



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL

SABRINA HELENA DA SILVA

BLOCO VAZADO DE CONCRETO COM EPS TRITURADO PARA ALVENARIA
ESTRUTURAL

UBÁ/MG
2022

SABRINA HELENA DA SILVA

**BLOCO VAZADO DE CONCRETO COM EPS TRITURADO PARA ALVENARIA
ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dra. Suymara Toledo Miranda.

**UBÁ/MG
2022**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho. Aos meus pais e irmã, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho. Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso. E todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste sonho. A todos vocês o meu muito obrigado!

RESUMO

O sistema construtivo mais executado no Brasil é a alvenaria convencional, sendo escolhida muita das vezes por questões de costumes e medo de trabalhar com novas tecnologias, porém é preciso que a construção civil busque aprimorar técnicas, novos métodos e inovação, objetivando sempre a melhor solução para a particularidade de cada obra. Objetiva-se, a partir de um estudo de caso, analisar e comparar os sistemas de vedação do método construtivo convencional e da alvenaria estrutural com utilização do bloco vazado de EPS triturado, apresentando as particularidades de cada método construtivo, com ênfase no tempo de execução e no custo final da obra. Através da revisão bibliográfica, foi possível enfatizar as construções com alvenaria de vedação mostrando como é feito o processo construtivo e o tamanho de blocos cerâmicos. Após essa introdução deu-se início ao estudo de caso que apresentou o bloco estrutural vazado de EPS triturado, mas conhecido como bloco pré fácil, nele foi mostrado todo processo criativo e construtivo. Utilizando-se o mesmo projeto, para a realização do comparativo, foi mostrado através das planilhas de quantitativos, os preços aplicados na cidade de Ubá Minas Gerais, bem como gráficos indicando a diferença entre cada sistema. A construção utilizando a alvenaria estrutural com bloco pré fácil apresentou redução nos custos de construção e no tempo de execução, sendo uma alternativa atraente para ser implantada, tendo além da economia, rapidez o objetivo de redução de resíduos gerado na construção civil e utilização dos resíduos de EPS para fabricação do bloco, tendo assim uma construção ecologicamente correta.

Palavras-chave: *inovação, isopor, tecnologia.*

ABSTRACT

The most common construction system in Brazil is conventional masonry, which is often chosen for reasons of customs and fear of working with new technologies, but civil construction needs to seek to improve techniques, new methods and innovation, always aiming for the best solution. for the particularity of each work. The objective is, from a case study, to analyze and compare the sealing systems of the conventional constructive method and of the structural masonry with the use of the crushed EPS hollow block, presenting the particularities of each constructive method, with emphasis on the execution time and the final cost of the work. Through the bibliographic review, it was possible to emphasize the constructions with sealing masonry showing how the constructive process is done and the size of ceramic blocks. After this introduction, the case study began, which presented the hollow structural block of crushed EPS, known as pre-easy block, in which the entire creative and constructive process was shown. Using the same project, to carry out the comparison, it was shown through the quantitative worksheets, the prices applied in the city of Ubá Minas Gerais, as well as graphs indicating the difference between each system. The construction using structural masonry with pre-easy block presented a reduction in construction costs and execution time, being an attractive alternative to be implemented, having in addition to the economy, speed the objective of reducing waste generated in civil construction and use of waste of EPS to manufacture the block, thus having an ecologically correct construction.

Keywords: *innovation, styrofoam, technology.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 DESENVOLVIMENTO	9
2.1 Alvenaria convencional com utilização do bloco cerâmico.	9
2.2 Sistema Construtivo	10
2.3 Caracterização.....	11
2.3 Estudo de caso.....	13
2.3.1 Empreendimento.....	13
2.3.2 Desenvolvimento do bloco Pré Fácil	14
2.3.3 Materiais utilizados	15
2.3.4 Montagem do bloco	20
2.3.5 Ensaios	22
2.4 Análise comparativa da alvenaria estrutural com utilização do bloco pré fácil x alvenaria convencional	24
2.4.1 Levantamento dos quantitativos	26
2.4.2 Análise de custo dos materiais	26
2.4.3 Análise do tempo de execução.....	27
2.4.4 Vantagens e desvantagens.....	28
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
4 REFERÊNCIA	31
5 ANEXO	33

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, de acordo com os resultados do Produto Interno Bruto (PIB), calculado e divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cresceu 2,7% no 2º trimestre de 2022 em relação aos primeiros três meses do ano (IBGE, 2022). Ou seja, apesar de eventos como pandemia da Covid 19 a construção civil continua sendo um dos domínios mais importantes para a economia do país e, de acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o ramo emprega atualmente cerca de três milhões de trabalhadores (CBIC, 2022).

No Brasil, a construção civil iniciou-se no período colonial com a construção de igrejas, monumentos e fortalezas. A partir deste período a construção civil tem passado por constantes transformações, desde o aprimoramento da tecnologia dos materiais e capacitação dos profissionais que trabalham nos seus diferentes ramos, até na criação de novos sistemas construtivos, para que assim possa ser possível executar obras com maior qualidade, agilidade, segurança e oferecendo alternativas de construção, para casos e necessidades específicas (MELO, 2022).

O principal problema do setor se deve a resistência quando o assunto é inovação, a falta de conhecimento cria receio e, muitas vezes, acaba dificultando o trabalho. Para muitos, seguir o método comum e tradicional é o melhor caminho, uma vez que gera menos incertezas e possibilidade de erros (SOUSA, 2015).

Comumente, o sistema construtivo mais executado no Brasil é a alvenaria convencional, ou famoso concreto armado construído por fechamento de blocos cerâmicos nos vãos entre os pilares e vigas, que tem como vantagens conseguir vencer grandes vãos, realizar reformas, e exige uma menor qualificação de mão de obra, em contrapartida necessita de um maior esforço físico para ser executado e apresenta elevadas taxas de descarte e perda de materiais (SCHEIDEGGER, 2019).

Dentre uma gama de métodos construtivos existentes, destaca-se nesta pesquisa, a utilização da alvenaria estrutural com utilização do bloco vazado de EPS (poliestireno expandido) triturado, também conhecido como Bloco Pré Fácil, uma alternativa que pode se adequar bem as necessidades da obra possuindo rapidez e economia.

Cardoso e Barros (2016) afirmam que os construtores têm sido compelidos a investir em métodos mais eficientes que resultem em produtos de melhor qualidade,

com redução dos custos, do tempo e procurando não agredir o meio ambiente, com objetivo de garantir a sua permanência no mercado.

Com base nas considerações apresentadas, objetiva-se, a partir de um estudo de caso, analisar e comparar os sistemas de vedação do método construtivo convencional com a utilização de bloco cerâmico e da alvenaria estrutural com utilização do bloco vazado de EPS triturado, apresentando as particularidades de cada método construtivo, com ênfase no tempo de execução e no custo final da obra.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Alvenaria convencional com utilização do bloco cerâmico.

