

# **A VIABILIDADE DA FACHADA PRÉ-MOLDADA EM RELAÇÃO À FACHADA CONVENCIONAL**

Beatriz Costa – biacosta23@hotmail.com

Beatriz Inforzatto Bianchini – beatrizinforzato@yahoo.com.br

Milena Garavello Bascegas – milena.garavello.98@gmail.com

Patrícia Curi Salle – patriciacurisalle@gmail.com

Prof. Dr. Edson Barros (Orientador) – edson.barros@mackenzie.br

## **RESUMO / ABSTRACT**

A Engenharia está trazendo grandes mudanças para o mercado da construção. O aumento constante da quantidade de canteiros de obra, fez necessárias diversas mecanizações nas linhas de processo, de modo que a mão de obra se tornasse mais especializada e o resultado final apresentasse melhor qualidade em menos tempo. Nesse trabalho, será discutido sobre dois métodos construtivos, sendo eles fachada convencional feita em alvenaria e fachada com painéis pré-moldados de concreto. O intuito é analisar e concluir qual o método que mais se destaca, quando comparados entre viabilidade econômica, técnica e processo construtivo. O objetivo foi provar que industrialização do processo traz diversas vantagens desde a montagem até a entrega final, mostrando as etapas de ambos processos. Com base em estudos realizados, comparou-se custos, prazos e desempenhos técnicos estabelecidos por norma e segurança do trabalho, em um condomínio residencial de alto padrão, localizado na cidade de São Paulo, Brasil. Esse empreendimento, inicialmente, foi projetado com fachada em alvenaria convencional e posteriormente realizado com fachada pré-moldada de concreto. O estudo visou apontar vantagens e desvantagens de ambos processos construtivos e experiências vividas na construção desse empreendimento. É importante ressaltar que esse estudo foi feito com base em normas, parâmetros e índices referente aos anos de 2018/2019.

Palavras-chave: Fachada. Métodos construtivos. Estudo comparativo.

# **THE VIABILITY OF THE PRECAST FAÇADE IN COMPARISON WITH THE CONVENTIONAL FAÇADE**

## **ABSTRACT / RESUMO**

Engineering is bringing great changes to the construction industry. The increasing number of construction sites made several mechanizations on the production line necessary, so that the manpower became more specialized and the final result presented better quality in less time. In this study, two construction methods will be discussed: the conventional façade made of masonry and façade with precast concrete panels. The aim is to analyze and conclude which method stands out the most, when compared between economic, technical viability and construction process. The goal was to prove that industrialization of the process brings several advantages from the assembly until the final delivery, showing the stages of both processes. Based on studies carried out, costs, terms and technical performances established by standard and job security were compared in a high standard residential condominium located in the city of São Paulo, Brasil. This enterprise was initially designed with a conventional masonry façade and later realized with a precast concrete façade. The study aims to point out advantages and disadvantages of both construction processes and experiences lived in the construction of this enterprise.

It is important to note that this study was based on standards, parameters and indices from 2018/2019.

Keywords: Façade. Constructive methods. Comparative study.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente é difícil falar sobre engenharia sem relacioná-la ao seu rápido desenvolvimento e seu importante papel dentro da economia mundial. O crescimento do mercado, do poder aquisitivo da população e da inovação dos métodos construtivos acarretaram uma evolução cada vez mais frequente da área da construção civil, impactando na geração de empregos e no PIB.

Entre os métodos construtivos, nota-se a grande busca pela racionalização dentro dos processos em geral, visando impactar pessoas e o meio ambiente, direta ou indiretamente, através da sustentabilidade. O crescimento próprio, tanto das empresas quanto dos funcionários, se torna um resultado de tudo isso e, tal busca, é constante, uma vez que a demanda do mercado é crescente e a tecnologia está sempre avançando positivamente para o ramo.

Como cita Sabbatini (1989, pg. 336), também, pode-se definir racionalização construtiva como “um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases”.

Através do processo de racionalizar a construção, muitas vezes, é possível reduzir prazos, custo, mão de obra, materiais, além de ser um processo mais limpo e sustentável, o que gera, além de bem-estar para a vida, satisfação e melhor qualidade.

Crescendo em ritmo acelerado nos últimos anos, o setor da construção civil está aumentando a geração de resíduos e o desperdício de materiais, o que resulta em sérios problemas ambientais e gastos financeiros desnecessários. Como o processo construtivo da fachada pré-moldada é industrial, as empresas investem recursos na padronização de seus processos produtivos, o que resulta em um ambiente de maior controle de qualidade, diferente de estruturas moldadas in loco que geram grande quantidade de resíduos e desperdícios explica Schmidt (2019, p. 15).

“Na construção civil a necessidade de racionalização de materiais e recursos financeiros, bem como a qualificação da mão-de-obra e dos processos construtivos tornam-se ainda mais necessários para que o setor atenda as exigências do cenário atual” Lourensini (2017, p. 15).

A utilização da fachada pré-moldada supre essas necessidades da construção civil apontadas por Lourensini. Isso ocorre devido ao fato de haver um controle maior de todas as etapas e uma mão de obra qualificada para esse serviço. O monitoramento especializado ocorre desde a fabricação dos painéis na fábrica até a montagem na obra. Esse método construtivo reduz etapas de produção, o que resulta na diminuição do tempo de obra, e, conseqüentemente no custo da mesma.

Para Guerrin e Lavaur (2002) há uma série de vantagens na utilização do painel pré-moldado além da redução do tempo de construção e qualificação da mão de obra. Dentre elas é possível citar: economia de formas, fácil adensamento do concreto e um ambiente de cura adequado quando

comparados à uma estrutura moldada in loco; Painéis com boa qualidade superficial e padronizados. Ademais, os atrasos em obra se tornam menores, pois a confecção dos painéis pode ser feita antes da finalização da estrutura.

