

## **Muro de Flexão reforçado com Geogrelha para região de Umuarama – Pr**

Alan Rizzato Espessato (PIC/UEM), Dr. Sérgio Trajano Franco Moreiras (Orientador), e-mail: strajano@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Departamento de Tecnologia/Umuarama, PR.

### **Engenharia Civil e Materiais e Componentes da Construção**

**Palavras-chave:** Solos reforçados, Geogrelha, Estrutura de Contenção

### **Resumo**

O município de Umuarama – PR possui um relevo acidentado, dessa forma para construção de edificações é necessária regularização do mesmo. Ao realizar essas intervenções, as condições naturais do maciço de terra são alteradas podendo gerar instabilidade, tornando-se imprescindível a construção de estruturas de contenção. A estrutura de contenção típica da região é o Muro de Flexão com seção tipo “grelha”. Para suportar os empuxos de terra e demais solicitações a estrutura é reforçada com mão francesa, quando o muro é solicitado esses dispositivos resistem por tração os esforços excedentes. Porém essa técnica é de difícil e demorada execução, além de exigir uma mão de obra extremamente qualificada. Quando não executada de maneira adequada é uma das principais fontes de patologia. Buscando medidas de Inovação Tecnológica foi realizado um estudo sobre a viabilidade de reforçar os muros de flexão da região com geogrelha. A metodologia foi dividida em três etapas: Levantamento de esforços, modelagem computacional e dimensionamento da geogrelha. Verificou-se que é possível a adoção da geogrelha como reforço do muro, desde que seja previsto um sistema de drenagem eficiente.

### **Introdução**

O município de Umuarama – PR possui um relevo acidentado, dessa forma para construção de edificações geralmente faz-se necessário intervenções no terreno (corte e/ou aterro) para regularização do mesmo. Ao realizar essas intervenções, as condições naturais do maciço de terra são alteradas podendo gerar instabilidade, tornando-se imprescindível a construção de estruturas de contenção.

A estrutura de contenção típica da região é o Muro de Flexão com seção tipo “grelha”. Sua construção ocorre em duas etapas: Primeiro é construído a estrutura das vigas e pilares em concreto armado e a seguir são executados os painéis de fechamento com alvenaria de blocos cerâmicos vazados. Para suportar os empuxos de terra e demais solicitações a estrutura do muro

precisa ser reforçada. A técnica empregada na região para o reforço é conhecida como mão francesa, nessa técnica, diversas vigotas são ancoradas em uma extremidade na estrutura do muro e a outra em estacas de tração. Quando o muro é solicitado esses dispositivos resistem por tração os esforços excedentes.

Porém essa técnica é de difícil e demorada execução, além de exigir uma mão de obra extremamente qualificada. Quando não executada de maneira adequada é uma das principais fontes de patologia

Nesse sentido buscando medidas de Inovação Tecnológica para a região de Umuarama-Pr o presente trabalho realizou um estudo sobre a viabilidade de reforçar os muros de flexão da região com geogrelha. As geogrelhas são amplamente aplicadas em obras de geotecnia devido a capacidade de suportar esforços de tração, porém em muros de flexão convencionalmente não se tem notícia de seu uso. Segundo Teixeira (2003)

“As geogrelhas e os geotêxteis são os tipos de geossintéticos comumente empregados como elemento de reforço de solo e se mostram eficazes principalmente porque oferecem boa resistência à tração e por promoverem uma adequada interação com o solo circundante. O elemento de reforço presente no interior do maciço de solo é capaz de mobilizar um adicional de resistência ao cisalhamento do conjunto que só se torna efetivo quando surge uma força de tração na inclusão [...]”

## Materiais e métodos

A metodologia foi dividida em algumas etapas, sendo: Levantamento de esforços atuantes, modelagem computacional e dimensionamento da geogrelha.

1. Levantamento de esforços: Através do trabalho de Rossi (2017) foi obtido parâmetros do solo da região de Umuarama – PR, com coesão nula. Os valores adotados estão no Quadro 1.

