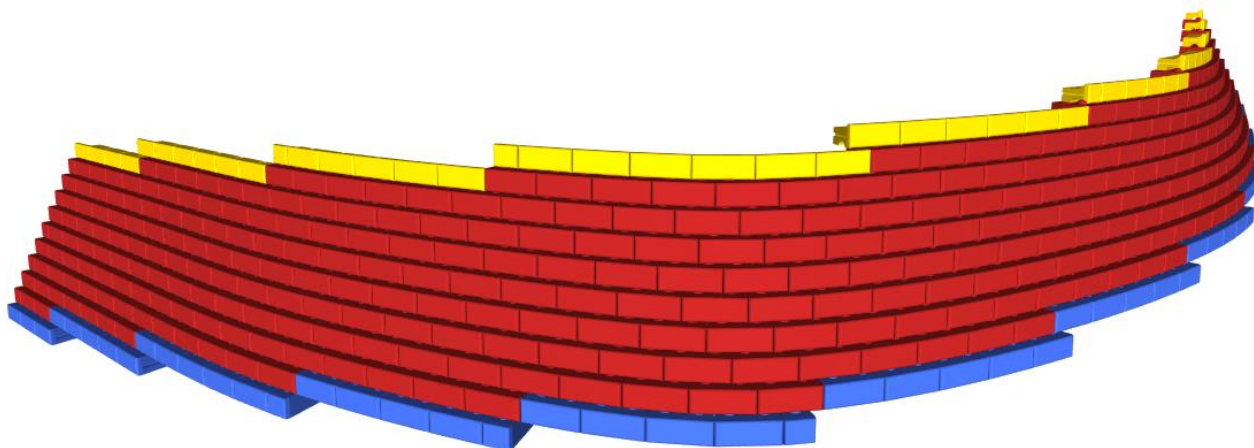


## Dimensionamento complexo de um muro completo composto por blocos prefabricados

Programa: Muro Pré-Fabricado  
Ficheiro: Demo\_manual\_39.gpz

O objetivo deste manual é mostrar como realizar o dimensionamento de um muro completo composto por blocos prefabricados. O resultado final deve ser igual à imagem seguinte.



O muro a dimensionar localiza-se ao longo da rua "Turistická", entre os pontos 1 e 2. A extensão do muro está assinalada no mapa abaixo, a vermelho.



As coordenadas dos pontos 1 e 2, no sistema de coordenadas S-JTSK, são as seguintes:

- Ponto 1:                       $x = -745546,50$  [m]                       $y = -1043687,03$  [m]
- Ponto 2:                       $x = -745519,55$  [m]                       $y = -1043726,24$  [m]

*Nota: As coordenadas dos pontos podem ser obtidas através levantamentos topográficos. No entanto, para um pré-dimensionamento, as coordenadas podem ser obtidas através das várias aplicações de mapas disponíveis (Google Maps, Mapy.cz), sendo que, a maioria destas aplicações disponibilizam a localização de*

pontos através de coordenadas GPS, podendo ser utilizado, por exemplo, o programa Estratigrafia para [converter](#) os pontos em coordenadas X, Y.

A superfície do terreno, correspondente à parte mais baixa da base do muro, está situado a 300 m acima do nível do mar, enquanto que, na parte mais alta, está situado a 305 m acima do nível do mar. O muro faz a contenção de um talude de solo com 4 m de altura na parte inferior e 3 m na parte superior. O muro terá uma profundidade de 0.5 m abaixo da superfície.

O solo do talude atrás do muro é composto por areia siltosa. De modo a permitir uma drenagem adequada, considera-se um aterro composto por cascalho arenoso atrás do muro, com um ângulo de 45°.

As características de ambos os solos são as seguintes:

## Sandy silt

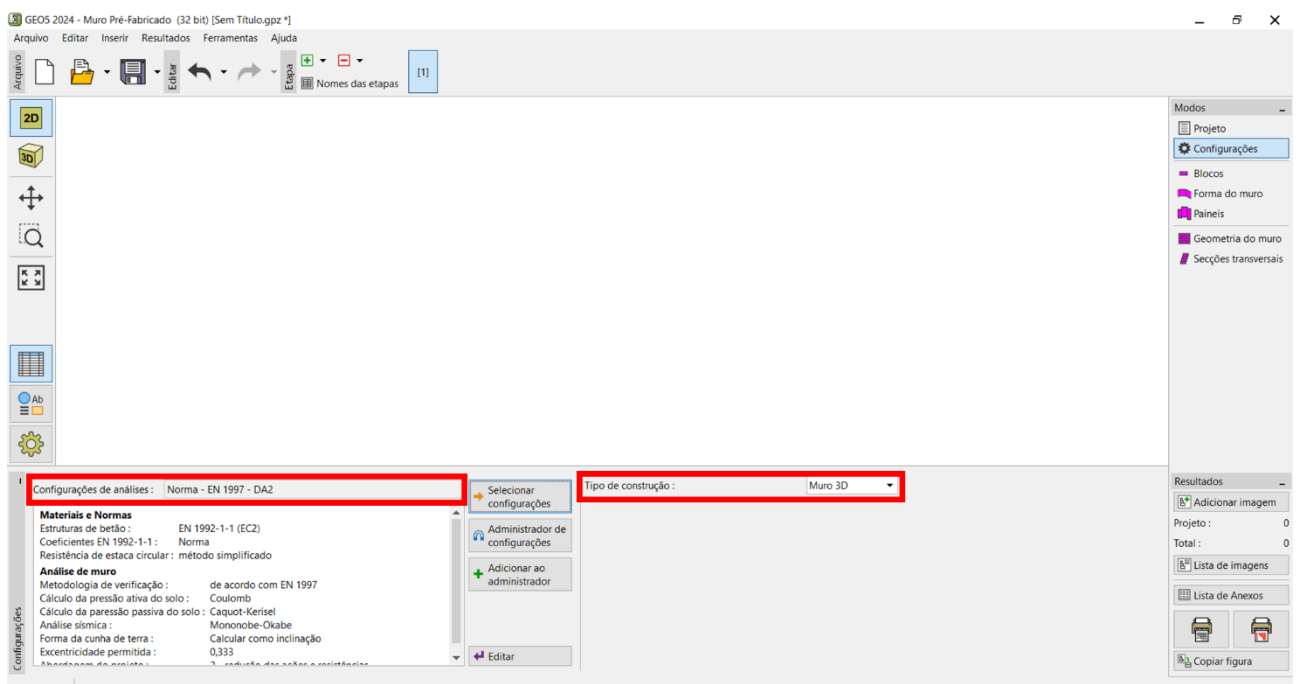
Unit weight :	$\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
Stress-state :	effective
Angle of internal friction :	$\varphi_{ef} = 28,00^\circ$
Cohesion of soil :	$c_{ef} = 15,00 \text{ kPa}$
Angle of friction struc.-soil :	$\delta = 15,00^\circ$
Soil :	cohesionless
Saturated unit weight :	$\gamma_{sat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

## Backfill

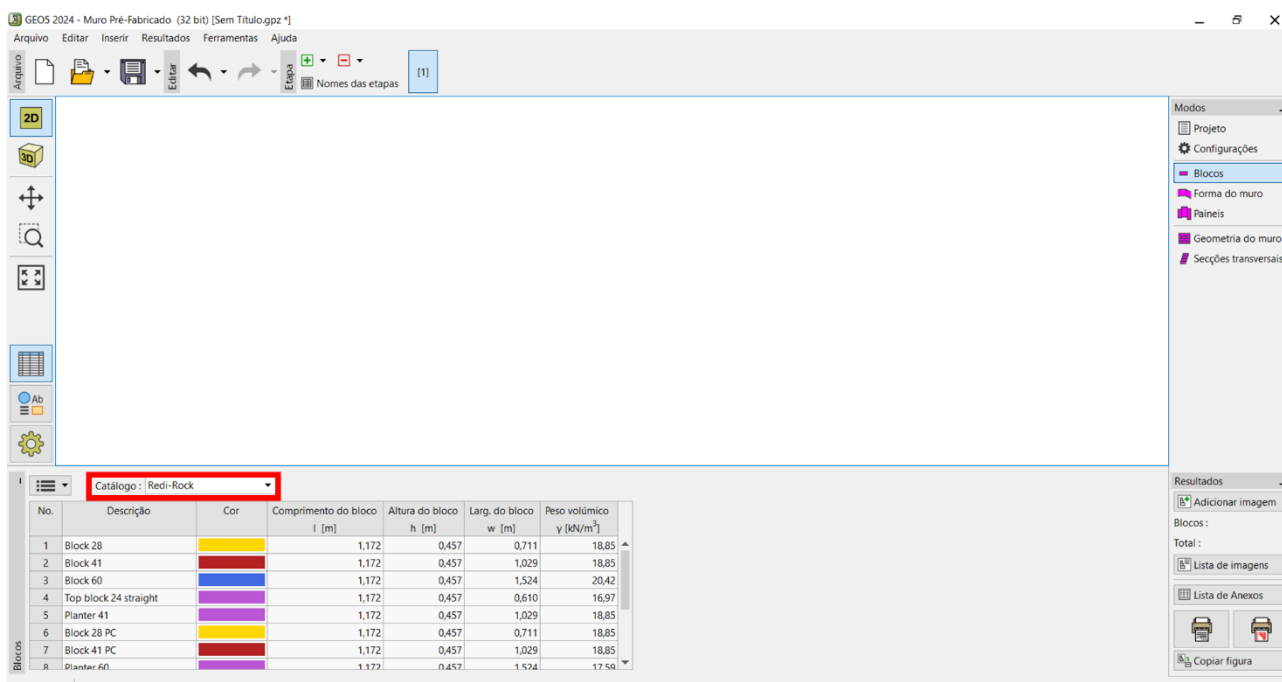
Unit weight :	$\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Stress-state :	effective
Angle of internal friction :	$\varphi_{ef} = 35,00^\circ$
Cohesion of soil :	$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Angle of friction struc.-soil :	$\delta = 20,00^\circ$
Soil :	cohesionless
Saturated unit weight :	$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

O muro deve satisfazer todas as verificações a realizar de acordo com a Norma EN1997, Design Approach 2.

