

AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE NA EXECUÇÃO DE MUROS DE GRAVIDADE EM GABIÕES MODULARES EM MALHA SOLDADA EASY

Leticia Lange

Eng. Civil, Universidade Feevale, Novo Hamburgo/RS, Brasil, lelange.1910@gmail.com

Daiana Cristina Metz Arnold

Prof. Dra. Eng. Civil, Universidade Feevale, Novo Hamburgo/RS, Brasil, daim@feevale.br

Glauber Candia Silveira

Prof. Me. Eng. Civil, Universidade Feevale, Novo Hamburgo/RS, Brasil, glaubersilveira@feevale.br

Antônio Celso de Souza Junior

Eng. Civil, Belgo Arames, Osasco/SP, Brasil, antonio.junior@belgo.com.br

Flávio Fontes da Cruz

Eng. Civil, Belgo Arames, Contagem/MG, Brasil, flavio.cruz@belgo.com.br

RESUMO: Os Gabiões Easy se diferenciam dos gabhões tradicionais de malha hexagonal de dupla torção pois são montados *in loco* (sem transporte das gaiolas), bem como pela maior robustez, rigidez estrutural e autoportabilidade, características derivadas dos fios de maior bitola e de maior resistência mecânica. Na pré-montagem, os gabhões de malha soldada Easy são interligados com aproveitamento das partes adjacentes, racionalizando-se, portanto, as partes comuns, o que não ocorre nos gabhões tradicionais. Buscando uma análise de produtividade dos Gabiões Easy, foi acompanhada a construção de dois muros de gravidade, na implantação da fábrica da BEATEK, em Viamão/RS. O Muro 1 possui 59,00 m de comprimento e 5,50 m de altura; o Muro 2, por sua vez, tem 47,00 m de comprimento e 3,50 m de altura. Foram verificadas as etapas construtivas, medindo-se os respectivos tempos de produção das principais tarefas (montagem, inserção de tirantes, colocação dos gabaritos e preenchimento). Considerando-se todas as tarefas, obteve-se produtividade média geral de 1,90 Hh/m³, sendo que as tarefas de montagem e de preenchimento das caixas foram as mais relevantes e representaram mais de 77% do tempo total dispendido na execução.

PALAVRAS-CHAVE: Muros de Gabiões, Estruturas de CONTENÇÃO, Gabiões EASY, Avaliações de Produtividade, Elementos Modulares Painel de Tela Soldada.

ABSTRACT: Easy Gabions differ from traditional double-twist hexagonal mesh gabions in that they are assembled on-site (without transporting the cages), as well as in their greater robustness, structural rigidity, and self-portability, characteristics derived from the larger gauge wires and greater mechanical strength. During pre-assembly, Easy welded mesh gabions are interconnected by utilizing adjacent parts, thus rationalizing common parts, which is not the case with traditional gabions. To analyze the productivity of Easy Gabions, the construction of two gravity walls was monitored at the BEATEK factory in Viamão, RS. Wall 1 is 59.00 m long and 5.50 m high; Wall 2, in turn, is 47.00 m long and 3.50 m high. The construction stages were verified, measuring the respective production times of the main tasks (assembly, insertion of tie rods, placement of templates, and filling). Considering all tasks, an overall average productivity of 1.90 Hh/m³ was obtained, with the assembly and filling of the boxes being the most relevant tasks, representing more than 77% of the total time spent on execution.

KEYWORDS: Gabion Walls, Retaining Structures, EASY Gabions, Productivity Assessments, Modular Elements Welded Mesh Panel.

1 INTRODUÇÃO

O gabião, originário da palavra italiana *gabbione*, significa “grande gaiola” e definido pelo DNIT (2006) como uma estrutura formada por elementos de forma prismática ou cilíndrica, constituída por uma rede metálica de malha hexagonal de dupla torção, cujos fios de arame são fabricados com Baixo Teor de Carbono (BTC), com zincagem pesada, podendo ou não ser revestidos com Cloreto de Polivinil (PVC), sendo que o interior da gaiola é totalmente preenchido com pedras de mão ou seixos rolados.