Doniak (2003) também estuda algumas vantagens do painel pré-moldado, dentre elas estão: redução da logística do canteiro de obras; O tempo de elaboração do projeto é maior que o de execução, o que proporciona bons resultados entre projeto, execução e montagem. Por esse tempo de elaboração ser maior, é possível realizar estudos para prevenir gastos desnecessários e otimizar recursos. Um exemplo disso é o planejamento prévio da utilização de guas para o içamento, por se tratar de um equipamento de alto valor.

O desenvolvimento desse trabalho é justificado pela necessidade de otimização constante da construção civil, com a diminuição da geração de resíduos e desperdícios, com qualidade técnica nos serviços e utilização de mão de obra qualificada, e em um tempo de execução menor.

O objetivo do trabalho foi comparar o uso de fachada pré-moldada em relação à alvenaria convencional nos quesitos: Viabilidade técnica, Viabilidade Econômica e Processo Construtivo. Como objetivos secundários, pretendeu-se comparar a qualidade do resultado final, analisar se as características técnicas atendiam às normas e analisar questões relativas à segurança do colaborador durante a execução.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Para este estudo, considerou-se nesse tópico da revisão da literatura o que havia de estudos relacionados aos nossos objetivos específicos, visto que, são esses pontos que desenvolveremos no trabalho. Portanto, esse capítulo contém o que já foi estudado até o presente momento em relação à comparação da fachada pré-moldada de concreto e a alvenaria convencional, diretamente ligados à qualidade final do produto, desempenho técnico, viabilidade econômica e segurança do colaborador na execução dos serviços.

### **2.1 QUALIDADE DO RESULTADO FINAL**

O aumento da eficiência dos processos de produção interfere diretamente na qualidade do produto final e, isso, é fruto de uma globalização, a qual, de uma forma ou outra, influi para o avanço constante da tecnologia, de forma geral.

Na área da construção civil, um dos principais fatores que influenciam na qualidade do resultado final é o baixo controle da própria qualidade ao longo de toda execução construtiva. Há muita relação, também, ao fato de que “A construção civil tem sido considerada uma indústria atrasada quando comparada a outros ramos industriais”, como cita El Debs (2017, p. 17).

Tendo em vista tudo o que foi dito anteriormente, é de extrema importância a criação de novas ou apenas seguimento de normas técnicas objetivando a qualidade do edifício e a sua padronização executiva.

Para as fachadas pré-moldadas, “[...] a falta de uniformidade dos projetos das fachadas dificulta a adoção de sistemas modulares.”, segundo Oliveira (2002, p. 105), e tal dificuldade pode ser suprida através de análises na tentativa de aumentar a padronização e, também, com intuito de requintar os acabamentos; o que resulta, dentre alguns pontos, a qualidade estética e final.

Mais além, a quantidade de mão de obra para execução é fator determinante de uma grande e boa qualidade final e, isso, para ambos os processos construtivos, tanto pré-moldados quanto alvenaria estrutural, principalmente. Para esta última, deve-se ser levado muito em consideração, também, o tempo de construção e, quando juntos esses dois fatores, mão de obra e prazo, tornar a combinação ideal uma vez que a execução da alvenaria convencional demanda qualificação a fim de evitar erros construtivos, como diz Schmidt (2019, p. 74), mitigando, também, retrabalhos e atrasos. Tudo isso pode ser resumido, de mesmo modo, com uma afirmação de Mohamad et al. (2015, p.40) em que “[...] a especificação de diretrizes técnicas para a execução dos projetos é fundamental para a obtenção da qualidade final da edificação e a otimização dos recursos físicos, financeiros e materiais empregados em sua produção”.

Portanto, independentemente do modo construtivo de fachadas, seja ele pré-moldado ou convencional, para garantia da qualidade final, além de tudo mencionado acima, é necessário manter o parâmetro de qualidade dos materiais e equipamentos utilizados, uma vez que a resistência e durabilidade também estão relacionadas a excelência.

## 2.2 DESEMPENHO TÉCNICO

A norma de Desempenho técnico da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tem como objetivo garantir que as obras tenham um critério mínimo de qualidade e segurança, não apresentando risco aos usuários. A Norma NBR 15.575:2013, é a responsável pelo quesito térmico, lumínico e acústico.

No quesito acústico, a norma determina que o desempenho deve ser mínimo nos sistemas de vedação externa, nas áreas comuns e privativas, para que os valores estabelecidos na NBR 10.152:2017 sejam atingidos.

Os valores inferiores representam o nível sonoro para conforto e os valores superiores representam o nível aceitável para a finalidade. Já os níveis superiores aos estabelecidos na tabela, são considerados de desconforto.

O conforto térmico pode variar de acordo com a umidade do ar, entrada de ventilação e isolamento térmico. A norma que diz respeito é a NBR 15.220.

O desempenho lumínico deve atender os níveis de iluminância para iluminação natural e artificial.

### 2.2.1 DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO EM FACHADA PRÉ-MOLDADA

Uma etapa muito importante para o desempenho térmico e acústico é a escolha do concreto que vai ser usado no painel. O concreto celular, comparado ao convencional, é uma boa opção segundo Baltokoski (2015), por possuir uma trabalhabilidade alta, uma boa fluidez e que por razão da incorporação de bolhas de ar no concreto, ajuda no isolamento.

A estrutura apresentará diferentes comportamentos térmicos de acordo com determinada temperatura e variação da ventilação, orientação solar, características dos materiais, métodos construtivos e acabamento superficial.

Materiais mais densos, possuem uma maior capacidade térmica, o que gera maior conforto aos usuários do edifício. As espessuras e o tipo de material da camada de concreto influenciam diretamente nas características térmicas.

Uma das opções para o isolamento térmico da fachada pré-fabricada é o painel conhecido como “sanduíche”. Nesse tipo, o isolamento é inserido no meio do painel de concreto. A espessura varia se for painel portante ou não portante, podendo ser entre 70 a 90mm para camada interna e 120 a 160mm para a camada externa respectivamente.

