



MICHEL OLIVEIRA SILVA

**SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO
MOLDADA IN LOCO:**

EXECUÇÃO, CARACTERÍSTICAS E VIABILIDADE

MICHEL OLIVEIRA SILVA

**SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO
MOLDADA IN LOCO:
EXECUÇÃO, CARACTERÍSTICAS E VIABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Pitágoras de Ensino de Ipatinga, como
requisito parcial para a obtenção do título de graduado
em Engenharia Civil.
Orientador: Victor Zamaia

MICHEL OLIVEIRA SILVA

**SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO
MOLDADA IN LOCO:**

EXECUÇÃO, CARACTERÍSTICAS E VIABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Pitágoras de Ensino de Ipatinga,
como requisito parcial para a obtenção do título
de graduado em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Ipatinga, de Junho de 2022

Dedico este trabalho ao meu avô e minha mãe que tanto me incentivaram nos estudos, porém, acabaram descansando no senhor e não puderam estar comigo nessa Jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas grandiosas bênçãos derramadas sobre mim durante esses anos de graduação, pelo cuidado e consolo nas horas difíceis.

Aos meus professores, pelo empenho e entusiasmo em transmitir primorosamente o conhecimento a mim.

Aos amigos que sempre estiveram comigo e os que fiz durante o percurso.

Aos meus queridos companheiros de curso, que desde o início da graduação estiveram firmes comigo.

Aos meus tios e familiares, pela força que sempre me deram.

Aos meus tios Paulo e Ireni, que não mediram esforços em me aceitar em sua morada, e pelo cuidado que comigo tiveram durante estes anos.

As minhas queridas “mãedrasta” e irmã, por todo carinho e torcida comigo nessa jornada.

A minha vó pelo carinho e cuidado com o qual fui tão bem criado.

Ao meu avô que um dia almejou esse momento pra mim, mas hoje descansa aguardando a volta do altíssimo.

A minha mãe que, apesar do pouco tempo vivido ao meu lado, me deixou o bem mais precioso, o amor de Cristo.

Em especial, ao meu Pai, Amigo e Fiel Companheiro, aquele sempre pude contar, que passou por tudo ao meu lado, sempre me deu força para prosseguir e coragem pra continuar. Agradeço pelo seu grande amor e incentivo comigo.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos.”

Provérbios 16:3

OLIVEIRA SILVA, MICHEL. **Sistema Construtivo Parede de Concreto Moldada in Loco**: Execução, Características e Viabilidade. 2022. 42. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Faculdade Pitágoras, Ipatinga, 2022.

RESUMO

O sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco é uma alternativa para quem procura uma construção com eficiência, qualidade e economia. Um sistema bem projetado pode se tornar muito satisfatório e apresentar grandes vantagens como produtividade, redução de custo. Estudos demonstram que se comparado a outros sistemas mais usuais, como alvenaria estrutural e o sistema convencional de concreto armado, o sistema de paredes de concreto pode ser bem mais vantajoso pensando no custo e produtividade da obra. Para que o sistema possa alcançar as vantagens expressadas um bom planejamento e um projeto bem elaborado são fundamentais, visto que esse sistema acaba sendo bem complexo, o que torna necessário uma grande organização nas etapas construtivas. Além de bem projetado, a execução também não pode falhar, devendo sempre contar com mão de obra especializada e um bom controle de qualidade, levando sempre em consideração o passo a passo do sistema. Os materiais e equipamentos empregados também são fundamentais para alcançar bons resultados. Escolhendo sempre materiais adequados e manuseando corretamente os equipamentos, faz com que, mesmo com todas as peculiaridades e técnicas necessárias, bons resultados sejam alcançados.

Palavras-chave: Paredes de concreto. Sistema construtivo. Auto adensável. Fôrmas metálicas. Custo.

SILVA, Michel Oliveira. **Building System of cast-in-place Concrete Wall: Execution, Particulars and Viability.** 2022. 42. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Faculdade Pitágoras, Ipatinga, 2022.

ABSTRACT

The building system of cast-in-place concrete walls is an alternative for those looking for construction with efficiency, quality, and economy. A well-designed system can become very satisfactory and present great advantages such as productivity and cost reduction. Studies show that compared to other more common systems, such as structural masonry and the conventional system of reinforced concrete, the concrete wall system can be much more advantageous considering the cost and productivity of the work. For the system to achieve the advantages expressed, good planning and a well-designed project are essential, since this system ends up being quite complex, which makes it necessary to have a great organization in the constructive stages. In addition to being well designed, the execution cannot fail either, and must always rely on skilled labor and good quality control, always taking into account the step by step of system. The materials and equipment used are also essential to achieve good results. Always choosing suitable materials and correctly handling the equipment, makes good results possible, even with all the necessary peculiarities and techniques.

Keywords: Concrete walls. Building System. Self-supporting. Metallic molds. Cost.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Casas populares construídas com paredes de concreto moldadas in loco.....	15
Figura 2 – Radier executado para estrutura de parede de concreto	17
Figura 3 – Telas de Armação para paredes de concreto	18
Figura 4 – Instalações elétricas instaladas e prontas para recebimento do concreto	19
Figura 5 – Fôrmas Metálicas	20
Figura 6 – Concretagem de laje e paredes com concreto auto adensável.....	21
Figura 7 – Fôrmas de Alumínio para paredes de concreto	23
Figura 8 – Fôrmas de Paredes Mistas.....	24
Figura 9 – Fôrmas Metálicas	25
Figura 10 – Fôrmas plásticas para moldagem de paredes de concreto.....	26
Figura 11 – Slump Teste	27
Figura 12 – Eletroduto Reforçado.....	29
Figura 13 – Shaft para instalações hidrossanitárias	30
Figura 14 – Canteiro de Obras de Parede de Concreto.....	31
Figura 15 – Residencial Construído em Paredes de Concreto	32
Figura 16 – Paredes de Concreto após a desforma	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características do CAA utilizado nas paredes de concreto.....	27
Quadro 2 – Comparativo de custos para 1 torre.....	34
Quadro 3 – Comparativo de custos para 10 torres	34
Quadro 4 –Custo Orçamentário Reboco e Estrutura em Alvenaria,2016	35
Quadro 5 – Custo Orçamentário Estucagem e Estrutura em parede de concreto “in loco”,2019	35
Quadro 6 – Comparativo de custos x relação de uso das fôrmas.....	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução da aplicação do método construtivo das paredes de concreto nos empreendimentos MRV (%)	16
Gráfico 2 - Comparativo de Prazos entre métodos construtivos.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AE	Alvenaria Estrutural
NBR	Norma Brasileira
PC	Paredes de Concreto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. EXECUÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO.....	15
3. TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS OU OTIMIZADAS PARA O SISTEMA PAREDES DE CONCRETO	22
4. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é um dos mais movimentados do país, crescendo a cada dia mais. Tal crescimento no setor ao longo dos anos, acabou gerando a necessidade de diferentes tecnologias para alcançar resultados mais satisfatórios dentro do mercado. Dentro deste contexto de inovação e tecnologia, surgiram alguns métodos construtivos que passaram a visar a otimização de uma obra através da racionalização e industrialização dos processos no canteiro de obras. Essa racionalização visa entregar um produto (construção) de qualidade no final, pelo menor custo.

