

ESTUDO DE CASO DA UTILIZAÇÃO DE FÔRMAS DE ALUMÍNIO NA EXECUÇÃO DE PAREDES DE CONCRETO EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES

Francielly Batista de Oliveira

Discente, Bacharelada em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA (franciellysj@gmail.com)

Jéssica Leão Camargo de Oliveira

Discente, Bacharelada em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA (jeehleo38@gmail.com)

Juarez José Vieira Júnior

Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA (juniorjuarez227@gmail.com)

Thales Murillo Siqueira Teodoro

Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA (thmurillo@hotmail.com).

Aurélio Caetano Feliciano

Professor Especialista de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (aureliocfeng@gmail.com)

RESUMO

Este estudo apresenta uma análise minuciosa do uso de formas de alumínio no método construtivo de paredes de concreto armado. Por meio de um estudo de caso de residências unifamiliares localizadas em Anápolis-GO, onde o método utilizado para construção foi o de paredes de concreto armado, método esse que tem ganhado popularidade, especialmente em empreendimentos de alta rapidez de execução, como edifícios residenciais, devido à sua economia, otimização da mão de obra e curtos prazos de entrega. Nesse sistema construtivo, as paredes de concreto armado desempenham tanto a função de vedação quanto de estrutura de sustentação da edificação. O processo envolve várias etapas, sendo elas: A montagem das armaduras de aço em conjunto com a instalação dos conduites, caixas de passagem elétricas e instalação da tubulação hidráulica; a montagem de fôrmas de alumínio, devidamente escoradas, já é o processo seguinte; e por último sendo realizada a concretagem da obra. No caso estudado a etapa da concretagem foi dividida em duas partes separadas, sendo que a primeira consiste na concretagem apenas das paredes, e dois dias depois, quando o concreto já tiver resistência mínima para resistir à algum esforço, é realizada a concretagem da platibanda. No dia seguinte após as concretagens, já é possível fazer a retirada das formas, lavagem e reutilização das mesmas, acelerando a construção do empreendimento em questão. Neste presente estudo será realizada uma análise de cada etapa citada, separadamente, para que assim seja possível fazer uma análise dos resultados apresentados e que se chegue à conclusão sobre a viabilidade do uso das formas de alumínio no método construtivo de paredes de concreto armado.

PALAVRAS-CHAVE: concreto armado; fôrmas de alumínio; otimização; paredes de concreto

1 INTRODUÇÃO

O concreto armado é um material comumente utilizado no Brasil para diversificados tipos de edificações e obras de arte. Seu desenvolvimento foi concretizado em meados do século XX e desde então passou a ser um elemento indispensável na construção civil, por conta de todos os seus atributos relacionados às propriedades mecânicas, viabilidade técnica e econômica (SILVA, 2000). Vale ressaltar que a composição do concreto armado se dá pela junção de dois elementos: concreto e aço.

As paredes de concreto armado são parte de um sistema construtivo que tem crescido bastante no âmbito nacional, oferecendo todas as vantagens de um método de construção focado em empreendimentos que exigem construção em larga escala. O sistema de paredes de concreto armado é indicado para empreendimentos de alta rapidez de execução, como edifícios residenciais, obras que exigem curtos prazos de entrega, economia e otimização da mão de obra (NUNES, 2011).

No sistema construtivo em questão, todas as vedações internas e externas construídas em concreto armado servem também como estrutura de sustentação para a edificação. O método se baseia na montagem de fôrmas, dentro das quais são colocadas as armaduras de aço e embutidas as instalações elétricas e hidráulicas, sendo então preenchidas com concreto (CARVALHO, 2012).

Em relação aos outros sistemas construtivos, a parede de concreto armado tem uma grande limitação do ponto de vista arquitetônico das edificações, tendo em vista que dificulta as mudanças na disposição das paredes, por serem um elemento estrutural. O conforto térmico também é um ponto a ser levado em consideração, tendo em vista que o concreto não é um bom isolante térmico, os empreendimentos que utilizarem esse sistema construtivo terão uma tendência a ter uma temperatura interna elevada, nas regiões mais quentes do país (VIEIRA, 2014).

Em relação aos fatores que viabilizam a construção de edificações com paredes maciças de concreto armado, o avanço tecnológico relacionado a esse material, que proporciona resistências cada vez maiores e reduções significativas em relação à fabricação do mesmo é um dos principais pontos de destaque, proporcionando as propriedades necessárias para que se construa edifícios com múltiplos pavimentos e mantendo a esbeltez das paredes. O desenvolvimento de maquinário e materiais cada vez mais duráveis e funcionais, como as fôrmas de alumínio necessárias para a execução das paredes, também contribui para a disseminação dessa forma de se construir, tendo em vista o aumento na praticidade de utilização dos mesmos (NUNES, 2011).

Em relação ao sistema construtivo este se dá por meio da utilização das fôrmas de alumínio que são uma estrutura provisória, que tem como objetivo moldar o concreto fresco, e foi desenvolvida especialmente para a construção de paredes de concreto, tanto para casas, quanto para edifícios de múltiplos andares. Consiste em painéis de alumínio, unidos mecanicamente entre si e suas dimensões podem variar de acordo com o projeto do cliente.

Todas as paredes de cada ciclo construtivo de uma edificação são moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a desforma, as paredes já contenham, em seu interior, vãos para portas e janelas, tubulações ou eletrodutos de pequeno porte, elementos de fixação para coberturas e outros elementos específicos quando for o caso. Essa técnica construtiva é definida pela ABNT NBR 16055:2022 – Paredes de concreto moldada em local.