O isolamento acústico diz respeito a capacidade que um material tem em refletir a onda de propagação, impedindo de atravessá-lo. Da mesma forma que materiais mais densos são melhores para o isolamento térmico, para o acústico também, por possuir menores volumes de vazios.

### 2.3 VIABILIDADE ECONÔMICA

Em virtude da situação atual em que se encontra o planeta, o desperdício de materiais passou a ser algo muito levado em conta na Construção Civil, não só com olhar econômico, mas com uma nova visão sustentável. Conforme citado por Almeida (2010, p.16), “[...] eliminação de resíduos de um canteiro de obras tem o custo estimado de 1% a 8% do total da obra [...]”, e a alvenaria convencional gera mais custos com entulho do que o pré-moldado (Silva, 2011). Com isso, o implemento de processos racionalizados nas obras, tende a diminuir o desperdício de materiais, incentivar o uso racional dos mesmos e diminuir o investimento, aumentando assim, o lucro (Almeida, 2010). Por isso, os painéis pré-moldados de concreto passaram a ser algo frequentemente adotado para obras de edifícios de múltiplos pavimentos.

Considerando a aplicabilidade dos painéis pré-moldados e visando a viabilidade econômica do empreendimento, não tem como não citar a redução de custos da edificação, o aumento do valor comercial ao produto final e a redução das etapas de produção, o que vem a ser um dos maiores atrativos desse método (Almeida, 2010). Além disso, há um impacto grande na diminuição dos custos

quando há padronização das fôrmas utilizadas para moldar os painéis (Silva, 2003), algo viável em obras que saem do papel bem estruturadas.

Quando comparados à alvenaria convencional, utilizada em sua grande maioria nas fachadas das obras de edifícios, pode-se observar que a mesma se destaca na garantia de vantagens acústicas e térmicas, por exemplo, enquanto o painel possui o tempo de execução menor e ambos, quando comparados financeiramente, apresentam uma diferença de 3% no custo final, desconsiderando a diferença de tempo de entrega e gastos com despesas indiretas da obra (Schmidt, 2019). Portanto, fica claro que é necessário analisar separadamente a necessidade do cliente.

## 2.4 SEGURANÇA DO COLABORADOR DURANTE A EXECUÇÃO

Segundo a Associação Nacional de Medicina do Trabalho, a construção civil é um dos segmentos que registra maior número de acidentes de trabalho no Brasil. Isso decorre da falta de treinamento e de equipamentos de proteção individual e coletiva fornecidos ao trabalhador.

Para reduzir os riscos e acidentes de trabalho nesse segmento, existem uma série de regras a serem seguidas que estão dispostas na Norma Reguladora 18 (NR-18). Essa norma abrange todas as obrigações do empregador perante à segurança do trabalhador, desde o fornecimento de equipamentos de proteção individual (EPI) e coletivos (EPC) até treinamentos periódicos.

A utilização de painéis na fachada pré-moldada exige mão de obra especializada no serviço, tanto na execução do painel quanto na sua instalação. Isso ocorre devido a complexidade das etapas desses serviços e pela realização de trabalho em alturas, que exige treinamento do trabalhador pela Norma Reguladora 35 (NR 35). Para a instalação desses painéis é necessário o uso de equipamentos como guindastes para o içamento das peças.

Segundo Lourensini (2017, p. 23), a vantagem da utilização desse método construtivo para a segurança dos funcionários é que a instalação dos painéis deve ser feita por pessoas treinadas, geralmente da própria empresa que produziu o painel. Esse fator reduz a quantidade de mão de obra sem treinamento no canteiro de obras, o que diminui a quantidade de acidentes durante a construção.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 FACHADA COM ALVENARIA CONVENCIONAL

Na alvenaria convencional, as paredes são classificadas como não-portantes, pelo fato de que, neste método construtivo, a estrutura de pilares, vigas e lajes absorvem todos os esforços, transmitindo-os para a fundação. Logo, a finalidade da parede de alvenaria é, apenas, vedar o ambiente das ações externas e o isolar acústica, lumínica e termicamente, por conseguinte, a denominação alvenaria de vedação. Atualmente, para a execução da mesma, o uso de blocos de concreto é mais comum quando comparado ao uso dos blocos cerâmicos.

As alvenarias são moduladas, ou seja, paginadas de acordo com a extensão e encontro de paredes que houver na mesma, conseguindo, assim, enquadrar os blocos em determinado espaço e, também, a fim de evitar ao máximo a quebra destes. Ademais, existem alguns tipos de juntas na alvenaria entre as fiadas, o que, por consequência, tornam as modulações distintas.

A mais recomendada e utilizada, dentre as exemplificadas, é a junta do tipo amarração, uma vez que esta auxilia em um travamento maior dos blocos, tornando a parede mais resistente.

Para a execução de uma modulação correta e com menos desperdício, é essencial que o bloco encaixe na dimensão da parede, como citado anteriormente, sem que haja a necessidade de quebras ou enchimentos. Deste modo, na construção civil, existem diversos blocos com espessuras e comprimentos diferentes, como, por exemplo, bloco inteiro, meio bloco, compensadores e até mesmo blocos especiais para encontro de paredes em ‘T’.

Para o assentamento dos blocos de concreto, usa-se argamassa, composta, usualmente, por cimento, cal e areia, quando realizada a mistura no próprio canteiro de obras, ou a industrializada, composta por cimento, agregados minerais com granulometria controlada e aditivos químicos. Esta, visa distribuir uniformemente as cargas atuantes por toda área resistente dos característicos blocos, muito disso, em decorrência da presença da cal ou aditivos químicos, uma vez que estes podem colaborar positivamente em casos de recalques ou movimentação da alvenaria.

A construção da parede de alvenaria é dividida e efetuada em três etapas, de acordo com Tauil e Nese (2010):

#### 1ª Etapa - Marcação:

Após verificar a modulação e o tipo de junta, detalhada no projeto arquitetônico, executa-se a primeira fiada da alvenaria, que auxilia como base para a elevação total da parede pretendida. Para que isso ocorra de maneira exata, antes do assentamento é imprescindível verificar se o local está limpo e molhado.

