

**Belgo Soluções
Geotech**

Informe Técnico

Análise de produtividade comparando modelos de gabiões.

belgo
arames

Uma parceria entre
ArcelorMittal e Bekaert.

Características da obra

Um muro experimental foi construído num talude cuja crista está no nível do viveiro de mudas e o pé na cota da praça ajardinada do prédio administrativo da trefilaria Belgo Arames, em Contagem-MG.

O objetivo desta construção foi avaliar tecnicamente as diferenças entre as atividades de montagem de duas tipologias de gabiões a saber:



Muro de gabião modular de malha soldada (gabião Easy S),

fio 4,00 mm, malha 5x10 cm em caixas de 1 m de altura.

Muro de gabião tradicional (malha hexagonal de dupla torção)

fio 2,70 mm, malha 8x10 cm em caixas de 1 m de altura.

A imagem ao lado mostra uma vista aérea do talude vegetado onde foi construído o muro experimental.



Jardim
da entrada
da sede
corporativa.

Talude
vegetado.

Viveiro de mudas
Belgo Arames.

A Engenharia Industrial foi mobilizada para registros dos tempos de execução de cada atividade construtiva.

Previamente foi elaborado um anteprojeto Belgo e a execução foi feita pela empreiteira contratada.

A empreiteira empregou em média, uma equipe de 7 colaboradores, sendo 1 encarregado, 2 pedreiros, 3-4 ajudantes e, pontualmente, um carpinteiro para feitiço dos gabaritos e caixas de acesso. Desta equipe, 50% dos colaboradores, incluindo o encarregado, já tinham trabalhado com gabiões convencionais em obras geotécnicas, **mas nenhum havia trabalhado com os gabiões Easy S.**

É importante destacar que a mão de obra empregada não foi então constituída por gabionistas experientes, mas sim por oficiais e auxiliares da construção civil em geral.

As imagens ao lado mostram a equipe de construção trabalhando na locação e preparação inicial da faixa de assentamento do muro experimental.



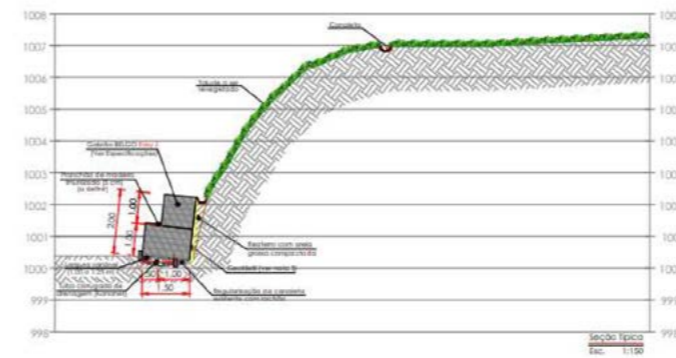
Essa construção experimental contou ainda com avaliação de um ergonomista e da engenharia de segurança da Belgo.

A Equipe de Engenharia Civil envolvida contou com o acompanhamento integral de dois Engenheiros da Belgo e de um engenheiro da empreiteira.

A obra foi feita no primeiro trimestre de 2024.