Inicie o programa “GEO5 Muro Pré-Fabricado” e, na janela “Configurações”, defina as configurações de análise como “Norma - EN1997 - DA2” e o tipo de construção como “muro 3D”.

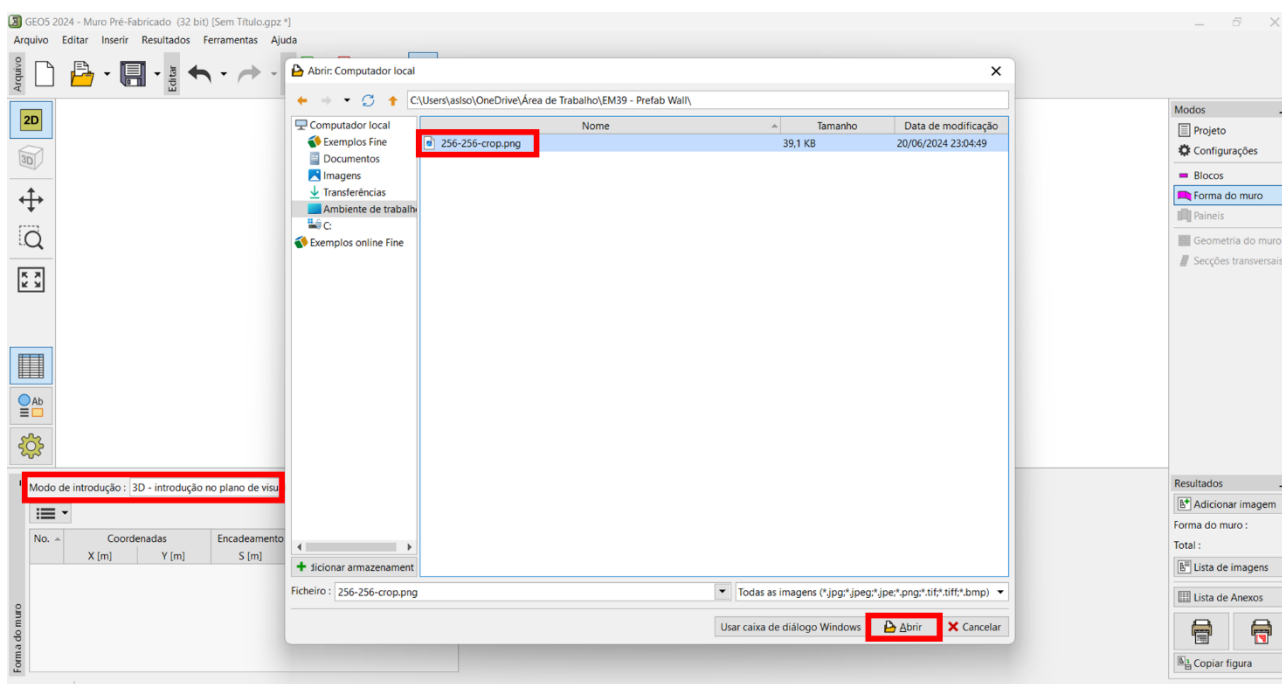


Na Janela “Blocos”, selecione o tipo de blocos pretendido para compor o muro. É possível definir os blocos manualmente (definindo as dimensões e parâmetros) ou recorrer aos catálogos de fornecedores. Neste caso, selecione o catálogo do fornecedor americano Redi-Rock.

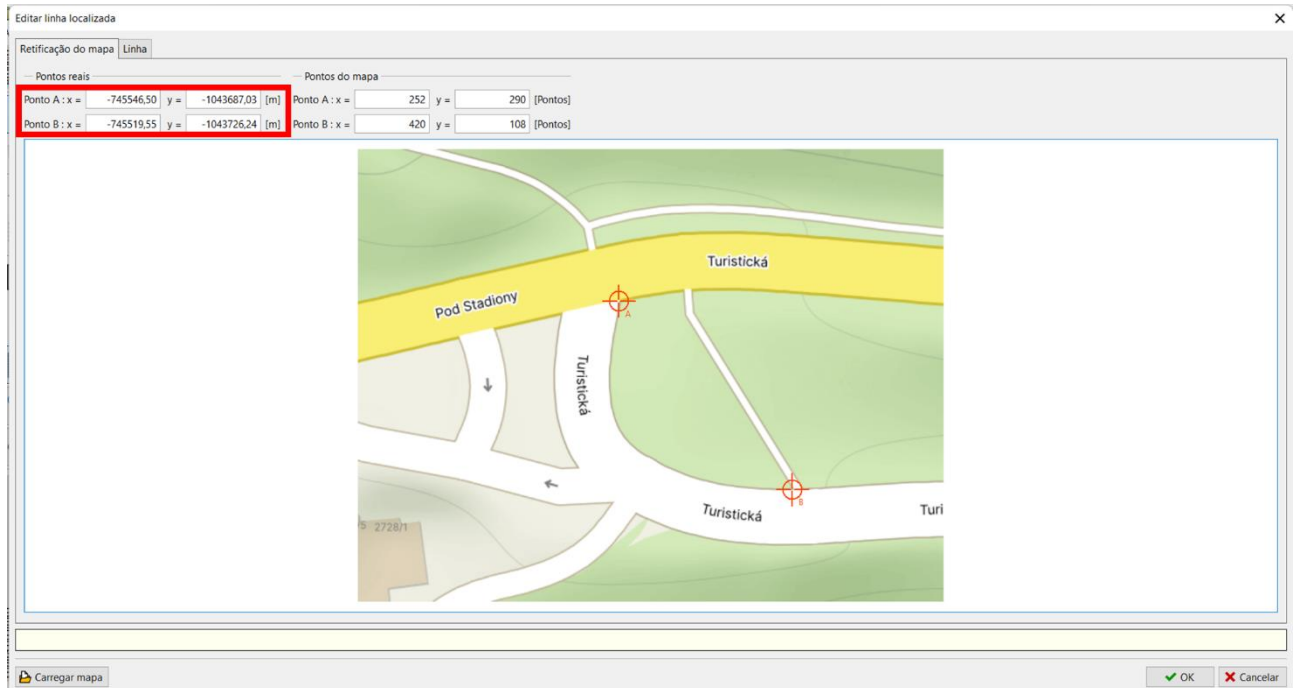


Na janela “Forma do muro”, defina o traçado em planta e a altura do muro. De modo a facilitar a definição da geometria do muro, é possível recorrer ao modo 2D. Neste modo, apenas é necessário definir a altura do muro – o traçado em planta é definido na janela “Painéis”. Em projetos mais complexos, é mais adequado recorrer ao modo 3D para [carregar o traçado em planta do muro](#) – selecione este método.

Comece por carregar o mapa da área – pode descarregar o mapa [aqui](#).

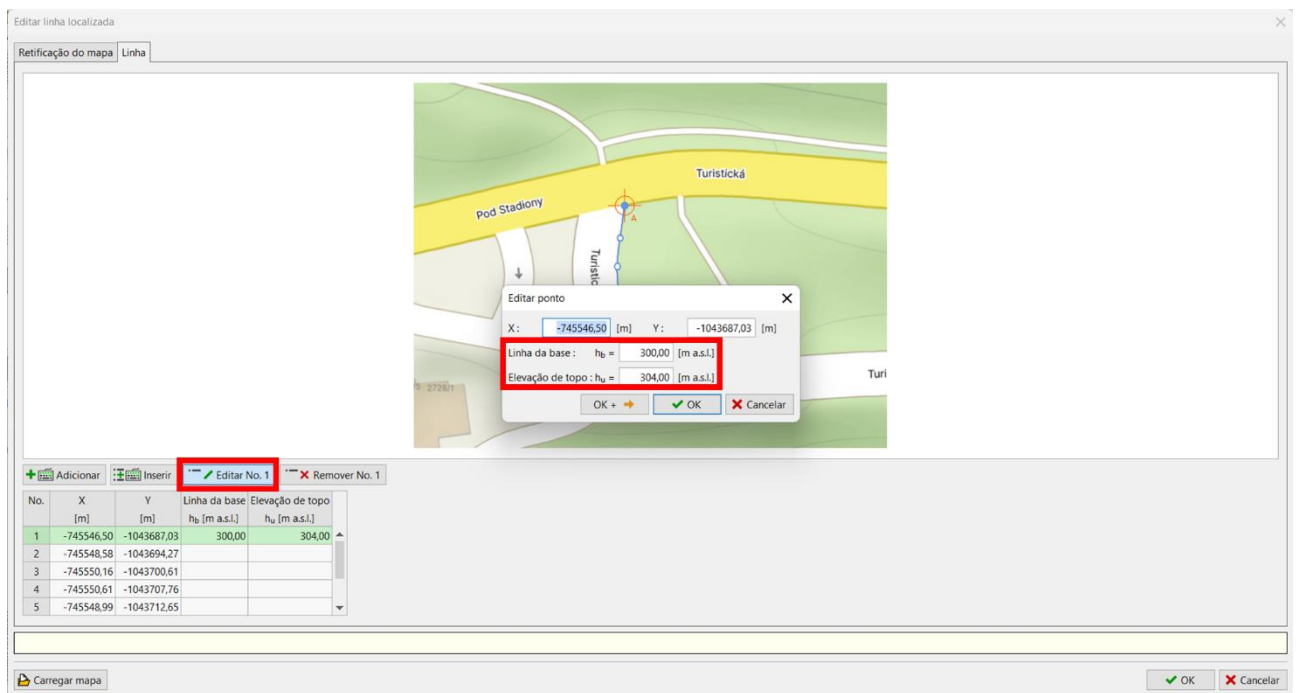


De seguida, na secção “Retificação do mapa”, ajuste os pontos A e B, utilizando o rato para os arrastar, e introduza as coordenadas reais dos pontos 1 e 2 (ver coordenadas acima). O ponto A do mapa corresponde ao ponto 1 (início do muro) e o ponto B do mapa corresponde ao ponto 2 (final do muro).