Como a alvenaria deve estar sempre nivelada e aprumada, na primeira fiada a espessura da argamassa de assentamento normalmente é maior, dado que devem ser corrigidas as irregularidades do piso para acertar o nível e, assim, iniciar a fiada de maneira precisa.

Posterior ao assentamento, todos os blocos devem estar conferidos quanto: ao alinhamento, prumo e nível. Esta conferência é exercida com as respectivas ferramentas de aferição: régua, linha de prumo e nível de bolha.

#### 2ª Etapa - Elevação:

A elevação inicia-se pelas extremidades das fiadas, em razão de servir como base para o alinhamento da fiada inteira, sendo este garantido por uma linha guia. A partir deste momento, para o controle da altura das fiadas, é utilizada uma ferramenta denominada escantilhão, composta por



uma haste metálica, apoiada no piso, com as alturas das respectivas fiadas previamente marcadas. Em seguida, o restante é preenchido, fiada por fiada.

Durante o assentamento dos blocos, a argamassa deve ser arranjada por bisnagas sobre a fiada inferior e na face lateral do bloco.

### 3ª Etapa - Encunhamento:

É a ligação entre a última fiada da elevação da alvenaria com a estrutura de concreto armado do pavimento superior, ou seja, uma laje ou viga. Existem uma série de técnicas de encunhamento, mas as mais utilizadas são: tijolos comuns assentados inclinados, cunhas pré-moldadas de concreto, ou argamassas expansivas.

O modo correto de efetuar o encunhamento, é inicia-lo após a conclusão da estrutura da obra, com a superfície totalmente limpa, para melhor aderência do material escolhido, e de cima para baixo, a fim de evitar esforços fora do previsto na alvenaria de vedação, com intervalos entre os pavimentos, propiciando, assim, tempo para a estrutura se deformar.

Para ter embasamento sobre o desempenho técnico, é essencial definir o tipo de bloco, cerâmico ou de concreto, a espessura e acabamento que serão utilizados na execução da alvenaria, uma vez que todos estes retêm influência diretamente na capacidade térmica e acústica da fachada, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Valores de resistência médios de acordo com o método construtivo.

<b>Tipo de parede</b>	<b>Largura do bloco/ tijolo</b>	<b>Revestimento</b>	<b>Massa aproximada</b>	<b>Rw (dBA)</b>
Blocos vazados de concreto	9 cm	Argamassa 1,5 cm em cada face	180 kg/m <sup>2</sup>	41
	11,5 cm		210 kg/m <sup>2</sup>	42
	14 cm		230 kg/m <sup>2</sup>	45
Blocos vazados de cerâmica	9 cm	Argamassa 1,5 cm em cada face	120 kg/m <sup>2</sup>	38
	11,5 cm		150 kg/m <sup>2</sup>	40
	14 cm		180 kg/m <sup>2</sup>	42
Tijolos maiços do barro cozido	11 cm	Argamassa 2 cm em cada face	260 kg/m <sup>2</sup>	45
	15 cm		320 kg/m <sup>2</sup>	47
	11 x 11 cm		450 kg/m <sup>2</sup>	52
Paredes maciças de concreto armado	5 cm	Sem revestimento	120 kg/m <sup>2</sup>	38
	10 cm		240 kg/m <sup>2</sup>	45
	12 cm		200 kg/m <sup>2</sup>	47
Drywall	2 chapas + lã de vidro	Sem revestimento	22 kg/m <sup>2</sup>	41
	4 chapas		44 kg/m <sup>2</sup>	45
	2 chapas + lã de vidro		46 kg/m <sup>2</sup>	49

Fonte: Thomaz 2013

### 3.1.1 REVESTIMENTO E ACABAMENTO

Ercio Thomaz (2020, p. 10) recomenda que os serviços referentes ao revestimento da fachada convencional se iniciem somente 28 dias após o término total da estrutura. Para a execução do mesmo, é essencial a instalação do balancim, nome designado, na construção civil, à uma estrutura suspensa por cabos de aço, ou, também, tecnicamente conhecido como Andaime suspenso, permitindo, assim, o acesso às fachadas, proporcionando o acabamento completo ou até mesmo pequenos reparos.

Ao que diz respeito a instalação e uso do equipamento, este deve estar de acordo com as Normas Regulamentadoras no Ministério do Trabalho, a NR 18, que trata sobre a segurança no canteiro de obras, e a NR 35, referente ao trabalho em alturas, as quais têm de ser devidamente atendidas.

O primeiro passo, segundo Ercio Thomas (2020, p.16), para o andamento do revestimento é a limpeza da fachada, executada com o auxílio de uma lixadeira mecânica de disco de desbaste ou escovação a seco, a qual objetiva deixar uma superfície sem irregularidades, como rebarbas de concreto. Assim, quando o emboço for aplicado, não existirão espessuras muito elevadas e o uso abundante de material para corrigir imperfeições.

Em seguida, é realizada a justaposição do chapisco na alvenaria e, antes da aplicação do mesmo, é necessário garantir que a superfície a ser chapiscada esteja umedecida, garantindo, assim, uma melhor aderência do material.

Este, pode ser preparado na própria obra, consistindo em uma mistura homogênea de cimento e areia, no traço 1:3, ou industrializado, mistura também uniforme, composta por cimento e agregados minerais com granulometria controlada.

É função do chapisco proporcionar uma superfície rugosa para melhor aderência entre emboço e alvenaria/estrutura. No caso das alvenarias de bloco de concreto e tijolo baiano, não é de extrema importância o preenchimento total com chapisco, dado que esses materiais já têm uma certa rugosidade e porosidade. Em contra partida, nas superfícies mais lisas, como é o caso das vigas e pilares da estrutura em concreto, é necessário o preenchimento integral da superfície para, assim, causar uma maior irregularidade na mesma.