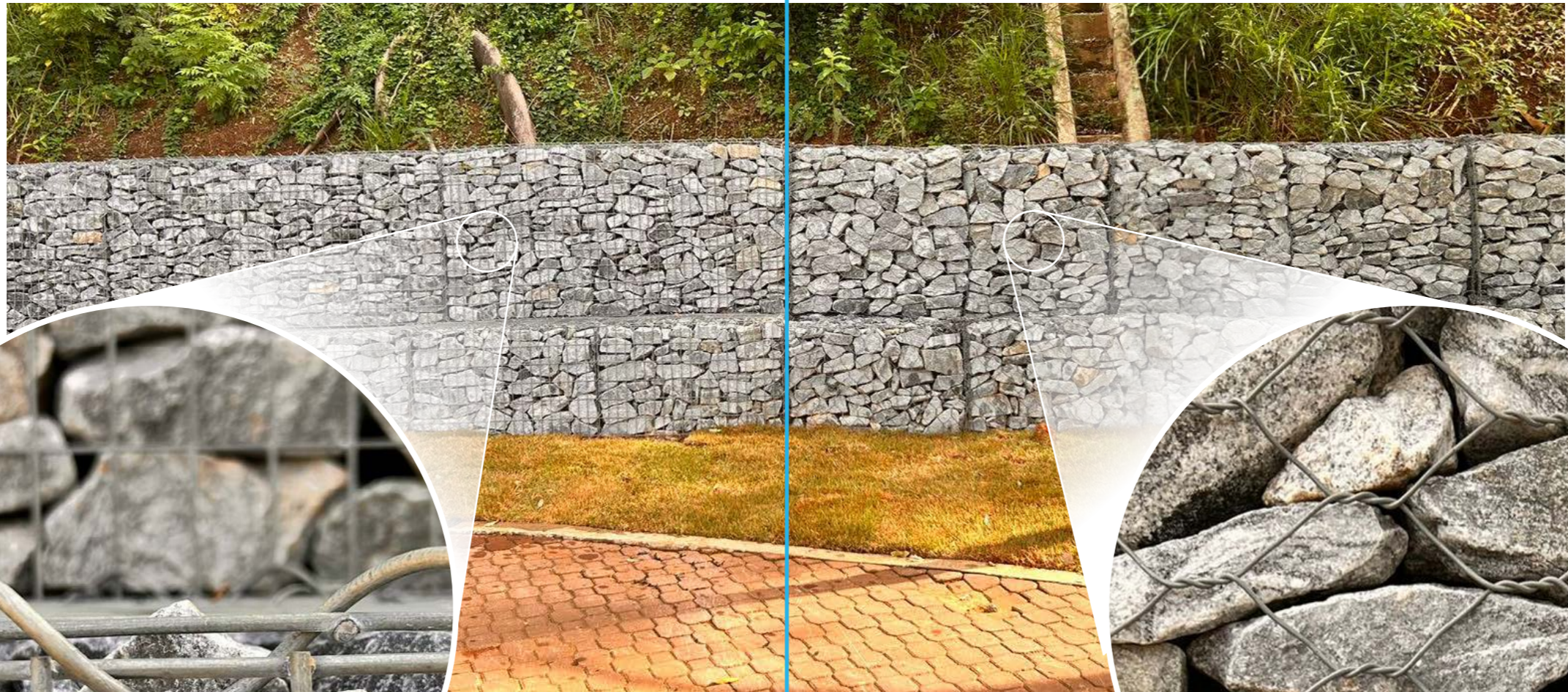
As figuras ao lado ilustram, respectivamente, o anteprojeto do muro de contenção experimental e o talude com o muro já construído.



Lista Técnica Easy S	
PN Gabião Easy S BZ5000 4mm 2x1m	27 peças
PN Gabião Easy S BZ5000 4mm 1.5x1m	58 peças
PN Gabião Easy S BZ5000 4mm 1x1m	52 peças
CNX Gabião Easy S BZ5000 4.5mm 1.5m	50 peças
CNX Gabião Easy S BZ5000 4.5mm 1m	220 peças
TIR Gabião Easy S BZ5000 5mm 1m INT	140 peças
TIR Gabião Easy S BZ5000 5mm 0.5m INT	240 peças
Volume h=1m (m³)	47,50 m³

Gabião soldado Easy S®

Gabião Tecido tipo caixa



Premissas construtivas

Em ambos os modelos de gabiões, foram adotados procedimentos construtivos comuns, a saber:

