



CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RAQUEL CIPRIANO MELO

**COMPARATIVO EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES NA
CONSTRUÇÃO DE UNIDADES POPULARES EM FORTALEZA-CE**

FORTALEZA

2022

RAQUEL CIPRIANO MELO

COMPARATIVO EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES NA
CONSTRUÇÃO DE UNIDADES POPULARES EM FORTALEZA-CE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Ma. Tatiana Soares de
Oliveira.

FORTALEZA

2022

RAQUEL CIPRIANO MELO

**COMPARATIVO EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES NA
CONSTRUÇÃO DE UNIDADES POPULARES EM FORTALEZA-CE**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Christus, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Profa. Msc. Tatiana Soares de
Oliveira

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. Tatiana Soares de Oliveira (Orientadora)
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Msc. Erivano Lúcio Passos
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Msc. José Willington Gondim Oliveira
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M528c Melo, Raquel Cipriano.
Comparativo em sistemas construtivos inovadores na
construção de unidades populares em Fortaleza-ce. / Raquel
Cipriano Melo. - 2022.
68 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
Fortaleza, 2022.
Orientação: Profa. Ma. Tatiana Soares de Oliveira..

1. Sistemas construtivos. 2. Inovador. 3. Concreto. 4. OLÉ. I.
Título.

CDD 624

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos primeiramente a Deus, pois sem Ele nada seria possível, foi Ele quem esteve comigo nas noites em claro de estudos e Ele que segurou minha mão em meio a tempos difíceis.

Aos meus pais, que foram os maiores investidores dos meus sonhos, vou sempre lembrar de todos os anos que investiram na minha educação e no meu futuro, agradeço por cada conselho, cada palavra, cada abraço, cada gesto de carinho e cuidado que tiveram por mim.

Aos meus avós, que cuidaram de mim desde criança, que foram exemplos de pessoas na minha vida. Agradecimento especial ao meu avô João, que era a pessoa que mais acreditava em mim, ele que não me deixou desistir enquanto estava aqui, e que me ensinou tantas coisas, principalmente a lutar pelos objetivos.

Ao meu noivo, que segurou minha mão em todos os momentos, que me apoiou e não me deixou sair do caminho que precisava seguir para conquistar meus objetivos, que me ensinou tantas coisas e está comigo em toda situação.

A toda a minha família, que torce por mim em todos os momentos. Em especial meu irmão e minha cunhada, que sempre me apoiam e me aconselham.

A todos aqueles que compõem meu ciclo de amizade, obrigada por estarem comigo sempre e agregarem tanto na minha vida; são pessoas essenciais.

Aos meus amigos do trabalho, que tanto me apoiaram e me ajudaram na correria do dia a dia. Em especial ao meu amigo Álefe, que me ensinou tanto e que esteve comigo em tantos momentos.

A minha orientadora, que esteve comigo nessa caminhada e foi de extrema importância para a realização desse trabalho, que além de orientadora, foi também uma grande amiga.

A banca, que durante esse período agregou de forma positiva com suas observações, tornando o trabalho mais completo.

RESUMO

Com um déficit habitacional de aproximadamente 6 milhões de moradias no Brasil, se viu necessária a busca por soluções para minimizar essa grande problemática que afeta drasticamente o país. A previsão legal para esta questão ocorre no artigo 6º da Constituição Federal (Emenda, nº 90, 2015), onde a moradia é considerada como direito social em que todo cidadão tem direito à moradia digna, podendo desenvolver ali, uma melhor qualidade de vida. Buscando uma possível solução, tem-se o aumento do alcance dos programas habitacionais brasileiros como, por exemplo, o programa Casa Verde e Amarela, ou seja, conseguir atender uma maior quantidade de pessoas. Para que ocorra esse aumento, é necessário que algumas melhorias no setor construtivo aconteçam, como o aumento da produtividade nas obras, a diminuição dos desperdícios, a diminuição de custo da obra, entre outros, para que assim seja possível atender a essa alta demanda. Com o avanço da tecnologia, alguns sistemas construtivos surgiram para que fosse possível o progresso nas construções. Desse modo, este trabalho busca comparar o sistema construtivo convencional com os inovadores parede de concreto moldada *in loco* e o método construtivo de casas OLÉ. Para isso, buscou-se conhecer os sistemas e realizar entrevistas com profissionais envolvidos em suas execuções. Identificou-se que, quando comparado ao sistema construtivo convencional, pôde-se observar as diferenças que são apresentadas quanto as etapas, produtividades e orçamentos, sendo verificado qual o sistema com melhores características para ser aplicado na construção de habitações.

Palavras-chave: Sistemas construtivos; Inovador; Concreto; OLÉ

ABSTRACT

With a housing deficit of approximately 6 million homes in Brazil, it was necessary to search for solutions to minimize this major problem that drastically affects the country. The legal provision for this issue occurs in article 6 of the Federal Constitution (Amendment, nº 90, 2015), where housing is considered a social right in which every citizen has the right to decent housing, being able to develop there, a better quality of life. Seeking a possible solution, there is an increase in the scope of Brazilian housing programs such as, for example, the Casa Verde e Amarela program, that is, being able to serve a greater number of people. For this increase to occur, it is necessary that some improvements occur in the construction sector, such as increased productivity in the works, the reduction of waste, the reduction of the cost of the work, among others, so that it is possible to meet this high demand. With the advancement of technology, some construction systems have emerged to make progress in construction possible. Thus, this work seeks to compare the conventional constructive system with the innovative cast-in-place concrete wall and the constructive method of OLÉ houses. For this, we sought to know the systems and conduct interviews with professionals involved in their executions. It was identified that, when compared to the conventional constructive system, it was possible to observe the differences that are presented regarding the stages, productivity and budgets, being verified which system has the best characteristics to be applied in the construction of housing.

Keywords: Constructive system; Innovative; Concrete; OLÉ

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivos	17
1.1.1 Objetivo geral.....	17
1.1.2 Objetivos específicos	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Unidades populares e o déficit habitacional.....	18
2.2 Unidades populares em Fortaleza – CE.....	20
2.3 Especificações para as construções em Fortaleza – CE:	22
2.4 Sistemas Construtivos	24
2.4.1 Tipos de sistemas construtivos.....	24
2.5 Sistema construtivo Convencional – Vedação por bloco cerâmico.....	26
2.6 Sistema construtivo OLÉ	27
2.6.1 Painéis e coberta	28
2.6.2 Vantagens e desvantagens.....	33
2.7 Sistemas construtivos Parede de Concreto Moldados <i>in loco</i>	34
2.7.1 NBR 16055/2012	35
2.7.2 Parâmetros aplicados.....	35
2.7.3 Etapas de construção.....	36
2.7.4 Vantagens e desvantagens.....	42
4. METODOLOGIA	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 Diferenças entre as etapas construtivas.....	46
5.2 Comparativo de prazos e produtividade.....	48
5.3 Comparativo de custo	52
5.4 Análise dos questionários	56
6. CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Indicação de déficit habitacional por região	18
Figura 2 - Cortiço em São Paulo	20
Figura 3 - Estimativas 2019 x 2040	22
Figura 4 - Residencial Luiz Gonzaga	23
Figura 5 - Sistema Construtivo Wood Frame.....	25
Figura 6 - Sistema Construtivo Convencional.....	27
Figura 7 - Casa sistema OLÉ	28
Figura 8 - Corte dos painéis pré-moldados	29
Figura 9 - Ilustração do processo de montagem dos painéis.....	30
Figura 10 - Colocação de blocos cerâmicos nas formas de montagem.....	31
Figura 11 - Colocação de blocos cerâmicos nas formas de montagem e ilustração de soldagem	32
Figura 12 - Casas térreas construídas com sistema de parede de concreto moldado in loco	34
Figura 13 - Levantamento da parede de concreto	36
Figura 14 - Fundação radier	37
Figura 15 - Armaduras com espaçadores	38
Figura 16 - Instalações na armadura.	39
Figura 17 - Instalação hidráulica	40
Figura 18 - Fôrma com escoramento	41
Figura 19 - Fôrmas prontas para o desmolde.....	42
Figura 20 - Fluxograma de pesquisa.....	43
Figura 21 - Serviços executados x tempo em alvenaria convencional.....	49
Figura 22 - Serviços executados x tempo em parede de concreto	50
Figura 23 - Serviços executados x tempo em parede de concreto	51

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Período de atividade da empresa.....	57
Gráfico 2 - Atuação em construções de casas populares	57
Gráfico 3 - Tipo de segmento	58
Gráfico 4 - Obras executadas.....	58
Gráfico 5 - Obras em execução	59
Gráfico 6 - Obras previstas até o fim do ano	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Perguntas do questionário	45
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Detalhamentos e composições de alguns materiais	33
Tabela 2 - Comparativo de serviços executados em cada sistema de acordo com as obras analisadas.....	47
Tabela 3 - Comparativo de índices de produtividade	52
Tabela 4 - Custo financeiro de obra em alvenaria convencional.....	53
Tabela 5 - Custo financeiro de obra em parede de concreto moldada in loco	54
Tabela 6 - Custo financeiro de obra através do sistema OLÉ.....	55
Tabela 7 - Comparativo entre o custo do m ² de construção	56

LISTA DE ABREVIações

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SINAT: SISTEMA NACIONAL DE APROVAÇÕES TÉCNICAS

DATec: DOCUMENTO DE AVALIAÇÃO TÉCNICA

ABCP: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND

1. INTRODUÇÃO

A problemática relacionada a dificuldade de moradia para a população com renda baixa ainda é um assunto bastante recorrente nas notícias brasileiras. O Brasil possui um déficit habitacional de 6 milhões de moradias aproximadamente, contudo, foi realizado um mapeamento de despejo no país pela Campanha Despejo Zero, onde foi registrado em média 20 mil remoções forçadas entre os anos de 2020 e 2022 (AGUIAR, 2022).

De acordo com o presidente da ABRAINCA – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias, para minimizar este problema, é necessário melhorar e aumentar o alcance dos programas de habitação, de modo que seja possível zerar esse índice de déficit, ou seja, aplicar novos métodos que permitam que esses programas funcionem de forma mais eficiente (FRANÇA, 2020).

Outro fator que colabora com este dado, refere-se à renda da população, onde cerca de 98% possuem renda de, em média, 1 salário-mínimo e utiliza este valor como principal fonte de renda familiar (PIMENTEL, 2020).

Neste sentido, a Defensoria Pública do Ceará indicou um déficit habitacional expressivo de 130 mil moradias para o ano de 2019. Esse dado é confirmado pela Habitafor - Secretaria Municipal do Desenvolvimento Habitacional de Fortaleza, quando constatou que pessoas com baixa renda, na sua maioria, vivem em situação de risco por não terem condições de adquirir uma casa em local apropriado. Assim, residem em “moradias de estruturas inadequadas”, se caracterizando em moradias nas ruas ou em construções de forma indevida, seja pela localidade inapta para receber esse tipo de edificação (JORNAL G1, 2019).

Existem pelo menos 89 áreas de risco na capital do Ceará, onde são habitadas, aproximadamente, por 22 mil famílias (NASCIMENTO, 2020). Todavia, sabe-se que a localização é de extrema importância para construir uma moradia digna, porém, é um grande desafio relocar todas essas famílias da forma devida (PEREIRA, 2020). Percebe-se, portanto, que, além da quantidade de moradias a serem construídas, outro grande dilema remete às áreas para essas construções.

Ao considerar a legislação, de acordo com o artigo 6º da Constituição Federal (Emenda, nº 90, 2015), a moradia é um direito social previsto em lei, onde todo cidadão tem direito a viver em local digno, sem correr riscos e vivendo em local que ofereça ao cidadão uma qualidade de vida.

Contudo, o setor construtivo vem buscando soluções para aperfeiçoar essas construções, pois é de extrema necessidade que essa situação se reverta, ou seja, buscar soluções alternativas para fazer com que os custos dessas moradias sejam reduzidos. Assim, busca-se, também, que as mesmas sejam entregues de forma mais rápida, tornando-as mais acessíveis financeiramente e com o período de produção mais curto (SANTOS, 2020).

No que tange a unidades habitacionais populares, tem-se que são caracterizadas por edificações simples, fazendo com que o processo construtivo seja mais barato do que uma moradia tradicional, tornando-a uma edificação mais acessível (MAPA DA OBRA, 2019). Todavia, sabe-se que o sistema construtivo mais utilizado, ainda, é a alvenaria convencional, composta por blocos cerâmicos (ENTENDA ANTES, 2019). Porém, tem-se questionado se este sistema construtivo ainda apresenta o melhor custo-benefício quando se analisa outros que surgem no mercado.

Sobre este sistema, tem-se que o sistema construtivo de alvenaria convencional apresenta desvantagens, como desperdício de material e longo tempo de execução (ENTENDA ANTES, 2019). Esses dois pontos influenciam diretamente na parte financeira, onde serão necessários custos maiores para uma mesma equipe, visto que o serviço dura mais, bem como gastos maiores com material que será desperdiçado, devido a alguns processos desnecessários.

Assim, os avanços da tecnologia podem proporcionar diversas modificações nos sistemas tradicionais da construção civil, as quais visam melhorar o custo-benefício das edificações, ou seja, utilizar de novos conceitos que possam ocasionar a qualidade, eficácia e economia (FIA, 2020).

Neste contexto, as inovações apresentam uma forma mais eficaz de se comunicar com projetos arquitetônicos, podendo alinhar a arquitetura e a engenharia

de forma que ambos consigam trabalhar em conjunto para que o setor construtivo consiga progredir e trazer modificações que possam ser viáveis (BALDWIN, 2019).

