



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

THAYANA HELEN BATISTA SALVINO

**SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDE DE CONCRETO: UMA SOLUÇÃO
PARA DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL.**

JOÃO PESSOA

2020

THAYANA HELEN BATISTA SALVINO

**SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDE DE CONCRETO: UMA SOLUÇÃO
PARA DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal da
Paraíba – Campus I – para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Cibelle Guimarães Silva
Severo.

JOÃO PESSOA

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S185s Salvino, Thayana Helen Batista.

Sistema construtivo em parede de concreto: uma
solução para déficit habitacional no Brasil. / Thayana
Helen Batista Salvino. - João Pessoa, 2020.
58 f. : il.

Orientação: Cibelle Guimarães Silva Severo.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Habitação de interesse social. 2. Sistemas
construtivos alternativos. 3. Desempenho das
edificações. I. Severo, Cibelle Guimarães Silva. II.
Título.

UFPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

THAYANA HELEN BATISTA SALVINO

SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDE DE CONCRETO: UMA SOLUÇÃO PARA DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL.

Trabalho de Conclusão de Curso em 24/03/2020 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Cibelle Guimarães Silva Severo

Cibelle Guimarães Silva Severo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA

Clóvis Dias

Clóvis Dias
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA

Claudino Lins Nóbrega Junior

Claudino Lins Nóbrega Junior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA

ABSilva

Profª. Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico este trabalho a Deus, pois sem Ele eu nada poderia fazer.

“Toda caminhada começa no primeiro passo”.

Flávio José

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que tem me sustentado e cuidado de mim ao longo da minha vida e sem o qual eu nada poderia fazer.

Agradeço à minha mãe, Ivanilda, que, embora com muita dificuldade, sempre investiu em minha educação e me apoiou nessa jornada. Agradeço ao meu padrasto Valdomiro e aos meus irmãos, Antony, Thyana e principalmente ao meu irmão Kleiton que teve papel fundamental em minha educação. Agradeço ao meu namorado e amigo José Victor por todo apoio e dedicação.

Agradeço aos meus amigos da graduação Pedro Henrique, Lucas de Figueiredo, Larissa Cristine, Dalylla Lopes e Diego Padilha, foi um prazer compartilhar com vocês essa jornada. Assim como agradeço à minha amiga Míria Lima por me apoiar e se fazer sempre presente.

Agradeço ao engenheiro Ricardo Lombardi por sua parceria e grande contribuição profissional, e agradeço especialmente à minha professora orientadora Cibelle Guimarães, por sua atenção e dedicação.

RESUMO

O déficit habitacional no Brasil é uma questão social preocupante, em vista disso políticas públicas surgiram motivadas por essa realidade, dentre essas esta a construção de habitações de interesse social. Sendo assim, vê-se necessária a busca por métodos construtivos alternativos que tenham como produtos habitações de qualidade com o menor custo possível e no menor tempo possível. Portanto o presente trabalho traz uma revisão bibliográfica apresentando a situação habitacional no Brasil bem como descrevendo o sistema construtivo parede de concreto. Além disso, visa analisar as habitações construídas em parede de concreto quanto a sua adequação à norma NBR 15575:2013 – Desempenho de edificações habitacionais, assim como as vantagens e desvantagens desse método construtivo com relação às construções executadas em alvenaria estrutural, que também é largamente utilizada para produzir habitações de interesse social. Ainda, foi apresentada uma análise comparativa de custos de duas unidades habitacionais utilizando cada um dos sistemas construtivos, afim de averiguar a viabilidade de utilização de cada um dos métodos. Sendo assim, foi constatado que as unidades habitacionais construídas em parede de concreto, apresentam custos maiores que aquelas construídas em alvenaria estrutural, embora a produtividade seja maior utilizando o sistema construtivo parede de concreto. Dessa maneira, pôde-se concluir que “parede de concreto moldado *in loco*” é um sistema alternativo viável para a construção de habitações de interesse social.

Palavras chaves: Habitação de interesse social. Sistemas construtivos alternativos. Desempenho das edificações.

ABSTRACT

The housing deficit in Brazil is a worrying social issue, as a result of which public policies emerged motivated by this reality, among which is the construction of social housing. Therefore, it is necessary to search for alternative construction methods that use quality housing products at the lowest possible cost and in the shortest possible time. Therefore, the present work brings a bibliographic review presenting the housing situation in Brazil as well as describing the concrete wall construction system. In addition, a comparative cost analysis of two housing units will be presented using each of the construction systems, in order to ascertain the feasibility of using each method. Thus, it was found that housing units built on concrete walls have higher costs than those built on structural masonry, although productivity is higher using the concrete wall construction system. In this way, it was concluded that “concrete wall molded in loco” is a viable alternative system for the construction of social housing.

Key words: Housing deficit. Concrete wall. Structural masonry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Empreendimento o Spazio Parthenon em Belo Horizonte-MG, contruído no sistema parede de concreto.....	20
Figura 2 – Armações no interior das formas em execução de alvenarias estruturais moldadas in loco.....	22
Figura 3 – Forma metálica para execução de parede de concreto.....	23
Figura 4 – Forma metálica + compensado para execução de parede de concreto.....	24
Figura 5 – Forma plástica para execução de parede de concreto.....	24
Figura 6 – Instalação hidráulica em shaft.....	26
Figura 7 – Fixação das instalações elétricas na tela de armação.....	27
Figura 8 – Fixação das instalações elétricas na tela de armação.....	29
Figura 9 - Fluxograma contendo a estrutura da metodologia de trabalho utilizada.....	31
Figura 10 – Verificação de adequação do concreto M às variações climáticas.....	35
Figura 11 – Planta apartamento tipo em parede de concreto e alvenaria estrutural.....	41
Figura 12 – Produção de torres por semestre.....	43
Figura 13 – Relação entre os custos de mão de obra e materiais utilizando o método construtivo parede de concreto.....	45
Figura 14 – Relação entre os custos de mão de obra e materiais utilizando o método construtivo alvenaria estrutural.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição percentual do déficit habitacional urbano por faixas de renda média familiar mensal.	14
Tabela 2 – Metodologia de cálculo do Déficit Habitacional – 2015	15
Tabela 3 – Classes de concreto para execução das paredes estruturais.	21
Tabela 4 – Produtividade hora-homem por metro quadrado em cada forma ao long de 17 meses.	28
Tabela 5 – Planilha de custos referente à unidade habitacional construída utilizando o sistema construtivo parede de concreto.....	42
Tabela 6 – Planilha de custos referente à unidade habitacional construída utilizando o sistema construtivo alvenaria estrutural.....	42
Tabela 7 – Custo por metro quadrado utilizando cada método construtivo.	43
Tabela 8 – Custos com forma por unidade habitacional.	44
Tabela 9 – Custo de mão de obra.....	44
Tabela 10 – Custo dos materiais.	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.2.1	Geral.....	12
1.2.2	Específicos	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL	13
2.1.1	Componentes do déficit habitacional	15
2.2	INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL E A RACIONALIZAÇÃO	16
2.3	SISTEMAS CONSTRUTIVOS ALTERNATIVOS	17
2.4	MÉTODO DO SISTEMA DE PLACAS MOLDADO IN LOCO	18
2.4.1	Conceito.....	18
2.4.2	Materiais	20
3	METODOLOGIA.....	30
4	ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	32
4.1	REQUISITOS DE DESEMPENHO.....	32
4.1.1	Segurança estrutural	32
4.1.2	Segurança contra incêndio	33
4.1.3	Estanqueidade.....	33
4.1.4	Desempenho térmico.....	33
4.1.5	Desempenho acústico	35
4.2	VANTAGENS E DESVANTAGENS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS PAREDE DE CONCRETO MOLDADA <i>IN LOCO</i> E ALVENARIA ESTRUTURAL.....	36
4.2.1	Parede de concreto moldado <i>in loco</i>	36
4.2.2	Alvenaria estrutural.....	38
4.3	ESTUDO DE CASO.....	40
4.3.1	Caracterização do empreendimento	40
4.3.2	Comparação de custos	41
5	CONCLUSÃO.....	47
6	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

O déficit habitacional no Brasil tem origem histórica, tendo seu início na abolição da escravidão em que a população antes escrava, e agora livre, não possuía moradia, sendo obrigados a ocupar regiões inadequadas, como morros e encostas. Com o passar do tempo, esse problema apenas se agravou, devido ao crescimento populacional bem como o crescimento da aglomeração dessa população nos centros urbanos.

Essa realidade tornou-se cabível de solução apenas quando passou a atingir o crescimento da economia do país, tendo em vista que os custos com a habitação do proletariado brasileiro passaram a ser um fator significativo. Assim como eram preocupantes as condições de higiene da população operária tendo em vista que as epidemias se alastravam atingindo as cidades como um todo.

Diante disso, viu-se necessária uma intervenção do poder público no que se trata de investimento em habitações sociais que garantisse não apenas o direito de moradia aos cidadãos brasileiros de baixa renda, mas uma melhor organização dos centros urbano que possuíam, e ainda possuem, uma paisagem oscilante entre as habitações da elite brasileira, e as regiões periféricas e suas ocupações inadequadas.

Dessa maneira, é necessária a busca por tecnologias que viabilizem a construção de habitações em massa com o menor custo e que leve o menor tempo possível para serem construídas, tendo em vista a urgência da necessidade de moradia no Brasil. Desse modo, uma das alternativas viáveis são as alvenarias estruturais que consistem em “paredes” que funcionam concomitantemente como elementos de vedação e de sustentação das edificações.

Com isso, o presente trabalho destaca, dentre as alvenarias estruturais, a estrutura em parede de concreto, que consiste em um método construtivo em que são elaboradas fôrmas que são preenchidas de concreto, funcionando como molde da edificação. Sendo assim, serão abordados os aspectos técnicos do desse método, assim como suas adequações ou inadequações no que diz respeito à norma técnica de desempenho das edificações (NBR 15575).

Ainda será apresentada uma breve análise comparativa entre a construção de edificações em parede de concreto e em tijolo de alvenaria estrutural. Levando-se em consideração o custo-benefício da utilização dos dois procedimentos na construção de habitações populares em larga escala.

1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem como justificativa o déficit habitacional no Brasil, que persiste desde o surgimento dos primeiros aglomerados urbanos, esse problema não leva apenas em consideração a falta de moradias, mas também aquelas que sujeitam os usuários a situações de precariedade.

Em vista disso, é imprescindível a busca por sistemas construtivos alternativos, de baixo custo e rápida construção que sejam viáveis e permita sua utilização na construção de habitações de qualidade em grande escala, visando à solução deste problema.

Dessa maneira, torna-se importante o desenvolvimento de estudos que analisem a qualidade dessas habitações no que diz respeito aos padrões normativos vigentes, como a norma de desempenho NBR 15575, que trata do desempenho das edificações. Assim como é importante analisar os custos por metro quadrado utilizando esses métodos a fim de analisar a viabilidade de sua utilização.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Analisar a viabilidade da utilização do método construtivo parede de concreto moldado *in loco* do ponto de vista qualitativo, tomando como base a norma de desempenho NBR 15575, e do ponto de vista econômico.

1.2.2 Específicos

- Descrever o sistema construtivo relacionando-o com principais requisitos encontrados na norma de desempenho;
- Fazer uma análise comparativa entre as vantagens e desvantagens do método construtivo alvenaria estrutural e parede de concreto moldado *in loco*;
- Fazer uma análise de custos de construção de edificações comparando os métodos parede de concreto e alvenaria estrutural.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL

Define-se déficit habitacional como a ausência de habitações para pessoas ou famílias necessitadas de moradia. Contudo esse conceito expande-se para aquelas que habitam em domicílios sob condições de precariedade, Garcia e Castelo (2006).

