

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização: Produção e Gestão do**  
**Ambiente Construído**

**Júlia Viviane Camêlo Vespasiano**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE**  
**EXECUÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS:**  
**ALVENARIA CONVENCIONAL E CONCRETO PRÉ-**  
**FABRICADO**

**Belo Horizonte,**  
**2019**

**JÚLIA VIVIANE CAMÊLO VESPASIANO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE  
EXECUÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS:  
ALVENARIA CONVENCIONAL E CONCRETO PRÉ-  
FABRICADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído 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: Professor Aldo Giuntini de Magalhães**

**Belo Horizonte,  
2019**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus familiares e amigos que sempre me apoiaram e incentivaram em minha formação pessoal e profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos mestres que me proporcionaram o conhecimento e a vivência em meu processo de formação profissional. Ao meu orientador pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho. E aos meus amigos de classe por compartilharem experiências profissionais que enriqueceram meu conhecimento na área.

*“Se tu o desejas, podes voar, só tens de confiar muito em ti.”*

*(Steve Jobs)*

## RESUMO

A escolha do sistema construtivo de alvenaria convencional é o predominante no Brasil. Muitas pessoas ainda não têm conhecimento dos demais sistemas e acabam não tendo a oportunidade de comparar e buscar um melhor orçamento, ou até mesmo um que enquadre melhor as características do meio. Através de revisões bibliográficas de trabalhos relacionados ao assunto e de estudo de caso envolvendo o emprego de dois sistemas é possível identificar a importância de conhecer outros métodos construtivos, bem como as vantagens e desvantagens de cada um.

**Palavras-chave:** Pré-moldado. Pré-fabricado. Alvenaria. Sistemas construtivos. Construção civil.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1- Corte em painel para identificação de junta de drenagem .....         | 13 |
| Figura 2- Coluna de concreto fixada .....                                       | 14 |
| Figura 3- Colunas e placas fixadas .....  | 14 |
| Figura 4- Bloco cerâmico com furo na horizontal e com furo na vertical .....    | 17 |
| Figura 5- Fluxograma do processo típico da produção de blocos cerâmicos .....   | 19 |
| Figura 6- Produção de Blocos- boquilha de moldagem .....                        | 20 |
| Figura 7- Fixação entre alvenaria e Pilar .....                                 | 21 |
| Figura 8- Equipamentos e ferramentas para auxiliar execução da alvenaria .....  | 22 |
| Figura 9- Coloc. da argamassa, assent. do bloco, confer. de nível e prumo ..... | 22 |
| Figura 10- Projeto para casa de alvenaria convencional .....                    | 24 |
| Figura 11- Casa de alvenaria convencional em execução .....                     | 25 |
| Figura 12- Projeto para casa pré-fabricada de concreto .....                    | 25 |
| Figura 13- Exemplo de casa pré-fabricada de concreto .....                      | 26 |
| Figura 14- Casa pré-fabricada de concreto em execução .....                     | 26 |

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1- Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação ..... | 18 |
| Tabela 2- Resultados dos orçamentos .....                              | 27 |



## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>Introdução</b>                             | 08 |
| <b>Capítulo 1: Pré-fabricados em concreto</b> | 10 |
| 1.1 Modelos de painéis pré-fabricados         | 11 |
| 1.2 Fabricação e execução                     | 12 |
| 1.3 Vantagens e desvantagens                  | 15 |
| <b>Capítulo 2: Blocos cerâmicos</b>           | 17 |
| 2.1 Fabricação                                | 17 |
| 2.2 Execução                                  | 20 |
| 2.3 Vantagens e desvantagens                  | 23 |
| <b>Capítulo 3: Estudo de caso</b>             | 24 |
| <b>Considerações finais</b>                   | 28 |
| <b>Referências Bibliográficas</b>             | 29 |

## INTRODUÇÃO

A realização da casa própria geralmente é um dos maiores sonhos dos seres humanos. Porém, essa conquista demanda muitos custos, principalmente quando não é bem planejada.

O ideal de uma construção é que ela seja acompanhada por profissionais capacitados como engenheiros e arquitetos. É importante que haja uma discussão do projeto, do sistema construtivo e da condição financeira.

Os engenheiros e arquitetos têm a responsabilidade de construir buscando sempre a redução dos custos e para isso, é necessário que eles realizem o planejamento e o orçamento da obra. Sendo assim, é feita a análise técnica e detalhada de todas as etapas executivas do empreendimento, o levantamento dos quantitativos dos insumos e mão de obra e a cotação dos preços unitários.

No Brasil existe basicamente duas maneiras de construir as residências. A primeira, representada pela maioria, são aquelas construídas a partir de suas necessidades pelos próprios moradores e pessoas do convívio, sem projetos e planejamento. Sua execução se dá a partir de materiais comprados de acordo com a condição financeira do momento e não é feito um cronograma para seguir prazos. A segunda, com percentual bem menor que a primeira, são construções planejadas que busca o cumprimento de cada etapa da obra e dos prazos. Além disso, a aquisição dos materiais é feita de forma controlada, conforme projetos específicos de cada área.

Atualmente, o sistema construtivo mais usado é o de alvenaria de vedação que tem facilidade em encontrar mão-de-obra e por ser tradicional nas famílias. Os pré-moldados em concreto já estão no mercado há muito tempo, mas tem uma grande dificuldade de dominá-lo.

Para a escolha do método construtivo levam-se em consideração as vantagens, as desvantagens e a viabilidade econômica. É sempre importante analisar qual se enquadra melhor no ambiente construído e que trará menores

impactos para o meio. Com isso, pretende-se a partir do estudo de caso verificar qual sistema construtivo que melhor se enquadra na construção da casa, levando em consideração o prazo e o custo, fazendo uma investigação comparativa do mesmo empreendimento.

As diretrizes dessa pesquisa se resumem em: referencial teórico que descreve os métodos construtivos; a exposição do projeto da residência em estudo; a apresentação dos orçamentos das empresas para a construção da residência; discussão dos valores dos orçamentos e dos prazos exigidos pelas empresas.

# CAPÍTULO 1

## PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO

Nos anos 50, durante o período de recuperação do pós-guerra e com influência do movimento modernista na arquitetura, foram introduzidos no mercado internacional os painéis pré-fabricados de concreto (SILVA; SILVA, 2004).