De tal modo, o principal objetivo das inovações é fazer com que sejam tomadas decisões assertivas, ou seja, trabalhar conjuntamente em sistemas que tragam os resultados que já são previstos em projetos, tornando o processo de construção mais rápido e fácil (LUNARDELLI, 2021).

Assim, o setor da construção civil buscou desenvolver sistemas que englobasse as necessidades de uma determinada edificação, fazendo com que ocorra uma simplificação nos métodos construtivos. Essas mudanças buscam trazer melhorias, sendo uma delas no setor financeiro, ou seja, melhorar o custo-benefício (HUGO e CARLOS, 2020).

Em Fortaleza, consegue-se visualizar que as empresas estão começando a buscar novos sistemas de construção para ser utilizados nas obras, em busca de um retorno positivo, saindo do tradicional e trazendo a inovação o meio construtivo. (SINDUSCON - CE, 2017). Uma pesquisa feita em sites acadêmicos como Google acadêmico, BTDT – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertação e *Scielo*, de cunho autônomo, desde os anos 2000 até 2021, foram encontrados pelo menos 687 trabalhos que fazem menção aos sistemas construtivos inovadores.

De modo geral, o sistema de alvenaria convencional vem sendo substituído com o passar dos anos, pois a engenharia está investindo, cada vez mais, em tecnologia nos seus sites mais construtivos. De acordo com Juliana Nakamura (2019), os sistemas que estão sendo mais procurados para a substituição do sistema tradicional em casas populares são: paredes de concreto, *wood frame*, *steel frame* alvenaria estrutural.

Neste sentido, de 2015 a 2021, existem em torno de 39 trabalhos que citam as paredes de concreto moldadas *in loco*. Em contrapartida, de 2013 até hoje, existe apenas 1 trabalho que cita o sistema OLÉ. Portanto, são sistemas com duas percepções: um com um certo reconhecimento, e o outro pouco explorado no mundo da pesquisa.

À nível local, um exemplo de utilização desses sistemas, refere-se a construtora TENDA, que vem inovando em seu processo construtivo, trabalhando com a aplicação de um método mais ágil e com um desempenho considerado melhor, levando em conta o tipo de edificação que está sendo trabalhada (CONSTRUTORA TENDA, 2022).

O sistema construtivo em questão é a parede de concreto moldada *in loco*, que é basicamente uma estrutura feita na obra utilizando formas metálicas, fazendo com que o tempo de construção da edificação seja menor que o normal, sendo ideal para obras em grande escala e/ou com prazos de entrega reduzidos, visto seu aumento de produtividade (LORENCETO, 2018).

Outra construtora que vem inovando em seu sistema construtivo é a MOREFÁCIL, que trabalha atualmente com o sistema OLÉ na construção de casas populares, visando, também, à agilidade em seu processo de execução (MANUAL CASAS OLÉ, 2020).

Esse sistema visa à produção de unidades habitacionais através de painéis que são construídos utilizando concreto armado, bloco cerâmico e argamassa, sendo produzido de acordo com o projeto apresentado. A empresa apresenta dados relacionados à economia de tempo, por ser um método que apresenta agilidade na sua execução, tornando a edificação mais produtiva e evitando gastos desnecessários com materiais (MANUAL CASAS OLÉ, 2020).

Todavia, vale ressaltar que ambos os sistemas apresentam pontos positivos e negativos, e que a construção de casas populares tem como prioridade a economia, tanto relacionada à parte financeira como à parte temporal. Contudo, é necessário analisar as necessidades da obra para escolher o sistema que melhor se aplica (ENTENDA ANTES, 2019).

Diante dos sistemas construtivos inovadores, buscam-se métodos construtivos que sejam mais produtivos que o convencional, melhorando a produtividade em uma obra.

Desse modo, busca-se responder ao seguinte questionamento: qual a viabilidade da utilização de sistemas construtivos inovadores, Olé e Parede de concreto moldado *in loco*, na construção de unidades populares?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Comparar os sistemas construtivos, Convencional, Olé Casas e Parede de concreto moldado *in loco* quanto a otimização e aumento da produtividade na construção de unidades residenciais unifamiliares com padrão popular.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar os sistemas construtivos inovadores “Olé” e o sistema em Parede de concreto moldado *in loco*.

- Realizar um comparativo entre os sistemas convencionais e os dos sistemas inovadores apresentados, analisando dados relacionados a produtividade, etapas, custos e prazos.

- Analisar a viabilidade dos sistemas inovadores Olé e o Parede de concreto moldado *in loco* (quanto aos benefícios encontrados nos comparativos), em relação aos sistemas convencionais na construção de unidades populares.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

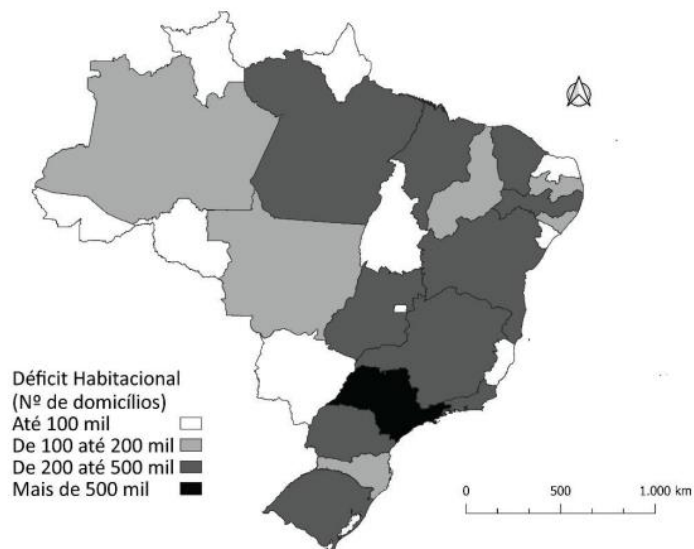
Esta etapa apresenta um levantamento bibliográfico com o objetivo de fornecer o embasamento teórico do tema da pesquisa, ou seja, aprofundar o estudo. Durante esta seção são dissertados tópicos sobre as unidades populares e o déficit habitacional, onde é dito um pouco mais sobre esses tópicos, apresentando dados e figuras, e os sistemas construtivos, onde será trabalhada a forma de construção, materiais, vantagens, desvantagens, entre outros.

2.1 Unidades populares e o déficit habitacional

O acesso à moradia é um direito indispensável para a população, trazendo segurança para as pessoas que o adquirem. No entanto, infelizmente, ainda existem pessoas que não conseguiram conquistar esse bem, principalmente por não terem condições de investir e se comprometer com uma dívida tão alta (PRADO, 2021).

A Figura 1 indica o déficit habitacional no Brasil, dividido por estados, podendo identificar as regiões que mais sofrem com a falta de habitações para a população.

Figura 1 - Indicação de déficit habitacional por região



Fonte: FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021

Contudo, é pensando nas pessoas com essas e outras dificuldades que foram criados programas que trazem as unidades populares como solução para o problema, visando melhorar a qualidade de vida da população (PRADO, 2021).

Essa problemática é decorrente de decisões políticas, desigualdade social, e elitismo, ou seja, fazendo com que uns tenham acessos a determinados benefícios, enquanto outros não conseguem alcançar esse objetivo (CARVALHO, 2021).

Uma unidade popular pode ser composta tanto por casas térreas como por pequenos condomínios, com o objetivo de abrigar o indivíduo em questão, ou seja, oferecer a uma determinada pessoa, uma moradia digna. Porém, esses tipos de unidades geralmente são dedicados à população com uma renda familiar considerada baixa (CONCEITO, 2013).

Essas unidades são comumente utilizadas quando se pensa na problemática do déficit habitacional do país, ajudando a diminuir os números de desabrigados no país, ou seja, as unidades populares geram moradias dignas para pessoas que tem a renda baixa.

Sobre este tema, pode-se perceber que o déficit habitacional sempre esteve presente no contexto histórico no nosso país, especialmente no que diz respeito a processos migratórios e mudanças econômicas. Um exemplo disso tem relação após o início da revolução industrial, quando os trabalhadores precisavam ser relocados na zona urbana, porém, o salário e as condições precárias, não permitiam que o mesmo obtivesse uma moradia digna. Portanto, foi nesse momento que o governo precisou começar a dispor de uma ajuda, porém, ainda não era suficiente, pois o custo de vida na época era muito elevado (CRUZ, 2020).

Esse autor também destaca importantes mudanças no que tange a difusão de unidades populares, em meados do século XX, mais especificamente, após a primeira e a segunda guerra mundial, onde o governo teve que passar a investir na reconstrução das regiões e começou a encaminhar a população que esteve envolvida nos combates, juntamente com suas famílias, para moradias construídas para os mesmos (CRUZ, 2020).

Neste sentido, na Figura 2, pode ser observado um cortiço em São Paulo no século XX, na época da guerra, que era usado como habitacionais populares destinados à parte populacional envolvida na guerra, ou seja, locais onde a população que estava integrada na guerra, poderia buscar a juntamente com sua família.

Figura 2 - Cortiço em São Paulo



Fonte: LING, 2018.

2.2 Unidades populares em Fortaleza – CE

De acordo com o catálogo de serviços para programas habitacionais apresentado no site da Prefeitura de Fortaleza, em 2009 entrou em vigor a lei federal 11.977 que tinha como objetivo promover moradias. O programa Minha Casa Minha Vida foi anunciado com a intenção de reduzir o déficit habitacional, trazendo garantia de moradia aos brasileiros (FORAGI, 2012).

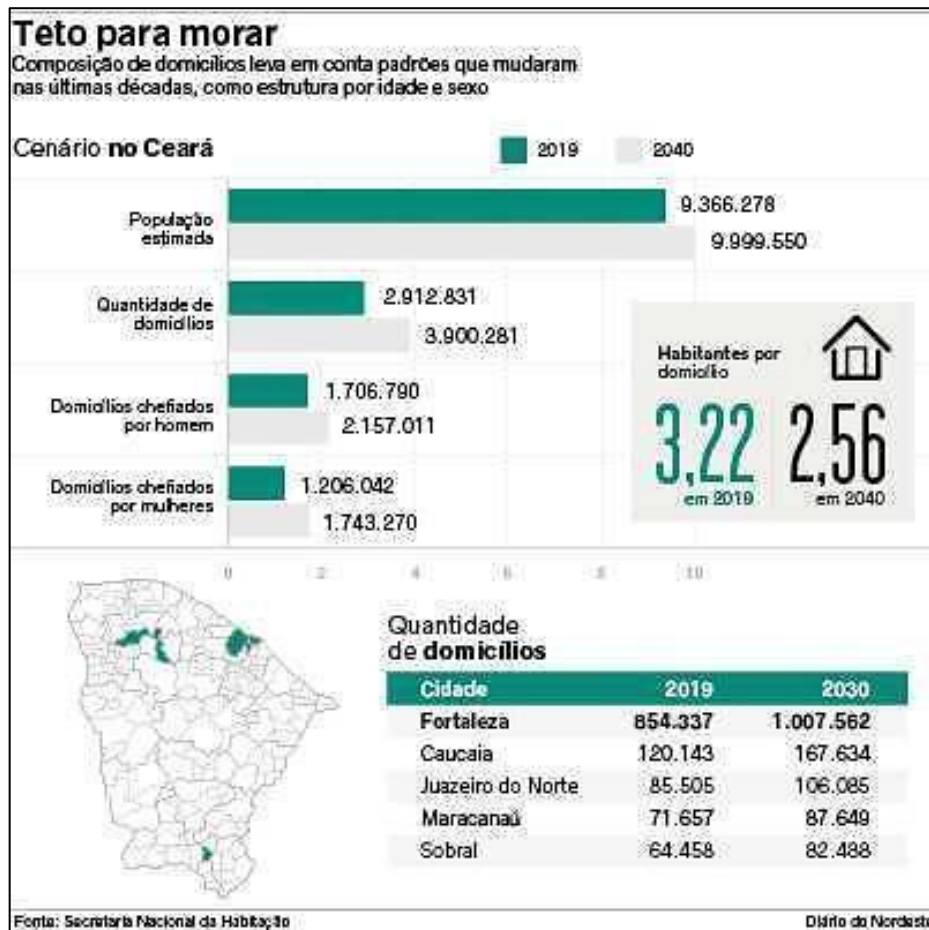
Porém, em 2015 a prefeitura decidiu aplicar um sorteio para escolher os grupos, visando trazer uma maior organização para essa seleção. Alguns critérios são levados em conta para que sejam selecionadas as famílias para o sorteio, ou seja, existem requisitos para que uma determinada pessoa seja selecionada, como os que seguem (FORTALEZA, 2022):

- Morando em áreas de risco;
- Desabrigadas;
- Com mulheres responsáveis pela família;
- Que tenham pessoas com deficiência como membro;
- Beneficiárias do programa “Locação Social”;
- Com membros a mais do que a residência atual comporta;
- Que vivem em um mesmo local que outras famílias, renunciando à privacidade;
- Que vivem em cômodos como se fossem residências (com exceção de locais cedidos pelos empregadores);
- Com membros com algumas doenças crônicas específicas;

Segundo uma pesquisa feita pela Fundação João Pinheiro, em 2015, o déficit era de aproximadamente 302 mil moradias no Ceará. Todavia, o Nuham - Núcleo de Habitação e Moradia da Defensoria Pública do Ceará realizou entre 2017 e 2019 em torno de 4.500 atendimentos referentes a diversas demandas, sendo uma delas o pedido de aluguel social (VIANA, 2019).