O conceito de déficit habitacional no Brasil é bastante recorrente tendo em vista os processos de industrialização ao longo da história, e a conseqüente aglomeração urbana devido à concentração de oportunidades profissionais e de melhoria da qualidade de vida nos grandes centros urbanos.

Como afirma Villaça (2001, p. 226), “Um dos traços mais marcantes do processo de urbanização que se manifestou no Brasil a partir do final do século XIX foi o rápido crescimento das camadas populares urbanas”. Tendo como consequência desse crescimento a disparidade entre o número de habitações disponíveis para moradia e a demanda da população.

À vista disso, de acordo com Rubin e Bolfé (2014) “criou-se a ideia de que o Estado deveria garantir condições dignas de moradia e para isso, seria necessário investir em recursos públicos e fundos sociais.” A fim de sanar as demandas existentes e garantir uma vida digna à população brasileira de baixa renda. Conforme Art. 6º da constituição “São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição.”

Dessa maneira, foram criados os Institutos de Aposentadorias e Pensões (IAPs), que foram as primeiras instituições públicas que investiram em habitação, como também “o Banco Nacional da Habitação (BNH), que se tornou o órgão central orientando e disciplinando a habitação no País” (LEI 4380/64).

Atualmente, em substituição aos já citados IAPs e o BNH, o principal programa de incentivo à construção de novas habitações é programa, do governo federal, Minha Casa Minha Vida que em seu plano inicial, no ano de 2009, visava à construção de um milhão de habitações e, alcançado esse objetivo, teve por meta construir mais dois milhões de moradias até o ano de 2014 (SITE CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2014).

Com esse programa o governo federal almeja diminuir os déficits ainda fortemente persistentes e que atingem de maneira mais significativa a população de baixa renda que

possui faturamento mensal de até três salários mínimos. Sendo assim, para essa parcela da população, na Tabela 1 pode-se observar as porcentagens dos déficits habitacionais chegando a valores maiores que 94% (noventa e quatro por cento) no estado nordestino de Alagoas.

Tabela 1 - Distribuição percentual do déficit habitacional urbano por faixas de renda média familiar mensal.

Especificação	Faixas de renda mensal familiar (em salários mínimos)			
	Até 3	Mais de 3 a 5	Mais de 5 a 10	Mais de 10
Região Nordeste	88.2	7.0	3.5	1.2
Maranhão	90.5	5.4	4.1	-
Piauí	83.9	10.7	5.4	-
Ceará	89.2	7.2	2.8	0.8
<i>RM Fortaleza</i>	<i>87.2</i>	<i>7.3</i>	<i>4.2</i>	<i>1.4</i>
Rio Grande do Norte	82.9	10.3	3.4	3.4
Paraíba	83.2	8.4	5.3	3.2
Pernambuco	90.6	5.4	3.3	0.7
<i>RM Recife</i>	<i>87.0</i>	<i>7.3</i>	<i>4.5</i>	<i>1.3</i>
Alagoas	94.7	4.7	0.6	-
Sergipe	91.3	5.3	3.3	-
Bahia	86.3	7.8	4.0	1.9
<i>RM Salvador</i>	<i>88.3</i>	<i>5.9</i>	<i>4.0</i>	<i>1.9</i>

Fonte: Dados básicos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2014.

Nesse contexto é importante estabelecer critérios de avaliação desse déficit para que se possa acompanhar seu desenvolvimento, assim como a eficácia das políticas sociais criadas com o objetivo de reduzi-lo. Levando-se em consideração que a população de baixa renda não sofre apenas com a falta de moradia, mas também com a situação precária das moradias já existentes.

2.1.1 Componentes do déficit habitacional

Os componentes de déficit habitacional vêm como um auxílio técnico criado pela Fundação João Pinheiro que consistem em uma metodologia que tornou-se referência nacional e têm como objetivo permitir um estudo mais detalhado e uma melhor análise estatística da situação habitacional no Brasil.

Assim, tem-se que o déficit habitacional é composto pela soma de quatro componentes: a habitação precária, que engloba os domicílios rústicos e improvisados, a coabitação familiar, que leva-se em consideração o número de famílias conviventes e os cômodos existente no domicílio, o ônus excessivo com aluguel, em que é estudado o quanto que a população está gastando com moradias alugadas e, por fim, o adensamento excessivo de domicílios.(FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2015).Conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Metodologia de cálculo do Déficit Habitacional – 2015

Componentes e subcomponentes do déficit habitacional		Unidades espaciais	Localização	Atributos
Habitação precária	Domicílios rústicos	Brasil, Unidades da Federação e regiões metropolitanas selecionadas	Urbano e rural	Faixas de rendimento em salários mínimos
	Domicílios improvisados			
Coabitação familiar	Famílias conviventes			
	Cômodo			
Ônus excessivo com aluguel				
Adensamento excessivo de domicílios alugados				

Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP), Diretoria de Estatística e Informações (Direi), 2017.

As habitações precárias consistem em casas improvisadas elaboradas com restos de madeira, taipas não revestidas, feitas de barro, cobertas com palha, ou até mesmo, habitações que se reduzem a meros cômodos (IBGE, 2004).

Segundo o IBGE, também serão registrados como Improvisado os seguintes locais que estejam servindo de moradia a pessoas ainda que em caráter transitório: prédio em construção, servindo de moradia a pessoal da obra; embarcação, carroça, vagão de estrada de ferro, etc. tenda, barraca, gruta, ponte, pátio de estação de estrada de ferro, marquise de edifício, etc. que estejam servindo de abrigo (IBGE, 2004).

Segundo o PNAD (2009) a coabitação familiar é um dos principais fatores que contribuem com o déficit habitacional nas áreas urbanas e metropolitanas, pois esse ocorre em consequência da alta valorização da terra e o alto custo de moradia característica dessas regiões.

O ônus excessivo com aluguel é o elemento que caracteriza a parcela da população que possui renda mensal de até três salários mínimos e despende até 30% (trinta por cento), desse montante com aluguel (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2015).

O adensamento excessivo de domicílios alugados consiste em um fator de déficit habitacional, pois segundo a Fundação João Pinheiro (2015), “nesses casos, o inquilino não pode ampliar o imóvel nem vendê-lo para comprar outro maior” caracterizando-se a necessidade potencial de um novo imóvel para essas famílias.”

2.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL E A RACIONALIZAÇÃO

O processo de industrialização é caracterizado principalmente pelas idéias de organização e de produção em série, em que se deve analisar de maneira ampla as relações comerciais envolvidas, assim como os processos de mecanização dos meios de produção (Bruna, 1976). Estando, portanto, diretamente ligada a evolução da industrialização e da mecanização.

Em contrapartida, no que tange a indústria da construção civil, tem-se uma dificuldade bastante acentuada em se construir edificações baseadas na lógica da industrialização. Como afirma (Rosa, 2006) “No canteiro há uma excessiva divisão de tarefas que, contrariamente à lógica industrial, não contribui para o bom resultado do produto final.”

Desta maneira tem-se que:

Embora um edifício convencional seja o resultado da somatória de um conjunto de componentes fabricados por indústrias, não podemos considerá-lo um produto industrial. Durante a sua construção, não há utilização dos conhecimentos que caracterizam a produção industrial, ou seja, lógica de montagem, coordenação de medidas, otimização de tarefas, utilização precisa de materiais, boas condições de trabalho, etc. (Rosa, 2006).

Um outro fator relevante é a viabilidade da industrialização da construção civil, pois tendo em vista que um de seus princípios é a padronização dos produtos para, através da repetição, minimizar os erros e conseqüentemente obter um aumento da qualidade, é necessário que esse tipo de edificação seja aceita pela população.

Assim como é preciso que haja demanda suficiente que justifique o processo de

industrialização de habitações, pois dessa maneira, será viabilizada a produção de construções em larga escala. E, como visto no capítulo de “déficit habitacional no Brasil” que consta no presente trabalho, há uma demanda muito grande por habitações no Brasil que, conseqüentemente, justificaria a utilização do processo industrial na construção de moradias.

Além da industrialização, é importante destacar o conceito de racionalização, que, como a própria definição do termo diz segundo Aurélio (2002), é o aperfeiçoamento ou a simplificação de uma técnica de modo que melhore o rendimento. Que na construção civil se traduz como menor desperdício, maior controle da qualidade do produto, aumentar a produtividade e, principalmente, na redução do custo e prazo de entrega da obra.

No contexto de limitações de recursos, aumento destes e a concorrência, é que, para um empreendimento ter sucesso é necessário usar como fonte de sobrevivência o raciocínio, e utilizar fatores simples dentro da empresa como estratégias marcantes para o sucesso. Para isso, é-se necessário o máximo de racionalidade na realização de projetos ou das atividades produtivas, com o menor dispêndio de trabalho visando os custos mais favoráveis possíveis, com a mais alta taxa de produtividade e um máximo de segurança no ambiente de trabalho. A união do planejamento, aquisição, administração, marketing e postura orientada ao cliente é o caminho para o sucesso almejado (GEHBAUER, 2004).

Dessa maneira, a busca por sistemas construtivos alternativos que carreguem em sua metodologia de construção valores industriais como rapidez, padronização de produção, menor desperdício, etc. Assim como sistemas construtivos que visem à racionalização, É bastante crescente, dentre eles pode-se citar os pré moldados, os dri-wall, e as alvenarias estruturais, neste conjunto, destaca-se o método construtivos parede de concreto (modadas *in loco*) que o presente trabalho tem como enfoque.

2.3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS ALTERNATIVOS

Os sistemas construtivos são constituídos por um conjunto de conhecimentos técnicos e organizacionais que definirá como determinada edificação será executada. E é diretamente influenciado pelo panorama de desenvolvimento tecnológico em que se encontra a indústria de materiais para a construção civil, assim como ferramentas, equipamentos, máquinas, entre outros.

Dessa maneira, tem-se que vários subsistemas podem constituir um sistema construtivo. Esses são determinados segundo suas funções técnicas e características com relação à edificação como um todo. É importante, portanto, que diante de um projeto de edificação se tenha conhecimento das diversas soluções que podem ser empregadas em se tratando de sistema construtivos (MARTUCCI, 1999).

Atualmente, o Brasil dispõe de diversos sistemas para a produção de habitações em larga escala. Cujos constituintes inclui o método convencional, em que seus elementos essenciais são executados no canteiro de obras, e são constituídos de materiais e técnicas tradicionais. Já nos sistemas industrializados, grande parte de seus elementos saem da fábrica para o local no qual a obra vai ser realizada, necessitando apenas serem montados e realizado o seu acabamento.

E ainda, o Brasil dispõe dos métodos construtivos racionalizados, em que parte dos elementos são pré-fabricados e, assim como nos industrializados, sua montagem ocorre no canteiro de obra, utilizando métodos convencionais (sistemas em alvenaria estrutural, parede de concreto moldadas *in loco*) (SACHT, 2008).

A prática de construção nas cidade brasileiras, de acordo com Lima, Marcandier e Moreira (2007) ainda segue as diretrizes dos métodos convencionais de construção, em que são utilizadas estruturas moldadas *in loco*. E os elementos de vedação são de tijolo cerâmico. Sendo os outros elementos como esquadrias, instalações elétricas e hidráulicas e outros, são adicionados posteriormete, tendo como uma de suas principais desvantagens o desperdício de materiais devido ao alto índice de desperdício. Bem como a elevada quantidade de resíduos sólidos gerados.