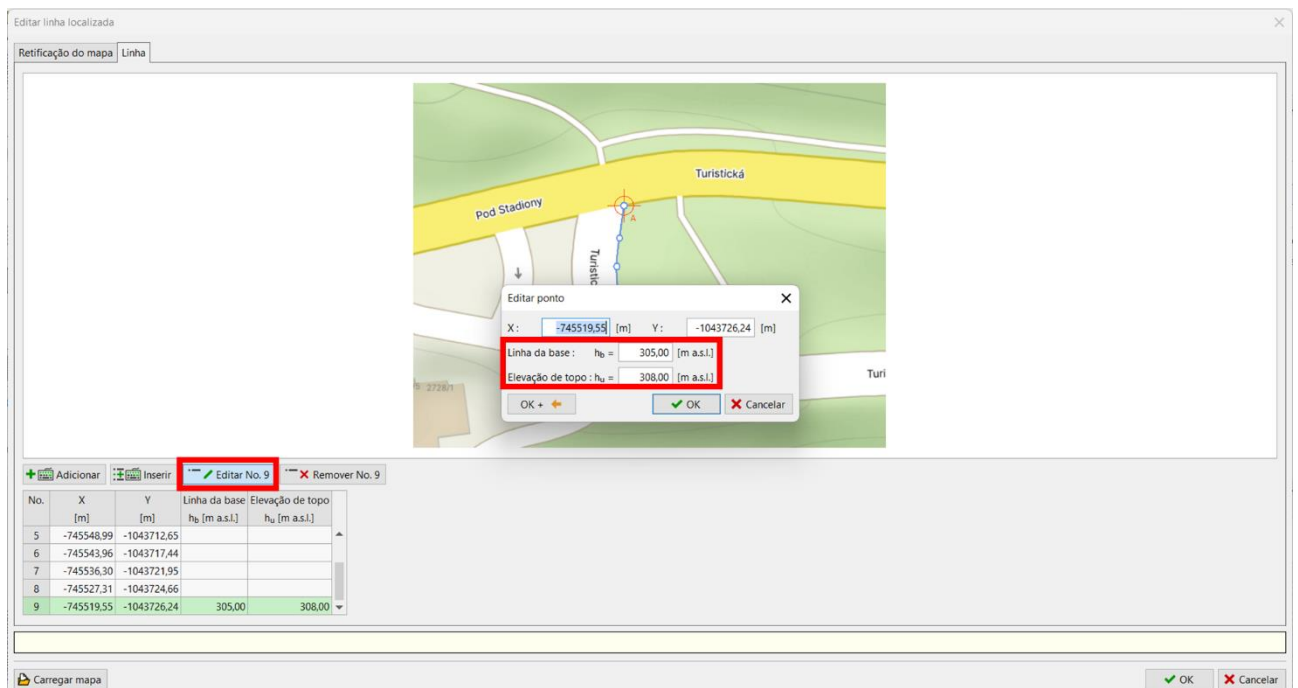


Na etapa seguinte, alterne para a secção “Linha” e insira os pontos do muro com o rato. Comece pelo ponto A e termine com o ponto B. O programa vai gerar uma linha-sp automaticamente, com o traçado do muro. Defina 7 pontos intermédios correspondents ao traçado da rua. O [vídeo tutorial](#) sobre este programa inclui um exemplo de como definir pontos no traçado de um muro.

As coordenadas dos pontos são exibidas na tabela da parte inferior da janela. Também é possível definir a coordenada correspondente à elevação de cada ponto, para a parte inferior e superior do muro. Defina apenas as alturas para os pontos inicial e final – isto é suficiente para dimensionar a forma do muro.

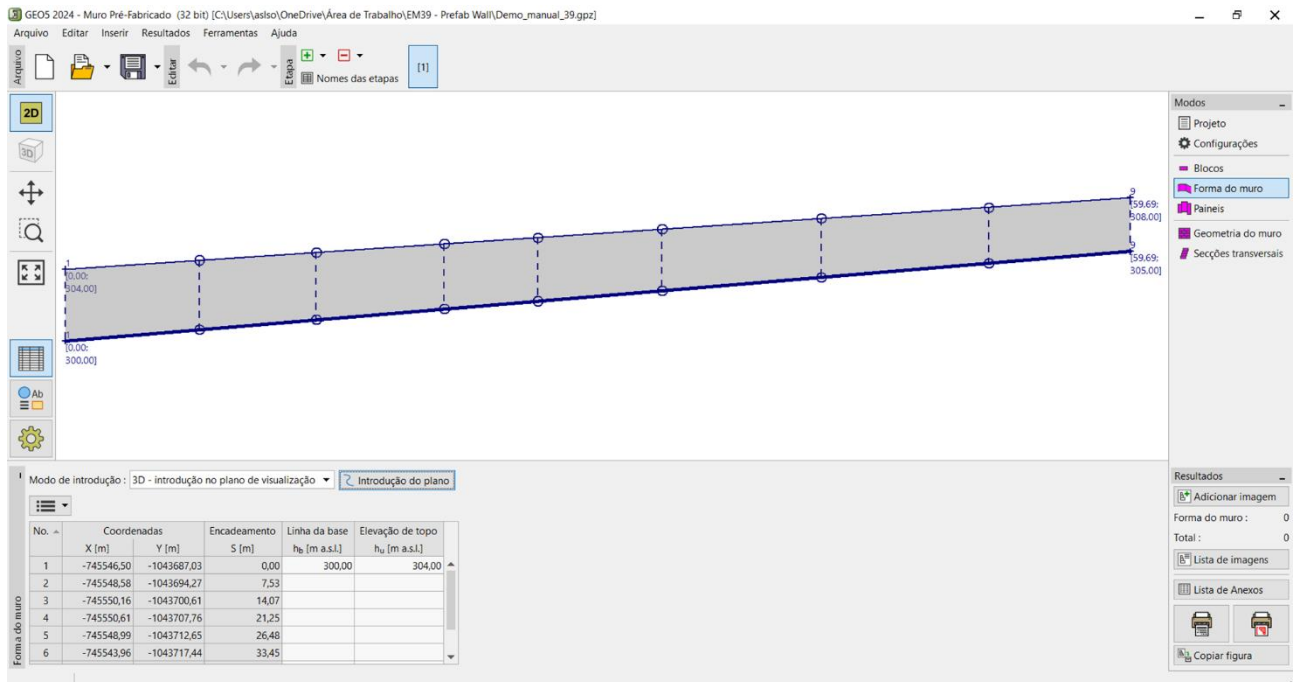


*Definição das alturas no ponto inicial do muro*



*Definição das alturas no ponto final do muro*

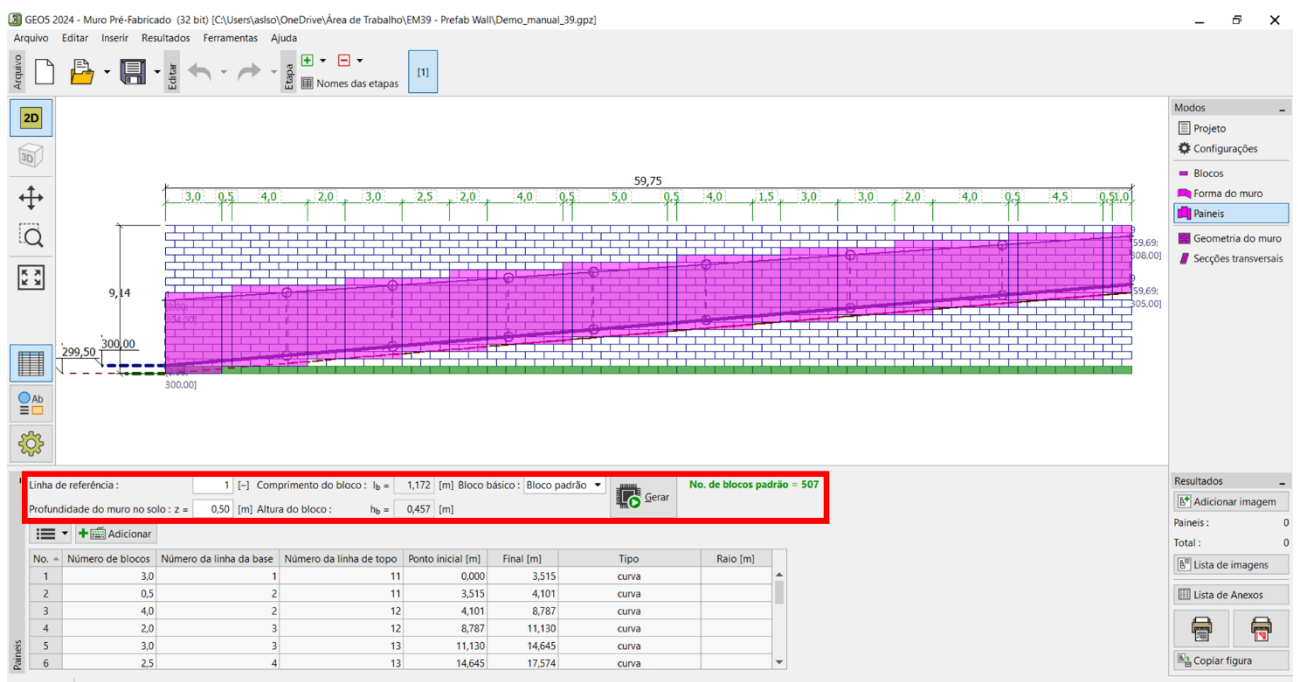
Confirme a introdução 3D através do botão “OK” e será exibida uma geometria 2D do muro na área de trabalho.



Agora, passe à Janela “Painéis” e selecione o bloco básico que será utilizado para formar os painéis.