Segundo Botelho e Marchetti (2019), o concreto tem uma alta resistência aos esforços de compressão e pouco resiste à tração, equivalente a dez vezes mais à compressão se comparado à tração. Com isso, para resistir aos esforços de tração, houve a necessidade de inserir o aço na parte tracionada dos elementos, assim, tem-se o concreto armado.

Logo, o concreto e o aço, devem trabalhar juntos, as barras de aço tracionadas funcionam deformando o concreto ao seu redor, então elas começam a ser alongadas, o que pode ser denominado de armaduras passivas. A principal característica do concreto armado é o fato do concreto e as barras de aço trabalharem em conjunto devido à aderência, podendo surgir fissuras na parte tracionada do concreto (CARVALHO e FIGUEIREDO, 2014).

O processo construtivo de alvenaria convencional em concreto armado se dá através da construção dos elementos estruturais e posteriormente o fechamento, e é realizado por meio da alvenaria de vedação, que não possui função estrutural e não participa do sistema resistente da edificação, somente a estrutura, formada pelas lajes, vigas, pilares e elementos da fundação possuem a tarefa de resistir aos esforços solicitados pela edificação (BOTELHO e MARCHETTI, 2019).

Os principais elementos que compõem o sistema estrutural de concreto armado são os pilares, vigas e lajes. Os pilares em consonância com a definição estipulada pela NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 83), são “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”. Já as vigas são “elementos lineares em que a flexão é preponderante” (NBR 6118). Por fim, de acordo com Botelho e Marchetti (2019), as lajes são as primeiras estruturas que recebem e sustentam cargas verticais acidentais que ocorrem nos edifícios, são estruturas planas, geralmente retangulares e possuem, relativamente, pequenas espessuras.

A alvenaria hoje é o principal elemento de vedação vertical utilizada na construção civil brasileira. A utilização da alvenaria tornou-se uma questão cultural do construtor, que muitas vezes cria um bloqueio a novas tecnologias construtivas (SIMAS, 2011). Além da falta de interesse de alguns construtores em utilizar outros

métodos como vedação vertical, a utilização da alvenaria é muito bem vista devido à facilidade de sua aplicação e a não necessidade de outros investimentos tecnológicos (SILVA, 2016).

Por não possuir função estrutural, as alvenarias convencionais geralmente são cortadas para a passagem de tubulações hidráulicas e eletrodutos. Existem flexibilidades arquitetônicas: aberturas podem ser relocadas, paredes são dispostas com menores exigências, além de possíveis trocas de lugares. Não se faz necessário ter um controle rigoroso em relação à qualidade dos materiais e na execução da mão de obra (PIANCA, 1978). A etapa de revestimento, caracterizada pela aplicação do chapisco, massa grossa (emboço), massa fina (reboco) e pintura, deve ser feito logo em seguida.

Na construção civil brasileira, ainda é predominante o sistema convencional caracterizado pela baixa produtividade e principalmente pelo grande desperdício, mas o país já mostra indícios de dominar a tecnologia de obras industrializadas, tanto na área industrial quanto na residencial, possibilitando a execução de construções com rapidez e qualidade (VASQUES, 2014).

Além das informações apresentadas, observa-se que a madeira utilizada nas formas das estruturas convencionais de concreto armado e a execução da parede de vedação com tijolos ou blocos de dimensões pouco precisas e de baixa resistência, geram uma quantidade de entulho e, conseqüentemente, desperdícios de material para a obra. Para a execução das instalações elétricas e hidráulicas é necessário fazer rasgos nas paredes para embutir as tubulações, a parede de bloco cerâmico ainda exige maior mão-de-obra, pois precisa de acabamentos como reboco para que, depois, possa ser executado o acabamento (AZEVEDO, 2014).

2.2 Sistema Construtivo

Conforme definição de Camacho (2001, p.2), “Sistema construtivo: é um processo construtivo de elevado nível de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrado pelo processo.”

Dentre os sistemas, existe o convencional, mais usado em residências unifamiliares de médio e alto padrão que consiste em vigas e pilares de concreto armado, alvenarias de vedação com blocos de concreto ou cerâmico sem

função estrutural, a construção pré-fabricada em concreto armado ou estrutura metálica, que é bem usado em galpões, indústrias etc. O sistema consiste em fabricar os elementos estruturais (vigas, pilares, lajes, etc.) na empresa fabricante com toda sua tecnologia e transportar os elementos para a obra, montando-a também com tecnologia e prática, geralmente com vãos e alturas consideráveis (PASTRO, 2007. p.4.)

Na alvenaria convencional o bloco cerâmico tem com sua principal função dentro de uma construção a de promover a vedação, a partir da separação de ambientes e fachadas. Todo o peso é absorvido pela estrutura de pilares e vigas, dessa forma as paredes construídas não possuem função estrutural como na FIG. 1. É comum o emprego de vigas e pilares moldados por formas de madeira (RODRIGUES, 2018).

Figura 1: Exemplo de alvenaria convencional com bloco de cerâmicas.

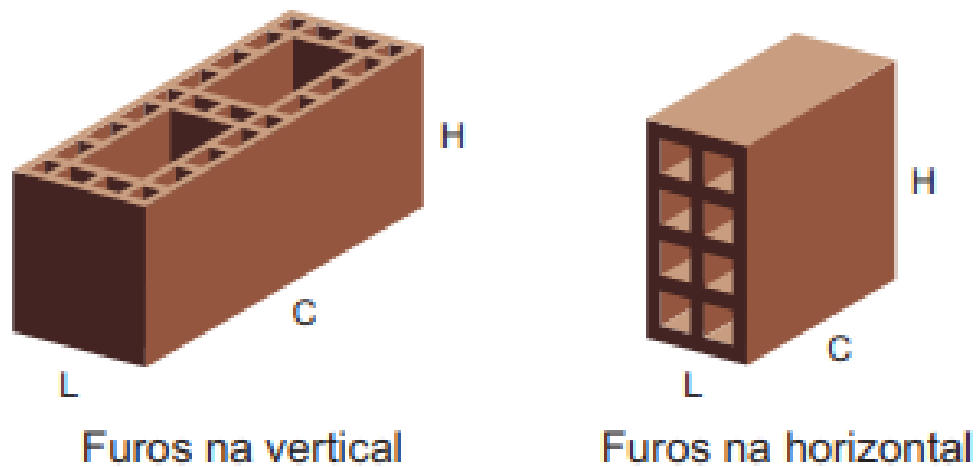


Fonte: UNIFAL-MG 2012

2.3 Caracterização

De acordo com a norma NBR 15270-1:2017 os blocos cerâmicos utilizados na execução das alvenarias de vedação, com ou sem revestimentos, devem atender à norma, a qual, além de definir termos, fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento (ABNT, 2017). Consideram-se dois tipos de blocos quanto ao direcionamento de seus furos prismáticos, conforme ilustrado na FIG. 2.

Figura 2: Representação do bloco de cerâmica.



Fonte: IPT 2009

A NBR 15270-1 fala que as dimensões de fabricação (largura - L, altura - H e comprimento - C) devem ser correspondentes a múltiplos e submúltiplos do módulo dimensional $M = 10 \text{ cm}$ menos 1 cm, conforme dimensões padronizadas indicadas nas FIG. 3 e 4.