O gabião tipo caixa com malha hexagonal de dupla torção se enquadra nessa categoria, sendo usualmente aplicado na construção de muros ou estruturas de contenção, nas quais a estabilidade leva em consideração o peso próprio da estrutura.

Os gabiões modulares de malha soldada tipo EASY, por sua vez, consistem em metodologia que também utiliza elementos pré-fabricados, combinados entre si, para a construção de muros de gabiões; porém, sua montagem contempla um processo mais intuitivo, otimizado e padronizado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fim de se obter um ponto de partida para o estudo, bem como verificar um contraponto em termos de métodos construtivos, produtividade e características gerais, inicialmente foi realizada uma análise teórica dos dois tipos de construção de muros de gabiões.

Apresentam-se a seguir as definições gerais, fases construtivas e principais características entre o gabião tipo caixa com malha hexagonal de dupla torção e o gabião modular de malha soldada Easy.

2.1 Definição e características do gabião tipo caixa com malha hexagonal

Os gabiões tipo caixa (Figura 1) tradicionalmente são constituídos por gaiolas metálicas formadas de fios de aço galvanizado, em malha hexagonal com dupla torção, que então são preenchidas com rochas arrumadas, ou acomodadas, manualmente (Gercovich, Danziger e Saramago, 2016).



Figura 1 - Gabião tipo caixa (Barros, 2011)

Entre as principais características, pode-se citar a permeabilidade, a flexibilidade e a elevada resistência mecânica, adaptando-se no caso de pequenos recalques da fundação (Gercovich, Danziger e Saramago, 2016; Barros, 2011).

Quanto à execução, Barros (2011) destaca que a construção do muro de gabiões é um processo simples, quando se considera que os materiais utilizados são secos, e a mão de obra utilizada pode ser constituída principalmente por serventes, portanto, sem necessidade de equipe especializada, apenas contando com a coordenação de um mestre de obras. Cita, também, que o enchimento das caixas pode ser realizado com o auxílio de equipamento mecânico usualmente empregado em escavações de obras de terraplanagem, tais como escavadeiras ou retroescavadeiras.

No que tange aos materiais, importante ressaltar que, para o enchimento, as pedras devem possuir distribuição uniforme de tamanho, com menor dimensão estando entre uma e duas vezes o tamanho da malha, proporcionando melhor embricamento do enchimento, que induz à melhor distribuição de cargas, maior flexibilidade e adequada permeabilidade da estrutura (DNIT, 2009; Barros, 2011).

2.2 Definição e características do gabião modular de malha soldada Easy

Os gabiões modulares de malha soldada Easy (Figura 2) são constituídos por elementos pré-fabricados, sendo eles painéis de malha soldada e acessórios de conexão (espirais) e de reforços (tirantes), pelos quais um menor número de peças pode atender à modulação padrão dos gabiões tipo caixa. Os componentes são integralmente feitos a partir de fios de aço carbono metalicamente revestidos com liga Zinco Alumínio sob elevada gramatura, seguindo normas internacionais, tais como a DIN EN 10223-8:2014-04 e a ASTM A974-97 (Belgo Arames, 2024).



Figura 2 - Gabião Easy (Belgo Arames, 2024)

No que se refere aos painéis, estes são produzidos com diversas formatações pré-definidas de comprimento, largura e altura, que possibilitam diferentes combinações, a fim de atender quaisquer especificações e condicionantes. A malha também pode ser encontrada em dois padrões: malha de 5x10 cm, recomendada para utilização nas laterais das caixas de muros de gravidade, visto que é propícia para o preenchimento das caixas com pedras de mão e/ou brita 5, prevenindo escape deste material pelos vazios da malha; e a malha de 10x10 cm sendo esta uma opção mais econômica, que pode ser aplicada nos planos horizontais (fundos e tampas) das caixas (Belgo Arames, 2024).

Os acessórios (espirais e tirantes) também são elementos pré-fabricados. As espirais são utilizadas para interconectar as bordas dos painéis nas arestas das caixas, produzidos na bitola de 4,50 mm em dois comprimentos: 0,5 m e 1,0 m, o que atende a qualquer modulação. Já os tirantes são elementos que reforçam a caixa nos cantos e nas transversais das caixas, sendo fabricados no diâmetro de 5,00 mm e também nos comprimentos de 0,5 m e 1,0 m (Belgo Arames, 2024).