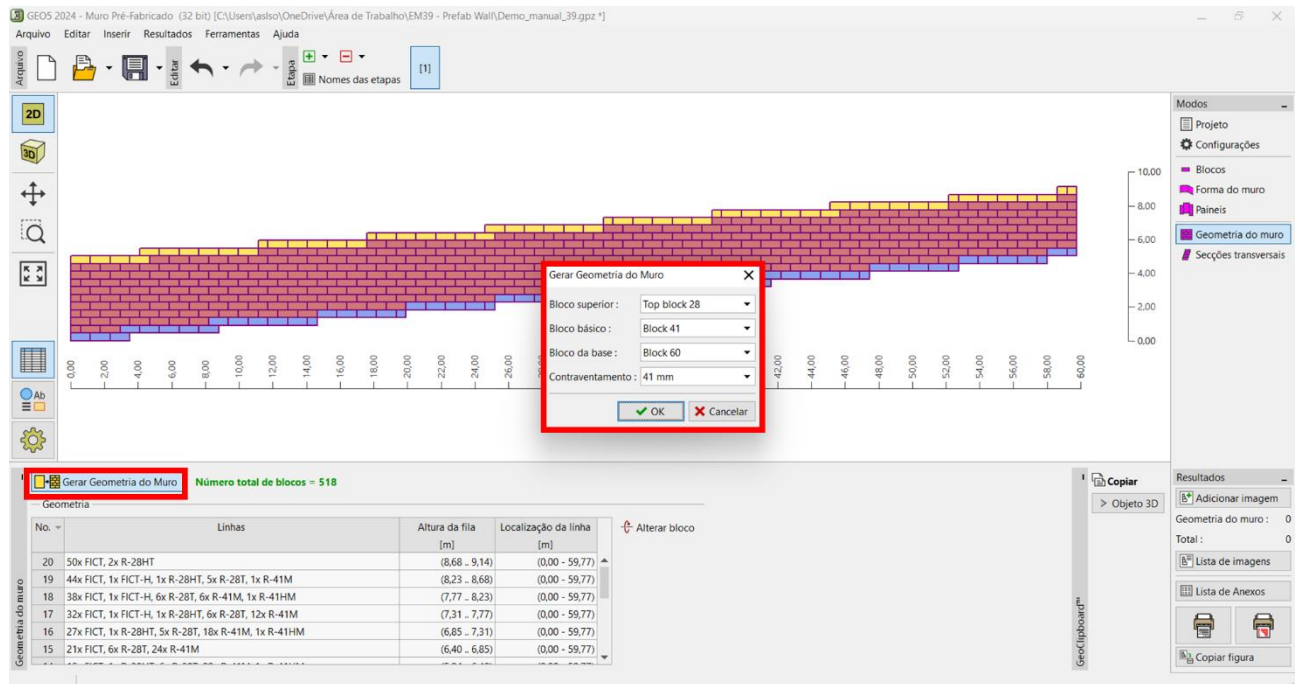
O sistema Redi-Rock disponibiliza blocos de dois tamanhos distintos – padrão e XL. Selecione a opção padrão.

De seguida, defina a profundidade do muro como 0.5 m abaixo da superfície do solo (ver figura abaixo) e gere os painéis através do botão “Gerar”.

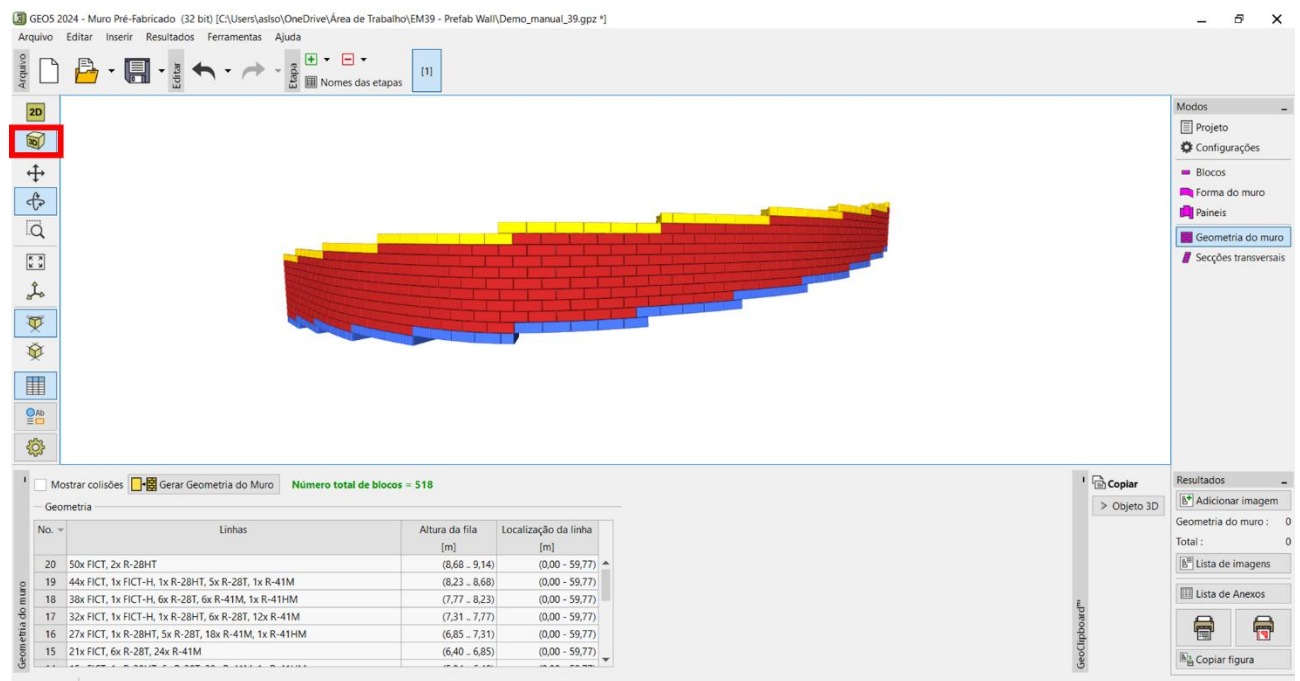


No caso de muros com fieiras deslocadas, as “Linhas de referência” são um parâmetro importante. Isto determina o traçado da linha de blocos que segue o contorno ao nível do solo. As linhas restantes são deslocadas em relação ao plano de referência de acordo com o definido. Selecione a primeira linha de blocos – assinalada a verde na figura.

Passa à janela “Geometria do muro” e clique no botão “Gerar Geometria do Muro”. Selecione o tipo de blocos pretendidos para o topo, básico e da base, e defina os deslocamentos entre linhas. No final, clique no botão “OK” para gerar o muro.



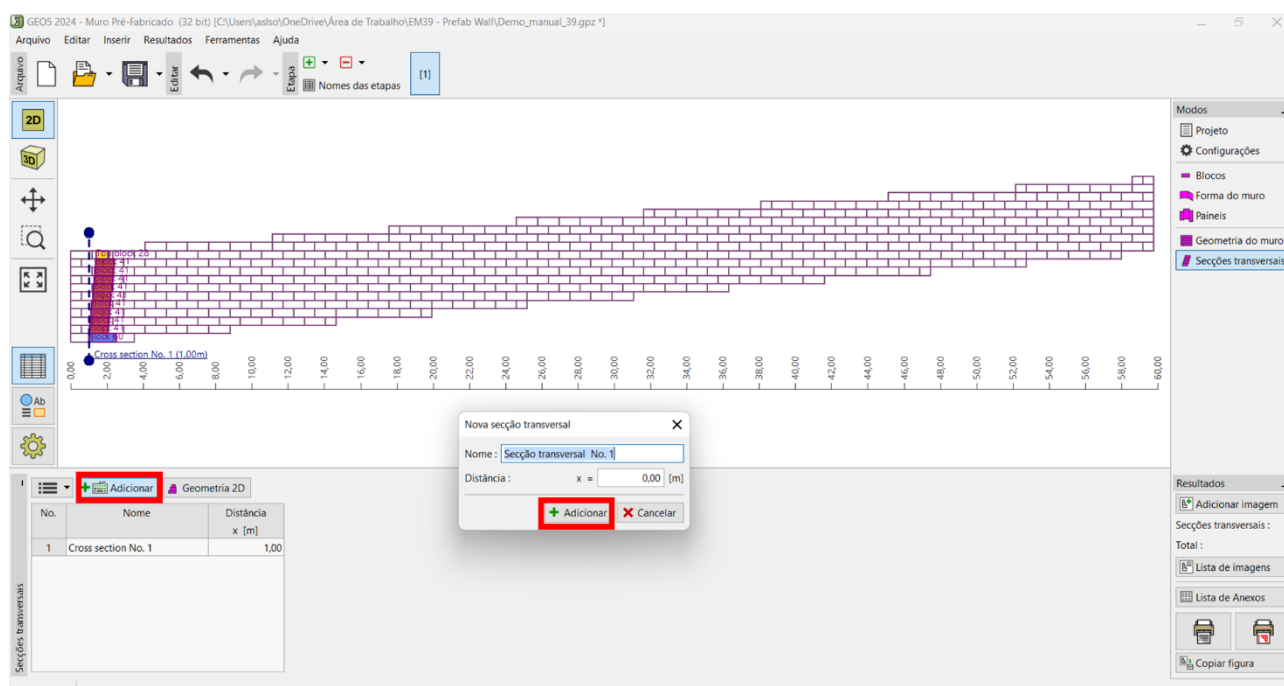
Agora também pode visualizar o muro em 3D – barra de ferramenta à esquerda:



O muro é pré-dimensionado com blocos básicos do tipo 41, blocos de topo do tipo 28 e blocos da base do tipo 60. Foi definido um espaçamento de 41 mm entre linhas de blocos. Todas as linhas são descritas detalhadamente na tabela respetiva, com o significado das abreviaturas explicado na [ajuda do programa](#).

Agora, passe à verificação para validar se o dimensionamento está OK.

Comece na janela “Secções transversais” e defina a secção transversal a verificar. A secção pode ser definida através do encadeamento. Neste caso, pretende-se verificar a secção no início do muro, onde o muro atinge a maior altura. Assim, adicione uma secção a 1 m do início do muro, que será exibida na Área de trabalho.



Após seleccionar a secção transversal na tabela e de clicar no botão “Análise da Secção Transversal”, o programa alterna para o modo 2D, onde é possível verificar o muro.

