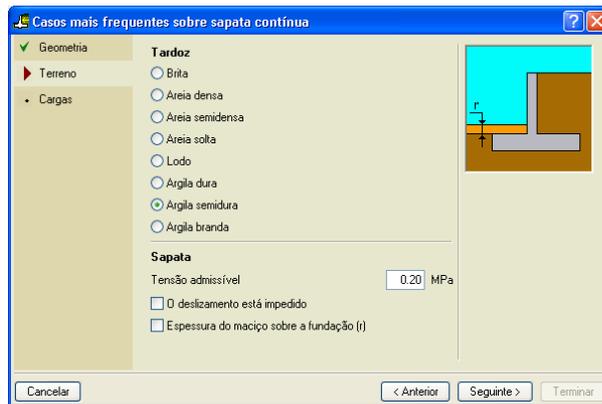


Fig. 2.3

2.2. Listagens

A forma de obter as listagens realiza-se com a opção **Arquivo > Imprimir > Listagens da obra**.

As listagens podem enviar-se para impressora (com vista preliminar opcional, ajuste de página, etc.) ou podem gerar-se ficheiros HTML, PDF, RTF e TXT.

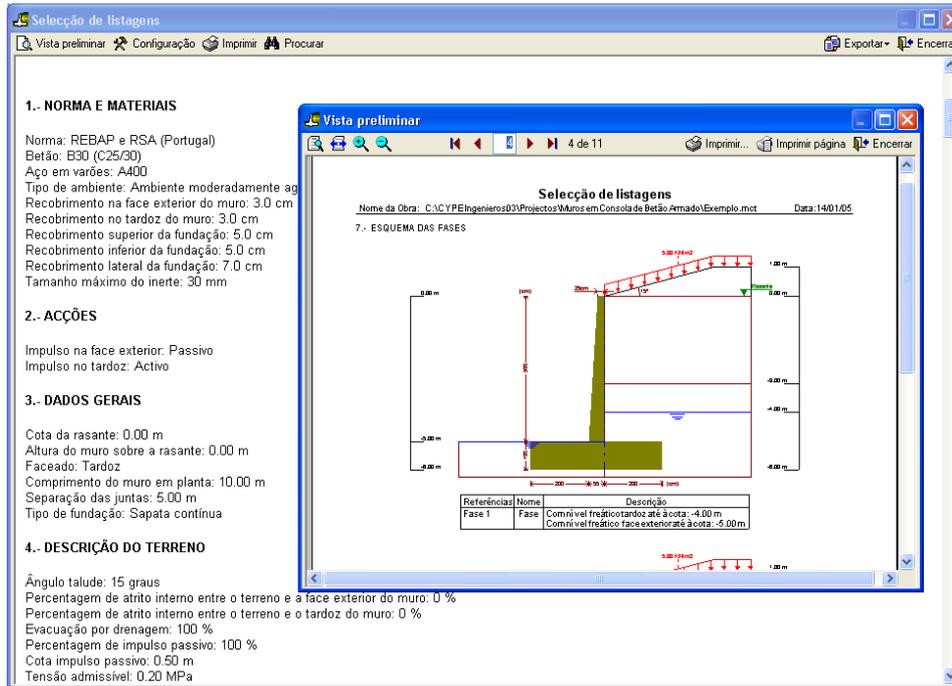


Fig. 2.5

2.3. Desenhos

A forma de obter os desenhos realiza-se com a opção **Arquivo > Imprimir > Desenhos da obra**.

Podem realizar-se as seguintes operações para o desenho de esquemas:

- A janela **Seleção de desenhos** permite acrescentar um ou vários desenhos para imprimir simultaneamente e especificar o periférico de saída: impressora, plotter, DXF ou DWG; seleccionar uma legenda (da **CYPE** ou qualquer outra definida pelo utilizador) e configurar as layers.