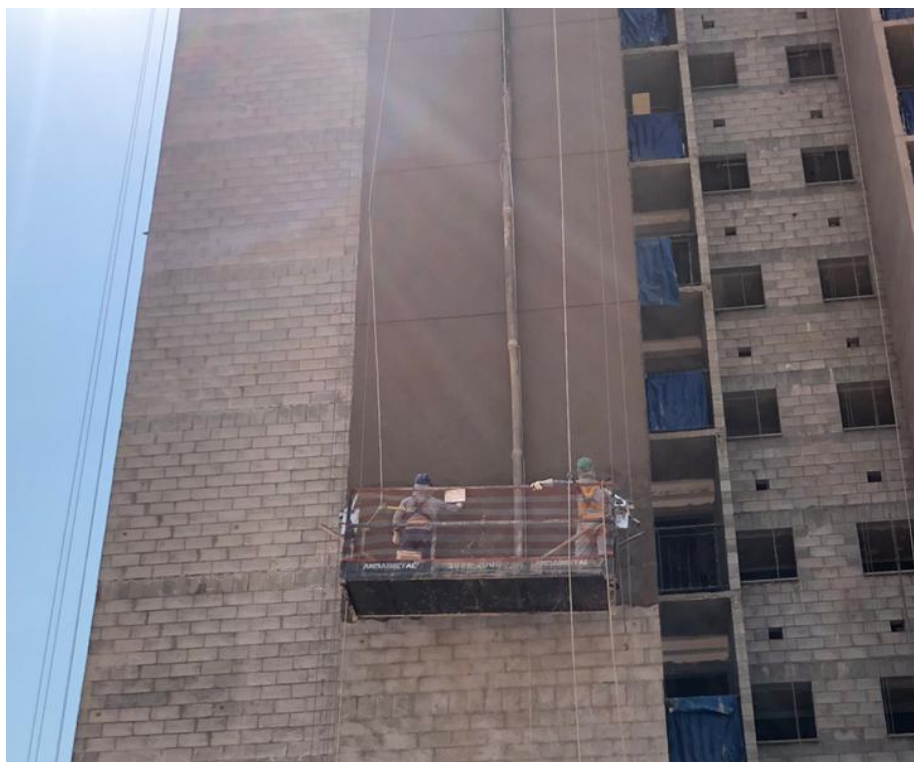
Assim que aplicado em toda a superfície, o segundo passo, de acordo com Ercio (2020), é a fixação das telas de aço entre as lajes dos pavimentos e nos cantos inferiores das janelas. Essas telas são locadas onde há o risco de ocorrer fissuras futuramente, com a finalidade de reforçar tal estrutura e proporcionar melhor ligação com a próxima camada, o emboço, mais detalhado em breve.

O emboço, que consiste no terceiro passo, de acordo com Ercio (2020), tem o propósito de regularizar e vedar a superfície, protegendo, desta maneira, contra agentes agressivos externos. As argamassas para esse tipo de revestimento superficial, podem ser industrializadas ou preparadas no canteiro, através de traços e adição de aglomerantes, agregados e aditivos previamente estudados.

Caso seja industrializado, a norma ABNT NBR 13.281/2005 traz, por meio de tabelas, a classificação das argamassas de acordo com as características e requisitos de resistências e outras propriedades particulares desta.

Para execução do emboço, é necessário certificar-se de que este tenha prumo, regularidade, posição correta dos frisos de fachada, arestamento de quinas e vãos de janelas, entre outros.

Figura 1 – Execução do Emboço



Fonte: Acervo Próprio

Segundo Thomaz (2020, p. 13), em fachadas com revestimento de argamassa, faz-se necessário a abertura de frisos horizontais e verticais. Estes, por vez, têm o objetivo de aliviar as tensões causadas pela retração de secagem da argamassa de revestimento, deformações da estrutura e movimentações higrótérmicas.

Os frisos técnicos são feitos onde foram fixadas as telas de aço, com exceção dos cantos das janelas, ou seja, somente entre as lajes dos pavimentos, e para a execução destes, são utilizados rasgadores apropriados para retirar a argamassa, como cita Ercio (2020, p.13) “Após rigorosa marcação da posição dos frisos horizontais e verticais, a argamassa recém desempenada deverá ser removida com rasgador apropriado, sendo em seguida compactada com duas ou três passagens do frisador.”. A espessura e formato destes variam conforme projeto.

Previamente à pintura da fachada, é imprescindível a realização da impermeabilização desses frisos, para que não haja nenhum problema de infiltração de água futuramente.

Todos os vãos de janelas precisam ser requadrados na fachada convencional, para que se torne possível o encaixe do caixilho futuramente. Para tal, é recomendado fazer o uso de gabaritos industrializados, pois a assertividade do serviço será maior.

O peitoril das janelas é comumente de alguma rocha, mais usualmente, o granito ou ardósia, e, com intenção de que não haja o escoamento de água na fachada, este possui um ressalto ou uma ranhura, popularmente chamado de pingadeira. Há, ainda, alguns gabaritos que já portam a moldagem do peitoril com pingadeira, sendo necessário apenas preenchê-lo com argamassa de resistência definida em projeto.

A pintura deve ser iniciada somente quando o emboço estiver seco e curado, o que ocorre em, no mínimo, 28 dias e esta não pode ser executada se houver algum serviço simultâneo do qual gere poeira, por isso, deve ser um dos últimos trabalhos a serem iniciados. Ademais, é necessário, também, ter cautela quanto ao clima, em razão de não poder ser desempenhada na chuva ou na presença de muito vento.

De acordo com Thomaz (2020, p. 19), para dar início ao serviço, além do que foi descrito acima, a superfície precisa estar coesa, limpa, seca, sem poeira, gordura ou formação de bolor. O autor também recomenda aplicar uma demão de selador acrílico na fachada inteira, e explica, ainda, que “A prévia aplicação do selador acrílico tem a função de corrigir a alcalinidade da base, regularizá-la higroscopicamente (retração ou expansão da argamassa em relação a temperatura e a água), prover maior coesão à base e propiciar economia de tinta” (THOMAZ, 2020, p. 21).