**Muro 3D / Secções transversais**

No.	Nome	Catálogo	Larg. do bloco w [m]	Altura do bloco h [m]	Espaçamento do degrau k [m]	Peso volumétrico [kN/m³]	Atrito do bloco [-]	Coesão [kPa]	Cap. de carga de corte F <sub>min</sub> [kN/m]	Esforço transversal máx. F <sub>max</sub> [kN/m]
11	Top block 28	Redi-Rock	0,711	0,457	0,041	18,85	0,966	0,00	88,45	
10	Block 41	Redi-Rock	1,029	0,457	0,041	18,85	0,966	0,00	88,45	
9	Block 41	Redi-Rock	1,029	0,457	0,041	18,85	0,966	0,00	88,45	
8	Block 41	Redi-Rock	1,029	0,457	0,041	18,85	0,966	0,00	88,45	
7	Block 41	Redi-Rock	1,029	0,457	0,041	18,85	0,966	0,00	88,45	
6	Block 41	Redi-Rock	1,029	0,457	0,041	18,85	0,966	0,00	88,45	

*Nota: Se pretender voltar ao modo 3D, pode utilizar o botão “Muro 3D / Secções Transversais”.*

Na janela “Solos”, introduza o solo F3, que corresponde ao solo existente atrás do muro, tal como o material de aterro (ver características do solo acima).

**Solos**

**1 Sandy silt**

**Sandy silt**

Peso específico :  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Estado de tensão : efetivo

Ângulo de atrito interno :  $\phi_{ef} = 28,00^\circ$

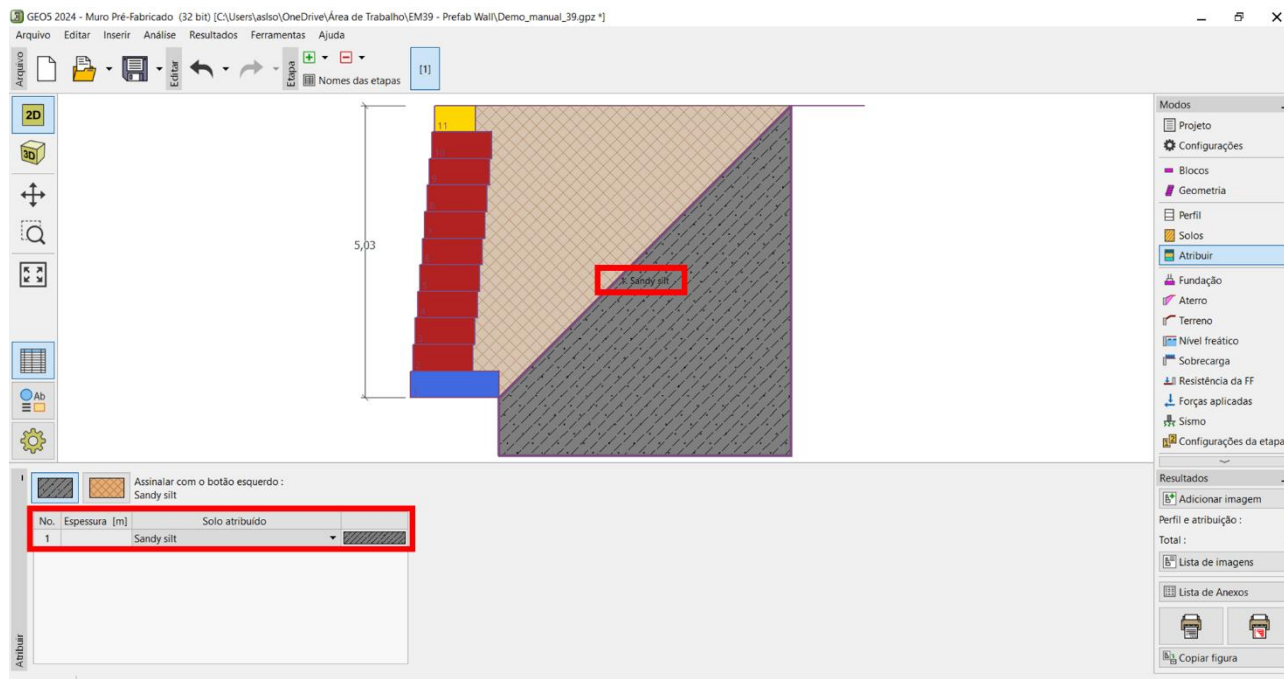
Coesão do solo :  $c_{ef} = 15,00 \text{ kPa}$

Ângulo de atrito estru.-solo :  $\delta = 15,00^\circ$

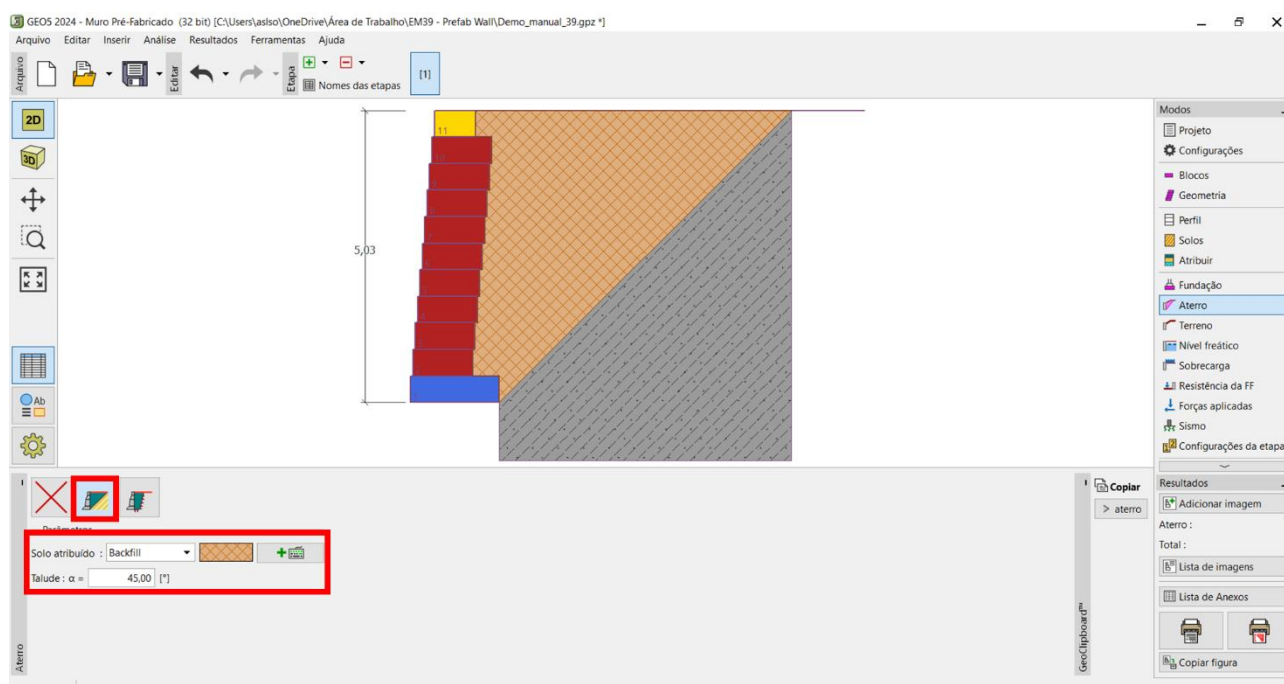
Solo : não coesivo

Peso volumétrico saturado :  $\gamma_{sat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

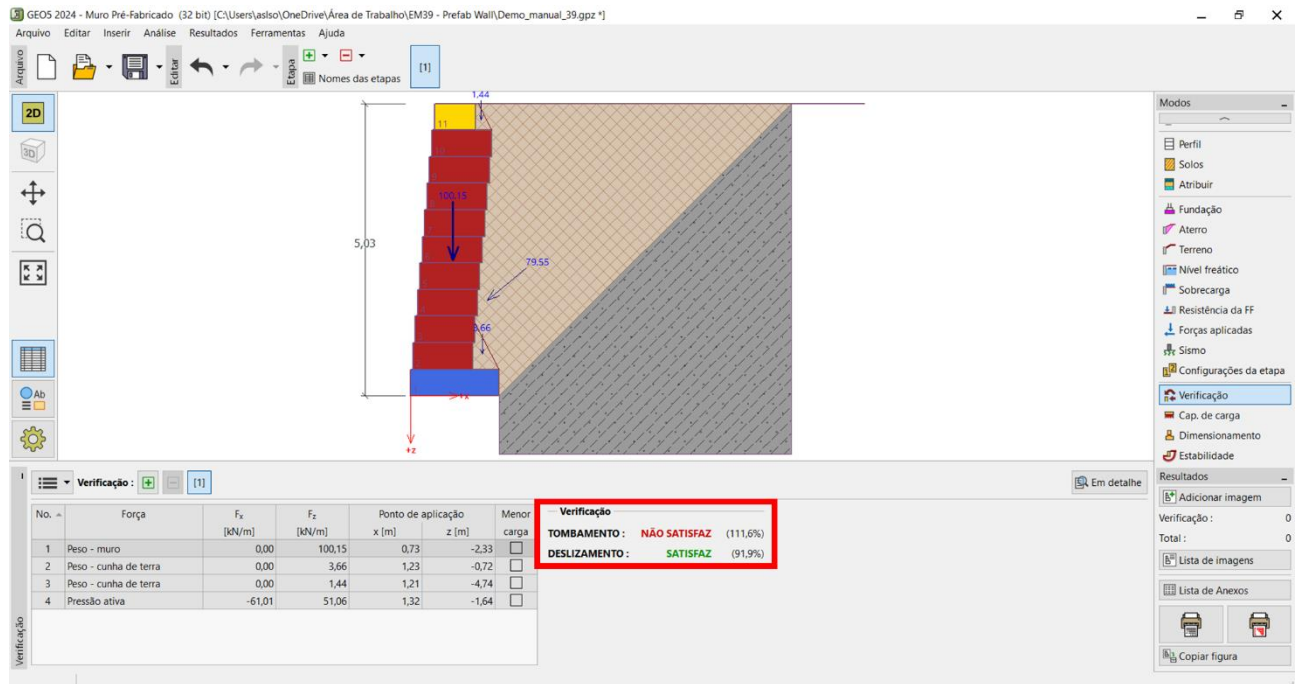
Atribua o solo atrás do muro ao perfil geológico, na janela “Atribuir”.



Defina o material de aterro, na janela “Aterro”, com um ângulo de 45°.