Figura 3: Dimensões nominais dos blocos cerâmicos de vedação.

Medida modular $l \times h \times c$ $M = 10 \text{ cm}$	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)	
			Bloco inteiro	Meio bloco
1M x 1M x 2M	9	9	19	9
1M x 1M x 5/2M			24	11,5
1M x 3/2M x 2M	9	14	19	9
1M x 3/2M x 5/2M			24	11,5
1M x 3/2M x 3M	9	14	29	14
1M x 2M x 2M	9	19	19	9
1M x 2M x 5/2M			24	11,5
1M x 2M x 3M			29	14
1M x 2M x 4M			39	19

Fonte: NBR 15270-1:2017

Figura 4: Dimensões nominais dos blocos cerâmicos de vedação.

5/4M x 5/4M x 5/2M	11,5	11,5	24	11,5
5/4M x 3/2M x 5/2M		14	24	11,5
5/4M x 2M x 2M	11,5	19	19	9
5/4M x 2M x 5/2M			24	11,5
5/4M x 2M x 3M			29	14
5/4M x 2M x 4M			39	19
3/2M x 1M x 5/2M	14	9	24	11,5
3/2M x 1M x 3M			29	14
3/2M x 2M x 2M	14	19	19	9
3/2M x 2M x 5/2M			24	11,5
3/2M x 2M x 3M			29	14
3/2M x 2M x 4M			39	19
2M x 2M x 2M	19	19	19	9
2M x 2M x 5/2M			24	11,5
2M x 2M x 3M			29	14
2M x 2M x 4M			39	19
5/2M x 5/2M x 5/2M	24	24	24	11,5
5/2M x 5/2M x 3M			29	14
5/2M x 5/2M x 4M			39	19

Fonte: NBR 15270-1:2017

De acordo com a NBR 15270-1:2017, o bloco cerâmico de vedação deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado a elevadas temperaturas (ABNT, 2017)

2.3 Estudo de caso

2.3.1 Empreendimento

A empresa Castor Pré Moldados iniciou sua atividade em 1977 na rua Luiz Bigonha, 493, em Ubá Minas Gerais, e desde de então busca inovação e vem sempre se renovando para acompanhar as evoluções da construção civil. A empresa é especializada em produtos pré-fabricado de concreto, entre eles laje pré-moldada, mourões e blocos.

Em 2019 com intuito de inovar na construção civil foi desenvolvido o pré-fácil, um bloco vazado de concreto com EPS triturado para alvenaria estrutural já acabado,

possibilitando a construção de dois andares sem vigas e sem colunas convencionais. Além da economia e agilidade que pode proporcionar para uma obra, o bloco visa a parte ambiental, sendo utilizado resíduos de EPS que seriam descartados no meio ambiente, muitas vezes de forma incorreta, para produção do bloco. Outra vantagem importante é a redução de entulhos no canteiro de obra, uma vez que é possível passar toda tubulação elétrica e hidráulica dentro do bloco, evitando assim os cortes nas paredes. Além disso, não necessita de fôrmas de madeira, pois as ferragens já são passadas por dentro, tendo também o bloco cercadeira que já é próprio para laje.

2.3.2 Desenvolvimento do bloco Pré Fácil

Devido as altas crescentes no mercado da construção civil, principalmente do ferro e aço dificultando ainda mais as construções, o Antonio Marcos da Silva proprietário da empresa Castor pré moldados, sentiu a necessidade de inovar e trazer para mercado um material que seria inovador e facilitaria a vida do consumidor.

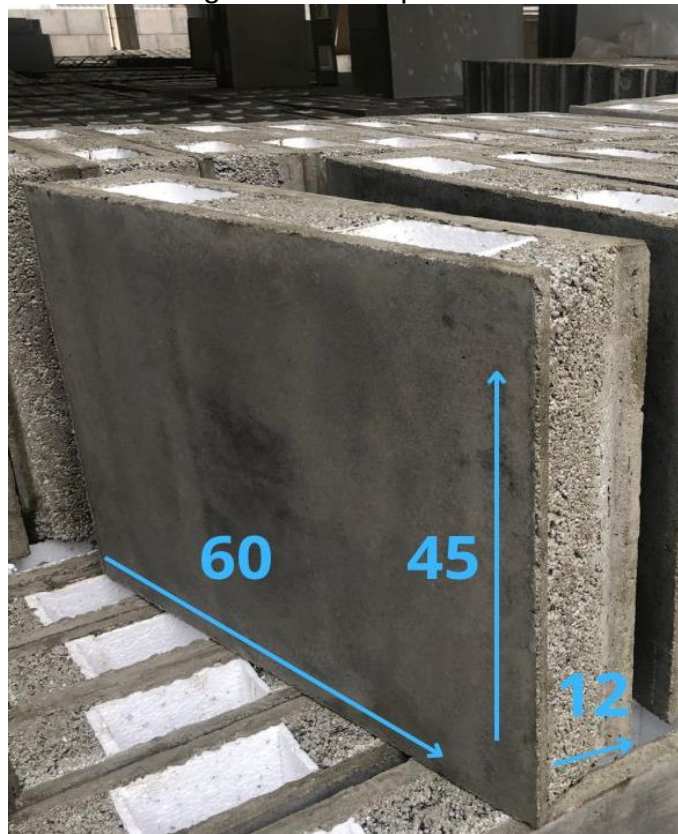
O estudo teve início com utilização de serragem, resíduo produzido através do corte de madeira, porém essa mistura não foi viável. Então deu-se o início do teste com isopor em flocos, a mistura ficou boa, porém o custo não foi viável além de gerar mais resíduo para meio ambiente. Com isso, veio a ideia de utilizar resíduos de isopor triturado, tendo um valor mais viável e ajudando o meio ambiente, por ser um material descartado no meio ambiente muitas vezes de forma incorreta.

Tendo uma mistura de qualidade iniciou-se os cálculos de dimensionamento do bloco, o mesmo necessitava ser bonito visualmente e leve para facilitar na hora da instalação. O primeiro objetivo foi encontrar o tamanho correto para um pé direito padrão, evitando assim possíveis cortes no bloco. Através de muito cálculos e testes o tamanho escolhido foi de 45x60x12 cm (altura x largura x espessura) bloco padrão e meio bloco com 45x30x12 cm (altura x largura x espessura).

O meio bloco foi desenvolvido para facilitação da instalação, pois para fazer a amarração era necessário estar cortando o bloco ao meio, com o meio bloco isso não seria mais necessário, agilizando ainda mais o processo construtivo.

Na FIG. 5 é possível observar as dimensões do bloco e o acabamento final após todo processo de produção.

Figura 5: Bloco pré fácil.



Fonte: Próprio autor (2022)

2.3.3 Materiais utilizados

O bloco é produzido com dois tipos de massa, a primeira é a massa de acabamento produzida com agregados miúdos como areia natural e areia industrial, nela também vai cimento CPV e água. Essa mistura necessita ser bem fluida para dar um bom acabamento, assim deixando a peça com a superfície com pouca aderência. A segunda massa é para enchimento do bloco produzido com cimento CP V ARI, EPS triturado e água, essa massa precisa de um rígido controle, pois está diretamente relacionada com a resistência final do bloco.

