



ESTUDO SOBRE O SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO

LIMA, Bruno Santana¹; RODRIGUES, Jéssica².

Orientador: Prof. Me Ricardo Simões - Universidade São Francisco

E-mail dos autores principais:

bruno.santana.lima@mail.usf.edu.br

jessica.rodrigues@mail.usf.edu.br

RESUMO.

A indústria da construção civil no Brasil durante muito tempo sofreu com problemas no seu desenvolvimento, em virtude do pouco estímulo de novos métodos construtivos.

Devido a essas falhas e a dependência de fatores externos, como economia, política e insumos, herdamos problemas relacionados à moradia no país.

Cientes desse fato e durante os últimos anos com o maior interesse do poder público em solucionar esses problemas, surgiu o Método construtivo Paredes de Concreto.

Esse método é composto por paredes de concreto que são moldadas no local com o uso de fôrmas, nas quais as paredes possuem dupla função, estrutural e de vedação. Além disso, devido ao seu modo peculiar de construir, acabam sendo necessárias novas técnicas para inserir instalações, dimensionar e executar sua fundação e acabamentos, buscando através disso atingir os melhores padrões de qualidade e segurança.

As principais vantagens relacionadas a esse sistema são a alta velocidade para construção do empreendimento, criação padronizada e sistêmica dos processos, o que diminui o escopo de colaboradores e aperfeiçoa a metodologia, além da gestão de obra antecipada, prevenindo erros e trabalhando em suas soluções.

Portanto o objetivo desse trabalho é contextualizar todo o processo que envolve as fôrmas, relacionando o contexto histórico, etapas de construção em obras, funcionamento e maneiras que empresas utilizam para gerenciar esse novo investimento, capacitando e transformando a construção civil em um novo modelo industrial.

Palavras-chave: paredes de concreto, sistema de fôrmas, método construtivo.

ABSTRACT.

The civil construction industry in Brazil has long suffered from problems in its development, due to the lack of stimulus for new construction methods.

Due to these failures and the dependence on external factors, such as economics, politics and inputs, we have inherited problems related to housing in the country.

Aware of this fact, and during the last few years with the greater interest of the public authorities in solving these problems, the Concrete Walls construction method emerged.

This method is composed of concrete walls that are molded on site with the use of formwork, in which the walls have dual function, structural and sealing. In addition, due to its peculiar way of building, new techniques are required to insert installations, size and execute its foundation and finishes, seeking through this to achieve the best standards of quality and safety.

The main advantages related to this system are the high speed to build the enterprise, standardized and systemic creation of the processes, which reduces the scope of collaborators and improves the methodology, besides the anticipated work management, foreseeing errors and working on their solutions.

Therefore, the objective of this work is to contextualize the entire process that involves formwork, relating the historical context, construction stages in works, operation and



ways that companies use to manage this new investment, enabling and transforming civil construction into a new industrial model.

Keywords: concrete walls, formwork system, construction method.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores mais importantes da economia brasileira, gerando empregos e riqueza para o País.

Em 2021 o seu PIB teve um crescimento de 9,7%, sendo a maior alta em 11 anos. Segundo a economista Ieda Vasconcelos esse foi o melhor desempenho desde 2010 e após uma retração de 6,3% no ano de 2020. “Esse também foi o melhor resultado apresentado pelo segmento industrial no ano passado, que cresceu 4,5%. O PIB do Brasil cresceu 4,6%. Ou seja, mais uma vez a Construção Civil ajudou a impulsionar a economia nacional”, disse.

Isso acontece porque o mercado da construção civil possui a capacidade de criar novos postos de trabalho, gerando impacto econômico e social, criando empregos mesmo quando os seus empreendimentos estão finalizados e prontos para serem entregues.

Segundo dados do Caged em 2021, divulgados pelo Ministério do Trabalho, o setor gerou 244.765 novas vagas com carteira assinada, representando o melhor resultado desde 2010, quando 344.730 novos empregos foram criados. O seu número de trabalhadores formais cresceu 11,62%, passando de 2,107 milhões em 2020, para 2,351 milhões em 2021.

Não obstante todos esses dados positivos a respeito do investimento gerado pela construção, se trata de um ramo que pouco inova, comparado com outros setores industriais.

Segundo pesquisas da rede britânica The Farmer Review, nos últimos 20 anos, a construção civil foi o setor que menos apresentou aumento da produtividade, ficando atrás de setores industriais e demais áreas do mercado.

Existem muitos problemas que acarretam nesses dados preocupantes, podendo citar como os principais: a falta de planejamento, tolerância a erros e desperdícios nas obras, desconhecimento das normas que regulamentam os seus processos, falta de treinamento dos operários e demais membros da equipe, criando resistência a mudanças e padronizando atitudes incorretas, porém tradicionais do dia a dia da construção.