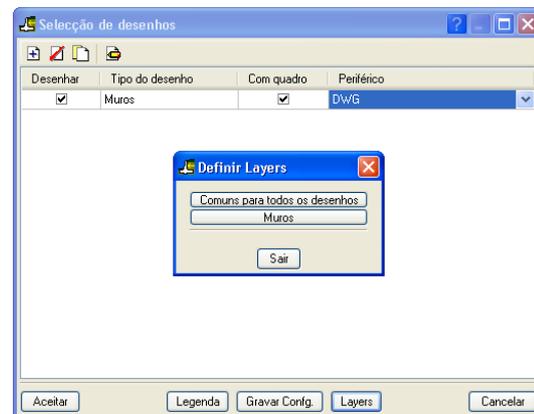


Fig. 2.6

3. Exemplo prático

3.1. Introdução

Descreve-se a seguir um exemplo prático de iniciação para o utilizador, cujo objectivo é:

- Como introduzir uma obra sem ajuda do assistente.

- Analisar os resultados.

Trata-se de um muro de suporte de terras, com uma carga no coroamento e outra sobre o tardo. O terreno apresenta dois estratos.

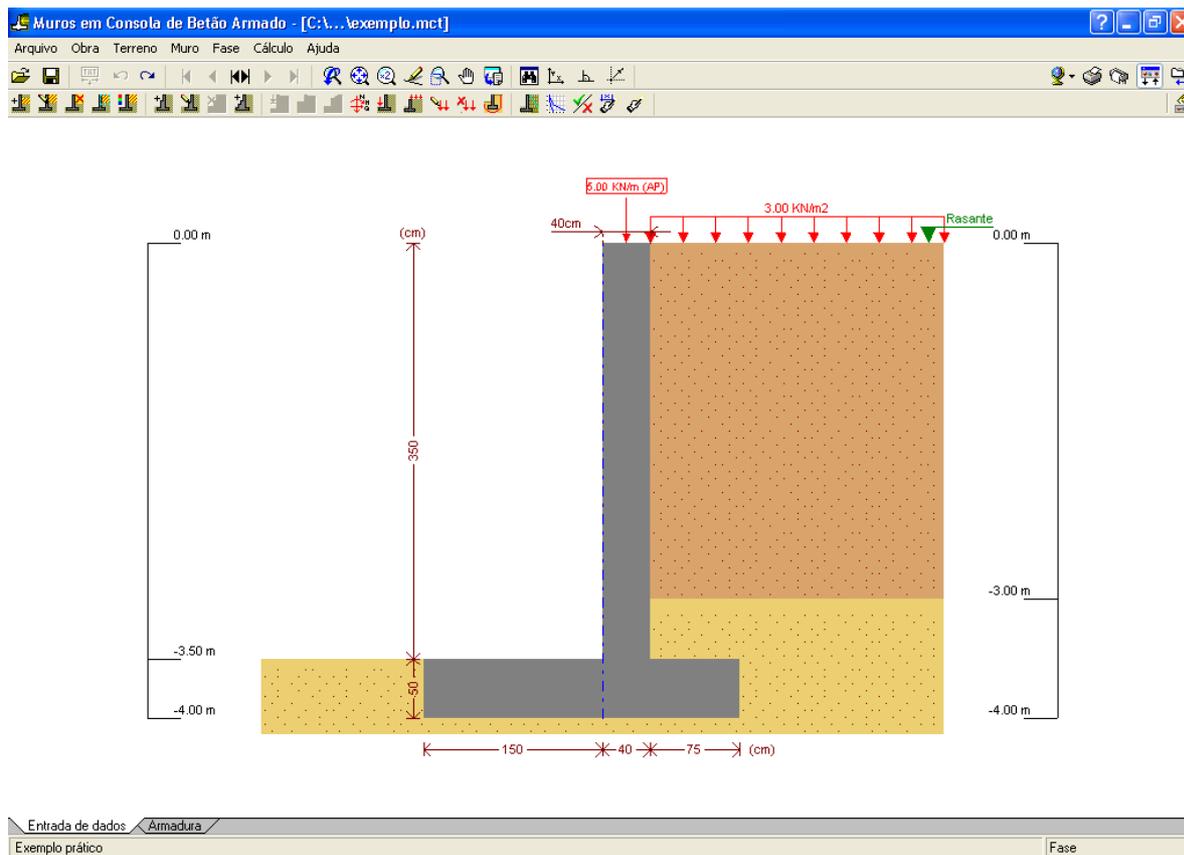


Fig. 3.1

O ficheiro do exemplo prático está incluído no programa. Se pretender aceder a ele, siga estes passos:

- Entre no programa.
- Prima **Arquivo > Gestão arquivos**. Abre-se a janela com o mesmo nome.
- Prima o botão **Exemplos** e posteriormente prima em **Abrir**.

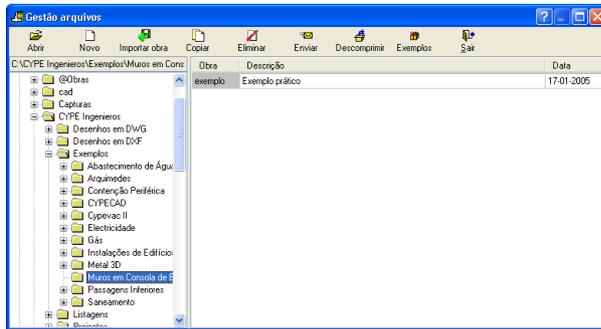


Fig. 3.2

- Prima o botão **Sair**.

3.2. Introdução de Dados