Nas FIG. 6, 7 e 8 a seguir será demonstrado os materiais utilizados para fabricação da primeira massa, que é utilizada no acabamento do bloco.

Figura 6: Areia media comum.



Fonte: Próprio autor (2022)

Figura 7: Areia grossa industrial.



Fonte: Próprio autor (2022)

Figura 8: Cimento CP V ARI.



Fonte: Próprio autor (2022)

Essa massa é produzida com auxílio de uma betoneira, no qual o traço em volume utilizado é de 1:1:2:1 sendo:

- 1 lata de cimento CP V ARI;
- 1 lata de areia industrial;
- 2 latas de areia comum;
- 1 lata de água.

No final da preparação a massa necessita estar mais firme para obter-se um melhor acabamento, deixando a parte exterior do bloco bem lisa. Na FIG. 9 a seguir tem-se o produto final:

Figura 9: Massa de acabamento.



Fonte: Próprio autor (2022)

Para a segunda massa, que é responsável pelo enchimento do bloco utiliza-se os seguintes materiais: o cimento mostrado nas figuras anteriores e o EPS triturado como na FIG.10.

Figura 10: EPS triturado.



Fonte: Próprio autor (2022)

Essa massa é produzida totalmente a mão sem auxílio de máquina, sendo utilizada uma caixa de água de 500L para ser feita a mistura dos componentes. O traço em volume utilizado é 1:7:1 sendo:

- 1 lata de cimento CP V ARI;
- 7 latas de EPS triturado;
- 3 latas de água.

No final da preparação a massa necessita estar bem pastosa para ter uma melhor liga e resistência, como pode-se observar na FIG.11 a seguir:

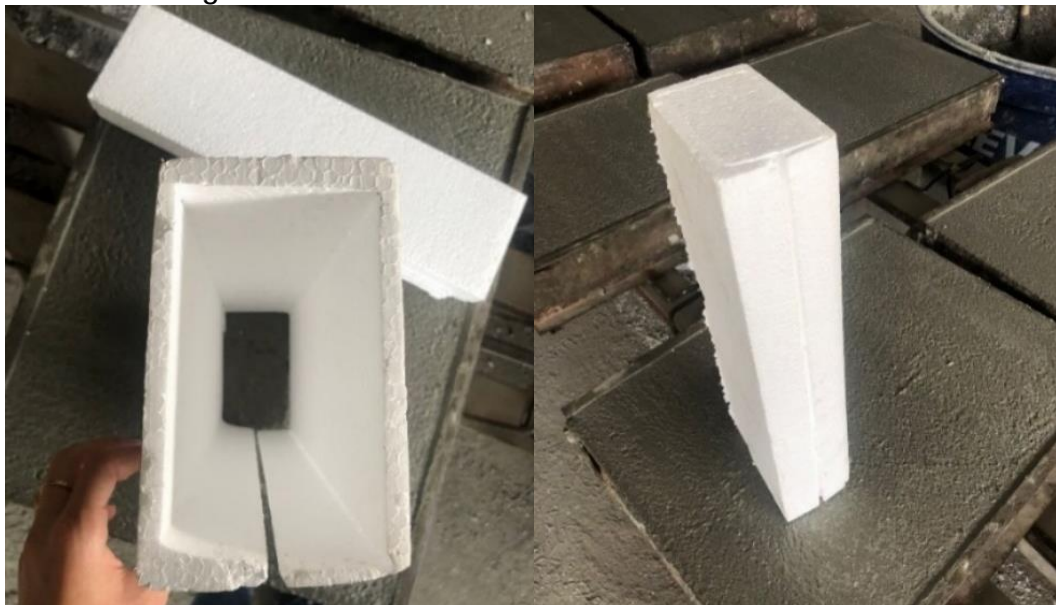
Figura 11: Massa de enchimento.



Fonte: Próprio autor (2022)

Outro material necessário para produção do bloco são as telas de EPS com dimensionamento de 100x33x7cm, que tem a função de criar os espaços em aberto dentro do bloco para passagens hidrossanitários e das ferragens para amarração. São necessários duas telas em cada bloco FIG.12, a seguir.

Figura 12: Tabela de EPS sem e com enchimento.



Fonte: Próprio autor (2022)

2..3.4 Montagem do bloco

Para montagem do bloco, foi criada uma linha de montagem, na qual é necessária a utilização de forma de aço, facilitando na hora de desenformar. Para dar início à produção todas as formas são untadas com desmoldante. A forma é composta por cinco partes, a base e mais quatro laterais, como pode-se observar na FIG.13 abaixo:

Figura 13: Forma de aço.



Fonte: Próprio autor (2022)

Após as formas estarem untadas é inserida a massa de acabamento (massa 1), com 2cm de espessura. Essa será responsável pelo acabamento externo do bloco (FIG.14).

Figura 14: Formas com a massa de acabamento.



Fonte: Próprio autor (2022)

A próxima etapa é posicionar as tabelas dentro da forma, e vir com a massa de enchimento para cobrir os espaços vazios. É necessária a utilização de uma colher de pedreiro e uma régua deixando a massa bem compactada e nivelada (FIG 15).

Figura 15: Formas com a massa de enchimento e as tabelas de EPS.



Fonte: Próprio autor (2022)

Para finalizar é colocado mais 2cm da massa de acabamento (massa1), utilizando a colher de pedreiro e régua para espalhar a massa e nivelar. Após finalização, e aguardado em torno de 10 horas para deforma, após e paletizado e seu processo de cura dura em torno de 5 dias. (FIG.16).

Figura 16: Estocagem do bloco.



Fonte: Próprio autor (2022)

2.3.5 Ensaios

A principal propriedade de um bloco é a sua resistência à compressão, que sempre se refere à área líquida do bloco. O material da parede e sua resistência são os fatores mais importantes na resistência à compressão de uma parede. (NBR 12118, 2010)

É realizado também o ensaio de absorção de água, que envolve a medição da massa de corpos de prova ou peças pré-formadas antes e depois da imersão em um recipiente cheio de água. No entanto, o primeiro passo nesta análise é condicionar a amostra. Antes de mergulhar na água, ela deve ser colocada em um ambiente com temperatura e umidade controladas por um período de tempo definido. Esta etapa tem como objetivo remover a umidade e quaisquer outros compostos presentes na superfície da substância em análise, garantindo que a diferença de massa observada no experimento decorra apenas do processo de absorção.

O bloco pré-fácil passou por diversos ensaios durante todo o processo de criação, o mais recente foi realizado na Universidade Federal de Viçosa. Para realização dos testes foi utilizado 6 corpos de prova, o tamanho original do bloco era de 60x45x12cm, porém para o ensaio de compressão o bloco foi cortado ao meio em duas direções resultando na dimensão de 30x22,5x12,5, a fim de manter a proporcionalidade. do abaixo é possível analisar os cortes realizados FIG.17.