Este déficit se mantém uma vez que, pela previsão do Governo, ainda será expressivo para os próximos anos. Isto é observado na Figura 3 onde consta a estimativa de crescimento populacional para os anos de 2019 a 2040. Porém, surge o questionamento se o município de Fortaleza terá uma estrutura capaz de atender essa demanda.

Figura 3 - Estimativas 2019 x 2040



Fonte: SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO, 2019.

2.3 Especificações para as construções em Fortaleza – CE:

O catálogo “Fortaleza 2040” especifica alguns parâmetros que precisam ser atendidos para que as moradias sejam consideradas unidades populares. Essas regras são aplicáveis, não somente para as unidades residenciais unifamiliares e multifamiliares, mas também, em relação à localização de onde será edificada. Ressalta-se que no documento, não existe especificação para as edificações, como sendo unidades isoladas (casas) ou conjuntos de apartamentos, sendo considerado

as edificações de modo mais genérico como “unidades habitacionais”. Quanto aos requisitos, visam promover um ambiente agradável para os moradores da região.

Portanto, para que esse padrão seja atendido, as unidades precisam pontuar algumas condições, sendo elas:

- ✓ Respeitar o pé direito mínimo, atualmente sendo utilizado 2,40 m, para que não ocorram problemas com projetos;
- ✓ Área mínima de 10 m² para a sala, trazendo a padronização desejada; unidades que contenham apenas um dormitório deve possuir pelo menos 7,5 m² no quarto;
- ✓ Se existirem mais de dois dormitórios, a soma dos quartos deve ser pelo menos 15 m²;
- ✓ Mais de três dormitórios, deve ter, pelo menos, 20 m² no somatório;
- ✓ Acima de quatro dormitórios, a soma dos quartos não pode ser menor que 27,5 m² (FORTALEZA, 2022).

A Figura 4 mostra o Residencial Luiz Gonzaga, construído em Fortaleza para atender a população e que atende o requisito previsto no programa, o empreendimento foi entregue em 2019, conta com 1.760 unidades de 43 m² cada apartamento, contendo sala, 2 quartos, banheiro e área de serviço, com um pequeno diferencial, a existência de varanda.

Figura 4 - Residencial Luiz Gonzaga



Fonte: FILHO, 2019.

2.4 Sistemas Construtivos

Sistemas construtivos são definidos como métodos utilizados para a elaboração de determinadas edificações, porém, é necessário verificar alguns quesitos para alcançar a produtividade esperada, como tipo de edificação, material, viabilidade, tempo, entre outros (PLACK, 2021).

Escolher o sistema construtivo que será aplicado em determinada obra faz parte da fase de planejamentos da construção. Assim, não se pode escolher um sistema de forma aleatória, ou seja, sem nenhum tipo de estudo preliminar. De tal modo, um sistema deve ser escolhido de acordo com uma pesquisa realizada sobre a obra antes de qualquer decisão, visando o tipo de construção, a necessidade do cliente, meio ambiente, orçamento, produtividade, entre outros (ENTENDA ANTES, 2020).

2.4.1 Tipos de sistemas construtivos

De acordo com Caio Pereira (2018), a alvenaria convencional ainda é o sistema mais utilizado nas construções de casas, por, principalmente, não precisar de uma mão de obra especializada (por exemplo, serventes e pedreiros). A inovação pode trazer vários benefícios, mas é importante estudar os tipos de sistemas que possam trazer melhor viabilidade para a edificação em questão.

Portanto, existem alguns sistemas mais usados, geralmente por trazerem mais benefícios aos construtores e investidores. Dentre os principais sistemas construtivos utilizados no mundo tem-se (TIEDT; CORDEIRO, 2021):

- **Alvenaria Estrutural**
Esse sistema trabalha de forma que as próprias paredes fazem o papel da estrutura, ou seja, dispensando o uso de pilares e vigas (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2022).
- **Parede de Concreto**
Sistema que trabalha com paredes moldadas in loco, utilizando formas que são montadas e desmontadas para a colocação dessas paredes, já com todas as instalações embutidas (NAKAMURA, 2019).
- *Wood Frame*

É um sistema que trabalha com uma estrutura montada de madeira e revestida também com chapas feitas de madeira (JÚNIOR, 2021).

- *Steel Frame*

Esse sistema tem o mesmo seguimento do “*wood frame*”, porém, utilizando com perfis de aço galvanizado. Seu fechamento pode ocorrer através de placas de madeira ou cimentícia (PEREIRA, 2019).

Os custos desses sistemas podem variar de obra para obra, ou seja, em algumas edificações um determinado método pode se tornar mais viável devido ao tamanho da obra, ao tempo que precisa ser entregue, entre outros. Portanto, no final, a adoção de um sistema inovador pode remeter a um orçamento que seja mais econômico do que o sistema tradicional, trazendo uma compensação melhor para a empresa. Porém, ainda assim, é necessário um estudo da obra para fazer a escolha correta (PEREIRA, 2018).

A Figura 5 apresenta um desses sistemas inovadores, a seguir o sistema construtivo *wood frame* ainda na parte de montagem da estrutura. Este método construtivo se caracteriza pela utilização de peças de vedação com madeira e sistema de fixação em elementos metálicos ou de madeira (JÚNIOR, 2021).

Figura 5 - Sistema Construtivo Wood Frame



Fonte: ALCANCE ENGENHARIA JUNIOR, 2021.

Dentre esses sistemas, o *wood frame* e *steel frame* são conhecidos em diversos países, porém, são métodos construtivos que conseguem ter um determinado alcance no Brasil, porém, são métodos com uma baixa utilização no país.

Portanto, decidiu-se aprofundar mais sobre alguns dos sistemas inovadores que estão sendo utilizados nas construções de casas populares na cidade de Fortaleza, são eles o sistema construtivo de casas OLÉ, e o sistema construtivo de paredes de concreto moldado *in loco*.

2.5 Sistema construtivo Convencional – Vedação por bloco cerâmico

Esse sistema é denominado “convencional” por ser o mais comum no território brasileiro, ou seja, o mais utilizado, devido à grande disposição de matéria prima para execução, e facilidade para encontrar mão de obra. Composto por uma estrutura construtiva com pilares, vigas, lajes em concreto armado, tem como principal material o bloco cerâmico com furos na vertical. Contudo, as paredes possuem função de fechamento e a separação de ambientes, fazendo com que elas não exerçam a função estrutural (SOUSA, 2021).

Segundo Correa (2020), o sistema de vedação por bloco cerâmico possui determinadas etapas construtivas, como, fundação, estrutura, alvenaria, instalações complementares, revestimento e acabamento. Todavia, mesmo com a grande demanda de etapas, o sistema ainda continua sendo o mais selecionado pelos brasileiros. Contudo, pode-se considerar, como pontos positivos, a não obrigatoriedade de qualificação para mão de obra (tornando uma mão de obra mais barata e simplificada), a facilidade no manuseio de reformas, e a facilidade em possíveis mudanças no projeto. Por outro lado, ainda segundo este autor, tem-se a grande quantidade de tempo para a execução, gerando um maior custo até a finalização da obra, e a alta produção de resíduos para descarte, colocações pontuais bastante expressivas quando se analisar os pontos negativos deste sistema.

Na Figura 6, pode-se observar alguns dos processos construtivos que são necessários na elaboração desse sistema.

Figura 6 - Sistema Construtivo Convencional



Fonte: PROSATTI ENGENHARIA, 2022.

De acordo com Sousa (2021), esse sistema apresenta grandes vantagens no meio construtivo, como, um baixo custo de material, e facilidade na execução da obra onde o sistema será aplicado.

Contudo, esse sistema tem como característica o alto índice de desperdícios de materiais e a baixa produtividade nas execuções, fazendo com que a obra tenha um gasto maior com materiais e mão de obra (CRUZ, 2021).

Diante disso, mesmo que este sistema de vedação apresente algumas vantagens, as desvantagens são consideráveis, fazendo com que uma determinada edificação possa ter um “menor custo” no começo, porém, na finalização da obra, esse orçamento tem grande possibilidade de ser alterado. Isso ocorre devido a gastos desnecessários com desperdícios e baixa produtividade (necessitando pagar a equipe por mais tempo). Percebe-se que, portanto, é um sistema que, dependendo da construção, pode ser substituído por um método que propicie mais vantagens, evitando o gasto com desperdícios.

2.6 Sistema construtivo OLÉ

Com o objetivo de revolucionar o mercado imobiliário do Nordeste, o engenheiro André Montenegro fundou em 2008, junto com seu socio, o sistema de

casas OLÉ. Segundo o Dr. André, teve a Alemanha como local onde se iniciou a pesquisa. Com a visão de inovação, o objetivo era trazer soluções inovadoras de moradias, trabalhando com o conjunto de eficiência, sustentabilidade, qualidade, e baixo custo (OLÉ CASAS, 2022).

Esse sistema construtivo é desenvolvido através de painéis que são produzidos no canteiro de obra ou nas fabricas, feitos em “pista de moldagem” (local definido para a construção dos painéis, pode ser denominado também de fôrma), de acordo com a solicitação apresentada em projeto e destinada a produção de unidades habitacionais térreas, isoladas, geminadas. Esses painéis são compostos por concreto armado, blocos cerâmicos e argamassa, sendo que as paredes executadas nesse sistema funcionam de maneira estrutural, com painéis de espessura de 122 mm e com instalações externas, cobertas por *shafts* (CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022).

Esse sistema pode ser visto na Figura 7, que apresenta uma casa quase concluída com placas do sistema construtivo OLÉ.

Figura 7 - Casa sistema OLÉ



Fonte: ROCHA, 2021

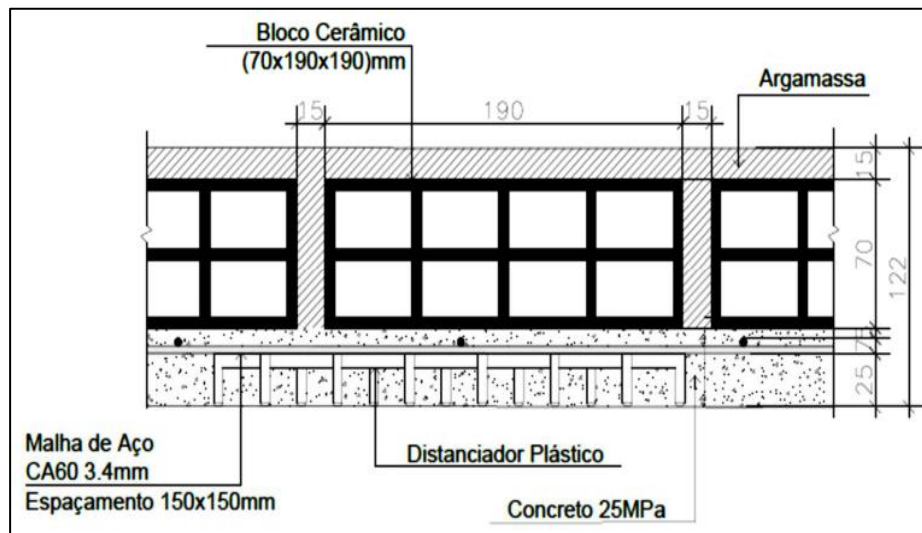
2.6.1 Painéis e cobertura

Esse sistema segue um processo pré-determinado de execução, com várias etapas que devem ser seguidas para que a futura edificação não apresenta problemas estruturais e funcionais. Primeiramente é feito o dimensionamento da pista de moldagem de acordo com a solicitação em projeto e seguindo todo o detalhamento

concebido para estruturas em concreto. Em seguida, os limites para concretagem são definidos através de perfis metálicos. Da mesma forma, também são usados esses perfis para a delimitação das esquadrias, as quais são posicionadas com a face interna voltada para a pista. Isso ocorre antes de ser aplicada a primeira camada de concreto. Após essa etapa, começa a fase de aplicação do material para a produção dos painéis, como bloco cerâmico, argamassa, malha de aço e distanciador de plástico (CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022).

A Figura 8 reproduz o detalhamento do corte dos painéis, onde é possível visualizar vários detalhes como, por exemplo, onde se posiciona cada material.

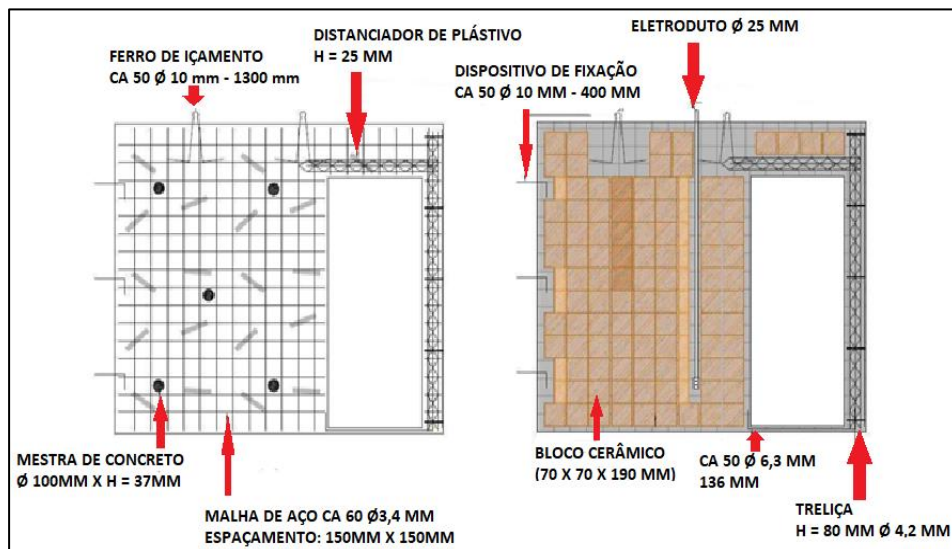
Figura 8 - Corte dos painéis pré-moldados



Fonte: CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022.