Sendo assim, o sistema parede de concreto aparece nesse contexto de racionalização e industrialização, sendo uma, dentre outras opções, a deixar uma obra mais limpa e otimizada. Entende-se então a importância de conhecer e se inteirar do assunto, para agregar conhecimento e ampliar as visões de mercado, principalmente pelo negócio competitivo que se observa crescer a cada dia, por isso a importância de tal estudo.

Essa pesquisa é importante pois discorreu sobre algo bem utilizado no mercado, trazendo mais conhecimento aos acadêmicos de engenharia, levando em conta a necessidade de estar sempre preparado e inteirado das inovações. Tal tema contribui na compreensão acerca do sistema, trazendo à tona seu funcionamento e viabilidade no setor construtivo, sua importância e a necessidade de o profissional estar inteirado sobre o assunto.

Como já supracitado, o sistema construtivo parede de concreto já existe no Brasil e, graças a suas inovações tecnológicas, cada dia mais é utilizado em diversos tipos de edificações. Sendo assim, como funciona o sistema construtivo parede de concreto?

Para responder tal pergunta, a revisão literária teve por objetivo geral apresentar o sistema de paredes de concreto como uma opção para execução de edifícios e casas em maior escala, assim como, os objetivos específicos: Descrever o funcionamento do sistema construtivo parede de concreto; apresentar as tecnologias criadas para otimização do sistema parede de concreto; descrever as vantagens e desvantagens do sistema.

O tipo de pesquisa foi Revisão Bibliográfica, onde foram pesquisados livros, revistas, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: Livros, revistas e sites de bancos de dados. O período dos artigos e dissertações serão os trabalhos publicados nos últimos 15 anos, com as palavras-chave utilizadas: “Sistema construtivo paredes de concreto”, “paredes de concreto”, “Vantagens e desvantagens paredes de concreto”, “fôrmas para paredes de concreto”.

2. EXECUÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO

O sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco é um sistema existente no Brasil a alguns anos, o método surgiu com experiências consagradas e bem sucedidas com concreto celular (Sistema Gethal) e concreto convencional (Sistema Outinord), nas décadas de 70 e 80, porém por falta de dinheiro nesse período não houve continuidade no mercado brasileiro (MISURELLI E MASSUDA, 2018).

Com o avanço do tempo e tecnologia, novos métodos e meios foram elaborados para a utilização ser cada dia mais viável, sendo utilizado por volta dos anos 2000, em um mercado imobiliário aquecido, voltou a ser utilizado em habitações padronizadas, como por exemplo as habitações populares como visto na figura 1, ou seja, de baixo custo, sendo adotado pelo governo e as prefeituras como solução para o problema de moradia para pessoas de baixa renda (MONGE; MAYOR; SILVA, 2018).

Figura 1 – Casas populares construídas com paredes de concreto moldadas in loco

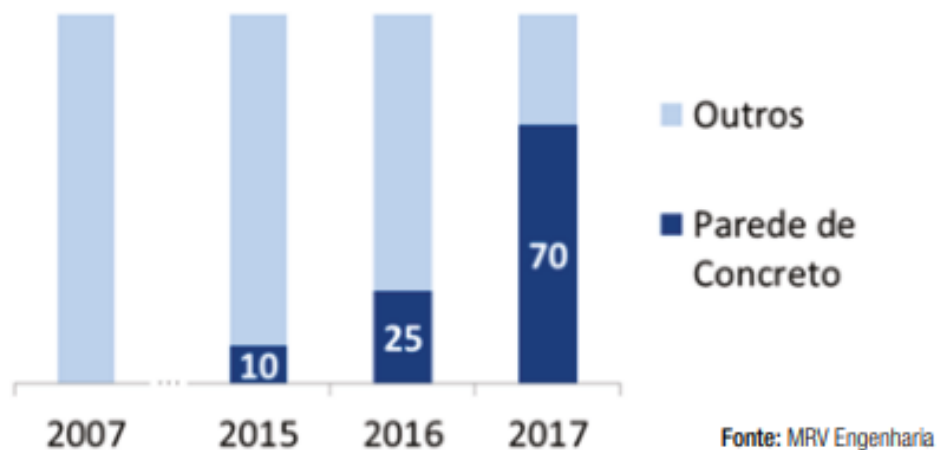


Fonte: Ecopore (2013)

Ainda segundo Monge, Mayor e Silva (2018), a partir de 2012, com a implantação de uma norma técnica específica para o método construtivo paredes de concreto, a NBR 16055:2012, vários empreendedores passaram a ter mais segurança

para adotar o método. Um exemplo é a empresa MRV que teve um considerável aumento como visto no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Evolução da aplicação do método construtivo das paredes de concreto nos empreendimentos MRV (%)



Fonte: Revista Concreto e Construções (2018, p.24)

O sistema em questão é do tipo moldado in loco, ou seja, todo processo de concretagem e montagem e desmontagem de forma acontece na obra, sendo necessário mão de obra especializada e equipe técnica com conhecimento do sistema para o melhor desempenho. (LIMA; COSTA, 2018).

Com o passar dos anos e o aumento da tecnologia, o método foi se tornando cada vez mais viável. No entanto, para que seja executada com qualidade, é necessário aplicar de maneira correta as suas técnicas construtivas e escolher bons insumos para a sua construção, com especial cuidado aos materiais utilizados na estrutura e na argamassa, assim como as formas para paredes de concreto escolhidas para cada projeto. (NEVES, 2021).

2.1 FUNDAÇÃO

As condições do local do empreendimento afetam a escolha do tipo de fundação, considerando a declividade, estabilidade e segurança. Para que o projeto seja bem executado é necessário um certo cuidado para garantir bom nivelamento do terreno. (ABCP, 2007).

Dentre as opções de fundação tem-se a sapata, que é definida como o “elemento de fundação superficial, de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele resultantes sejam resistidas pelo emprego de armadura especialmente disposta para esse fim.” (ABNT NBR 6122, pág. 2, item 3.2, 2019).

Segundo Bastos (2019) um outro elemento, muito aplicado em edificações residenciais de pequeno porte em conjuntos habitacionais, é o radier, devido a sua capacidade de distribuição de carregamento ser uniforme sobre o solo.

Na **figura 2** abaixo pode-se observar a execução de um radier, muito utilizado no sistema de paredes de concreto por poder ser utilizado na maioria dos solos devido a sua distribuição de esforços sobre toda laje, podendo ser inserido em solos com baixa resistência, desde que a superestrutura não tenha muito peso.

Figura 2 – Radier executado para estrutura de parede de concreto



Fonte: Ecopore (2013)

Para Trabalhar com maiores edificações, pode se tornar mais viável a utilização de radier protendido, feito com armadura ativa de alta resistência, constituída geralmente por cordoalhas engraxadas e plastificadas, entregue geralmente em bobinas (FEITOSA,2012).

2.2 ARMAÇÃO E INSTALAÇÕES

Para montagem da estrutura devem ser seguidas a especificações do projeto. Primeiramente realiza-se a montagem das telas soldadas, como na figura 3, adiciona-se os reforços nos pontos necessários e os espaçadores para garantir o cobrimento (MASSUDA, 2013).

Segundo Fonseca Jr. (2008), nas paredes de concreto as armaduras têm três requisitos básicos: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás.