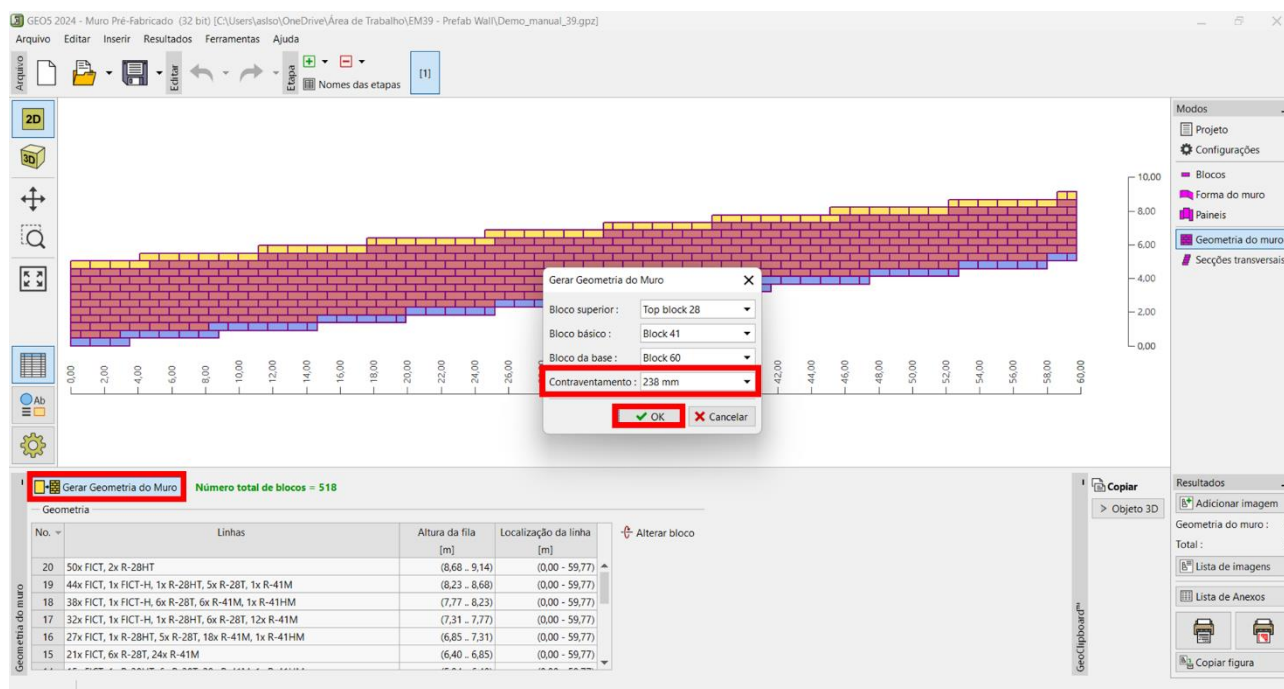


Agora, avance para o cálculo de estabilidade do muro – começando pela janela “Verificação”.

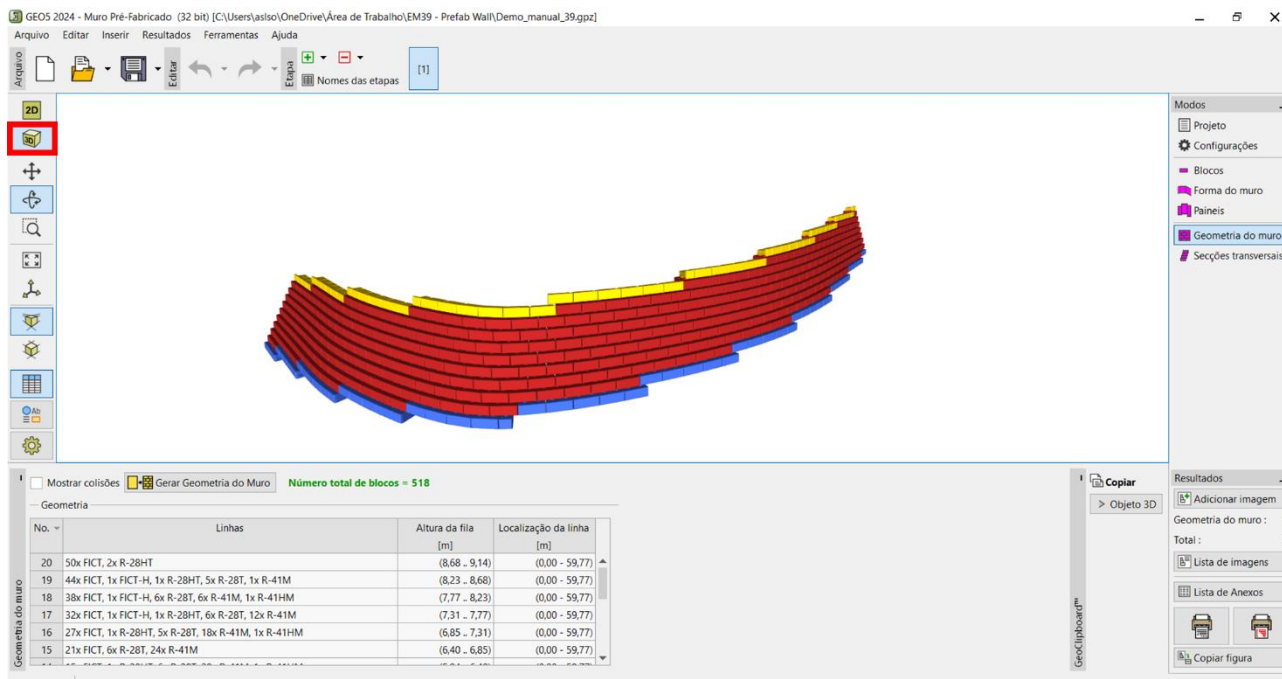


Pode verificar que, para a primeira condição (tombamento), o muro não está satisfatório – a utilização está acima de 111 %.

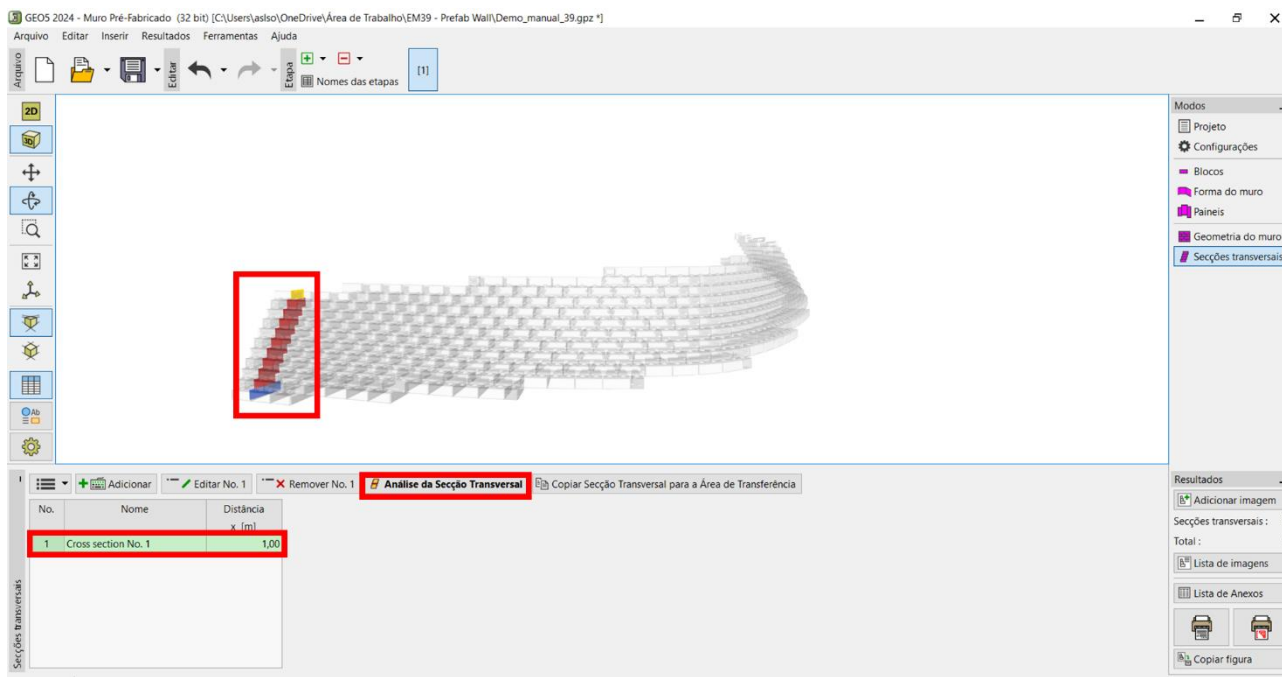
Existem várias opções para melhorar o dimensionamento – alterar o tipo de blocos, reforçar a área atrás do muro com geomalhas, etc. Para simplificar, experimente alterar apenas o deslocamento entre blocos – todos os restantes parâmetros serão mantidos mas, deslocando as linhas irá permitir um efeito mais favorável no momento estabilizador, devido ao reposicionamento do centro de gravidade do muro. Assim, regresse ao modo 3D – alterne para a janela “Geometria” ou “Configurações”. No modo 3D, volte à janela “Geometria do muro” e clique no botão “Gerar Geometria do Muro” para alterar o deslocamento entre linhas para 238 mm. Confirme através o botão “OK” e o muro será gerado novamente.



No modo 2D o aspeto do muro aparenta permanecer inalterado. No entanto, no modo 3D o deslocamento entre linhas tornou-se mais explícito.

