



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Curso de Especialização em Construção Civil

Viviane Gonçalves Quintão Alvarenga

**ANÁLISE DE CUSTOS: ALVENARIA ESTRUTURAL
EM BLOCOS DE CONCRETO X PAREDE DE
CONCRETO MOLDADA *IN LOCO***

**Belo Horizonte,
2021.**

VIVIANE GONÇALVES QUINTÃO ALVARENGA

**ANÁLISE DE CUSTOS: ALVENARIA ESTRUTURAL
EM BLOCOS DE CONCRETO X PAREDE DE
CONCRETO MOLDADA *IN LOCO***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Especialização em Construção Civil do departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Antônio Neves de Carvalho Júnior

**Belo Horizonte,
2021.**

A473a

Alvarenga, Viviane Gonçalves Quintão.

Análise de custos [recurso eletrônico]: alvenaria estrutural em blocos de concreto X parede de concreto moldado *in loco* / Viviane Gonçalves Quintão Alvarenga. – 2021.

1 recurso online (30 f. : il., color.) : pdf.

Orientador: Antônio Neves de Carvalho Júnior.

Coorientador: Aldo Giuntini de Magalhães.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG.

Bibliografia: f. 28-30.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil. 2. Alvenaria – Estruturas. 3. Construção Civil – Custos. 4. Fôrmas metálicas. 5. Muros. I. Carvalho Júnior, Antônio Neves de. II. Magalhães, Aldo Giuntini de. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 69

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Letícia Alves Vieira - CRB-6/2337
Biblioteca Prof. Mário Werneck - Escola de Engenharia da UFMG



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: VIVIANE GONÇALVES QUINTÃO ALVARENGA

MATRÍCULA: 2020689400

RESULTADO

Aos 24 dias do mês de agosto de 2021 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

"ANÁLISE DE CUSTOS: ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO X PAREDE DE CONCRETO MOLDADA *IN LOCO*"

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 90

CONCEITO: A

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Assinatura

Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior

Antonio Neves de
Carvalho
Junior:78724104604

Autenticado de forma digital por Antonio
Neves de Carvalho Junior: 20210825091212-03007
Data: 2021.08.25 09:12:12 -03007

Nome

Assinatura

Prof. Dr. Aldo Giuntini de Magalhães

Prof. Dr. Aldo Giuntini de Magalhães
Depto. de Engenharia de Materiais e Construção
Universidade Federal de Minas Gerais

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Belo Horizonte, 24 de agosto de 2021

Antonio Neves de
Carvalho
Junior:78724104604

Autenticado de forma digital por
Antonio Neves de Carvalho
Junior: 20210825091212-03007
Data: 2021.08.25 09:12:12 -03007

Coordenador do Curso

VIVIANE GONÇALVES QUINTÃO ALVARENGA

**ANÁLISE DE CUSTOS: ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE
CONCRETO X PAREDE DE CONCRETO MOLDADA *IN LOCO***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 24 de agosto de 2021, ao Curso de Especialização em Construção Civil, aprovado pela banca examinadora constituída dos professores:

Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior
UFMG – Escola de Engenharia

Prof. Dr. Aldo Giuntini de Magalhães
UFMG – Escola de Engenharia

RESUMO

Em função da crescente demanda habitacional no Brasil e o cenário favorável na construção de imóveis populares, a otimização de processos com intuito de atender à demanda atual é considerado de grande relevância por parte das construtoras, gerando uma tendência por novos métodos, objetivando menores prazos e redução de aportes financeiros na execução dos empreendimentos. O sistema adotado para execução da obra influencia diretamente em sua execução, tanto em viabilidade quanto à necessidade de suprir um mercado cada vez mais promissor. Este estudo teve por objetivo realizar uma análise de custos entre os métodos construtivos de alvenaria estrutural em blocos de concreto x utilização de painéis metálicos moldados in loco, evidenciando o ganho financeiro na escolha de cada sistema. Para a efetividade da proposta, foram feitas pesquisas sobre os assuntos, acrescida do instrumento de experiência vivenciado pela autora, que atua na área. Desta forma, concluiu-se que a utilização dos painéis metálicos pode ocasionar uma redução financeira média de até 18,4%, em grande parte pela eliminação de atividades, mas também pela sua grande velocidade de produção.

Palavras-chave: Parede de concreto. Fôrmas metálicas. Alvenaria estrutural. Análise de custos.

ABSTRACT

Due to the growing housing demand in Brazil and the favorable scenario in the construction of popular properties, the optimization of processes in order to meet the current demand is considered of great relevance on the part of construction companies, generating a trend for new methods, aiming at shorter deadlines and reduction of financial contributions in the execution of the projects. The system adopted to perform the work directly influences its execution, both in feasibility and the need to supply an increasingly promising market. This study aimed to perform a cost analysis between the construction methods of structural masonry in concrete blocks x use of metal panels molded on site, evidencing the financial gain in the choice of each system. For the effectiveness of the proposal, research was made on the subjects, plus the instrument of experience experienced by the author, who works in the area. Thus, it was concluded that the use of metal panels can cause an average financial reduction of up to 18.4%, largely due to the elimination of activities, but also by their great speed of production.