Figura 3 – Telas de Armação para paredes de concreto



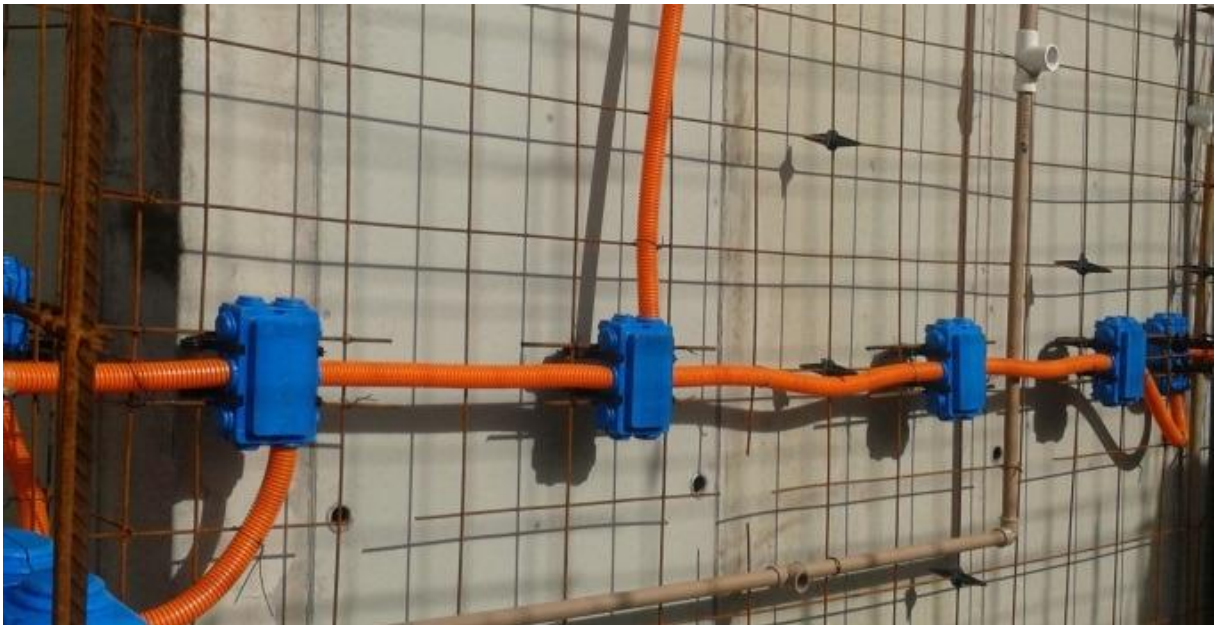
Fonte: Liga Blog (2018)

A armação, como observado acima na figura 3, é um elemento imprescindível no sistema, pois é ela que garante a absorção dos esforços e distribuição deles pelo ambiente. O tipo de ferragem adotada na prática no sistema parede de concreto é a tela eletrossoldada posicionada no eixo vertical da parede e a armadura complementar colocada em seguida em pontos estratégicos, onde esse conjunto deve atender a três requisitos básicos: resistir a esforços nas paredes, controlar a retração

do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás (ABCP, 2007).

Segundo Wendler (2012), no caso das instalações elétricas, como na figura 4, o consumo de eletrodutos é grande. Portanto, durante a fase de projeto, deve-se estar atento ao correto posicionamento, evitando passá-las horizontalmente e mais de uma no mesmo ponto.

Figura 4 – Instalações elétricas instaladas e prontas para recebimento do concreto.



Fonte: Ecopore (2013)

Segundo a NBR16.055 – Item 13.3 (ABNT, 2012) as tubulações utilizadas nas paredes devem ser de no máximo 50% da espessura, devendo ainda restar um espaço para o cobrimento da armadura. A diferença de temperatura não deve ultrapassar 15°C.

2.3 MONTAGEM DAS FORMAS E CONCRETAGEM

Depois da armação concluída, inicia-se a montagem das fôrmas, podendo ser elas de madeira, plástico ou alumínio. Tal processo deve ser muito bem acompanhado e executado, garantindo a qualidade final da parede, o que traz uma significativa redução de custos quando chegar ao acabamento (SILVA,2011).

O mercado disponibiliza algumas tecnologias para moldar paredes de concreto. Entre as opções estão as fôrmas de alumínio, como vista na figura 5, que garantem boa qualidade superficial ao concreto e alta produtividade, e as fôrmas plásticas, que evoluíram nos últimos anos, tornando-se mais robustas. Há, ainda, os moldes que utilizam estrutura metálica e chapas de compensado para o contato com o concreto, viáveis sobretudo em construções verticais que contam com grua para o transporte dos conjuntos. Menos utilizadas, as fôrmas trepantes costumam ser indicadas para edifícios com múltiplos pavimentos. (LORENCETO; WENDLER, 2020).

De acordo com Nakamura (2018, p.66), quando bem especificado, fôrmas e escoramentos podem induzir ganhos de produtividade, além de agregar economia e qualidade à obra.

Figura 5 – Formas Metálicas



Fonte: NeoFormas (2020)

De acordo com Venturini (2011), após a montagem das formas, a parte inferior da mesma é vedada com pasta de cimento para evitar o vazamento durante a concretagem. O concreto é recebido e sua qualidade é testada através do ensaio de adensamento (Slump) ou espalhamento sendo, logo após, bombeado se suas características atingirem o que foi previamente dimensionado pelo projetista. As lajes podem ser concretadas juntamente com as paredes ou depois da desforma das mesmas.

O concreto a ser usado no sistema parede de concreto (processo normalizado pela ABNT NBR 16055) é de extrema importância, já que é ele que responde pela qualidade e durabilidade estrutural do sistema, resistindo aos esforços da estrutura e passivando as armaduras. (MAYOR, 2012).

Segundo Fonseca Jr (2008), a concretagem e todas as ações precedentes são fundamentais para que estrutura executada corresponda ao projeto estrutural, garantindo assim a durabilidade e a qualidade desejadas. Uma das produções mais eficientes ocorre a partir de concretos dosados em centrais e fornecidos ao canteiro em caminhões betoneira, incorrendo-se sempre em melhores controles de: qualidade de agregados, medidas em peso, precisão de volumes, garantia da concreteira quanto ao desempenho do concreto recebido etc.

Figura 6 – Concretagem de laje e paredes com concreto auto adensável



Fonte – Mapa da Obra (2017)

Devem ser tomadas algumas precauções para evitar a segregação do concreto. A utilização do concreto autoadensável, mostrado na figura 6, por exemplo, no lugar do convencional, é uma opção para melhor trabalhabilidade, pois sua fluidez permite o lançamento sem vibração (JUNIOR; FILHO, 2008)

3. TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS OU OTIMIZADAS PARA O SISTEMA PAREDES DE CONCRETO

Segundo Fonseca Jr (2008), por ser um novo método construtivo, a parede de concreto necessitou de um grande desenvolvimento tecnológico, a fim de resultar em um sistema de qualidade e agilidade. Para tal, novas tecnologias foram desenvolvidas e ou otimizadas até chegar ao que se poder ver atualmente.

3.1 FÔRMAS

Para que o sistema de paredes de concreto possa existir, foi necessário o uso de tecnologias específicas ao sistema, como é o caso das fôrmas. Segundo Lorenceto, Wendler (2020) o mercado disponibiliza algumas tecnologias para a moldagem das paredes, cabe ao projetista a tomada de decisão de escolher a melhor alternativa mediante o tipo da construção, a possível continuidade do projeto, elaborando outros empreendimentos similares, características de projetos, dentre outros aspectos.