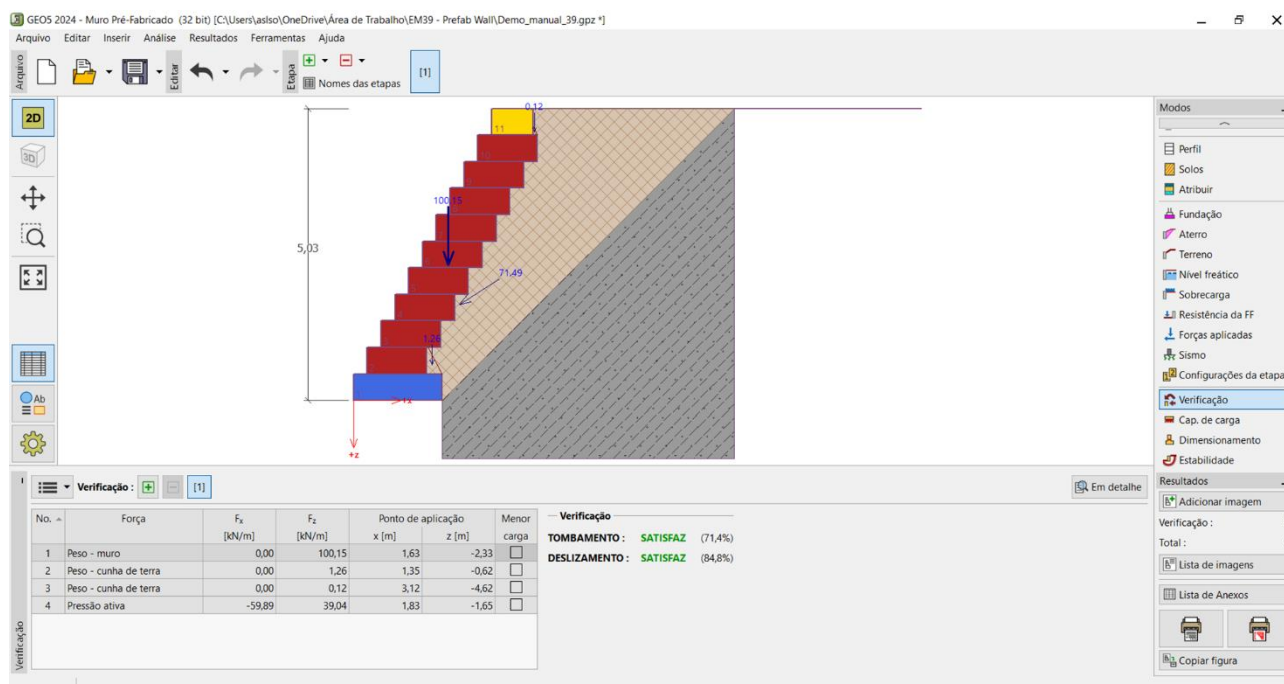


De seguida, volte à janela “Secções transversais” e volte a executar os cálculos para a secção definida anteriormente.



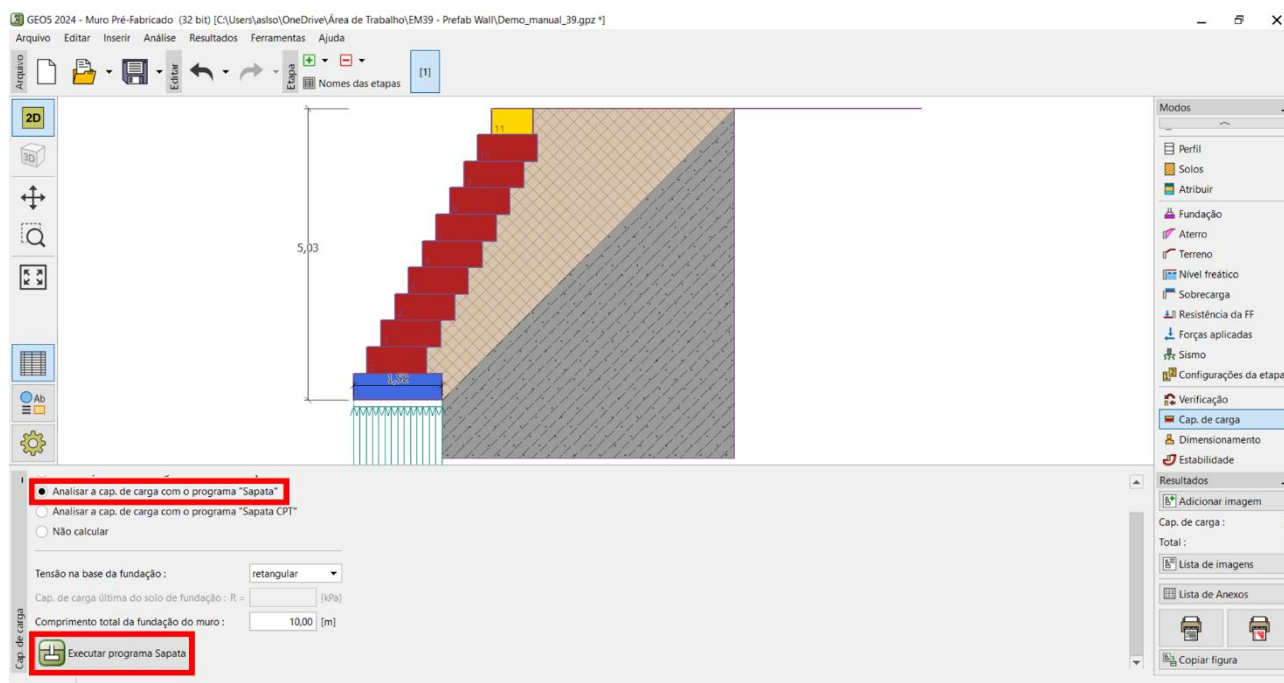
No modo 2D, volte a realizar todas as verificações.

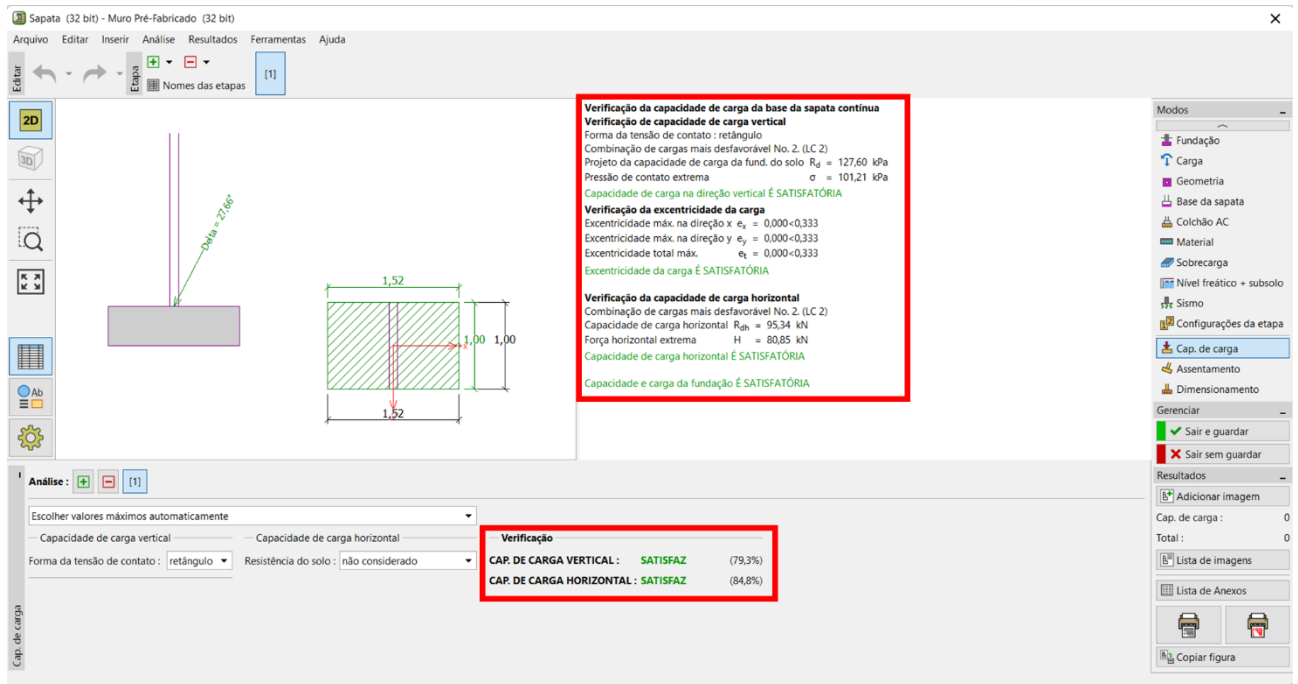
Na janela “Verificação”, verifique o tombamento e deslocamento novamente.



Na janela “Cap. de carga”, verifique que a tensão sob o muro não excede a capacidade de carga do solo de fundação.

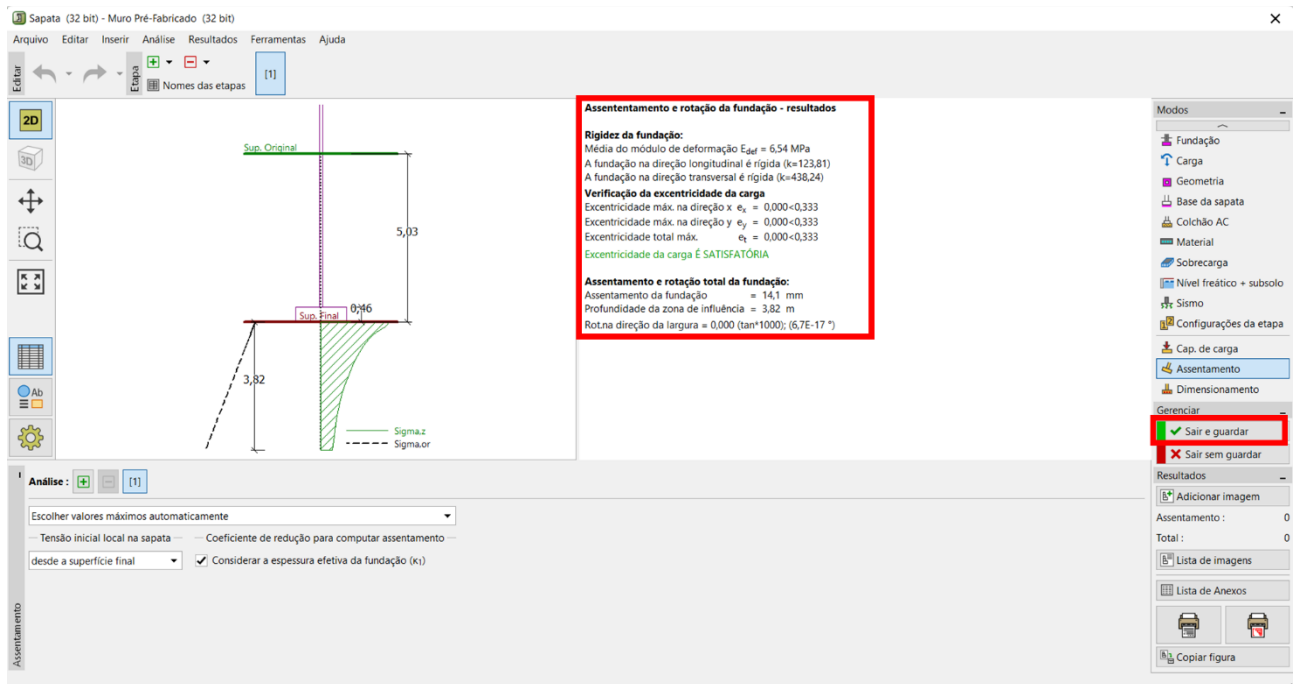
Para calcular a capacidade de carga do solo de fundação, utilize o programa “Sapata”, para onde todos os dados serão transferidos automaticamente, ao clicar no botão “Executar programa Sapata”.