Keywords: Concrete wall. Metal morphs. Structural masonry. Cost analysis.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 1: A CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL	10
1.1 HISTÓRICO	10
1.2 CONCEITO	12
1.3 APLICAÇÃO NO BRASIL.....	13
1.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS	14
CAPÍTULO 2: PAREDE DE CONCRETO COM FÔRMAS METÁLICAS DE ALUMÍNIO MOLDADAS <i>IN LOCO</i>	15
2.1 HISTÓRICO	15
2.2 APLICAÇÃO NO BRASIL	15
2.3 O MÉTODO EXECUTIVO APLICADO E A VELOCIDADE DE PRODUÇÃO DO SISTEMA DE EXECUÇÃO DAS FÔRMAS.....	16
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DOS DADOS	23
CAPÍTULO 4: ANÁLISE EXECUÇÃO DA SUPRA-ESTRUTURA DE UM BLOCO COM 16 UNIDADES	24
4.1 ANÁLISE DE EXECUÇÃO DA SUPRA DE UM BLOCO, 16 UNIDADES EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE PRODUÇÃO DOS MÉTODOS	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda no ramo da construção civil no Brasil para atendimento ao déficit de moradias, em sua maioria populares, subsidiadas principalmente por programas econômicos, verifica-se, cada vez mais, a necessidade ao atendimento à uma grande velocidade de produção, com intuito do término das edificações em menor prazo possível. Através da construção em larga escala a indústria da construção é desafiada a inovar, impondo, pois, aos métodos executivos convencionais uma otimização, de forma garantir agilidade, qualidade, técnica, menor prazo e menor custo.

O aumento pela demanda de condomínios residenciais com fins sociais, aliado à flexibilização na liberação de recursos financeiros, estimulado pelo governo nos últimos anos, incentiva a procura por novas técnicas. As alvenarias estruturais vem sendo amplamente utilizadas, principalmente em função da sua fácil coordenação, controle, técnica simplificada, versatilidade, economia e redução de tempo.

Segundo Tauil (*apud* SOUZA, 2014, p.19), o uso do método construtivo em alvenaria estrutural foi incentivado pelo governo para tentar sanar o problema do déficit habitacional.

Racionalização de processos de produção, com a modulação do projeto, principalmente em função dos materiais utilizados elimina interferências, reduz o desperdício e proporciona agilidade à produção, sendo essas as principais vantagens do emprego desse método (SÁNCHEZ, 2013).

As técnicas construtivas são fundamentais na peça parede resistente e existem há milhares de anos. A alvenaria, em sua forma primitiva, constituída de tijolos de barro ou pedras de baixa resistência, com o passar dos anos e seu desenvolvimento foi substituída por materiais de alta resistência e por este motivo vem se destacando cada vez mais no segmento da construção. É importante uma boa execução do sistema e o emprego das técnicas bem compreendidas pelos profissionais responsáveis, sempre com base em normas regulamentadoras, objetivando estruturas de alto desempenho e proporcionando edificações com performance elevada.

As normas asseguram as características desejáveis de produtos e serviços, como qualidade, segurança, confiabilidade, eficiência, intercambialidade, bem como respeito ambiental – e tudo isto a um custo econômico.

Quando os produtos e serviços atendem às expectativas, tende-se a tomar isso certo e a não ter consciência do papel das normas.

Rapidamente, nos preocupamos quando produtos se mostram de má qualidade, não se encaixam, são incompatíveis com equipamentos que já temos, não são confiáveis ou são perigosos. Quando os produtos, sistemas, máquinas e dispositivos trabalham bem e com segurança, quase sempre é porque eles atendem às normas.

As normas têm uma contribuição enorme e positiva para a maioria dos aspectos de nossas vidas. Quando elas estão ausentes, logo notamos. São inúmeros os benefícios trazidos pela normalização para a sociedade, mesmo que ela não se dê conta disso.

São exemplos de benefícios técnicos, econômicos e sociais obtidos com as normas em setores da vida e do trabalho (ABNT, 2021).

As normas garantem aos profissionais o emprego correto de técnicas e contribuem de forma geral positivamente para a sociedade, não apenas no âmbito técnico, mas também no econômico e social.

A supraestrutura tem grande impacto nos custos das edificações e contribui de forma significativa para o custo da construção, podendo até mesmo causar sua inviabilidade, quando não analisado o melhor emprego do sistema para determinado tipo de negócio.

Segundo Cartwright (2014), a partir do uso do método parede de concreto é possível racionalizar o processo e executar um planejamento completo e detalhado, permitindo entender como a tecnologia fornece a redução de processos artesanais, contribuindo com a redução de funcionários em canteiros de obras.

A evolução da construção se deu a partir do momento em que a indústria ganhou conhecimento técnico sobre os materiais e as tecnologias, tornando a produção baseada em conhecimentos científicos e não mais em fundamentos empíricos (RIBEIRO 2010).

No estudo trataremos em cada seção o histórico, aplicação no Brasil e como o método é eficaz em sua proposta. Ao final, será apresentando uma análise de custos em relação aos métodos abordados, concluindo qual método possui melhor custo de execução.

.

CAPÍTULO 1: A CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

1.1 HISTÓRICO

O sistema que tem como base estrutural a alvenaria, que cumpre a função de estrutura é utilizado desde a Antiguidade pelo ser humano, podendo citar o antigo Egito e a construção de grandes monumentos do período romano, muitas existentes até hoje (SÁNCHEZ, 2013).

De acordo com Duarte (1999), obras estruturadas em alvenaria estão entre as construções com maior índice de aceitação pelo homem. Grandes edificações, até mesmos as mais antigas, após 2.000 anos de construção se demonstram duráveis comprovando a eficácia do sistema.

Os antigos utilizavam muito a pedra como material de construção, seja para edificar suas moradias, seja para construir fortificações, para vencer vãos de rios, seja para construir templos onde se recolhiam para tentar buscar o apoio de seus deuses. Uma coisa ficou clara: a pedra era ótima material de construção, era durável e resistia bem aos esforços de compressão, quando usada como pilares (BOTELHO, 2008 *apud* GEROLDE, 2010, p. 13).

As pirâmides do Egito podem ser consideradas como a aplicação inicial da alvenaria, se dando através do empilhamento de rochas lascadas, fragmentadas e cortadas. A formação da estrutura era composta por blocos sobre blocos, chegando a pesar em torno de 2,5t. Para a base da pirâmide eram utilizadas as pedras com maior dimensão, na medida em que se alcançava altura as pedras sofriam redução de tamanho.