Esses problemas, alinhados a questões políticas e financeiras, geram um custo de operação maior, influenciando nos juros, criando retrabalho e atraso nas entregas dos empreendimentos. Todo esse contexto agrava o déficit habitacional brasileiro. Segundo dados da Fundação João Pinheiro, apenas em 2019 mais de 5,8 milhões de moradias apresentavam problemas relacionados a esse déficit habitacional, sendo que as projeções para 2030 são de um aumento para 11,9 milhões. Esse é um problema que afeta a todos, pois essa pesquisa engloba não apenas o déficit habitacional, mas também a inadequação domiciliar e escassez de moradia, o que aumenta o valor dos aluguéis e causa um ônus excessivo para o cidadão.

Portanto, cabem às políticas públicas e a engenharia em especial, a necessidade de desenvolver novas tecnologias e soluções, que sejam capazes de acelerar o processo construtivo, melhorando a eficiência e a qualidade de suas entregas.

O sistema construtivo paredes de concreto busca amenizar esse problema, associando qualidade e alto desempenho, para tornar a construção civil um sistema industrializado capaz de atender a necessidade de prazo, custo e eficiência, oferecendo base teórica e técnica para a formação de seus colaboradores.

1. MODULAÇÃO E PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO ATRAVÉS DO SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO

O sistema construtivo de paredes de concreto é conhecido por industrializar os seus processos, padronizando o sequenciamento das suas atividades, investindo em tecnologias para inovação e realizando treinamentos periódicos com os seus colaboradores, que deixam de ser conhecidos como pedreiros e passam a ser chamados de operadores.

Profissões em que os funcionários precisam estar presentes em ambientes que geram riscos físicos, além de muitas vezes a morte, necessitam de um controle para evitar riscos e acidentes. A norma regulamentadora NR18 (Condições e meio ambiente de Trabalho na Indústria Civil) é responsável por criar e aplicar normas que dizem respeito a locais de trabalho que possuem esses riscos, como a construção civil e a indústria. Entre os principais ambientes que a Norma regulamentadora está presente estão: Trabalho com instalações elétricas, estruturas de concreto e metálicas, demolição, sondagens, escavações e outras que podem causar danos e riscos aos trabalhadores. Além de regulamentar os locais de trabalho, a NR 18 explica e conscientiza sobre o uso de EPI's e EPC's, relacionando todos os ambientes que os colaboradores utilizam, como refeitórios, banheiros, vestiários, entre outros. A norma regulamentadora NR 06 discorre sobre o uso de equipamentos de proteção individual em todas as áreas do ambiente de trabalho. Nas obras do sistema construtivo paredes de concreto armado elas são compostas por:

- Bota de segurança com bico de aço;
- Capacete de segurança;
- Cinto de segurança com trava-quedas (preso em cabo de aço ou corda de segurança auxiliar);
- Luva de proteção (vinílica, de raspa);
- Óculos de segurança;
- Protetor auricular.



Figura 1: Equipamentos de Proteção Individual.



Figura 2: Equipamentos de Proteção Individual.

Em um canteiro de obras que utiliza o sistema construtivo de paredes de concreto, as atividades precisam ser adaptadas e desenvolvidas de modo a otimizar o tempo, devido às fôrmas de alumínio ou plásticas serem muito caras, comparado a outros sistemas, portanto atrasos não podem ser tolerados. O planejamento e organização para a execução do empreendimento devem ser feitos com muito rigor, levando em consideração as questões de logística, suprimentos, prazo, jogo de fôrmas, volume de concreto, quantidade de aço, mão de obra, materiais de hidráulica e elétrica, entre outros. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012).

1.1 Fundação

Pode ser adotado qualquer tipo de fundação, desde que sejam considerados o tipo de terreno e características do solo, levando em consideração levantamentos como a sondagem do local.

A fundação pode ser do tipo sapata, sapata corrida, radier ou blocos de coroamento para tubulões. Não obstante, o tipo de fundação mais usual são as do tipo radier, devido ao baixo custo quando comparadas às sapatas corridas, o menor tempo de execução e a redução da mão de obra, quando existe possibilidade de execução. Caso não seja escolhida a fundação do tipo radier, é recomendado que seja executada uma laje de piso na cota do terreno, para servir de apoio às fôrmas, eliminando a chance de trabalhar diretamente sobre o terreno bruto (ABCP, 2007). Além disso, é importante que seja feito todo o posicionamento das instalações elétricas e hidráulicas conforme o gabarito do projeto, por serem executados antes da concretagem pela infraestrutura.



Figura 3: Terreno após concretagem do radier.

1.2 Marcação e fixação dos espaçadores:

Antes de iniciar a montagem dos painéis de fôrmas, é necessário marcar no piso (fundação ou laje) as linhas das faces internas e externas das paredes, de modo a orientar os armadores a iniciarem o processo de armação, pois são eles os responsáveis por definir a espessura das paredes.



Figura 4: Fundação radier com espaçadores.