3.2.1. Criação da obra

Siga este processo para criar a obra:

- Prima sobre **Arquivo > Novo**. Na janela que se abre introduza o nome do ficheiro e da obra.

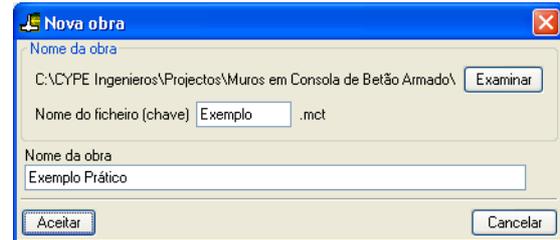


Fig. 3.3

- Prima **Aceitar**.

Posteriormente, surge a janela de **Seleção de assistente**, prima em **Nenhum** e por fim em **Aceitar**.

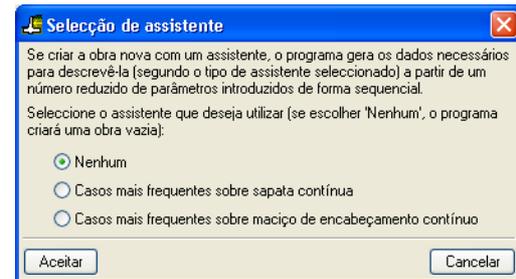


Fig. 3.4

- Prima no ícone referente à Sapata contínua, fig.3.5.

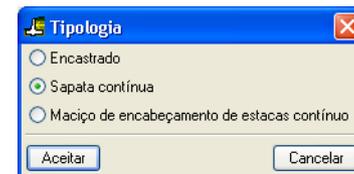


Fig. 3.5

- Coloque os dados referentes aos materiais, fig.3.6.

Fig. 3.6

- De seguida, introduza os valores de acordo com a figura 3.7

Fig. 3.7

- Considera-se os dados da figura 3.8.

Fig. 3.8

- Coloque os dados gerais, fig.3.9.

Fig. 3.9

- Após Aceitar, surge o muro de suporte de acordo com a figura 3.10.