Diante do exposto, são chamados métodos convencionais, no presente trabalho, aquele que, como o próprio nome diz, não utiliza as técnicas e materiais tradicionais na construção de edificações. Como, por exemplo, os métodos racionalizados: painéis pré-fabricados de concreto, *drywall*, alvenaria estrutural, parede de concreto moldada *in loco*. Dando-se atenção especial a esse último

2.4 MÉTODO DO SISTEMA DE PLACAS MOLDADO IN LOCO

2.4.1 Conceito

O método parede de concreto, moldado *in loco*, é uma tecnologia em que as paredes de vedação constituem, também, o sistema estrutural da edificação, ou seja, substituem os pilares e vigas, e são capazes de resistir a esforços horizontais e verticais. Sendo assim, tem-se que as fôrmas utilizadas para sua execução podem ser constituídas de três materiais diferentes, sendo estes madeira, plástico ou metal, que são inseridas envelopando a armação em tela metálica que constitui a parede, Ventin Amoedo (2013).

Esse método possui a vantagem de poder construir empreendimentos que possuem alta

repetitividade, mantendo como princípio a racionalização, o controle de qualidade evitando atividades artesanais, assim como controle tecnológico e mão de obra qualificada. Dessa maneira, segundo afirma Fonseca Jr. (2008) esse método construtivo é indicado para a construção de casas térreas; casas assobradadas; edifícios com pavimento térreo mais cincopavimentos-tipo; edifícios com pavimento térreo mais oito pavimentos-tipo; edifícios de até 30 pavimentos; edifícios com mais de 30 pavimentos (são considerados casos especiais eespecíficos).

As grandes vantagens desse sistema é a diminuição da mão de obra e do desperdício de materiais reduzindo, assim, os custos da obra, além de uma maior velocidade construtiva (ASAMIX, 2018). Com isso, embora os custos com as fôrmas para parede de concreto sejam bastante elevados, as vantagem citadas se tornam fatores relevantes para viabilidade de construções utilizando o método.

Por ser um sistema racionalizado, a construção em parede de concreto moldada *in loco* permite uma maior organização e planejamento dos processos e etapas construtivas no canteiro de obras e “ oferece produtividade, qualidade e economia de escala”, como afirmam Misurelli e Massuda (2009). Dessa maneira, na figura 1 tem-se m empreendimento construído utilizando o sistema construtivo, em que se pode verificar grande repetitividade dos blocos.

Figura 1– Empreendimento o Spazio Parthenon em Belo Horizonte-MG, contruído no sistema parede de concreto.



Fonte: Tem sustentável, 2018.

Embora seja um método bastante vantajoso e uma tecnologia que vem tomando espaço no mercado da construção civil brasileira devido às inúmeras vantagens citadas, a construção de edificações em parede de concreto não é um método novo. Todavia, tem gerado produtos viáveis tanto para o construtor quanto para o consumidor que passa a ter uma opção de moradia de baixo custo e de maior qualidade (SANTOS, 2013).

2.4.2 Materiais

2.4.2.1 Concreto

O concreto é o componente principal do sistema construtivo em parede de concreto, e com isso o controle de sua qualidade e propriedades é primordial para garantir a durabilidade e segurança estrutural da edificação. Desta maneira, esse cuidado deve ser tomado desde a sua preparação, transporte e controle de recebimento de concreto no local da obra (JÚNIOR, 2014)

Com isso, tem-se que os aspectos referentes às características e composição do concreto como cobertura de armadura, *fck* (Resistência Característica do Concreto), que tem como precedente a agressividade do ambiente, devem ser adotados conforme as Normas Brasileiras, que também farão as recomendações com relação ao consumo de cimento e

relação água /cimento, etc (Mayor ,2012).

Sendo assim, ainda segundo Mayor (2012), os concretos para o sistema mencionado deve possuir características específicas como trabalhabilidade e fluidez, tendo em vista que as espessuras mínimas das paredes no método construtivo são de 10cm (dez centímetros) possuindo em seu centro a tela de armação. E com isso, impedindo ou dificultando o uso de instrumentos de auxílio ao adensamento, como os vibradores. Sendo assim, os concretos que possuem características favoráveis para serem utilizados para execução de paredes estruturais no Brasil estão listados na Tabela 3 (FONSECA JR,2008).

Tabela 3 – Classes de concreto para execução das paredes estruturais.

Tipo	Descrição	Massa específica kg/m ³	Resistência à compressão mínima MPa
L1	Concreto celular	1500 a 1600	4
L2	Concreto com agregado leve	1500 a 1800	20
M	Concreto com ar incorporado	1900 a 2000	6
N	Concreto normal	2000 a 2800	20
As classes L1 e M com resistência igual à resistência mínima especificada nesta tabela, só podem ser utilizadas para paredes de concreto em construções de até dois pavimentos.			
NOTA: Recomenda-se o uso de concreto com fibras ou outros materiais que diminuam os efeitos de retração			

Fonte: Fonseca Jr. (2008).

Ainda, segundo (MISURELLI; MASSUDA, 2009), o modo de preparação mais indicado para utilizar nesse tipo de estrutura é o concreto usinado devido ao maior controle de qualidade que as concreteiras possuem, garantindo as características exigidas em projeto, em detrimento do modo de preparação do concreto *in loco*, que possui aspectos de caráter mais artesanal se comparado com aquele.

O controle de qualidade do concreto, assim como em toda estrutura de concreto, é feito através dos rompimentos de corpos de provas, que são realizados aos três, sete e vinte e oito dias após a concretagem, conforme norma específica. Todavia neste método construtivos além desses rompimentos é necessário que se faça o rompimento quatorze horas depois da concretagem, pois tendo em vista a necessidade de desforma rápida, é necessário garantir a segurança dos trabalhadores, assim como evitar possíveis patologias (VENTIN AMOEDO,2013)

2.4.2.2 Armação

A armação que constitui as paredes estruturais tem três principais funções: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás, como afirma a Fonseca Jr (2008).

Sendo assim é de suma importância que se tenha o controle de recebimento e estocagem das armaduras no canteiro de obras, que as peças sejam facilmente identificadas e que haja a conferência se as peças pré-fabricadas que foram entregues estão conforme pedido e especificado em projeto, afim de que se evitem trocas involuntárias de posições na hora da execução, prejudicando a qualidade e até a segurança da estrutura (BARROS;MELHADO,1998).

Além disso, para fins de execução, na maioria das vezes é recomendado que as telas se localizem no eixo das formas (Conforme Figura 2) ou nas duas faces, conforme dimensionamento do projetista, assim como deve ter barras de reforço em posições específicas, como em janelas e portas, funcionando como vergas e contraverga, por exemplo.

Figura 2 – Armações no interior das formas em execução de alvenarias estruturais moldadas in loco.



Fonte: autor.

Além disso, para garantir o cobrimento especificado em projeto é necessário o uso de espaçadores, que são materiais geralmente plásticos que são fixados na própria tela de aço,

garantindo também que a armação permaneça no eixo da forma, como afirmam Costa e oliveira (2011) .

2.4.2.3 Formas

As formas são estruturas provisórias que tem como função garantir o molde do concreto fresco, respeitando rigorosamente a geometria para a qual foi projetada e deve resistir às pressões geradas pelo lançamento do concreto (Missurelli e Massuda, 2009).

Trata-se do material mais oneroso do método construtivo “parede de concreto”, e é essa que pode inviabilizar o uso do sistema, que se torna interessante para o construtor apenas em edificações e/ou empreendimentos que possuam grande número de repetição, sendo o número máximo de utilização limitado em 1000 vezes, conforme (PINI, 2009).

As formas podem ser constituídas de diversos materiais como afima a Coletânea de Ativos (2007/2008):

- **Fôrmas Metálicas:** São fôrmas que utilizam quadros e chapas metálicas tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça concretada(figura 3).

Figura 3 – Forma metálica para execução de parede de concreto.



Fonte: Oeste formas para concreto Ltda.

- **Fôrmas Metálicas + Compensado:** São compostas por quadros em peças metálicas (aço ou alumínio) e utilizam chapas de madeira compensada ou material sintético para dar o acabamento na peça concretada (Figura 4).

Figura 4 – Forma metálica + compensado para execução de parede de concreto.



Fonte: Fonseca Jr. (2008).

- **Fôrmas Plásticas:** Utilizam quadros e chapas feitas em plástico reciclável, tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça concretada, sendo contraventadas por estruturas metálicas (Figura 5).

Figura 5 – Forma plástica para execução de parede de concreto.



Fonte: Fonseca Jr. (2008).

As formas devem ser recebida juntamente com um conjunto de especificações importantes para suas utilização como detalhamento e posicionamento dos painéis, detalhamento dos equipamentos auxiliares peças de travamento e aprumo, detalhamento do escoramento (inclusive escoramento residual permanente) e sequência executiva de

montagem e desmontagem, afim de evitar erros de execução que são bastante honerosos nesse método (MISSURELLI; MASSUDA, 2009).

Além disso, ainda segundo Missurelli e Massuda (2009), no recebimento desse material no canteiro de obras é importante que haja uma conferencia rigorosa se todas as peças recebidas estão corretas conforme romaneiro e projeto. Ainda, deve-se atentar para o armazenamento desse material não os deixando susceptíveis às intempéries.

2.4.2.4 Instalações

2.4.2.4.1 Hidráulicas

As instalações hidráulicas, em edificações que utilizam o método construtivo parede de concreto, são executadas conforme recomendações da NBR 16055, que especifica uma série de critérios que devem ser considerados no que diz respeito a tubulações hidrossanitárias no interior das paredes estruturais . A exemplo tem-se que:

- A diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não pode ultrapassar 15°C;
- A pressão interna na tubulação deve ser menor que 0,3 Mpa;
- O diâmetro máximo deve ser 50 mm;
- O diâmetro da tubulação não deve ultrapassar 50 % da espessura da parede, entre outras.

Diante de todas essas recomendações, as instalações hidrossanitárias no interior da parede de concreto tornam-se consideravelmente limitadas devido aos diâmetros que são, em sua maioria, maiores que 50mm (ABNT NBR 16055, 2012), e ainda, se executadas no interior das paredes, também limita a manutenção das instalações, caso ocorram futuros vazamentos. Com isso, preferencialmente, faz-se a instalação das tubulações em shafts, que são espaços reservados para passagem e manutenção das intalações (ARÊAS, 2013).Conforme figura 6.

Figura 6 – Instalação hidráulica em shaft.



Fonte: autor.

2.4.2.4.2 Elébricas

As instalações elétricas, diferentemente das hidráulicas, são executadas no interior das paredes estruturais, devido ao fato de que os diâmetros dos eletrodutos são consideravelmente pequenos, e podendo facilmente serem introduzidos dentro das formas.

Dessa maneira, para a execução das instalações elétricas, é necessário fixar os eletroduto, caixas de interruptores e tomadas na tela de armação para se evitar a movimentação desses diante do lançamento do concreto, conforme figura 7. As posições dos componentes elétricos são determinadas conforme projeto. (Comunidade da Construção, 2010).

Figura 7 – Fixação das instalações elétricas na tela de armação.



Fonte: autor.