1.3 Armação - Posicionamento das telas e fixação dos arranques:

Depois de finalizar a fundação e fazer a marcação no piso das linhas das faces das paredes internas e externas, são fixados todos os arranques necessários para transmitirem os esforços quando da instalação da estrutura. Para assegurar o posicionamento da armadura segundo o que está previsto em projeto e a geometria na fixação dos painéis, é necessário a utilização de espaçadores na armação, tubulações hidráulicas e nos componentes elétricos, de modo a garantir a cobertura mínima necessária para o concreto segundo o que está previsto em norma, evitando fissuras, trincas e exposições das armaduras. Segundo Missurelli e Massuda (2009), “A armação adotada no sistema paredes de concreto é a tela soldada posicionada no eixo vertical da parede”. A montagem, o posicionamento e o cobrimento especificados para as armaduras devem ser verificados, devendo as armaduras estarem previamente limpas (ABNT, 2012, p.27). Uma das funções da armação no Sistema Paredes de Concreto é resistir a tensões de retração, consideráveis devido ao volume de concreto usado, além de suportar outras ações diretas e indiretas. Por isso, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2012, p. 27) antes de qualquer alteração ou corte na armação, deve-se obter a anuência do projetista e do responsável técnico da obra.

1.4 Reforços e Cobrimentos - Portas e janelas

Todos os reforços devem ser executados segundo o projeto de armação fornecido pelo projetista. Portanto, para evitar futuras patologias é muito importante que não haja dúvidas na sua interpretação, além de fiscalização na sua execução.



Figura 5: Posicionamento das armaduras com espaçadores

1.5 Instalações prediais

Após o término do posicionamento das barras de aço, inicia-se a inserção das instalações elétricas, fixando os eletrodutos, módulos elétricos, caixas de laje e quadro de distribuição as telas armadas.

As marcações desses pontos devem seguir rigorosamente os projetos específicos para que haja um perfeito encaixe nos moldes, sendo necessários os projetos de elétrica e hidráulica, além do projeto de furação, onde ocorre a compatibilização entre estrutura e instalações.

Os pontos devem estar perfeitamente fixados para evitar deslocamentos na concretagem.



Figura 6: Instalações elétricas segundo a NBR 5410.

As instalações com tubos de grande diâmetro não são embutidas nas paredes, e devem seguir rigorosamente o projeto hidráulico, pois são alojadas em shafts, previamente deixados nas paredes, como aberturas. A decisão quanto ao embutir ou não às instalações nas paredes, devem ser do projetista estrutural, de forma a não comprometer o sistema construtivo. Além disso, tal decisão deve considerar as exigências de manutenção das instalações hidráulicas e elétricas ao longo da vida útil da edificação.

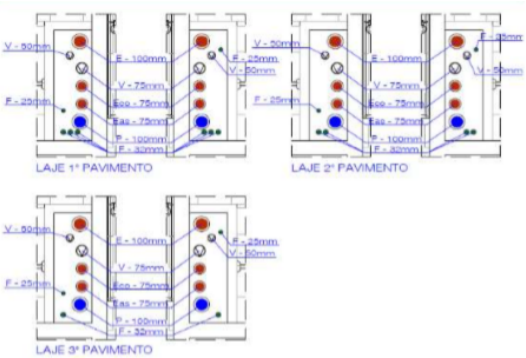


Figura 7: Detalhamento das prumadas no shaft por pavimento.

2.3 Baixa aderência ao concreto:

Para que o processo de desforma ocorra sem surpresas, as fôrmas devem possuir baixa aderência ao concreto, garantindo a perfeição da superfície, que afeta diretamente na durabilidade da estrutura, para isso tornou-se bastante usual a utilização de óleos desmoldantes, que são responsáveis por facilitar o processo da desforma.

2.4 Baixa absorção de água:

É recomendável que os materiais que constituem as fôrmas apresentem baixa absorção de água, para que não haja comprometimento da hidratação do cimento, apesar de ser necessário que as fôrmas sejam saturadas antes do lançamento do concreto.

2.5 Montagem:

Ao iniciar a montagem das fôrmas, é necessário verificar cada projeto específico do empreendimento, detalhando a sequência lógica de montagem. Em geral as empresas que adotam o sistema construtivo seguem uma sequência padrão para o início da montagem. Começando pelas paredes internas, paredes externas e ao fim a finalização das fôrmas das lajes. Não há uma sequência correta para realização dessas atividades, cabe a cada gestão realizar um planejamento estratégico, buscando formas de dividir a equipe e agilizar o processo de produção.



Figura 9: Montagem de fôrmas metálicas

2.5.1 Posicionamento das fôrmas:

A fim de obter melhor resultado no processo de construção, é importante seguir rigorosamente os projetos de montagem elaborados, obedecendo às recomendações técnicas dos fornecedores das fôrmas de alumínio.

