



**CENTRO
UNIVERSITÁRIO**



ENGENHARIA CIVIL
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

ESTUDO DE CASO: COMPARATIVO DE CUSTO DE EXECUÇÃO ENTRE SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE ALVENARIA EM PAINÉIS DE CONCRETO COM BLOCO CERÂMICO E ALVENARIA CONVENCIONAL PARA EXECUÇÃO DE CASAS POPULARES

DAMACENO, Vinicius Cavalli ¹;
BRESSAN, Rodrigo Techio ²;

RESUMO: Atualmente, são exigidas maneiras de construir mais econômicas, com maior durabilidade e eficiência, versáteis e no menor tempo possível. Para isso, são utilizados técnicas e sistemas de construção diferentes ao convencional, como painéis de concreto com bloco cerâmico, já pré-fabricados. Nesse contexto, buscou-se comparar custos, analisar a viabilidade econômica e apresentar dados de sistema pré-fabricado e o sistema de alvenaria convencional, em uma habitação popular modelo de 52 m² para os dois tipos de execução, através de quantitativos e contratos cedidos por construtora responsável. A metodologia baseou-se na coleta de dados de forma visual em visitas técnicas e também através dos quantitativos e contratos cedidos pela empresa responsável, nos quais estavam inclusas fundações, pilares, vigas, e alvenarias de vedação, assim como instalações complementares. Os dados foram analisados e comparados os custos finais de cada sistema, juntamente com o custo das lajes. O sistema pré-fabricado teve um custo de R\$ 76.741,00 e o convencional R\$ 64.180,75, com uma diferença entre os mesmos de R\$ 12.560,25 sendo 16,37% mais caro o pré-fabricado em relação ao convencional. Analisou-se também, a diferença de tempo de 55 dias entre os mesmos, com o pré-fabricado sendo finalizado em 15 dias e o convencional em 70 dias. Com os dados de custos diretos e de tempo, tornou-se possível determinar que a técnica convencional é a mais indicada para o tipo de obra estudada, conforme o seu porte e o prazo necessário para o término.

PALAVRAS-CHAVE: Preço. Comparação. Pré-fabricados.

1. INTRODUÇÃO

A história da industrialização está diretamente associada à história da mecanização, com a evolução das ferramentas e máquinas para produção de bens. De forma gradativa, as atividades exercidas pelo homem com o auxílio de máquina foram sendo substituídas por mecanismos, como aparelhos mecânicos ou eletrônicos, ou genericamente por sistemas automatizados. Na construção civil, pode-se observar a industrialização desse setor através do uso de peças de concreto pré-moldadas (IGLESIA, 2006).

¹Discente, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, viniciuscdamaceno@gmail.com;

²Mestre Engenheiro Civil Professor no Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, rodrigotechioressan@hotmail.com;

O uso de concreto pré-moldado em edificações está amplamente relacionado à forma de construção econômica, durável, estruturalmente segura e com versatilidade arquitetônica. A indústria de pré-fabricados está continuamente fazendo esforços para atender às demandas da sociedade, como por exemplo: economia, eficiência, desempenho técnico, segurança, condições favoráveis de trabalho e de sustentabilidade. A pré-fabricação das estruturas de concreto é um processo industrializado com grande potencial para o futuro (VAN ACKER, 2002).

A indústria da construção civil vem melhorando seus métodos construtivos com o passar dos anos, racionalizando-os e industrializando-os cada vez mais, em busca da elevação da qualidade de seus produtos e serviços através de ações focadas na redução de prazos e custos. Dentre as várias opções de sistemas construtivos, o sistema racionalizado de alvenaria estrutural tem tomado espaço no mercado da construção de habitações populares no Brasil, pois apresenta vantagens como projeto executivo de fácil entendimento, além de inúmeras opções arquitetônicas.

A estrutura em painel é a junção da alvenaria estrutural com as paredes de concreto de determinada obra. Recebe esse nome, pois, juntos, a alvenaria e o concreto funcionam como pequenos blocos reunidos que, ao contrário das estruturas lineares tradicionais, podem agir traçando um caminho superficial. Na forma tradicional, o único caminho possível para essas estruturas é linearmente, como o nome sugere.

Os painéis de alvenaria pré-fabricados são definidos como um sistema construtivo no qual a fabricação e a montagem das paredes de uma obra de construção civil são pré-moldadas em alvenaria com bloco cerâmico juntamente com as armaduras e argamassa vibrada, o que permite que esse processo ocorra ao mesmo tempo, diminuindo o tempo de execução de uma determinada obra.

Para tanto, a pergunta a ser respondida com a realização desta pesquisa será a seguinte: Dentre os sistemas construtivos de alvenaria em painéis de concreto com bloco cerâmico e a alvenaria tradicional, qual apresenta maior viabilidade econômica?

Este estudo foi limitado ao levantamento de informações sobre as obras de construção civil que empregam os dois sistemas construtivos no loteamento Dona Helena, no Bairro 14 de Novembro, do município de Cascavel – PR. Os custos da residência no sistema de alvenaria convencional foram levantados a partir de planilha fornecida pela construtora contendo os custos reais para execução de cada etapa da obra até a concretagem da laje, pois após a concretagem da laje os custos são iguais para os dois métodos construtivos. Os custos da

residência no sistema de painéis de concreto foram levantados com base no contrato fechado com a empresa terceirizada que realizou a obra.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, este trabalho teve como objetivo geral comparar os custos entre os sistemas construtivos de alvenaria em painéis de concreto com bloco cerâmico e a alvenaria convencional, empregados para execução de habitações populares, através de quantitativos e contrato cedidos pela construtora.

Para o alcance dos resultados, esta pesquisa buscou cumprir os seguintes objetivos específicos:

- a) Comparar os custos de execução (mão de obra e materiais, desconsiderando os encargos sociais) e tempo de obras entre os sistemas construtivos de alvenaria em painéis de concreto com bloco cerâmico e de alvenaria convencional de um projeto arquitetônico modelo a partir de um quantitativo e contrato cedido por empresa;
- b) Analisar a viabilidade econômica entre os sistemas construtivos de alvenaria em painéis de concreto com bloco cerâmico e de alvenaria convencional;
- c) Apresentar estatisticamente os resultados obtidos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Evolução dos sistemas construtivos

A alvenaria é um sistema construtivo que utiliza peças industrializadas de dimensões e peso que as fazem manuseáveis, ligadas por argamassa, tornando o conjunto monolítico. Essas peças industrializadas podem ser moldadas em cerâmica, concreto ou sílico-calcáreo. A alvenaria estrutural é um sistema construtivo tradicional, utilizado há milhões de anos. Inicialmente eram utilizados blocos de rocha como elementos de alvenaria, mas a partir do ano 4.000 a.C. a argila passou a ser trabalhada possibilitando a produção de tijolos (KALIL, LEGGERINI, 2009).

O sistema construtivo desenvolveu-se, inicialmente, através do simples empilhamento de unidades, tijolos ou blocos. Os vãos eram executados com peças auxiliares, como vigas de madeira ou pedra. Até o final do século XIX, a alvenaria predominou como material estrutural, porém, devido à falta de estudos e de pesquisas na área, não se tinha conhecimento de técnicas de racionalização (KALIL, LEGGERINI, 2009).