Um dos pontos negativo desse método construtivo é a dificuldade de reparação de erros. Nos pontos elétricos, caso ocorram erros a única maneira de consertá-los é quebrando o concreto. Esse fato interfere diretamente no tempo de produção dos trabalhos, tendo em vista que o concreto ganha resistência conforme seu endurecimento (ARÊAS, 2013).

2.4.2.5 Mão de obra

O método construtivo parede de concreto é relativamente novo no mercado Brasileiro, e em vista disso existe pouca mão de obra especializada. Todavia, segundo afirma Missurelli e Massuda (2009) não há necessidade de contratação de mão de obra especializada, tendo em vista que o processo executivo não é complexo e pode ser facilmente ensinado.

O conjunto de formas que constituem o molde da edificação pode ser montado por montadores, ou por montadores e ajudantes, que têm por função principal carregar as formas para os armadores e com isso acaba recebendo uma espécie de treinamento, por acompanhar a sequência de serviço. Esses profissionais devem ser supervisionados por um encarregado de formas que deve coordenar e fiscalizar a execução do serviço e garantindo que não haja erros e futuros prejuízos.

Em se tratando de produtividade pode-se notar sua evolução, segundo estudo realizado por Ventin Amoedo (2013), conforme Tabela 4. Os dados estão representando a quantidade

de hora-home por metro quadrado (hh/m²) e F1, F2, F3, F4, F5, e F6 representam os jogos de formas.

Tabela 4 – Produtividade hora-homem por metro quadrado em cada forma ao long de 17 meses.

MÊS	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°
MEDIA	4	1,6	1,5	1,3	1	0,9	1	1	1,1	0,9	3	2	1	0,8	0,9	0,7	0,6
F1	2,8	2,6	1	1	1	0,8	0,7	1,1	1,1	0,8	4,1	1,4	1	0,7	0,9	0,7	0,6
F2	0	5	0	2	1,2	1	1	1,1	1	1,2	4	1	1,1	0,7	0,8	0,6	0,6
F	0	0	3	1	1	1,1	1	0,9	1,2	0,9	2,8	3	0,9	0,9	0,9	0,3	0,7
F4	0	2	1	1	0,9	1	0,9	1	1,2	1,1	2,8	3	1,2	0,9	1,1	0,7	0,6
F5	0	1,8	1,3	1,4	1,1	0,9	1,3	0,9	1,3	0,9	2,8	2,8	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7
F6	4,4	2	3	1,4	1,2	0,9	1,1	0,9	0,9	0,8	2,3	1,8	1	0,7	0,8	0,6	0,5

Fonte :Ventin Amoedo (2013).

Diante do exposto pode-se notar o crescimento da produção dos trabalhadores aos longo dos 17 meses, em que verifica-se uma melhor capacitação do pessoal refletindo em uma queda significativa dos índices de hora-homem por metro quadrado, chegando a 0,5 no último mês. Dessa maneira, pode-se concluir que não necessariamente precisa-se contratar mão-de-obra especializada para execução da montagem de formas, sendo possível a capacitação e aperfeiçoamento dos operários através de treinamentos.

2.4.2.6 Segurança

A segurança do trabalho é de suma importância em todas as atividades, principalmente no canteiro de obras. Pois como afirma Galvão Rodrigues Moura (2017), “A indústria da construção civil possui altos números de acidentes, o que representa perdas consideráveis do ponto de vista econômico e social”, que reflete negativamente tanto nos interesses das empresas, quanto na vida dos trabalhadores.

Não existem normas específicas para segurança do trabalho em estruturas de parede de concreto, dessa maneira, utilizam-se as recomendações da NR18. Sendo assim, no que diz respeito aos equipamentos de proteção individuais (EPIs), não há diferença dos outros métodos construtivos, ou seja, utilizam-se os mesmo equipamentos, no que diz respeito, todavia, aos equipamentos de proteção coletivos (EPCs), o sistema possui algumas particularidades.

Para montagem das formas, nesse sistema é necessário o auxílio de uma plataforma,

que além de ajudar montagem dos painéis externos, auxilia também na segurança coletiva dos funcionando como passagem periférica dos trabalhadores, e evitando a queda de materiais (figura 8). Muitas vezes essa passarela torna-se parte integrante da montagem das formas, fazendo com que além de um equipamento de segurança obrigatório, ela seja parte condicionante para a montagem.

Figura 8 – Fixação das instalações elétricas na tela de armação.



Fonte: autor.

3 METODOLOGIA

Pesquisa desenvolvida neste trabalho, em se tratando da sua finalidade, se classifica como básica, pois essa possui o objetivo de apresentar e aglutinar informações relevantes para o setor da construção civil, preenchendo lacunas existentes nessa área de conhecimento Gil (2010 p. 26). Além disso, se classifica como básica, assumindo a nomenclatura de básica estratégica que, como afirma Gil (2010 p. 26), são aquelas em que há aquisição de novos conhecimentos que podem ser utilizados para solução de problemas práticos.

No que diz respeito ao objetivo da pesquisa, essa se classifica como descritiva, pois como afirma Gil (2010, p. 27) são voltadas para a “descrição de uma população”, com o objetivo de analisar determinadas variáveis, que neste trabalho trata-se dos aspectos sociais, da qualidade das edificações quando ao desempenho das estruturas, assim como a relevância dos custos financeiros ao utilizar o método construtivo parede de concreto moldado *in loco*.

No que se refere à abordagem esta pesquisa possui caráter quali-quantitativo, pois além de caracterizar o método construtivo citado quando à sua adequação à norma de desempenho das edificações (NBR 15575), também são utilizados aspectos numéricos levando em consideração os custos referentes à construção de edificações utilizando o método construtivo parede de concreto e alvenaria estrutural.

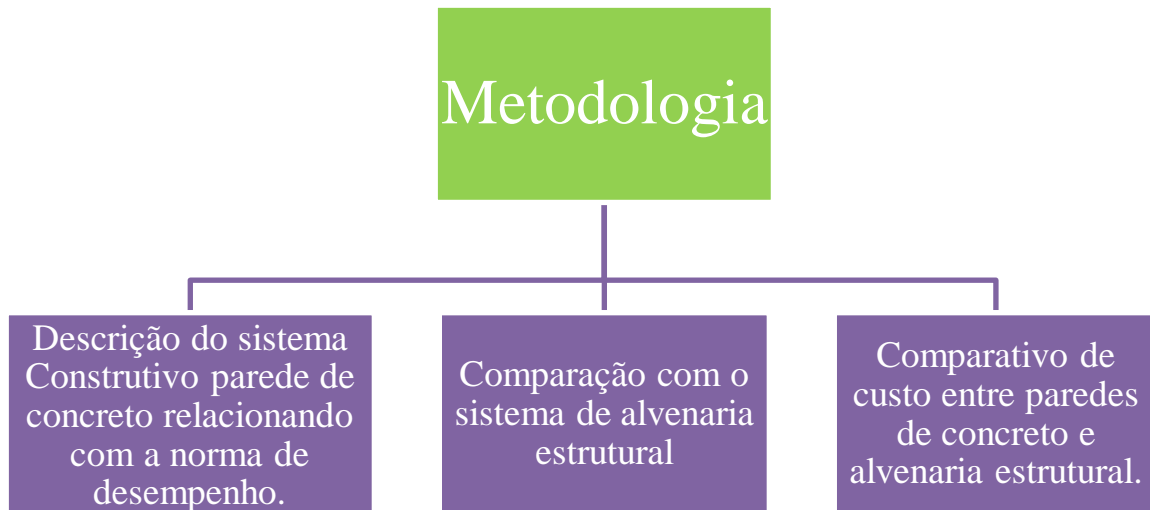
Com relação ao método, nesta pesquisa, foi utilizado o hipotético-dedutivo, pois esse possui uma premissa inicial, uma hipótese, como afirma Lakatos; Marconi (op.cit, 2000, p. 75) “a observação é precedida de um problema, de uma hipótese, enfim, de algo teórico”, que no presente trabalho seria o que pressupõe o próprio título: o método construtivo parede de concreto pode ser utilizado como uma solução para o déficit habitacional? Dessa maneira, ao longo de todo trabalho são apresentados argumentos que visam chegar à conclusão que acarretará na resposta para o questionamento citado.

Com relação ao procedimento deste trabalho, foi feita uma pesquisa bibliográfica a fim de caracterizar qualitativamente os empreendimentos que utilizam com sistema construtivo os painéis de concreto moldado *in loco*. Levando em consideração a adequação dos concretos utilizados nesses empreendimentos aos requisitos na norma de desempenho das edificações.

Ainda com relação ao procedimento, este trabalho utilizou-se de um estudo de caso, visando fazer uma análise comparativa dos custos de construção uma edificação utilizando os métodos construtivos parede de concreto moldado *in loco* e alvenaria estrutural, visto que esses são os métodos mais utilizados e difundidos em construções de unidade habitacionais de baixa renda, como afirma Reis (2018).

A metodologia utilizada no presente trabalho esta estruturada conforme fluxograma apresentado abaixo.

Figura 9 - Fluxograma contendo a estrutura da metodologia de trabalho utilizada.



Fonte: autor.

No item “4.1 requisitos de desempenho”, a fim de caracterizar qualitativamente os empreendimentos construídos em parede de concreto foi feita uma pesquisa bibliográfica, levando em consideração o

s concretos empregados em construções utilizando esse método, comparando-os com os requisitos e padrões mínimos recomendados pela norma de desempenho.

Já no item “4.2 Vantagens e desvantagens: uma análise comparativa dos sistemas parede de concreto moldada *in loco* e alvenaria estrutural.”, também foi feita uma pesquisa bibliográfica a fim de analisar as vantagens e desvantagens de cada método, como o próprio título do ítem sugere.

E no item “4.3 Estudo de caso”, foi feita uma análise comparativa dos custos de construção de uma unidade habitacional utilizando o sistema construtivo parede de concreto e alvenaria estrutural, tendo como base o orçamento disponibilizado pela empresa construtora. Para essa análise utilizou-se apenas os valores correspondentes aos itens de superestrutura, paredes e painéis, revestimento externo e interno e forros de dois apartamentos com valores de área bastante próximos. Obtendo-se os custos totais, esse foi dividido pela quantidade de metros quadrados de cada apartamento, obtendo-se os custos por metro quadrado. Por fim, utilizando o mesmo método obteve-se valores de custos com mão de obra e material referente a cada método.

4 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Os requisitos de desempenho de que trata a NBR 15575 têm por objetivo recomendar parâmetros que garantam a qualidade, o conforto e segurança dos moradores nas edificações (FONSECA JR., 2008).

Sendo assim, no que diz respeito aos requisitos de desempenho, não existem normas brasileiras específicas para parede de concreto, dessa maneira, a análise de desempenho das edificações construídas utilizando o sistema, geralmente é feita utilizando como referência o concreto utilizado em sua construção.

Em vista disso, no presente trabalho, serão utilizados como referência os resultados relativos às análises de desempenho em concreto (utilizados no sistema “parede de concreto”) que estão contidos na Coletânea de Ativos 2007/2008, todos esses concretos estão presentes na tabela 3, apresentada no subtópico “concreto”.

4.1.1 Segurança estrutural

A segurança estrutural é o fator que garante aos usuários a confiabilidade da habitação sob as diversas solicitações que sofrem as edificações como carga de vento, carga eventual de utilização, ação do peso próprio, etc.(FONSECA JR., 2008). Sendo assim, as habitações são analisadas a fim de que possuam os seguintes requisitos, conforme NBR 15575:

- Não ruir ou perder a estabilidade de nenhuma de suas partes;
- Prover segurança aos usuários sob ação de impactos, choques, vibrações e outras solicitações decorrentes da utilização normal do edifício, previsíveis na época do projeto;
- Não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos do edifício, admitindo-se tal exigência atendida caso as deformações se mantenham dentro dos limites estabelecidos nesta Norma.