Em termos de produtividade, a Belgo Arames, em seu Informe Técnico – Análise de Produtividade Comparando Modelos de Gabiões (2024), refere tempo de execução de um muro experimental (expresso em Hora x homem, por metro cúbico produzido) estimado em 2,22 Hh/m³, determinado durante o processo de confecção das caixas em sua totalidade (montagem, tirantes, preenchimento, gabarito e finalização).

2.3 Comparativo entre gabiões de malha hexagonal de dupla torção e de malha soldada Easy

Através da revisão realizada, é possível traçar um comparativo entre as características, propriedades e processos produtivos de ambos os sistemas.

Quanto à permeabilidade, a característica permanece equivalente no Gabião Easy, visto que o mesmo mantém a construção com malha e preenchimento com material pétreo.

No que se refere à flexibilidade, a malha soldada utilizada nos gabiões Easy é mais rígida decorrente dos pontos de solda e da maior bitola dos arames constituintes. Entretanto, as conexões por espirais permitem certo grau de deformação das camadas da estrutura.

Relativo à resistência mecânica, os painéis de malha soldada e acessórios Easy seguem normas internacionais, possuindo resistência mecânica mais elevada (600 MPa) que a malha hexagonal de dupla torção e arames de amarrações (400 MPa).

Acerca da integração estética, visto que o material mais rígido que compõe os painéis, a finalização permanece com uma volumetria mais regular e alinhada e com deformações mais discretas após finita a execução, trazendo apelo estético maior e melhor acabamento visual.



Quanto à padronização e controle de qualidade, é importante ressaltar que, no gabião tipo caixa de malha hexagonal, as caixas são pré-fabricadas, no entanto, as costuras e os tirantes ainda são realizados manualmente com arames de amarração, gerando um elemento que depende da aptidão e habilidade da mão-de-obra. Já no Gabião Easy, visto os elementos pré-fabricados, a montagem das caixas é intuitiva. No entanto, apesar desta qualidade, sempre é recomendável treinamento prévio acerca do sistema.

Sobre complexidade de estoques nos canteiro de obras, para um único tipo de malha, nos gabiões tradicionais tem-se uma oferta de até 12 tipologias de caixas unitizadas com volumetrias que variam entre 0,75 a 7,50 m³, para camadas com 0,50 e 1,0 m de altura. Nos gabiões modulares de malha soldada, com apenas 6 tipos de painéis pode-se trabalhar as 6 caixas básicas de composição das camadas dos muros de contenção à gravidade.

Quanto a racionalização, nos gabiões tradicionais tem-se caixas completas ou unitizadas, que ao serem dispostas lado a lado, resultam em planos duplos de tela nas interfaces de ligações entre caixas e, nas unidades com comprimento acima de 2,0 m, tem-se paredes diafragmas a cada 1 m. Já nos gabiões de malha soldada o processo construtivo pressupõe aproveitamento de partes adjacentes e comuns entre as caixas.

Relativo ao processo construtivo, que ocorre das camadas inferiores para o topo, atenção especial é normalmente dada à primeira camada de caixas (camada da base). Na primeira camada em ambas as tipologias de gabiões, os gabionistas podem optar por uma pré-montagem no canteiro e transportar um maior comprimento de caixas até a posição de trabalho dos elementos na estrutura. A partir da segunda camada, no caso dos gabiões modulares de malha soldada, como há aproveitamento de partes, a montagem das caixas ocorre sempre *in loco*. No caso dos gabiões tecidos de malha hexagonal, como são empregadas caixas unitizadas tem-se sempre uma pré-montagem da unidade no canteiro com transporte da caixa até a posição na camada com a efetivação das costuras de ligação entre partes comuns entre caixas adjacentes.

A preparação e instalação dos gabaritos por pontos de amarrações é uma etapa comum e equivalente às duas tipologias de gabiões, sendo uma atividade crucial para a manutenção da planicidade dos planos verticais de face das caixas até que estas estejam completamente cheias. Como os gabiões de malha tecida são mais flexíveis e possuem uma menor autoportabilidade, nestes, além do aspecto anterior, a presença do gabarito é fundamental para a manutenção da altura de projeto das caixas.