A alvenaria estrutural pode ser dividida em dois tipos, sendo a alvenaria estrutural não armada, tradicionalmente utilizado em edificações de pequeno porte, como residências e

prédios de até 8 pavimentos, e a alvenaria estrutural armada, que pode ser adotada em edificações com até mais de 20 pavimentos.

A alvenaria estrutural foi a principal técnica de construção desde a antiguidade até o início do século XX, sendo empregada de forma empírica em edifícios históricos e que resistem durante séculos, como as pirâmides do Egito, o Coliseu, a Catedral de Notre Dame, entre outros diversos monumentos. No início do século XX, a alvenaria estrutural perde importância frente ao desenvolvimento do concreto armado (MELO, DIAS, 2018).

A evolução construtiva das edificações e das atividades da engenharia civil nas próximas décadas será influenciada pelo desenvolvimento do processo de informação, pela comunicação global, pela industrialização e pela automação. Já existe bastante dessa realidade sendo implementada na Europa (VAN ACKER, 2002).

Entretanto, há muito mais a ser implementado, especialmente com respeito à eficiência dos processos construtivos atuais, desde o projeto da edificação até o seu acabamento. Para se mudar a base produtiva na construção civil, com uso intensivo da força de trabalho, a fim de um modelo mais moderno como a pré-fabricação, envolveria a aplicação de uma filosofia industrial ao longo de todo o processo construtivo da edificação (VAN ACKER, 2002).

No Brasil a alvenaria estrutural com o emprego de técnicas e elementos modernos só ganhou força no início da década de 1990, a partir da parceria de universidades e empresas para o desenvolvimento de equipamentos e materiais para a produção racional dos blocos estruturais, em concreto e em cerâmica. O país, hoje, é referência em edifícios altos nesse sistema, que tem seu melhor custo benefício em prédios de até 15 andares. Atualmente, no Brasil existem edifícios que superam os 20 pavimentos construídos com alvenaria estrutural em blocos de concretos (MELO, CARVALHO, 2018).

2.2 Tipos de alvenarias

No Brasil são utilizados os mais diversos tipos de materiais para as alvenarias de vedação, com diferentes técnicas executivas e sob influência das culturas locais. Os principais tipos de blocos utilizados estão listados a seguir (NASCIMENTO, 2004):

- Bloco cerâmico vazado (tijolo furado);
- Bloco de concreto;
- Bloco de gesso;
- Tijolo cerâmico maciço (tijolo de barro);
- Bloco de concreto celular autoclavado;

- Tijolo de solo-cimento.

Os blocos de concreto (NBR 7173, 1982), são obtidos por prensagem e vibração de concretos com consistência seca, dentro de formas de aço com dimensões regulares, devendo ser curados em ambiente com alta umidade por pelo menos 7 dias. Normalmente são assentados na posição em que os furos estejam na vertical, contribuindo para que pequenas áreas de argamassa entrem em contato para a colagem entre os blocos. Utilizados há muitos anos para alvenaria autoportante e de vedação, deve-se evitar o uso quando se apresentarem ainda com umidade elevada, devido ao alto índice de retração e variação dimensional (NASCIMENTO, 2004).

As alvenarias são constituídas por elementos pré-industrializados, como tijolos maciços de barro cozido, tijolos laminados, blocos cerâmicos, blocos de concreto etc., unidos entre si por juntas de argamassa. Sua principal função é estabelecer a separação entre ambientes, especialmente a alvenaria externa, que tem a responsabilidade de separar os ambientes interno e externo, atuando como freio, barreira e filtro seletivo, controlando uma série de ações e movimentos complexos, quase sempre muito heterogêneos (GONZALEZ, 2003).

A alvenaria estrutural é um assunto muito amplo, pois qualquer objeto que for usado com argamassa de assentamento, fazendo a ligação entre mais peças seja qual for o material e formando uma estrutura prismática, pode-se dizer que é uma alvenaria estrutural. Portanto, existem diversos tipos de materiais para ser usado em formato de bloco como o bloco cerâmico, o bloco de sílico-calcário, bloco de concreto celular e o de cimento (PASTRO, 2007).

A alvenaria estrutural é o sistema construtivo em que paredes possuem função de resistir às cargas, não sendo necessário o uso de pilares e vigas – como ocorre em construções convencionais. Uma das principais vantagens da alvenaria estrutural é a tendência de apresentar custo menor do que em prédios em estrutural convencional. Isso ocorre devido à execução da alvenaria apresentar tanto a função de vedação e a compartimentação quanto à estrutura portante em uma etapa única, o que implica na redução do uso de armadura, fôrmas e concreto (ROGOSKI, 2018).

A alvenaria estrutural tem algumas características que a tornam mais vantajosa sob aspectos técnicos e econômicos. Em comparação com sistemas construtivos convencionais, o sistema alvenaria estrutural apresenta significativa redução no uso de fôrmas, que se limita a lajes (quando estas são maciças e moldadas em obra). Outra vantagem está relacionada aos revestimentos, sendo que o gesso pode ser utilizado em forma de uma fina camada diretamente sobre os blocos (ROGOSKI, 2018).

2.3 Demanda pelos sistemas construtivos

A norma NBR 9062 (ABNT, 2017), define os sistemas construtivos da seguinte forma: sistemas construtivos pré-moldados, como um elemento que é executado fora do local definitivo de utilização, produzido em condições menos rigorosas de controle de qualidade, sem a necessidade de pessoa, laboratório e instalações congêneres próprias e sistema construtivo pré-fabricado, sendo o elemento produzido fora do local definitivo da estrutura, em usina ou instalações análogas que disponham de pessoal e instalações laboratoriais permanentes para o controle de qualidade (IGLESIA, 2006).

Algumas áreas são de importância estratégica para melhorar o desempenho da construção de moradias populares no país, dentre eles a gestão, *design*, conforto ambiental, gestão de tecnologia, autoconstrução, adequação do ensino à realidade, conforto térmico-acústico. Os sistemas construtivos de fundações, vedações, revestimentos e acabamentos e tecnologia de informações também devem ser melhorados, sendo que é imprescindível o desenvolvimento tecnológico, com o desenvolvimento de tecnologias (ABIKO *et. al*, 2003).

O sistema construtivo convencional, que atualmente tem média importância para o padrão de construção de moradias populares, e grande importância para os demais padrões de construção, no futuro tende a cair, tornando-se de importância média e baixa para todos os padrões. Já o sistema construtivo convencional racionalizado, que atualmente tem baixa importância para as construções de moradias populares e muito empregados nos demais padrões, no futuro terá grande importância para os padrões de construções populares, e pouco utilizado em médias construções (ABIKO *et. al*, 2003).

Os sistemas construtivos com alvenaria estrutural crescem tanto entre os padrões populares, quanto para os padrões médios de construções. Já os sistemas construtivos moldados in loco crescem pouco nas edificações de padrão popular, com tendência para projetos com sistemas pré-fabricados pesados em todos os tipos de habitações. Quanto às estruturas metálicas, atualmente pouco empregadas em moradias populares, no futuro tenderão a ser mais utilizadas em todos os tipos de edificações (FALEIROS *et. al*, 2012).