Diante disto, foram analisados todos os concretos presentes na tabela 3 realizando ensaios de corpo mole, corpo duro, arrancamento e impacto de portas. Todos os concretos apresentaram resultados dentro dos parâmetros exigidos pela norma. Com exceção do concreto L1, que apresentou deformação residual maior que o máximo permitido. Todavia, é

importante destacar que as construções formadas por painéis estruturais apresentam deformações muito inferiores, se comparadas aos métodos tradicionais de construção (FONSECA JR., 2008).

4.1.2 Segurança contra incêndio

No que diz respeito à segurança contra incêndio a NBR 15575 apresenta algumas recomendações gerais que as edificações devem ser atender levando também em consideração as normas brasileiras a respeito do tema, são essas:

- Baixa probabilidade de início de incêndio;
- Alta probabilidade de os usuários sobreviverem sem sofrer qualquer injúria;
- Reduzida extensão de danos à propriedade e à vizinhança imediata ao local de origem do incêndio.

Dessa maneira, após realização dos devidos ensaios, tem-se que os concretos ensaiados apresentaram resultados dentro das especificações da norma. É importante destacar, ainda, que os painéis estruturais devem além de impedir a propagação do fogo, garantir a integridade estrutural da edificação, e em vista disso esse sistema é considerado um dos que apresentam melhores resultados com relação à segurança contra incêndio.

4.1.3 Estanqueidade

A norma de desempenho recomenda que as edificações apresentem certa resistência às eventuais chuvas, ou outras fontes de água. Em vista disso no trabalho coletâneas de ativos 2007/2008 foi feito os ensaios de estanqueidade apenas no concreto L1, por se tratar do concreto mais poroso dentre os presentes na tabela 3. Diante disso, esse apresentou resultados dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma, com isso tem-se que os outros concretos também atenderão às especificações da norma.

4.1.4 Desempenho térmico

O desempenho térmico de uma estrutura diz respeito à como ela se comporta diante de determinada temperatura, bem como essa se comporta diante de duas diversas variações, como afirma Roriz (2013).

As principais variações são referentes aos aspectos arquitetônicos, como ventilação, posição das janelas, qualidade e especificação dos materiais empregados, bem como o método construtivo utilizado. Os principais parâmetros térmicos analisados são a capacidade térmica, a transmitância térmica e ao fator solar.

A norma de desempenho cita a ABNT NBR 15220-3, que diz respeito às condições climáticas referente às diferentes zonas do Brasil. Com isso, de acordo com os dados reais climáticos brasileiros. O Brasil foi dividido em oito zonas climáticas diferentes que são representadas por oito cidades, são estas:

- Zona 1: Caxias do Sul/RS
- Zona 2: Ponta Grossa/PR
- Zona 3: Florianópolis/SC
- Zona 4: Brasília/DF
- Zona 5: Santos/SP
- Zona 6: Goiânia/GO
- Zona 7: Teresina/PI
- Zona 8: Belém/PA

Diante disso, a norma de desempenho (NBR 15575) avalia as condições climáticas no interior das edificações em condições de frio e calor:

Desempenho térmico da edificação no verão: O valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como por exemplo, salas e dormitórios, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), devem ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior.

Desempenho térmico da edificação no inverno: Os valores mínimos diários da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como por exemplo, salas e dormitórios, no dia típico de inverno, devem ser sempre maiores ou iguais à temperatura mínima externa acrescida de 3°C.

No trabalho coletânea de ativos 2007/2008, foram apresentados resultados referentes ao desempenho térmico dos concretos presentes na tabela 3 quando sujeitos aos efeitos térmicos das oito zonas citadas acima quando expostos ao calor intenso do verão e ao frio acentuado do inverno, com isso, na figura 10, pode-se observar a adequação ou não do concreto M, nas oito zonas.

Figura 10 – Verificação de adequação do concreto M às variações climáticas.

Zona Bioclimática 1 (item 3.3.1)
Verão: atende
Inverno: desempenho mínimo atingido
Zona Bioclimática 2 (item 3.3.2)
Verão: atende
Inverno: desempenho mínimo atingido
Zona Bioclimática 3 (item 3.3.3)
Verão: atende
Inverno: desempenho mínimo atingido
Zona Bioclimática 4 (item 3.3.4)
Verão: atende
Inverno: desempenho mínimo atingido
Zona Bioclimática 5 (item 3.3.5)
Verão: atende
Inverno: desempenho mínimo atingido
Zona Bioclimática 6 (item 3.3.6)
Verão: atende
Zona Bioclimática 7 (item 3.3.7)
Verão: atende
Zona Bioclimática 8 (item 3.3.8)

Fonte: coletânea de ativos 2007/2008.

Tendo em vista que os fatores que interferem nos parâmetros térmicos são bastante variáveis, como posição de janelas, e ventilação, de acordo com Fonseca Jr. (2008), pode-se concluir que todos os concretos podem atender às especificações da norma de desempenho em qualquer das oito regiões se forem manipulados devidamente todas as variáveis.

4.1.5 Desempenho acústico

Nas edificações é importante que haja certo isolamento acústico interno, externo assim como haja isolamento de unidades habitacionais independentes, segundo Jankovitz (2014) isolamento acústico é capacidade de um material refletir uma onda sonora impedindo-a de atravessá-lo, dessa maneira, materiais mais densos tem maior capacidade de isolamento, em comparação com os menos densos.

Sendo assim, de acordo com a coletânea de ativos 2007/2008, feitos os devidos ensaios, os concretos apresentaram resultados que cumprem os requisitos mínimos e máximos da norma, com exceção do concreto M, que houve um problema com relação à esquadria, porém feitas as devidas alterações, todos os concretos são aprovados com relação ao isolamento acústico. Ainda, Fonseca Jr. (2008), afirma que:

O conforto acústico depende da massa das paredes, composição entre a massa específica e a espessura. Aqui também é muito importante adequar todo o processo construtivo como esquadrias que não vedam adequadamente fixação de caixas de instalação elétrica na parede (quando embutidas, a espessura da parte em concreto fica muito reduzida).

4.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS PAREDE DE CONCRETO MOLDADA *IN LOCO* E ALVENARIA ESTRUTURAL.

4.2.1 Parede de concreto moldado *in loco*.

Tendo em vista que o método construtivo parede de concreto é um sistema recente se comparado com os métodos construtivos vigentes no Brasil, esse possui algumas vantagens com relação àqueles.

- **Mão de obra:** precisa-se de uma equipe bastante reduzida, tendo em vista que para cada jogo de forma, pode-se ter uma equipe de 20 trabalhadores (SOUZA E ÁVILA, 2014);
- **Revestimentos:** por se tratar de um sistema feito com pouco caráter artesanal e poucas improvisações, as obras em parede de concreto possuem uma maior qualidade, sendo muitas vezes, apenas necessário pintar as paredes ou apenas lixá-las e passar uma fina camada gesso, e ainda em as pastilhas de cerâmica podem ser assentadas diretamente na parede de concreto (TECNOSIL, 2020).
- **Qualidade:** a qualidade de uma construção tem ligação direta com os materiais e métodos e controle tecnológico que é feito desde o recebimento dos materiais até sua devida aplicação (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2014):
 - Fôrmas com grande precisão dimensional;
 - Materiais com produção controlada (aço, tela, concreto);
 - Atividades planejadas e não artesanais, potencializando a produção dentro de requisitos de qualidade estabelecidos.
- **Espaço das unidades:** por possuem espessuras menores, geralmente 10 cm, as paredes ocupam menos espaço no interior dos cômodos, fazendo com que estes se tornem maiores. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2014)
- **Evita desperdícios:** por serem embutidas nas paredes e shaftsas tubulação não

geram desperdício desnecessário no que diz respeito a cortes na alvenaria (SOUZA E ÁVILA, 2014);

- **Segurança:** por se tratar de um processo racionalizado e de caráter industrial, com andaimes, escadas, guarda-corpos acoplados às formas, o sistema garante uma maior segurança para os trabalhadores. Além de que, por se mais rápido e exigir uma menor quantidade de trabalhadores, esse garante ao empresário certa garantia de retorno financeiro. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2014)
- **Rapidez no prazo de entrega:** o sistema construtivo apresenta grande vantagem de redução do prazo de entrega se comparado com os demais sistemas vigentes, que levam semanas para conclusão das concretagens da parcela estrutural, enquanto que nesse método, as concretagens podem ser diárias. (SOUZA E ÁVILA, 2014)

Assim como apresenta muitas vantagens o sistema parede de concreto apresenta também algumas desvantagens.

- **Mão de obra:** apesar de haver a necessidade de menos trabalhadores do que os outros métodos construtivos, a mão de obra deve ser qualificada para montagem das formas. Todavia, há a possibilidade de treinamento das equipes contratadas, sendo esse treinamento pouco oneroso para o contratante (VENTIN, 2013);
- **Impossibilidade de alterações no projeto arquitetônico:** nesse sistema as paredes além de exercerem função de vedação, também exercem função estrutural. Dessa maneira, qualquer alteração arquitetônica pode implicar alguma deficiência estrutural (SOUZA E ÁVILA, 2014)
- **Alto custo inicial de investimento:** para a execução desse método construtivo é necessário a aquisição das formas, que podem ser alugadas ou compradas e podem ser constituídas de diversos materiais (metálicas, alumínio, PVC, etc.) essa aquisição compõe a parte mais onerosa do método. E é nessa etapa em que é feito o estudo de viabilidade do uso do sistema, que apenas se torna interessante para o construtor se for usada para confecção de várias unidades habitacionais idênticas. O fato de essa aquisição ser muito cara acaba

impedindo que os construtores utilizem o sistema construtivo (COSTA E OLIVEIRA, 2011).

4.2.2 Alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural, apesar de não ser um método industrial como o de parede de concreto moldado *in loco*, se trata de um sistema em que se podem racionalizar diversas etapas em sua execução, tendo em vista que sua alvenaria também possui função estrutural. Esse sistema apresenta diversas vantagens, como também, como todo sistema construtivo, apresenta desvantagem em que se é necessário ser feita uma análise de viabilidade, para adotar ou não o sistema construtivo. Dessa maneira, Ramalho e Corrêa (2003) discriminam algumas vantagens:

Economia de fôrmas: quando existem, as fôrmas se limitam às necessárias para a concretagem das lajes. São, portanto, fôrmas lisas, baratas e de grande reaproveitamento;

Redução significativa nos revestimentos: por se utilizar blocos de qualidade controlada e pelo controle maior na execução, a redução dos revestimentos é muito significativa. Usualmente o revestimento interno é feito com uma camada de gesso aplicada diretamente sobre a superfície dos blocos. No caso dos azulejos, eles também podem ser colados diretamente sobre os blocos;

Redução nos desperdícios de material e mão de obra: o fato de as paredes não admitirem intervenções posteriores significativas, como rasgos ou aberturas para a colocação de instalações hidráulicas e elétricas, é uma importante causa da eliminação de desperdícios. Assim, o que poderia ser encarado como uma desvantagem, na verdade implica a virtual eliminação da possibilidade de improvisações, que encarecem significativamente o preço de uma construção;

Redução do número de especialidades: deixam de ser necessários profissionais como armadores e carpinteiros;

Flexibilidade no ritmo de execução da obra: se as lajes forem pré-moldadas, o ritmo da obra estará desvinculado do tempo de cura que deve ser respeitado no caso das peças de concreto armado.