O processo de montagem acontece da seguinte forma: são colocadas as armaduras sobre os espaçadores de plástico com altura de 25 mm. Nessa fase, também são colocados os eletrodutos e caixas elétricas. Em seguida, através de um carrinho padiola, é despejado o concreto nas fôrmas, o qual é adensado por uma régua vibratória até que a camada atinja uma espessura de 37 mm. Esse processo pode ser visualizado na Figura 9 (CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022):

Figura 9 - Ilustração do processo de montagem dos painéis



Fonte: CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022.

Posteriormente, são colocados nas fôrmas os blocos cerâmicos, previamente umedecidos, com um distanciamento de 15 mm entre eles, seguindo o direcionamento apresentado em projeto. Após esse processo, as fôrmas recebem uma segunda camada de argamassa por cima dos blocos, com uma cobertura atingindo 15 mm. Em seguida é feito o adensamento e o acabamento, que são realizados através do uso de uma régua vibratória. Após a finalização desse processo, é colocada sobre os painéis uma lona plástica para evitar a perda de água no processo de cura (CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022).

A Figura 10 apresenta a segunda fase do processo de montagem dos painéis, que é a colocação dos blocos cerâmicos na pista de moldagem, antes de ser despejada a segunda camada de argamassa.

Figura 10 - Colocação de blocos cerâmicos nas formas de montagem



Fonte: CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022.

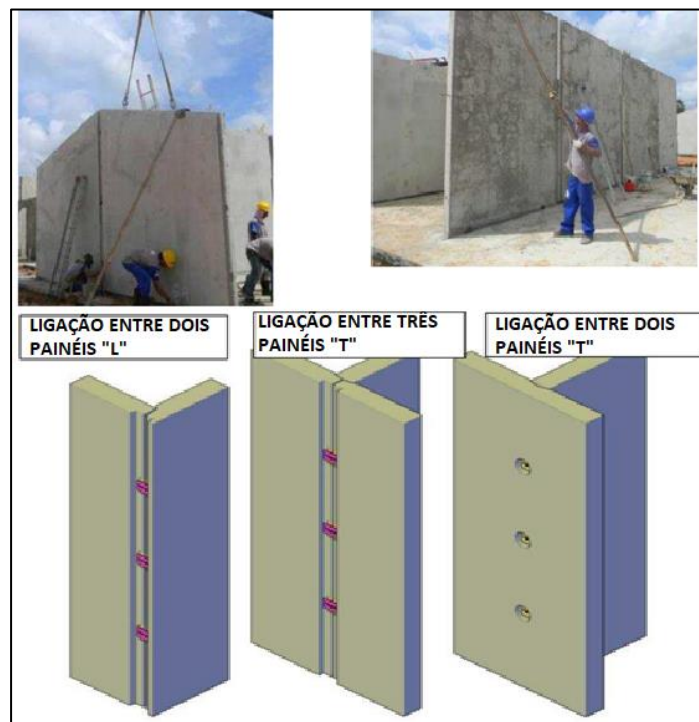
Após 24 horas desse processo, ocorre a identificação das placas e o processo de desmolde, utilizando-se o desmoldante de base mineral (é o primeiro produto a ser colocado na pista. Ele é colocado com um aspersor manual antes da concretagem, para isolar o concreto da pista do concreto da parede), isento de solventes e com baixa viscosidade. Depois disso, ocorre o transporte para o local de assentamento. Ressalta-se que esse processo é de cura contínua, mesmo após o painel ser desenformado e assentado no local, sendo executado por meio de aspersão de água, pelo menos 3 vezes ao dia, durante 3 dias (CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, ATUALIZADO PELO ENG. ANDRÉ MONTENEGRO, 2022).

O painel é assentado sobre uma argamassa com aditivo impermeabilizante de base acrílica, inicialmente colocada na região marcada no radier. O assentamento do primeiro painel ocorre com atenção ao seu prumo e escoramento. Posteriormente, é colocado um segundo painel, seguindo o mesmo procedimento da primeira instalação, contudo, esse segundo painel será soldado através de dispositivos metálicos que são colocados em 3 pontos diferentes na lateral da peça. Esse processo

se repete até que a edificação tenha a sua estrutura de painéis finalizada (CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022).

A Figura 11 aponta a etapa de assentamento das placas no local onde a edificação será montada, e, uma ilustração de como podem ocorrer as soldas nas placas.

Figura 11 - Colocação de blocos cerâmicos nas formas de montagem e ilustração de soldagem



Fonte: CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022.

Os locais onde ocorre a solda são protegidos através do material *primer epóxi*, rico em zinco. Após o processo de soldagem dos painéis, ocorre a remoção das escoras e o preenchimento com graute dos vãos nas interfaces.

A execução da cobertura ocorre através do telhado de cerâmica, que é sobreposto em uma estrutura de madeira ou metal. Em seguida, uma manta com 2 mm de espessura (subcobertura) é posicionada abaixo da cobertura, e por fim, como uma das possibilidades, executa-se o forro de PVC com 10 mm de espessura, finalizando assim, a cobertura do sistema (CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, 2022).

Para que o sistema entregue resultados esperados, é necessário seguir algumas especificações de alguns materiais, para que assim, ocorram menos

imprevistos devido à divergência de materiais, e, conseqüentemente, a edificação apresente a qualidade e o desempenho previsto.

A Tabela 1 apresenta alguns materiais utilizados pelo sistema construtivo OLÉ e suas respectivas especificações.

Tabela 1 - Detalhamentos e composições de alguns materiais

MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO
ARMADURA	Tela eletrossoldada Q61
	Malha de 150mm X 150mm
	Fios de aço CA60 com Ø3,4mm
	Treliça TR06644 em aço CA60
	Barras de aço CA50 entre Ø8,0mm e Ø10,0mm
CONCRETO	Classe C25
GRAUTE	Cimento
	Areia
BLOCOS CERÂMICOS	70 mm X 190 mm X 190 mm
ARGAMASSA	Compressão mínima 4 Mpa
	10 Mpa após 28 dias
EQUIPAMENTOS	Réguas vibratórias
	Caminhão tipo Munck

Fonte: AUTOR, 2022.

2.6.2 Vantagens e desvantagens

De acordo com o engenheiro André Montenegro em publicação na revista Mapa da Obra, a forma que os painéis são fabricados e inspecionados na fábrica, aumentam o ganho de produtividade e a qualidade na execução das casas desse sistema. Além disso, vale ressaltar que é possível montar uma casa, em média, em 5 dias com esse sistema, dependendo do projeto e tamanho, até em menos dias. (ROCHA, 2021).

Dentre as vantagens, cita-se a agilidade, bem como a redução do desperdício e o aumento da produtividade, quando comparado aos sistemas convencionais. Associado a estes itens, por ser uma casa pré-fabricada, se torna comum a presença de assertividade e de homogeneidade nas edificações (ROCHA, 2021).

Em relação às desvantagens, a não modificação dos painéis sem a análise de engenheiros habilitados é um dos pontos. Além disso, tecnicamente pode-se

construir até 3 pavimentos; porém, na Datec do sistema (que é o documento que os bancos usam para autorização de financiamento), existe apenas a indicação para a construção de 1 pavimento, fazendo com que as construções financiadas por bancos públicos tenham essa limitação momentânea (CATÁLOGO SISTEMA OLÉ, ATUALIZADO PELO ENG. ANDRÉ MONTENEGRO, 2022).

2.7 Sistemas construtivos Parede de Concreto Moldados *in loco*

In loco teve origem no latim e significa “no lugar”, portanto, o sistema é desenvolvido levando em conta o próprio nome, ou seja, é um processo de moldagem de paredes e lajes de concreto armado com telas metálicas no próprio canteiro de obra. Desse modo, reduz-se o trabalho que seria realizado em 2 etapas, se tornando um grande aliado da economia (TECNOSIL, 2022).

Na Figura 12 tem-se o exemplo de casas que foram construídas com esse sistema construtivo.

Figura 12 - Casas térreas construídas com sistema de parede de concreto moldado in loco



CONSTRUÇÃO CIVIL PET, 2015

O sistema construtivo de paredes de concreto moldados *in loco* começou a ser desenvolvido na década de 70, com o objetivo de atender algumas demandas de entrega rápida, tendo como incentivos alguns programas habitacionais do governo brasileiro. Passados alguns anos, houve uma redução no uso desse sistema. Porém,

em 2009, com o início do programa “Minha casa, minha vida”, esse sistema foi retomado, pois as construtoras tinham como objetivo o uso de sistemas que trouxessem maior produtividade. Devido a essa retomada no programa, esse sistema esteve presente em 36% das unidades habitacionais construídas em 2014, e em 2015 esse número subiu para 52% (TECNOSIL, 2022).

2.7.1 NBR 16055/2012

Uma vez que esse tipo de sistema teve grande difusão no mercado brasileiro, foi necessário elaborar padrões nacionais construtivos, de modo a orientar os construtores e empreiteiros.

Assim, antes da divulgação de uma norma da ABNT específica, que no caso é a NBR 16055/2012 – Paredes de concreto moldada no local, as empresas que quisessem aderir a esse método, deveriam se submeter às regras do SINAT (Sistema Nacional de Aprovações Técnicas), para que, assim, fosse concedida a DATec (Documento de Avaliação Técnica). Porém, a partir de 2012, com a divulgação desta normativa, esse modelo passa a ser menos burocrático e, conseqüentemente, mais utilizado (SANTOS, 2012).

Segundo o Coordenador do grupo de “Parede de Concreto”, da comunidade da construção da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), Rubens Monge Silveira, a consolidação da norma gera uma maior possibilidade de que mais construtoras façam a transição para esse sistema construtivo. Além disso, a segurança depositada nesse sistema gera maior confiança, devido aos critérios mais rígidos da norma, garantindo uma maior eficiência na sua aplicação (SILVEIRA, 2013).

De acordo com a NBR 16055 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012), o processo construtivo desse sistema ocorre através de fôrmas que são construídas de forma provisória, moldando as paredes de concreto em um determinado local, e fazendo com que a construção incorpore a designação do projeto.

2.7.2 Parâmetros aplicados

As paredes de concreto armado *in loco* possuem algumas características, como a espessura das paredes de concreto, geralmente de 10 cm, que são armadas

com tela de aço eletrossoldados de malha quadrada de 100 mm e com fios de diâmetro de 4,2 mm. Antes de acontecer a concretagem, é necessário que ocorra a montagem das tubulações elétricas e de água, visto que as paredes receberão concreto usinado após esse serviço (TECNOSIL, 2022).

A figura 13 apresenta a finalização da execução do segundo pavimento de uma edificação utilizando o sistema construtivo de parede de concreto moldada in loco.

Figura 13 - Levantamento da parede de concreto



Fonte: LORECENTO, 2022.

Por todas as paredes formarem um único elemento estrutural, a edificação se torna mais resistente, pois faz com que as tensões sejam distribuídas e absorvidas de maneira igualitária (TECNOSIL, 2022).

2.7.3 Etapas de construção

De acordo com Vitor Arante Santos (2021), quando comparado com o sistema construtivo tradicional (alvenaria), a parede de concreto é um sistema com um número de etapas reduzidas, fazendo com que, assim, seja um sistema considerado relativamente simples e de fácil monitoramento e controle dos seguintes serviços:

- Fundação
- Montagem das armaduras
- Instalações elétricas e hidráulicas
- Montagem das fôrmas
- Concretagem
- Desforma
- Cobertura e acabamento.

Ressalta-se que essas etapas precisam ser seguidas de forma ordenada para que esse sistema seja executado da forma correta e traga os benefícios prometidos. Assim, primeiramente é construída a fundação que vai receber a estrutura. Seguindo os mesmos parâmetros de estudo para a definição de uma construção convencional. Esses parâmetros levam em conta as características da natureza, tipo de solo no local da edificação, resistência mecânica do solo, deformabilidade e plasticidade do solo, nível de água e teor de umidade do solo, estabilidade e segurança do solo (SANTOS, 2021).

A Figura 14 demonstra-se o tipo de fundação utilizada em uma edificação construída com o sistema de paredes de concreto *in loco*, a qual se denomina *radier*.

Figura 14 - Fundação radier



Fonte: SANTOS, 2021

Com esse sistema, as paredes exercem função estrutural. Devido a isso, precisam conter armaduras para trazer uma maior sustentação a essa estrutura. De

modo a atender essa exigência, geralmente são utilizadas telas soldadas nas paredes, barras de aço nas cintas superiores das paredes que são fixadas nos arranques, com o objetivo de gerar sustentação à tela e preencher alguns vazios, como por exemplo, esquadrias. Por fim, é necessária a colocação de espaçadores plásticos, que são definidos em projeto, garantindo o posicionamento das telas, a espessura das paredes e a fidelidade ao projeto (AMOEDO, 2013).

Na Figura 15 pode-se observar o posicionamento de alguns dos espaçadores nas armaduras que foram montadas em cima da fundação.

Figura 15 - Armaduras com espaçadores



Fonte: CAMBRAIA, 2017

Após esse procedimento, são inseridas as instalações, pois o sistema utiliza instalação embutida em suas paredes, ou seja, devidamente posicionadas e fixadas antes da concretagem (CAMBRAIA, 2017).

Considerando a instalação elétrica, usa-se uma grande quantidade de material, portanto, é necessário que os projetistas dimensionem os posicionamentos primordialmente na forma vertical, deixando para posicionar na horizontal apenas se houver uma necessidade prevista no projeto. Fazendo a utilização de eletrodutos de até 25 mm, com espaços de pelo menos duas vezes a espessura da parede, evitando assim, que as tubulações se cruzem (SANTOS, 2021).