Seu auge de utilização havia sido nos anos 60. Depois o emprego de painéis sofre uma redução devido a limitações estéticas. Nos últimos anos, para atender essa necessidade, foram desenvolvidos painéis de concreto arquitetônico que possuem revestimento incorporado. Essa técnica reduz custos diretos e indiretos provenientes de etapas de revestimento e amplia a variedade de soluções arquitetônicas. (SILVA; PEREIRA; LANA *apud* SILVA; SILVA 2004).

Segundo Köhler (2010), a industrialização se consolidou na construção com a introdução intensa de novos sistemas construtivos (pré-fabricados, mecanização e produção em escala) durante a década de 1980.

Oliveira e Sabbatini (2003) classificam as vedações verticais utilizando painéis pré-fabricados de concreto como: de Vedação de fachadas, consideradas pesadas (com densidade superficial superior a  $100\text{kg/m}^2$ ), sem função estrutural, auto-suporte (não possui uma estrutura complementar, pois a vedação se auto-suporta), descontínuo (a absorção dos esforços é feita pelos componentes, sendo eles placas ou painéis) e modular (com juntas aparentes).

O subsistema de vedação vertical é apontado por Silva e Silva (2004) como um dos gargalos tecnológicos da construção, por ser um dos principais subsistemas do empreendimento e por ter significativa influência no seu desempenho final.

De acordo com Acker (2002) “a modulação é um fator econômico muito importante no projeto e construção de edifícios, tanto para o trabalho estrutural como para o acabamento”, e segundo o autor essa característica é marcante no método construtivo com uso de pré-fabricados.

Segundo a ABNT NBR 9062:2006 os elementos pré-fabricados e pré-moldados se diferem nos seguintes aspectos: os pré-moldados são produzidos em condições menos rigorosas, dispensando instalações de controle de qualidade. Já os pré-fabricados são produzidos em condições rigorosas de controle de qualidade devido às exigências que devem ser seguidas de acordo com manuais técnicos.

## 1.1 Modelos de painéis pré-fabricados

Este trabalho dará ênfase para painéis pré-fabricados em concreto, porém, outros métodos construtivos em painéis são: painéis delgados de base cimentícia, painéis de fibrocimento, painéis de cimento-madeira, painéis sanduíches e os painéis de concreto arquitetônico citados anteriormente neste trabalho.

De acordo com Silva e Silva (2004), os painéis de concreto arquitetônico têm como características serem vedações pesadas, com densidade superficial maior que 100kg/m. Seus componentes pré-fabricados podem ser do tipo planos ou com nervuras. No caso de receberem nervuras, estas aumentam suas dimensões sem acréscimo de espessura ou da armadura.

Os painéis delgados de base cimentícia é um sistema de construção a seco (sem utilizar argamassa) onde a alvenaria é formada por uma estrutura rígida composta por perfis. A união das placas cimentícias é feito parafusando uma a outra e o isolamento acústico consiste em utilizar lã de vidro ou de PET entre os painéis juntamente com a tubulação elétrica e hidráulica. Quanto a fixação das placas, pode ser feita usando estrutura de aço (Light Steel Frame) ou em madeira (Wood Frame) (BRICKA *apud* MENDES, 2014).

Os painéis de fibrocimento possuem adições de fibras minerais, vegetais ou sintéticas. Atualmente o amianto não é mais utilizado como opção de fibra natural sendo substituídos por outros materiais como, por exemplo, o polipropileno e a celulose. Outras fibras naturais que podem ser utilizadas são o bambu, o sisal e a fibra de coco (LAMEIRAS *apud* MENDES, 2014).

De acordo com dados da Revista da Madeira de 2003, citados por Mendes (2014), os painéis de cimento madeira possuem partículas ou fibras de madeira como agregado, adicionado ao cimento Portland e a água. Além desses materiais podem ser utilizados aditivos químicos para melhorar suas características como resistência.

Segundo Fernandes (2016), podem ser classificados como painéis sanduíches qualquer painel constituído por duas placas separadas entre si por um material que de forma geral será menos denso que o usado nas placas. Estes podem ter função apenas de vedação ou apresentarem também função estrutural.

Tenório citado por Fernandes (2016) apresenta outros modelos de painéis usados na construção civil: painéis em gesso acartonado, de poliestireno expandido, alveolares extrudados e em concreto celular.

## **1.2 Fabricação e execução**

Quanto à fabricação dos painéis pré-fabricados, sua forma e geometria são definidas em projeto, considerando também aspectos de produção e manuseio. Na fase de projeto é importante procurar alternativas que reduzam o número de painéis e procurem uma maior padronização. Esta padronização possibilita a redução dos custos e aumenta a velocidade de produção, diminuindo os riscos de erros (SILVA; SILVA, 2004).

De acordo com Perreira (2001) os painéis possuem como matéria prima: areia, cimento e brita, podendo apresentar aditivos e pigmentos de acordo com as características necessárias, como cor, absorção de água e durabilidade.

A possibilidade de reaproveitamento da forma tem grande importância devido a sua influencia nos custos de produção. Podem ser usados como material de molde aço, madeira ou poliéster reforçado com fibra de vidro (GRP) (PERREIRA, 2001).

O processo de cura pode ser realizado como cura úmida por no mínimo 7 dias ou cura à vapor, sendo nesse caso realizados ciclos de duração de acordo com o tipo de cimento, tendo em média duração de 14 horas (SILVA *apud* PERREIRA, 2001).

Segundo Perreira (2001), as condições de transporte e manuseio são limitados de acordo com as dimensões e peso dos painéis. Além disso, em geral é mais fácil realizar a padronização baseada na largura do que em relação à altura, devido às diferenças de valores de pé-direito e parapeitos.

Perreira (2001) ressalta que “a maioria dos painéis emprega reforços como enrijecedores horizontais e verticais que transferem a carga para a estrutura principal da edificação.”.