**Quadro 1 – Parâmetros do Solo de Umuarama – PR.**

Parâmetros do Solo		
Peso específico do solo (kN/m <sup>3</sup> )	Natural	17
	Saturado	20
Peso específico da água (kN/m <sup>3</sup> )		10
Ângulo de Atrito (°)		29,5

E através da teoria de Rankine foi calculado os esforços laterais atuantes no muro.

2. Modelagem Computacional: Foi utilizado o software CYPE 3D para modelagem do muro de flexão, inicialmente foi inserido as cargas provenientes do maciço de terra (esforços de tombamento). Pelo estado limite de utilização foi estabelecido que o muro deveria ter uma deformação máxima de 0,4%.H conforme indica a ABNT NBR 6118:2014, sendo H a altura total do muro. Em uma primeira situação verificou-se que somente a estrutura do muro não suportava os esforços atuantes, então foram acrescentadas forças contrárias as solicitações, representando a força resistente de tração gerada pelo reforço em geogrelha, de modo a atender a deformação imposta. As características do muro são apresentadas no Quadro 2.

**Quadro 2 – Características geométricas do muro.**

Altura	3,1 m
Largura	7,5 m
Pilares	(0,20 x 0,20) m
Vigas	(0,20 x 0,25) m
Vão entre pilares	1,2 m
Vão entre vigas	0,7 m

### 3. Dimensionamento da geogrelha

O dimensionamento da geogrelha foi dividido em duas etapas, análise de estabilidade externa e análise de estabilidade interna. A metodologia de cálculo seguiu o roteiro apresentado por Azambuja et al. (2009).

#### 3.1. Estabilidade externa

Foi verificado a segurança em relação a quatro mecanismos clássicos de instabilização de estruturas de contenção: deslizamento da base, tombamento, capacidade de carga da fundação e ruptura global.

#### 3.2. Estabilidade interna

Essa análise consiste basicamente em verificar as condições de segurança com relação a ruptura do reforço, para essa verificação foi utilizado o método de Jewell (1991).

## Resultados e Discussão

Foi adotado para critério de projeto a geogrelha Fortrac® - geogrelha flexível, de alta resistência, alto módulo e baixa fluência. Com resistência a tração de cálculo de 50kN/m. Inicialmente foi estabelecido os seguintes critérios:

- 3 camadas de geogrelha;
- Espaçamento entre camadas: 1m.

Foi verificado para duas situações: Solo saturado e solo natural. Os resultados estão no Quadro 3.

### Quadro 3 – Características geométricas do muro.

Condição	Comprimento Reforço	Espaçamento máximo entre camadas
Solo Saturado	8,6 m	0,45 m
Solo Natural	5,6 m	1,01 m

Verificou-se que para o solo saturado que as condições de projeto não foram satisfeitas, porém para o caso do solo em estado natural os critérios de projeto foram atendidos.

### Conclusões

O fabricante recomenda que uma eficiente drenagem deve ser prevista durante a fase de projeto e de execução para garantir a estabilidade interior e exterior do sistema de solo reforçado. Portanto é possível realizar a substituição do reforço em mão francesa pelo reforço do solo com geogrelha, desde que seja previsto um sistema de drenagem.

### Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao meu orientador Dr. Sérgio Trajano Franco Moreiras, pela oportunidade e apoio durante a pesquisa. Também agradeço em especial ao Departamento de Tecnologia (DTC – CAU – UEM) pelo incentivo dado a pesquisa.

### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

AZAMBUJA, Eduardo et al. Muros e Taludes Reforçados. In: VERMATTI, José Carlos. **Manual Brasileiro de Geossintéticos**. São Paulo: Blucher, 2009. Cap. 45. p. 84-123.

ROSSI, M. L. **Modelagem numérica de muros de flexão na região de Umuarama**. 2017. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, 2017.

TEIXEIRA, Sidnei Helder Cardoso. **Estudo da interação solo-geogrelha em testes de arrancamento e a sua aplicação na análise e dimensionamento de maciços reforçados**. 2003. 214 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.