A Figura 16 demonstra a forma como são organizados e fixados os eletrodutos nas armaduras da estrutura, fazendo com que os mesmos estejam seguros e não se desloquem no momento da concretagem (SANTOS, 2021).

Figura 16 - Instalações na armadura.



Fonte: SANTOS, 2021.

As instalações hidráulicas seguem os mesmos princípios das instalações elétricas, seguindo o detalhamento realizado pelo projetista designado, para que assim, não ocorram embates entre as instalações. Porém, existem dois empecilhos quanto a realização da instalação hidráulica de modo embutido, o primeiro seria o comprometimento das paredes, devido os materiais apresentarem maiores dimensões, podendo afetar a estrutura. O segundo motivo seria ao realizar uma possível manutenção, onde teria que fissurar a parede, podendo também, comprometer a estrutura. Todavia, não se exclui a possibilidade de utilizar a instalação embutida, porém, é um processo mais complexo (SANTOS, 2021).

Portanto, na sua maioria, é utilizada a instalação externa com a utilização de *shafts*, como está sendo apresentado na Figura 17.

Figura 17 - Instalação hidráulica



Fonte: SANTOS, 2021.

Para a montagem das formas é necessário que seja seguido um projeto elaborado para a mesma, observando cada detalhe apresentado, fazendo com que assim, o alinhamento dos pisos e das paredes ocorra de forma prevista em projeto. Para que isso seja possível, antes de iniciar a montagem dos painéis, são colocados no piso, limites externos e internos das paredes, para ajudar na montagem das fôrmas (SANTOS, 2021).

Existem vários tipos de fôrmas (metálicas, plásticas e mistas), porém, a mais utilizada de acordo com SANTOS (2021), ainda é a metálica, a Figura 18 apresenta uma fôrma metálica, devidamente alinhada e escorada.

Figura 18 - Fôrma com escoramento



Fonte: SANTOS, 2021

Na fase da concretagem, será necessário que seja adotado um tipo de concreto (convencional ou autoadensável), porém, esse material deverá cumprir algumas características necessárias (boa trabalhabilidade, coesão e fluidez), para que o sistema seja aplicado da forma correta. Contudo, é necessário que o concreto passe por alguns testes como o *Slump Test* e o *Slump Flow Test*, que verificam a fluidez dos concretos, sejam convencionais ou autoadensáveis, respectivamente. Após esses testes, caso aprovado, são retirados os corpos de prova do concreto e a edificação é liberada para a concretagem (CAMBRAIA, 2017).

O processo de desenforma ocorre geralmente após as 24 horas, caso o critério de resistência de f_{ck} mínimo de seja atendido. Contudo, são retiradas as fôrmas com ferramentas específicas cuidadosamente, para que assim sejam evitadas fissuras e retiradas indesejadas de materiais (NAKAMURA, 2019).

A Figura 19 apresenta as fôrmas montadas, as quais são retiradas somente após tempo especificado para desmolde. Após isso, são depositadas em outro setor.

Figura 19 - Fôrmas prontas para o desmolde



Fonte: LORECENTO, 2022

2.7.4 Vantagens e desvantagens

A maior vantagem desse sistema é a produtividade, ocasionada pela praticidade da montagem. Isto porque, após a montagem das fôrmas, basta aguardar o período de cura necessário para que possa ser desmontado e iniciado o pavimento seguinte. Esse processo faz com que esse sistema seja extremamente ágil e produtivo, podendo construir até uma unidade habitacional de 60 m² por dia. Outros benefícios, de acordo com Lorecento (2022) são: redução de insumos; redução de prazos; redução de custo fixo no canteiro; e acabamento simples.

Dentre as desvantagens, são apontadas: alto custo de manutenção, dificuldade no reaproveitamento de fôrmas e alto custo na produção das fôrmas. Contudo, mesmo com essas desvantagens, é indicado que as fôrmas possam ser reutilizadas em outras obras com a mesma finalidade, para que o gasto seja reduzido (TECNOSIL, 2022).

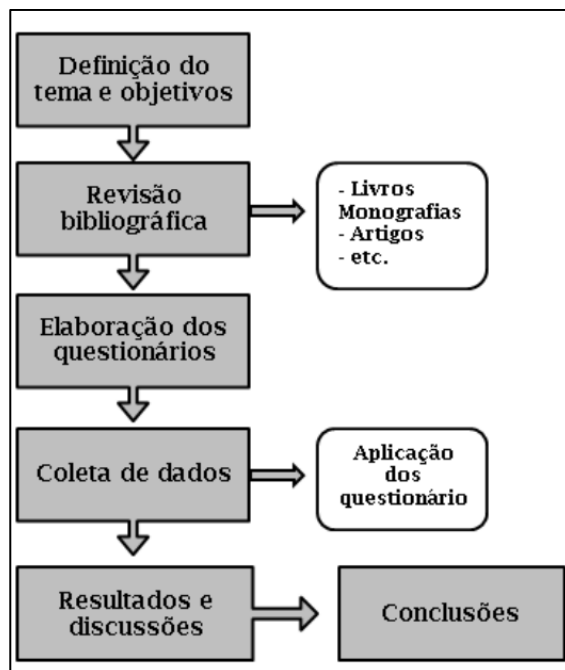
4. METODOLOGIA

Este trabalho se classifica como abordagem qualitativa, e tem como técnicas de obtenção de dados a pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, exploratória e levantamento.

Será realizado, inicialmente, através de uma pesquisa bibliográfica com coleta de dados através de buscas em sites e artigos. Isto porque, segundo o autor Sidnei A. Mascarenhas (2012), através de pesquisa bibliográfica é possível fazer levantamento de dados sobre determinado assunto através de pesquisas publicadas anteriormente, e, assim, conseguir um maior número de informações através de diversos autores. Geralmente esse tipo de estudo é feito através de livros, artigos, dicionários, entre outros documentos que possam ser denominados como fonte de pesquisa (MASCARENHAS, 2012).

A Figura 20 apresenta um fluxograma com os pontos de seguimento da pesquisa, apresentando o direcionamento que foi adotado.

Figura 20 - Fluxograma de pesquisa



Fonte: SILVA, 2020.

Assim, para o estudo de caso, foi escolhida a cidade de Fortaleza – CE, para a qual se busca identificar os sistemas construtivos que são geralmente adotados pelas construtoras para o desenvolvimento de conjuntos habitacionais. Objetiva-se entender se esses novos sistemas (Casas OLÉ e Parede de concreto moldada *in loco*), apresentam maiores vantagens construtivas, produtivas e financeiras em detrimento do sistema construtivo tradicional (alvenaria convencional).

De modo a conseguir estas informações, serão realizadas, também, pesquisas de levantamento em campo, onde se busca colher informações através de um determinado grupo de pessoas, fazendo com que assim, a pesquisa possa conter uma maior qualidade, por conter uma maior quantidade de dados com informações diferentes, levando a um resultado mais preciso (MASCARENHAS, 2012).

Essa pesquisa será feita através de entrevistas com engenheiros que trabalharam ou trabalham na área de construções de conjuntos habitacionais, de modo a propiciar um levantamento com estes profissionais e as construtoras que utilizam os métodos construtivos inovadores.

As entrevistas têm como propósito obter informações sobre o assunto através de uma conversa profissional. De acordo com Goode e Hatt (1969), a entrevista é a informação que traz uma maior precisão à pesquisa, podendo torná-la rica em conteúdo. Neste sentido, Marina e Eva (2003) corroboram afirmando que, quando duas pessoas se encontram, a fim de obter informações sobre assuntos específicos, por meio de diálogo de conotação profissional, tem-se configurada uma entrevista. As autoras ainda complementam que este tipo de ferramenta é usado na “investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social”.

As entrevistas serão realizadas com 7 pessoas, a partir de um questionário aplicado pela plataforma *Google Forms*. Esse formulário é composto por perguntas abertas, na qual é possível coletar informações sobre o sistema, vantagens e desvantagens, podendo o entrevistado responder livremente. É composta, também, por perguntas de múltipla escolha, na qual pode ser escolhida apenas uma opção, fornecendo dados mais específicos, para alcançar uma maior precisão através das opções já fornecidas no questionário. Por fim, apenas uma pergunta de múltipla escolha, podendo escolher mais de uma opção, para entender os tipos de seguimentos das empresas. Deste modo, o questionário tem como objetivo caracterizar as construtoras e coletar informações sobre os sistemas construtivos que estão sendo aplicados pelas empresas nas construções de conjuntos habitacionais. As perguntas são observadas no Quadro 1:

Quadro 1 - Perguntas do questionário

Qual o nome da empresa em que você atua? (Opcional)
Qual sua função na empresa? (opcional)
Quantos anos tem a empresa de atividade? () Até 5 anos () 5 - 10 anos () 15 - 20 anos () Mais de 20 anos
Atua ou já atuou em construções de casas populares? () Sim () Não
Que segmento de obras a empresa executa? () Financiada pela CEF () Privada () Incorporação () Outros
Caso sua resposta tenha sido "outros", descreva qual.
Quantas obras foram executadas até o presente momento? () Até 10 () 10 - 30 () 30 - 50 () 50 - 100 () Mais de 100
Quantas obras estão em execução? () Até 5 () 5 - 10 () 10 - 20 () Mais de 20
Quantas obras estão previstas até o final do ano? () Até 2 () 2 - 5 () 5 - 10 () Mais de 10
Qual o método construtivo mais adotado nas suas obras?
A empresa usa algum tipo de sistema inovador? Se sim, qual?
Há quanto tempo utiliza este método?
Em quantas e quais obras já foram aplicadas esse método?
Quais foram os motivos que indicaram a necessidade da substituição do método?
Esse novo método trouxe vantagens? Se sim, quais?
Esse novo método trouxe desvantagens? Se sim, quais?

Qual o Investimento necessário para a implantação desse sistema
Houve necessidade de treinamento dos funcionários?
Observações

Fonte: Autora, 2022.

O questionário é dividido em duas etapas: a primeira com o objetivo de caracterizar as empresas; e a segunda com o intuito de entender melhor como as empresas trabalharam com o sistema que as mesmas indicaram.

O objetivo desse questionário é entender mais sobre a aplicação desses sistemas inovadores, através de sua utilização em outras empresas, podendo assim, gerar resultados mais completos e mais próximos da realidade.

Contudo, por meio dos dados coletados através da metodologia apresentada, é possível desenvolver conclusões sobre os assuntos apresentados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Diferenças entre as etapas construtivas

É possível aplicar o comparativo dos sistemas em vários aspectos, desde a etapa de projetos, análise financeira até a etapa construtiva, pois cada um deles apresenta algumas pontualidades nas atividades relacionadas a seus métodos construtivos.

A análise foi feita através de uma lista de serviços que geralmente são executados em uma obra de padrão popular.

Na Tabela 2, comparando as atividades mais comuns nos sistemas construtivos levando em conta as obras utilizadas para montagem da tabela, é possível analisar os sistemas comparados, verificando qual sistema que possui mais e o possui menos.

Tabela 2 - Comparativo de serviços executados em cada sistema de acordo com as obras analisadas

SERVIÇOS	ALVENARIA CONVENCIONAL	PAREDE DE CONCRETO	SISTEMA OLÉ
FUNDAÇÃO	X	X	X
ESTRUTURA	X	X	X
LAJE	X	X	X
TELHADO	X	X	X
ASSENTAMENTO DE ESQUADRIA	X	X	X
INST. ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS	X	X	X
REBOCO EXTERNO	X	-	-
PINTURA EXTERNA	X	X	X
CONTRAPISO	X	X	X
REVESTIMENTO	X	X	X
REBOCO INTERNO	X	-	-
GESSO CORRIDO	X	-	-
PINTURA INTERNA	X	X	X
FORRO DE GESSO	X	X	-
LIMPEZA FINAL	X	X	X

Fonte: BARBOSA, Jacksilane; OLIVEIRA, Nayara; OLIVEIRA, Tatiana (2021), adaptado pelo autor (2022).

Percebe-se que, ao comparar as etapas, indicando os serviços que ocorrem em cada uma, o sistema olé contém uma menor quantidade de etapas

executadas em uma obra, cerca de 27% menos serviços em relação aos demais, vindo logo em seguida o sistema de parede de concreto, com aproximadamente 20% menos atividades, e por último o sistema convencional, que apresenta todos os serviços comumente executados em uma construção.

5.2 Comparativo de prazos e produtividade

Esse tipo de comparativo visa aprofundar sobre a produtividade de cada sistema, analisando quantos dias é necessário para a execução de cada etapa. De modo a comparar seu sistema com os demais, o Casas Olé (2008) criou um índice de produtividade de acordo com o metro quadrado executado, analisando quanto tempo é necessário, em dias, para que ele seja concluído, como observa-se na Fórmula 1.

$$\text{Índice de produtividade} = \frac{\text{Quantidade (m}^2\text{)}}{\text{Tempo (dias)}} \quad (\text{FÓRMULA 1})$$

Para a interpretação desse índice, tem-se que, quanto maior o índice, maior é o volume construído por dia.

Associado a este índice, existem outros que também podem ser considerados para a análise da produtividade. Exemplo disso é comentado por Ribeiro (2022), o qual utiliza esse mesmo índice para medir a produtividade em equipe, e uma outra para medir a produtividade individual, como observa-se na Fórmula 2.

$$\text{Índice de produtividade individual} = \frac{\text{Quantidade (m}^2\text{)}}{\text{Tempo (dias)} \times \text{N}^{\circ} \text{ profissionais}} \quad (\text{FÓRMULA 2})$$

No entanto, para a análise de produtividade será utilizada a Fórmula 1, para obter resultados do volume de construção em m²/dia.