É de extrema importância realizar uma análise criteriosa na escolha do método a ser utilizado na execução da obra. De acordo com Faria (2009), é crucial considerar uma série de critérios para selecionar o sistema mais adequado às necessidades da obra, tendo em vista que isso pode impactar significativamente na produtividade e na economia. Dentre os critérios a serem avaliados, destacam-se a produtividade média informada, o peso por

metro quadrado por peça, o número de peças soltas, a durabilidade da chapa (medida pelo número de reutilizações), a durabilidade da estrutura, a modulação, a flexibilidade diante das opções do projeto e a adequação em relação à fixação de embutidos.

A escolha do tipo de fundação depende das condições locais do empreendimento, especialmente da resistência mecânica do solo. A seleção do tipo de fundação deve contemplar os aspectos de segurança, estabilidade e durabilidade da fundação e a questão do alinhamento e nivelamento necessários para a produção das paredes (ABCP, 2007).

Segundo Misurelli (2013), são utilizadas armaduras de tela soldada posicionadas verticalmente, para resistir a esforços de flexo-torção e controlar a retração do concreto. Em paredes de até 15 cm pode ser utilizado armadura centrada, acima disso ou em paredes que sofrem momentos, as armaduras devem ser compostas por duas telas.

Conforme Venturini (2011), antes da fixação dos painéis é necessário à aplicação do desmoldante, um líquido oleoso que impedirá que o concreto grude na fôrma facilitando a desforma,consequentemente trazendo uma maior qualidade no acabamento.

O projeto deve fornecer informações sobre a sequência executiva da montagem dos painéis. Normalmente, inicia-se a montagem dos painéis pela parede hidráulica (banheiro ou cozinha), colocando-se primeiro os painéis de canto, formando um “L”, e depois os painéis da face interna da parede hidráulica. Esta escolha é importante, pois permite posicionar as tubulações exatamente no centro da parede (ABCP 2007).

Conforme cita a ABNT NBR 16055:2022 – Paredes de concreto moldada em local, o concreto destinado às estruturas de parede autoportantes pode ser preparado pelo executante da obra ou por empresa de serviço de concretagem, sendo que ambos devem assumir a responsabilidade pelo serviço e cumprir as prescrições relativa às etapas de preparo do concreto.

Têm-se como desvantagens da utilização de fôrmas de alumínio seu custo elevado, assim indicado para grandes empresas para que haja uma economia significativa em que exista a reutilização da forma se tornando financeiramente compensativo comparado a estrutura convencional já existente no mercado (FILHO, 2018). O transporte do local de fabricação ao empreendimento a ser executado também é um fator econômico a se considerar tendo uma necessidade de equipamentos de grande porte para locomoção do local de fabricação da forma para o local de execução levando em consideração suas dimensões e peso elevados. Mão de obra especializada com elevado custo sendo uma das principais desvantagens (SACHT, 2008).

Tendo em vista que o painel pré moldado após concretado não pode ser quebrado, a necessidade de um alto análise mais detalhado antes de sua inicialização os surgimentos de futuras mudanças, seja elétrica, estrutural ou arquitetônica não é possível, sua forma estrutural após concretagem não é mais modulada. Há também o surgimento de trincas, fissuras e umidades (FILHO, 2018).

Como vantagens o prazo recorde da execução da construção em painel pré moldado é um de seus principais pontos positivos, um bloco de quatro pavimentos tendo como em cada andar 8 apartamentos divididos em lado A e B sendo executado em 30 dias, ou seja tem ganho na mão de obra especializada, na sua produtividade devido a existência da montagem da forma ter uma sequência a ser seguida além de sua forma ser reutilizável, a espessura da parede por ser regular se obtém um resultado superior, a espessura de revestimento cerâmico se torna mais fina tendo acabamento de qualidade (SACHT, 2008).

Portando um ponto a se destacar é que mesmo com custo elevado prefeituras e empresas têm usado o sistema construtivo para construção de baixa renda, visando uma execução em grande escala e se tornando economicamente necessário (RICHTER, 2007).

Considerando as informações anteriormente expostas, este estudo objetiva realizar uma análise minuciosa do método construtivo de paredes de concreto armado com o

emprego de fôrmas de alumínio contemplando uma avaliação criteriosa de suas vantagens e desvantagens, bem como a análise detalhada de todo o processo construtivo envolvido em sua execução.

2 PAREDES DE CONCRETO COM FÔRMAS DE ALUMÍNIO: ESTUDO DE CASO

Apresenta-se um estudo de caso da execução de residências unifamiliares em um condomínio horizontal localizado no em Anápolis – GO. Em que se destaca o estudo de caso individual de uma residência unifamiliar de 56,04 m², indicado no projeto de implantação no Anexo A.

2.1 FUNDAÇÃO

A escolha do tipo de fundação depende da localização do empreendimento, do clima e solo da região. A fundação deste estudo de caso é em *radier* de acordo com a Figura 1, foi usado telas Q-138 10x10 cm de espaçamento entre os fios e 4,2 mm de diâmetro, possui uma espessura de 16 cm na parte externa da casa, 8 cm na parte interna da casa e 4 cm nos banheiros, com um f_{ck} de 25 MPa.