- Locação topográfica e referências de nível;
- Embutimento dos gabiões da base a uma profundidade média de 30 cm;
- Adoção de uma base compactada com delgada camada de bica corrida 3 cm também compactada e uma camada adicional de concreto 5 cm para a perfeita regularização do greide da base, inclinada em 6° para o maciço;
- Pré montagem das caixas no canteiro, numa faixa pavimentada, lateralmente ao muro, com transporte manual das caixas até base de apoio com posicionamento definitivo;
- Pedras de mão de rocha gnáissica para o preenchimento principal e brita 4 de rocha calcária para prática do salgamento na camada superior final;
- Praticado dois tipos de preenchimento com pedras, totalmente manual, abastecendo as caixas com as pedras de maneira manual e preenchimento semimecanizado, com emprego de uma mini retroescavadeira JCB 1CX. Esse equipamento teve a função de despejar as pedras no interior das caixas para o ajustamento manual no interior das caixas, buscando executar a face frontal aparente com maior esmero;
- Utilização de gabaritos frontais com mão francesa para manutenção da inclinação de projeto;
- Instalação de geotêxtil no tardo do muro;
- Reaterro manual do tardo com compactador a percussão (tipo sapo).

No caso dos gabhões de malha hexagonal de dupla torção, 79% do volume foi construído com caixas de 5,0 m de comprimento e 21% com caixas curtas de 1,5 e 2,0 m de comprimento.

Já para a tipologia dos gabhões modulares de malha soldada Easy S, 100% das caixas foram de 1,5 e 2,0 m de comprimento.

Como já é sabido, caixas de gabhões hexagonais de dupla torção mais compridas, 5 m, são preferidas entre os gabionistas pois proporcionam melhor rendimento construtivo nas etapas de premontagem das caixas se comparado a via de emprego de caixas mais curtas, de 1,5 e 2,0 m de comprimento.



Registro e apuração dos tempos para execução das atividades operacionais

A tabela abaixo detalha o resumo dos registros e computo dos tempos para execução das principais tarefas construtivas diretamente ligadas ao trabalho com as caixas de gabiões.

Nos tempos tabelados não está incluso as atividades comuns de colocação e remoção dos gabaritos frontais itinerantes, a fixação da parte frontal das caixas no gabarito com arames de amarração e nem a instalação do geotêxtil no tardo e na face baixa do degrau de embutimento.

Tabela 1. Registros Belgo para o Muro Experimental de Gabião Tradicional

Tarefa	Descrição	Tempo (Hh/m ³)
01	Pré-montagem com costura das arestas com arame de amarração	0,79 ¹
02	Solidarização ou união entre as caixas com arame de amarração	0,07 ²
03	Preenchimento das caixas com pedras, incluindo fixação tirantes	1,95 ³
04	Colocação e fechamento das caixas com costura das tampas	0,46 ⁴
Tempo total		3,27

Notas explicativas:

1 A pré-montagem envolve abrir a caixa convencional que vem do fabricante dobrada, erguendo-se as partes verticais na posição ereta, ponteamento dos 4 vértices superiores da caixa, desempenando as dobras inferiores e pontas dos arames de bordadura, aprumando também os diafragmas no caso de caixas mais compridas, fazendo então a costura de todas as arestas de conexão com arame de amarração com 2,20 mm de bitola, usando alicates e ou torquês.

2 A solidarização ou união entre as caixas é uma atividade crítica, pois é ela que assegura a pretendida monoliticidade da estrutura.

3 O preenchimento das caixas de gabiões segue uma regra de execução por camadas uniformes, evitando um desbalanceamento entre caixas adjacentes. Ou seja, a defasagem entre uma caixa e outra deve ser de, no máximo, um terço da sua altura e, a cada terço, deve-se fazer a instalação de tirantes aramados para minimizar as deformações de faces.

O preenchimento em si, envolve o abastecimento das caixas com pedras por meio da miniretroscavadeira e, posteriormente, o posicionamento do gabionista no interior da caixa para ajuste das pedras, visando a redução dos vazios e o melhor encaixe possível, especialmente junto as faces aparentes.