O preenchimento das caixas é uma atividade comum aos dois tipos de gabiões. E, em ambos, é a operação de maior relevância quanto ao desempenho dos muros de gabiões. A qualidade do preenchimento pode ser verificada pelo melhor arranjo possível das pedras, com o menor índice de vazios possível. Tal procedimento além de elevar a densidade aparente das caixas preenchidas resulta num benefício de desempenho e estética, visto que reduz as deformações horizontais e verticais das caixas.

Simultaneamente ao processo de enchimento, tem-se uma atividade operacional tão crucial quanto, o posicionamento e instalação dos tirantes. Os tirantes são elementos que participam ativamente do reforço interno da caixa, mobilizando esforços de tração diante dos carregamentos previstos. Nas operações de posicionamento e instalação dos tirantes há uma diferença substancial entre as duas tipologias. Nos gabiões tradicionais os tirantes são feitos com o próprio arame de amarração (2,20 mm), com resistência mecânica da ordem de 400 MPa, sendo uma atividade manual que exige destreza do gabionista para manter os comprimentos e arremates o mais homogêneo possível entre os quatro tirantes por cada metro quadrado de face. Nos gabiões modulares de malha soldada Easy, tem-se tirantes pré-fabricados (5,00 mm) com comprimentos e alças industrialmente definidos, estando corretamente posicionados, seu fechamento e rigor dimensional resultam num processo mais fácil, rápido e padronizado.

Ainda, na atividade de preenchimento, tem-se a atividade complementar de salgamento da caixa, que é comum às duas tipologias. O salgamento das caixas consiste em dispor um material pétreo britado em menores dimensões a fim de reduzir os vazios de topo da caixa. A fim de não dificultar a colocação das tampas, alguns gabionistas preferem fechar a tampa e, em seguida proceder com o salgamento. Como, normalmente, utilizam-se britas 3 e/ou 4 para o salgamento, estas passam pelas aberturas das malhas.

O fechamento das caixas, no gabião Easy, ocorre simultaneamente ao sequenciamento da montagem da próxima camada, visto que os painéis são compartilhados entre caixas. Logo, a tampa de uma caixa é necessariamente o fundo da fiada acima; desta forma, a etapa de fechamento das caixas recai no item de montagem. Com isso, só haverá a etapa de fechamento das caixas para a última fiada. Quanto à execução do reaterro e terrapleno à montante, esta é uma etapa equivalente em ambos os gabiões.

Finalmente, é necessário observar acerca da introdução dos tirantes no Gabião Easy. Tal qual no gabião tipo caixa de malha hexagonal, estes devem ser inseridos conforme orientação específica do projeto e/ou do fabricante, em camadas. No entanto, no Gabião Easy, visto se tratar de elemento pré-fabricado, há uma

orientação adicional de atentar para que a parte menor alça do tirante seja voltada para cima, acentuando o dobramento com o auxílio de alicate ou torquês, garantindo a fixação própria e imobilidade.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizado acompanhamento da construção de dois muros de gabião, utilizando o Gabião Easy, na cidade de Viamão/RS. Ambos os muros se localizam no mesmo terreno, denominados de Muro 1 e de Muro 2, conforme as seções transversais tipo apresentadas na Figura 3. O Muro 1 possuía altura de 5,50 m (em 6 fiadas), comprimento de 59,00 m e volume total de 720,50 m³. A execução da obra foi iniciada pelo Muro 2, o qual tinha altura 3,50 m (em 4 fiadas), comprimento de 47,00 m e volume total de 289,25 m³.