Antes da concretagem da estrutura de fundação realiza-se toda a instalação hidráulica da casa como esgoto e água fria.

Figura 1 – Fundação em radier



Fonte: AUTORES, 2023.

2.2 ARMADURAS

Após a finalização do radier iniciam-se as etapas para a execução da parede de concreto. Realiza-se as marcações de forma precisa dos pontos com o auxílio da topografia para alinhamento do projeto a ser executado conforme Anexo B.

A sua montagem deve iniciar pela armadura principal conforme mostra a Figura 2 é utilizado telas nervuradas CA-60, Q-61 15x15 cm de espaçamento entre os fios e 3,8 mm de diâmetro, usada especificamente para parede de concreto, em seguida com reforços nos perfis, portas e janelas, foram utilizados transpasses e reforços de 80 cm a 800 cm. As paredes são fixadas através de uma perfuração no *radier* e colados com cola epóxi. A

execução da laje é com CA-60, Q-138 10x10 cm de espaçamento entre os fios e 4,2 mm de diâmetro.

Figura 2 – Montagem da armação



Fonte: AUTORES, 2023.

Com a montagem da armação pronta, inicia-se a passagem dos eletrodutos que faz toda ligação e preparação da instalação elétrica e as instalações das caixas elétricas do empreendimento, a próxima etapa é a montagem dos espaçadores com distanciamento de 60cm de um para com o outro conforme descrito em projeto como vê-se na Figura 3.

Figura 3 – Passagem dos eletrodutos e caixas elétricas



Fonte: AUTORES, 2023.

2.3 INSTALAÇÃO DAS FÔRMAS DE ALUMÍNIO DA ESTRUTURA

A forma de execução é fabricada pela Neo Formas, de acordo com o projeto implantado pela construtora, chegando no local de instalação é realizada a conferência das medidas de acordo o projeto executado pela empresa solicitante.

Inicia-se a montagem dos painéis da forma de alumínio, sendo montada primeiro pela parte interna devido as marcações topográficas estarem com maior precisão, logo após pela a parte externa, ligadas por faquetas conforme Figura 4 que faz a junção das fôrmas e facilita a remoção após a desforma, ajudando também no alinhamento e fixação da parede para que continue seguindo o alinhamento correto de acordo com marcação topográfica, mantendo todo acabamento com a melhor qualidade possível da execução da construção. A montagem da forma, conforme pede a empresa, deverá ter por regra o uso de 8 espaçadores na forma padrão de 2,44, e a mesma quantidade respectivamente de pinos e cunhas.

Figura 4 – Ligação por faquetas



Fonte: AUTORES, 2023.

Com auxílio de pinos e cunha conforme Figura 5 realiza-se o travamento de um painel com o outro, usa-se o processo de escoras para alinhamento, deixando o processo sem tolerância a erros. Antes de encaixar as peças é utilizado desmoldante para facilitar a desforma e a reutilização.

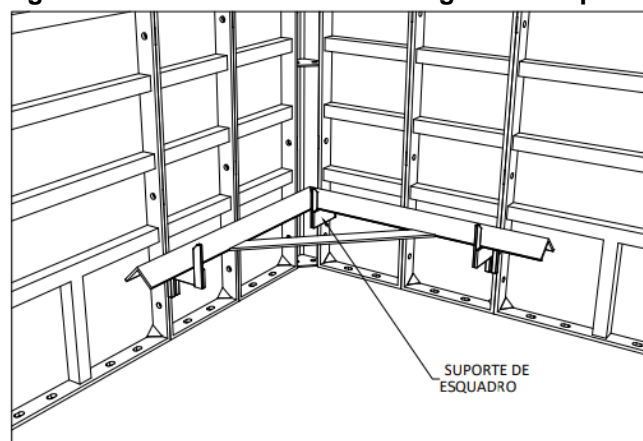
Figura 5 – Travamento dos painéis com pinos e cunha



Fonte: AUTORES, 2023.

A forma de alumínio é identificada por números ou cores, para melhor entendimento e para a realização correta da montagem de cada peça em seu devido local ou cômodo de instalação. Instala-se primeiro os painéis de complemento, logo após são das janelas e portas, depois vem a montagem dos painéis de ciclo que vão em cima dos painéis de complementos. O gabarito dos vãos de portas é preservado pelos tensores de vãos que são montados em seguida ao fechamento e por fim os painéis da forma de alumínio de canto e da laje. Finaliza o fechamento com alinhadores externos e internos para alinhamento das paredes conforme Figura 6 e conferência através de régua e esquadro de toda casa montada para iniciação da concretagem.

Figura 6 – Detalhamento de montagem do esquadro



Fonte: NEO FORMAS, 2022.

Finalizada a montagem, conforme a Figura 7 que leva cerca de 6 a 7 horas, da amostragem feita no estudo de caso realizado, é feita a conferência do esquadro, prumo, alinhamento da forma, vedações, das alturas dos pontos hidráulicos, elétricos e os reforços corretos de acordo como pede o projeto, antes da concretagem.

Figura 7 – Montagem da fôrma



Fonte: AUTORES, 2023.

2.4 CONCRETAGEM

Será necessário 18m³ de concreto usinado, sendo ele 12m³ para a concretagem da casa e 6m³ para a concretagem da platibanda, foi escolhido a classe de agressividade II, por ser uma construção urbana, com f_{ck} de 25 MPa.