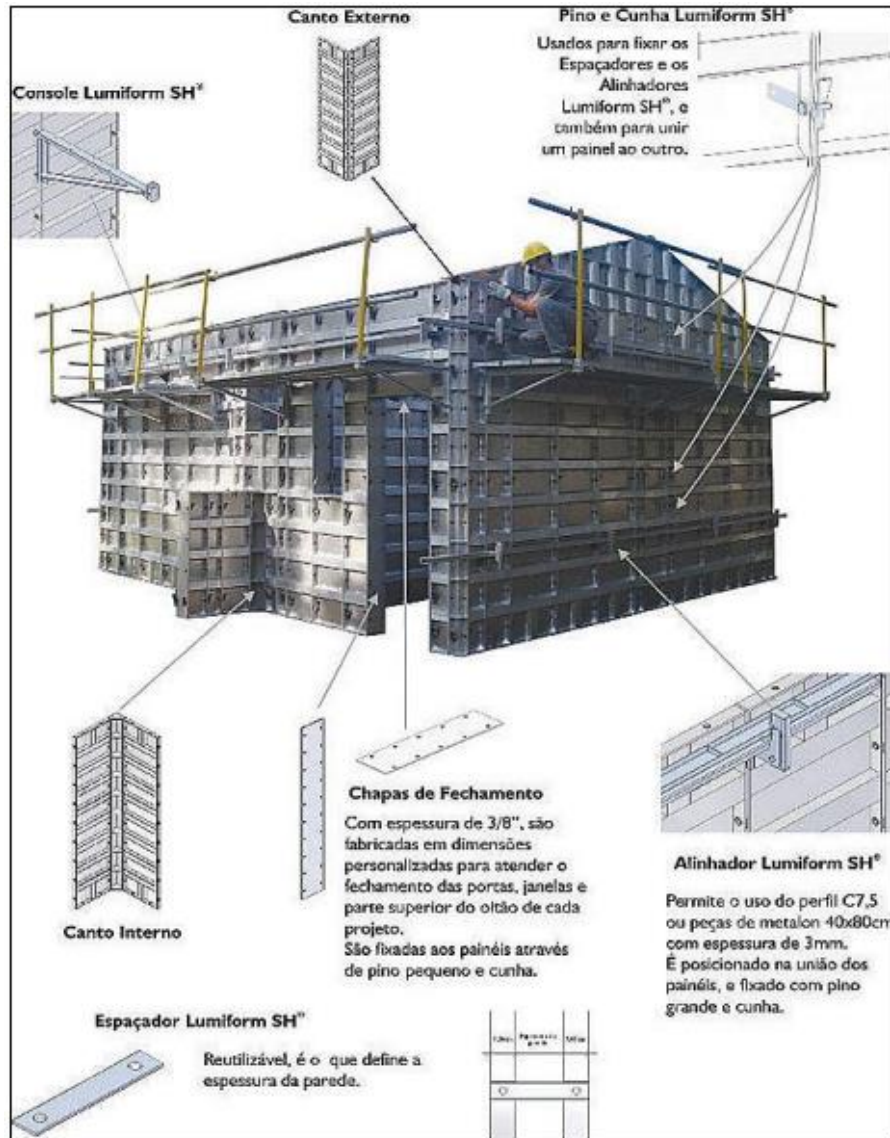
Segundo a NBR 16055:2012 capítulo 18 – item 18.2.1 (requisitos básicos) as fôrmas são consideradas estruturas provisórias, utilizadas para recebimento e moldagem do concreto fresco. É composta por painéis de fôrma, aprumadores, andaimes, incluindo seus apoios, cimbramento, escoramento, bem como as uniões entre os diversos elementos.

As fôrmas nesse caso não possuem função estrutural, e são dimensionadas apenas para resistirem a compressão do concreto durante o processo executivo, de maneira que o concreto alcance as características estruturais necessárias até o escoramento poder ser retirado. Como tal método construtivo é bastante organizado, o planejamento e dimensionamento bem feito das fôrmas é de suma importância para uma boa qualidade na execução (AUZIER; GALVÃO, 2020)

Dentre as opções de fôrmas existentes, existem as de alumínio, como na **figura 7**. De acordo com Lorenceto, Wendler (2020) essas fôrmas garantem boa qualidade superficial ao concreto e alta produtividade, além de serem leves e recicláveis. O uso das fôrmas de alumínio se torna bem viáveis quando se pensa na sua reutilização, visto que é bem grande, podendo ser reutilizada em empreendimentos similares ou

até mesmo em outros projetos com diferentes modulações. Pensando nisso, esse tipo de fôrma possui um excelente custo benefício.

Figura 7 – Fôrmas de Alumínio para paredes de concreto.



Fonte: Núcleo Parede de Concreto (2017)

Ainda segundo Lorenceto, Wendler (2020), existem as fôrmas mistas, como se pode ver na figura 8, compostas por quadros metálicos e chapas de madeira, que possuem a característica de poderem ser feitos ajustes nas medidas, porém também são mais pesadas e as chapas de madeira necessitam de troca a cada ciclo de 30 usos, o que acaba acarretando um aumento de tempo na execução. As fôrmas mistas

se tornam pouco viáveis quando se pensa no ciclo de utilização delas, e no quanto isso impacta na produção final das mesmas.

Figura 8 – Fôrmas de Paredes Mistas.



Fonte: Comunidade da Construção (2001)

Se tratando de edifícios, as fôrmas mistas industrializadas encontradas em empresas especializadas podem ser uma boa opção observando o ponto de vista técnico aliado ao econômico, visto que, quando utilizadas madeiras de boa qualidade, tais fôrmas podem ser reutilizadas várias vezes, assim com as metálicas, porém com custo mais acessível, visto que seu preço é fator determinante no custo final do empreendimento. (HOLLERSCHIMD, 2003)

Outro tipo existente de fôrmas são as de plástico como na figura 9. Segundo Silva (2010), o sistema é todo feito e montado na fábrica, partindo de uma série de módulos intercambiáveis e de tamanhos que variam. Estando eles unidos, os mesmos formam maiores painéis utilizados então para paredes de concreto. Tal sistema é muito leve pensando em média 10 kg/m², além disso, o sistema também já prevê

posicionadores para as instalações elétricas e hidráulicas, além de assim como os outros já antecipa as aberturas de portas e janelas.