O uso da alvenaria como elemento estrutural é uma das mais antigas formas de construção. Patrimônios históricos da humanidade como as Pirâmides em Gizeh no Egito (Figura 1), a Muralha da China (Figura 2), o Coliseu em Roma, o Taj Mahal na Índia, são construções em alvenaria estrutural, dimensionadas a partir de bases empíricas. As paredes eram executadas com espessuras excessivas, pois não se tinha segurança da resistência de sua estrutura. Sua técnica baseava-se nas experiências das construções anteriores. O Monadnock Building construído em Chicago entre 1889 e 1891 é um exemplo marcante, com 16 andares, 65m de altura, com paredes de 1,80 m de largura no andar térreo (VASCONCELOS, 1985 *apud* GEROLDE, 2010, p. 37).

Figura 1: Trabalhadores na construção das pirâmides do Egito



Fonte: LIMA, Vania 2021

Figura 2: Muralha da China



Fonte: FRANCISCO, Wagner de Cerqueira, 2021

A execução de alvenaria com a utilização do chamado tijolo de barro é estimada em 10.000 a. C. na civilização Persa, com uso de tijolos queimados ao sol (Figura 3).

Figura 3: Templo Zigurate de Ur



Fonte: NEWHOUSE, E.L.,ed, 2021

1.2 CONCEITO

A estrutura em alvenaria autoportante (Figura 4), de acordo com a NBR 15812-1 (ABTN, 2010), deve ser projetada considerando os efeitos significativos das ações ambientais e quaisquer outros efeitos que sobre ela tenha influências significativas, tanto no que compete à execução quanto à sua vida útil. Que também seja capaz de resistir à ações excepcionais que possam ocorrer, como por exemplo, impactos e explosões, sem que se apresente danos desproporcionais às causas.

Segundo, TAUIL e NESE, 2010, alvenaria é, “o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso”.

A alvenaria, como processo construtivo na elaboração de estrutura, desenvolveu-se inicialmente do empilhamento puro e simples de tijolos e blocos. Geralmente, não se utilizam pilares e vigas, pois as paredes possuem também a função de distribuir as cargas uniformemente ao longo das fundações. O princípio básico da alvenaria estrutural é a transmissão de tensões através de tensões de compressão. Evidentemente pode-se admitir tensões de tração em determinadas peças, porém, devem ser restritas a pontos específicos e não devem possuir valores muito elevados. Caso a tração ocorra de forma generalizada ou com valores elevados a estrutura pode ser viável, porém economicamente inadequada. (ROMALHO E CORREA, *apud*, SOUZA 2014, p. 21).

Figura 4: Execução alvenaria estrutural em blocos de concreto



Fonte: Arquivo Pessoal

1.3 APLICAÇÃO NO BRASIL

Podemos citar como marco histórico no Brasil, a construção de alguns edifícios em alvenaria estrutural, como por exemplo o Central Parque da Lapa que foi um dos primeiros edifícios de uso residencial e comercial, composto por quatro torres com 12 pavimentos, concluído em 1972 (Figura 5) e o Edifício Jardim Prudência, composto por 09 pavimentos, uso residencial.

A década de 80 é marcada pela introdução dos blocos cerâmicos na alvenaria estrutural.

Com o surgimento de patologias em função da falta de normas para o método, no início dos anos 90 surgiram as normas para aplicações. Na mesma época, várias construtoras passaram a utilizar o sistema de alvenaria estrutural. (Roman, 1997).

Figura 5: Conjunto Habiacional Central Parque Lapa



Fonte: RIOS, Ricardo, 2021

1.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Correa e Ramalho (2003) citam como benefícios da alvenaria estrutural em relação às estruturas em concreto armado a redução de formas, espessuras de revestimentos, redução em mão de obra, flexibilidade, redução de especialistas e flexibilidade na execução das obras.

Segundo Melo (2008) a execução das obras em alvenaria estrutural somente poderá ser iniciada após compatibilização de projetos executivos e arquitetônicos, garantindo que as interferências sejam sanadas previamente, desta forma evita-se a intercorrências na execução dos serviços.

No que se refere aos revestimentos e acabamento final, para a estrutura cujo método utilizado foi o sistema de alvenaria de blocos cerâmicos, são considerados alguns serviços, como por exemplo a aplicação de chapisco interno/externo, massa interna/externa e gesso liso interno. Etapas de serviços estes, que podem ser desconsiderados em uma estrutura de parede concreto com a utilização de fôrmas metálicas moldadas *in loco*.

CAPÍTULO 2: PAREDE DE CONCRETO COM FÔRMAS METÁLICAS DE ALUMÍNIO MOLDADAS *IN LOCO*

2.1 HISTÓRICO

A necessidade de construção em ampla escala, com layouts repetidos, caracterizados pelo âmbito social, permitiram a busca por sistemas construtivos mais otimizados, de forma atender a grande demanda existente. Neste contexto, paredes de concreto moldadas *in loco* tornou-se um dos mais populares no país. (ABCP, 2013).

Nas últimas duas décadas, países latino-americanos como o México, Peru, Colômbia e Chile aumentaram a construção de low-rise (edificações de um a três andares) e com baixo custo de habitação. O principal efeito dessa tendência foi mudar a construção tradicional de casas de alvenaria por uma construção mais industrializada de casas construídas com paredes de concreto (PC). O método tradicional de construção de moradias dificultava a possibilidade de atingir a meta de casas fornecidas por ano, devido à baixa produtividade do sistema construtivo (CARRILLO; VARGAS; SÁNCHEZ, 2018, *apud*, VASCONCELOS 2020, p. 4).

2.2 APLICAÇÃO NO BRASIL

Para atender a velocidade de produção, com intuito de entregar cada vez mais imóveis e minimizar o déficit do mercado habitacional, o sistema construtivo de paredes de concreto com moldagem *in loco* se torna uma excelente alternativa, tornando-se cada vez mais a primeira opção das construtoras.