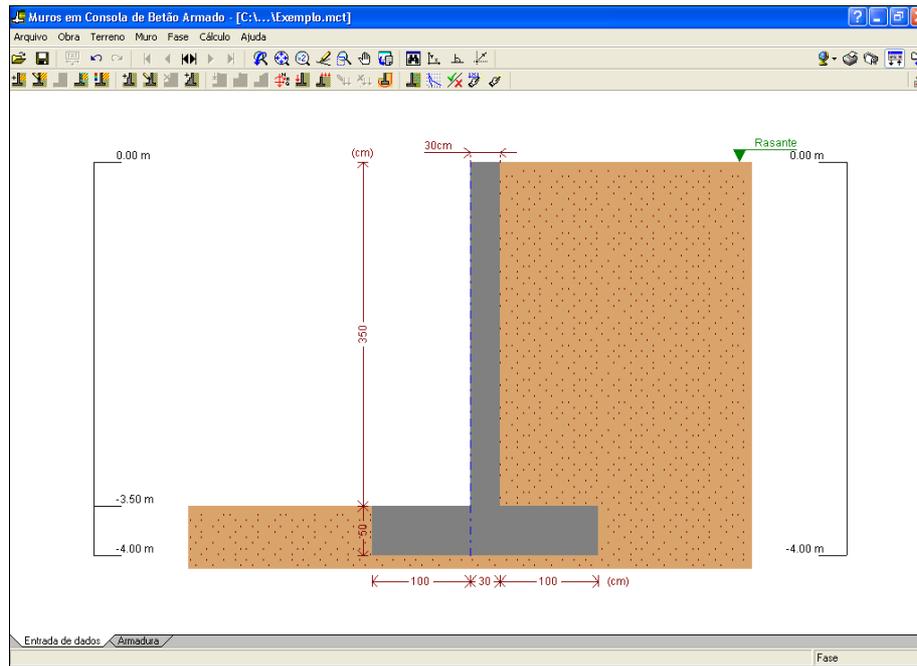


Fig. 3.10

3.2.2. Terreno

Neste ponto, definem-se as características geotécnicas do terreno. Para além disso, introduz-se um novo estrato.

- Prima em **Terreno>Editar estrato/maciço terroso** e prima sobre o terreno.
- Coloque como Descrição: **Areia solta**.
- Prima sobre o ícone , seleccione Areia solta e assume os valores referentes a este tipo de terreno.

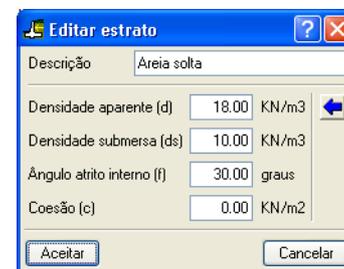


Fig. 3.11

- Prima sobre **Terreno>Novo estrato**.
- Coloque como Descrição: **Argila branda**.

- Prima sobre o ícone , seleccione Argila branda e assume os valores referentes a este tipo de terreno.
- Como profundidade do estrato coloque 3 metros.



Fig. 3.12

3.2.3. Definição da Fase construtiva

- Prima em **Fase>Cargas no coroamento** e coloque uma carga de 5 KN/m de carga Vertical devido à acção permanente.

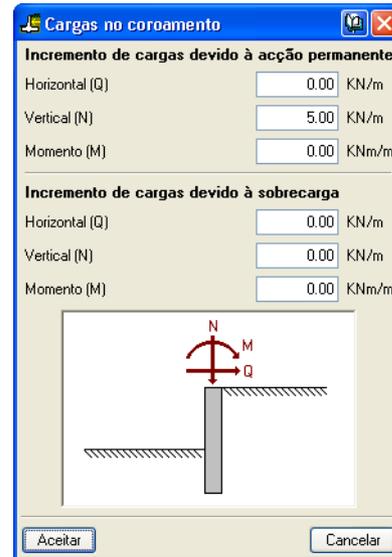


Fig. 3.13

- Prima em **Fase>Nova carga no tardoz** e coloque uma carga uniforme superficial de 3 KN/m2.