Foram necessários dois caminhões de concreto usinado para a concretagem das paredes da casa, especificações das dimensões das paredes e quantos foram concretadas ao mesmo tempo conforme a Tabela 1, após a finalização da concretagem das paredes, é feita a concretagem da platibanda dois dias depois, com um único caminhão pode-se ver a numeração das paredes no Anexo A.

Tabela 1 – Dimensões das paredes

Identificação da Parede	Dimensões das Parede	
	Comprimento (cm)	Largura (cm)
1º Caminhão		
Parede 04	245	260
Parede 05	225	260
Parede 06	800	260
Parede 07	695	260
Parede 08	415	260
Parede 09	120	260
Parede 11	285	260
Parede 13	285	260
2º Caminhão		
Parede 01	340	260
Parede 02	135	260
Parede 03	285	260
Parede 10	235	260
Parede 12	505	260
Parede 14	595	260

Fonte: AUTORES, 2023.

Quantidade de parede a serem concretadas dependerá da produtividade da empresa, quantidade de fôrmas e quantitativo da equipe. Neste caso, a obra está operando com duas equipes e com duas fôrmas, concretando em média uma por dia, por equipe.

O processo de desforma é realizado precisamente com 14 horas após concretagem, que é quando atinge 3,0 Mpa, aproximadamente 12% da resistência necessária, permanecendo as escoras da laje até o concreto atingir 15 MPa, sendo retiradas após 7 dias. Inicia-se com a desforma com a retirada dos acessórios (pinos, cunhas e alinhadores). Depois, retiram-se os painéis das paredes, utilizando o desformador conforme a Figura 7.

Durante a desforma, deve-se ter cuidado ao manusear os painéis, não devendo arremessar os mesmos.

Após a concretagem é necessário utilizar uma lavadora de pressão para limpeza externas dos painéis, antes de iniciar a próxima montagem é importante retirar todos os resíduos de concreto com o uso de uma espátula.

Figura 7 – Desforma da casa



Fonte: AUTORES, 2023

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As fôrmas de alumínio possuem um alto custo na sua adesão podendo serem compradas ou alugadas, no condomínio horizontal, onde foi feito o estudo de caso, as fôrmas foram alugadas, sua locação total foi de 420.000,00 e a indenização final foi negociada em 20.000,00, somando um total de 440.000,00 na adesão das fôrmas, dividindo esse custo pelo número de reutilização que foram de aproximadamente 137 casas, tem-se um valor aproximado de 3.212,00 mil por casa gastos somente com a fôrma.

Tabela 2 – Custo da fôrma

ESPECIFICAÇÃO	VALOR UNITÁRIO	TOTAL GASTOS
Locação de uma fôrma mensal (Foram pagos 12 meses).	R\$ 35.000,00	R\$ 420.000,00
Indenização total por perda de peças ou insumos - faquetas, pinos, cunhas	R\$ 35.000,00	R\$ 20.000,00
Total	R\$ 70.000,00	R\$ 440.000,00

Fonte: AUTORES, 2023.

Ao comparar o custo e benefício em utilizar esse método construtivo, foi observado na Tabela 3, um valor de 2% a 5% gastos só com alvenaria utilizando um método construtivo convencional.

Tabela 3: Índices do Custo de Construção.

Etapas	Porcentagem em relação ao custo total
Projetos e aprovações	5% a 12%
Serviços preliminares	2% a 4%
Fundações	3% a 7%
Estrutura	14% a 22%
Alvenaria	2% a 5%
Cobertura	4% a 8%
Instalações hidráulicas	7% a 11%
Instalações elétricas	5% a 7%
Impermeabilização / Isolamento térmico	2% a 4%
Esquadrias	4% a 10%
Revestimentos / Acabamentos	15% a 23%
Vidros	1% a 2,5%
Pintura	4% a 6%
Serviços complementares	0,5% a 1%

Fonte: (Xavier, 2008).

Foi estipulado um valor de venda de 220 mil por casa de acordo com o que é oferecido no mercado imobiliário e podemos obter através de cálculos que com 137 reutilização o valor é de aproximadamente 1,46% do valor total do custo da casa, o que é menor em comparação a alvenaria convencional que é de 2% a 5%. Foram discutidos e observados também o desempenho das paredes de concreto em termos normativos.

De acordo com o projeto estrutural da parede de concreto, nota-se que as paredes estruturais possuem 10 cm de espessura e comprimentos entre 2,80 m a 8 m. Destaca-se a necessidade de atender os requisitos normativos da 16055:2022 – Paredes de concreto moldada em local, no item 14.4 que diz que o comprimento da parede deve ser maior ou igual a 10 vezes a sua espessura. Isso significa que se a estrutura apresentar uma resistência inferior esperada segundo a atuação das cargas, esta poderia não ser um elemento autoportante e assim, estar sujeita a deformações ou grande deslocamentos caracterizando a sua ruptura.

Outro ponto importante na execução das paredes de concreto é a realização do teste de arrancamento para garantir a eficácia de contrapiso e revestimento comparado ao sistema convencional para garantir a eficiência e confiabilidade a utilização do sistema construtivo em questão a fim de não comprometer a qualidade dos produtos característicos de acabamento nas estruturas. O teste de estanqueidade é obrigatório por norma e é realizado um por empreendimento por exigência da qualidade da construtora, adotando uma amostragem aleatória.