O tempo de execução do preenchimento pode sofrer interferências de acordo com o feitio dos tirantes manuais e o espaço disponível para os gabionistas realizarem a tarefa (de maneira mais cômoda possível). Fazer o abastecimento de maneira manual, sem o uso de equipamentos para a disposição das pedras no interior das caixas, faz com que o tempo de preenchimento saia de 1,95 Hh/m³ para 2,97 Hh/m³.

4 Antes de se colocar a tampa de fechamento da caixa, deve-se realizar o "salgamento" que é a colocação de uma delgada camada de agregados de menor dimensão que as pedras de mão de maneira que se reduza os espaços vazios no topo da caixa abaixo da tampa. Ao posicionar a tampa os gabionistas tensionam manualmente a tampa de maneira a obter o melhor posicionamento dos fios de borda e, então, faz-se as costuras de fechamento da caixa com arames de amarração.

Registro e apuração dos tempos para execução das atividades operacionais

Além dos tempos do muro experimental da Belgo, expresso em hora homem por metro cúbico (Hh/m³) descritos na Tabela 1, para efeito de comparação inserimos na Tabela 2, para o caso dos gabiões tradicionais, índices de referência do SINAPI-CEF.

Tabela 2. Referências do SINAPI para muros de gravidade com gabião tradicional.

Tarefa	Descrição	Tempo (Hh/m ³)
01	MO mão-de-obra pedreiro e servente para execução de gaiolas com gaiolas de comprimento de 2 m, para muros com altura menor ou igual a 4 m.	4,901¹
02	MO mão-de-obra pedreiro e servente para execução de gaiolas com gaiolas de comprimento de 5 m, para muros com altura menor ou igual a 4 m.	2,367²
Tempo médio		3,634

A CEF Caixa Econômica Federal, em sua publicação SINAPI Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil possui um caderno técnico de composições para Gabiões – Execução de Muro e Proteção Superficial, atualizado em 05/2023. Para fins de comparação, este documento possui dois enquadramentos que se aproximam do muro experimental da Belgo. Os dados destes dois enquadramentos estão a seguir descritos.

Notas explicativas:

1 MO pedreiro 3,267 horas + MO Servente horas 1,634 (ambos com encargos) = 4,901 horas

2 MO pedreiro 1,578 horas + MO Servente horas 0,789 (ambos com encargos) = 2,367 horas

Registro e apuração dos tempos para execução das atividades operacionais

A Tabela 3 apresenta os dados referentes ao muro de gabião modular soldado Easy S.

Tabela 3. Registros Belgo para o Muro Experimental de Gabião Modular Soldado Easy S.

Tarefa	Descrição	Tempo (Hh/m ³)
01	Pré-montagem c/ conexões espirais nos planos horizontal e vertical	0,63 ¹
02	Fixação dos tirantes pré-formados de canto	0,11 ²
03	Solidarização ou união entre as caixas com arame de amarração	0,01 ²
04	Preenchimento das caixas com pedras, incluindo tirantes transversais	1,25 ⁴
05	Colocação das tampas e fechamento das caixas com espirais	0,22 ⁵
Tempo total		2,22

Em termos de resultados de rendimento operacional, os gabiões modulares de malha soldada Easy S permitiram um ganho de rendimento operacional em comparação aos gabiões tradicionais de malha hexagonal de dupla torção de 32%.

Este ganho na produtividade, significa para obra redução do tempo de mobilização de equipamentos, infraestrutura e de conclusão dos trabalhos.

Notas explicativas:

1 Pré-montagem dispor dos painéis constituintes lado a lado passando os conectores em espiral unindo as respectivas arestas da caixa, ressaltando-se que deve ser feito o aproveitamento de partes comuns entre caixas adjacentes.

2 Cada caixa Easy S recebe nos 4 cantos, duas linhas de tirantes de canto, totalizando então a instalação de 8 tirantes de canto com comprimento de 0,5 m. Estes tirantes já provêm uma estruturação da caixa, deixando-a apta a receber as pedras de preenchimento.