Figura 17: Análise de dimensionamento

Análise dimensional - NBR 12118

Corpos de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comp. (mm)	Espessura (mm)			Raio da mísula (mm)	Menor dim. furo (mm)
				Long.	Transv.	Equiv.		
01	123,3	469,0	295,3					
02	123,3	466,3	296,3					
03	122,7	466,7	296,7					
04	120,7	464,7	297,7					
05	120,3	464,3	296,7					
06	120,3	467,3	297,7					
Média	121,8	466,4	296,7					
Especificação	140 ± 2	190 ± 3	390 ± 3					

Fonte: UFV 2022

Para a realização do ensaio de compressão foram utilizadas 6 unidades para comporem as amostras de cada tipo de bloco, conforme prescrito na NBR 15270-2. A

execução dos ensaios teve as seguintes etapas: Realização do capeamento uniforme dos blocos. Depois de capeados os corpos de prova foram imersos em água por 24 horas, logo após foram secos superficialmente e submetidos ao ensaio de compressão. A FIG.18 a seguir apresenta os valores de resistência à compressão na área líquida dos blocos.

Figura18: Resistência a compressão.

Resistência característica à compressão - NBR 6116

CP	Data	Idade (dias)	Seção (mm²)	Força (kgf)	Tensão (MPa)			D.Pad. Fábrica	f _{bk,est} (MPa)	
					Indiv.	Média	D.Pad.		Obs.	$\psi_o \cdot f_1$
01	09/08/22		36.424	17.100	4,69					
02	09/08/22		36.548	22.340	6,11					
03	09/08/22		36.391	18.330	5,04	4,8	0,7		4,1	3,7
04	09/08/22		35.918	16.850	4,69					
05	09/08/22		35.699	15.000	4,20					
06	09/08/22		35.819	15.350	4,29					
Especificação para a Classe:			C -	Fbk ≥ 3,0 MPa					f _{bk} (MPa)	4,1

Fonte: UFV 2022

Para análise do ensaio de umidade relativa do e necessário que o bloco seja pesado antes de ser mergulhado na água identificando a massa seca, após e mergulhado em água deixando submerso por no mínimo 24h e retirado e pesado novamente, na FIG.19 podemos observar a coleta de dados.

Figura 19: Absorção de água.

Absorção de água e área líquida - NBR 12118

Corpos de prova	Altura (mm)	Massa (kg)			Absorção (%)		Área líquida (cm²)	
		Seca	S.S.S.	Imersa	Individual	Média	Individual	Média
01		10,505	12,280	0,740	16,9			
02		9,950	11,680	0,558	17,4	16,8		
03		11,965	13,890	0,568	16,1			
Especificação					≤ 10,0			

Fonte: UFV 2022

Os valores de absorção para cada tipo de corpo-de-prova são determinados pela equação 1:

Equação 1: absorção de água

$$AA(\%) = \frac{(m_{sat} - m_s)}{m_s} \times 100$$

Onde: AA = absorção de água, em %

ms = massa do bloco seco, em Kg

msat = massa do bloco saturado, em Kg

No ensaio verificou-se que os valores de absorção de água encontram-se entre 16% estando assim um pouco acima do valor especificado pela norma. A seguir é mostrada uma tabela com os valores do ensaio de absorção de água. (FIG.20)

Figura 20: Umidade relativa

Umidade relativa média dos blocos no momento do ensaio - NBR 12118

Corpos de prova	Altura (mm)	Massa (kg)			Absorção (%)	
		Inicial	Seca	S. S. S.	Individual	Média
01			10,505	12,280	16,9	
02			9,950	11,680	17,4	16,8
03			11,965	13,890	16,1	
Especificação					≤13%	

Fonte: UFV 2022

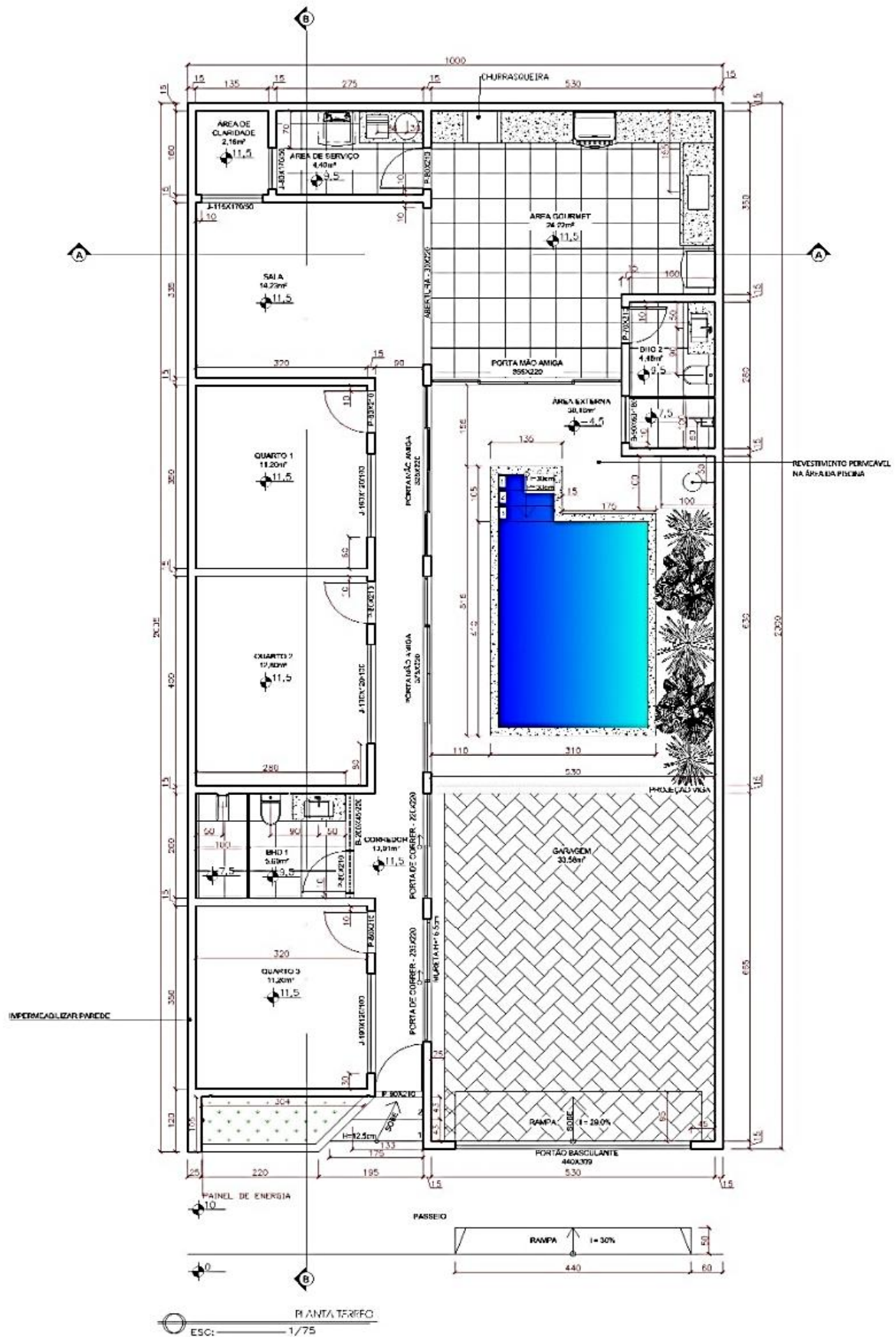
No anexo B é possível analisar todos os dados dos dois ensaios aprestados

2.4 Análise comparativa da alvenaria estrutural com utilização do bloco pré fácil x alvenaria convencional

Visando entender melhor o sistema do bloco pré-fácil, foram feitas pesquisas focadas em análise de resultados para se obter um melhor entendimento sobre as vantagens e desvantagens deste método construtivo e compará-lo com o sistema construtivo mais utilizado no Brasil que é a alvenaria de vedação.