Alguns materiais cuja utilização é importante na atualidade, mas que tendem a diminuir sua utilização são o concreto armado convencional, os tijolos e blocos cerâmicos sustentáveis, as esquadrias de aço, estruturas de madeira convencional para coberturas, telhas cerâmicas convencionais, telhas em fibrocimento, argamassas convencionais, tubulações de água fria com materiais convencionais como PVC, aço e cobre. (ABIKO *et. al*, 2003).

Outros materiais que atualmente são pouco importantes ou pouco utilizados passarão a ser empregados com mais frequência pelo setor de construção civil nos próximos anos. São eles o concreto de alta resistência, o concreto reforçado com fibras, o concreto protendido, os aditivos para concreto, o aço para estrutura metálica, os blocos de concreto celular, o gesso acartonado para painéis de vedação, as esquadrias em PVC – Policloreto de vinila, as estruturas em aço para coberturas, subcoberturas em mantas e outros materiais, as argamassas industrializadas, os aditivos para argamassas e as argamassas em gesso. (ABIKO *et. al*, 2003).

2.4 Sistemas construtivos

Para a construção de habitações de interesse social, o método construtivo adotado é aquele que supre a necessidade de suporte para edificação, além de ser o mais econômico possível. Tais habitações podem ser construídas utilizando-se elementos como alicerce (fundação), alvenaria de vedação, vergas e contravergas, cintas de amarração e laje ou somente tesouras sobre a cinta de amarração. Comumente, a cobertura adotada para essas habitações não possui laje, somente tesouras com telhas cerâmicas ou de concreto (ROGOSKI, 2018).

Os blocos estruturais mais comuns no mercado são fabricados em concreto e cerâmico e devem ter suas características dimensionais e resistências verificadas e certificado de acordo com as normas que os regem, pois eles são os elementos que devem resistir a todos os esforços solicitados. A norma que regulariza estes elementos é a NBR 15961 (ABNT, 2011), para blocos de concreto e a NBR 15270 (ABNT, 2005) para blocos cerâmicos. A resistência mínima para o bloco ser considerado como estrutural é de 4,5 MPa e pode superar a 16 MPa em caso de construções de múltiplos pavimentos (MELO, CARVALHO, 2018).

Os painéis pré-fabricados são utilizados para fechamentos internos e externos, para caixas de elevadores ou núcleos centrais. Os sistemas de painéis pré-fabricados são muito utilizados em construções residenciais e pequenos prédios comerciais. Essa solução pode ser considerada como uma forma industrializada de paredes moldadas no local, blocos convencionais ou paredes de alvenaria. Os painéis pré-fabricados podem ser portantes ou de fechamento. A superfície dos elementos é lisa nos dois lados, e pronta para receber pintura ou papel de parede (IGLESIA, 2006).

Conforme Van Acker (2002), os painéis podem ser do tipo estrutural ou somente de vedação. Quando formadas por painéis com função estrutural, as fachadas possuem a função de decorar e suportar as cargas que possam ser descarregadas nas mesmas, de pavimentos e de

painéis superiores. O sistema torna-se economicamente viável por dispensar o uso de estrutura constituída de pilares e vigas.

Alvenarias de vedação são aquelas destinadas a compartimentar espaços, preenchendo os vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outras estruturas. Assim sendo, devem suportar tão somente o peso próprio e cargas de utilização, como armários, rede de dormir e outros. Devem apresentar adequada resistência às cargas laterais estáticas e dinâmicas, advindas, por exemplo, da atuação do vento, impactos acidentais e outras (THOMAZ *et. al*, 2009).

Os blocos cerâmicos utilizados na execução das alvenarias de vedação, com ou sem revestimentos, devem atender à norma NBR 15270-1 (ABNT, 2005), a qual, além de definir termos, fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento (THOMAZ *et. al*, 2009). A Figura 1 apresenta uma construção com paredes de alvenaria convencional.

Figura 1: Construção com parede de alvenaria convencional



Fonte: Autor (2019).

Um sistema construtivo em alvenaria convencional é formado de um conjunto coeso e rígido de tijolos ou blocos (elementos de alvenaria), unidos entre si, com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais que se sobrepõem umas às outras.

O sistema construtivo de painéis pré-fabricados de concreto com bloco cerâmico apresenta inovações na execução da vedação, dos sistemas prediais e no assentamento das esquadrias. Nesse sistema construtivo as vedações de concreto com bloco cerâmico já possuem as vigas estruturais, sendo somente necessária a execução dos pilares nos encontros dos painéis, são pré-fabricados utilizando fôrma dupla e incorporam durante o processo de produção, as

instalações dos sistemas prediais e esquadrias. A Figura 2 apresenta uma construção com painéis de concreto e bloco cerâmico (SACHT, 2008).

Figura 2: Construção com painéis de concreto com bloco cerâmico



Fonte: Autor (2019).

O sistema de painéis monolíticos pré-moldados quando comparado à alvenaria tradicional apresenta desempenho semelhante, porém com vantagens potenciais em relação ao aumento de velocidade de produção, redução de custos de mão de obra e reduzida geração de entulho. Porém, a questão relacionada ao desempenho precisa de maiores estudos, principalmente em relação ao conforto térmico e a durabilidade, que pode ser inclusive superior à alvenaria tradicional (SACHT, 2008).

Quando se opta pelo sistema de painéis pré-fabricados, deve-se levar em consideração também a segurança oferecida pelo sistema em relação aos funcionários presentes no canteiro de obras. A instalação dos painéis é realizada pela empresa fabricante e é feita por mão-de-obra treinada, reduzindo-se assim os riscos de acidentes, e com o auxílio de equipamentos especiais e guindastes. (LOURENSINI, 2017).

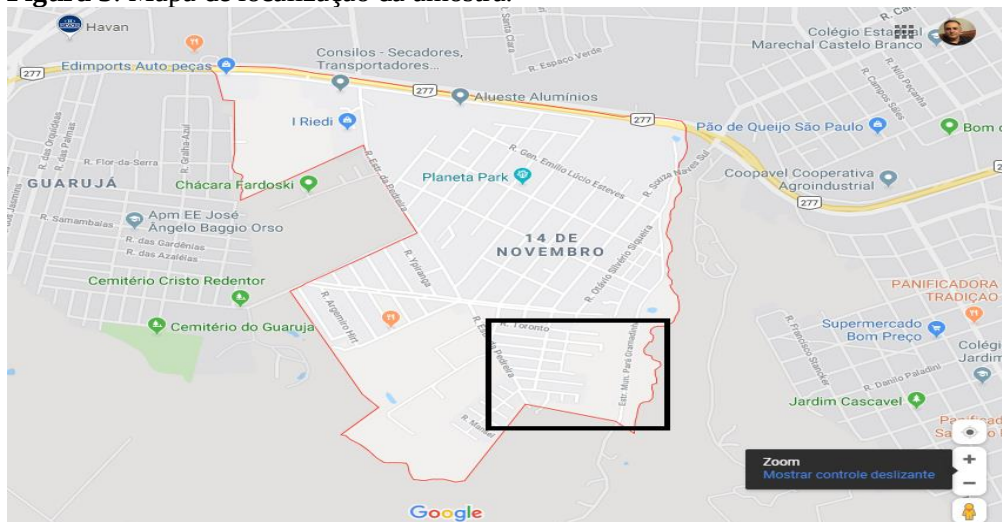
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de um estudo de custos de execução sobre os sistemas construtivos de obras de construção civil que empregam os dois sistemas construtivos de pré-fabricados em painéis de concreto com bloco cerâmico e a alvenaria convencional, em obras de engenharia civil

realizadas no loteamento Dona Helena, no Bairro 14 de Novembro, do município de Cascavel – PR, como apresentado na Figura 3.