3 Como descrito na nota 1, a solidarização das caixas no caso dos gabiões Easy S ocorre a todo instante na própria pré-montagem já que há aproveitamento de partes. Com esta lógica construtiva além de racionalizar o consumo de materiais se assegura a importante condição de monoliticidade da estrutura já que nenhuma união poderá fugir ao mesmo padrão construtivo, sendo que os elementos de conexão e atirantamento são todos pré-fabricados.

4 O preenchimento das caixas de gabiões segue uma regra de execução por camadas uniformes, evitando um desbalanceamento entre caixas adjacentes. Ou seja, a defasagem entre uma caixa e outra deve ser de, no máximo, um terço da sua altura. E a cada terço deve-se fazer a instalação de tirantes pré-fabricados transversais de 1 m de comprimento.

Os tirantes transversais são dispostos a cada 50 cm e, conjuntamente com os tirantes de canto, minimizam as deformações de faces. O preenchimento em si, envolve o abastecimento das caixas com pedras por intermédio da miniretroescavadeira e posterior posicionamento do gabionista no interior da caixa para ajustamento das pedras, visando redução dos vazios e o melhor encaixe possível das pedras, especialmente junto as faces aparentes. Interferem, pois, no tempo de execução da atividade de preenchimento, a facilidade de instalação dos tirantes e o espaço disponível para os gabionistas realizarem a tarefa de maneira mais cômoda possível.

5 Antes de se colocar a tampa de fechamento da caixa, deve-se realizar o “salgamento” que é a colocação de uma delgada camada de agregados de menor dimensão que as pedras de mão de maneira que se reduza os espaços vazios no topo da caixa abaixo da tampa. Ao posicionar a tampa os gabionistas ajustam manualmente a melhor posição da tampa passando os respectivos espirais de conexão.

Aspectos gerais da ergonomia e segurança do trabalho em obras com gabiões

De uma maneira geral, gabiões são elementos demandantes de significativo esforço laboral já que o manuseio das caixas envolve atividades que se repetem com muita frequência, sob a condição de céu aberto, proximidade com terra, fluxos de água etc.

Assim, alguns vetores devem ser perseguidos, pela engenharia de produção da obras, dentre eles citamos:

- organização do canteiro e atenção as áreas de circulação e demais setorizações;
- treinamento sobre os PPOs procedimentos de padrões operacionais;
- rigor nas verificações incluindo medições para evitar retrabalhos;
- melhores práticas de alternância das atividade entre membros da equipe;
- correto dimensionamento da equipe para que ocorra saudável e produtiva distribuição das atividades evitando sobrecargas e provendo um avanço satisfatório do objeto em construção;
- busca de elementos tecnológicos (acessórios e ferramentas) com potencial de simplificação de cada atividade;
- melhor condição de conforto possível no canteiro de obras.

Parte das atividades são executadas em espaços parcialmente confinados pela volumetria e estrutura das caixas e ou pelas áreas entre a locação do muro e o talude a ser contido.

E, à medida que o muro vai sendo erguido, parte das atividades passam a ser executadas em altura. Assim, é importante:

- se atentar para riscos geotécnicos envolvidos;
- prover os EPIs para proteção de impactos, cortes acidentais, exposição aos raios UV, de quedas e para plena visualização dos colaboradores;
- prover elementos móveis para melhor acesso ao interior das caixas, guarda corpos, pontos de ancoragem;
- instruir para o corte de pontas excedentes de arames e correta destinação destes resíduos.