Figura 9 – Fôrmas plásticas para moldagem de paredes de concreto



Fonte: Brasil Engenharia (2014)

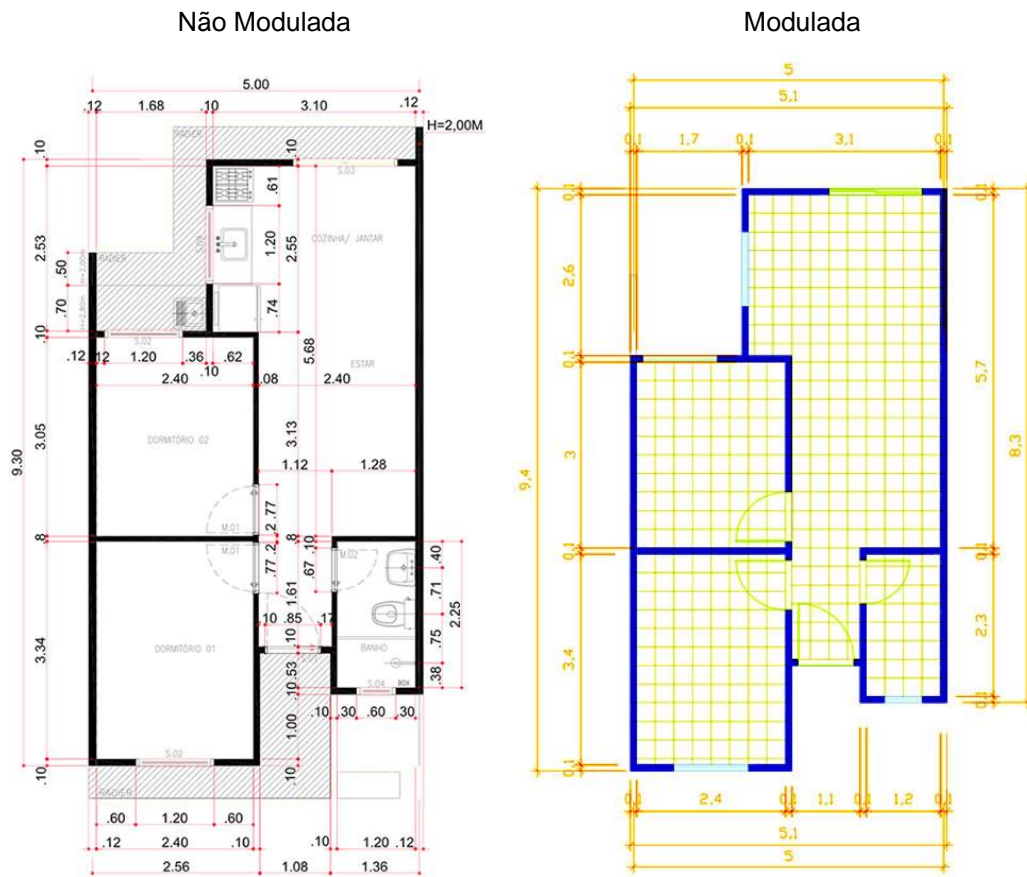
Ainda de acordo com Silva (2010), os painéis são montados seguindo o projeto e a numeração que vem de fábrica, iniciando pelo menor cômodo que, normalmente, são os banheiros, então são travados e já estão prontos para concretagem.

As paredes de concreto moldadas in loco, assim como qualquer outro sistema industrializado, aumentam grandemente o seu desempenho quando são utilizados os princípios de coordenação modular, como mostrada na figura 10, desde a concepção do projeto. Através desta coordenação, que também é chamada de modulação, os projetistas conseguem conversar entre si, com projetos compatíveis, existe a diminuição das variedades de medidas, a simplificação e orientação do processo de montagem, dentre outras vantagens (FARIA, 2009).

Quando se adota as medidas de projetos modulares, como na figura 10, é eliminada a necessidade de utilizar peças específicas e fora do padrão específico, o

que aumenta a produtividade e diminui o custo, além de facilitar o uso em projetos diferentes (ALVES E PEIXOTO, 2011).

Figura 10 – Diferença entre paredes moduladas e não moduladas.



Fonte: Comunidade da Construção (2001)

3.2 CONCRETO

Outra tecnologia empregada nas paredes de concreto, como o próprio nome diz, é o concreto. Segundo Mayor (2012), o concreto deve ser homogêneo, habilidade passante, boa coesão e resistência à segregação. O maior tamanho de agregado não deve ultrapassar 12,5mm. Essas exigências têm por objetivo dar ao concreto características de auto adensável.

No Brasil são indicados quatro tipos de concreto para as paredes moldadas in loco: concreto com agregados leves, concreto convencional, concreto celular (elevado teor de ar incorporado) e concreto auto adensável (FARIA, 2009).

De acordo com Lima, Costa (2018) são realizados alguns testes antes e depois da concretagem na obra, testes estes que são necessários para verificar se as características recomendadas na tabela 1 foram alcançadas, dentre estes testes estão o *slump test*, *slump flow test*, ensaios de rompimento, dentre outros. Ensaio de *Slump Test* mostrado na figura 11.

Figura 11 – Slump Test



Fonte: Escola Engenharia (2019)

Quadro 1 – Características do CAA utilizado nas paredes de concreto.

Resistência característica (f_{ck})	30 MPa
Módulo de deformação E_c (tangente)	≥ 24 Mpa aos 28 dias
Coefficiente de retração	$< 0,035\%$ ¹
Resistência de desforma F_c (12h)	≥ 3 MPa
<i>Slump</i> inicial	50 ± 10
<i>Flow</i>	700 ± 50
Fator água cimento a/c	$\leq 0,6$
Diâmetro máximo do agregado	12,5 mm
Ar incorporado máximo	3 %
Temperatura de entrega do concreto	35 ± 3 °C
Tempo em aberto para manutenção do <i>flow</i>	30 min no mínimo + tempo de transporte
Espalhamento	SF2
Habilidade passante pelo anel J	PJ1
Viscosidade	VS2
Segregação	SR1

¹ Curado nas mesmas condições da obra, segundo a norma ASTM C157, aos 63 dias;

² Classe de agressividade II;

³ Os cimentos adotados serão o CP II F 40 ou CP V, porém não haverá consumo mínimo, devendo cada fornecedor definir o ideal ao seu traço;

⁴ Utilizar fibras têxteis para evitar retração inicial (min 300 g/m³) – Material: polipropileno, tipo multifilamento; massa específica : $0,90 \pm 0,05$ g/cm³; comprimento mínimo: 20 mm;

⁵ Caracterização do concreto auto-adensável segundo a NBR 15823:2010.

Fonte: Revista Concreto e Construções (2018, p.23)

Segundo a ABCP (2003) é recomendado o uso do cimento CPV-ARI em todas as aplicações que careçam de acelerada desforma e alta resistência inicial. Sendo

assim, este tipo de cimento é fortemente recomendável na implementação das paredes de concreto.

Levando em conta as características apresentadas anteriormente, o concreto auto adensável é uma excelente opção. De acordo com Fonseca Jr (2021), com a utilização do concreto autoadensável tem-se redução de mão de obra, maior qualidade na estrutura, menor dano nas formas, além de redução nas intervenções patológicas.

Se não for utilizado o concreto autoadensável, os procedimentos da ABNT NBR 15823: 2010 devem ser seguidos. Tal norma orienta que não se encoste o vibrador nas armaduras, visando sempre concretar a peça sem existir falhas por aprisionamento do ar, devido a concepção dos vazios. Para atender a essa necessidade, Arêas (2013), recomenda o uso de martelo de borracha dando leve batidas nas fôrmas durante o enchimento.

Como são utilizados para moldagem do concreto o sistema de fôrmas metálicas, de madeira ou plásticas, se torna necessário a aplicação de agente desmoldante específico para cada tipo, a fim de impedir a aderência do concreto as fôrmas, não deixar resíduos na superfície da parede, prejudicando a execução do revestimento final, também como facilitar a desforma e evitar alterações químicas indesejadas no concreto (ABNT 16055: 2012, p.24)

3.3 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS

Ainda dentro das tecnologias desenvolvidas ou otimizadas, tem-se as instalações elétricas e hidrossanitárias nas paredes de concreto. Segundo Fonseca Jr. (2021) para um bom desempenho do sistema paredes de concreto, uma variável importante é a interface entre as instalações elétricas e hidrossanitárias e o sistema principal, visando sempre a boa comunicação entre ambos, evitando problemas estruturais futuros ou manutenções indesejadas e difíceis de execução nas instalações.