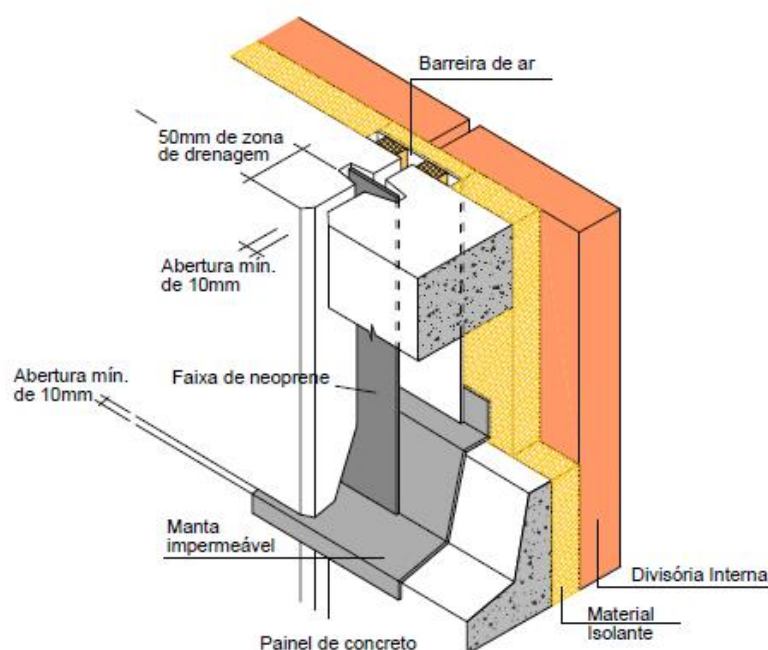
As juntas são elementos importantes no desempenho das edificações, em especial considerando processos construtivos com montagem de componentes pré-fabricados. Sua finalidade é permitir que ocorram expansões e contrações nos elementos de vedação sem que a integridade e estabilidade da edificação sejam

comprometidas. Não devem ser posicionadas juntas no encontro das aberturas de esquadrias (PERREIRA, 2001).

Pode aparecer umidade na face interna dos painéis devido à condensação e/ou penetração de água da chuva. Para facilitar a remoção dessa umidade, os elementos podem ser projetados com tubos de drenagens colocados antes da concretagem (PERREIRA, 2001).

Brookes, citado por Perreira (2001), explica que é possível dispor os drenos de forma a direcioná-los para juntas horizontais dentro dos painéis, conforme podemos identificar na Figura 1.

**Figura 1:** Corte em painel para identificação de junta de drenagem



**Fonte:** Perreira (2001)

Quanto à fixação dos painéis à edificação, de acordo com Silva e Silva (2004), mesmo em construções com estruturas metálicas, é feita preferencialmente fixando os elementos na laje de concreto.

Segundo Perreira (2001), vedações utilizando painéis de concreto são caracterizadas “por acoplamento mecânico, através de solda, por imersão, por parafuso ou encaixe”.

A montagem da casa é bem simples não necessitando de muita mão de obra, visto que o processo predomina em encaixes de peças. Após a realização da fundação, inicia a instalação das colunas de concreto de um em um metro fixando-as em uma profundidade de 60cm, conforme Figura 2.

**Figura 2:** Coluna de concreto fixada



**Fonte:** Menegotti

Após isso, são encaixadas com precisão as placas nas colunas para obter o perfeito isolamento acústico e a estanqueidade, como mostrado na Figura 3.

**Figura 3:** Colunas e placas fixadas



**Fonte:** Menegotti

Em seguida são feitas as instalações, onde a elétrica é conduzida pelo interior das colunas e a hidráulica é recomendada ser aparente, sendo fixada sobre as placas. Quanto às esquadrias, elas têm seus locais definidos em projeto ficando



assim o vão para fixá-las. Já a cobertura, geralmente é feita de telhas respeitando o grau de caimento conforme as normas técnicas.

### **1.3 Vantagens e desvantagens**

Quanto à análise financeira, segundo Legmpelos citado por Fernandes (2016), afirma que algumas construtoras descartam o uso de pré-fabricados por analisar apenas os custos diretos, não considerando áreas como: coordenação, segurança e aquisição de material.

Legmpelos citado por Fernandes (2016) coloca como benefícios de utilizar pré-fabricados:

- Tecnologias aplicadas no pátio fabril;
- Redução de resíduos sólidos;
- Possibilitar uma aceleração das etapas e redução de cronogramas;
- Redução dos custos, de acordo com o preço que for ofertado;
- Maior qualidade do empreendimento final;
- Conferir maior segurança ao ambiente de trabalho;
- Facilidade para realizar treinamento de mão de obra;
- Maior supervisão

Como desvantagens o mesmo autor aponta:

- Inflexibilidade de projeto – esta pode ser visto como desvantagem por não permitir muitas alterações após iniciar a obra, mas também pode ser entendido como vantagem, pois muitos problemas em construções decorrem de mudanças realizadas no projeto.
- Maior gasto inicial devido à compra dos pré-fabricados nos primeiros estágios de trabalhos;
- Necessidade de planejamento de local para armazenar os componentes

Perreira (2001) destaca como vantagens:

- Possibilidade de padronização dos painéis o que leva a reduções de custo;
- Resistência ao fogo, inércia térmica e acústica, boa relação entre resistência e peso próprio;
- Possibilidade de produzir componentes com variedades de dimensões e acabamento;

- Baixa necessidade de manutenção;
- Possibilidade de durante a fabricação incorporar o revestimento;
- Facilidade de encaixe;
- Controle de qualidade.

Já como desvantagens, Perreira (2001) cita:

- Quando há necessidade de usar painéis com diferentes formas o custo é alto;
- Elevado peso, o que pode dificultar o transporte e execução;
- Deficiências de normalização;
- Necessidade de adotar medidas durante fase de projeto e produção para evitar problemas com corrosão e ações de agentes agressivos (que possam manchar os painéis).

Perreira (2001) ressalta a importância do conhecimento sobre as propriedades e características de desempenho dos painéis, aliado com um adequado planejamento, dando a devida atenção a detalhes e especificações de projetos. Esses pontos são necessários para reduzir os riscos que comprometem a qualidade da construção utilizando componentes pré-fabricados.

Segundo Acker (2002), o mercado de produção de pré-fabricados busca atender as demandas da sociedade, entre elas a “economia, eficiência, desempenho técnico, segurança, condições favoráveis de trabalho e de sustentabilidade.”. Comparada a elementos moldados in loco, o processo industrial apresenta maior potencial econômico, melhor desempenho estrutural e durabilidade, devido ao uso de equipamentos cada vez mais modernos e de processos cuidadosamente elaborados.