Para caracterização dos dados inseridos nas planilhas de preço, foi escolhido como base um empreendimento residencial. A FIG.21 ilustra a edificação possuindo um pé direito de 2,70 metros de altura e aproximadamente 200 m².

Figura 21: Projeto de uma casa de 1 pavimento.



Fonte: Próprio autor (2022)

2.4.1 Levantamento dos quantitativos

A coleta de dados referentes aos custos dos materiais do sistema construtivo de alvenaria de vedação e do sistema do bloco pré-fácil foi feita com o auxílio das tabelas de referência de preços da indústria da construção civil, sendo este, o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) para se obter uma melhor estimativa dos valores e assim fornecer os dados considerando uma menor margem de erro. O valor do bloco pré-fácil foi fornecido pela empresa responsável Castor Pré Moldados.

O levantamento dos materiais foi dimensionado com ajuda de um engenheiro responsável pela empresa Castor Pré Moldados (TAB.1).

Tabela 1: Dados quantitativos

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
PROJETO	M ²	200
METROS LINEARES DE PAREDE	M	117
PÉ DIREITO	M	2,7
VÃO EM ABERTO (PORTA JANELA)	M ²	57,2
PILAR 10X20	UN	16
VIGA AEREAS 10X30	M	117

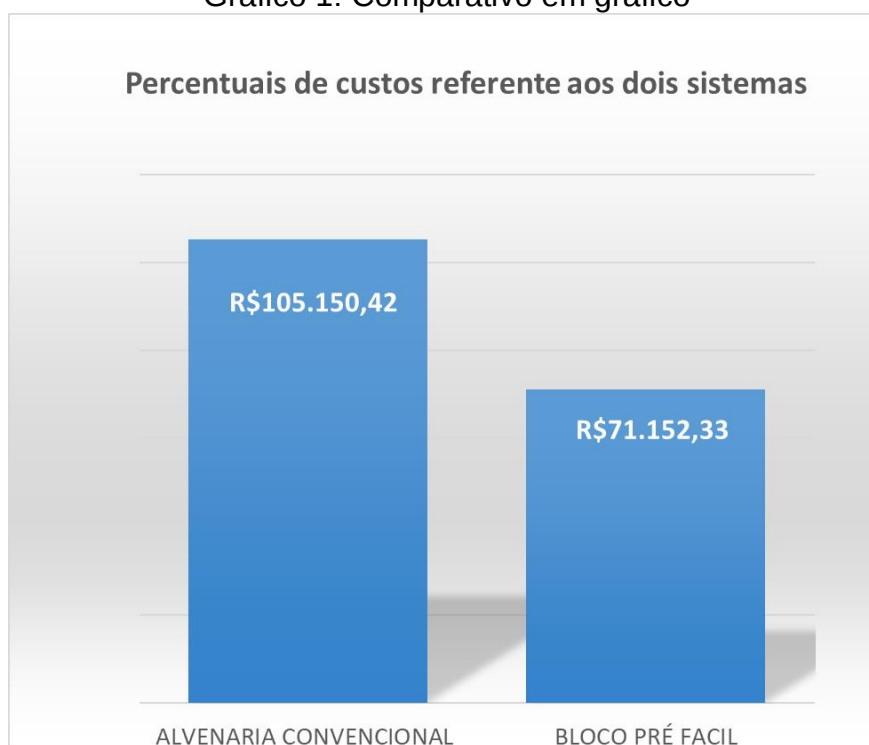
Fonte: Próprio autor (2022)

2.4.2 Análise de custo dos materiais

Nas anexo A são apresentados os materiais gastos no processo e valores de cada item para que se tenha um valor total de custo da obra final.

Para uma melhor compreensão e assimilação das informações contidas no anexo, o gráfico apresentado no GRAF. 1 representa, de forma conjunta, os percentuais de custos referentes aos dois sistemas construtivos estudados. É possível observar nos dados os custos relativos do sistema de vedação da alvenaria convencional com blocos cerâmicos, representam uma diferença total superior de R\$ R\$ 33.998,09, ou seja, 32,33% do valor comparado com a alvenaria estrutural utilizando o bloco pré-fácil.

Gráfico 1: Comparativo em gráfico



Fonte: Próprio autor (2022)

2.4.3 Análise do tempo de execução

Nos últimos tempos, na construção civil, tornou-se imprescindível que os métodos construtivos fossem mais eficientes e com execução cada vez mais rápida. Por este motivo, há uma necessidade importante na análise do tempo de execução dos métodos apresentados (MELO, 2022)

Na pesquisa foi considerado apenas a parte de entijolamento, tendo em vista que gastaria muito tempo a mais para execução de pilares e vigas, tratando-se da alvenaria convencional, porém como a pesquisa foi rápida não foi possível cronometrar toda a execução.

Foi considerado apenas um pedreiro para execução de duas paredes 2,4 x 1,35 m disponibilizando todo material para execução e o entijolamento foi cronometrado. Na primeira parede foi utilizado bloco pré fácil e o pedreiro gastou exatamente 18 minutos e 39 segundos para finalizar, já na segunda parede com lajota o mesmo pedreiro gastou 36 minutos e 37 segundos. Tendo em vista esses dois tempos pode-se afirmar que o gasto em médio por m² para entijolamento do bloco pré-fácil é de 5 minutos e com as lajotas 11 minutos, na TAB. 4 abaixo, tem-se o comparativo na execução do projeto base com 200m².

Tabela 4: Comparativo de tempo

DESCRIÇÃO	TEMPO/M2	M²	TOTAL DE TEMPO
LAJOTA	00:05:00	200	16:40:00
BLOCO PRÉ FACIL	00:11:00	200	12:40:00

Fonte: Próprio autor (2022)

Analisando a TAB. 4 é possível afirmar que o sistema construtivo com bloco pré-fácil daria um rendimento de mais de 23% comparado com convencional, mas sabe-se que esse valor é ainda maior devido a necessidade de execução de vigas e pilares da alvenaria convencional.

2.4.4 Vantagens e desvantagens

No QUADRO 1 a seguir é possível identificar as vantagens dos dois métodos construtivos.