De acordo com os requisitos da NBR 16055:2022 – Paredes de concreto moldada em local, no item 18.2.3.1 é obrigatório um projeto de fôrmas bem detalhado contendo: posicionamento dos painéis, equipamentos auxiliares, travamento e aprumo, escoramento, montagem e desmontagem entre outros para obter a garantia de qualidade do produto final

e conforme podemos observar nos Anexos C e D, é possível ver o detalhamento das peças e montagem das mesmas.

A utilização de desmoldante é indispensável para o processo de desforma ou deslocamento dos painéis pré-moldados, a fim de evitar a ocorrência de imperfeições que possam alterar o resultado final na parede de concreto. Esse desmoldante é composto por componentes minerais específicos para o método de formação utilizado. Considerando que as escoras utilizadas sejam feitas de material metálico, de acordo com a norma NBR 16055:2022, é necessário seguir as orientações do fabricante. Este, por sua vez, estabeleceu que o espaçamento adequado entre as escoras deve variar entre 1 metro e 1,20 metros.

O concreto empregado é do tipo autoadensável, sendo os aditivos incorporados durante o processo de construção. É realizado um teste de espalhamento (*slump test*) que deve apresentar um resultado de 12 ± 2 cm, eliminando a necessidade de utilização de vibrador ou técnicas de compactação, o que contribui para evitar esforços dinâmicos nas fôrmas de alumínio.

Durante o processo de concretagem, são retirados oito corpos de prova cilíndricos para a verificação da resistência. Esses corpos de prova são rompidos em pares, sendo o primeiro par testado após 14 horas, o segundo par após 7 dias, o terceiro par após 28 dias e o quarto par é rompido após 63 dias, apenas se o rompimento dos corpos de prova aos 28 dias não alcançar a resistência de projeto.

O primeiro rompimento dos corpos de prova é realizado com a finalidade de avaliar a rigidez do concreto, com vistas a determinar a adequação para prosseguir com o processo de desforma da estrutura. Por sua vez, o segundo rompimento visa avaliar a resistência do concreto, estabelecendo critérios necessários para a retirada das escoras, requerendo um valor mínimo de 15 MPa, evitando assim deslocamentos na estrutura. Finalmente, o terceiro rompimento tem como objetivo verificar se o concreto atingiu a resistência esperada conforme definido no projeto, sendo esta resistência de 25 MPa.

4 CONCLUSÃO

A partir das informações apresentadas, pode-se concluir que o sistema construtivo de paredes de concreto armado com o uso de fôrmas de alumínio possui vantagens e desvantagens a serem consideradas. Esse método é indicado para grandes construtoras e também para empreendimentos que demandam prazo menores em sua execução, em vista que podemos observar nos itens 2.3 e 2.4 que sua montagem e concretagem das paredes de concreto é feita em apenas 1 dia, e a conclusão da casa com a montagem e concretagem da platibanda feita 2 dias após, totalizando 3 dias para a conclusão da parede de concreto e levando em consideração que demoraria semanas para finalização da alvenaria comum, esse método oferece benefícios envolvendo prazos

No entanto, as paredes de concreto armado limitam as possibilidades arquitetônicas já que não podem sofrer alterações, devido sua função estrutural e apresentam desafios relacionados ao conforto térmico. O projeto e a análise detalhada devem ser realizados antes da execução, pois as mudanças após a concretagem das paredes são nulas.

Embora as fôrmas de alumínio tenham um custo inicial elevado e demandam uma mão de obra especializada, seu processo reutilização e readaptação em grandes empreendimentos, levando em conta que cada fôrma pode ser reutilizada até 200 vezes, acaba tornando economicamente viável. É importante ressaltar que a qualidade e a reutilização poderão ser influenciadas se o manuseio e o cuidados não forem feitos corretamente.

O avanço tecnológico no desenvolvimento de materiais, como o concreto, tendo resistências cada vez maiores, e a fabricação de fôrmas de alumínio duráveis e funcionais contribuem para a disseminação desse sistema construtivo. A escolha do tipo de fundação e a correta instalação das armaduras são etapas fundamentais para garantir a segurança, qualidade e estabilidade da estrutura.

Entre as vantagens desse sistema construtivo, destacam-se o prazo reduzido de execução, a possibilidade de reutilização das fôrmas, a espessura regular das paredes e a qualidade do acabamento. Mesmo com seu custo elevado, o uso desse método tem sido adotado em construções de baixa renda, visando à eficiência em larga escala.

Em suma, a análise criteriosa das vantagens e desvantagens, assim como a compreensão detalhada do processo construtivo envolvido, são essenciais na escolha do sistema mais adequado para cada obra. O sistema de paredes de concreto armado com fôrmas de alumínio pode ser uma opção viável para empreendimentos que requerem rapidez, eficiência e economia, desde que sejam consideradas todas as especificidades e necessidades do projeto.

Ao término do processo de concretagem, durante o momento de desforma, procedeu-se à medição da espessura da parede, revelando que não houve diferença em relação à espessura previamente estabelecida no projeto. Esse resultado permite concluir que, em termos qualitativos, o sistema de fôrmas de alumínio descrito neste estudo demonstrou ser eficaz. Portanto, considerando todos os aspectos abordados neste trabalho, o uso do sistema construtivo de fôrmas de alumínio pode representar uma alternativa viável para substituir os sistemas convencionais, dependendo das características do empreendimento a ser executado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Parede de concreto - Coletânea de ativos**. São Paulo, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055: **Parede de concreto moldada no local para a construção de edificação – Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2022.