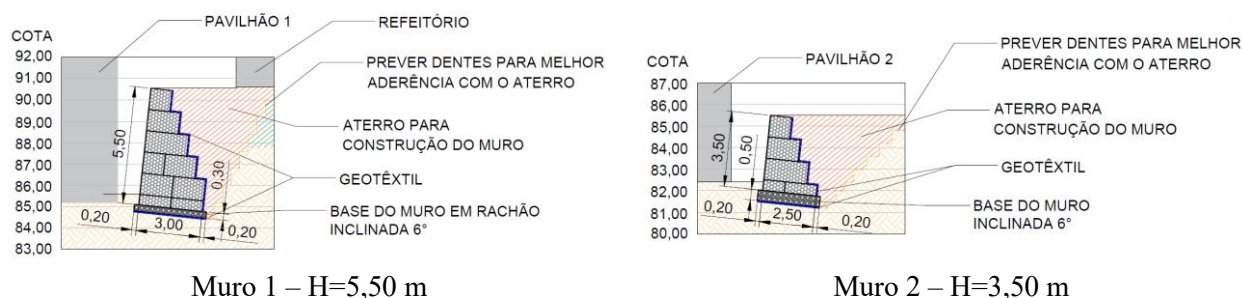


Figura 3 - Seções tipo dos Muros 1 e 2

O acompanhamento foi realizado de forma descontínua, sendo realizado de duas a três vezes na semana, contemplando usualmente um turno de trabalho, sendo manhã ou tarde.

Inicialmente, quanto ao processo construtivo, foram identificadas quatro etapas básicas (tarefas 1 a 4) na construção das caixas (Figura 4), as quais se repetem no alteamento do muro, isto é: montagem das caixas no local definitivo, inserção de tirantes, montagem do gabarito e preenchimento com material pétreo.

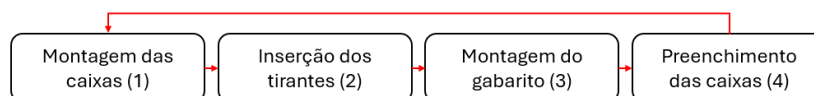


Figura 4 - Fluxograma das etapas

A primeira etapa, referente à montagem manual das caixas, compreende a junção dos painéis de malha soldada com espirais a fim de formar a caixa com a volumetria prevista em projeto. Como referido previamente, cada malha utilizada nas laterais, fundo e tampa, são componentes compartilhados de duas caixas, visto que fazem a separação como diafragmas.

A segunda etapa, refere-se à inserção de tirantes, pré-fabricados, seguindo a orientação do fabricante quanto à quantidade, posicionamento e acabamento. Na obra em questão, a orientação adotada no gabião de malha hexagonal, e também reforçada pelo fabricante, de realizar a inserção destes juntamente do preenchimento, em camadas, não foi observada no acompanhamento. Todos os tirantes foram inseridos logo após a montagem, previamente ao preenchimento.

A terceira etapa consiste na inserção de gabarito, formado de *pallets* conectados ou então produzidos com réguas de madeira. Sua instalação foi realizada tanto na parte frontal da estrutura, quanto no tardo, a fim de auxiliar no alinhamento, bem como prevenir a deformação das caixas no momento do lançamento inicial das pedras com o maquinário. A sua fixação foi realizada na estrutura com arames de amarração, e um travamento utilizando réguas de madeira foi realizado juntando as partes frontais e posteriores. A altura do gabarito poderá variar de acordo com a altura da caixa. Na obra acompanhada, a extensão média do gabarito foi de 20 m.

A quarta e última etapa se refere ao preenchimento com material pétreo, depositado dentro das caixas com o auxílio de retroescavadeira e manualmente acomodada pelos operários.

Com o processo construtivo delimitado, foi então determinada a sistemática para avaliação de produtividade de cada etapa do processo. Primeiramente, visto que o prazo de conclusão de ambos os muros

seria no máximo de três meses, e o acompanhamento realizado seria descontínuo, foi necessário a inserção de um parâmetro, o qual permitisse a rastreabilidade da metragem cúbica produzida, evitando assim lacunas ou sobreposições. Desta forma, foi implementada uma identificação de todas as caixas executadas em obras. Seguindo o projeto, foi determinada uma nomenclatura para cada caixa de Gabião Easy. Esta nomenclatura, de forma simplificada, contemplou o muro em que a caixa se localiza, a fiada que está inserida e sua posição na linearidade.