Figura 3: Mapa de localização da amostra.



Fonte: Google Maps (2019).

A pesquisa foi realizada pelo método quantitativo, pois foram levantados os custos da execução através de inspeção visual *in loco* em que as mesmas foram quantificadas e as possíveis causas foram identificadas através de revisão bibliográfica. Após a coleta de dados foi averiguada a viabilidade financeira dos sistemas construtivos, por meio do levantamento de custo dos materiais necessários para a sua execução cedidos pela construtora.

3.2 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

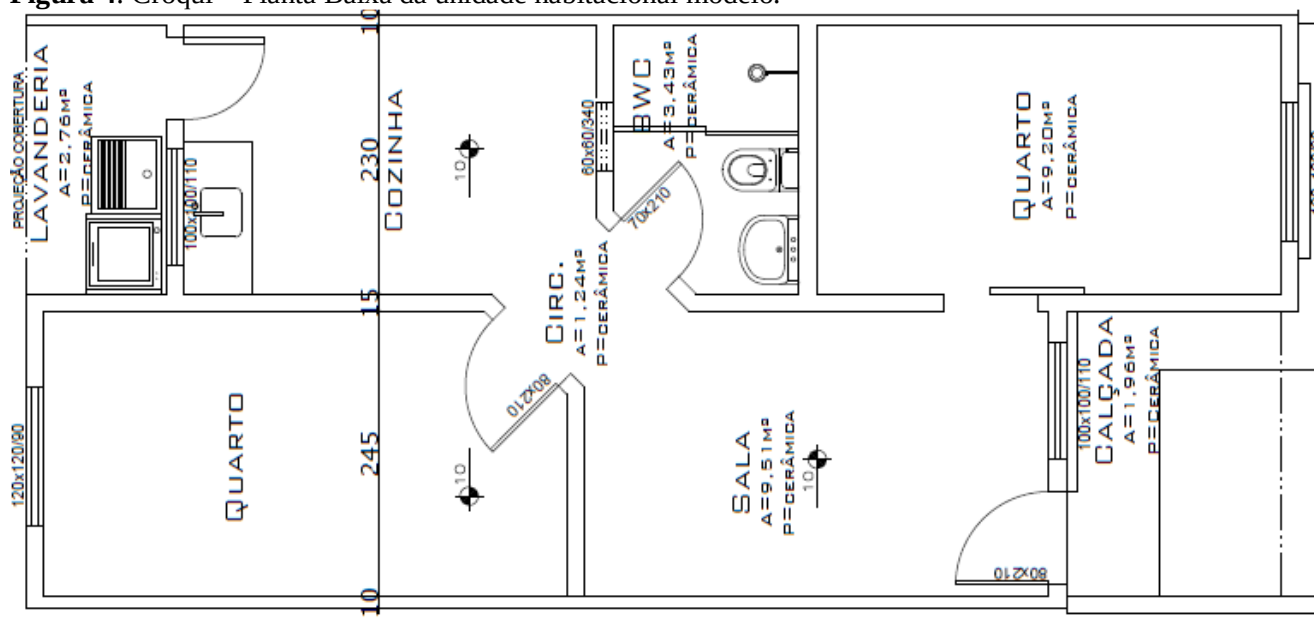
Foram obtidos os projetos arquitetônicos das unidades habitacionais de interesse social, fornecidos por uma construtora da cidade de Cascavel – PR, sendo estes, idênticos e referentes às habitações populares de 52m², inseridas na faixa 1 do programa Minha Casa Minha Vida, e executadas em paredes de concreto e também em alvenaria convencional, totalizando seis unidades idênticas, três para cada sistema.

Cada habitação é composta de:

- 02 quartos;
- 01 banheiro;
- Sala;
- Cozinha;
- Lavanderia.

O croqui relacionado a planta baixa de uma unidade habitacional modelo pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Croqui – Planta Baixa da unidade habitacional modelo.



Fonte: Construtora (2019).

A coleta de dados foi realizada de forma visual no próprio local das edificações, realizando visitas técnicas às obras entre os meses de janeiro e fevereiro de 2020, com registros fotográficos das obras executadas, analisando-se e identificando as mesmas. Os custos foram obtidos através de levantamento de notas fiscais, e estão presentes na planilha de levantamento orçamentário (Anexo A), para a execução das obras nos sistemas de alvenaria convencional e em contrato com empresa específica (Anexo B), para painéis de concreto com bloco cerâmico, com base nos projetos das residências populares com 52m².

As visitas foram feitas em períodos diversos, de acordo com a disponibilidade técnica dos executores da obra, suscetível a dias ensolarados e chuvosos. Sabendo-se que para a concretagem das lajes, os custos para execução dos serviços de cobertura, pintura, revestimentos, entre outros acabamentos, são iguais para os dois sistemas, o estudo delimitou-se à comparação de custos para execução de fundação, pilares, vigas e alvenarias de vedação.

3.3 Análise dos dados

Após a coleta de dados, foi realizada a respectiva análise por meio de dados estatísticos relacionando custos de execução de obra dos sistemas construtivos, e os principais aspectos que

determinam sua viabilidade financeira. Os dados foram tabulados utilizando-se uma planilha específica no *software* Microsoft Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

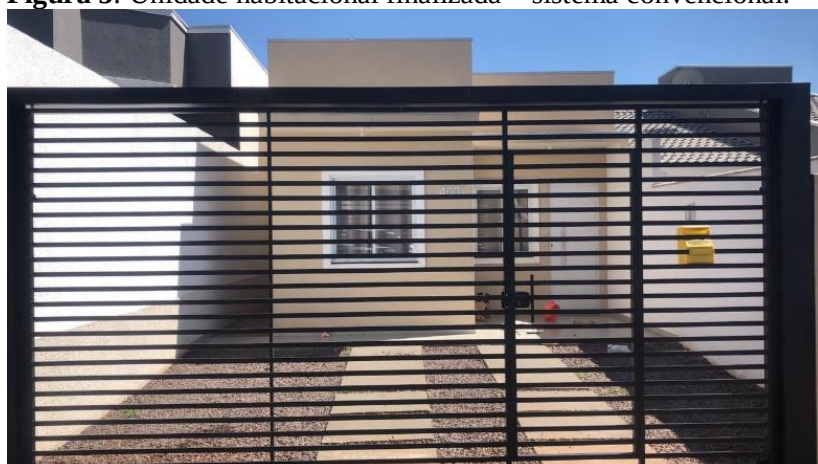
4.1 Sistema convencional

As etapas responsáveis por determinar a forma construtiva dependem do tipo de sistema adotado, tendo também o seu tempo e prazo de execução diferenciado um do outro, além de seus valores.

O sistema de fundação adotado foi de estacas com 25 centímetros de diâmetro e 300 centímetros de altura, sistema adequado para o tipo do solo do local, conforme análise prévia, para que este recebesse as cargas transmitidas pelas vigas baldrames. Estas foram executadas com formas, com armaduras, concretadas e impermeabilizadas para que recebessem a carga da superestrutura e as transmitissem de maneira adequada às estacas.