Ainda segundo Fonseca Jr. (2021) para melhores resultados nas instalações elétricas, deve-se procurar sempre os produtos específicos para utilização em paredes de concreto, como os eletrodutos reforçados (figura 12), caixinhas elétricas

impermeáveis desenvolvidas de modo a impedir a entrada da nata de cimento, assim como quadros e outras caixas também impermeáveis.

Figura 12 – Eletroduto Reforçado



Fonte: Comunidade da Construção (2001)

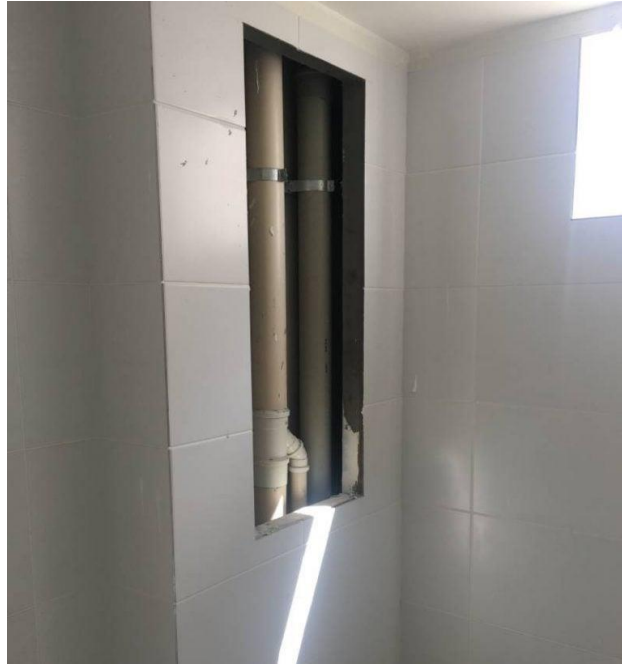
Por mais que o produto utilizado nas instalações, uma boa mão de obra e um projeto bem elaborado são fundamentais para um bom resultado, atentando-se sempre as normas específicas e recomendações dos fabricantes acerca dos materiais empregados (WENDLER, 2012)

Ainda de acordo Fonseca Jr. (2021) deve-se atentar sempre a execução seguindo as exigências normativas descritas na Norma Brasileira para instalações de baixa tensão NBR 5410:2004 e a norma específica para paredes de concreto NBR 16055:2012.

Além da elétrica, também deve-se prever as instalações hidrossanitárias. A Norma ABNT NBR16055:2012 no capítulo 5 – item 5.1 (generalidades) destaca esta premissa: “A decisão quanto ao embutimento ou não das instalações nas paredes deve ser do projetista estrutural, de forma a não comprometer o sistema construtivo. Além disto, a decisão deve considerar deve considerar as exigências de manutenibilidade das instalações hidro sanitárias e elétricas ao longo da vida útil da edificação”. Por conta dessa recomendação, preferencialmente deve-se optar por fazer as instalações de forma externa as paredes ou em shafts (figura 13), que são

paredes ocas pensadas com antecedência, durante a elaboração do projeto, visando passar as instalações necessárias.

Figura 13 – Shaft para instalações hidrossanitárias.



Fonte: Comunidade da Construção (2001)

Existem ainda no mercado, tanto para instalações elétricas, quanto hidráulicas, os kits racionalizados que já vem pré-montados e prontos para instalação, como kits elétricos, kits PEX, dentre outros, quem agilizam o processo e aumenta a produção da obra (FONSECA JR., 2021)

4. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO

Como todo sistema construtivo, o método de paredes de concreto também tem suas vantagens e desvantagens. De acordo com Nakamura (2019) realizar um empreendimento com paredes de concreto chega a ser até três vezes mais produtivo do que com métodos convencionais, com vigas, pilares e alvenaria de vedação. Se comparada a Alvenaria estrutural, é duas vezes mais ágil. Tal redução do tempo, tem considerável impacto na redução dos custos indiretos.

De acordo com Corsini (2012), a parede de concreto tem outras diversas vantagens se comparado aos sistemas construtivos convencionais, como alta produtividade, garantindo obras mais rápidas com menor uso de mão de obra, processo mais industrializado, sistema racionalizado, pouca geração de resíduos e canteiro limpo e organizado como mostrado na figura 14.

Figura 14 – Canteiro de Obras Parede de Concreto



Fonte: Comunidade da Construção (2001)

Segundo Nakamura (2019), outro fator vantajoso é a mão de obra. As paredes reduzem o trabalho artesanal e as improvisações, o que contribui para a considerável redução de mão de obra no canteiro. Além disso, a produtividade da mão de obra é potencializada com treinamentos específicos direcionados ao sistema.

De acordo com Corsini (2012) tem como vantagem também maior uniformidade, melhor controle de qualidade, observando a utilização de materiais com maior controle tecnológico, mais econômico para empreendimentos com grande repetição, como condomínios e conjuntos habitacionais como se pode ver na figura 15.

Figura 15 – Residencial Construído em Paredes de Concreto



Fonte: Produtividade do mesmo lado (2020)

Corsini (2012), também descreve, porém, que o sistema possui algumas outras desvantagens, como baixa flexibilidade arquitetônica, necessidade de mão de obra qualificada, e mal acabamento após desforma como na figura 16.

Figura 16 – Parede de Concreto após desforma



Fonte: Mapa da Obra (2013)

Segundo Fonseca JR. (2008) outras desvantagens encontram-se na necessidade de mão de obra e controle de qualidade específico afimco durante toda execução, pois os retrabalhos na estrutura são complexos e de alto custo.

Corsini (2012) ainda diz outras desvantagens como maior sucessão à retração dos que as estruturas convencionais, paredes não removíveis, maior complexidade na manutenção das instalações hidráulicas e elétricas embutidas na parede, sistema antieconômico para empreendimentos com pouca repetição ou com arquitetura mais complexa.

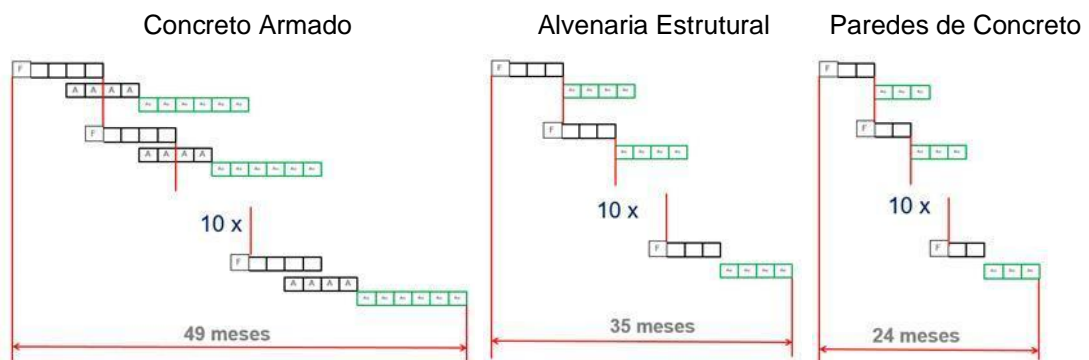
4.1 COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA ESTRUTURAL X CONCRETO ARMADO.