CARVALHO, P. P. **Desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social com paredes de concreto armado na zona bioclimática 2 brasileira**. 108p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria Centro Tecnológico, Santa Maria, 2012.

FARIA, R. **Paredes maciças**. Revista Técnica, São Paulo, v. 143, n. 17, fev. 2009.

FILHO, A. L. R. **Análise comparativa entre o método construtivo utilizando formas de alumínio versus o método convencional em concreto armado**. 48p. Dissertação (TCC) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2018.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. **Como construir paredes de concreto**. Revista Técnica, São Paulo, v. 147, 2013.

NUNES, V. Q. G. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado**. 152p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

RICHTER, C. **Qualidade da Alvenaria Estrutural em Habitações de Baixa Renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade**. 180p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SACHT, M. H. **Painéis de vedação de concreto moldadas in loco: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concreto**. 229p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

SILVA, I. J. d. **Contribuição ao estudo dos concretos de elevado desempenho: propriedades mecânicas e microestrutura**. 279p. Dissertação (Doutorado) – Universidade de São Paulo Ciência e Engenharia de Materiais, São Carlos 2000.

VENTURINI, J. **Casas com paredes de concreto**. Revista Equipe de Obra, São Paulo, v. VII, n. 37, jul. 2011.

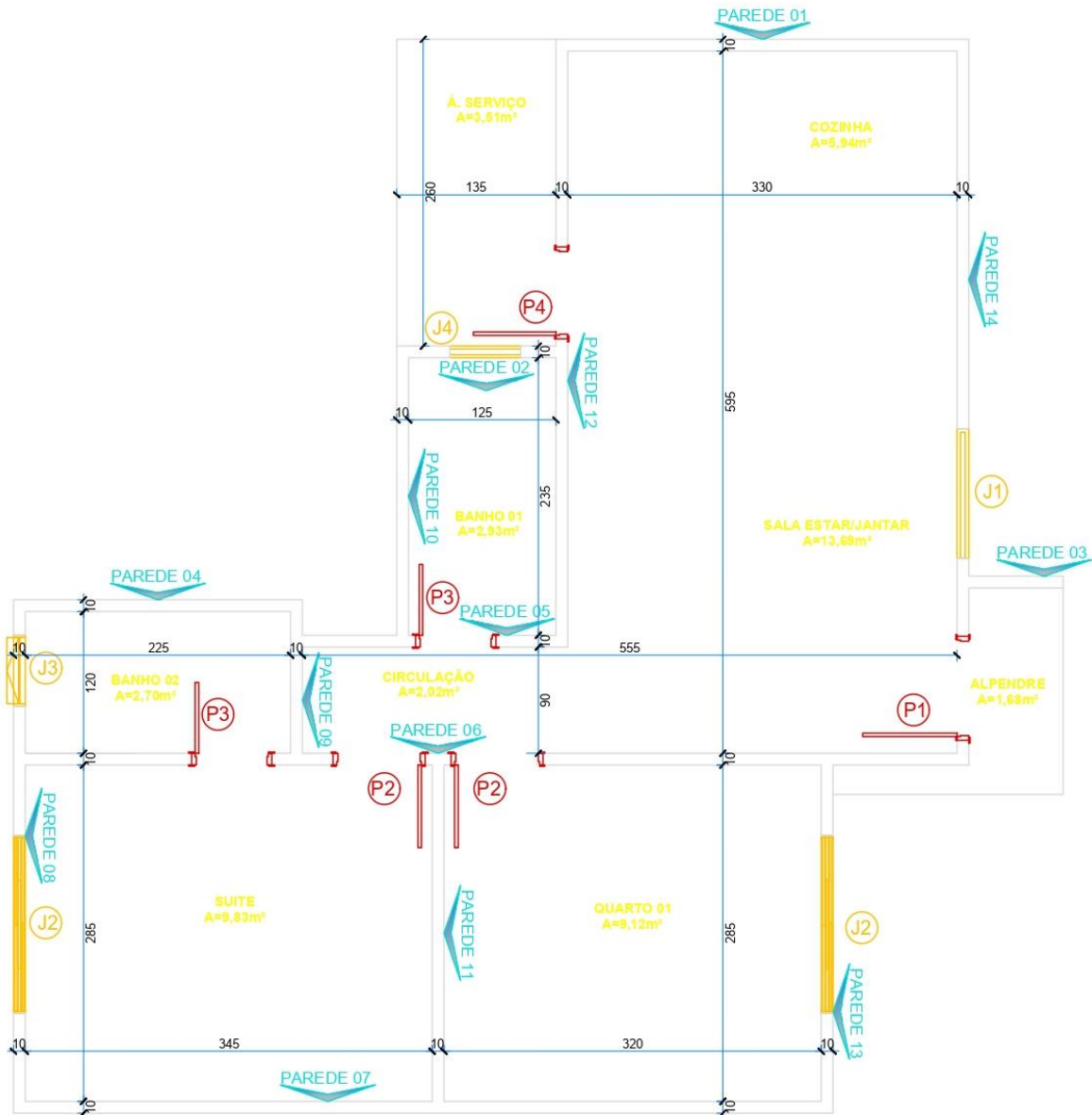
VIEIRA, L. B. **Projeto de paredes de concreto armado: apresentação das recomendações normativas e avaliação da influência das aberturas**. 122p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Bahia, Salvador 2014.