Posteriormente, a execução se deu pela montagem de fôrmas de pilares, armação e concretagem, dando sequência às vigas e, por fim, o fechamento em alvenaria, já com as instalações hidrossanitários e elétricas, até a execução da laje. Na Figura 5, pode-se observar uma das unidades finalizadas.

Figura 5: Unidade habitacional finalizada – sistema convencional.



Fonte: Autor (2020).

Três unidades com área em torno de 52 m² no sistema convencional foram executadas em aproximadamente 70 dias, tendo o seu custo final até a execução das lajes, incluindo-se mão

de obra e não levando em conta acabamentos finais como pinturas, de R\$ 64.180,75, sendo R\$ 416,16/m². No Quadro 1, abaixo, pode-se analisar esses custos, separadamente.

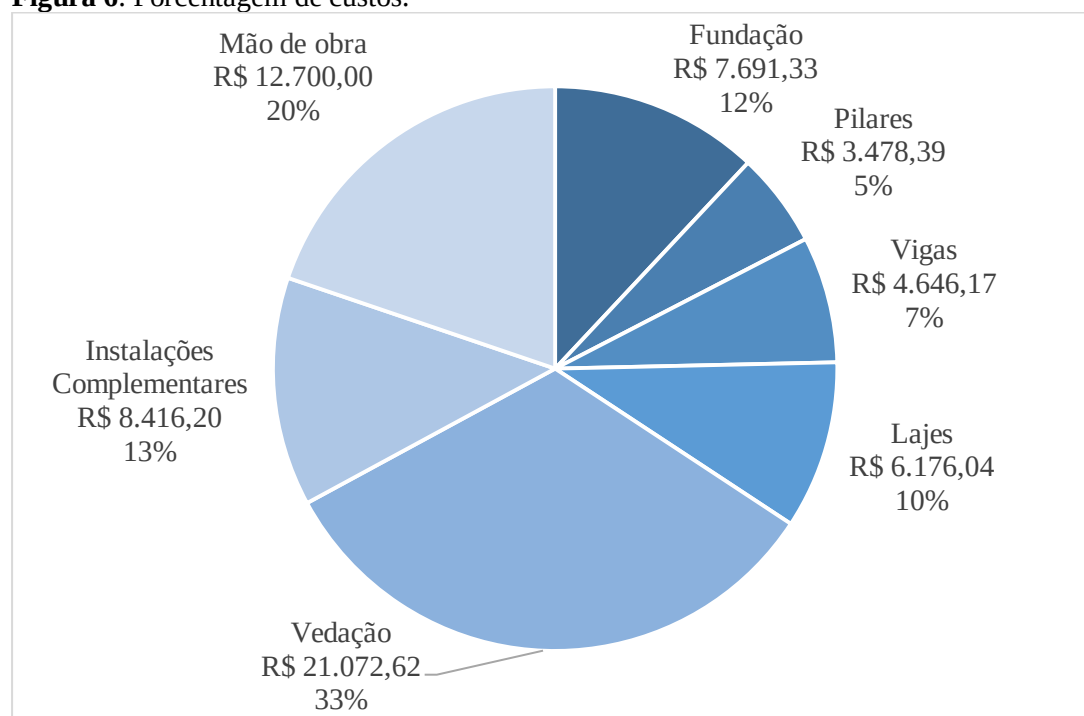
Quadro 1: Formulário de avaliação geral de custos (em R\$).

Itens	Custo (R\$)
Fundação	7.691,33
Pilares	3.478,39
Vigas	4.646,17
Lajes	6.176,04
Vedação	21.072,62
Instalações Complementares	8.416,20
Mão de obra	12.700,00
TOTAL:	64.180,75

Fonte: Autor (2020).

Cada parte da obra corresponde a uma porcentagem do custo final, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6: Porcentagem de custos.



Fonte: Autor (2020).

O custo mais elevado é o de vedação, equivalendo a 33% de um total, seguindo-se pela mão de obra, com 20% do total de custo, as instalações complementares estão em terceiro, equivalentes a 13%, seguidas da fundação, com 12% e lajes, com 10%. O custo de execução de vigas e pilares é de 7% e 5%, respectivamente, sendo os mais baixos. Esses fatores,

principalmente o de vedação e mão de obra, são de grande importância para se considerar durante comparação e escolha de um sistema adequado para execução da edificação.

4.2 Sistema pré-fabricado

No sistema pré-fabricado, adotou-se a fundação do tipo *radier* com 10 centímetros de espessura, sendo este executado por empresa responsável pela fabricação e montagem dos painéis pré-fabricados, ficando como responsabilidade da construtora (contratante) a terraplanagem e compactação do local. As instalações hidrossanitárias também ficaram sob responsabilidade da empresa contratada, como especificado em contrato presente no Anexo B. Pode-se observar na Figura 7, uma unidade habitacional finalizada do sistema apresentado.

Figura 7: Unidade habitacional finalizada – sistema pré-fabricado.



Fonte: Autor (2020).

Três unidades com um total de 154,22m² no sistema pré-fabricado, totalizando 141,13 metros lineares de parede, foram executadas em aproximadamente 15 dias, tendo o seu custo final, incluindo-se mão de obra fornecida pela empresa contratada e retirando-se valor de acabamentos e de lajes, de R\$ 70.565,00. Os custos detalhados e quantitativos para execução de cada fase não foram repassados em contrato, tendo-se somente o valor discriminado de R\$ 500,00 por metro linear, com a inclusão de todos os objetos acima citados e com a relação metro linear por metro quadrado sendo de 0,91 para fatores de cálculo e com um valor de R\$ 457,56/m².

Deve-se considerar o valor de execução de lajes também para esse sistema, que não está incluso em contrato e sendo assim, teve o mesmo valor do sistema convencional, sendo

este de R\$6.176,04. A soma desse custo com o total do contrato pode ser analisada no Quadro 2.

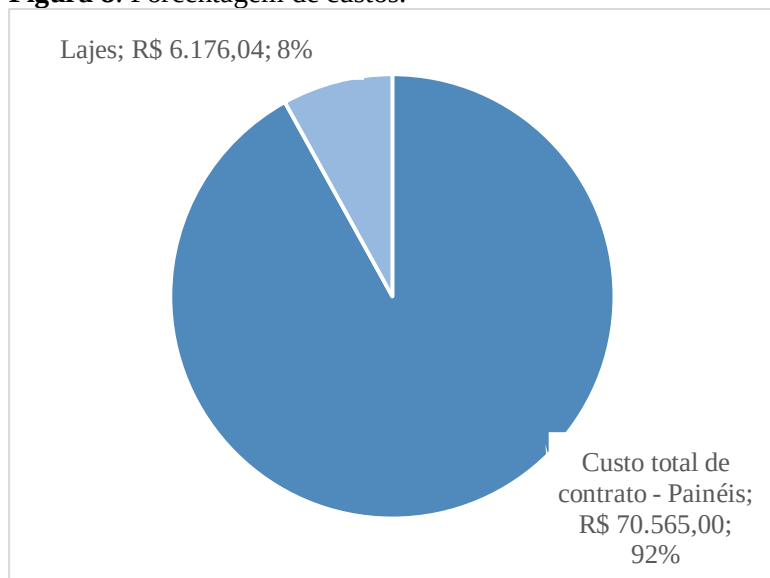
Quadro 2: Formulário de avaliação geral de custos (em R\$).