Foram utilizados 3 cronogramas para essa análise, podendo indicar sua produtividade os dias de execução juntamente com a metragem quadrada.

Analisando-se inicialmente o sistema de alvenaria convencional, na Figura 21, pode-se observar em quantos dias uma obra de casa popular é executada, fracionando-se a quantidade de dias para cada etapa.

Figura 21 - Serviços executados x tempo em alvenaria convencional

Etapa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Marcação da locação das paredes	X												
Execução da alvenaria de blocos	X	X	X	X	X								
Execução do reboco externo					X	X	X						
Instalação da estrutura do telhado							X						
Instalação das telhas da cobertura								X					
Instalação das esquadrias								X	X				
Instalações elétricas									X	X			
Instalações hidráulicas									X	X			
Revestimento interno em gesso corrido											X	X	
Instalação do forro interno												X	X
Pintura externa e interna													X

Fonte: NICOLETTI, Renato; SANTOS, Daniel; ROSSETO, Leonardo, (2019).

Considerado que o cronograma apresentado é referente a uma casa popular com as dimensões mínimas estabelecidas pela Caixa Econômica Federal, e que a metragem mínima exigida é de 37,7 m², pode-se calcular o índice de produtividade da seguinte forma:

$$\text{Índice de produtividade} = \frac{37,7 \text{ m}^2}{13 \text{ dias}} = 2,9 \text{ m}^2/\text{dia}$$

Como é possível observar, para construir uma determinada residência de 37,7 m², a equipe em questão demorou em torno de 13 dias, fazendo com que fosse estimado, através do cálculo, um valor de 2,9 m² construídos por dia.

Já no Figura 22, é possível visualizar um cronograma de uma obra utilizando o sistema de parede de concreto moldada *in loco*, sendo analisado um bloco de um conjunto habitacional que contém 16 apartamentos por bloco.

Figura 22 - Serviços executados x tempo em parede de concreto

Nome da Tarefa	EQUIPE	QTD	Produtiv	Duraçãt estimac	Duraçã
PROJETO 1		0	0	0	41 dias
▷ FUNDAÇÃO		0	0	0	7 dias
▷ ESTRUTURA		0	0	0	4 dias
▷ ASSENTAMENTO DE JANELAS		0	0	0	8 dias
TELHADO	2	200	25	4	4 dias
▷ INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS		0	0	0	18 dias
REBOCO EXTERNO		0	0	#ERRO	0 dias
PINTURA EXTERNA	2	890	40	11,13	11 dias
CONTRAPISO		0	0	#ERRO	1 dia
▷ CERAMICA + AZULEJO		0	0	0	16 dias
REBOCO INTERNO		0	0	#ERRO	0 dias
GESSO CORRIDO		0	0	#ERRO	0 dias
FORRO DE GESSO	1	34,56	16	2,16	2 dias
▷ PINTURA INTERNA		0	0	0	13 dias
▷ ASSENTAMENTO DE PORTAS		0	0	0	4 dias
▷ LIMPEZA FINAL		0	0	0	4 dias

Fonte: BARBOSA, Jacksilane; OLIVEIRA, Nayara; OLIVEIRA, Tatiana (2021).

O apartamento da edificação em questão tem, aproximadamente, 37,76 m². Todavia, o cronograma com 41 dias de execução, refere-se ao bloco completo, que contém 16 apartamentos, sendo necessário multiplicar para achar o m² total que compõe o cronograma acima, e em seguida dividir o valor pela quantidade de tempo para encontrar o índice de produtividade.

$$\text{Área total} = 37,76 \text{ m}^2 \times 16 \text{ apartamentos} = 604,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Índice de produtividade} = \frac{604,16 \text{ m}^2}{41 \text{ dias}} = 14,74 \text{ m}^2/\text{dia}$$

Do mesmo modo, analisando o total de dias pela quantidade de unidades, pode-se considerar que uma unidade é executada em cerca de, aproximadamente, 2,56 dias, como tem-se:

$$\text{Tempo para execução de 1 unidade} = \frac{41 \text{ dias}}{16 \text{ apartamentos}} = 2,56 \text{ dias}$$

Assim, também pode-se determinar o índice para uma unidade é cerca de, como segue:

$$\text{Índice de produtividade} = \frac{37,76 \text{ m}^2}{2,56 \text{ dias}} = 14,75 \text{ m}^2/\text{dia}$$

Da mesma forma que foi possível analisar anteriormente, consegue-se observar que nesse sistema a equipe conseguiu construir 14,75 m² por dia, construindo um montante maior por dia que o sistema anterior.

Por fim, analisando o sistema construtivo Olé, observa-se na Figura 23 dois tipos de cronogramas: o de fabricação, no qual é produzido as placas na fábrica; e o de montagem, onde ocorre o recebimento das placas e o prosseguimento da obra.

Figura 23 - Serviços executados x tempo em parede de concreto

TEMPO DE EXECUÇÃO / ATIVIDADE	FABRICAÇÃO		MONTAGEM	
	1º dia	2º dia	1º dia	2º dia
Fabricação e cura dos painéis	XX	XX		
Distribuição e montagem dos painéis			XX	
Montagem da cobertura (madeira/telhas)			XX	XX
Distribuição das instalações			XX	
Construção do piso			XX	
Colocação das esquadrias				XX
Pintura das paredes e esquadrias				XX
Acabamento e limpeza				XX

Fonte: CASA OLÉ, 2008.

Este cronograma refere-se a uma casa popular de aproximadamente 40 m². Visto que o comparativo ocorre por serviços executados na obra, será utilizado o período apenas de montagem para o cálculo do índice de produtividade. Todavia, segundo um dos Engenheiros do sistema, essa montagem, atualmente, é possível de ser realizada em apenas 1 dia. Desse modo, tem-se:

$$\text{Índice de produtividade} = \frac{40 \text{ m}^2}{1 \text{ dias}} = 40 \text{ m}^2/\text{dia}$$

De acordo com o cálculo, pode-se visualizar que a equipe conseguiu construir 20 m² por dia. Sendo assim, se apresenta como o sistema que obteve a maior metragem quadrada construída em 1 dia.

De acordo com os índices calculados, pode-se fazer o comparativo de acordo com o Tabela 3, levando em consideração que quanto maior o índice de produtividade (m²/dia), melhor ocorre o andamento da obra.

Tabela 3 - Comparativo de índices de produtividade

SISTEMAS CONSTRUTIVOS	M ²	DIAS	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE (M ² /DIA)
Alvenaria convencional	37,7	13	2,9
Parede de concreto	37,76	2,56	14,75
Olé	40	1	40

Fonte: AUTOR, 2022

De acordo com a tabela, é possível observar que o sistema Olé contém o maior índice de produtividade tendo um percentual de 63,12% maior que o sistema de parede de concreto, e 92,75% maior que a alvenaria convencional. Desse modo, ressalta-se que o sistema em questão é o mais produtivo dentre os sistemas comparados.

5.3 Comparativo de custo

Para realizar esse comparativo, a análise ocorrerá através dos resultados obtidos em reais/m², podendo observar quanto vale o metro quadrado de construção, de acordo com a Fórmula 3:

$$\text{Valor por metro quadrado} = \frac{\text{Custo total}}{\text{Metragem quadrada total}} \quad (\text{FÓRMULA 3})$$

De modo a comparar os sistemas analisados, inicialmente, na Tabela 4 apresenta-se o levantamento financeiro relativo a uma obra com o método de alvenaria convencional, onde é possível observar quais serviços apresentaram maior concentração de gastos, bem como o valor total dos serviços.

Tabela 4 - Custo financeiro de obra em alvenaria convencional

ITENS	Alvenaria Convencional
Paredes	R\$ 2.556,86
Fundação e Laje	R\$ 4.671,69
Vigas e Pilares	R\$ 18.489,43
Esquadrias	R\$ 6475,35
Revestimento	R\$ 7878,57
Pavimentação	R\$ 3286,73
Pintura	R\$ 4.220,26
Cobertura	R\$ 4.513,84
Instalações hidráulicas e sanitárias	R\$ 3.134,93
Instalações elétricas, tomadas e iluminações	R\$ 6.972,48
Serviços Finais	R\$ 378,00
TOTAL	R\$ 61.180,12

Fonte: MORAES, 2018.

O quadro refere-se ao custo de obra residencial com 42,95 m². Contudo, pode-se concluir que o valor do metro quadrado, nesse método construtivo, sairia a R\$1.450,45 (Mil, quatrocentos e cinquenta reais quarenta e cinco centavos), como pode ser observado:

$$\text{Valor por metro quadrado} = \frac{\text{R\$ } 61.180,12}{42,95 \text{ m}^2} = \text{R\$ } 1.450,45 \text{ por m}^2$$

Por sua vez, no Tabela 5, tem-se a tabela referente ao sistema de parede de concreto moldada *in loco*, sendo possível analisar os principais serviços executados.

Tabela 5 - Custo financeiro de obra em parede de concreto moldada *in loco*

SERVIÇO	PAREDE DE CONCRETO
FUNDAÇÃO	R\$ 49.207,83
ESTRUTURA E LAJE	R\$ 133.012,45
TELHADO	R\$ 25.793,61
ASSENTAMENTO DE JANELAS	R\$ 29.062,82
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS	R\$ 61.509,25
REBOCO EXTERNO	R\$ 0,00
PINTURA EXTERNA	R\$ 28.976,53
CONTRAPISO	R\$ 0,00
CERÂMICA + AZULEJO	R\$ 36.425,77
REBOCO INTERNO	R\$ 0,00
GESSO CORRIDO	R\$ 0,00
FORRO DE GESSO	R\$ 1.332,80
PINTURA INTERNA	R\$ 26.709,11
ASSENTAMENTO DE PORTAS	R\$ 16.093,92
LIMPEZA FINAL	R\$ 6.080,00
TOTAL	R\$ 414.204,10
TOTAL POR UNIDADE	R\$ 25.887,76

Fonte: BARBOSA, Jacksilane; OLIVEIRA, Nayara; OLIVEIRA, Tatiana (2021).

Os quadros apresentados não contém as mesmas atividades, visto que o do concreto moldado *in loco* não contabiliza cobertura e o da alvenaria convencional indica instalação de forro de gesso. Assim, de modo a comparar os sistemas e visto que, desses serviços, o de cobertura tem um montante maior, o qual será retirado do comparativo. Assim, tem-se:

Valor analisado = *Custo Total* – *Custo da Cobertura* (FÓRMULA 4)

$$\text{Valor analisado} = R\$ 61.180,12 - R\$ 4.513,84 = R\$ 56.666,28$$

Desse modo, o valor ajustado para o sistema de alvenaria convencional, por metro quadrado, é equivalente a R\$ 1.319,35 (Mil, trezentos e dezenove reais, e trinta e cinco centavo):

$$\text{Valor por metro quadrado} = \frac{R\$ 56.666,28}{42,95 \text{ m}^2} = R\$ 1.319,35 \text{ por m}^2$$

Ainda sobre o Tabela 5, tem-se que o custo se refere a uma obra com apartamentos com valor de R\$414.204,120 no total, sendo R\$25.887,76 por unidade. No caso, será utilizado apenas a metragem de uma unidade, ou seja, o equivalente a 37,76 m².

$$\text{Valor por metro quadrado} = \frac{25.887,76}{37,76} = R\$685,60 \text{ por } m^2$$

Assim, pode-se concluir que o custo por metro quadrado para esse sistema seria de R\$685,60 (Seiscentos e oitenta e cinco reais, e sessenta centavos).

A Tabela 6 refere-se ao sistema construtivo OLÉ, sendo possível analisar os parâmetros financeiros voltados para o sistema.

Tabela 6 - Custo financeiro de obra através do sistema OLÉ

SERVIÇO	SISTEMA OLÉ
MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	R\$ 1.443,77
FUNDAÇÃO E ESTRUTURAS	R\$ 1.195,60
PAINEL PRÉ FABRICADO OLÉ	R\$ 18.140,00
PAINEL PRÉ FABRICADO OLÉ (LAJE)	R\$ 8.000,00
TOTAL	R\$ 28.779,37

Fonte: Casa OLÉ, 2008; atualizado pela Autora, 2022.

A unidade desse sistema tem a metragem da moradia de 40 m², o que equivale ao valor do metro quadrado de R\$ 719,49 (setecentos e dezenove reais e quarenta e nove centavos), como observa-se na fórmula abaixo:

$$\text{Valor por metro quadrado} = \frac{R\$ 28.779,37}{40} = R\$719,49 \text{ por } m^2$$

A partir desse valor, pode-se realizar um comparativo entre os sistemas, como observa-se no Tabela 7.

Tabela 7 - Comparativo entre o custo do m² de construção

SISTEMA CONSTRUTIVO	VALOR POR METRO QUADRADO
SISTEMA CONVENCIONAL	R\$ 1.319,35
PAREDE DE CONCRETO	R\$ 685,60
SISTEMA OLÉ	R\$ 719,49

Fonte: AUTORA, 2022.

Não foi possível obter maiores informações sobre os detalhamentos dos custos citados, como, por exemplo, se os custos já contém o valor de BDI ou não.