2.5.2 Óleo desmoldante

Seu objetivo é proteger a fôrma do concreto, facilitando a retirada das peças metálicas no momento de desforma, impedindo a aderência entre ela e o concreto. Recomenda-se a sua aplicação todas as vezes que a fôrma for utilizada.

3. FORMAS PLÁSTICAS

As peças são compostas por elementos de fôrma plástica (polímero de engenharia) e travamentos metálicos (aço 1020), que constituem os componentes necessários para a concretagem.

3.1 Polímeros de Engenharia:

Os plásticos de engenharia fazem parte de um segmento inovador e promissor para a indústria de transformação do plástico. São resinas com propriedades elevadas que exigem maior resistência mecânica, térmica, à tração de ruptura, química e às intempéries.

Devido às propriedades e aplicações, podem substituir, em muitos casos e de forma eficiente, materiais como aço, cerâmica ou metal.

Os plásticos de engenharia oferecem as seguintes propriedades:

- Alta resistência mecânica;
- Ótima usabilidade e estabilidade dimensional;
- Boa resistência química;
- Boa resistência a desgaste;
- Versatilidade de forma e tamanho;
- Aplicações em variadas temperaturas, podendo ser usado permanentemente entre 100°C e 150°C;
- Possibilidade de produzir peças com acabamento em pintura metalizada (ABS).

Além disso, esses materiais dispensam lubrificação, evitando uso de graxas e reduzindo o custo e peso das peças fabricadas. Não são condutores e ocupam o lugar de plásticos tradicionais em aplicações que não envolvem tecnologia ou técnicas incomuns. Se tornam, portanto, um verdadeiro precursor de inovação em muitos segmentos, com a possibilidade de abertura no mercado internacional e importante fonte de riqueza nacional.



Figura 10: Uso do polímero de engenharia na construção civil.

O orçamento é feito mediante projeto, como referência, pode ser adotado o valor para locação de R\$ 53,00 por m² de face de forma, com um mínimo de 2 meses de locação e R\$ 860,00 por m² para compra, podendo ser pago em até 48x com cartão BNDES.

Para se ter uma ideia, uma casa ou apartamento com área em torno de 55m², teremos algo em torno de R\$ 18.500,00/mês na locação e R\$ 300.000,00 para aquisição.

Vale destacar o excelente acabamento e longa vida útil do sistema, isso quer dizer que ao final do empreendimento o equipamento poderá retornar a empresa, onde será feita manutenção e configuração para um novo projeto com aproveitamento praticamente total das peças.

Destacamos também que o sistema atende a obras de casas térreas e múltiplos pavimentos desde o popular até o alto padrão.

Dentre as maiores vantagens em construir com este método se destacam o valor final da obra que tem redução em torno de 15%, a possibilidade de realizar a obra com mão de obra composta basicamente por ajudantes e principalmente o tempo de execução da obra que é extremamente reduzido.

O material é preparado e colocado em pallets, onde um conferente da empresa contratante acompanha o carregamento.

Na saída do equipamento a equipe responsável pelo desenvolvimento das fôrmas preparam um kit de peças que o cliente compra e leva para fazer a manutenção durante a utilização do sistema, esse kit é baseado no projeto da fôrma, que é modular e fornece o quantitativo de peças que foram importantes para desenvolver o projeto.

Baseado nesse dado é oferecido para o cliente a quantidade peças necessárias para formar o painel (peças de 40 cm*40cm, 20cm*40cm, 25cm*40cm) de acordo com aquelas de maior incidência para composição, destacando que seu custo é considerado baixo.

Uma fôrma no valor de R\$ 600.000,00 no valor de venda, seriam necessários entre R\$ 2.000,00 a R\$ 3.000,00 para peças de reposição e caso ocorra a necessidade de peças na obra, basta ser realizado o pedido e a empresa responsável pelas fôrmas irá realizar o seu despacho.

A respeito do treinamento do uso das fôrmas é disponibilizado um técnico que fica na obra entre uma a duas semanas, sem custo, porém a empresa contratante será responsável pelas despesas de viagem, hospedagem e alimentação do mesmo.

3.2 Engenharia de sistemas construtivos

O método construtivo é similar ao adotado para fôrmas metálicas, por se tratar do mesmo processo construtivo.

Paredes com qualidade necessitam de boas fundações, para que as paredes não corram o risco de saírem do prumo.



Figura 11: Radier pronto e início de marcação.

A marcação do radier necessita ser criteriosa, acompanhar o gabarito e checar se o posicionamento das tubulações embutidas estão corretas para que não ocorra problemas durante a montagem das fôrmas.

Armaduras e instalações seguem os mesmos cuidados e recomendações das fôrmas metálicas.

Para a montagem dos gabaritos é necessário que se tome cuidado com sua fixação correta no chão e bem alinhados com a marcação, para que o “pé” da fôrma não abra e cause vazamento de concreto.