Itens	Custo (R\$)
<i>Fundação</i>	-
<i>Pilares</i>	-
<i>Vigas</i>	-
<i>Vedação</i>	-
<i>Instalações Complementares</i>	-
<i>Mão de obra</i>	-
<i>Custo total de contrato - Painéis</i>	70.565,00
<i>Lajes</i>	6.176,04
TOTAL:	76.741,00

Fonte: Autor, (2020).

O custo total do sistema pré-fabricado torna-se R\$ 76.741,00, considerando-se então a execução e custo de lajes, finalizando o valor do metro quadrado em R\$ 497,61. Na Figura 8, pode-se observar a porcentagem do custo de laje em relação ao total.

Figura 8: Porcentagem de custos.



Fonte: Autor (2020).

A laje faz parte de apenas 8% do total dos custos do sistema pré-fabricado, sendo apenas 2% menor do que no sistema convencional.

4.3 Comparação entre os sistemas

Os fatores considerados para a comparação entre os dois sistemas foram os de custo e tempo de execução até a concretagem das lajes e reboco das paredes.

A comparação entre custos diretos realizou-se através do montante de custo final, sem comparar custos de cada etapa, pois estes não foram disponibilizados pela empresa contratada responsável pelo sistema pré-fabricado. Entre os dois sistemas há uma diferença de R\$ 12.560,25, sendo o pré-fabricado 16,37% mais caro que o convencional. Essa diferença pode ser observada no Quadro 3.

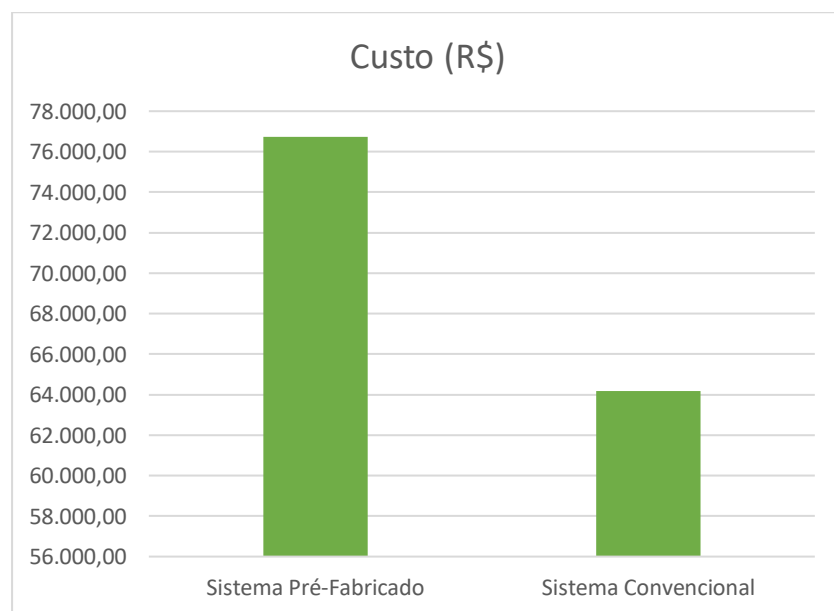
Quadro 3: Formulário de comparação de custos (em R\$).

Itens	Custo (R\$)
<i>Sistema Pré-Fabricado</i>	<i>76.741,00</i>
<i>Sistema Convencional</i>	<i>64.180,75</i>
<i>Diferença entre itens</i>	<i>12.560,25</i>

Fonte: Autor (2020).

Na Figura 9, apresenta-se o gráfico de barras com o custo geral de cada sistema, para que se torne mais fácil a visualização da diferença entre os mesmos.

Figura 9: Custo de cada sistema (em R\$).

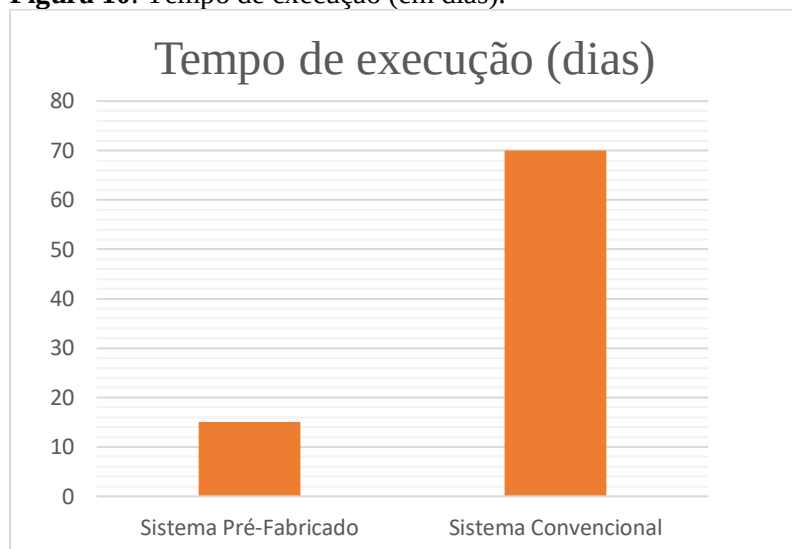


Fonte: Autor (2020).

Em relação ao tempo, na Figura 10, tem-se o gráfico com o tempo de execução de cada um dos sistemas adotados para as edificações, mostrando de forma evidente a diferença entre

os mesmos. Não foram consideradas as mudanças climáticas, como chuvas, sendo o valor de tempo somente para dias ativos de obra.

Figura 10: Tempo de execução (em dias).



Fonte: Autor (2020).

Pode-se observar uma diferença de 55 dias entre os mesmos, sendo o sistema convencional o mais demorado a ser realizado, pela mão de obra exigida e o processo de execução. Porém, não se levou em conta o tempo de fabricação das peças, que incluem vigas e instalações, considerando-se somente o tempo para a realização da fundação no local, montagem dos painéis e execução dos pilares e lajes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando-se os sistemas por custo e tempo de execução, encontram-se vantagens e desvantagens em cada um. O sistema convencional acaba por tornar-se mais barato, porém, é mais demorado em sua execução pela necessidade de mão de obra e menor industrialização de processos, e também há a necessidade de retrabalho, enquanto o pré-fabricado confere maior agilidade à obra. Entretanto, no caso estudado chegou-se à conclusão, que haveria maior vantagem em utilizar-se o sistema convencional quando trata-se somente de três unidades de 52m² cada, já que estas ficaram dentro de um prazo de entrega já planejado pela construtora, e também 16,37% mais baratas.

Em um tipo de empreendimento com alto número de unidades habitacionais, o custo de formas de painéis seria diluído e o processo de tornaria mais barato, e considerando-se o tempo para execução, seria ainda o mais rápido e talvez mais lucrativo para a construtora.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K.; GONÇALVES, O. M.; CARDOSO, L. R. A. **O futuro da construção civil no Brasil. Resultados de um estudo de prospecção tecnológica da cadeia produtiva da construção habitacional.** São Paulo, 2003.