Nossas construções são feitas em paredes de concreto. Portanto, são obras mais limpas, porque entendemos que a tecnologia funciona como uma aliada no processo de construção. Há alguns anos, os empreendimentos eram feitos de um jeito mais convencional: empilhando um bloco em cima do outro. Atualmente, as paredes são montadas de maneira gradativa e são preenchidas com concreto, fazendo com que o trabalho seja mais inteligente (MRV ENGENHARIA, 2021).

O programa Minha casa minha vida foi criado pelo Governo Federal em 2009 com intuito de atender a população de baixa renda e facilitar os financiamentos habitacionais, reduzindo o déficit habitacional no Brasil.

Segundo o instituto de Pesquisas Econômicas (IPEA), o investimento em habitação cresce cada vez mais.

Investimento em habitação cresceu 785% em 7 anos, aponta IPEA. Os investimentos habitacionais no Brasil cresceram 785,7% de 2002 até 2009, passando de R\$ 7 bilhões para R\$ 62 bilhões. O déficit habitacional brasileiro é de 7,9 milhões de moradias em todo o país, correspondente a 14,9% do total de domicílios. O comunicado do órgão ligado à Presidência da República, intitulado "O planejamento da habitação de interesse social no Brasil: desafios e perspectivas", não traz dados novos, apenas avalia os gastos voltados às moradias de baixo custo entre 2002 até 2009. O SBPE

(Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo) aplicava R\$ 1,7 bilhão em 2002, enquanto em 2009, atingiu cerca de R\$ 33 bilhões.

Mesmo com a presença de programas voltados ao incentivo da compra de imóveis, a demanda ainda é crescente, fazendo com que o mercado imobiliário inove sempre seus processos construtivos, com intuito de atender à demanda de um mercado cada vez mais atrativo e lucrativo.

Conforme dado divulgado pela Fundação João Pinheiro (FJP), “o déficit habitacional no Brasil passou de 5,657 milhões, em 2016, para 5,877 milhões, em 2019. O déficit habitacional relativo foi de 8% em 2019”.

2.3 O MÉTODO EXECUTIVO APLICADO E A VELOCIDADE DE PRODUÇÃO DO SISTEMA DE EXECUÇÃO DAS FÔRMAS

A utilização de painéis metálicos (Figura 6) em canteiros de obras otimiza a produtividade através da racionalização de vários processos, além de permitir a padronização de projetos, execução de estrutura e vedação em uma única etapa. A velocidade de construção propiciada pelas fôrmas metálicas modulares faz com que esse método seja altamente eficaz, minimizando erros e ocasionando o aumento da produtividade, que é potencializado cada vez mais pelo treinamento em função de sua própria execução.

Figura 6: Forma Metálica



Fonte: Arquivo Pessoal

A otimização dos processos das edificações, aliado ao ganho de produtividade, com intuito de possibilitar a entrega de imóveis no menor prazo possível e a redução de custos com mão de obra, são alguns dos motivos atuais para adoção desse método e sua utilização em grande escala por parte das construtoras.

Quando a técnica começou a ser utilizada no Brasil, não haviam muitas informações específicas relacionadas ao método, desta forma as construções eram baseadas na ABNT NBR 6118:2003, que normatiza as estruturas de concreto armado. Devido à grande utilização do sistema no mercado, em 2012 foi criada uma norma específica, a ABNT NBR 16055:2012, que prescreve os requisitos e procedimentos relativos à execução deste método construtivo (ARÊAS, 2013).

No sistema construtivo de fôrmas metálicas, pode ser executado em um único dia a montagem de paredes e lajes de quatro apartamentos mais hall, finalizando um pavimento por dia, recebendo o nome de “ciclo de um dia”, ou a execução de dois apartamentos mais hall em um dia e dois apartamentos em outro dia, recebendo o nome de “ciclo de dois dias”. O ciclo está relacionado à quantidade de dias necessários para executar um pavimento e depende da preferência e da velocidade esperada por cada construtor. A execução de um pavimento/dia demanda um jogo completo de estrutura metálica de moldagem (quatro apartamentos), diferente do ciclo de dois dias, onde pode se utilizar a mesma estrutura para a conclusão dos outros dois apartamentos, neste caso, temos o aumento de em um dia na conclusão do pavimento, mas há a economia na compra dos painéis.

De acordo com a (NBR16.055:2012), as paredes de cada ciclo construtivo de uma edificação são moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a desforma, as paredes já contenham, em seu interior, vãos para portas e janelas, tubulações ou eletrodutos de pequeno porte, além de elementos de fixação para coberturas.

A Figuras 7 e 8 retratam a execução de edificação com a utilização de fôrmas metálicas e paredes de concreto moldada *in loco*. Além das placas para execução da estrutura, podemos notar o sistema de segurança integrado ao sistema. Tanto na parte inferior, montagem de paredes como na parte superior montagem de lajes.

Figura 7: Execução de estrutura com fôrmas metálicas moldadas *in loco*.



Fonte: FORSA ALUM, 2021

Figura 8: Montagem Fôrmas metálicas



Fonte: Arquivo Pessoal

Para a execução da montagem da fôrma não é necessário mão de obra especializada, pode ser adotado equipes individuais para cada etapa de serviço, como por exemplo: armação, distribuição elétricas/hidráulicas e montagem de fôrma. Com um líder especializado em cada atividade é possível facilmente aplicar treinamentos, de forma capacitar os operários para desempenhar a demanda.

Segundo (FORSA ALUM, 2021), o sistema é rápido e leve:

São mais rápidas que qualquer outro sistema porque é leve, fácil de armar e desarmar e de transportar manualmente de um piso ao outro sem a necessidade de guindastes. Em um único dia e uma única etapa, é possível moldar em concreto a fachada, os muros internos e a laje de uma casa.