Figura 12: Fixação dos gabaritos e posicionamento para o travamento do "pé" da fôrma

A aplicação do desmoldante nos painéis obedecem às mesmas recomendações que das fôrmas metálicas, garantindo que toda área de contato entre fôrma e concreto receba o desmoldante.



Figura 13: Aplicação do desmoldante na fôrma

Colocação das ancoragens e distanciadores par que a barra de ancoragem não fique “concretada” na parede.



Figura 14: Colocação das ancoragens e distanciadores

Evite ao máximo impactos durante a desforma, principalmente ao retirar o “primeiro” painel de cada parede a fim de que não ocorra fissuras mecânicas.

Manter os cuidados recomendados pelos técnicos para que seja prolongada a vida útil das peças utilizadas, que podem chegar em média até 500 reutilizações.

METODOLOGIA

Para adquirir uma melhor assimilação desta etapa a Figura 15 expõe um Fluxograma com todos os procedimentos a serem desenvolvidos.

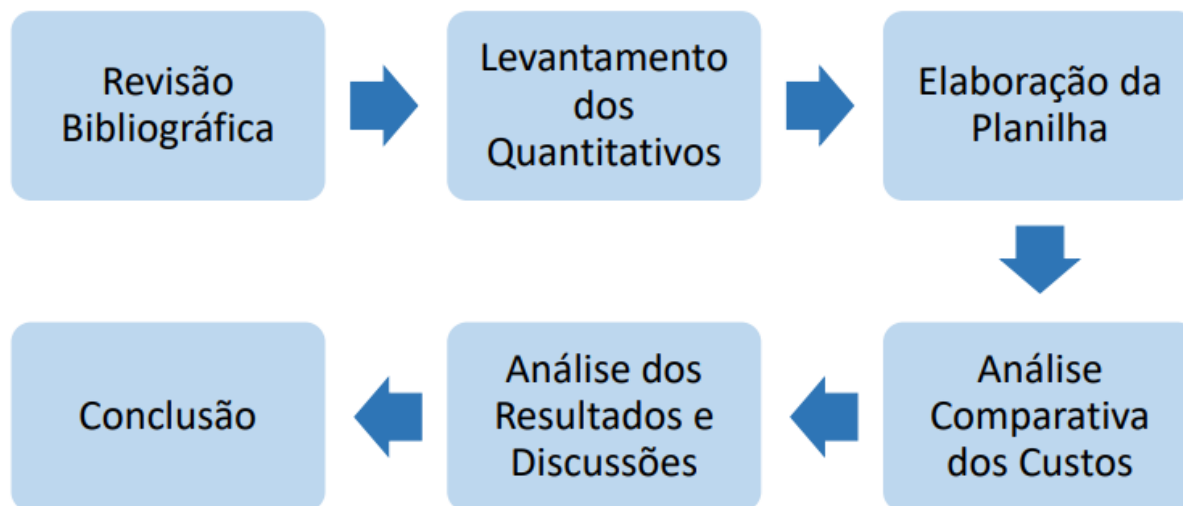


Figura 15: Passo a passo da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Através do fluxograma definimos a ordem de apresentação do artigo. Desenvolveu-se a pesquisa teórica, procurando entender o procedimento de execução desse método, desde a fundação até o levantamento da estrutura, não compreendendo o seu acabamento.

Em seguida é explicado como funcionam ambos os sistemas, tanto de fôrmas metálicas, quanto de fôrmas plásticas, e logo após é abordado o estudo de caso, comparando ambas as soluções e analisando o resultado encontrado.

4. OBJETO DE ESTUDO:

Para o estudo de caso será abordado um prédio residencial que possui 14 pavimentos, com 12 apartamentos por andar. Trata-se de apartamentos modulares, ou seja, apartamentos que independentemente da posição, possuem a mesma área e composição arquitetônica.

No método construtivo analisado um jogo de fôrma faz 2 apartamentos (PNE e PDR), escada (apenas fôrmas metálicas), hall e variações. No estudo é feito o levantamento de custos de cada ambiente, a quantidade de vezes que a fôrma pode ser reutilizada desde que manuseada da forma correta, custos de equipamentos de proteção coletiva, custo de envio desse jogo de fôrmas para a obra, simulando que a mesma estivesse localizada em outro estado, e que os jogos de fôrmas estivessem localizados em São Paulo.

4.1 Levantamento dos quantitativos:

A coleta de dados referentes aos custos dos materiais será feita através de tabelas, a partir de duas análises, locação e venda, utilizando para isso plantas de arquitetura e estrutura.

4.2 Cálculo das fôrmas para locação e venda:

As fôrmas plásticas possuem valor de R\$ 53,00 por m² de face de fôrma para locação, com no mínimo dois meses de locação e R\$ 860,00 por m² de face de fôrma para compra. Para compra da fôrma metálica o valor é de R\$ 2.200,00 por m² de face de compra.



Figura 16: Arquitetura apartamento pne.