Acker (2002) aponta o fator adaptabilidade como ponto favorável ao uso de elementos pré-fabricados. De acordo com o autor, há uma tendência de redução de demolições nas construções e aumento da demanda de adaptações as novas necessidades. Deve-se projetar visando possibilitar de forma facilidade essas renovações, ou seja, todos os subsistemas da edificação devem ser elaborados para que possam ser futuramente trocados ou renovados evitando que seja necessário realizar demolições.

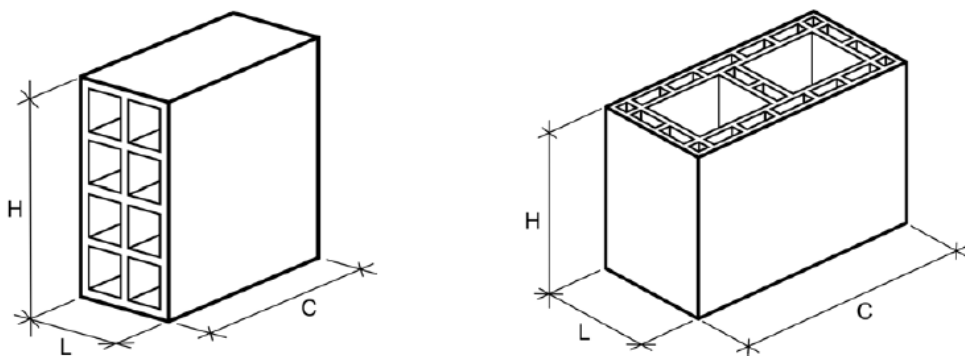
## CAPÍTULO 2

### BLOCOS CERÂMICOS

De acordo com Nascimento (2004), há no Brasil uma cultura bem difundida para o uso da alvenaria tradicional, com blocos cerâmicos, como método construtivo de vedação. Os blocos cerâmicos vazados são fabricados através da queima de argilas, matéria prima facilmente encontrada.

A ABNT NBR 15270-1:2005 define bloco cerâmico de vedação como sendo “componente da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm. “. De acordo com esta norma, eles são produzidos para ser utilizados com furos na horizontal, porém também podem ser produzidos com furos na vertical, conforme Figura 4. Além disso, podem ser empregados tanto em alvenarias externas quanto internas que não tenham função de resistir a cargas verticais adicionais ao peso da própria alvenaria.

**Figura 4:** Bloco cerâmico com furo na horizontal e com furo na vertical



Fonte: ABNT NBR 15270-1 (2005)

Em relação à resistência a compressão ( $f_b$ ), de acordo com a ABNT NBR 15270-1:2005, para blocos cerâmicos com furos na horizontal  $f_b \geq 1,5 \text{ MPa}$ .

#### 2.1 Fabricação

De acordo com a ABNT NBR 15270-1:2005, a fabricação dos blocos cerâmicos de vedação ocorre por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado a elevadas temperaturas. Quanto à forma, devem apresentar geometria de um prisma reto, sendo as dimensões de fabricação apresentadas na Tabela 1.

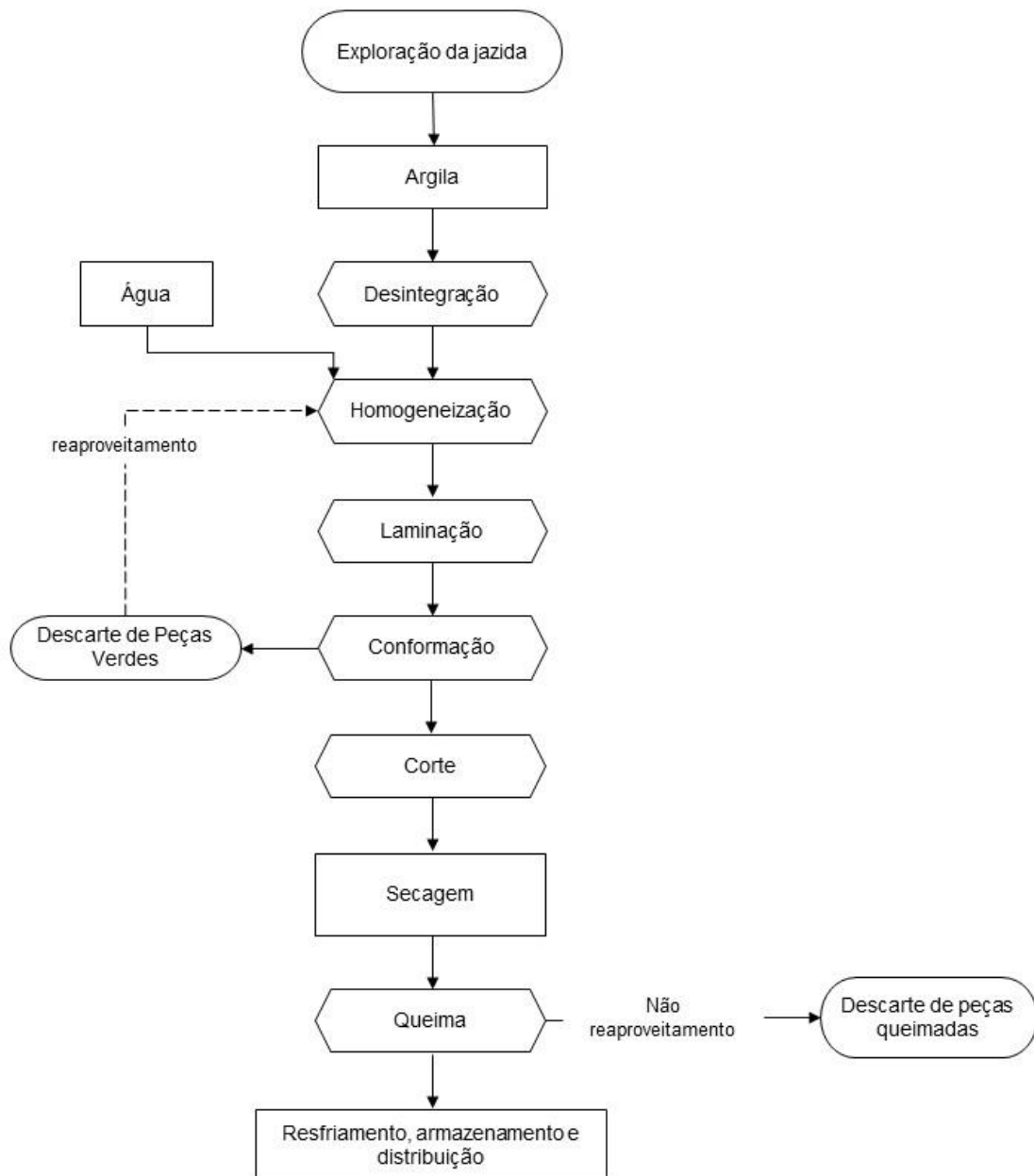
**Tabela 1:** Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação

| Dimensões<br>L x H x C<br>Módulo Dimensional<br>M = 10 cm | Dimensões de fabricação<br>cm |            |                 |           |      |
|---|-------------------------------|------------|-----------------|-----------|------|
|   | Largura (L)                   | Altura (H) | Comprimento (C) |           |      |
|   |                               |            | Bloco principal | 1/2 Bloco |      |
| (1) M x (1) M x (2) M                                     | 9                             | 9          | 19              | 9         |      |
| (1) M x (1) M x (5/2) M                                   |                               |            | 24              | 11,5      |      |
| (1) M x (3/2) M x (2) M                                   |                               |            | 14              | 19        | 9    |
| (1) M x (3/2) M x (5/2) M                                 |                               | 24         |                 | 11,5      |      |
| (1) M x (3/2) M x (3) M                                   |                               | 29         |                 | 14        |      |
| (1) M x (2) M x (2) M                                     |                               | 19         | 19              | 19        | 9    |
| (1) M x (2) M x (5/2) M                                   |                               |            |                 | 24        | 11,5 |
| (1) M x (2) M x (3) M                                     |                               |            |                 | 29        | 14   |
| (1) M x (2) M x (4) M                                     |                               |            |                 | 39        | 19   |
| (5/4) M x (5/4) M x (5/2) M                               | 11,5                          |            |                 | 11,5      | 24   |
| (5/4) M x (3/2) M x (5/2) M                               |                               | 14         | 24              | 11,5      |      |
| (5/4) M x (2) M x (2) M                                   |                               | 19         | 19              | 9         |      |
| (5/4) M x (2) M x (5/2) M                                 |                               |            | 24              | 11,5      |      |
| (5/4) M x (2) M x (3) M                                   |                               |            | 29              | 14        |      |
| (5/4) M x (2) M x (4) M                                   |                               |            | 39              | 19        |      |
| (3/2) M x (2) M x (2) M                                   | 14                            | 19         | 19              | 9         |      |
| (3/2) M x (2) M x (2) M                                   |                               |            | 24              | 11,5      |      |
| (3/2) M x (2) M x (2) M                                   |                               |            | 29              | 14        |      |
| (3/2) M x (2) M x (2) M                                   |                               |            | 39              | 19        |      |
| (2) M x (2) M x (2) M                                     | 19                            | 19         | 19              | 9         |      |
| (2) M x (2) M x (5/2) M                                   |                               |            | 24              | 11,5      |      |
| (2) M x (2) M x (5/2) M                                   |                               |            | 29              | 14        |      |
| (2) M x (2) M x (4) M                                     |                               |            | 39              | 19        |      |
| (5/2) M x (5/2) M x (5/2) M                               | 24                            | 24         | 24              | 11,5      |      |
| (5/2) M x (5/2) M x (3) M                                 |                               |            | 29              | 14        |      |
| (5/2) M x (5/2) M x (4) M                                 |                               |            | 39              | 19        |      |

NOTA: Os blocos com largura de 6,5 cm e altura de 19 cm serão admitidos excepcionalmente, somente em funções secundárias (como em "shafts" ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico

Gouvea (2008) separa o processo de produção do bloco cerâmico em três fases: preparação da matéria-prima, moldagem da massa cerâmica e tratamento térmico. O fluxograma apresentado na Figura 5 demonstra um típico processo de produção.

**Figura 5:** Fluxograma do processo típico da produção de blocos cerâmicos



**Fonte:** Gouvea (2008)

Morais citado por Gouvea (2008) ressalta o método de fabricação de conformação por extrusão como sendo o mais utilizado pela indústria. Nesse método “a massa cerâmica é moldada na forma de uma pasta plástica, porém rígida”.

Após a moldagem, o material é picado e cai em uma câmara de vácuo, onde ocorre a desaeração, que consiste na retirada do ar que possibilita criar um vácuo na extrusora. Abaixo dessa câmara, a matéria-prima é forçada a passar por um molde, também chamado de boquilha (Figura 6). É formada assim uma coluna contínua que posteriormente é cortada no comprimento desejado (GOUVEA, 2008).

**Figura 6:** Produção de Blocos - boquilha de moldagem



**Fonte:** GOUVEA (2008)

A fase de queima dos blocos cerâmicos é uma etapa complexa e nela ocorrem reações químicas que conferem características como resistência mecânica e cor (PETRICCI; BAUER *apud* GOUVEA, 2008).

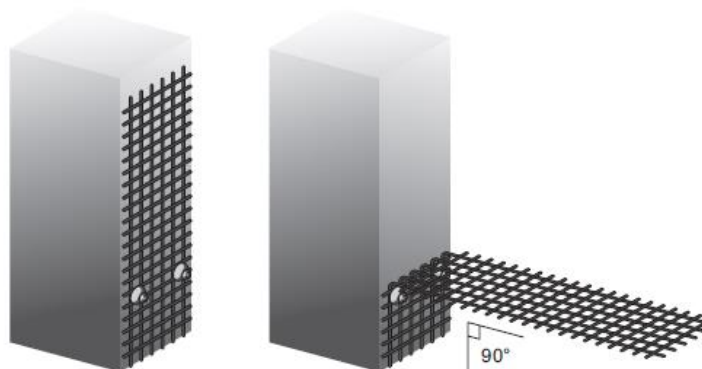
## **2.2 Execução**

No projeto executivo da alvenaria, a paginação deve indicar o posicionamento de tubos, eletrodutos e demais elementos dos projetos de instalações prediais. Deve-se também indicar no projeto de paginação o posicionamento e dimensões dos vãos. Na execução, recomenda-se o uso de gabaritos metálicos para garantir que sejam atendidas as medidas definidas em projeto (THOMAZ, 2009).