Juntamente a isso, nos acompanhamentos presenciais, além de registros fotográficos, o preenchimento de um diário de campo foi realizado, contendo as informações relativas à: a) aferição inicial de etapas/caixas sendo assinalado as caixas montadas, com tirantes ou não, preenchidas ou não e a posição dos gabaritos naquele momento (horário inicial); b) aferição final no turno de trabalho, repetindo-se o processo de vistoria sendo possível controlar o avanço da metragem cúbica produzida no intervalo de tempo (horário final); c) registro das tarefas executadas x gabionistas presentes na obra em cada turno de trabalho, assim como da etapa realizada.

Dentro da metodologia, é importante ressaltar que nem sempre as tarefas realizadas eram concluídas em sua totalidade durante o período de acompanhamento. Desta forma, foi necessário arbitrar a porcentagem da tarefa que foi realmente executada no turno durante a medição. A carga horária registrada para análise contemplou somente o efetivamente trabalhado, sendo desconsideradas as horas improdutivas ou relativo a atividades que não eram estritamente relativas às tarefas delimitadas. Também houve interesse em observar a produção durante os dias e/ou turnos onde não havia vistoria presencial no canteiro de obras, sendo utilizado apoio de *time-lapse* por intermédio de uma câmera posicionada em um único ponto, com visão de toda a obra, ligada continuamente. Desta forma, realizou-se uma *timeline*, onde era possível verificar a situação de cada caixa ao final da última vistoria presencial, e ao início da seguinte. Os *gaps* então eram confrontados, relativo à etapa e metragem cúbica, juntamente com horário de trabalho total informado na jornada de trabalho.

4 RESULTADOS

No período de 28/10/2024 a 16/01/2025, num total de 54 dias trabalhados, no qual os serviços de montagem e construção dos muros foram totalmente executados, foram obtidos registros diretos em 29 dias de inspeções presenciais e dados indiretos em 25 dias obtidos do *timeline*. A Figura 5 mostra a variação das produtividades diárias medidas por tarefa na construção dos muros, constatando-se em geral valores inferiores a 1,50 Hh/m³ (Hora x homem, por metro cúbico produzido), por tarefa. Na execução, a equipe de gabionistas esteve constituída com média diária de cinco colaboradores, sendo que o mínimo visualizado foram três trabalhadores e o máximo de oito operários, ao longo da obra.

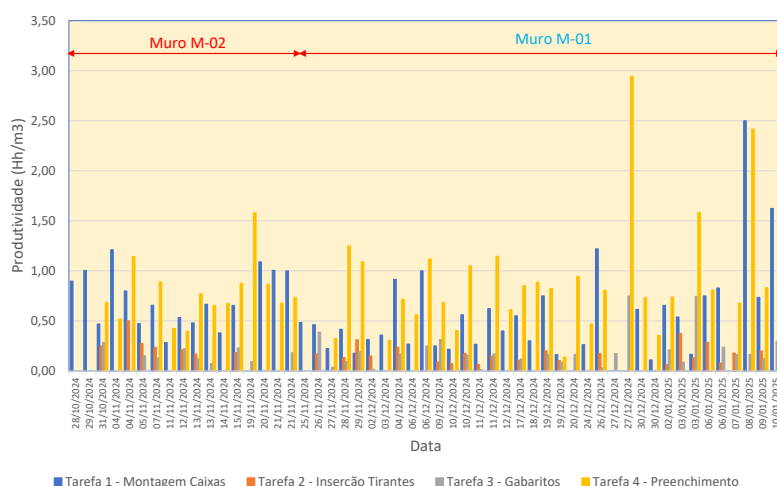


Figura 5 - Variação da produtividade por tarefa no período executivo dos muros

A Tabela 1 apresenta o resumo estatístico dos dados consolidados das medições realizadas, por tarefa, com registros de produtividades ou tempos mensurados para o Muro 1, Muro 2 e ambos os muros.

Para o Muro 1 (H=5,50 m), cujo volume total de gabião foi de 720,50 m³, obteve-se uma produtividade média de 1,88 Hh/m³, sendo que as tarefas de montagem e de preenchimento das caixas foram as mais relevantes e dispenderam 1,52 Hh/m³, ou seja, mais de 80% do total. O coeficiente de variação observado

variou entre 50,6% e 89,6%, isto é, forte dispersão.