Fig. 3.14

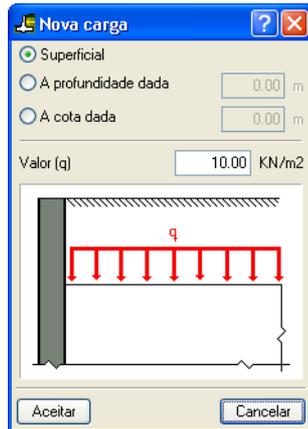


Fig. 3.15

3.3. Opções de cálculo, dimensionamento, resultados e armaduras

3.3.1. Opções de cálculo

- Prima em **Obra>Opções** e coloque o muro a ser dimensionado com uma espessura constante.

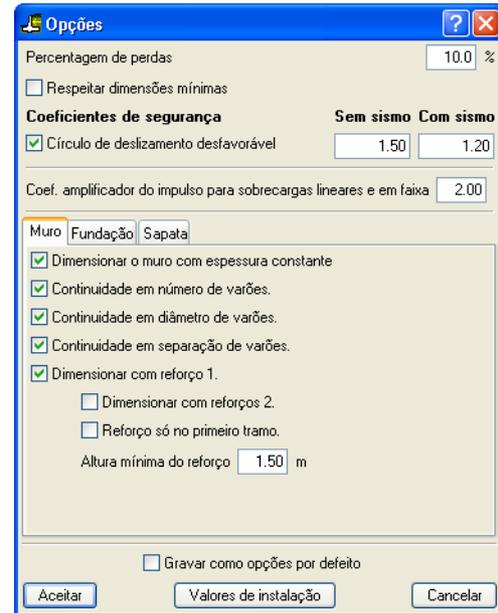


Fig. 3.16

- Todas as outras opções mantêm-se de acordo com as figuras 3.17 e 3.18.

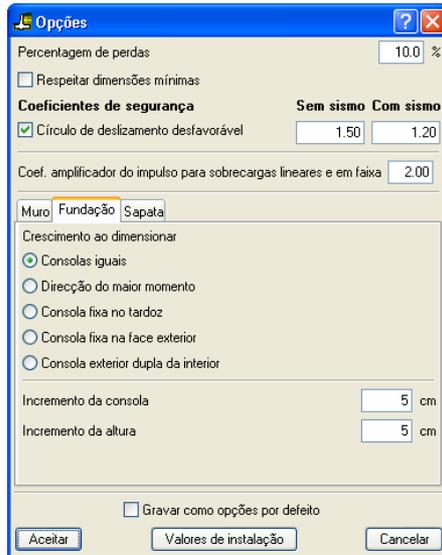


Fig. 3.17

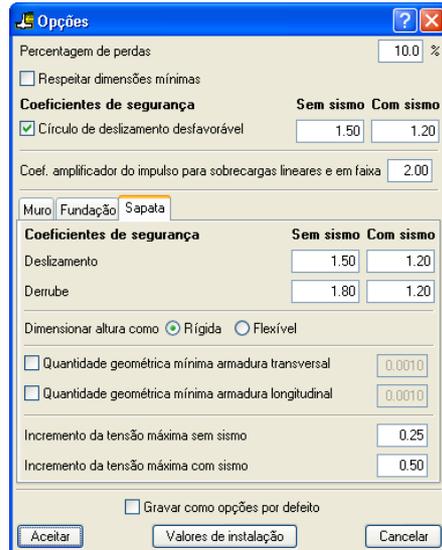


Fig. 3.18

3.3.2. Cálculo

- Prima em **Cálculo>Dimensionar tudo** e prima afirmativamente em calcular esta fase.

No final do cálculo poderá consultar a listagem de verificações.