A ligação entre paredes sejam esses encontros em “L”, “T” ou em cruz é recomendado à utilização de juntas de amarração. Já para as ligações com pilares convencionais de concreto armado deve ser realizada a limpeza das faces do pilar, e além do uso da argamassa devem ser instaladas telas metálicas, aplicadas a cada duas fiadas e fixadas no concreto com pinos metálicos. As telas devem ser dobradas

formando 90° sendo os pinos aplicados o mais próximo possível da dobra, conforme Figura 7 (THOMAZ, 2009).

**Figura 7:** Fixação entre alvenaria e pilar



**Fonte:** Thomaz, (2009)

Outra forma de se realizar essas ligações é executar armações de espera introduzidas na armadura do pilar ou com os chamados “ferros-cabelo” que são posteriormente executados com furos (THOMAZ, 2009).

Quanto ao armazenamento, os blocos devem ser estocados em pilhas apoiadas sobre superfície plana, limpa e livre de umidade, não devendo estar em contato direto com o solo (THOMAZ, 2009).

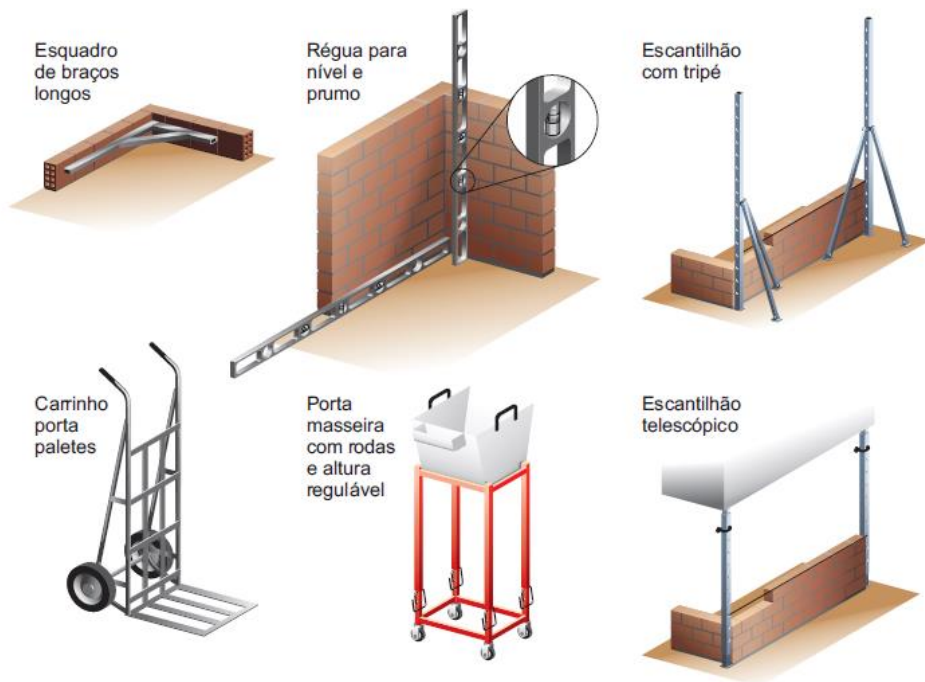
Antes de realizar a execução da primeira fiada, é necessário se realizar uma rigorosa locação das alvenarias, sendo feita utilizando transferência de cota e de eixos. A etapa de assentamento desses primeiros blocos influencia na qualidade de toda a alvenaria (THOMAZ, 2009).

A Figura 8 abaixo apresenta alguns equipamentos e ferramentas utilizados para marcação e elevação das alvenarias.

Antes de se iniciar a execução das alvenarias com uso de blocos cerâmicos é necessário realizar providencias de logística como: esquema de distribuição e empilhamento dos blocos, forma de transporte e preparação de argamassa de assentamento, separa gabaritos para uso em vãos de esquadrias, dentre outros (THOMAZ, 2009).

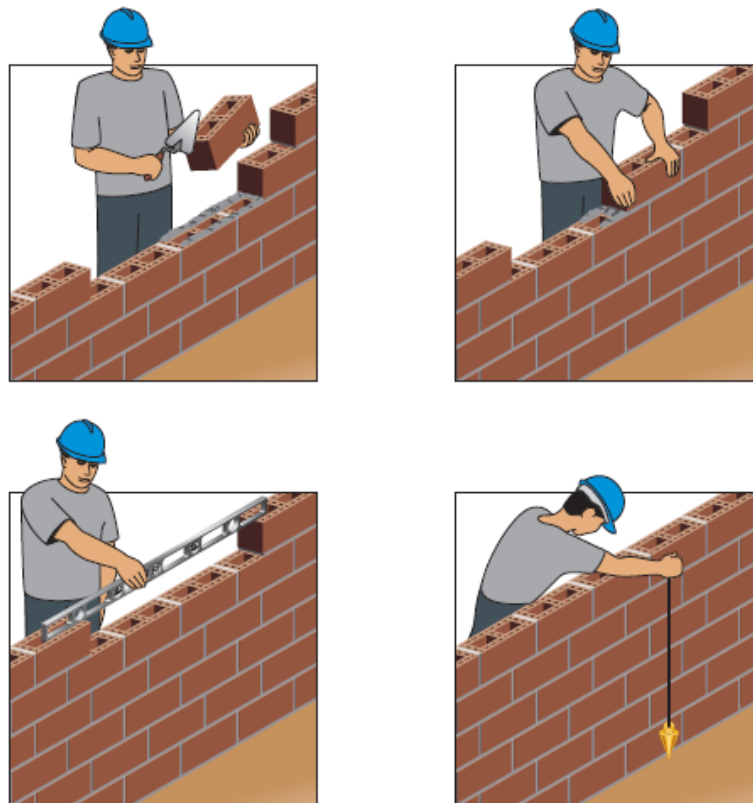
A argamassa deve ser aplicada sobre a superfície horizontal e na face lateral do bloco. Antes do inicio da pega da argamassa deve ser realizado os ajustes de nível, prumo e espessura da junta, conforme Figura 9 (THOMAZ, 2009).

**Figura 8:** Equipamentos e ferramentas para auxiliar a execução da alvenaria



**Fonte:** Thomaz (2009)

**Figura 9:** Colocação da argamassa, assentamento do bloco, conferência de nível e de prumo



**Fonte:** Thomaz (2009)



### **2.3 Vantagens e desvantagens**

Como vantagens dos blocos cerâmicos, Nascimento (2004) destaca: baixa variação volumétrica ao entrarem em contato com água, baixa densidade, facilidade de manuseio e custo competitivo. De desvantagem, o autor cita a variação dimensional que pode acontecer por corte artesanal ou por secagem com queima diferenciada.