FALEIROS, J. P. M.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. R.; SANTANA, B. M. **O crescimento da indústria brasileira de estruturas metálicas e o boom da construção civil: um panorama do período 2001-2010.** BNDES Setorial, n. 35, mar. 2012, p. 47–84. Rio de Janeiro: BNDES, 2012.

GONZALEZ, M. S. **Uso de alvenaria de vedação em estrutura metálica.** 2003. Tese de Doutorado. EPUSP.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama das cidades.** Cascavel. Paraná. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/cascavel/panorama>. Acesso em: 16. set. 2019.

IGLESIA, T. B. **Sistemas construtivos em concreto pré-moldado.** Trabalho de conclusão de Curso (graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2006.

KALIL, S. B.; LEGGERINI, M. R. **Estruturas Mistas – Concreto Armado X Alvenaria Estrutural.** 2009. Curso de Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: PUC-RS, 2009.

LOURENSINI, L. 2017. **Desenvolvimento de painel pré-fabricado em concreto armado para vedação, com núcleo composto por material para isolamento térmico.** Trabalho de conclusão de curso (graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade do Vale do Taquari. Lajeado – RS, 2017.

MELO, A. D. de; CARVALHO, L. C. **Comparativo de custos entre o método construtivo de concreto armado e alvenaria de vedação em relação ao método alvenaria estrutural em bloco cerâmico para residências de pequeno porte.** Curso de Engenharia Civil. Faculdade UNIS, 2018.

NASCIMENTO, O. L. do. **Alvenarias.** Série Manual da Construção em Aço, 2ª edição. IBS/CBCA. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

PASTRO, R. Z. **Sistema Construtivo de Alvenaria Estrutural.** Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade São Francisco. Itatiba, 2007.

ROGOSKI, E. R. **Estudo comparativo entre os sistemas construtivos: alvenaria estrutural e painéis pré-moldados autoportantes de concreto armado.** 2018. Projeto de pesquisa (graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Santa Rosa – RS, 2018.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados in loco: Avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos.** 2008. Tese de Doutorado.

Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos – SP: USP, 2008.

THOMAZ, E.; FILHO, C. V. M.; CLETO, F. R.; CARDOSO, F. F. **Código de práticas nº 01: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), 2009.

VAN ACKER, A. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Traduzido por Marília de Araújo Ferreira. São Paulo, SP: Associação Brasileira da Construção Industrializada Concreto, 2002.

ANEXO A

HORTA ENGENHARIA LTDA				PLANILHA ORÇAMENTÁRIA GERAL DETALHADA POR SERVIÇO			
EMPREENDIMENTO / OBRA : RESIDENCIAL HORTA 1							DATA
							10/05/2017
APLICAÇÃO : ORÇAMENTO PARA EXECUÇÃO DE RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES						R00	
ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO / OBRA : LOTEAMENTO DONA HELENA - LOTE 14 QUADRA 05							
CARACTERÍSTICAS DA OBRA : RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES EM ESTRUTURA DE CONCRETO E ALVENARIA							
ITEM	SERVIÇOS	UNID	QUANT	CUSTO UNITÁRIO		CUSTO UNITÁRIO TOTAL	CUSTO TOTAL
				MÃO DE OBRA	MATERIAL e/ou SERVIÇO		
1	FUNDAÇÕES						7.691,33
01.01	GABARITO DE OBRA						720,00
01.01.01	EXECUÇÃO DE GABARITO	m²	160,00	-	4,50	4,50	720,00
01.02	ESTACAS						2.060,46
01.02.01	EXECUÇÃO DE FUROS (h=300cm ø 25cm)	vb.	1,00	500,00	-	500,00	500,00
01.02.02	ARMADURA ESTACAS	vb.	1,00	-	720,16	720,16	720,16
01.02.03	CONCRETAGEM	vb.	1,00	-	840,30	840,30	840,30
01.03	BALDRAME						4.910,87
01.03.01	FORMA PARA BALDRAME	vb.	1,00	-	1.445,60	1.445,60	1.445,60
01.03.02	AÇO PARA BALDRAME	vb.	1,00	-	1.440,33	1.440,33	1.440,33
01.03.03	CONCRETO PARA BALDRAME	vb.	1,00	-	1.560,54	1.560,54	1.560,54
01.03.04	IMPERMEABILIZAÇÃO	vb.	1,00	-	464,40	464,40	464,40
02	INFRAESTRUTURA						14.300,60
02.01	PILARES						3.478,39
02.01.01	FORMA	vb.	1,00	-	561,40	561,40	561,40
02.01.02	ARMADURA	vb.	1,00	-	1.845,70	1.845,70	1.845,70
02.01.03	CONCRETO	vb.	1,00	-	1.071,29	1.071,29	1.071,29
02.02	VIGAS						4.646,17
02.02.01	FORMA	vb.	1,00	-	1.103,50	1.103,50	1.103,50
02.02.02	ARMADURA	vb.	1,00	-	1.794,90	1.794,90	1.794,90
02.02.03	CONCRETO	vb.	1,00	-	1.747,77	1.747,77	1.747,77
02.03	LAJE						6.176,04
02.03.01	VIGOTAS	vb.	1,00	-	1.534,38	1.534,38	1.534,38
02.03.02	LAJOTA	ud.	2.200,00	-	0,70	0,70	1.540,00
02.03.03	CONCRETO	vb.	1,00	-	2.621,66	2.621,66	2.621,66
02.03.04	ESCORAS	ud.	120,00	-	4,00	4,00	480,00
03	VEDAÇÕES						21.072,62
03.01	ALVENARIA						11.849,19
03.01.01	TIJOLOS	ud.	16.200,00	-	0,51	0,51	8.262,00
03.01.02	ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO	vb.	1,00	-	3.587,19	3.587,19	3.587,19
03.02	REVESTIMENTO ARGAMASSADO						7.431,45
03.02.01	REBOCO TETO E PAREDE	vb.	1,00	-	7.431,45	7.431,45	7.431,45
03.03	PISO						1.791,98
03.03.01	CONTRA PISO	vb.	1,00	-	1.791,98	1.791,98	1.791,98
04	MÃO DE OBRA						12.700,00
04.01	FUNDAÇÕES						4.000,00
04.01.01	FUNDAÇÕES E BALDRAMES	vb.	1,00	-	4.000,00	4.000,00	4.000,00
04.02	INFRAESTRUTURA						4.000,00
04.02.01	PILARES	vb.	1,00	-	1.500,00	1.500,00	1.500,00
04.02.02	VIGAS E LAGE	vb.	1,00		2.500,00	2.500,00	2.500,00
04.03	VEDAÇÕES						4.700,00
04.03.01	ALVENARIA DE TIJOLO	vb.	1,00	-	1.700,00	1.700,00	1.700,00
04.03.02	REBOCO	vb.	1,00		3.000,00	3.000,00	3.000,00
05	INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES						8.416,20
05.01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS						3.532,50
05.01.01	MATERIAL PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	vb	1,00	-	832,50	832,50	832,50
05.01.02	M.O. PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	vb	1,00	2.700,00	-	2.700,00	2.700,00
05.02	ES HIDRÁULICAS - ÁGUA FRIA E ESGOTO						4.883,70
05.02.01	MATERIAL PARA INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	vb	1,00		2.483,70	2.483,70	2.483,70
05.02.02	MÃO DE OBRA INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	vb.	1,00	2.400,00		2.400,00	2.400,00
CUSTO TOTAL							64.180,75