4.2.1 Apartamento para portadores de necessidades especiais:

O apartamento PNE possui um total de 38,70 m², com cozinha/área de serviço, sala de estar/jantar, Banho Pne, despensa e 1 dormitório.

Em seguida será apresentado por meio de tabelas o custo das fôrmas desse empreendimento para opção de locação e compra.

Cálculo de área de face por metro quadrado de fôrma para locação e venda					
Fôrma Plástica	Comp Horizontal	Comp Vertical	Área total	Valor unitário (m ²)	Valor total
Locação	82,65	2,7	269,11	R\$ 53,00	R\$ 28.526,03
Compra	82,65	2,7	269,11	R\$ 860,00	R\$ 231.437,57

Tabela 1: Custo das fôrmas plásticas do empreendimento pne.

Cálculo de área de face por metro quadrado de fôrma para locação e venda					
Fôrma Metálica	Comp Horizontal	Comp Vertical	Área total	Valor unitário (m ²)	Valor total
Locação	82,65	2,7	269,11	R\$ 800,00	R\$ 430.581,52
Compra	82,65	2,7	269,11	R\$ 2.200,00	R\$ 592.049,59

Tabela 2: Custo das fôrmas metálicas do empreendimento pne.

4.2.2 Apartamento pdr:

O apartamento PDR possui um total de 38,70 m², com cozinha, área de serviço, sala de estar/jantar, banho e 2 dormitórios.



Figura 17: Arquitetura apartamento pdr.

Em seguida será apresentado por meio de tabelas o custo das fôrmas desse empreendimento para opção de locação e compra.

Cálculo de área de face por metro quadrado de fôrma para locação e venda					
Fôrma Plástica	Comp Horizontal	Comp Vertical	Área total	Valor unitário (m ²)	Valor total
Locação	80,41	2,7	266,76	R\$ 53,00	R\$ 28.276,76
Compra	80,41	2,7	266,76	R\$ 860,00	R\$ 229.415,23

Tabela 3: Custo das fôrmas plásticas do empreendimento pdr.

Cálculo de área de face por metro quadrado de fôrma para locação e venda					
Fôrma Metálica	Comp Horizontal	Comp Vertical	Área total	Valor unitário (m ²)	Valor total
Locação	80,41	2,7	266,76	R\$ 800,00	R\$ 426.819,04
Compra	80,41	2,7	266,76	R\$ 2.200,00	R\$ 586.876,18

Tabela 4: Custo das fôrmas metálicas do empreendimento pdr.

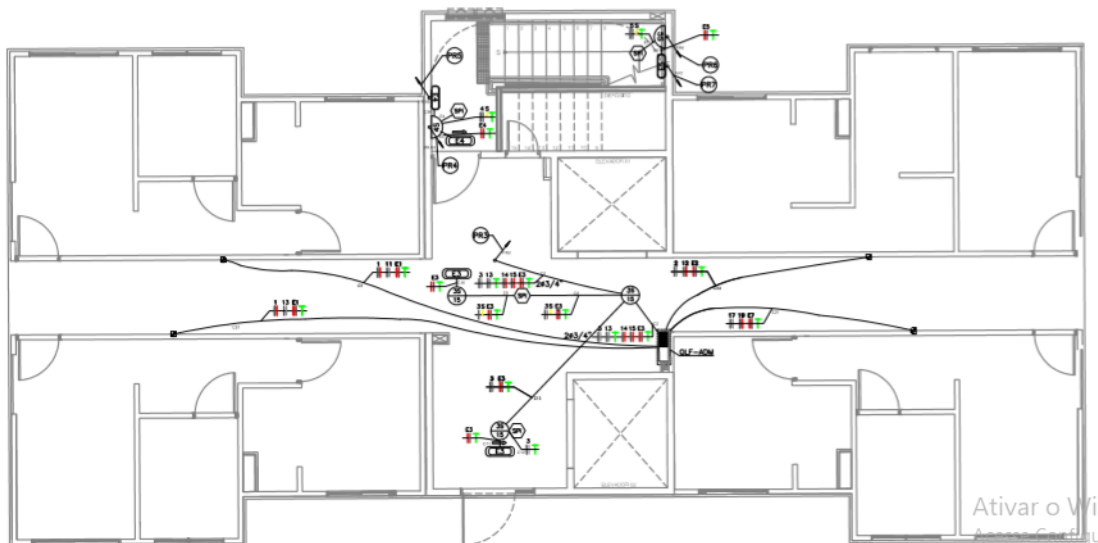


Figura 18: Arquitetura do Hall.

4.2.3 Hall do empreendimento:

Para o Hall do prédio é importante considerar áreas de face do core central, da escada, lajes do corredor e faces das laterais que realizam o seu fechamento.

Em seguida será apresentado por meio de tabelas o custo das fôrmas desse empreendimento para opção de locação e compra.