Tauil citado por Ferreira (2001) faz uma comparação entre o bloco cerâmico e o bloco de concreto. Nessa comparação ele cita como vantagens do bloco cerâmico: satisfatório desempenho térmico e fácil manuseio por ser leve, o que também facilita a logística no canteiro. Como desvantagem destaca a baixa aderência com a argamassa, o que pode implicar em maior gasto com o revestimento, e a facilidade de quebra gerando maior desperdício.

## CAPÍTULO 3

### ESTUDO DE CASO

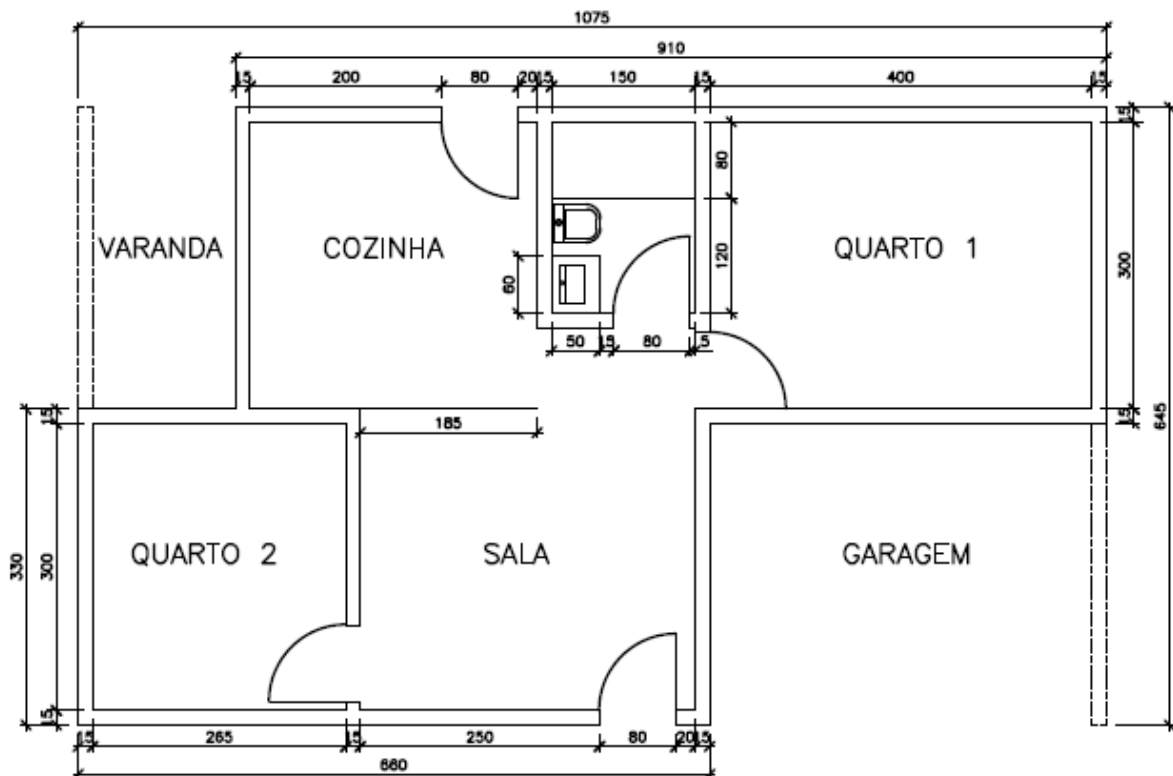
Foram solicitados orçamentos para quatro empresas localizadas em Belo Horizonte/MG e região metropolitana, onde foi disponibilizada uma planta da residência em estudo. Das empresas, duas eram de pré-fabricados de concreto e duas de alvenaria convencional.

Através da solicitação foi determinado que não considerasse itens de acabamentos e nem de instalações, pois são itens que poderiam apresentar grandes divergências e alterações de preços.

A unidade habitacional é composta por dois quartos, uma sala de estar, uma cozinha, um banheiro, uma varanda e uma garagem. Em ambos os sistemas a cobertura será de telha colonial e apenas o banheiro haverá laje pré-moldada. A área total do lote é de 360m<sup>2</sup> e a área construída de 69m<sup>2</sup>.

Sendo assim, para a residência em alvenaria convencional foi apresentada a seguinte planta, conforme Figura 10. Já a Figura 11 ilustra a execução do modelo.

**Figura 10:** Projeto para casa de alvenaria convencional



Fonte: Arquivo pessoal

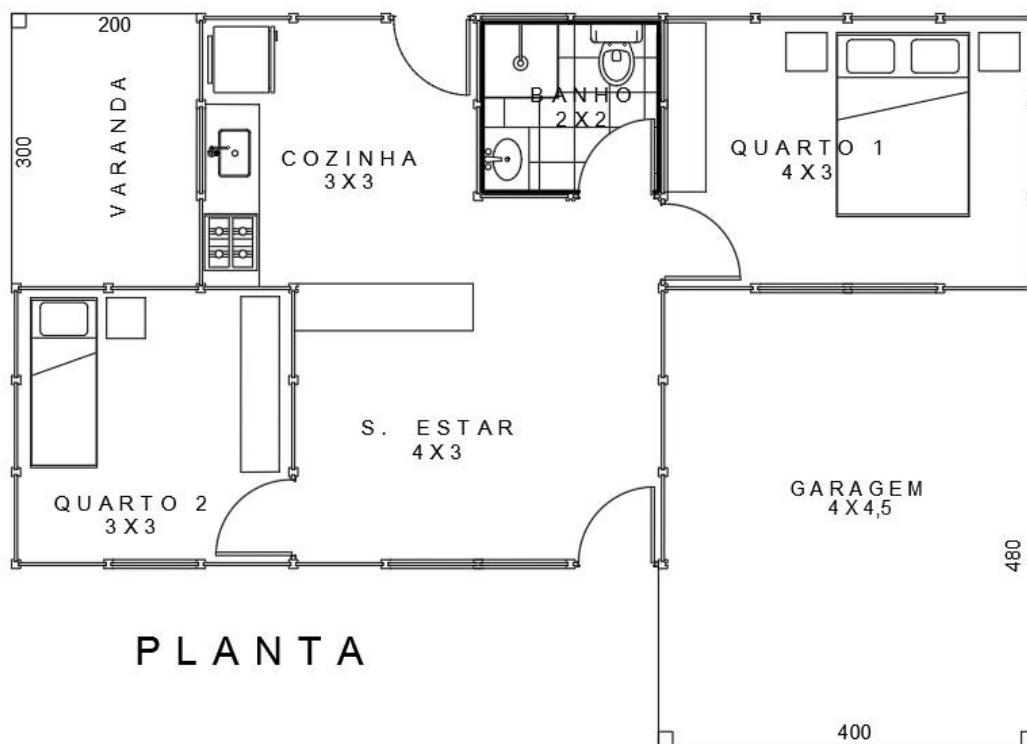
**Figura 11:** Casa de alvenaria convencional em execução