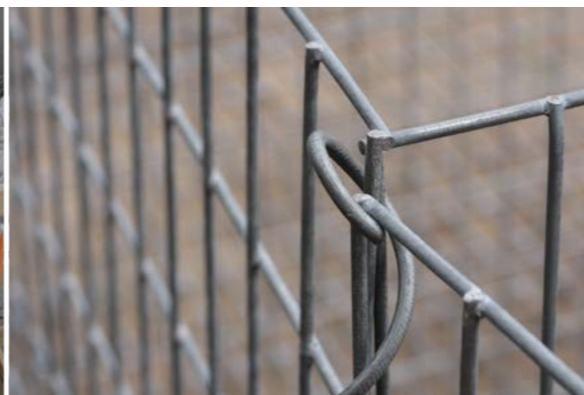
Exemplos de algumas das melhores práticas descritas anteriormente:



Elementos tipo caixas móveis robustas para acesso ao interior das caixas



EPIs para proteção das mãos, braços, cabeça, olhos, pescoço, face e pés



Materiais com tecnologias de acabamento superficial isento de arestas cortantes



Acessórios de conexões e tirantes Easy S®, tornando a atividade mais fácil e padronizada

Achados técnicos relevantes

Na atividade de preenchimento, as caixas de gabhões Easy S 2x1x1 m, sem diafragmas, se comparada às caixas de 5x1x1 m e 2x1x1 de gabhões tradicionais com diafragmas a cada 1 m, proporcionam um melhor rendimento construtivo, pois além de terem um esquema diferenciado de tirantes pré-fabricados que rapidamente são instalados no decorrer do preenchimento, proporcionam um maior espaço para um melhor posicionamento do gabionista, quando este necessita selecionar e escolher a melhor posição de encaixe das pedras.

Ao lado, vista das caixas de gabião Easy S, na segunda camada do muro, com volumetria regular de 2x1x1 m com tirantes de canto pré-instalados e primeiros tirantes transversais também colocados antes do abastecimento das pedras.

O uso de tirantes pré-fabricados, somado ao maior espaço de trabalho, provê um maior rendimento operacional da atividade de preenchimento das pedras.