XAVIER, Ivan. **Apostila do curso - Orçamento, planejamento e custos de obra**. Apostila da FUPAM – Fundação para a Pesquisa Ambiental, 2008.

APÊNDICE A – Checklist de execução

1	FUNDAÇÃO RADIER	SIM	NÃO	NA
1.1	O platô foi executado?	X		
1.2	Foi feita a marcação dos pontos por topografia realizado?	X		
1.3	Foi usado a tela Q-138 10x10 conforme projeto?	X		
1.4	Conferência da posição, dimensionamento e projeção dos pontos hidráulicos e elétricos para concretagem do radier	X		
1.5	Fck de 25 Mpa do radier conforme projeto?	X		
1.6	Verificação de atestado de qualidade do radier	X		
2	ARMAÇÃO DAS PAREDES			
2.1	Foi usado a telas nervuradas Q-61 15x15 na armação principal?	X		
2.2	Foi feito o reforço nos perfis das janelas e portas?	X		
2.3	Foi colocados os espaçadores adequadamente para alinhamento das armaduras?	X		
2.4	Foi passado as mangueiras e caixinhas elétricas conforme projeto?	X		
2.5	Armaduras corretamente posicionadas?	X		
2.6	Possui armadura negativa?		X	
3	MONTAGEM DA FORMA			
3.1	Foi realizado o teste de estanqueidade em todas as casas?		X	
3.2	O projeto da fôrma estava detalhado conforme pede na NBR 16055:2022?	X		
3.3	Foi realizado a checagem do romaneio da fôrma?	X		
3.4	Conferência do numero de peças e numeração ou cores das fôrmas para a montagem correta?	X		
3.5	lçamento e projeção conforme sentido da montagem do projeto de paginação	X		
3.6	Montagem da fôrma conforme projeto?	X		
3.7	Assegurar que os pinos, cunhas, faquetas para fixação do painel pre moldado foram instalados conforme especificado no projeto	X		
3.7	Conferência das travas de porta e esquadro das paredes estão posicionadas conforme projeto?	X		
3.8	Conferência do alinhamento e espessura	X		
3.9	Conferir as vedações finais nos encontros das peças da forma para iniciar concretagem	X		
3.10	Certificar se os arremates de laje e complementos foram colocados nos devidos lugares	X		
3.11	Foi usado desmoldante antes da montagem das fôrmas?	X		
4	CONCRETAGEM			
4.1	Utilizar concreto com fck \geq 25 MPa e slump de 12 ± 2	X		
4.2	Lançar o concreto preferencialmente na direção transversal da fôrma de alumínio	X		
4.3	Lançamento do concreto em baixa altura para evitar impactos na fôrma metálica	X		
4.4	Evitar acumulo de concreto em um único ponto da laje	X		
4.5	Rastreabilidade do concreto e retirada de 8 corpos de prova para rompimento e conferência da qualidade?	X		
4.6	Retirada das escoras após o concreto atingir 15 Mpa?	X		
4.7	Desfôrma feita após concreto atingir 3 Mpa?	X		

ANEXO A – Projeto arquitetônico da edificação legendado com indicações das paredes de concreto