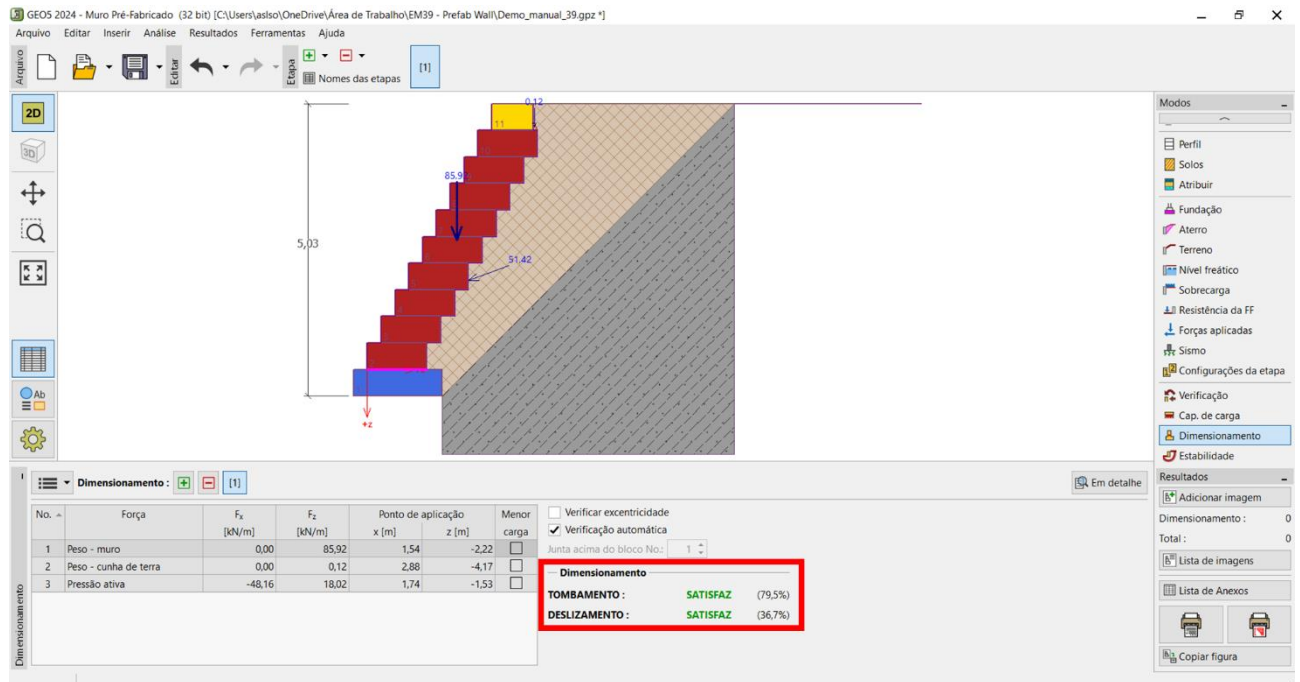
*Calculo da capacidade de carga do solo de fundação através do programa “Sapata”*

Neste programa, também é possível calcular o assentamento e a rotação da fundação do muro.

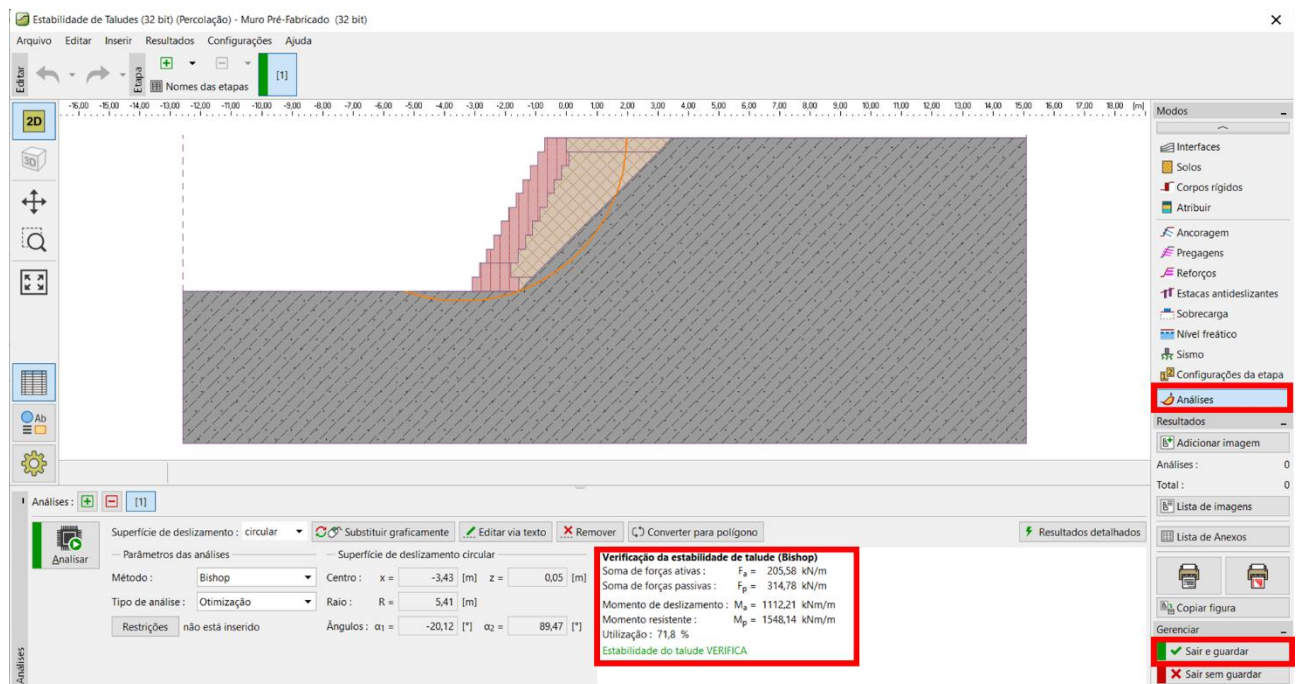


Termine esta verificação através do botão “Sair e guardar” e regresse ao programa “Muro Pré-Fabricado”. Todos os dados obtidos através do programa “Sapata” estarão disponíveis no relatório de resultados para o dimensionamento do muro completo.

Na janela “Dimensionamento”, verifique as juntas entre blocos.



Finalmente, verifique a estabilidade global através do programa “Estabilidade de Taludes” – este programa é iniciado automaticamente através da janela “Estabilidade”.



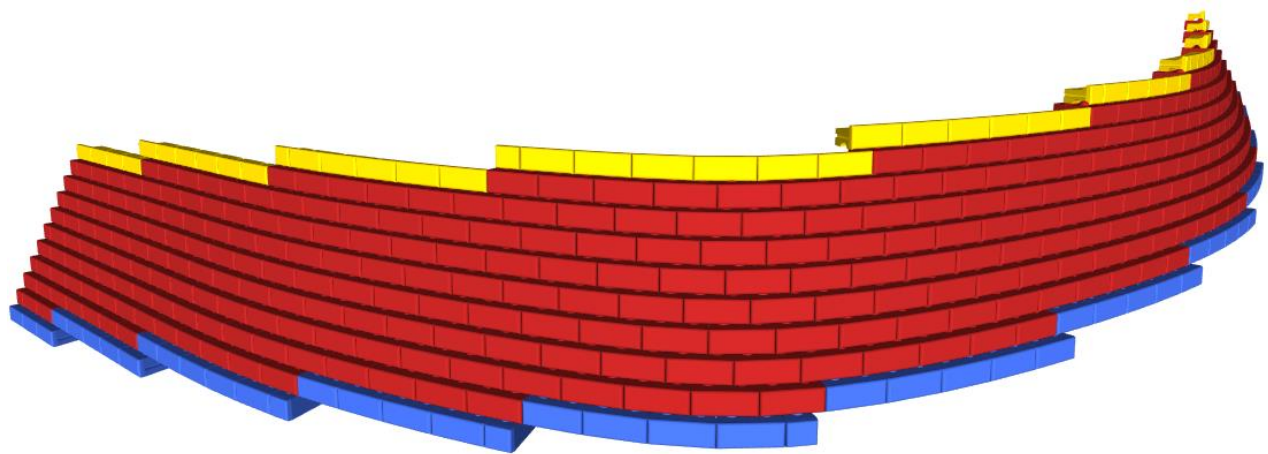
Guarde todos os resultados para que sejam incluídos na documentação do projeto.

O muro verifica todas as condições.

Para concluir, proceda à impressão da documentação detalhada – inclui uma lista detalhada de todos os tipos de blocos utilizados, incluindo os seus pesos e volumes – isto é particularmente importante ao preparar mapas de quantidades, planeamento e logística no transporte de materiais, etc.

[illegible]

O dimensionamento está, assim, completo. O muro tem uma extensão de cerca de 60 m e consiste em 518 blocos Redi-Rock, com um peso total de cerca de 514 toneladas.



### Visualização final do muro

*Nota: Pode encontrar um exemplo deste projeto (demo\_manual\_39.gpz) nos [exemplos Online](#).*