O sistema pode ser constituído por painéis que formam um jogo de fôrmas, aço e concreto que formará um sistema único. Pode ser aplicado dentro de várias obras, as mais comuns, residenciais. O mais relevante é o custo da fôrma, visto que o material empregado é o alumínio, que possui alto custo, porém o mesmo painel pode ser reutilizado de 500 à 2.000 vezes (CORSINI, 2011) e pode produzir entre 1.500 e 2.000 unidades habitacionais, dependendo do uso e cuidado no manuseio dos materiais e manutenção dos painéis. (FORSA ALUM, 2021). Na construção civil atual, em função de uma maior produtividade dentro de um curto espaço de tempo, os sistemas construtivos industrializados se tornam cada vez mais necessários. Com esses processos é possível melhorar a logística do canteiro, uma vez que os espaços estão cada vez mais reduzidos, além de ser um grande aliado ao fluxo de caixa financeiro, uma vez que o desembolso acontece apenas no planejado da execução da atividade.

Podemos citar como exemplo, na parte de industrialização as instalações elétricas, que pode ser aplicado o kit, conhecido como “kit chicote elétrico” (Figura 9), no qual é definindo os pontos de interruptores, tomadas, telefonia/tv, climatização e quadro de comandos fixados nas telas. O sistema é mapeado anteriormente a partir do projeto elétrico fornecido para cada unidade. Desta forma, após a concretagem dos residenciais, o apartamento já se encontra com suas instalações elétricas concluídas, restando apenas a instalação dos disjuntores e acabamentos elétricos.

Figura 9: Execução kit chicote elétrico parede concreto



Fonte: Arquivo Pessoal

Na etapa de acabamento, buscamos implementar processos otimizados e alinhados à indústria. Antigamente, muitos desses estágios eram artesanais e, por consequência, mais lentos — aos poucos, foram substituídos por técnicas e práticas que deixaram a execução melhor e mais ágil. Antes, por exemplo, utilizava-se o piso em cerâmica: hoje, esse material é aplicado apenas em áreas molhadas. Nas salas e nos quartos, eles deram lugar aos laminados de madeira, que são mais sofisticados e contribuem para a agilidade das obras (MRV ENGENHARIA, 2021).

Segundo (CARTWRIGHT, 2014), a partir do uso do método parede de concreto, é possível racionalizar o processo e executar um planejamento completo e detalhado, permitindo entender como a tecnologia fornece a redução de processos artesanais, contribuindo com a redução de funcionários em canteiros de obras.

Desempenho da mão de obra: devido à significativa redução do peso de cada painel, 20 kg/m², o número de pessoas necessárias na obra para obter o melhor rendimento por dia é muito menor.

Menor quantidade de peças e acessórios por m², razão pela qual o desempenho também é maior (FORSA ALUM, 2021).

A estrutura em parede de concreto com a utilização de fôrmas metálicas moldada *in loco* tem como premissa a redução das etapas de serviços, com a eliminação de algumas frentes de trabalho, tem maior velocidade de produção e menores prazos de entrega. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012 *apud*, NEVES 2017, p. 13).

Trata-se de um método construtivo muito rápido e conhecido pela limpeza da obra, pela velocidade das entregas e pela inovação. Com ele, é possível fazer apartamentos com qualidade e velocidade maiores, afinal, atinge-se uma maior precisão na execução, além de ser um processo padronizado (MRV ENGENHARIA, 2021).

A estrutura em concreto elimina várias outras etapas de serviços, podemos citar como exemplo o acabamento final, no qual a estrutura em blocos requer o emprego de regularizações, chapisco e massa externa/interna.

Na parede de concreto, após a desforma, dependendo do acabamento final, aplica-se apenas a regularização dos pontos onde foram utilizados os sistemas de travamento das placas de alumínio, após esse serviço pode aplicar o revestimento (Figura 10).