Por fim, após a camada de selador, aplica-se a textura, a qual é sobreposta em apenas uma demão, e, finalmente, a tinta de acabamento, onde serão utilizadas mais de uma demão, e devem ser aplicadas sempre que a demão anterior estiver totalmente seca.

### 3.2 FACHADA PRÉ MOLDADA

Inicialmente, o desenvolvimento do projeto deve atender exclusivamente as necessidades do cliente, com finalidade de entregar o melhor produto e promover o maior conforto para o mesmo. Na obra em estudo, todas as disciplinas de projetos, as quais incluem estrutura, fundação, hidráulica, elétrica e alvenaria, estavam compatibilizadas quando se optou por alterar a execução da fachada convencional pelos painéis pré-moldados de concreto. Isso acarretou algumas dificuldades no andamento geral da obra, mas, também, possibilitou diversas vantagens, as quais serão citadas no decorrer.

Em consequência da decisão pela troca de fachada ter sido tomada após o início da execução da obra, houve necessidade de algumas adaptações de projeto, entre essas, na parte estrutural, uma vez que era imprescindível garantir que a troca da carga de alvenaria da fachada convencional pelos painéis de concreto fossem resistidas pela estrutura já projetada. Entre algumas alterações, as mais

significativas na estrutura foi em relação ao aumento do fck do concreto na torre, medida tomada apenas por precaução, dado que o cálculo para as cargas na estrutura, comparando alvenaria convencional e revestimentos com a fachada pré-moldada de concreto, não apresentavam diferenças significativas, e quanto ao reforço na laje, medida de extrema importância, uma vez que esta iria receber uma carreta com diversos painéis de, em torno, duas toneladas cada um.

A execução da fachada pré-moldada, na obra, começa com a fixação dos inserts na armação, feito antes da concretagem da laje, para que, esta, logo após ser concretada, firme as peças e os painéis fiquem locados exatamente na posição correta, posteriormente à colocação do mesmo.

Segundo o manual técnico da Stamp (2005), os inserts variam em sua funcionalidade, entre contraventamento e gravidade. Também possuem diferentes tamanhos e locais de fixação, este podendo ser na parte estrutural, ou seja, laje, viga e pilar, na ligação, presente nas cantoneiras, porcas e arruelas, ou nos próprios painéis. Em todos os casos, são usados aço cortem (SAC3000), escolhido por conta do processo de oxidação superficial inicialmente após exposto ao ambiente e pela longa durabilidade.

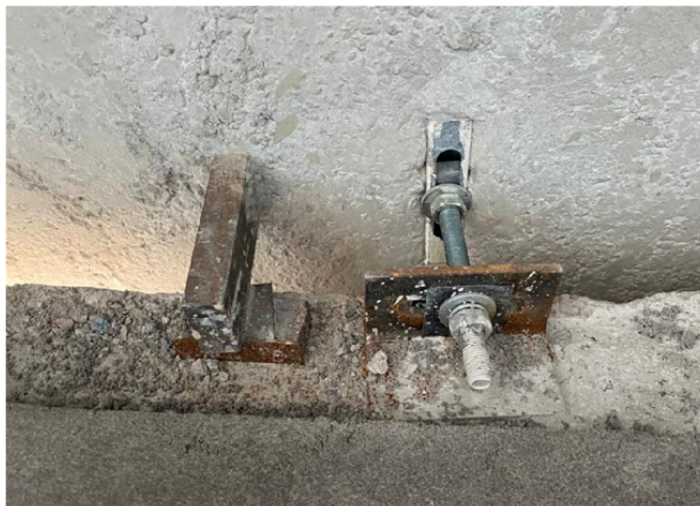
Tudo isso é usualmente chamado de “sistema” para a fixação dos painéis e, em números, totalizam cerca de 120, os quais variam entre parafusos, gravidade e solda, conectando, assim, os inserts da laje com os do painel. Todo o processo ocorre seguindo um projeto específico desenvolvido pela empresa responsável pela fabricação dos painéis.

Figura 2 – Exemplo de sistema (solda)



Fonte: Acervo próprio.

Figura 3 – Exemplo de sistema (parafuso/gravidade)



Fonte: Acervo próprio.

Vale ressaltar que, na obra analisada, para a instalação dos painéis era necessário ter, no mínimo, três andares liberados para trabalho simultâneo, uma vez que as peças podem abranger mais de um pavimento, ou seja, quando a estrutura estava sendo concretada no 8º pavimento, iniciou-se às instalações dos painéis no 2º, 3º e 4º pavimentos e assim sucessivamente, sendo necessário que, tanto o andar superior quanto o inferior estivessem adequados para a instalação.

Durante o planejamento do cronograma da fachada, previamente ao início das instalações, de fato, foi considerada a execução de um pavimento por semana, levando em conta cinco dias trabalhados, ou seja, 12 painéis por dia, resultando em 60 na semana. Isso gerou uma meta diária, a qual foi monitorada diariamente com o intuito de acompanhar a produção e cumprir com o planejado.

A produção dos painéis, realizada na fábrica, é dividida em duas etapas, segundo DE OLIVEIRA, *et al.* (2016, p.22). A primeira consiste na concretagem por meio de concreto arquitetônico, normalmente já acabado com a cor e textura final do produto, essas que variam de acordo com o projeto desenvolvido, assim como os tamanhos e as espessuras. A segunda é a concretagem em concreto armado, na qual há função estrutural. Todo concreto utilizado é produzido dentro da própria fábrica e sempre são extraídos corpos de prova para verificar a resistência à compressão como parte do controle de qualidade.

Para que se torne possível a instalação dos painéis, são usados três aparelhos, conhecidos como talha, que auxilia na movimentação vertical do painel, tirfor, para a movimentação horizontal, e grua, que deve aguentar a carga do painel até o mais pesado, além de atender todo o perímetro da torre. Na obra em questão foi necessária uma grua especial, com flecha de 23 metros e capacidade de 4 toneladas.