Como dito por Nakamura (2019) o sistema parede de concreto é o mais rápido se comparado aos outros, sendo três vezes mais rápido que o concreto armado e duas vezes mais rápido que a alvenaria estrutural.

Segundo Wendler (2017), foi realizado um estudo comparativo entre esses três métodos de construção levando em consideração um edifício de 12 pavimentos, avaliando qual dos métodos representa um menor custo e prazo.

Em relação aos prazos, Wendler (2017) nos diz que as paredes de concreto para o edifício em questão seriam executadas em aproximadamente 24 meses, já a alvenaria estrutural chegaria a 35 meses, finalizado a estrutura convencional de concreto armado chegaria a 49 meses conforme tabela 3.

Gráfico 2 – Comparativo de Prazos entre métodos construtivos.



Fonte: Wendler (2017)

De acordo com Wendler (2017) uma das premissas para elaboração do estudo foi a existência de uma equipe capital de produção: para a alvenaria estrutural, apenas uma equipe de bloqueiros; para o concreto armado, apenas uma equipe de formas; para as paredes de concreto, somente um jogo de fôrmas.

Os resultados obtidos por Wendler (2019) mostram que, para um empreendimento de 1 torre apenas, a alvenaria estrutural e as paredes de concreto têm basicamente o mesmo custo, sendo as duas cerca de 20% mais em conta que o concreto armado, como mostrado na tabela 2.

Quadro 2 – Comparativo de custos para 1 torre.

Sistema construtivo	Custo por uh	prazo	Diferença	PC/AE
concreto armado	R\$ 99.219,71	12	100	
alvenaria estrutural	R\$ 80.732,76	8	81,4	100
parede de concreto	R\$ 79.014,54	6	79,6	97,9

Fonte: Wendler (2017)

Já para um empreendimento de 10 torres, Wendler (2019) conclui que os sistemas de paredes de concreto ficam 20% mais barato que a alvenaria estrutural e 35% mais em conta que o sistema convencional, como observado na tabela 3.

Quadro 3 – Comparativo de custos para 10 torres.

Sistema construtivo	Custo por uh	prazo	Diferença	PC/AE
concreto armado	R\$ 101.719,05	46	100	
alvenaria estrutural	R\$ 83.191,43	36	81,8	100
parede de concreto	R\$ 66.279,39	24	65,2	79,7

Fonte: Wendler (2017)

Analisando o comparativo entre paredes de concreto moldadas in loco e alvenaria estrutural realizado por Nascimento, Bertequini (2020), foi observado os custos de estrutura e acabamento de uma torre de 4 pavimentos, com 16 apartamentos, sendo 4 por andar, o resultado é visto nas tabelas 4 e 5, sendo que na

alvenaria estrutural é feito o já conhecido reboco e no sistema de paredes de concreto é feito o estucamento para realização do acabamento.

Quadro 4 – Custo Orçamentário Reboco e Estrutura em Alvenaria,2016.

Alvenaria	R\$ 87.746,75
Laje	R\$ 51.054,50
Reboco	R\$ 44.103,69
Total	R\$182.904,94

Fonte: Nascimento, Bertequini (2020)

Quadro 5 – Custo Orçamentário – Estucagem e Estrutura em Parede de Concreto “in loco”, 2019

Estrutura/Laje	R\$ 159.969,94
Estucagem	R\$ 2.589,28
Total	R\$162.559,22

Fonte: Nascimento, Bertequini (2020)

Segundo Nascimento, Bertequini (2020), apesar das paredes terem um orçamento final menor, é necessário se lembrar do fator das fôrmas que, para tornar o empreendimento viável, é necessário um ciclo de 700 concretagens.

Ainda Segundo Nascimento, Bertequini (2020), o uso do sistema de paredes de concreto se torna mais viáveis, quando utilizados em produção em larga escala, pois assim o valor das fôrmas é cai a medida que o uso aumenta. Já para obras de menor porte e pouca repetição, outros métodos como a alvenaria estrutural pode ser mais viável.

Em seu estudo Wendler (2019), também traz alguns dados acerca da utilização do jogo de formas, como também da velocidade do ciclo diário.

Quanto a utilização, Wendler (2017) diz que o custo varia quando se leva em conta a quantidade de utilização das formas durante a construção. Considerando neste caso toda vida útil(1000 utilizações), metade de sua vida útil ou considerando o uso somente em um empreendimento (240 utilizações), e neste último caso, uma outra alternativa com a venda das formas por um valor residual. A diferença se comparando

a alvenaria estrutural vai de 10% mais barato a 13% mais caro, conforme mostrado tabela 6.

Quadro 6 – Comparativo de custos x relação de uso das formas (%).

Sistema construtivo	Custo por uh	prazo	Diferença	PC/AE
concreto armado	R\$ 101.719,05	46	100	
alvenaria estrutural	R\$ 83.191,43	36	81,8	100
parede de concreto	R\$ 66.279,39	24	65,2	79,7

Fonte: Wendler (2017)

Outro fator considerado por Wendler (2017) é a velocidade dos ciclos de produção, estimada em uma concretagem a cada dia, se comparado com um ciclo de concretagem a cada 2 dias temos um prazo de 44 meses, o dobro de tempo de execução do empreendimento, o que deixa a parede de concreto mais demorada em relação a alvenaria estrutural, porém ainda assim mais rápida que o sistema convencional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabendo que o setor de construção civil vive um grande período de inovações e novas tecnologias, novas maneiras de construir acabam sendo necessárias ao setor, afim de solucionar problemas ou otimizar processos, deixando o empreendedor nesse setor vivo no mercado. Pensando nisso, este trabalho teve como objetivo principal apresentar o sistema de paredes de concreto moldadas in loco como uma alternativa aos sistemas construtivos já convencionados.

Para isso, foi explanado o desenvolvimento do método construtivo, mostrando cada fase do processo, desde a fundação até a fase de acabamento, demonstrando como são executados as etapas e os cuidados de cada uma, assim como os cuidados necessários a serem tomados na fase de projeto e planejamento, onde foi possível observar a necessidade de um plano adequado cumprindo o objetivo final do projeto. Sugere-se aprofundar, em outros estudos deste tema, as modulações e projetos modulares do sistema a fim de desenvolver métodos mais eficazes.

Quando apresentado as tecnologias empregadas no sistema, foi possível observar as características de cada material, bem como a ampla gama de opções dentre cada um deles, visando sempre encontrar o melhor custo benefício. Tais informações foram capazes de trazer clareza no processo de escolha e manuseio dessas tecnologias, destacando-se o concreto, insumo muito utilizado, que pode ser estudado de forma mais profunda, a fim de desenvolver um material de melhor custo benefício, viabilizando ainda mais o método.

Apresentando as vantagens e desvantagens do sistema construtivo, bem como um comparativo de custos com o sistema convencional e o de alvenaria estrutural, pode-se observar um sistema com grandes vantagens em construções com maiores índices de repetições, trazendo ganho de produtividade e baixo custo, porém necessitando de um planejamento mais adequado e uma equipe especializada.

Levando em consideração os resultados obtidos, o problema em questão analisado no trabalho, pode-se concluir que o sistema de paredes de concreto é um sistema funcional, de boa qualidade e que, dependendo de sua aplicação, pode superar e muito outros métodos construtivos, tanto economicamente, quanto na produtividade.