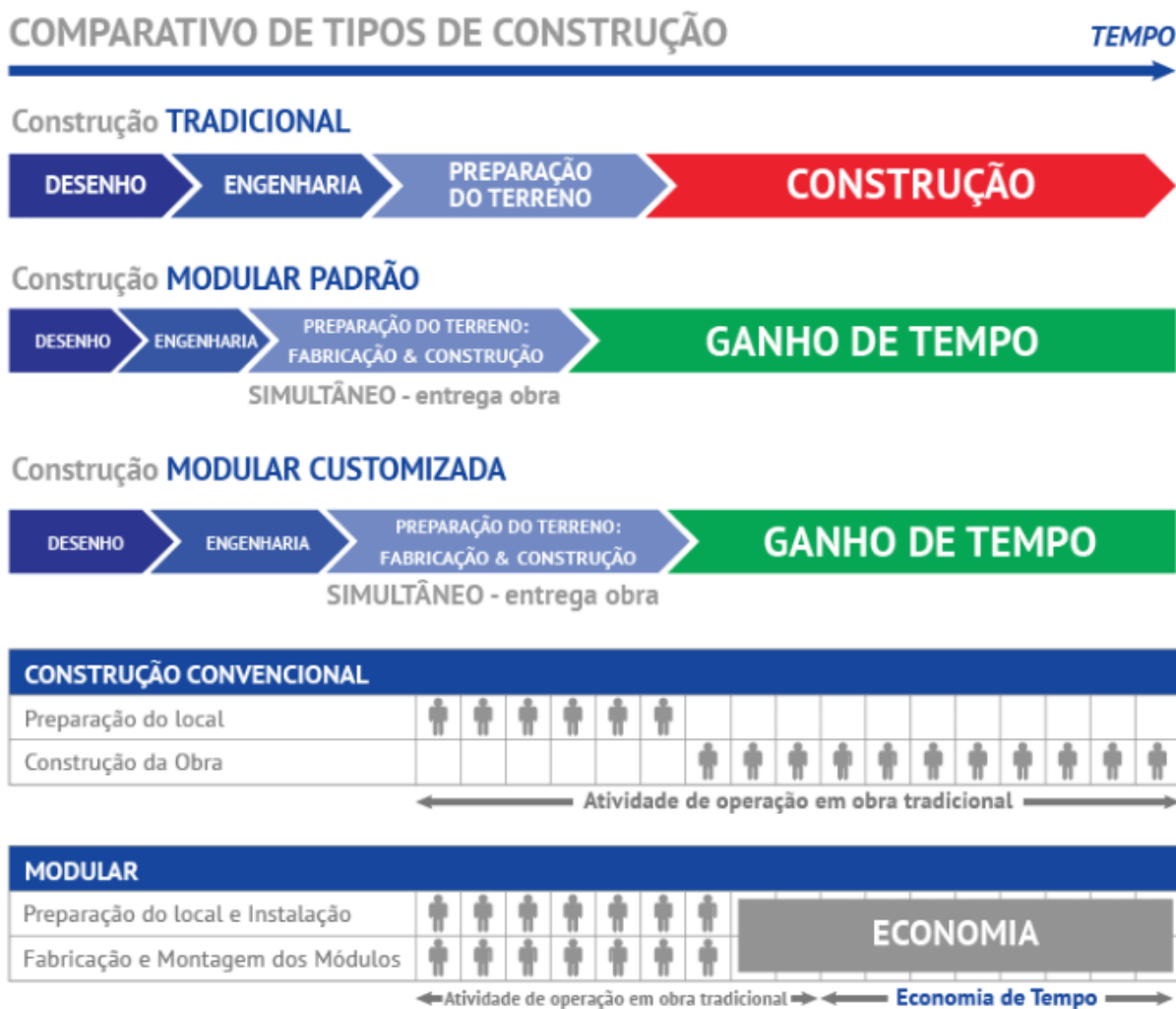
Figura 10: Comparativos entre sistemas

Fonte: HESKETH, 2009 *apud*, FERRAZ 2018, p. 18

Além do fato da redução das etapas de serviços, que conseqüentemente ocasiona economia em atividades, materiais, mão de obra, benefícios para empregados, geração de resíduos, a espessura da parede apresenta uma excelente vantagem em relação a sua área útil. As alvenarias convencionas possuem em sua grande maioria espessura de 0,14m, além do chapisco, reboco e tipo de acabamento, já na parede de concreto, a espessura é de 0,10m e elimina camadas como chapisco e massa interna/externa. Desta forma permite o ganho de área útil para a unidade habitacional.

A Figura 11 nos mostra a diferença de tempo de um sistema tradicional em relação ao tempo da construção modular. Na construção modular podemos executar várias etapas simultâneas, ocasionando ganho de produtividade, redução no tempo e redução financeira do produto final.

Figura 11: Comparativos de métodos



Fonte: Eurobras Construções Metálicas Moduladas Ltda, 2015.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DOS DADOS

A metodologia empregada para o embasamento das ideias e discussão do assunto, afim de se desenvolver um trabalho com informações confiáveis, se deu através de pesquisas em repositórios de universidades com a busca por artigos científicos/teses, informações coletadas em sites de empresas que praticam os métodos, livros e normas que retratam sobre o tema em análise além da experiência profissional da autora, para realização das análises de estimativas de custos.

CAPÍTULO 4: ANÁLISE EXECUÇÃO DA SUPRA-ESTRUTURA DE UM BLOCO COM 16 UNIDADES

Para análise de custos será considerado um bloco com área de supra-estrutura de 1.563m².

A imagem à seguir refere-se à um bloco, como forma de ilustrar a aparência aproximada do estudo em questão. A tipologia é comumente utilizada por uma grande construtora que aplica o método parede de concreto e atende ao Programa Habitacional Casa Verde e Amarela.

Figura 12: Fachada de bloco - Parque Sevilha MRV Engenharia



Fonte: Pinterest, 2021

Figura 13: Planta Humanizada de uma unidade residencial



Fonte: Viva Real, 2021

Considerações Painéis metálicos:

- Valor estimado para compra fôrma metálica de 02 apartamentos + Hall: R\$1.100.000,00;
- Utilização dos painéis de acordo com a média de vida útil informada pelo fabricante: 1.000 vz;
- Quantidade de apartamentos produzidos de acordo com a vida útil do jogo de fôrmas: 2.000 und.

Importante analisar a quantidade de utilização que os painéis serão empregados, em virtude de seu alto custo de aquisição. A demanda de unidades produzidas esperada pelo construtor influencia diretamente na viabilidade de compra.

Desta forma, fez-se o cálculo da depreciação do material em função da sua utilização, conforme Tabela 1.

Gerou-se a tabela 2 a partir das atividades necessárias para a conclusão de um bloco, considerando o valor financeiro para execução de cada atividade.

A alteração do método de execução de alvenaria de bloco para de fôrmas metálicas, acarreta na eliminação dos serviços de massa interna, gesso corrido, contrapiso e massa externa, mas a estrutura em parede de concreto inclui a estucagem, que consiste na regularização e calafetação dos pontos utilizados para o travamento dos painéis. Ainda assim, é possível constatar a redução financeira em R\$ 88.353,00, aproximadamente 12,5% de economia por bloco.

Tabela 1 - Custo de depreciação dos painéis metálicos

MODULAÇÃO	VALOR	VIDA ÚTIL MÉDIA	UNIDADES PRODUZIDAS	VALOR POR UTILIZAÇÃO	QTDDE UTILIZAÇÃO	DEPRECIÇÃO
2APTO+HALL	R\$ 1.100.000,00	1000	2000	R\$ 1.100,00	8	R\$ 8.800,00

Fonte: A autora, 2021

Tabela 2- Análise de custos a partir da Supra Estrutura Alvenaria de bloco X Parede de concreto com a utilização de fôrmas metálicas moldadas *In loco*