Pós locação dos painéis, para vedação e fechamento das juntas, entre eles, são utilizados, necessariamente, materiais flexíveis, como tarucel e silicone, visto que as placas de concreto

trabalham consideravelmente com o passar do tempo e mudanças climáticas também afetam na trabalhabilidade deste, conforme DE OLIVEIRA, *et al.* (2016, p.31).

Outro ponto importante para ser mencionado, é a compartimentação dos ambientes, necessária para a aprovação do AVCB (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros). De acordo com a NBR 14432:2001 devemos atender um tempo mínimo de 120 minutos de resistência ao fogo em edifícios residenciais com mais de 80 metros de altura, e os ambientes devem ser compartimentados para, assim, o fogo não se propagar. Isso pode ser obtido através da aplicação de lã de rocha e um selante anti-fogo para juntas CFS-SP WB vermelho.

Um ponto notório que viabilizou a obra foi quanto a questão da redução de prazos, visto que, segundo DE OLIVEIRA, *et al.* (2016, p.18), o fechamento do anel da fachada de um pavimento libera completamente a entrada dos serviços de acabamento e, este, ocorre em um período menor do que em uma obra convencional. Isso diminui o gasto com despesas indiretas em aproximadamente três meses e aumenta a produtividade geral, porém, deve ser estudado previamente, uma vez que o desembolso mensal é maior comparado com obras tradicionais e o macrofluxo também se torna distinto.

Segundo procedimento observado *in loco*, outra questão a ser pontuada é quanto ao desperdício de material ou produção de resíduos na obra quando são utilizados os PPMC (Painéis Pré-Moldados de Concreto), uma vez que, como os painéis já chegam acabados e prontos para instalação, não há necessidade de pintura, textura, revestimentos ou qualquer outro serviço que projeta o material na torre sobre agentes externos. Após instalado, o painel apenas recebe o silicone de vedação, como citado anteriormente, e possíveis reparos que precisam ser feitos. Antes da entrega da obra, é necessário fazer uma lavagem dos painéis, pois possibilita a redução de até 50% da quantidade de resíduos gerados.

Por fim, os painéis recebem os caixilhos imediatamente após a instalação e há a opção de entrega com o contramarco chumbado diretamente no(s) painel(éis), possibilitando a fixação logo em seguida. Durante a realização da obra analisada, foi estudado sobre o caixilho já ser previamente fixado no painel, na própria fábrica.



Figura 4 – Instalação do painel com caixilho previamente fixado



Fonte: Acervo próprio.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 VIABILIDADE TÉCNICA

Quando comparado o desempenho acústico entre os dois métodos construtivos, ambos conseguem atender os pré-requisitos da NBR 10.152:2017. Os painéis por si só já garantem a acústica devido à espessura de concreto dos mesmos, enquanto na alvenaria convencional, os blocos são revestidos dos dois lados e podem ser preenchidos com isolantes acústicos quando necessário.

Em relação ao desempenho térmico, os dois métodos contam com o mesmo material, o concreto, o qual apresenta propriedades térmicas. Quanto ao lumínico, a comparação independe do método construtivo e sim da incidência de luz nas dependências.

### 4.2 VIABILIDADE ECONÔMICA

Com base na obra estudada, o principal fator que influenciou na escolha do método construtivo foi a redução de 3 meses no término da obra e, conseqüentemente, a redução dos custos com despesas indiretas, entre elas, remuneração dos colaboradores, aluguéis de máquinas e ferramentas e gastos com o canteiro.

Em contrapartida, a fachada pré-moldada de concreto possui gastos mais elevados com projetos por ser um método mais específico. Além disso, também é necessária a realização de ensaios exclusivos para os painéis e, por ser um método menos utilizado do que a convencional, existem poucos laboratórios certificados para realizá-los. Da mesma forma, de acordo com a NBR 14432:2001, na fachada pré-moldada deve ser considerada a realização de compartimentação dos andares, algo que não precisa ser feito na convencional.

A grua, equipamento essencial para a colocação dos painéis, apresenta uma porcentagem significativa de custo para a obra. Em relação aos métodos construtivos, na fachada pré-moldada há



um aumento no valor do aluguel devido à capacidade de carga ser maior, por conta dos painéis, do que as guias utilizadas em obras convencionais. Porém, o tempo de permanência do equipamento na obra diminui tanto quanto a redução de prazo.

Por outro lado, a fachada convencional apresenta custos elevados com materiais de revestimento interno e externo, no descarte e desperdício dos mesmos. Além do mais, há um gasto maior com proteções coletivas, entre elas, bandeja secundária, tela fachadeira e maior tempo de uso de proteções periféricas.

#### 4.3 PROCESSO CONSTRUTIVO

Em relação à qualidade final do produto, os PPMC são industrializados, sendo assim, excluem a possibilidade de erro humano na hora da execução, o que não é garantido na convencional. Além disso, nos PPMC não há gastos relativos com retrabalho, e os mesmos geram menos patologias na obra, portanto, reduzem o custo de manutenção, o que está diretamente relacionado com o custo final. Ambos os métodos, na obra estudada, atendem às normas de desempenho.

Ao que diz respeito à segurança dos colaboradores, na obra em questão, foi realizado um estudo comparando os dois métodos construtivos e suas respectivas atividades de médio e alto risco. Os resultados apresentaram redução de 39 atividades de alto risco (14,2%) e 49 atividades de médio risco (25,5%) para a fachada pré-moldada, portanto, pode ser considerado um método mais seguro. Ademais, há redução na interferência com os vizinhos na fachada pré-moldada de concreto, visto que é quase nula a projeção de materiais para fora da obra.