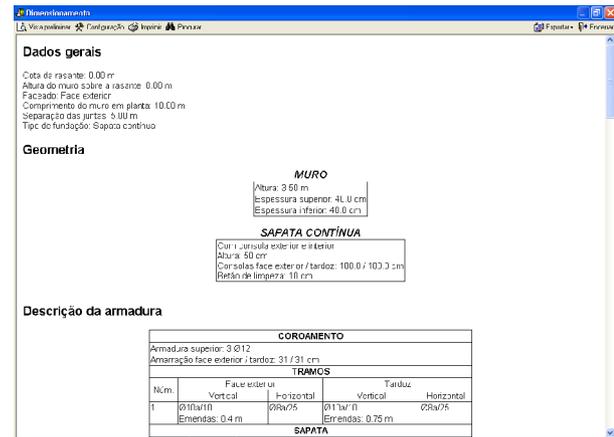


Fig. 3.19

3.3.3. Círculo de deslizamento desfavorável

- Prima em **Fase>Círculo de deslizamento desfavorável**, desta forma visualizará o mapa de isovalores do coeficiente de segurança sobre a posição de todos os círculos de deslizamento analisados.

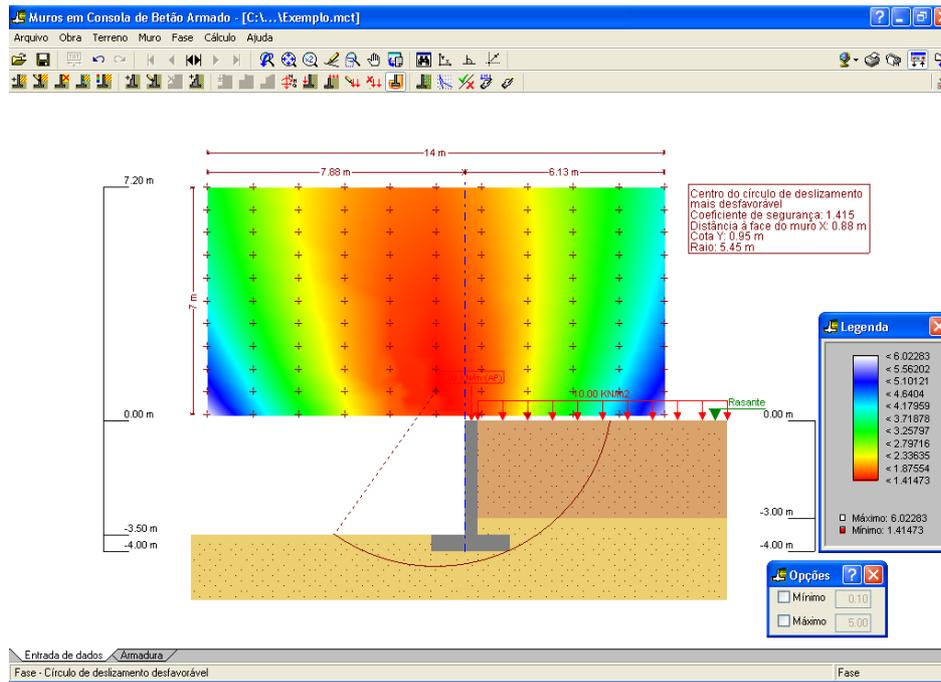


Fig. 3.20

3.3.4. Resultados

- Prima em **Cálculo>Resultados da fase.**

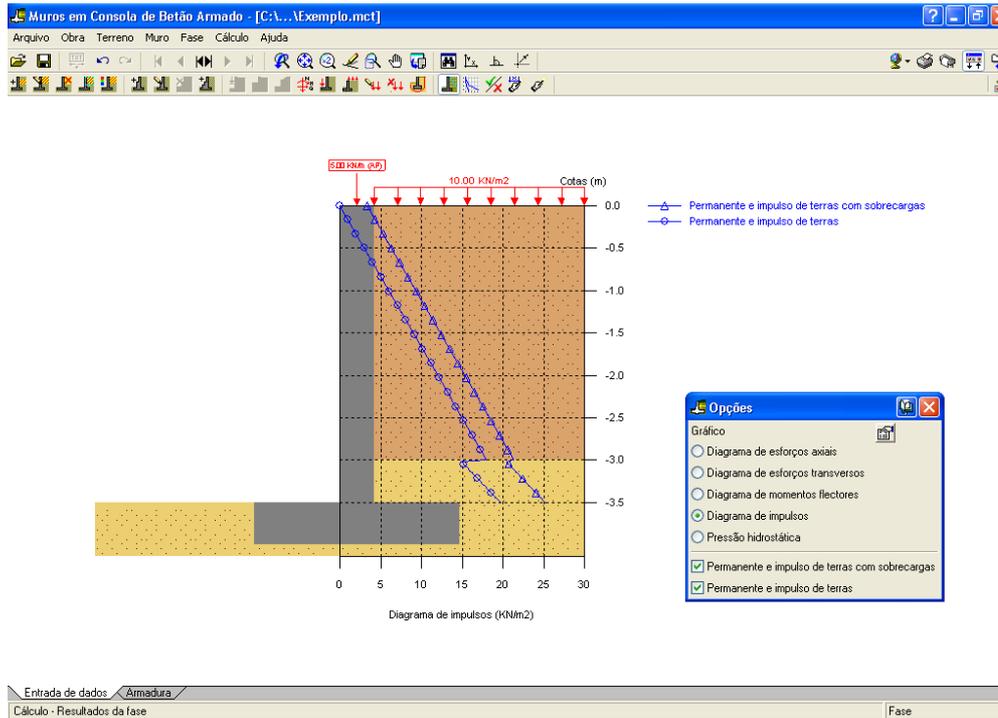


Fig. 3.21