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND	ALVENARIA DE BLOCO (R\$)	ALVENARIA FÔRMA METÁLICA (R\$)
DEPRECIAÇÃO DA FORMA METÁLICA	VB	R\$ -	R\$ 8.800,00
ALVENARIA, ESCADA, MURO PRIVATIVO,	VB	R\$ 195.327,52	R\$ 215.327,52
JANELAS E PORTAS METÁLICAS	VB	R\$ 47.677,00	R\$ 47.677,00
MARCOS E PORTAS DE MADEIRA	VB	R\$ 25.493,00	R\$ 25.493,00
MASSA INTERNA	VB	R\$ 34.334,00	R\$ -
GESSO CORRIDO	VB	R\$ 31.399,00	R\$ -
CONTRAPISO	VB	R\$ 20.800,00	R\$ -
PISO, IMPERMEABILIZAÇÃO	VB	R\$ 50.243,00	R\$ 50.243,00
AZULEJO	VB	R\$ 30.400,00	R\$ 30.400,00
FORRO GESSO	VB	R\$ 10.200,00	R\$ 10.200,00
PINTURA INTERNA	VB	R\$ 19.065,00	R\$ 19.065,00
MASSA EXTERNA	VB	R\$ 38.620,00	R\$ -
ESTUCAGEM PAREDE	VB	R\$ -	R\$ 8.000,00
PINTURA EXTERNA FACHADA, MOLDURA	VB	R\$ 38.759,00	R\$ 38.759,00
RESERVATÓRIO ÁGUA SUPERIOR	VB	R\$ 30.609,00	R\$ 30.609,00
TELHADO	VB	R\$ 40.732,00	R\$ 40.732,00
INSTALAÇÕES	VB	R\$ 111.051,00	R\$ 111.051,00
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	VB	R\$ 61.129,00	R\$ 61.129,00
LIMPEZA	VB	R\$ 7.893,00	R\$ 7.893,00
TOTAL		R\$ 793.731,52	R\$ 705.378,52

Fonte: A autora, 2021

4.1 ANÁLISE DE EXECUÇÃO DA SUPRA DE UM BLOCO, 16 UNIDADES EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE PRODUÇÃO DOS MÉTODOS

Cálculo de estimativa de custos indiretos para execução da obra com a participação da equipe administrativa, instalações de canteiro de acordo com as normas regulamentadoras de Saúde, Segurança e Meio ambiente, equipamentos necessários para execução de fachadas, como balancinhos suspensos, máquina de corte de aço, serra mármore, furadeira, dentre outros. Terceirizados para contabilidade, topografia, café da manhã e ensaios tecnológicos. Consumos para custear o gasto com equipamentos e por último, alimentação geral para abastecimento do canteiro de obras, como água, luz e toda parte de infra estrutura. Gerou-se a tabela 3.

Segundo Manzine (2011), a parede de concreto pode reduzir em até 50% o tempo que seria gasto em outros sistemas em virtude do dinamismo do método construtivo.

Tabela 3 - Cálculo de estimativas custos indiretos

ITEM	ATIVIDADE	PRAZO (DIAS)	TOTAL (R\$)
1	EQUIPE ADM COM ENCARGO	22	R\$ 57.104,00
2	INSTALAÇÕES PROV CANTEIRO	22	R\$ 4.950,00
3	EQUIPAMENTOS	22	R\$ 9.640,00
4	TERCEIRIZADOS/ENSAIOS	22	R\$ 35.850,00
5	CONSUMOS EQUIPAMENTOS	22	R\$ 25.400,00
6	CONSUMOS CANTEIROS	22	R\$ 7.800,00
VALOR TOTAL			R\$ 140.744,00

Fonte: A autora, 2021

Tabela 4 - Cálculo de custos indiretos em função dos dias de execução

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND	QTDADE	CUSTO INDIRETO (R\$)
EXECUÇÃO ALVERIA FORMA METÁLICA	DIAS	8	R\$ 51.179,64
EXECUÇÃO ALVENARIA DE BLOCOS	DIAS	16	R\$ 102.359,27

Fonte: A autora, 2021

Tabela 5 - Análise de custos Alvenaria de bloco x Parede de concreto com forma metálica em função da velocidade de produção com custo indireto incorrido

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND	ALVENARIA DE BLOCO (R\$)	ALVENARIA FÔRMA METÁLICA (R\$)
CUSTOS INDIRETOS	VB	R\$ 102.359,27	R\$ 51.179,64
DEPRECIAÇÃO DA FORMA METÁLICA	VB	R\$ -	R\$ 8.800,00
ALVENARIA, ESCADA, MURO PRIVATIVO,	VB	R\$ 195.327,52	R\$ 215.327,52
JANELAS E PORTAS METÁLICAS	VB	R\$ 47.677,00	R\$ 47.677,00
MARCOS E PORTAS DE MADEIRA	VB	R\$ 25.493,00	R\$ 25.493,00
MASSA INTERNA	VB	R\$ 34.334,00	R\$ -
GESSO CORRIDO	VB	R\$ 31.399,00	R\$ -
CONTRAPISO	VB	R\$ 20.800,00	R\$ -
PISO, IMPERMEABILIZAÇÃO	VB	R\$ 50.243,00	R\$ 50.243,00
AZULEJO	VB	R\$ 30.400,00	R\$ 30.400,00
FORRO GESSO	VB	R\$ 10.200,00	R\$ 10.200,00
PINTURA INTERNA	VB	R\$ 19.065,00	R\$ 19.065,00
MASSA EXTERNA	VB	R\$ 38.620,00	R\$ -
ESTUCAGEM PAREDE	VB	R\$ -	R\$ 8.000,00
PINTURA EXTERNA FACHADA, MOLDURA	VB	R\$ 38.759,00	R\$ 38.759,00
RESERVATÓRIO ÁGUA SUPERIOR	VB	R\$ 30.609,00	R\$ 30.609,00
TELHADO	VB	R\$ 40.732,00	R\$ 40.732,00
INSTALAÇÕES	VB	R\$ 111.051,00	R\$ 111.051,00
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	VB	R\$ 61.129,00	R\$ 61.129,00
LIMPEZA	VB	R\$ 7.893,00	R\$ 7.893,00
TOTAL		R\$ 896.090,79	R\$ 756.558,16

Fonte: A autora, 2021

A utilização dos painéis metálicos além de eliminar atividades acelera a velocidade de produção, o que reduz o custo de indiretos do empreendimento.