Cálculo de área de face por metro quadrado de fôrma para locação e venda					
Fôrma Plástica	Comp Horizontal	Comp Vertical	Área total	Valor unitário (m ²)	Valor total
Locação	89,36	2,7	383,66	R\$ 53,00	R\$ 40.667,65
Compra	89,36	2,7	383,66	R\$ 860,00	R\$ 329.945,11

Tabela 5: Custo das fôrmas plásticas do Hall.

Cálculo de área de face por metro quadrado de fôrma para locação e venda					
Fôrma Metálica	Comp Horizontal	Comp Vertical	Área total	Valor unitário (m ²)	Valor total
Locação	89,36	2,7	383,66	R\$ 800,00	R\$ 613.851,36
Compra	89,36	2,7	383,66	R\$ 2.200,00	R\$ 844.045,62

Tabela 6: Custo das fôrmas metálicas do Hall.

4.3 Custo do jogo de fôrmas:

Para a concretagem do empreendimento em estudo, são necessários jogos de fôrmas dos apartamentos pne “lado A” e pne “lado B”, apartamento padrão “lado A” e apartamento padrão “lado B”, devido ao fato que os apartamentos adjacentes são geminados e espelhados. Além disso, são necessários os jogos de fôrmas do hall.

Logo abaixo, serão apresentados os custos dos jogos das fôrmas.

Custo da Fôrma	
FÔRMA PLÁSTICA PARA LOCAÇÃO	R\$ 678.471,90
FÔRMA METÁLICA PARA LOCAÇÃO	R\$ 8.063.384,50
FÔRMA PLÁSTICA PARA COMPRA	R\$ 1.446.781,67
FÔRMA METÁLICA PARA COMPRA	R\$ 3.711.715,17

Tabela 7: Custo total das fôrmas para locação e compra

4.3.1 Custo do jogo de fôrmas em função da quantidade de vezes que podem ser reutilizados:

Segundo estudos com as próprias empresas fabricantes e fornecedoras de fôrmas.

A fôrma plástica desde que utilizada de forma correta e com cuidados preventivos pode ser reutilizada até 120 vezes, dependendo do seu uso, por esse motivo o seu custo será em relação a essa quantidade, não obstante quando se tratar de locação, terá o teto da quantidade de vezes que poderia ser reutilizada, levando em consideração que a empresa concrete um apartamento todos os dias, quando a fôrma utilizada for plástica, e dois apartamentos diariamente quando for metálica, trabalhando durante 6 dias/semana, durante seis meses de locação, que é o tempo mínimo de contrato da fornecedora de fôrma metálica para opção de locação.

A fôrma metálica pode ser reutilizada por até 700 vezes, desde que utilizada de forma

correta, concretando dois apartamentos diariamente de acordo com especialista consultado.

Custo da Fôrma	
FÔRMA PLÁSTICA PARA LOCAÇÃO	R\$ 4.711,61
FÔRMA METÁLICA PARA LOCAÇÃO	R\$ 27.997,86
FÔRMA PLÁSTICA PARA COMPRA	R\$ 12.056,51
FÔRMA METÁLICA PARA COMPRA	R\$ 5.302,45

Tabela 8: Custo total das fôrmas em relação a quantidade de usos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico será abordado os resultados obtidos, em conformidade com as informações presentes na metodologia e discutindo os dados com especialistas da área, analisando o desempenho entre custos, quantidade de reutilização e objetivos da empresa que contrata o jogo de fôrmas.

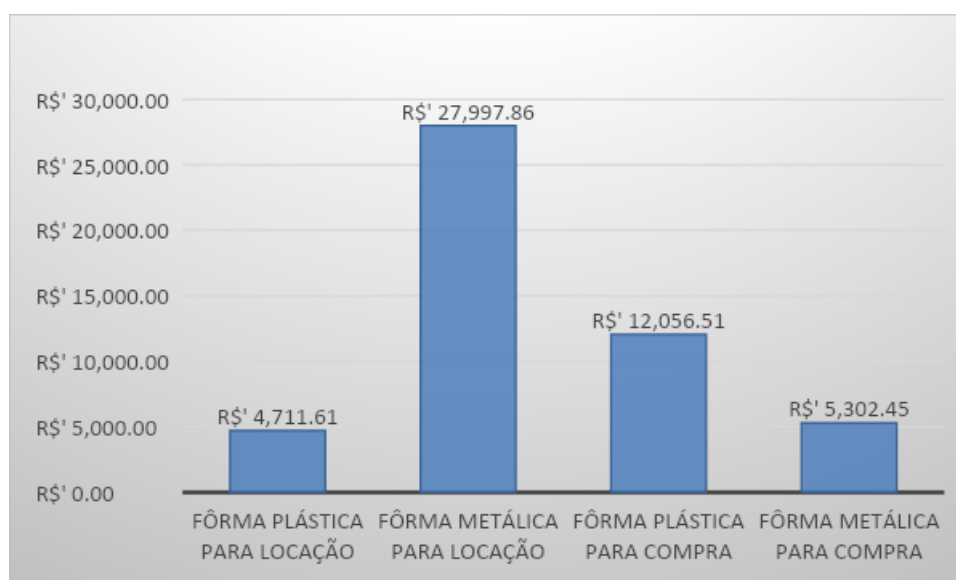


Gráfico 1: Análise de custos.