Assim poderá consultar de uma forma simples os esforços e deslocamentos, premindo no ícone , poderá activar os valores em x e y e como também outras opções.

- Prima **Cálculo > Diagramas de esforços**.

Poderá consultar diversos diagramas de esforços, deslocamentos entre outros, relativamente a uma fase ou a várias fases. Da mesma forma, poderá configurar as opções de visualização.

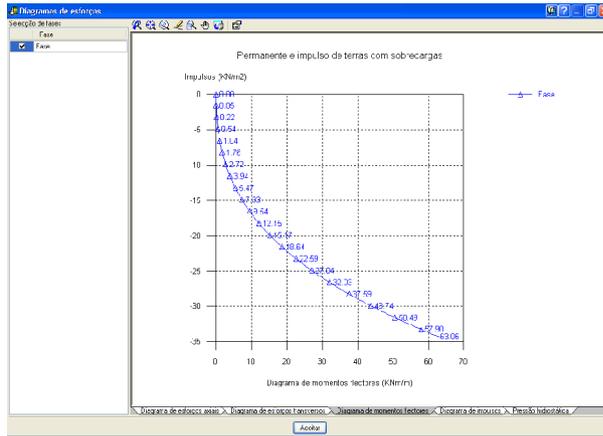


Fig. 3.22

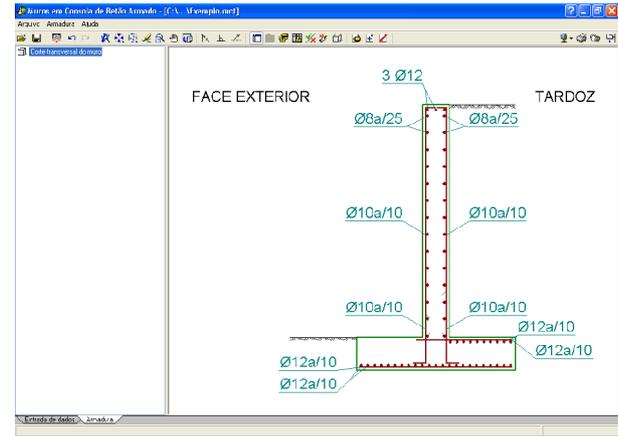


Fig. 3.24

3.3.5 . Armaduras

- Prima em **Armadura**, como mostra a seguinte figura 3.23.