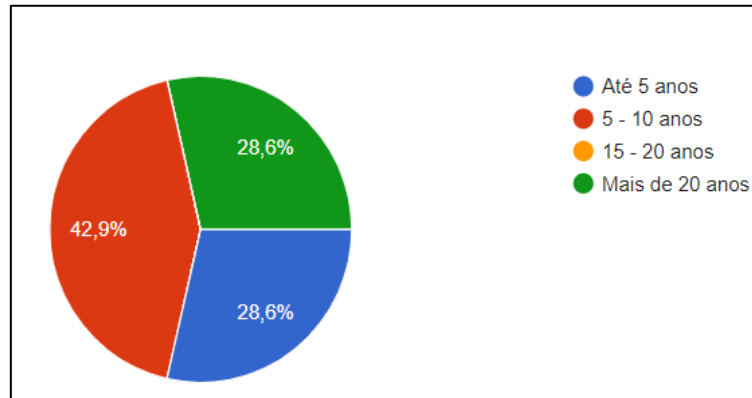
Realizando um comparativo de percentual, nessa análise, é possível observar que o sistema convencional possui o maior custo por metro quadrado. Portanto, pode-se analisar que o Sistema Parede de Concreto obteve o menor custo total da unidade por metro quadrado, sendo 48,03% menor que o sistema convencional, e 2,53% menor que o sistema OLÉ.

5.4 Análise dos questionários

As respostas obtidas do questionário foram de 7 empresas conceituadas, conhecidas na região e que já apresentam alguns anos de atividade no mercado local e até mesmo no regional e nacional. Como objetivo, busca-se entender melhor como o mercado está se adaptando aos sistemas construtivos inovadores.

Para isso, o questionário inicia com a caracterização das empresas, onde se buscou identificar o tempo que essas empresas atuam no mercado construtivo, o que foi apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Período de atividade da empresa.

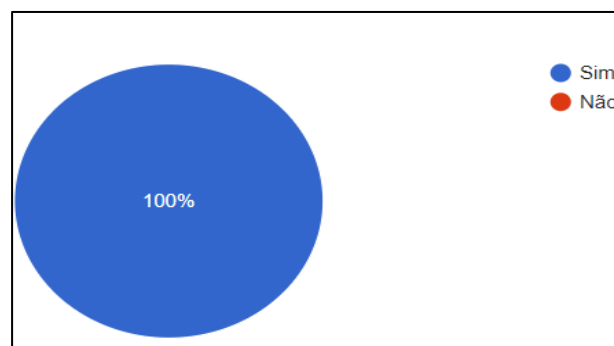


Fonte: AUTORA, 2022.

Analisa-se que, pelo menos 28,6% das empresas analisadas já contém uma grande experiência, visto que apresentam mais de 20 anos de atividades. Em contrapartida, o mesmo percentual, ou seja, 28,6% estão em processo de consolidação, visto que tem menos de 5 anos no mercado. Por fim, 42,9% apresentam um período intermediário de atuação, visto que se encontram entre 5 e 10 anos de atuação.

Em seguida, foi questionado sobre a realização de casas populares, no qual, 100% das empresas responderam que já atuaram neste segmento, como pode ser verificado no Gráfico 2.

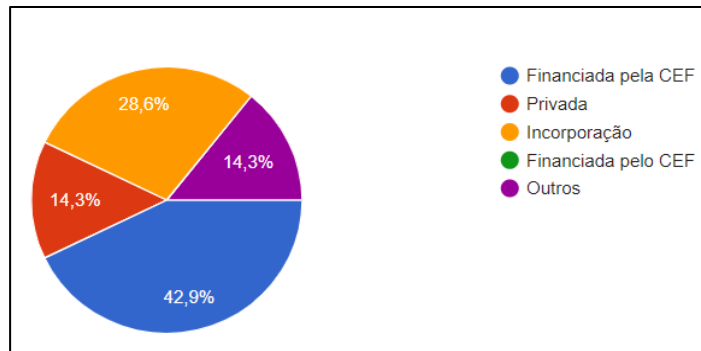
Gráfico 2 - Atuação em construções de casas populares



Fonte: AUTORA, 2022.

É possível observar que todas as empresas que participaram do questionário, já atuaram no setor de casas populares, acarretando o maior conhecimento prático sobre o assunto. Posteriormente, foi possível verificar no gráfico 3 que tipo de seguimento de obras a empresa executa.

Gráfico 3 - Tipo de segmento

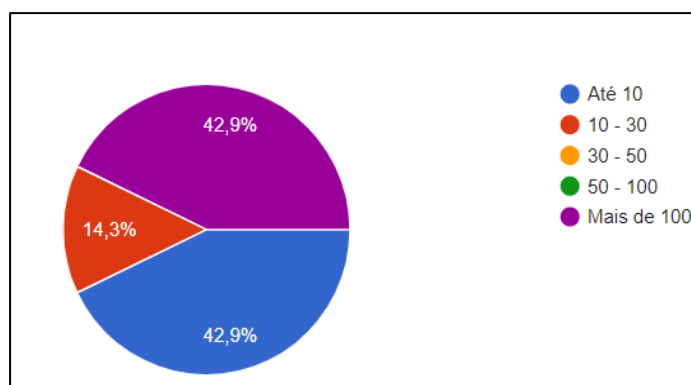


Fonte: AUTORA, 2022.

Analisando o gráfico 3, observa-se que 42,9% das empresas utilizam do Financiamento pela CEF; em seguida, 28,6% incorporação; 14,3% de forma privada, e 14,3% optaram por outros. Neste caso, essas empresas informaram no campo opcional que utilizam dois tipos de fonte de renda: financiada pela CEF e por incorporação.

No Gráfico 4, podem ser analisadas as atividades das empresas em relação a quantas obras foram executadas.

Gráfico 4 - Obras executadas

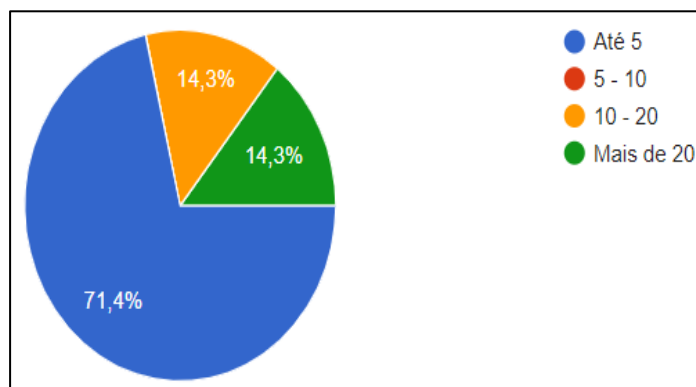


Fonte: AUTORA, 2022.

É possível observar que 42,9% das empresas possuem mais de 100 obras executadas, sendo empresas que já possuem uma grande consolidação no mercado; 14,3% possuem de 10 a 30 obras, sendo empresas com uma certa consolidação; e 42,9% possuem até 10 obras, se apresentando como empresas com uma consolidação em andamento.

No Gráfico 5, podem ser analisadas as atividades das empresas em relação a quantas obras estão em execução.

Gráfico 5 - Obras em execução

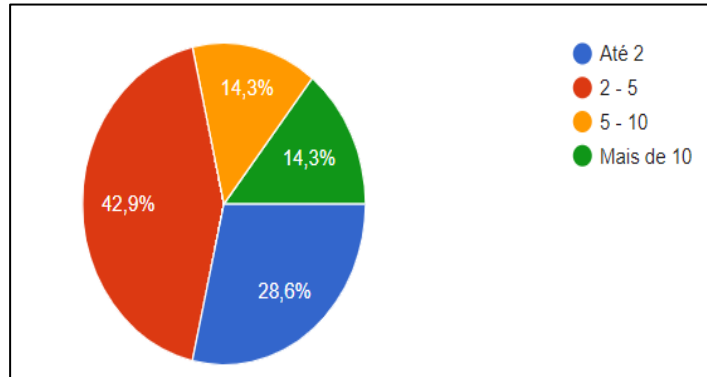


Fonte: AUTORA, 2022.

Da mesma forma que o gráfico 4, o 5 apresenta análise semelhante, com os mesmos percentuais de 14,3% para mais de 20 em execução e para de 10 a 20 obras. Observa-se que o maior percentual, ou seja, 71,4% dispõem de até 5 obras em execução.

No Gráfico 6, podem ser analisadas as atividades das empresas em relação a quantas obras estão previstas até o fim do ano.

Gráfico 6 - Obras previstas até o fim do ano



Fonte: AUTORA, 2022.

Pode-se analisar que 14,3% possuem mais de 10 previstas; 14,3% possuem de 5 a 10 obras; 42,9% que possuem de 2 a 5 obras; e 28,6% possuem até 2 obras previstas até o fim do ano. Tendo em vista que o ano está próximo da sua finalização, os números apresentados são bem altos.

Dos métodos construtivos mais utilizados em obras, 57,15% das empresas citaram o método parede de concreto moldado *in loco*, 28,57% o método alvenaria estrutural e 14,28% o sistema pré-fabricado. Como sistema inovador, foram citados por 28,57% das empresas o sistema Olé e 71,43% o sistema parede de concreto moldado *in loco*.

Em relação ao tempo que esse método inovador é utilizado, foram citadas diferentes quantidades de tempo, sendo o menor de 2 anos (citado duas vezes) e o maior de 12 anos (citado uma vez). Da mesma forma, foram avaliadas a quantidade de obras em que esse sistema foi aplicado, com o menor número citado de 3 obras (apenas uma vez) e o maior de 30+ (apenas uma vez).

Em seguida, foi analisado o questionamento sobre os motivos que levaram a substituição do método utilizado anteriormente pelo inovador. Para essa questão, foram citados motivos para a troca, como: economia, agilidade, rapidez, produtividade, lucratividade, redução de prazos, praticidade, custo, produção de grande quantidade em um menor tempo.

Todavia, esse ponto pode ser relacionado diretamente às vantagens apontadas pelas empresas, como: obras que foram entregues com a metade do tempo (quando comparada com o tempo se estivesse sendo feito com o método convencional), rapidez na produção, redução de custos, redução de prazos, redução de mão de obra nas etapas, redução de etapas, redução de geração de resíduos, velocidade de execução, maior produtividade e qualidade.

Por outro lado, foram citadas, também, algumas desvantagens desses sistemas pelas empresas participantes, como: necessidade de mão de obra qualificada, limitação arquitetônica e alto custo de implantação inicial.

Em relação ao investimento necessário para a implantação de ambos os sistemas, as empresas responderam com pontos diferentes, sendo os mais relevantes os aluguéis ou compra de fôrma, capacitação de funcionários, *royalties* do sistema e montagem de pista de concretagem. Outras empresas responderam que o valor de investimento do sistema é muito relativo, dependendo do projeto a ser executado e da metragem quadrada.

Por último, sobre a necessidade de treinamento, as empresas responderam em unanimidade que sim, que é necessário que ocorra um treinamento com as equipes para que o sistema seja aplicado da forma correta.

Além do questionário, foi feita outra entrevista com dois engenheiros (um de cada método), para saber um pouco mais sobre o investimento inicial para aplicação dos sistemas. O sistema Olé faz essa estimativa de valor por quantidade de casa que será construída por dia. Por exemplo, para construir casas de, em média, 50 m², é necessário o valor de R\$ 40 mil reais (principalmente para a pista de moldagem). Além desse valor, é cobrado *Royalties* de R\$ 1.500 reais por casa. Já o sistema de parede de concreto moldado *in loco*, tem como investimento principal as fôrmas, para o qual é necessário aplicar o investimento de 130 mil reais por mês para aluguel de fôrmas que permitam a construção de 4 apartamentos por dia (esse valor pode variar dependendo do projeto a ser executado). Em relação a compra desse material, foi informado que dependia da demanda a ser atendida, podendo ter o valor de até 1,5 milhão e meio de reais.

Por fim, foi possível observar opiniões sobre os sistemas através de empresas que já utilizaram e comprovaram esses dados na prática, tornando assim, a análise mais realista possível.

6. CONCLUSÃO

Através da execução deste trabalho, foi possível cumprir com os objetivos propostos, a partir da junção de informações suficientes para caracterizar os sistemas construtivos inovadores “Olé” e o sistema em parede de concreto moldado *in loco*. Pôde-se realizar, também, um comparativo entre os sistemas convencionais e os dos sistemas inovadores apresentados, analisando dados relacionados à produtividade, etapas, custos e prazos.

Nessas análises, percebeu-se que, em relação a quantidade de etapas, o sistema Olé se mostra com o que apresenta a menor quantidade possuindo um percentual de 27% de serviços a menos, destacando-se neste quesito. Após ele, em segundo lugar, com 20% de serviços a menos, tem-se o sistema de Parede de concreto moldado *in loco*.

Considerando-se a produtividade, o sistema Olé também se destaca, existindo a possibilidade de montar uma casa de 40m² em até 1 dia, sendo 63,12% mais produtivo que o sistema Parede de concreto moldado *in loco*, e 92,75% mais produtivo que o convencional.

Em relação ao custo dos sistemas inovadores, considerando os sistemas convencionais na construção de unidades populares, constatou-se que o sistema de parede de concreto moldado *in loco* é o que mais se destacou nesse ponto, com um custo de 51,97%, sendo 48,03% mais barato que sistema convencional e 2,53% mais barato que o OLÉ.

Contudo, conclui-se que os sistemas construtivos inovadores são sistemas favoráveis para a substituição do sistema convencional na construção de casas populares, sendo possível compensar a aplicação do sistema através da sua produtividade. Isto devido à redução dos prazos, o que traz uma maior redução de custo com equipe, sendo eficiente na aplicação da construção de unidades habitacionais, tornando uma aplicação com uma boa viabilidade em relação a custo e benefícios.

Para pesquisas futuras, seria importante acrescentar a análise de equipes para alcançar a produtividade estimada, análise de custo de forma mais aprofundada, verificação de compensação financeira (mediante os custos de aplicação dos sistemas), entre outros.