Analisando os resultados encontrados, observamos que apesar do alto custo da fôrma metálica, que representa aproximadamente 2,56 vezes o custo da fôrma plástica, quando o objetivo é sua compra, a relação do custo benefício se torna mais vantajosa, porque a medida que seu uso é continuado, o seu custo passa a representar aproximadamente 43,98% do valor da sua concorrente. Isso explica o motivo das fôrmas metálicas possuírem tanto investimento e interesse das grandes construtoras, que apostam em criar padrões, possibilitando replicá-los milhares de vezes em suas obras, tornando o custo cada vez mais competitivo para a construção.

Não obstante, é importante analisar a opção de locação das fôrmas plásticas, que tornam-se mais vantajosas desde que, a construtora consiga manter alto ritmo de produtividade e não deseje reutilizar às fôrmas por centenas de vezes, ou seja, segundo dados levantados, em caso de uma repetição de até 144 empreendimentos nessa tipologia, o custo da locação da fôrma plástica iria representar 39,08% da sua opção de compra e 88,86% da opção de compra das fôrmas metálicas, que já havia se mostrado muito mais vantajosa.

A respeito da locação de fôrmas, essa opção não se mostra viável, o que a torna



praticamente impossível de ser encontrada no mercado atual.

CONCLUSÃO

A analogia realizada entre os sistemas construtivos pesquisados, deu-se por perceber a importância em desenvolver métodos capazes de reduzir o déficit habitacional brasileiro e, foi possível visualizar o progresso do sistema paredes de concreto no Brasil.

Além disso, observamos o contexto para a sua regulamentação e como as grandes construtoras se desenvolvem para acompanhar essas mudanças, capacitando e orientando seus colaboradores para manterem a qualidade que se espera desse investimento.

A adoção do sistema construtivo “paredes de concreto” mostrou-se muito eficaz em produzir obras com qualidade, reduções de custo, prazo menores, canteiros de obras sustentáveis com baixo nível de desperdício e principalmente inovando, para que a construção civil evolua e vença os desafios impostos, contribuindo para uma sociedade mais justa e com mais oportunidades para todos.

Não obstante, atualmente o mercado da construção civil está sofrendo outros problemas, impostos pelo atual momento em que insumos da construção civil, principalmente o aço, se torna tão instável e com tantas disparadas no preço, cabendo à engenharia e seus profissionais a buscarem novas saídas para o mercado.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Me. Ricardo Simões, por ter sido nosso orientador e guia durante esse ciclo de aprendizado.

A Levi Krishna, por ter despertado nosso interesse pelo tema, Douglas Silva dos Santos e Laís Melo, pela experiência em projetos e uso de fôrmas como método construtivo.

Ao engenheiro, especialista em paredes de concreto, Danilo Lorenceto por todo o conhecimento e experiência compartilhada.

Por fim gostaríamos de agradecer às empresas Metromodular, SF Fôrmas e Construtora Tenda, pelo fornecimento de dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

Autodoc Projetos. Disponível em <<https://projetos3.autodoc.com.br>>. Acesso em 28 de outubro de 2022.

Centro de Inteligência e Inovação em Formas: Arquivo Pessoal.

Instituto Brasileiro de Telas Soldadas. Disponível em <<http://www.abesc.org.br/assets/files/paredes-concreto-concrete-show.pdf>>. Acesso em 24 de outubro de 2022.

Metro Modular, Engenharia de Sistemas Construtivos: Arquivo Pessoal.

MISURELLI, H; MASSUDA, C. **Paredes de Concreto.** Revista Techne, n.147, p. 7478, jun. 2009.



Pinheiro, Fundação João. 2017. Disponível em:

<<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos/2742-deficithabitacionlno-brasil-3>>.

Acesso em 28 de outubro de 2022.

SANTOS, V. F. **Paredes de concreto com fôrmas metálicas.** Revista Techne, n.169, abril 2011. Disponível em:

<<http://techne17.pini.com.br/engenhariacivil/169/artigo286819-1.aspx>>

Acesso em 15 de junho. 2022.

SILVA, F. B. **Paredes de concreto moldadas in loco.** Revista Techne, n.167, fev 2011.

Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/167/paredes-de-concretoarmado-moldadas-in-loco-286799-1.aspx>>.

Acesso em 28 de outubro. 2022.

Plásticos de engenharia: O que são, suas propriedades e tipos. Disponível em:

<<https://maispolimeros.com.br/2019/04/16/plasticos-de-engenharia/>>.

Acesso em 28 de outubro. 2022.