Fig. 3.23

Poderá colocando o cursor sobre uma determinada armadura, alterar quer o diâmetro e o seu espaçamento.

Posteriormente, prima no ícone  para saber se verificam as alterações efectuadas.

3.4. Listagens e desenhos

3.4.1. Listagens

- Prima em **Arquivo>Imprimir>Listagens da obra** e poderá seguidamente seleccionar o que pretender imprimir, prima **Aceitar** para terminar.

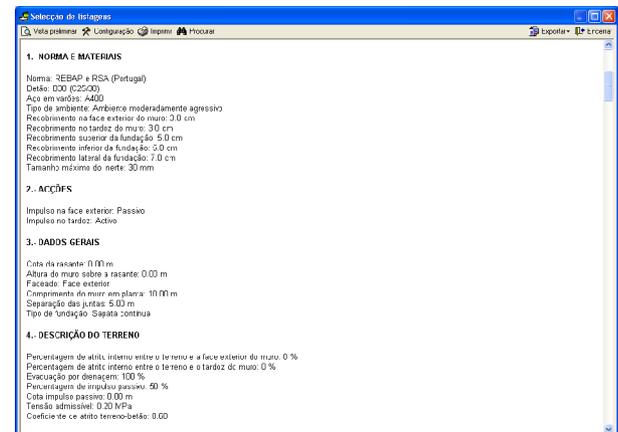


Fig. 3.25

Pode-se imprimir directamente para a impressora ou exportar para ficheiro em TXT, HTML, PDF ou RTF.

3.4.2. Desenhos

- Prima em **Arquivo>Imprimir>Desenhos da obra**, de seguida prima em  e coloque os dados da figura 3.26.

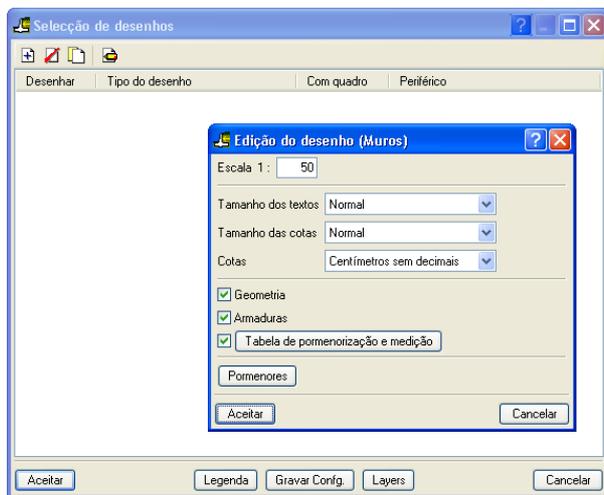


Fig. 3.26

- Seleccione um determinado periférico e prima **Aceitar**.
- Após a geração do desenho, prima em **Desenhos>Pormenor de um desenho** e de seguida prima sobre o desenho, dessa forma visualizará o desenho.

Posteriormente, poderá imprimir o desenho.

4. Bibliografia de referência

- I. **MECÁNICA DE SUELOS EN LA INGENIERÍA PRÁCTICA.** Karl Terzaghi – Ralph B. Peck. Segunda Edição. Editorial El Ateneo S.A.
- II. **RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL PROYECTO DE OBRAS MARÍTIMAS E PORTUARIAS.** Rom 0.5.94. Ministerio de Obras Públicas, Transportes e Medio Ambiente.
- III. **FOUNDATION ANÁLISIS AND DESIGN.** Joseph E. Bowles. Quinta Edição. Editorial Mc Graw Hill.
- IV. **GEOTECNIA E CIMENTOS. MECÂNICA DEL SUELO E DE LAS ROCAS.** José A. Jiménez Salas. José L. de Justo Alpañes. Alcibiades^a Serrano González.
- V. **CIMENTACIONES.** W.E. Schulze e K. Simmer. Editorial Blume.