REFERÊNCIAS

- Alvenaria estrutural.** Comunidade da construção. <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/1/caracteristicas/o-sistema/1/caracteristicas.html#:~:text=A%20alvenaria%20estrutural%20%C3%A9%20um,a%20fun%C3%A7%C3%A3o%20portante%20da%20estrutura>. Acesso em 28/03/2022.
- AGUIAR, Clara. **“É preciso olhar para as pessoas que necessitam de moradia”, afirma Vanessa Marx.** Brasil de Fato. <https://www.brasildefato.com.br/2022/03/25/e-preciso-olhar-para-as-pessoas-que-necessitam-de-moradia-afirma-vanessa-marx>. Acesso em 11/06/2022.
- AMOEDO, Thiago. **Viabilidade econômica de um empreendimento utilizando o sistema construtivo parede de concreto moldada in loco.** Universidade Federal da Bahia, Bahia, Salvador, Brasil, 2013.
- Bahia lidera o ranking de déficit habitacional entre os estados do nordeste.** Portal A Tarde. <https://atarde.com.br/bahia/bahia-lidera-ranking-de-deficit-habitacional-entre-estados-do-nordeste-1140136>. Acesso em 15/02/2022.
- BALDWIN, Eric. **Inovação na construção: novos materiais e novas tecnologias.** *ArchDaily*. <https://www.archdaily.com.br/br/926864/inovacao-na-construcao-novos-materiais-e-novas-tecnologias>. Acesso em 09/02/2022.
- BARBOSA, Jacksilane; OLIVEIRA, Nayara; OLIVEIRA, Tatiana. **Análise comparativa entre os métodos construtivos de parede de concreto armado moldada in loco e de alvenaria estrutural em unidades habitacionais de baixo custo.** Centro Universitário Ateneu, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2021.
- BRASI. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidente da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 09/02/2022.
- CAMBRAIA, Matheus. **Processo construtivo de paredes de concreto moldadas in loco em fôrmas de alumínio.** Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2017.
- CARVALHO, Alexandre. **Moradia popular: falta o Brasil querer.** Revista Abril. <https://super.abril.com.br/sociedade/moradia-popular-falta-o-brasil-querer/>. Acesso em 15/03/2022.
- Casas OLÉ** - Fabricação e montagem de habitações, através de painéis pré-moldados de alvenaria com tijolo cerâmico e argamassa vibrada. 15º concurso Falcão Bauer de inovação tecnológica para habitação e construção sustentável. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2008.

CORREA, Ianca. **Estudo comparativo entre sistemas monolíticos em painéis eps e sistema construtivo convencional para residências unifamiliares.** Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, Santa Catarina, Brasil, 2020.

CRUZ, Danylla. **Sistema construtivo convencional e sistema construtivo sustentável para edificações de uso misto:** Uma análise de viabilidade econômica. Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garça, Mato Grosso, Brasil, 2021.

CRUZ, Talita. Conjunto Habitacional: **Entenda sua origem e porque influenciou a arquitetura moderna.** Viva decora. <https://www.vivadecora.com.br/pro/conjunto-habitacional/>. Acesso 19/02/2022.

CONSTRUÇÃO CIVIL PET. **Conheça o sistema construtivo casas Olé.** Civilização Engenheira. <https://civilizacaoengenheira.wordpress.com/2015/10/19/conheca-o-sistema-construtivo-casas-ole/>. Acesso 15/12/2022

Diferença entre os sistemas construtivos - vantagem e desvantagem. Entenda antes. <https://entendaantes.com.br/diferencas-entre-os-sistemas-construtivos-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em 11/02/2022

FILHO, Lúcio. **Mais de 7 mil famílias são beneficiadas com a casa própria no Conjunto Habitacional Luiz Gonzaga, em Fortaleza.** Governo do Estado do Ceará. <https://www.ceara.gov.br/2019/11/02/mais-de-7-mil-familias-sao-beneficiadas-com-a-casa-propria-no-conjunto-habitacional-luiz-gonzaga-em-fortaleza/>. Acesso 18/03/2022

FORAGI, Rafael. **Uma análise do programa Minha Casa Minha Vida.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 2012.

Fortaleza tem déficit habitacional de 130 mil moradias, aponta Defensoria Pública. Jornal G1. <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/09/07/fortaleza-tem-deficit-habitacional-de-130-mil-moradias-aponta-defensoria-publica.ghtml>. Acesso em 07/02/2022.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil 2016 - 2019.** Déficit habitacional. http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/21.05_Relatorio-Déficit-Habitacional-no-Brasil-2016-2019-v2.0.pdf. Acesso 29/10/2022

GIBAJA, Carlos; FILHO, Lúcio. **Mais de 7 mil famílias são beneficiadas com a casa própria no Conjunto Habitacional Luiz Gonzaga, em Fortaleza.** Diário do Nordeste. <https://www.ceara.gov.br/2019/11/02/mais-de-7-mil-familias-sao-beneficiadas-com-a-casa-propria-no-conjunto-habitacional-luiz-gonzaga-em-fortaleza/>. Acesso 05/04/2022

Habitação de interesse social: Quais as características deste tipo de empreendimento. Mapa da Obra. <https://www.mapadaobra.com.br/negocios/habitacao-social/>. Acesso 16/02/2022

HUGO E CARLOS. **07 sistemas construtivos inovadores no Brasil**. Neo Ipsum. <https://neopsum.com.br/sistemas-construtivos-inovadores/>. Acesso em 11/02/2022

LING, Anthony. **Cortiços eram melhores que as favelas**. Caos Planejado. <https://caosplanejado.com/corticicos-eram-melhores-que-favelas/>. Acesso 16/03/2022.

LORECETO, Danilo. **Sistemas construtivos**: Tudo que você precisa saber sobre paredes de concreto moldadas *in loco*. Engenharia 360. <https://engenharia360.com/sistemas-construtivos-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-paredes-de-concreto-moldadas-in-loco/>. Acesso 19/02/2022.

LUNARDELLI, Paula. **Inovações na engenharia civil**: benefícios do uso dados na operação. Plataforma Sienge. <https://www.sienge.com.br/blog/inovacoes-na-engenharia-civil-beneficios/>. Acesso em 09/02/2022

MACEDO, M. C.; SOUZA, L.G.M.; GOMES, I. R.B.; MEDEIROS, L.C. **Materiais compósitos à base de gesso e isopor para construção de casas populares**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Natal, Brasil, 2011.

MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva. **Fundamentos de Metodologia Científica** 5ª edição. Atlas, São Paulo – SP, Brasil, 2003.

MASCARENHAS, Sidnei. **Metodologia Científica**. Pearson, São Paulo – SP, Brasil, 2012.

MORAES, Bruna. **Comparação de custo de unidades habitacionais de interesse social produzidas por sistemas construtivos convencional e parede de concreto**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, São Paulo, Brasil, 2018.

MOREFÁCIL CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA. **Casas OLÉ** - painéis pré-moldados em alvenaria com blocos cerâmicos e concreto armado. IFBQ, São Paulo – SP, Brasil, 2020.

NAKAMURA, Juliana. **Paredes de concreto**: Vantagens e características. Plataforma Sienge. <https://www.sienge.com.br/blog/parede-de-concreto/>. Acesso em 03/04/2022

NASCIMENTO, Thatiany. **Déficit de moradias e regularização de casas são principais dilemas a serem resolvidos na habitação**. Diário do Nordeste. <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/deficit-de-moradia-e-regularizacao-de-casas-sao-principais-dilemas-a-serem-resolvidos-na-habitacao-1.3017401>. Acesso em 08/02/2022.

NICOLETTI, Renato; SANTOS, Daniel; ROSSETO, Leonardo. **Análise do desempenho e viabilidade técnica e econômica do sistema *Ligth Steel Framing* para construção de residências populares**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil, 2019.

Nova norma para parede de concreto moldada in loco. Mapa da Obra. <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/nova-norma-para-parede-de-concreto-moldada-in-loco/>. Acesso 15/04/2022

O que é sistemas construtivos? Conheça os mais usados no Brasil. Plack. <https://www.plack.com.br/o-que-e-sistema-construtivo-conheca-os-mais-usados-no-brasil/>. Acesso 23/02/2022

Paredes de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. ABNT 2012. <https://qdoc.tips/nbr-16055-2012-paredes-de-concreto-pdf-free.html>. Acesso 10/04/2022

Paredes de concreto moldadas in loco: o que são e por que usá-las na sua obra? Tecnosil. <https://www.tecnosilbr.com.br/paredes/>. Acesso 04/04/2022

PAULINO, Nicolas. **Em 20 anos, Ceará precisa de quase 1 milhão de novas moradias.** Diário do Nordeste. <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/em-20-anos-ceara-precisara-de-quase-1-milhao-de-novas-moradias-1.2061276>. Acesso em 23/02/2022

PEREIRA, Caio. **Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil.** Escola Engenharia. <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>. Acesso 18/03/2022.

PEREIRA, Caio. **Steel Frame:** O que é, características, vantagens e desvantagens. Escola Engenharia. <https://www.escolaengenharia.com.br/steel-frame/>. Acesso 04/04/2022.

PIMENTEL, Samuel. **Déficit habitacional no Ceará chega a 335,3 mil unidades.** Jornal O Povo. <https://mais.opovo.com.br/jornal/economia/2020/12/21/deficit-habitacional-no-ceara-chega-a-335-3-mil-unidades.html> Acesso em 07/02/2022. Acesso em 07/02/2022.

PRADO, Claudio. **Déficit habitacional reflete a desigualdade no país.** Fundação 1º de maio. <https://www.fundacao1demaio.org.br/artigo/deficit-habitacional-reflete-a-desigualdade-do-pais/>. Acesso 15/03/2022.

PREFEITURA DE FORTALEZA. **Programa habitacional.** Catálogo de Serviços. <https://catalogodeservicos.fortaleza.ce.gov.br/categoria/habitacao/servico/357>. Acesso 22/02/2022

PREFEITURA DE FORTALEZA. **Setor Habitabilidade.** Fortaleza 2040. https://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/assets/files/brochures/fortaleza2040_brochura_habitabilidade.pdf. Acesso 24/02/2022

PROSATTI ENGENHARIA. **Alvenaria Convencional.** <https://prosatti.com/alvenaria-convencional/>. Acesso 10/12/2022

Publicada norma técnica de parede de concreto. Comunidade da construção. <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/noticias/110/publicada-norma-tecnica-de-parede-de-concreto.html> Acesso 12/04/2022

ROCHA, Carla. **O que é sistema OLÉ para casas pré-fabricadas.** Mapa da Obra. <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/sistema-ole-casas-pre-fabricadas/>. Acesso 18/03/2022

RIBEIRO, Marcel. **Produtividade na construção civil:** Para que serve e como calcular? Mais controle. <https://maiscontroleerp.com.br/produtividade-na-construcao-civil/>. Acesso 12/10/2022

SANTOS, Altair. **Norma populariza parede de concreto moldada “in loco”.** Massa Cinzenta. <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/norma-populariza-parede-de-concreto-moldada-in-loco/> Acesso 13/04/2022

SANTOS, Eder. **Estudo sobre os métodos construtivos *Light Steel Frame* e Alvenaria convencional.** <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/alvenaria-convencional>. Acesso em 16/02/2022

SANTOS, Vitor. **Sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco* do projeto ao gerenciamento da produção.** Instituto Federal de Uberlândia, São Paulo, Brasil, 2021.

SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO. **Em 20 anos, Ceará precisa de quase 1 milhão de novas moradias.** Diário do Nordeste. <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/em-20-anos-ceara-precisara-de-quase-1-milhao-de-novas-moradias-1.2061276>. Acesso em 23/02/2022

SILVA, Cicera; MORAIS, João; BARBOZA, Eliezio; SILVA, Eduardo, OLIVEIRA, Bruno; SOUZA, Jefferson. **Gestão da qualidade na construção civil:** Análise do programa brasileiro de qualidade e produtividade no habitat em Juazeiro do Norte, Ce. Universidade Regional do Cariri e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil, 2020.

Sistemas construtivos: descubra o melhor material para a sua construção. Alcance Engenharia Jr. <https://alcancejr.com.br/sistemas-construtivos/>. Acesso 18/03/2022

Sistemas construtivos: Tudo o que você precisa saber. Entenda Antes. <https://entendaantes.com.br/sistemas-construtivos/>. Acesso 17/03/2022.

Solar das águas. Catálogo Construtora Tenda. <https://www.tenda.com/apitendaprod/static-cache/A5A543D9A52442E6A778139498C349780774A59A8B2E0A9069E0167126AABCA2.pdf>. Acesso em 12/02/2022

SOUSA, Julio. **Análise comparativa entre um sistema construtivo convencional e sistema construtivo de eps.** Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, São Paulo, Brasil, 2021.

Tecnologia na construção civil: o que é, importância e exemplos. FIA. <https://fia.com.br/blog/tecnologia-na-construcao-civil/#:~:text=O%20uso%20da%20tecnologia%20%C3%A9,problemas%20do%20setor%3A%20o%20desperd%C3%ADcio>. Acesso 25/03/2022

TIEDT, Amanda; CORDEIRO, Fabíola. **7 sistemas construtivos que você precisa conhecer para construir uma casa.** *Homify*.
https://www.homify.com.br/livros_de_ideias/6075735/7-sistemas-construtivos-que-voce-precisa-conhecer-para-construir-uma-casa. Acesso 24/02/2022

VIANA, Theyse. **Fortaleza tem 130 mil famílias.** Diário do Nordeste.
<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/fortaleza-tem-130-mil-familias-sem-moradia-adequada-1.2146684>. Acesso 25/03/2022.