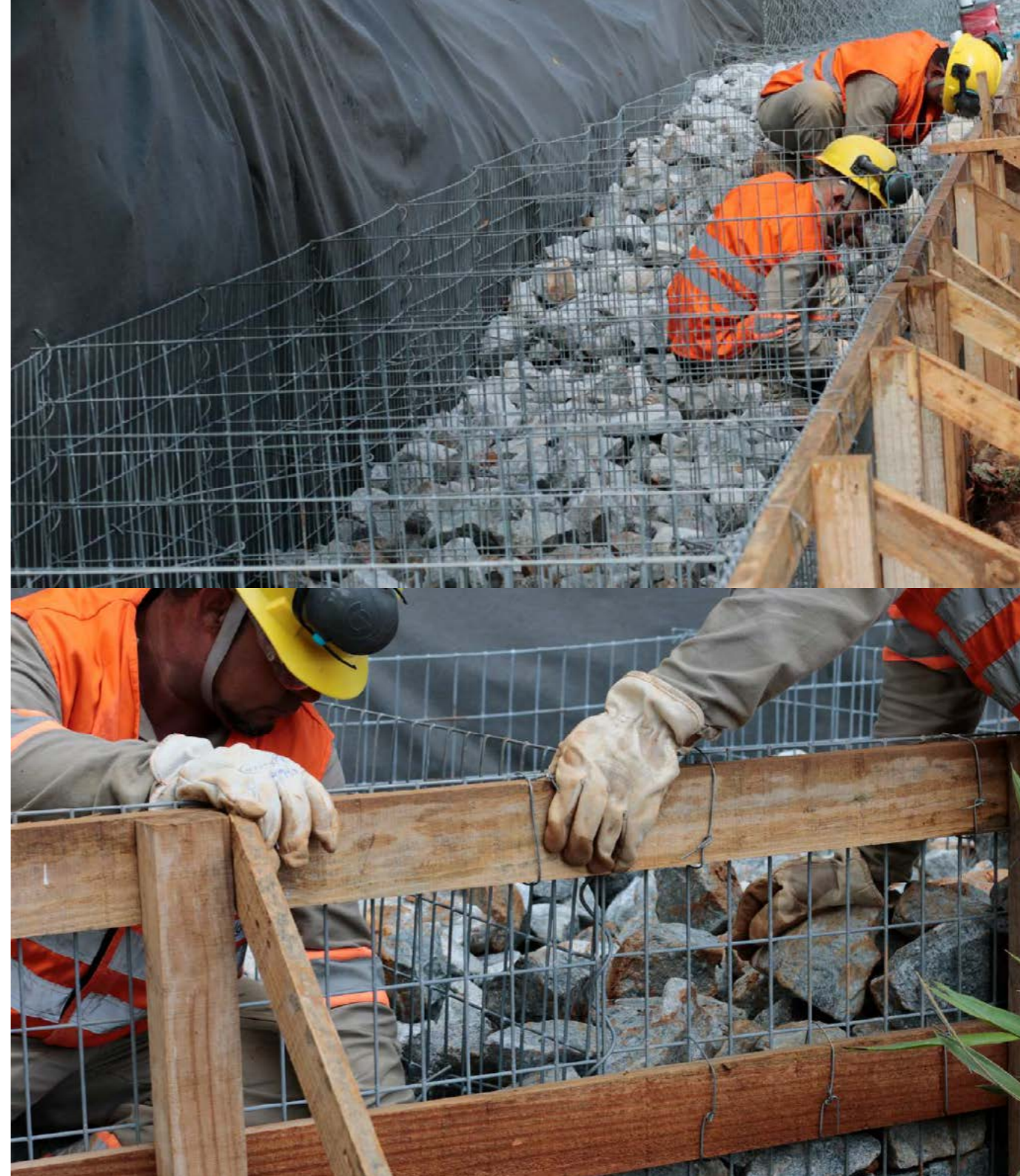


Achados técnicos relevantes

A figura ao lado apresenta uma situação de dois gabionistas no interior de caixas Easy S de 1,5x1x1 m realizando o preenchimento da caixa reposicionando das pedras, visando redução dos vazios, notadamente nas faces aparentes.

Na segunda imagem, um gabionista está no interior das caixas e outro já consegue fazer o faceamento por fora da caixa.

Ambas imagens retratam a demanda de um bom espaço de trabalho como condição de otimização da realização da atividade operacional.



Achados técnicos relevantes

A maior robustez estrutural dos gabiões Easy S em relação aos gabiões tradicionais impacta numa melhor autoportabilidade da caixa vazia durante o processo executivo facilitando as seguintes subatividades:

- A formação de blocos unitizados de caixas modulares e sua movimentação até o local definitivo
- A fixação das caixas nos gabaritos
- Abastecimento de pedras no interior das caixas pela caçamba do equipamento
- Movimentação de gabionistas sobre as caixas