Quadro 1: comparativos de vantagens

BLOCO PRÉ FACIL	CONVENCIONAL
Redução de consumo de aço devido a não utilização de vigas e colunas;	Do ponto de vista arquitetônico, não existe restrição quanto às medidas do projeto, permitindo assim uma certa liberdade no momento de criação;
Redução de consumo de formas de madeira, pois o próprio bloco já serve de canaleta e cercadeira;	Não existem limites de futuras reformas na edificação com este sistema de construção;
Maior rapidez na construção;	Mão de obra não necessita de especialização;
Conforto térmico e acústico devido bloco ser produzido com isopor;	No concreto armado há condições de executar os ambientes sem se preocupar com as dimensões. Há maior facilidade na personalização dos projetos arquitetônicos, pois não é necessária a modulação.
Construção mais leve;	
Redução de resíduos e entulhos devido às tubulações e encanamento passarem tudo por dentro do bloco;	
Maior organização do canteiro de obras.	

Fonte: Próprio autor (2022)

No QUADRO 2 é possível comparar os pontos negativos da alvenaria convencional e alvenaria com bloco pré-fácil.

Quadro 2: Comparativos das desvantagens

BLOCO PRE FACIL	CONVENCIONAL
Arquitetura e design restringidos pelo tamanho e forma dos blocos estruturais;	É um sistema de construção que demanda mais tempo para sua execução;
Pouca flexibilidade em relação a alterações futuras, devido a sua função estrutural;	O custo deste sistema de construção pode ser mais elevado do que o sistema de Alvenaria Estrutural;
Necessidade de mão de obra especializada.	O prejuízo de materiais pode variar em torno de 5% a 15% neste sistema construtivo, já que as paredes são erguidas e em seguida, são quebradas para que ocorra a instalação das tubulações;
	Maior geração de resíduos;
	Consumo elevado de formas e a utilização de escoramento, com execução lenta, quando utilizados processos convencionais de montagem de formas e concretagem. As normas técnicas determinam prazos mínimos para a retirada de fôrmas e respectivos escoramentos, para as diferentes peças estruturais alcançarem resistência adequada;
	A armadura é essencial às estruturas de concreto armado e a existência de armaduras trabalhadas em grande quantidade acarreta um peso próprio muito grande, limitando seu uso, em determinadas situações, ou elevando bastante seu custo.

Fonte: Próprio autor (2022)

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A analogia realizada entre os sistemas construtivos pesquisados deu-se por notar a relevância em agregar novas tecnologias na construção civil, ou seja, sistemas construtivos que possibilitam redução de custos, integram qualidade e gera como resultado a minoração de impactos ambientais. Deste modo, edificações com bloco pré-fácil podem ser vendidas por preço análogo, ou ainda inferior as construções realizadas de forma convencional. O fato que justifica esta possibilidade é a gestão geral da obra, proporcionando economia e qualidade no uso de mão de obra, minoração de desperdícios e integração de tecnologia aos materiais utilizados, o que consequentemente, possibilita um menor tempo na entrega final da obra.

Os resultados obtidos mostraram que o sistema construtivo estrutural com pré-fácil tem menor custo e pode ser executado mais rápido do que a alvenaria convencional, além de apresentar maior controle de qualidade em todos os seus processos de fabricação e montagem, boa resistência, uma taxa de desperdício mínima, menor impacto ambiental e isolamento termoacústico. Deste modo, destaca-se que o tal sistema é uma opção extremamente viável para a construção civil, mas necessita de mão de obra especializada para que os parâmetros sejam bem atendidos.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118 **Projeto de estruturas de concreto —Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.7

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12118 **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-1 **Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação — Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

AZEVEDO, Giovani de Aguiar. **Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. Graduação (TCC) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil, 2014.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto Armado Eu Te Amo**. 10. Ed. – São Paulo: Blucher, 2019.

CAMACHO, J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural, notas de aula**. UNESP. Ilha Solteira – SP, 2001.disponível em <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/nepae/projeto-de-edificios-de-alvenaria-estrutural.pdf> acessado 15 de novembro 2022.

CARDOSO, Silvia Scalzo; BARROS, Mercia Maria Bottura de. **Especificação de perfis para drywall e light steelframing. Anais do Construmetal - Congresso LatinoAmericano da Construção Metálica**. São Paulo: [s.n.], 7ª ed., 2016.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO, Filho Jasson Rodrigues de. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado segundo a NBR 6118:1014**. 4. Ed. - São Carlos: EdUFSCar, 2014.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Mercado de trabalho da construção registrou o melhor desempenho dos últimos 12 meses**. Disponível em: <https://cbic.org.br/mercado-de-trabalho-da-construcao-registrou-em-fevereiro-de-2022-o-melhor-desempenho-dos-ultimos-12-meses/> acessado 10 de novembro 2022.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **PIB: Construção Civil mostra sua força e cresce acima da economia nacional**. Disponível em: <https://cbic.org.br/pib-construcao-civil-mostra-sua-forca-e-cresce-acima-da-economia-nacional/> acessado 10 de novembro 2022.

CERQUEIRA, Daniel. **“Custo de Bem-estar da Violência e Criminalidade no Brasil”**. In: **Anuário Brasileiro de Segurança Pública**. São Paulo: Fórum Brasileiro de Segurança Pública, 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Painel de Indicadores**, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/indicadores#variacao-do-pib> acessado 10 de novembro 2022.

MELO, Eduardo Carvalho. **Análise comparativa do custo final da obra e tempo de execução dos métodos construtivos: alvenaria convencional e light steel frame – Isf**. Centro Universitário UMA – Pouso Alegre. Minas Gerais, 2022.

PASTRO, Rodrigo Zambotto. **Alvenaria estrutural sistema construtivo**. Universidade São Francisco- Itatiba. São Paulo, 2007.

PIANCA, J. B. **Manual do Construtor**. Porto Alegre: Globo, 1978.

RODRIGUES, Júlio César. **Alvenaria estrutural e sistema construtivo**. FAEX faculdade de ciências aplicadas de extrema. Minas Gerais, 2018.

SOUZA, Raísa Fonseca. **Inovações tecnológicas na construção civil**. Universidade federal da Bahia. Salvador, 2015.

SCHEIDEGGER, Guilherme Marchiori. **Análise física do sistema drywall: uma revisão bibliográfica**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 03, Vol. 04, pp. 19-41. março de 2019.

SIMAS, R. E. **Estudo da Racionalização da Alvenaria Para Construção de Habitações**. Universidade do Vale do Itajaí, Monografia (Engenharia Civil), Itajaí, 2011.

SILVA, E. D. **Comparativo de custo e desempenho entre o sistema de vedação convencional e o fechamento em drywall**. 58 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

THOMAS, Ercio. **Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS. **Alvenaria externa**, Alfenas – MG, 2012. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/planejamento/pavilhao-l/0026-alvenaria-externa-data-29-03-2012/> acesso 10 de novembro 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Bloco vazado de concreto simples para alvenaria – NBR 6136**, Viçosa - MG, 2022. Ver ANEXO 1

VASQUES, Caio Camargo. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. o Universitário de Lins - Unilins, LinsSP, Brasil, 2014.