ANEXO B

VIA
HILARIO

CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Que fazem, de um lado **MIRAOBRA CONSTRUÇÕES CIVIS LTDA**, empresa de construção civil, localizada a rua Paraná, 1450, nesta, CNPJ 82.043.696/0001-06, representada neste ato por seu sócio gerente, **CARLOS ADOLFO MIRANDA**, engenheiro civil, brasileiro, divorciado, inscrito no CREA-PR sob o nº 17.200-D, portador do RG nº 2.026.603-01 SSP-PR, inscrito no CPF/MF sob nº 530.271.679-87, residente e domiciliado à Rua Bartolomeu de Gusmão, nº 998, Apto 04, Bloco 01, Cascavel - PR, doravante denominado simplesmente **CONTRATADO**, e de outro **HORTA**

ENGENHARIA LTDA, localizada a rua: Minas Gerais, numero: 2161, nesta, CNPJ 02.486.069/0001-00, neste ato representada por seu sócio, gerente, **HILARIO ANTUNEZ HORTA**, Engenheiro civil, brasileiro, residente a rua Toronto, numero, 400, nesta, CPF 066.628.449-00, doravante denominada simplesmente **CONTRATANTE**, os quais têm entre si justo e contratado o quanto segue:

DO OBJETO:

A construção de um conjunto de 03 (três) residências pré-fabricadas com área de:

CASA A – 51.72 m2 com 46,88 ml de parede

CASA B – 51,23 m2 com 47,52 ml de parede

CASA C – 51,27 m2 com 46,73 ml de parede

TOTAL Casas A / B / C – 154.22m2 – e 141,13 ml de parede

RELAÇÃO ML DE PAREDE / M2 DE OBRA = 0.91

conforme projeto fornecido pelo **CONTRATANTE**, a serem executadas na rua: ONTARIO, lote 01, quadra 05, no LOTEAMENTO DONA HELENA, em Cascavel – PR, a ser executada da seguinte forma:

a) Serviços executados com fornecimento de material e mão de obra:

- Locação da obra:

A obra deverá ser locada de acordo com o projeto arquitetônico enviado ao contratado;

- Fundação

A fundação é do tipo Radie, espessura de 10,0 cm, malha simples de 15x15 ferro 4,2mm. O fornecimento de concreto de usinado de 20MPa, com pedrisco

- Execução de serviços gerais das Edificações:

Execução de tubulação de esgoto de acordo com projeto complementares, fornecido pelo **CONTRATADO**;

As paredes em painéis em concreto e tijolos cerâmicos, com espessura de 13 cm, tela de aço nas especificações necessárias, estruturação através de aplicação de aço nos moldes e quantidades necessárias, tudo de acordo com o projeto elaborado pelo **CONTRATADO** e de responsabilidade deste;

Os registros da tubulação hidráulica, serão Deca ou Docol.

Tubulações Amanco ou similar

Caixas de tub elétrica em PVC 2x4

Eletrodutos executados com mangueira corrugada de ¾

Quadro de disjuntores para 12 circuitos

Tub hidráulica de ¾" e cotovelos LxR 25mm x ¾"

Aço dos painéis tipo CA50

Concreto usados para confecção dos painéis será de 15Mpa, com pedrisco

4

M

Montagem dos painéis na obra é de responsabilidade do CONTRATADO e com caminhão guincho fornecido pelo mesmo;

Todos os procedimentos deverão ser executados de acordo com as normas, especificações técnicas e projetos complementares (ptos de elétrica e hidráulico), fornecidos pelo CONTRATADO

DAS OBRIGAÇÕES DO CONTRATADO:

O **CONTRATADO**, deverá executar os serviços dentro das normas da ABNT, fornecendo garantia dos mesmos conforme as exigidas por lei;

Em consequência deverá ainda obedecer fielmente a NR 6, NR 7, NR 9, NR 17, NR 18 e NR 35;

Responder por qualquer reclamação trabalhista, se por acaso houver, eliminando toda e qualquer responsabilidade por parte do **CONTRATANTE**.

DAS OBRIGAÇÕES DO CONTRATANTE:

Deixar o terreno plano e compactado para execução do Radie pelo Contratado;

Fornecer energia elétrica (220V) e água no local da obra;

Fornecer contêiner de depósito e WC para os funcionários

Fornecer e dar assistência quando houver dúvidas no projeto arquitetônico;

Efetuar os pagamentos conforme acordado.

DO PRAZO PARA A CONCLUSÃO DA OBRA:

Início dos serviços; 27/11/2018

O objeto do presente contrato deverá ser finalizada até o dia 18 de dezembro de 2018.

VALOR DO CONTRATO

O valor acordado para a execução dos serviços discriminados neste instrumento é de:

141,13 ml de parede * R\$ 500,00 = **R\$ 70.565,00 (setenta mil, quinhentos e sessenta e cinco reais)**

FORMA DE PAGAMENTO:

Entrada : R\$ 10.565,00 (dez mil, quinhentos e sessenta e cinco reais)

Saldo de R\$ 60.000,00 (sessenta mil reais) divididos da seguinte forma para cada casa:

3 x R\$ 20.000,00

FORMA DE PAGAMENTO

fundação concretada	45%	R\$ 9.000,00
Montagem placaS	45%	R\$ 9.000,00
retrabalho	10%	R\$ 2.000,00
	100%	R\$ 20.000,00

RESPONSABILIDADES

Em caso de trincas, que por venturam surjam com o trabalho da fundação, a **CONTRATADA** assumira o reparo das mesmas, ficando a cargo do **CONTRATANTE**, a pintura da área, se por ventura houver necessidade. Em caso de fissuras, a **CONTRATADA** orienta com relação ao tratamento das mesmas.

A pintura externa da casa, o **CONTRATADO**, sugere a aplicação de tintas emborrachadas, para evitar a umidade nas paredes, principalmente em suas emendas

O CONTRATANTE, devera seguir as orientações do **CONTRATADO**, com relação a execução da laje, e impermeabilizações laterais as paredes, caso houver necessidade.

DO FORNECIMENTO DE NOTAS FISCAIS:

As notas fiscais de materiais fornecidos pelo **CONTRATADO** serão emitidas diretamente dos fornecedores do **CONTRATADO** para o nome do **CONTRATANTE**. A diferença do valor das notas de materiais emitidas com o valor deste instrumento, será fornecida a nota fiscal de mão de obra para o **CONTRATANTE**, sendo o valor máximo de R\$ 7.000,00 (sete mil reais) por casa.

DA GARANTIA:

A garantia do objeto do presente contrato é a legal, sendo de no mínimo 05 (cinco) anos.

Fica eleito o foro da comarca de Cascavel/Pr, para dirimir quaisquer dúvidas que por ventura venham a ocorrer quanto a interpretação deste instrumento.

E estando de acordo, firmam o presente em 02 (duas) vias de igual teor.

CONTRATANTE : 

CONTRATADO: 

TESTEMUNHA 1:.....

TESTEMUNHA 2:

Cascavel, 26 de novembro de 2018