Já para o Muro 2 ($H=3,50$ m), com volume total de gabião executado de $289,25 \text{ m}^3$, foi registrada uma produtividade média de $1,94 \text{ Hh/m}^3$, ou seja, cerca de 3,1% superior à constatada para o Muro 1. O coeficiente de variação oscilou entre 38,8% e 43,0%, inferior ao obtido para a média do Muro 1, mas ainda refletindo elevada dispersão. Para o Muro 2, as tarefas de montagem e de preenchimento das caixas também foram as que consumiram maior tempo ($1,51 \text{ Hh/m}^3$), correspondendo há cerca de 77% do total. Observa-se que o Muro 2 foi a primeira contenção executada na obra, de modo sua execução também serviu para treinamento da equipe de gabionistas, ademais de validação dos procedimentos e cuidados executivos. Desta forma, é consoante que a Tarefa 1 tenha uma produtividade inferior no Muro 2 quando comparado ao Muro 1. Em contrapartida, possivelmente devido à altura superior do Muro 1, houve uma produtividade menor na Tarefa 4.

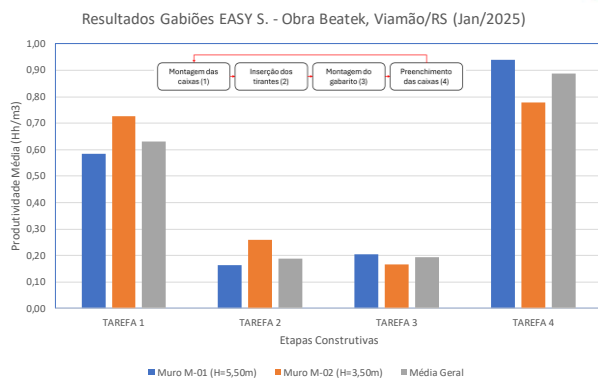
Analisando o conjunto dos resultados para os Muros 1 e 2, obteve-se em média uma produtividade de $1,90 \text{ Hh/m}^3$, com coeficiente de variação entre 52,3% e 83,2%, mantendo-se a constatação de forte dispersão dos dados. Esta média geral dos dados consolidados ($1,90 \text{ Hh/m}^3$) é cerca de 14% inferior aos registros da obra experimental pioneira da Belgo em Contagem/MG (Belgo Arames, 2024), em que havia sido aferido uma média de $2,22 \text{ Hh/m}^3$, salientando-se também que naquela oportunidade o muro era de altura inferior a 3,0 m.

Quanto ao volume médio de gabião montado nos 54 dias trabalhados, considerando o volume do Muro 1 ($720,50 \text{ m}^3$) e do Muro 2 ($289,25 \text{ m}^3$), avaliados num total de $1.009,75 \text{ m}^3$, obteve-se uma média de produção de gabião de $18,70 \text{ m}^3/\text{dia}$ que, para um regime de trabalho médio diário de 9 horas, resultou numa produção média de $2,08 \text{ m}^3/\text{hora}$.

Tabela 1. Resumo das produtividades obtidas por tarefa (presencial e *timeline*).

Item	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4	Total (Hh/m³)
	Montagem caixas	Inserção ti- rantes	Montagem gabaritos	Preenchi- mento	
Resumo Estatístico do Muro 1 (H=5,50m)					
Média (Hh/m³)	0,58	0,16	0,20	0,94	1,88
Desvio Padrão (Hh/m³)	0,49	0,08	0,18	0,62	
Mínimo (Hh/m³)	0,11	0,06	0,01	0,14	
Máximo (Hh/m³)	2,50	0,38	0,75	2,94	
Coef. Variação (%)	83,0%	50,6%	89,6%	66,1%	
Resumo Estatístico do Muro 2 (H=3,50m)					
Média (Hh/m³)	0,73	0,26	0,17	0,78	1,94
Desvio Padrão (Hh/m³)	0,28	0,11	0,07	0,30	
Mínimo (Hh/m³)	0,28	0,17	0,07	0,40	
Máximo (Hh/m³)	1,21	0,50	0,29	1,58	
Coef. Variação (%)	38,8%	43,0%	42,3%	38,9%	
Resumo Estatístico Geral (ambos os muros)					
Média (Hh/m³)	0,63	0,19	0,19	0,89	1,90
Desvio Padrão (Hh/m³)	0,43	0,10	0,16	0,54	
Mínimo (Hh/m³)	0,11	0,06	0,01	0,14	
Máximo (Hh/m³)	2,50	0,50	0,75	2,94	
Coef. Variação (%)	68,1%	52,3%	83,2%	60,9%	