Dos itens apresentados, pode-se perceber que, em termos gerais, a principal vantagem da utilização da alvenaria estrutural reside numa maior racionalidade do sistema executivo, reduzindo-se o consumo de materiais e desperdícios que usualmente se verificam em obras de concreto armado convencional.

Além dessas vantagens, Vieira (2006, p. 143-144) destacam algumas outras que são importantes serem ressaltadas:

- A simultaneidade das etapas interdependentes de execução;

- Economia na utilização de aço, assim como no caso das fôrmas, pela ausência de pilares e vigas para sustentação da estrutura;
- Eliminação de retrabalhos, gerando maior produtividade e, conseqüentemente, redução no prazo de execução da estrutura;
- Redução no número de especialidades de mão de obra;
- Sistema construtivo mais seguro para o trabalhador, pois permite que este trabalhe sempre por dentro da alvenaria já elevada;
- Sistema construtivo mais rápido, apresentando significativos ganhos econômicos.

Apesar das vantagens citadas acima, para análise de viabilidade é importante destacar algumas desvantagens do sistema construtivo em alvenaria estrutural, Ramalho e Corrêa (2003) discriminam algumas, são estas:

- Dificuldade de se adaptar arquitetura para um novo uso: fazendo as paredes parte da estrutura, obviamente não existe a possibilidade de adaptações significativas no arranjo arquitetônico. Em algumas situações isso se torna um problema bastante sério. Estudos realizados demonstram que ao longo de sua vida útil uma edificação tende a sofrer mudanças para se adaptar as novas necessidades de seus usuários. No caso da alvenaria isso não só é inconveniente como tecnicamente impossível na grande maioria dos casos;

- Interferência entre projetos de arquitetura/estruturas/instalações: a interferência entre os projetos é muito grande quando se trata de uma obra em alvenaria estrutural. A manutenção do módulo afeta de forma direta o projeto arquitetônico e a impossibilidade de se furar paredes, sem um controle cuidadoso desses furos, condiciona de forma marcante os projetos de instalações elétricas e hidráulicas;

- Necessidade de uma mão de obra bem qualificada: a alvenaria estrutural exige uma mão de obra qualificada e apta a fazer uso de instrumentos adequados para sua execução. Isso significa um treinamento prévio da equipe contratada para sua execução. Caso contrário, os riscos de falhas que comprometam a segurança da edificação crescem sensivelmente.

Dentre as citadas acima, é importante destacar a impossibilidade de mudança arquitetônica, pois muitas vezes, por desconhecimento, os inquilinos desejam realizar reformas, todavia se assim for feito pode acarretar vários problemas de cunho estrutural, comprometendo também a segurança da edificação com um todo.

Além das desvantagens citadas acima, outros pontos negativos são relevantes para a análise de viabilidade, como afirma Manzione (2007, p. 16):

- A limitação dos índices de esbeltez das edificações em alvenaria estrutural. Para elevados índices são requeridas grandes quantidades de aço, o que pode comprometer o custo da construção;
- O tamanho dos vãos, que não devem ser muito grandes, mesmo assim necessitando de elementos pré-moldados para dissipar as cargas. Se os vãos forem muito grandes podem ser necessários blocos de resistência maior;
- O problema de balanços, que não são recomendáveis, pois necessitariam de muita armadura para combater os esforços, comprometendo a economia da obra;
- A altura da edificação, que conforme já foi dito anteriormente, não deve ultrapassar 15 ou 16 pavimentos.

4.3 ESTUDO DE CASO

4.3.1 Caracterização do empreendimento

O objeto de estudo trata-se da obra de um edifício residencial Parque do Sul localizado na Rua José Dantas Almeida, 15 - Jardim Veneza, João Pessoa – PB, que fez parte do programa “Minha casa, minha vida” e foi construída em sua maioria em parede de concreto.

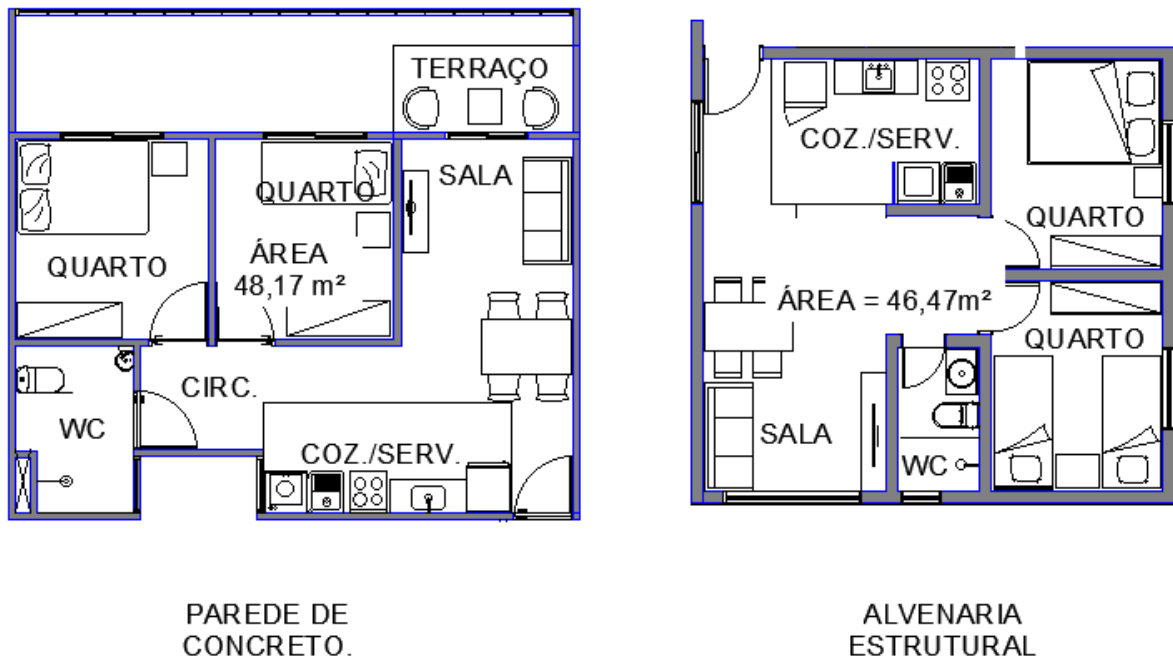
O empreendimento é constituído de cinco torres com quatro pavimentos, sendo quatro delas construídos em parede de concreto, cada uma possuindo oito apartamentos por andar, com 48,17m² de área privativa. A quinta torre foi construída em alvenaria estrutural possuindo dois apartamentos por andar e 46,47m² de área.

Para fins de simplificação de cálculos foram considerados apenas os elementos de superestrutura, paredes e painéis, revestimento externo e interno e forros, já que os demais serviços são iguais nos dois métodos.

Os custos com mão de obra e materiais são os mesmos utilizados pela construtora que, em sua maioria, utilizam valores da planilha SINAPI como referência. Sendo feitas algumas cotações de preço no mercado local, para a aquisição das formas de alumínio.

As plantas baixas dos apartamentos tipoconstruídos em parede de concreto e alvenaria estrutural, podem ser observados na figura 11.

Figura 11 – Planta apartamento tipo em parede de concreto e alvenaria estrutural



Fonte: autor.

4.3.2 Comparação de custos

Neste item serão apresentados os dados referentes à pesquisa feita no período de estágio (entre 14/01/2019 e 29/11/2019) na obra residencial Parque do Sul, as informações relativas aos custos e quantitativos foram retirados do orçamento disponibilizado pela empresa construtora e são referentes a uma unidade habitacional possuindo 48,17m² em parede de concreto e outra possuindo 46,47m² em alvenaria estrutural.

Dessa maneira, serão apresentadas as planilhas de custos, contendo as especificações dos serviços executados, incluindo também a mão de obra e materiais necessários para a sua realização, utilizando o método construtivo parede de concreto moldado *in loco* e alvenaria estrutural.

Desse modo na Tabelas 5 estão presentes os valores referentes aos custos dos serviços: superestrutura, paredes e painéis, revestimento externo e interno e forros na unidade habitacional que se utilizou o sistema construtivo parede de concreto, esta é uma planilha resumida da planilha de custo contida no anexo I.

Tabela 5 – Planilha de custos referente à unidade habitacional construída utilizando o sistema construtivo parede de concreto.

DISCRIMINAÇÃO	VALOR (R\$)
SUPER-ESTRUTURA	R\$ 5 825,18
PAREDES E PAINÉIS	R\$ 14 229,27
REVESTIMENTO INTERNO	R\$ 2 091,67
REVESTIMENTO EXTERNO	R\$ 1 642,40
FORROS	R\$ 292,92
TOTAL	R\$ 24 081,44

Fonte: autor.

Da mesma maneira, na Tabelas 6 estão presentes os valores referentes aos custos dos serviços: superestrutura, paredes e painéis, revestimento externo e interno e forros na unidade habitacional que se utilizou o sistema construtivo alvenaria estrutural, esta é uma planilha resumida da planilha de custo contida no anexo II.

Tabela 6 – Planilha de custos referente à unidade habitacional construída utilizando o sistema construtivo alvenaria estrutural.

DISCRIMINAÇÃO	VALOR (R\$)
SUPER-ESTRUTURA	R\$ 4 846,37
PAREDES E PAINÉIS	R\$ 7 094,22
REVESTIMENTO INTERNO	R\$ 5 276,31
REVESTIMENTO EXTERNO	R\$ 1 672,29
FORROS	R\$ 1 066,85
TOTAL	R\$ 19 956,04

Fonte: autor.

Com isso, nas tabelas 5 e 6 pode-se perceber a diferença de custo para executar as unidade habitacionais contendo 48,17m² e 46,47m² respectivamente, que embora não sejam do mesmo tamanho, apresentam áreas bastante próximas sendo interessante resaltar seus custos totais para fins comparativos. Sendo assim, em se tratando de alvenaria, utilizando o método de parede de concreto moldado in loco, obteve-se um custo de R\$ 24 081,44, e utilizando alvenaria estrutural obteve-se um custo de R\$ 19 956,04.

Sendo assim, além das diferenças características de cada método construtivos, afim de analisar os sistemas quando aos custos foi elaborada uma tabela resumindo os custos totais

para elaboração de uma unidade habitacional afim de saber o custo por metro quadrado utilizando cada um dos sistemas.

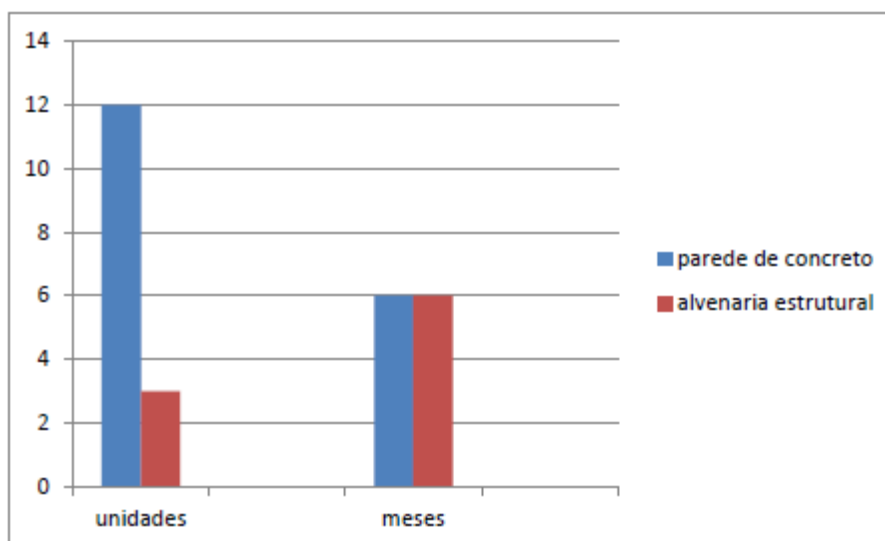
Tabela 7 – Custo por metro quadrado utilizando cada método construtivo.