A tabela abaixo apresenta a comparação entre os principais tópicos citados anteriormente, com classificação entre 1 e 2 (2 para melhor resultado e 1 para pior resultado), de modo que teremos uma análise final do estudo:

Tabela 2 – Análise comparativa

<b>Tópicos de comparação</b>	<b>Fachada Convencional</b>	<b>Fachada Pré-Moldada</b>
Desempenho acústico	2	2
Desempenho térmico	2	2
Despesas indiretas	1	2
Despesas com projetos	2	1
Equipamentos	2	1
Desperdício de materiais	1	2
Despesas com segurança do trabalho	1	2
Qualidade final	1	2
Custo de manutenção	1	2
Segurança dos colaboradores	1	2
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>18</b>

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho tem como objetivo principal comparar os métodos construtivos entre fachada convencional e pré-moldada de concreto. A fim de atender esse objetivo principal, foram propostos três objetivos específicos: comparar a qualidade do resultado final, analisar se as características técnicas atendem às normas e analisar questões relativas à segurança do colaborador durante a execução.

Com a intenção de facilitar a comparação entre os métodos, os objetivos foram subdivididos em tópicos e atribuídos pesos, analisados na tabela 5. Através da análise dos resultados, conclui-se que a fachada feita com painéis pré-moldados de concreto se destaca em relação à convencional, uma vez que diminui as despesas indiretas, desperdício de materiais, despesas com segurança do trabalho e custo de manutenção, possui melhor qualidade no resultado final e maior segurança aos colaboradores.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Marília Corrêa de. **FACHADAS COM PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS ARQUITETÔNICOS DE CONCRETO (PPAC) E DE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS COM REVESTIMENTO DE PASTILHA: COMPARATIVO DOS PROCESSOS DOS PROCESSOS DE EXECUÇÃO**. 2010. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. São Paulo: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. São Paulo: ABNT, 2001.

BALTOKOSKI, Patrick Luan Cardoso. **COMPARATIVO TÉRMICO E ACÚSTICO ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS, ALVENARIA CONVENCIONAL E PAREDE DE CONCRETO MOLDADA NO LOCAL**. 2015. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2105. Disponível em:

[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6120/1/PB\\_COECI\\_2015\\_2\\_29.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6120/1/PB_COECI_2015_2_29.pdf). Acesso em: 01 abril. 2020.

BORGES, Cayque Sousa. **DIMENSIONAMENTO DE PAINÉIS PRÉMOLDADOS DE CONCRETO AUTOPORTANTE**. 2018. 115 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

Disponível em:

[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/DIMENSIONAMENTO\\_DE\\_PAIN%C3%89IS\\_PR%C3%89-MOLDADOS\\_DE\\_CONCRETO\\_AUTOPORTANTE.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/DIMENSIONAMENTO_DE_PAIN%C3%89IS_PR%C3%89-MOLDADOS_DE_CONCRETO_AUTOPORTANTE.pdf). Acesso em: 4 abr. 2020

CONSTRUÇÃO civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho: ANAMT.

ANAMT. 2019. Disponível em: <https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de->

[trabalho/#:~:text=Um%20dos%20segmentos%20que%20mais,com%20mais%20de%2015%20dias](https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/#:~:text=Um%20dos%20segmentos%20que%20mais,com%20mais%20de%2015%20dias).

. Acesso em: 15 ago. 2020.

DE OLIVEIRA, ALAN VITOR et al. TECNOLOGIA DE PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS ARQUITETÔNICOS DE CONCRETO ARMADO APLICADO EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS.

In: DE OLIVEIRA, ALAN VITOR et al. TECNOLOGIA DE PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS ARQUITETÔNICOS DE CONCRETO ARMADO APLICADO EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS.

Orientador: Professor Dr. Ariston Melo Junior. 2016. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - FACULDADES METROPOLITANAS UNIDAS ESCOLA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO, São Paulo, 2016. p. 37.

DONIAK, Íria Lícia Oliva. O uso de estruturas pré-fabricadas de concreto em edificios altos. Concreto e construções, São Paulo: Ibracon, v. 70, p. 84-89, abr.-jun. 2013.

EL DEBS, K. M. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 2000.

GUERRIN, A.; LAVAUUR, Roger C. Tratado de concreto armado: Estruturas de residências e indústrias, lajes, escadas, balanços, construções diversas. 3. ed. [S.]: Hermus, 2002.

MOHAMAD, Gihad; RIZZARI, Eduardo; SANTOS, Joaquim Cesar dos; KOTHE, Kamila Kappaun. Introdução à alvenaria estrutural, In: MOHAMAD, Gihad(Org.). **Construções em Alvenaria Estrutural: Materiais, projeto e desempenho**. São Paulo: Blucher, 2015.

OLIVEIRA, Luciana Alves de. **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachada de edifícios**. 2002. 191 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04062003-100758/publico/Oliveira2002.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

PAREDES de Alvenaria: Marcação, Amarração e Execução. Disponível em: <https://construfacilrj.com.br/como-levantar-uma-parede/>. Acesso em: 05 set. 2020.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistema construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**, 1989. 336p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

SANTOS, Felipe Soares dos. **Vantagens e desvantagens da alvenaria estrutural**. 2018. 45 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Extrema, Extrema, 2018.

SCHMIDT, Gabriela. **COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCO CERÂMICO E ESTRUTURA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO DE UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL**. 2019. 133 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2019. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6435>. Acesso em: 25 mar. 2020.

SILVA. M. G. Manual da construção em aço: **painéis de vedação**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2003.

SILVA, Paula Juliana Silva da. Alvenaria estrutural e painéis pré-moldados: Estudo comparativo dos sistemas construtivos. 2011. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TAVIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2010. 183 p. Disponível em: <https://www.slideshare.net/mobile/Robimaugusto/alvenaria-estrutural-65380323>. Acesso em: 20 maio 2020

TEITELBAUM, Joal. Tecnologia de painéis arquitetônicos. **Best Home**, Rio Grande do Sul, v. 46, n. 46, p. 30-32, 1 ago. 2015. Trimestral.

THOMAZ, Ercio. **Relatório de fachadas bem viver General Jardim**: recomendações para execução de revestimento das fachadas em argamassa e pintura acrílica texturizada. São Paulo: Ercio Thomaz, 2020. 34 p.