Na Figura 6 (a), os resultados obtidos estão apresentados sob a forma gráfica e individualizados por tarefa, onde se pode constatar que as etapas construtivas de montagem das caixas e seu preenchimento são as tarefas que demandam maior tempo alocado em relação às tarefas de inserção dos tirantes e montagem dos gabaritos. Já na Figura 6 (b) ilustra-se o aspecto da face em construção do gabião Easy (Muro 2).



(a) Produtividade média (Hh/m³)



(b) Vista do Muro gabião Easy

Figura 6 - Produtividades médias por tarefa e ilustração da face do gabião Easy

5 CONCLUSÃO

Na prática observada na execução dos muros de gabião de malha soldada Easy, se constatou a execução de quatro etapas executivas bem definidas, isto é, montagem das caixas (constituída pela união dos painéis de malha com as espirais), inserção de tirantes (reforço e solidarização), montagem de gabarito e preenchimento das caixas pela colocação e acomodação das pedras.

As medições realizadas na construção de muros de gabião de malha soldada com altura de 3,50 m e 5,50 m mostraram produtividade, respectivamente, de 1,94 Hh/m³ e 1,88 Hh/m³, com média geral de 1,90 Hh/m³, considerando-se todas as tarefas, sendo constatada uma forte dispersão de dados, com coeficiente de variação tipicamente acima de 50%. O valor médio obtido é cerca de 14% menor do que os registros de experiência similar realizada pela Belgo Arames, em Contagem/MG.

Na obra em questão, o início se deu pela execução do muro de menor altura, tendo sido dispendido um tempo maior para o treinamento das equipes de gabionistas, cuja experiência adquirida se refletiu na execução do muro de maior altura, cujo processo de construção ocorreu já mais otimizado. O conhecimento e prática da mão de obra traz uma celeridade nas etapas de montagem e inserção de tirantes, observando-se que a altura do muro impacta principalmente nos tempos de execução para a inserção de gabarito e preenchimento das caixas, pois quanto mais alto for o muro, maior a dificuldade para a colocação dos materiais.

Sob a perspectiva qualitativa do processo e sistemática de execução do gabião de malha soldada, notou-se que neste tipo de gabião as caixas podem ser montadas já em seu local final na estrutura do muro, o que agiliza a construção, visto que os painéis são compartilhados entre duas caixas. A utilização deste tipo de gabião também é bastante intuitiva e de fácil aprendizado pela mão de obra. A possibilidade de modulação, racionalização de materiais, melhor acabamento, padronização e estética final da construção, também podem ser destaques característicos observados com a utilização dos gabhões de malha soldada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, P.L.A. (2011). Obras de contenção: manual técnico. Jundiaí: São Paulo. Maccaferri.
- Belgo Arames (2024). Gabiões Easy S: os painéis modulares que vão transformar o seu padrão de construção. Minas Gerais. Disponível em: <<https://geotech.belgo.com.br/>>. Acesso em: 9 jul. 2025.
- Belgo Arames (2024). Informe técnico: análise de produtividade comparando modelos de gabhões. Contagem/Minas Gerais. Disponível em: <<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpglcjlefindmkaj/https://geotech.belgo.com.br/wp-content/uploads/2024/09/Gabiao-Obra-Contagem-Spreads.pdf>>. Acesso em: 9 jul.2025.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2009). Norma DNIT 103/2009 – ES. *Proteção do corpo estradal – Estruturas de arrimo com gabhões – Especificação de serviço*. Rio de Janeiro.
- Gercovich, D.; Danziger, B.R.; Saramago, R. (2016). *Contenções: teoria e aplicações em obras*. São Paulo: Oficina dos Textos.