MÉTODO	CUSTOS	TAMANHO APTO (m ²)	CUSTO/ m ²
PAREDE DE CONCRETO	R\$ 24 081,44	48,17	R\$ 499,93
ALVENARIA ESTRUTURAL	R\$ 19 956,04	46,47	R\$ 429,44
		DIFERENÇA (%)	14,10

Fonte: autor.

Na Tabela 8 pode-se observar que a construção de uma unidade habitacional utilizando o sistema alvenaria estrutural é 14,10% mais barata do que aquele construído utilizando parede de concreto moldado *in loco*. Apesar de ser mais caro, quando se utiliza o segundo método, obtem-se uma produção mais rápida, como afirmam Costa e oliveira (2011) em sua análise de produtividade de duas construções utilizando os dois métodos, conforme figura 12.

Figura 12 – Produção de torres por semestre.



Fonte: Costa e oliveira (2011).

Essa análise foi feita considerando uma torre de cinco pavimentos contendo quatro apartamentos por andar para as edificações utilizando os dois métodos, assim constatou-se que utilizando o sistema em parede de concreto leva-se 13 dias para a conclusão da estrutura de uma torre, enquanto que utilizando alvenaria estrutural leva-se dois meses para a conclusão de uma torre. Na Figura 12 tem-se a produção de torres utilizando os dois métodos em um período de seis meses, em que se pode observar que nesse período foram construídas 12 torres

de parede de concreto e apenas 3 de alvenaria estrutural.

Além disso, um fator bastante relevante a ser considerado são custos com a aquisição de das formas de alumínio. No presente trabalho foram considerados os valores referentes ao custos com formas por metro cúbico de concreto, conforme anexo III e IV, em que estão contidas as planilhas de composição de execução de parede de concreto e laje maciça, que são serviços que utilizam formas de alumínio. Dessa maneira, obteve-se o custo total com forma multiplicando o custo de formas por m³ de concreto pela quantidade de metros cúbicos utilizados na obra, chegando-se ao valor de R\$ 506 882,31,00, dessa maneira, dividindo esse valor pelo número de habitações em que as formas foram utilizadas têm-se o custo de forma por unidade habitacional, obtendo-se o valor de R\$ 3960,02, conforme Tabela 10. Assim, pode-se compreender que quanto maior for o número de habitações construídas utilizando as formas adquiridas menor será o custo com forma por unidade habitacional. E maior a viabilidade econômica da utilização do método.

Tabela 8 – Custos com forma por unidade habitacional.

Custo total com forma	Nº de Habitações	Custo com forma/ Unid. Hab.
R\$ 506 882,31	128	R\$ 3 960,02

Fonte: autor.

No que diz respeito aos custos de mão de obra e materiais por metro quadrado, na construção em alvenaria estrutural a mão de obra apresenta um custo mais significativo, apresentando valor de R\$ 218,15/m² enquanto que nas construções em parede de concreto apresenta valor de R\$ 98,28/m². Já com relação aos custos com materiais, na construção em parede de concreto obteve-se um valor superior ao da alvenaria estrutural com valores de R\$ 401,64/m² e R\$ 211,29/m² respectivamente, conforme tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Custo de mão de obra.

MÉTODO	CUSTOS	TAMANHO APTO (m ²)	CUSTO/ m ²
PAREDE DE CONCRETO	R\$ 4 734,24	48,17	R\$ 98,28
ALVENARIA ESTRUTURAL	R\$ 10 137,36	46,47	R\$ 218,15
		DIRERENÇA (%)	54,95

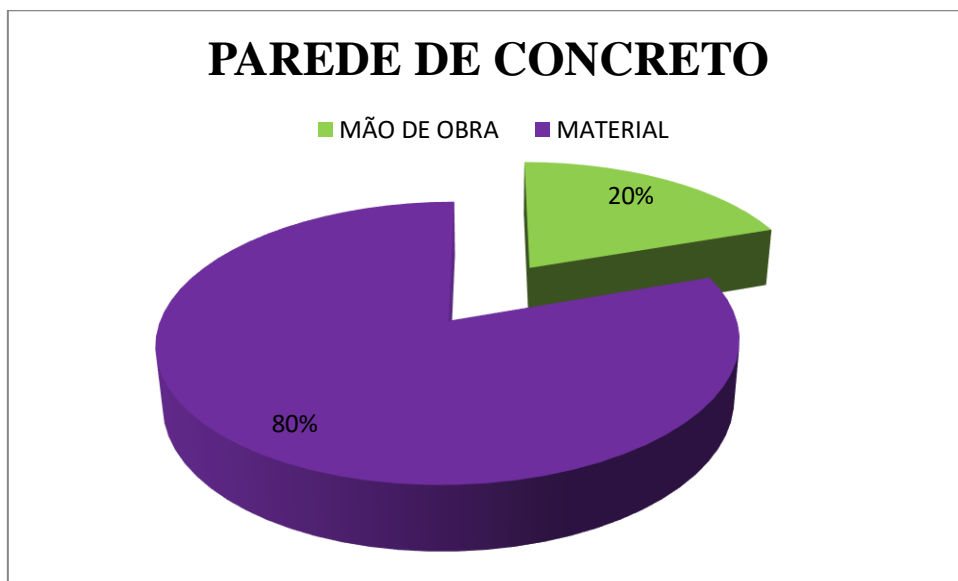
Fonte: autor.

Tabela 10 – Custo dos materiais.

MÉTODO	CUSTOS	TAMANHO APTO (m ²)	CUSTO/ m ²
PAREDE DE CONCRETO	R\$ 19 347,20	48,17	R\$ 401,64
ALVENARIA ESTRUTURAL	R\$ 9 818,68	46,47	R\$ 211,29
DIFERENÇA (%)			47,39

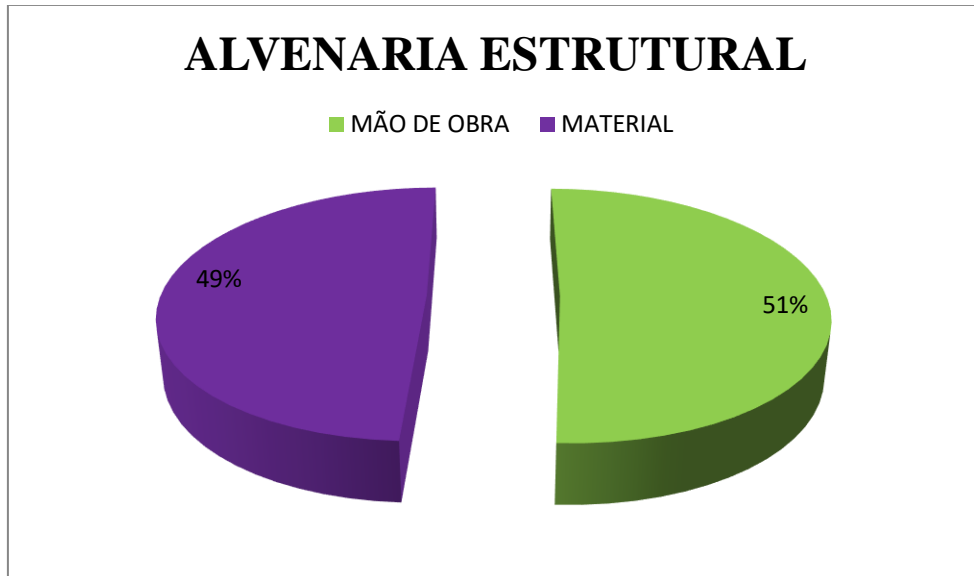
Fonte: autor.

Em termos percentuais, os custos com mão de obra nas unidades habitacionais construídas em parede de concreto apresentaram uma porcentagem de 20% com relação aos custos totais, e as unidades construídas em alvenaria estrutural apresentaram 49%. Já com relação aos custos com materiais foram de 80% e 51% respectivamente, conforme Figuras 13 e 14.

Figura 13 – Relação entre os custos de mão de obra e materiais utilizando o método construtivo parede de concreto.

Fonte: autor.

Figura 14 – Relação entre os custos de mão de obra e materiais utilizando o método construtivo alvenaria estrutural.



Fonte: autor.

Sendo assim, diante do exposto nesse item é importante que seja feita uma análise de custos para que se possa escolher o melhor método construtivo para a construção de um determinado empreendimento, além disso, é importante levar em consideração também fatores tempo de execução da obra, se o empreendimento possui unidades habitacionais repetitivas que viabilizem a utilização do sistema construtivo parede de concreto.

5 CONCLUSÃO

Diante do contexto social que circunda as habitações no Brasil são necessários métodos construtivos alternativos que viabilizem a construção de habitações em grande escala e no menor tempo possível, tendo em vista a urgência em sanar esse problema social presente no Brasil desde o surgimento dos primeiros aglomerados urbanos.

Sendo assim, além da construção de habitações em grande escala e com baixo custo, é necessário que essas residências sejam de boa qualidade e que atenda às necessidades dos usuários, tendo em vista que precariedade das habitações também constitui um componente do déficit habitacional.

Diante desse contexto, pode-se concluir que as habitações contruídas utilizando o sistema alternativo parede de concreto moldado *in loco*, em termos qualitativos, se configura como uma alternativa viável tendo em vista que os concretos utilizados para sua construção atendem aos critérios estabelecidos pela norma de desempenho NBR 15575.

Como também apresenta vantagens bastante interessantes quando comparado às construções em alvenaria estrutural, a saber: exige uma quantidade de trabalhadores reduzida, possui um maior controle tecnológico, já que se trata de um sistema mais industrializado, e ainda, possui a grande vantagem de garantir uma maior produtividade, diminuindo o tempo de obra.

No que diz respeito aos aspectos quantitativos, pode-se concluir que no estudo realizado, levando em consideração os componentes das planilhas de custos apresentadas, os gastos por metro quadrado utilizando o sistema construtivo parede de concreto foram maiores que aqueles utilizando alvenaria estrutural, todavia deve-se atentar para o fato de que utilizando parede de concreto, tem-se a necessidade da aquisição das formas que abacam sendo componentes bastante onerosos, sendo assim, esse sistema apenas torna-se viável em construções em que as unidades habitacionais são repetitivas.

Ainda, no que diz respeito aos custos com mão de obra e materiais, o sistema construtivo alvenaria estrutural apresentou uma porcentagem bastante significativa com relação aos custos com mão de obra, diante disso pode-se afirmar que esse sistema, quando comparado à parede de concreto, possui os custos mais suscetíveis às variações de produtividade. Ou seja, quanto mais tempo durar a obra maior será os custo com mão de obra utilizando o sistema construtivo alvenaria estrutural, que possui 49% dos custos da construção atrelado à mão de obra, enquanto que utilizando parede de concreto tem-se apenas 20%. Tornando este mais atrativo que aquele.