Quando se executa a análise avaliando também esse fator, temos uma economia ainda mais significativa em relação aos métodos, podendo chegar em até R\$139.532,63, aproximadamente 18,4% em redução de custos por bloco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito do estudo foi demonstrar qual técnica é mais eficaz na questão de redução de custos em relação à dois métodos construtivos amplamente utilizados na construção civil no Brasil.

Todas as análises comparativas demonstraram a redução significativa em termos financeiros do método parede de concreto moldada *in loco* com painéis metálicos quando se comparada com estrutura em alvenaria de blocos de concreto, podendo chegar a uma redução aproximada de 18,4%, para uma edificação de 16 apartamentos.

Algumas das grandes construtoras atuais utilizam-se do método executivo Parede de Concreto com a utilização de fôrmas metálicas de alumínio, podemos citar: MRV Engenharia, Direcional Engenharia, Emccamp dentre outras, que contribuem constantemente para a tratativa da realização do sonho do brasileiro, redução do deficit habitacional, além de ser de grande importância para economia.

Para conseguir atender ao esperado, tanto em custo atrativo para a população quanto em prazo é necessário a escolha acertada, as fôrmas metálicas para a obtenção de grandes velocidades de produção e término das edificações com menor prazo possível, se demonstrou eficiente em função das vantagens dispostas pelo sistema e conseqüente redução de custos.

Vale ressaltar que o custo considerado referente aos painéis metálicos foi apenas o de depreciação em relação à execução de 16 unidades habitacionais. Caso seja realizada a compra de um jogo de fôrma apenas para a execução da mesma quantidade proposta neste trabalho deve-se retomar os cálculos incluindo tal valor, com intuito de validar a viabilidade do negócio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Natália Souza Diniz. **Análise de Custos – Alvenaria estrutural x Estrutura pré moldada**. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2014.

ARÊAS, Pedro Assunção. **Paredes de concreto**: Normatização do Processo Construtivo. Belo Horizonte, disponível em Biblioteca Padre Alberto Antoniazzi, PUC Minas, 2013.

Associação Brasileira De Cimento Portland; Associação Brasileira De Serviços De Concretagem; Instituto Brasileiro De Telas Soldadas. **Parede de Concreto: coletânea de ativos 2007/2008**.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. – ABNT 2021. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/importancia-beneficios>. Acesso: 06/03/2021.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16055: Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 15812-1 Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos Parte 1: Projetos Rio de Janeiro, 2010.

BLOG MRV 2021. Disponível em: <https://www.blogdamrv.com.br/como-sao-feitas-as-construcoes-da-mrv-conheca-os-diferenciais>
Acesso em 13/03/2021.

CARTWRIGHT, Peter. Alvenaria: Eixo: **Infraestrutura** - Série Tekne. Rio de Janeiro: Bookman, 2014.

CORRÊA, M.R.S; RAMALHO, M. A. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003

CORSINI, R. **Norma inédita para paredes de concreto moldadas *in loco* entra em vigor e promete impulsionar uso da tecnologia em edificações**. São Paulo. Techne. 2011.

DUARTE, R.B. **Recomendações para o projeto e execução de alvenaria estrutural**. Porto Alegre: Anicer: 1999

EUROBRAS Construções Metálicas Moduladas Ltda, 2015.
https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-comparativo-entre-a-construcao-tradicional-e-a-construcao-modular_fig1_323990990. Acesso em 13/03/2021

FALCAO, Patrícia Gerolde. **A viabilidade da alvenaria estrutural na produção de edifícios**. Dissertação de pós graduação. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2010.

FERRAZ, Fabiano. Métodos construtivos em parede de concreto. Artigo – Universidade de Araraquara. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_pronto_fabiano_02-12.pdf. Acesso 11/03/2021

FORSA 2021. Disponível em <http://www.forsabrasil.com.br/construcao-de-habitacoes/forma-em-aluminio-forsa-alum/>. Acesso em 08/03/2021

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. "Muralha da China "; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/china/muralha-china.htm>. Acesso em 18 de julho de 2021.

IPEA 2021. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_alphacontent&ordering=3&limitstart=7600&limit=10&Itemid=1>. Acesso em 07/03/2021

JOÃO PINHEIRO 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/deficit-habitacional-e-de-5877-milhoes-de-moradias-no-pais/>. Acesso em: 07/03/2021

LIMA, VANIA. Disponível em: <http://www.vanialima.blog.br/2014/05/a-construcao-das-piramides.html>. Acesso em: 18/07/2021

MELO, M. **Catálogo técnico Selecta blocos**. Itu: [s.n.], 2008

NEWHOUSE, E.L.,ed, 2021. Disponível em: <https://incrivelhistoria.com.br/zigurate/>. Acesso em:18/07/2021

OLIVEIRA, Patrícia Vasconcelos. **Influência dos tratamentos superficiais executados na parede de concreto no desenvolvimento da aderência com revestimentos cerâmicos internos**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2020.

PINTEREST, 2021. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/236157574184450393/>. Acesso 29/08/2021

RIBEIRO, Mariana Silveira de Barros. **Orientações para projetos arquitetônicos: funcionamento estrutural e particularidades do sistema em alvenaria estrutural**. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2010.

RIOS, Ricardo. Disponível em: <https://www.comunidade-da-construcao.com.br/banco-obras/1/alvenaria-estrutural>. Acesso: 18/07/2021

ROMAN, H. R. **Alvenaria estrutural: Desenvolvimento e Perspectivas**. Monografia apresentada como parte dos requerimentos de Concurso de Professor Titular do

Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina).
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

SÁNCHEZ, Emil (Org.). **Nova normalização brasileira para a alvenaria estrutural**.
Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2013.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2010

VIVA REAL, 2021. Disponível em: <https://www.vivareal.com.br/imoveis-lancamento/gran-rubi-2502767116/>. Acesso 29/08/2021