**Fonte:** Arquivo pessoal

Para a casa pré-fabricada de concreto foi fornecida a seguinte planta, conforme Figura 12. A Figura 13 ilustra o modelo do método construtivo.

**Figura 12:** Projeto para casa pré-fabricada de concreto



**Fonte:** Arquivo pessoal

**Figura 13:** Exemplo de casa pré-fabricada de concreto



**Fonte:** Green House Casas Pré-fabricadas

De acordo com a Figura 14, as placas de concreto são encaixadas entre as colunas de concreto e possuem espessura de 3 cm. Além disso, elas podem receber revestimentos ou manter o acabamento de fábrica.

**Figura 14:** Casa pré-fabricada de concreto em execução



**Fonte:** Green House Casas Pré-fabricadas

Nomeando as empresas A e B como as de pré-fabricadas e C e D como de alvenaria convencional, segue Tabela 2 comparando preços e prazos.

**Tabela 2:** Resultados dos orçamentos

| EMPRESA | PREÇO TOTAL (R\$) | PRAZO (DIAS) |
|---------|-------------------|--------------|
| A       | 41.870,00         | 30           |
| B       | 37.500,00         | 35           |
| C       | 74.577,95         | 60           |
| D       | 68.700,00         | 50           |

**Fonte:** Arquivo pessoal

Nota-se que a construção da residência em pré-fabricado de concreto traz benefícios não apenas no preço final como no prazo. Isso mostra o quanto a população ainda busca um método construtivo atrasado e com grandes impactos ambientais, já que demanda muito desperdício e nenhum benefício final ao analisar os dois pontos da pesquisa.

Sabemos que o sistema construtivo predominante se dá devido à cultura da sociedade e pelo fato da construção seguir uma forma não planejada. Porém, esse trabalho mostra o quanto é importante pesquisar e analisar os prós e contra de cada método visto que o convencional nem sempre é a melhor escolha.

Acredita-se que a maior diferença no orçamento é justificada pelo prazo que, quanto maior for, maior é o custo com mão de obra e administração. Outro ponto é a quantidade de operários para a execução da residência, sendo que no sistema pré-fabricado demanda menor número que do sistema convencional, economizando em salários, EPI e ferramentas. Além disso, esse sistema traz economias de aço, concreto e madeira que são itens com altos preços unitários.

Quanto ao prazo, essa diferença é consequência da industrialização dos pré-fabricados que resume sua execução em encaixes de peças, facilitando a montagem da residência.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir de dados pesquisados nota-se que novas tecnologias vêm sendo criadas e inovadas na construção civil, trazendo benefícios ao setor e gerando resultados satisfatórios. Em tempos de crise econômica nota-se mais ainda a necessidade de buscar sistemas construtivos com melhores custos benefícios, além de tecnologias ecoeficientes que causam menores impactos ao meio ambiente.

Os pré-fabricados contribuem para a redução de custos, a padronização de processos, a redução de desperdícios e a redução de prazos em todas as etapas possíveis da obra. Ao iniciar os comparativos entre ambos os sistemas, percebeu-se a grande vantagem de utilizá-los pelo fato de sua execução ser mais industrializada e com processos executivos definidos, gerando uma maior produtividade e um ganho significativo de tempo de execução. Porém, a grande desvantagem está na cultura dos brasileiros que ainda são resistentes a novas tecnologias.

Analisando os cronogramas de execução, conclui-se que para executar uma residência em pré-fabricado leva-se metade do tempo que levaria a execução em alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. Isso contribui para o custo final da obra visto que mão de obra é um item de grande peso nos orçamentos.

Sendo assim, mostra-se a necessidade da evolução da sociedade em reconhecer e aceitar as novas tecnologias da construção civil que contribuem para os aspectos econômicos e sustentável do mercado brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062**: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado. Rio de Janeiro. 2006.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro. 2005.

ACKER, Arnold Van. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Tradução de Marcelo de Araújo Ferreira. FIP, 2002.

FERNANDES, Georgeo Dias. **Desenvolvimento Técnico e avaliação de custo e benefício do sistema construtivo de painéis sanduíche, com núcleo de garrafas pet, moldados no local**. 2016. 176 f. Tese (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2016.

FERREIRA, Romário. **Bloco cerâmico x bloco de concreto – Confira as opiniões de dois representantes setoriais e de um construtor sobre os dois sistemas de fechamento de estruturas**. Construção Mercado – Negócios de Incorporação e Construção. 123.ed. 2011. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/123/bloco-ceramico-x-bloco-de-concreto-confira-as-opinioes-299119-1.aspx>> . Acesso em 02 nov. 2018.

KÖHLER, Ana Lúcia. **Habitações populares construídas com placas cimentícias com adições de borracha de pneus**. 2010. 137f. Tese (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), 2010.

MENDES, Diego Navarro. **Estudo de viabilidade técnica, econômica e socioambiental de sistema de vedação vertical externa a base de painéis cimentícios pelo método multicritério de tomada de decisão AHP**. 2014. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

NASCIMENTO, Otávio Luiz do. **Alvenarias**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2004.

PEREIRA, Tatiana Camargo Alves. **Avaliação de desempenho de sistemas racionalizados de vedação para edifícios com estruturas metálicas.**2001.153 f. Tese (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2001.

SILVA, Maristela Gomes da; SILVA, Vanessa Gomes da. **Painéis de vedação.** 2.ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2004.

THOMAZ, Ercio et al. **Código de práticas nº1:** Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. São Paulo: IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2009

OLIVEIRA, Alves de Oliveira; SABBATINI, Fernando H. **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2003.