ANEXO A

Tabela: Materiais e custos de uma alvenaria convencional

ALVENARIA CONVENCIONAL					
SINAP	DESCRIÇÃO	UN	VALOR	QUANTIDADE NECESSARIA	VALOR TOTAL (R\$)
104107	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EMBUTIDA EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	R\$ 14,85	888,1	R\$ 13.188,29
94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M³	R\$ 486,81	5	R\$ 2.434,05
92446	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA,	M²	R\$ 367,20	11,7	R\$ 4.296,24
92413	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES	M²	R\$ 144,41	1,6	R\$ 231,06
92482	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO.	M²	R\$ 420,36	7,04	R\$ 2.959,33
92270	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM	M²	R\$ 244,15	11,7	R\$ 2.856,56
92269	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM	M²	R\$ 332,54	1,6	R\$ 532,06

CONTINUAÇÃO

92271	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM	M²	R\$ 174,86	7,04	R\$ 1.231,01
103331	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X19 CM (ESPESSURA 11,5 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL	M²	R\$ 74,35	315,9	R\$ 23.487,17
87874	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA TRAÇO 1:4 E EMULSÃO POLIMÉRICA COM PREPARO EM BETONEIRA 400L	M²	R\$ 6,10	702	R\$ 4.282,20
87527	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MENOR QUE 5M², ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCA	M²	R\$ 36,97	702	R\$ 25. 952,94
87529	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS	M²	R\$ 33,76	702	R\$ 23.699,52
TOTAL					R\$ 105.150,42

CONTINUAÇÃO

Fonte: Próprio autor (2022)

Tabela: Materiais e custos da alvenaria estrutural com bloco pré-fácil

BLOCO PRE FACIL					
SINAP	DESCRIÇÃO	UN	VALOR	QUANTIDADE NECESSARIA	VALOR TOTAL
43059	ACO CA-60, 4,2MM, OU 5MM, VERGALHÃO	KG	10,37	385	R\$ 3.992,45
34	ACO CA-50 10MM, VERGALHÃO	KG	9,81	52	R\$ 510,12
87529	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS	M²	R\$ 33,76	351	R\$ 11. 849,76
	BLOCO PRE FACIL	UNIDADE	30	960	R\$ 28.800,00
	MÃO DE OBRA POR M2 CIDADE DE UBA	M²	130	200	R\$ 26.000,00
TOTAL					R\$ 71.152,33

Fonte: Próprio autor (2022)

ANEXO B



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Certificado

6119

LABORATÓRIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - NBR 6136

Informações gerais

Interessado: Castor Premoldados e Empreendimentos

Obra: Rua Luiz Bigonha, 593, Lourical

Material: Bloco de Concreto com agregado leve – dimensão inicial de 60x45x12,5cm. *OBS

Fabricação: Castor Premoldados e Empreendimentos

Data: NI

Local da coleta: Pátio da Fábrica

Data: NI

Materiais - Tipo, procedência e proporções

Cimento:	kg
Agregado miúdo 1:	kg
Agregado miúdo 2:	kg
Agregado graúdo 1:	kg
Agregado graúdo 2:	kg
Água:	litros
Aditivo:	litros

Análise dimensional - NBR 12118

Corpos de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comp. (mm)	Espessura (mm)			Raio da mísula (mm)	Menor dim. furo (mm)
				Long.	Transv.	Equiv.		
01	123,3	469,0	295,3					
02	123,3	466,3	296,3					
03	122,7	466,7	296,7					
04	120,7	464,7	297,7					
05	120,3	464,3	296,7					
06	120,3	467,3	297,7					
Média	121,8	466,4	296,7					
Especificação	140 ± 2	190 ± 3	390 ± 3					

Absorção de água e área líquida - NBR 12118

Corpos de prova	Altura (mm)	Massa (kg)			Absorção (%)		Área líquida (cm²)	
		Seca	S.S.S.	Imersa	Individual	Média	Individual	Média
01		10,505	12,280	0,740	16,9			
02		9,950	11,680	0,558	17,4	16,8		
03		11,965	13,890	0,568	16,1			
Especificação						≤ 10,0		

Observações

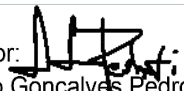
NI – Não Informado

Observação – o tamanho original do bloco era de 60x45x12,5cm, porém para o ensaio de compressão o bloco foi cortado ao meio em duas duas direções resultando na dimensão nominal de 30x22,5x12,5cm, a fim de manter a proporcionalidade.

O bloco possui interior maciço preenchido com concreto leve (EPS).

Não foi determinada a espessura do bloco pois o mesmo é considerado maciço.

Preparado por:
José Carlos Ferreira

Verificado por: 
Leonardo Gonçalves Pedroti

Data: 10/08/22
Folha: 01/02



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Certificado

6119

LABORATÓRIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - NBR 6136

Informações gerais

Interessado: Castor Premoldados e Empreendimentos

Obra: Rua Luiz Bigonha, 593, Lourical

Material: Bloco de Concreto com agregado leve – dimensão inicial de 60x45x12,5cm. *OBS

Fabricação: Castor Premoldados e Empreendimentos

Data: NI

Local da coleta: Pátio da Fábrica

Data: NI

Resistência característica à compressão - NBR 6116

CP	Data	Idade (dias)	Seção (mm²)	Força (kgf)	Tensão (MPa)			D.Pad. Fábrica	f _{bk,est} (MPa)	
					Indiv.	Média	D.Pad.		Obs.	ψ ₆ *f ₁
01	09/08/22		36.424	17.100	4,69					
02	09/08/22		36.548	22.340	6,11					
03	09/08/22		36.391	18.330	5,04	4,8	0,7		4,1	3,7
04	09/08/22		35.918	16.850	4,69					
05	09/08/22		35.699	15.000	4,20					
06	09/08/22		35.819	15.350	4,29					
Especificação para a Classe:		C -	Fbk ≥ 3,0 MPa						f _{bk} (MPa)	4,1

Umidade relativa média dos blocos no momento do ensaio - NBR 12118

Corpos de prova	Altura (mm)	Massa (kg)			Absorção (%)	
		Inicial	Seca	S. S. S.	Individual	Média
01			10,505	12,280	16,9	
02			9,950	11,680	17,4	16,8
03			11,965	13,890	16,1	
Especificação					≤13%	

Observações

Valor não conhecido do desvio padrão da fábrica

$$f_{bk,est} = [2*(f_{b(1)} + \dots + f_{b(i-1)})/(i-1)] - f_{bi}$$

i = n/2, se n for par

i = (n - 1)/2, se n for ímpar

Valor conhecido do desvio padrão da fábrica

$$f_{bk,est} = f_{bm} - 1,65 * S$$

Absorção de água quando utilizado agregado leve a média deve ser ≤13% e o individual ≤16%.

Preparado por:
José Carlos Ferreira

Verificado por: 
Leonardo Gonçalves Pedroti

Data: 10/08/22
Folha: 02/02