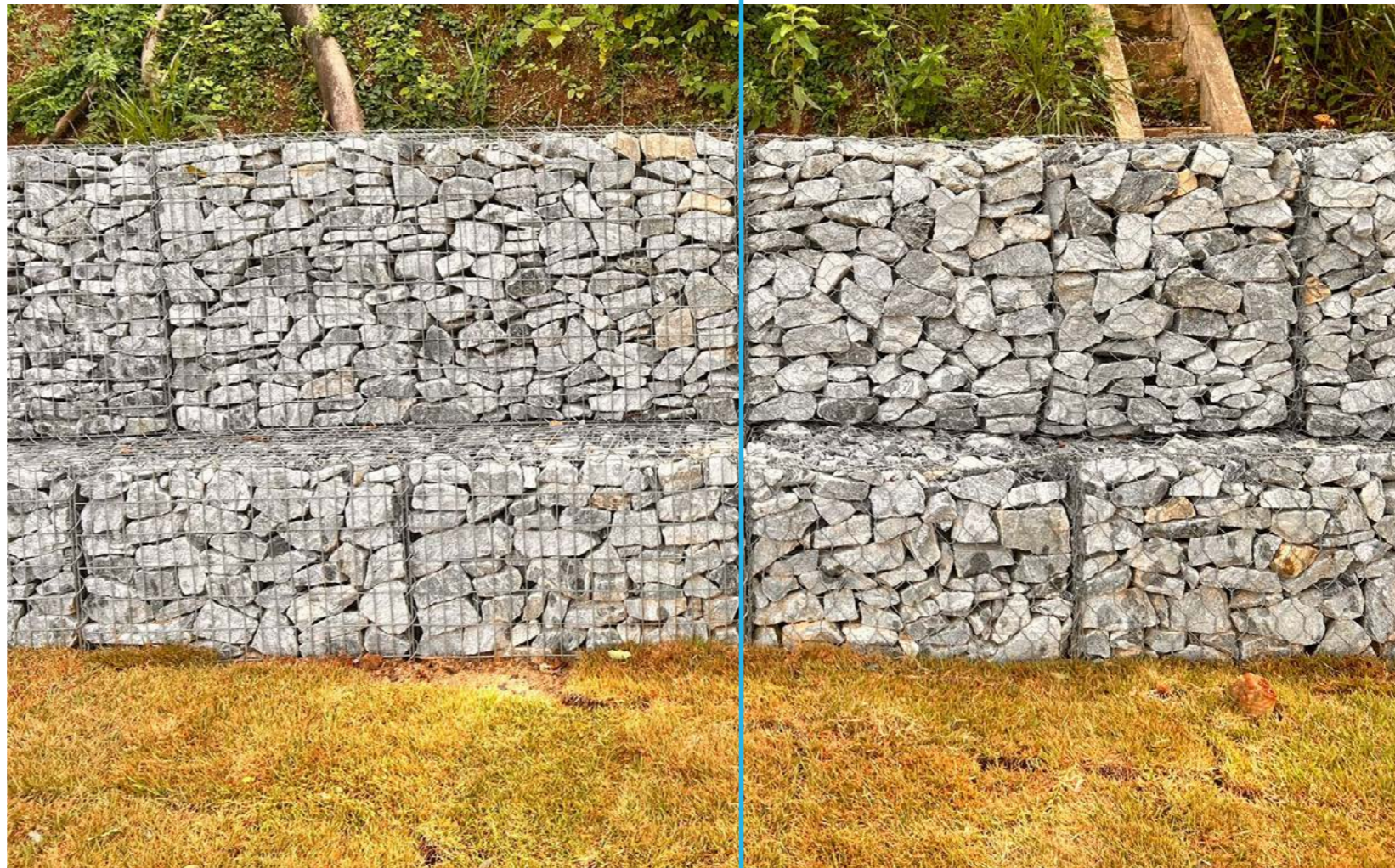
Além disto, a maior rigidez estrutural, mantida sob a situação de caixas preenchidas, traz diferenciais de performance estrutural evidenciados por:

- Discretíssima deformação de malhas de face, mantendo as dimensões nominais da caixa e do projeto do muro, sem abatimentos verticais
- Regularidade volumétrica com faces expostas bem alinhadas provendo um aspecto estético.

Achados técnicos relevantes

A imagem ao lado mostra as diferenças de regularidade volumétrica em função da maior rigidez estrutural dos Gabiões Easy S®.

Vista de uma região do muro experimental, evidenciando as duas tipologias de gabiões, sendo à esquerda o Easy S® conservando as medidas nominais e a direita, gabiões tradicionais, de menor rigidez estrutural, permitindo uma deformação vertical e pequena redução da altura nominal.



Gabião soldado Easy S®

Gabião Tecido tipo caixa

Maio/2024

belgo.com.br
geotech.belgo.com.br
0800 727 2000

Acompanhe-nos
nas redes sociais:



belgo
arames