Dessa maneira, diante do exposto no presente trabalho pode-se concluir que o sistema construtivo parede de concreto é uma das alternativas viáveis do ponto de vista qualitativo, todavia para analisar sua utilização quantitativamente seria necessário um estudo completo de viabilidade financeira da construção.

6 REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Disponível em <http://www.abntonline.org.br/m5.asp?cod_noticia=934&cod_pagina=962> Acesso em 18 de fevereiro de 2020.

AMORIM, L. F. **Estudo do processo de planejamento da execução no sistema de alvenaria estrutural em obras de múltiplos pavimentos**. Trabalho de Diplomação. Departamento de Engenharia Civil. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

ASAMIX. **Paredes de concreto moldadas in loco, vantagens e desvantagens**. Disponível em: <<http://www.asamix.com.br/paredes-de-concreto-moldadas-in-loco-vantagens-e-desvantagens>> . Acesso em: 26 de janeiro de 2018.

BARROS, M. M. S. B. d.; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. Projeto EPUSP/SENAI. São Paulo, 1998.
BRUNA, P. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo: EDUSP/Perspectiva, 1976. Coleção Debates, número 135.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto**, 2012. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/logistica/planejamento/25/logistica.html>> Acesso em 18 de fevereiro de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Vantagens do Sistema Construtivo Parede de Concreto**, Brasília, 2014. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/vantagens/viabilidade/20/vantagens.html>>. Acesso em 19 fevereiro. 2020.

COSTA, E. S; OLIVEIRA, D. L. D. **Comparação de custo e viabilidade técnica de obras com parede de concreto em relação a obras de alvenaria e estrutural**. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Guaratinguetá, 2011.

FONSECA JR. (coord.). **COLETÂNEA DE ATIVOS 2007/2008: paredes de concreto**. Brasil: Comunidade da Construção, 2008, 216p.

GEHBAUER, F. **Racionalização na construção civil**. Recife: *Projeto Competir* (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.

JUNIOR, Á. S. B. **Por que controlar o concreto?** Núcleo de concreto. Disponível em <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/2014/05>> Acesso em março de 2020.

MARTUCCI, R. **Porque Analisar e Avaliar Habitações e Tecnologias para Sistemas Construtivos Habitacionais**. In Habitação 2: tecnologia em debate. Anais... Brasília Startprint. 132 p., 1999.

MAYOR, Arcindo Vaquero y. **O CONCRETO E O SISTEMA PAREDE DE CONCRETO**. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/o-concreto-e-o-sistema-paredes-de-concreto/>>. Acesso em: 24 de maio 2015.

MISURELLI H.; MASSUDA C. **Como construir parede de concreto**. Revista Técnica, e. 147, p. 74-80, jun. 2009.

MOURA, L. M. G. R. **Construção Civil e Segurança do Trabalho: um estudo de caso em obras da Universidade Federal do Rio Grande do Norte**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Rio Grande do Norte, 2017.

PINI. **Parede de concreto X Alvenaria de blocos cerâmicos**, 2009. Disponível em <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario/108/parede-de-concreto-x-alvenaria-de-blocos-ceramicos-industrializacao177432-1.asp>> acesso em: 4 fevereiro de 2020.

RAMALHO, M. A; CORRÊA, M. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. 1 ed. (3. tiragem) São Paulo: Pede 2003.

ROSA, W. (2006). **Arquitetura industrializada: a evolução de um sonho à modularidade**. São Paulo: Universidade de São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados *in loco*: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

SANTOS, Everton de Britto. **Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas em habitações populares**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2013.

SOUSA, J. V. L. D; ÁVILA, R. A. G. D. **Análise comparativa da viabilidade econômica entre os sistemas construtivos “parede de concreto” e “alvenaria estrutural” – Estudo de caso**. Universidade Federal de Goiás. Goiás, Goiânia, 2014.

TECNOSIL. **Paredes de concreto moldadas in loco: o que são e por que usá-las na sua obra?**. Disponível em < <https://www.tecnosilbr.com.br/paredes/>> Acesso em março de 2020.

VENTIN AMOEDO, T. **Viabilidade econômica de um empreendimento utilizando o sistema construtivo parede de concreto moldada *in loco***. Universidade Federal da Bahia. Salvador, Bahia, 2013.

ANEXOS

ANEXO I

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ORIGEM	
			QUANTIDADE	VALOR (R\$)
SUPER-ESTRUTURA				R\$ 5 825,18
Laje maciça para piso, com capeamento em concreto Fck= 30 Mpa, incluindo escoramento e armação.	M³	874,17	4,87	4 256,42
Escada em concreto armado Fck 30Mpa (e=10cm) inclusive forma, armação e lançamento)	M³	1 433,61		0,00
Equipamento de Proteção Coletiva (Guarda corpo)	M	25,51	19,98	509,81
Plataforma de trabalho	M²	52,99	19,98	1 058,94
			TOTAL	5 825,18
PAREDES E PAINÉIS				R\$ 14 229,27
ALVENARIA				
Alvenaria de tijolos cerâmicos furados 9x18x18 cm de 1/2 vez, assentados com argamassa de cimento, cal e areia, traço 1:2:8, juntas 12mm.	M²	43,29	13,33	577,23
Parede em concreto armado 30 MPA (e=10cm) inclusive forma, armação e lançamento	M³	1 111,62	11,18	12 429,76
Alvenaria em elemento Vazado de Concreto (Cobogo)	M²	153,99	0,34	51,83
Moldura em listelos de concreto na fachada	M	21,00	55,75	1 170,44
			SUBTOTAL	14 229,27
REVESTIMENTO INTERNO				R\$ 2 091,67
Chapisco de aderência	M²	3,15	19,78	62,27
Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)	M²	18,61	19,78	368,06
Correção de falhas (emendas, furos, retoques, bicheiras, etc.) em estrutura de concreto feito com revestimento de gesso ou argamassa (emboco paulista)	M²	7,21	230,41	1 661,34
			SUBTOTAL	2 091,67
REVESTIMENTO EXTERNO				
Chapisco de aderência em paredes externas	M²	3,15	56,69	178,52

Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)	M ²	18,61	56,69	1 055,12
Correção de falhas (emendas, furos, retoques, bicheiras, etc.) em estrutura de concreto feito com revestimento de gesso ou argamassa (emboco paulista)	M ²	7,21	56,69	408,76
			SUBTOT AL	1 642,40
FORROS				
Forro de gesso em placas 60x60cm, espessura 1,2cm, inclusive fixação com arame	M ²	20,82	9,89	205,94
Sanca de gesso altura 15 cm moldada na obra	M ²	16,73	5,20	86,98
			SUBTOT AL	292,92
			TOTAL	24 081,44

ANEXO II

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ORIGEM	
			QUANTIDA DE	VALOR (R\$)
SUPER-ESTRUTURA				R\$ 4 846,37
Laje maciça para piso, com capeamento em concreto Fck= 30 Mpa, incluindo escoramento e armação.	M ³	874,17	0,54	475,33
Laje pré-moldada	M ²	52,18	46,47	2 424,86
Equipamento de Proteção Coletiva (Guarda corpo)	M	25,51	24,79	632,47
Plataforma de trabalho	M ²	52,99	24,79	1 313,71
			TOTAL	4 846,37
PAREDES E PAINÉIS				R\$ 7 094,22
ALVENARIA				
Alvenaria de tijolos cerâmicos furados 9x18x18 cm de 1/2 vez, assentados com argamassa de cimento, cal e areia, traço 1:2:8, juntas 12mm.	M ²	43,29	12,01	519,82
Alvenaria Estrutural de blocos cerâmicos 14x19x29, para paredes com área líquida maior ou igual a 6m ² , com vãos, utilizando colher de pedreiro e argamassa de assentamento com preparo em	M ²	55,27	111,09	6 139,63

betoneira				
Moldura em listelos de concreto na fachada	M	21,00	20,71	434,76
			SUBTOTAL	7 094,22
REVESTIMENTO INTERNO				
Chapisco de aderência	M ²	3,15	242,47	763,55
Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)	M ²	18,61	242,47	4 512,76
			SUBTOTAL	5 276,31
REVESTIMENTO EXTERNO				
Chapisco de aderência em paredes externas	M ²	3,15	76,85	242,00
Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)	M ²	18,61	76,85	1 430,29
			SUBTOTAL	1 672,29
FORROS				
Forro de gesso em placas 60x60cm, espessura 1,2cm, inclusive fixação com arame	M ²	20,82	48,27	1 004,96
Sanca de gesso altura 15 cm moldada na obra	M ²	16,73	3,70	61,89
			SUBTOTAL	1 066,85
			TOTAL	R\$ 19 956,04

ANEXO III

Parede em concreto armado 25 MPA (e=10cm) inclusive forma, armação e lançamento	COMPOSIÇÃO			m ³
	INSUMO	UND	CONSUMO	R\$ UNIT.
Concreto usinado 30 Mpa inc. lançamento e adensamen.	M3	1,01	330	333,3
Forma de alumínio para faces internas de parede	M2	14	14,29	200,06
Forma de alumínio para faces externas de parede	M2	6	13,17	79,02
Armação CA-50 D=6,3 a D=12,5, corte, dobram. e coloc.	KG	36,52	8,75	319,55
Tela de aço soldada Q-92	M2	10,1	8,76	88,476

Vibrador De Imersão, Diâmetro De Ponteira 45Mm, Motor Elétrico Trifásico Potência De 2 Cv - Chp Diurno. Af_06/2015	H	0	0,86	0
Gabarito Redondo - 100MM (Espaçador Base)	UND	3	0,47	1,422
Distanciador DT 65	UND	15	0,20	3
Gap M (espaçador)	UND	5	2,50	12,5
Camisa para gravata	UND	45	0,08	3,6
Desmoldante para Formas Metálicas a base de óleo vegetal	LITRO	1,1	8,98	9,8725
Fibra de Polipropileno	KG	0,3	14,86	4,458
Pedreiro com Encargos Complementares	H	1	16,31	16,31
Servente Com Encargos Complementares	H	3	13,35	40,05
TOTAL (R\$/m³)				1 111,62

ANEXO IV

Laje maciça para piso, com capeamento em concreto Fck= 30 Mpa, incluindo escoramento e armação	COMPOSIÇÃO			M3
	UND	CONSUMO	R\$ UNIT.	R\$ TOTAL
Concreto usinado 30 Mpa inc. lançamento e adensamen.	M3	1,01	330,00	333,3
Forma de alumínio para laje	M2	10	17,24	172,4
Escoramento forma de madeira	M3	12,5	9,80	122,5
Tela de aço soldada Q-92	M2	20	8,76	175,2
Elevador de carga	H	0,45	29,25	13,1625
Vibrador De Imersão, Diâmetro De Ponteira 45Mm, Motor Elétrico Trifásico Potência De 2 Cv - Chp Diurno. Af_06/2015	CHP	0	0,86	0
Régua vibratória	H	0	1,04	0
Distanciador CPL 25-30	UND	70	0,13	9,24
Distanciador PT 1/2x20	UND	0	0,60	0
Distanciador PT 3/4x25	UND	0	0,13	0
Desmoldante para Formas Metálicas a base de óleo vegetal	LITRO	0,1	8,98	0,8975
Fibra de Polipropileno	KG	0,3	14,86	4,458
Pedreiro com Encargos Complementares	H	1	16,31	16,31
Servente Com Encargos Complementares	H	2	13,35	26,7
TOTAL (R\$/m³)				874,17