REFERÊNCIAS

- ARÊAS, Pedro Assunção. **Paredes de concreto**: Normatização do Processo Construtivo. Belo Horizonte, disponível em Biblioteca Padre Alberto Antoniazzi, PUC Minas, 2013. 75 p
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Parede de concreto - Coletânea de ativos 2003/2004**. São Paulo, 2003. 121p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Parede de concreto - Coletânea de ativos 2007/2008**. São Paulo, 2007. 112p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Sistemas construtivos racionalizados permitem obras mais rápidas e eficientes. 2012. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/sistemas-construtivos-racionalizadospermitem-obras-mais-rapidas-e-eficientes>. Acesso em: 28 out. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15823-1: 2010**. Concreto auto-adensável. Parte 1: Classificação, controle e aceitação no estado fresco. Rio de Janeiro, 2010. 11p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16055: 2012**. Parede de concreto moldada no local para a construção de edificação – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012. 35p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6122: 2019**. Projeto e execução de fundações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2019. 221p.
- ALVES, Cleber de Oliveira; PEIXOTO, Egleson José dos Santos. **Estudo comparativo de custo entre alvenaria estrutural e paredes de concreto armado moldadas no local com fôrmas de alumínio**. Belém. 2011. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XGGZXQGf4_kJ:www.unama.br/graduacao/engenhariacivil/tccs/2011/ESTUDO%2520COMPARATIVO%2520DE%2520CUSTO%2520ENTRE%2520ALVENARIA%2520ESTRUTURAL%2520E%2520PAREDES%2520DE%2520CONCRETO%2520ARMADO%2520MOLDADAS%2520NO%2520L.pdf+%&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 02 abr. de 2022.
- AUZIER, Junior; GALVAO, Mateus. **DESCRIÇÃO DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS DE PAREDES DE CONCRETO**. 2020. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.
- BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado: Notas de aula**. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/decc/ecc1006/downloads/fundamentos.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021.
- CORSINI, Rodnei. Paredes normatizadas. **Téchne**, São Paulo: Pini, ano 20, ed. 183 p. 40-46, jun. 2012.

FARIA, Renato. Paredes maciças. Fôrmas metálicas convencionais, painéis em alumínio e em aço são opções oferecidas para execução de paredes de concreto. Para cada empreendimento, utilização exige estudo detalhado. **Téchne**, São Paulo: Pini, ano 17, n. 143, fev. 2009.

FEITOSA, Leonardo Rocha Lima. Radier protendido. **Téchne**, São Paulo: Pini, ano 20, n. 185, ago. 2012.

FONSECA JR, A; BARELLA FILHO, R. Paredes de concreto. **Téchne**, São Paulo: Pini, ano 16, n. 140, p. 22-23, nov. 2008.

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

FONSECA JR, A. **Concreto Autoadensável: Uma Opção Competitiva**. 2015. Núcleo Parede de concreto. Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/concreto-autoadensavel-uma-opcao-competitiva/>. Acesso em 11 abr. 2022.

FONSECA JR, A. **A importância das instalações elétricas-hidro sanitárias para o sistema paredes de concreto**. 2021. Núcleo Parede de concreto. Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/wp-content/uploads/2021/02/Instalacoeseltricas-hidrossanitarias.pdf> (feto.com.br). Acesso em 29 abr. 2022.

HOLLERSCHMID, Milton. **Utilização de fôrmas na construção de edifícios**. 2003, 49f. TCC, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo.

LIMA, José Roberto Pereira de; COSTA, Cláudio Pires. Três sistemas construtivos em empreendimento residencial econômico. **Revista Concreto e Construções**, São Paulo, ano 46, n. 90, p. 21-25 abr-jun. 2018. Disponível em: https://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista90.pdf. Acesso em 05 abr. 2022.

LORENCETO, Danilo; WENDLER, Arnold. **Como comprar fôrmas metálicas para paredes de concreto?** 2020. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-comprar-formas-metalicas-para-paredes-de-concreto/19648>. Acesso em: 07 nov. 2021.

MASSUDA, Clovis. **Paredes de Concreto**. 2013. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>. Acesso em 05 abr. 2022.

MAYOR, Arcindo Vaquero. **Paredes de concreto contribuem para rapidez e economia na obra**. 2012. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/paredes-de-concreto-contribuem-para-rapidez-e-economia-na-obra/6420> > Acesso em: 28 de out. 2021.

MAYOR, Arcindo Vaquero. **O Concreto e o Sistema de Parede de Concreto**. 2012. Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/2012/10/>. Acesso em 02 abr. de 2022.

MISSURELLI H. e MASSUDA, C. Equipe de obra. **Como construir na pratica**. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcaoreforma/63/formasmetalicas-para-paredes-de-concreto-saiba-como-funciona-294280-1.aspx>. Acesso em: 20 de out.2021.

MONGE, Rubens; MAYOR, Arcindo; SILVA; João. A construção de um sistema de sucesso. **Revista Concreto e Construções**, São Paulo, ano 46, n. 90, p. 42-46 abr-jun. 2018. Disponível em: https://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista90.pdf. Acesso em 05 abr. 2022.

NAKAMURA, J. **Modelo seguro: quando bem especificados, fôrmas e escoramentos podem induzir ganhos de produtividade, além de agregar economia e qualidade à obra. Conheça as principais tecnologias disponíveis e suas aplicações**. [Editorial]. Construções mercado negócios de incorporação e construção, n.152, p.66 a 69, abr. 2018.

NAKAMURA, J. **Parede de Concreto: Vantagens e Características**. 2019. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/parede-de-concreto/com.br>). Acesso em: 11 abr. 2022

NASCIMENTO, Caroline Martins; BERTEQUINI, Aline Botini Tavares. **COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE ALVENARIA E PAREDE DE CONCRETO “IN LOCO” E A VIABILIDADE DO SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO “IN LOCO” EM HABITAÇÕES POPULARES**. 2020. 16f. Unioledo.

NEVES, A. **Quais são as formas para paredes de concreto mais usadas?** Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/formas-para-paredes-de-concreto>

Acesso em: 25 de out. 2021.

SILVA, Fernando Benigno da. Paredes de Concreto Armado moldadas in loco. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 19, n. 167, p. 62-67, fev. 2011. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/167/imprime117015.asp>. Acesso em 28 out. 2021.

SILVA, Fernando Benigno da. Sistema de Formas Plásticas para Paredes de Concreto. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 18, n. 165, dez. 2010. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/165/sistema-de-formas-plasticas-para-paredes-de-concreto-205513-1.asp>. Acesso em 29 abr. 2022.

VENTURINI, Jamila. Casas com paredes de concreto. **Revista Equipe de Obra**, São Paulo, v. VII, n. 37, julho. 2011. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/casas-com-paredes-deconcreto-220698-1.aspx>. Acesso em: 28 out. 2021.

WENDLER, Arnaldo. Paredes de concreto: **Cálculo para construções econômicas**. 2012. Disponível em: <http://site.abece.com.br/download/pdf/Eventos-Palestra-Wendler.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2022.

WENDLER, Arnaldo. Construção: **Compare o uso de sistema vigado, alvenaria estrutural e paredes de concreto**. 2017. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/contrucao-comparativo-de-sistemas/m.br>. Acesso em: 29 abr. 2022.