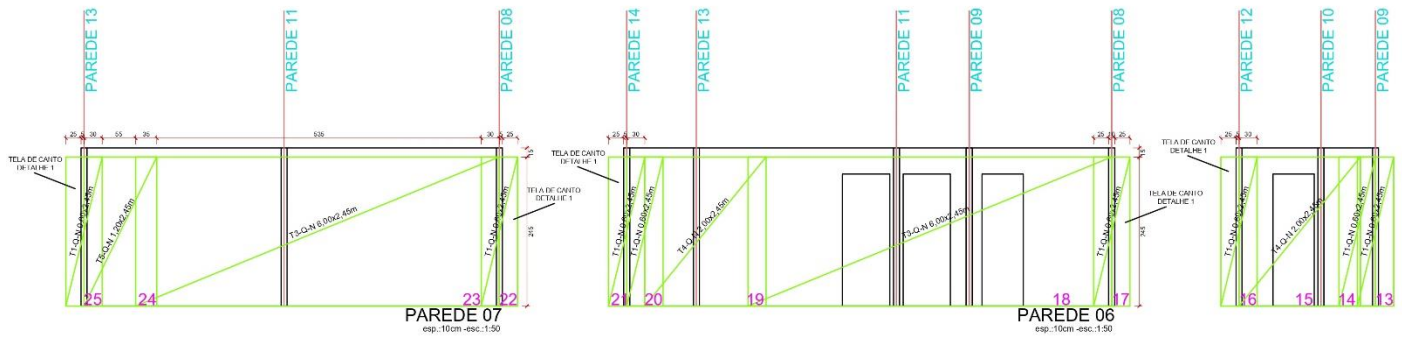


CASA TIPO 1 - IMPLANTAÇÃO

ESCALA 1:50

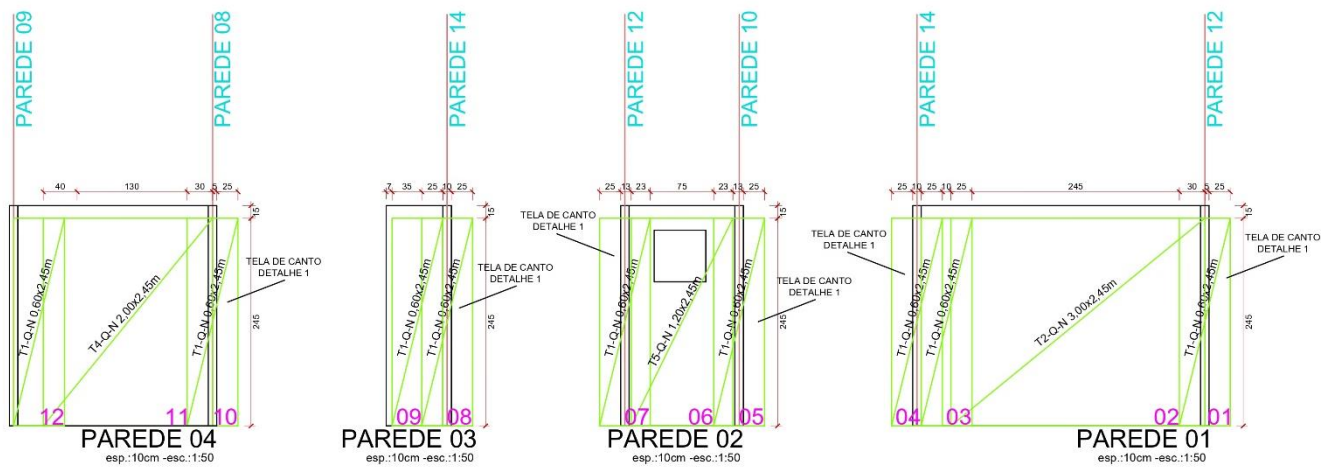
Fonte: THIAGO MONTALVÃO, 2021

ANEXO B – Armação das paredes. ANEXO B1 – Corte longitudinal das paredes 06 e 07



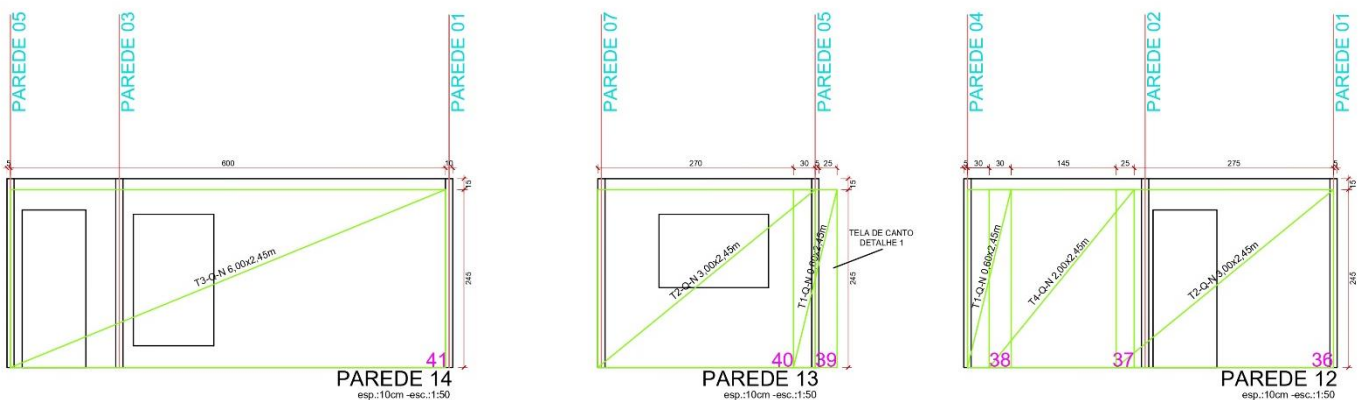
Fonte: MATHEUS VENÂNCIO, 2021

ANEXO B2 – Corte longitudinal das paredes 01 ao 04



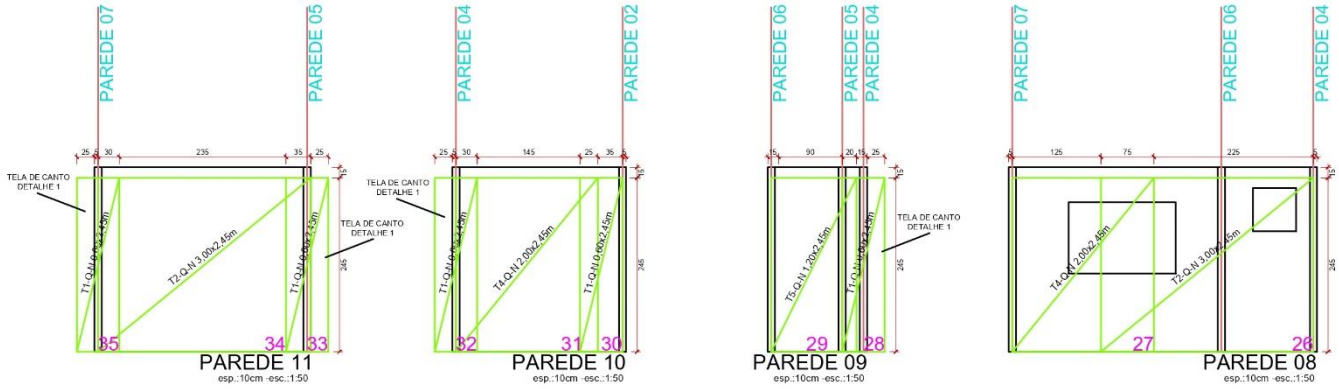
Fonte: MATHEUS VENÂNCIO, 2021

ANEXO B3 – Corte longitudinal das paredes 12 ao 14



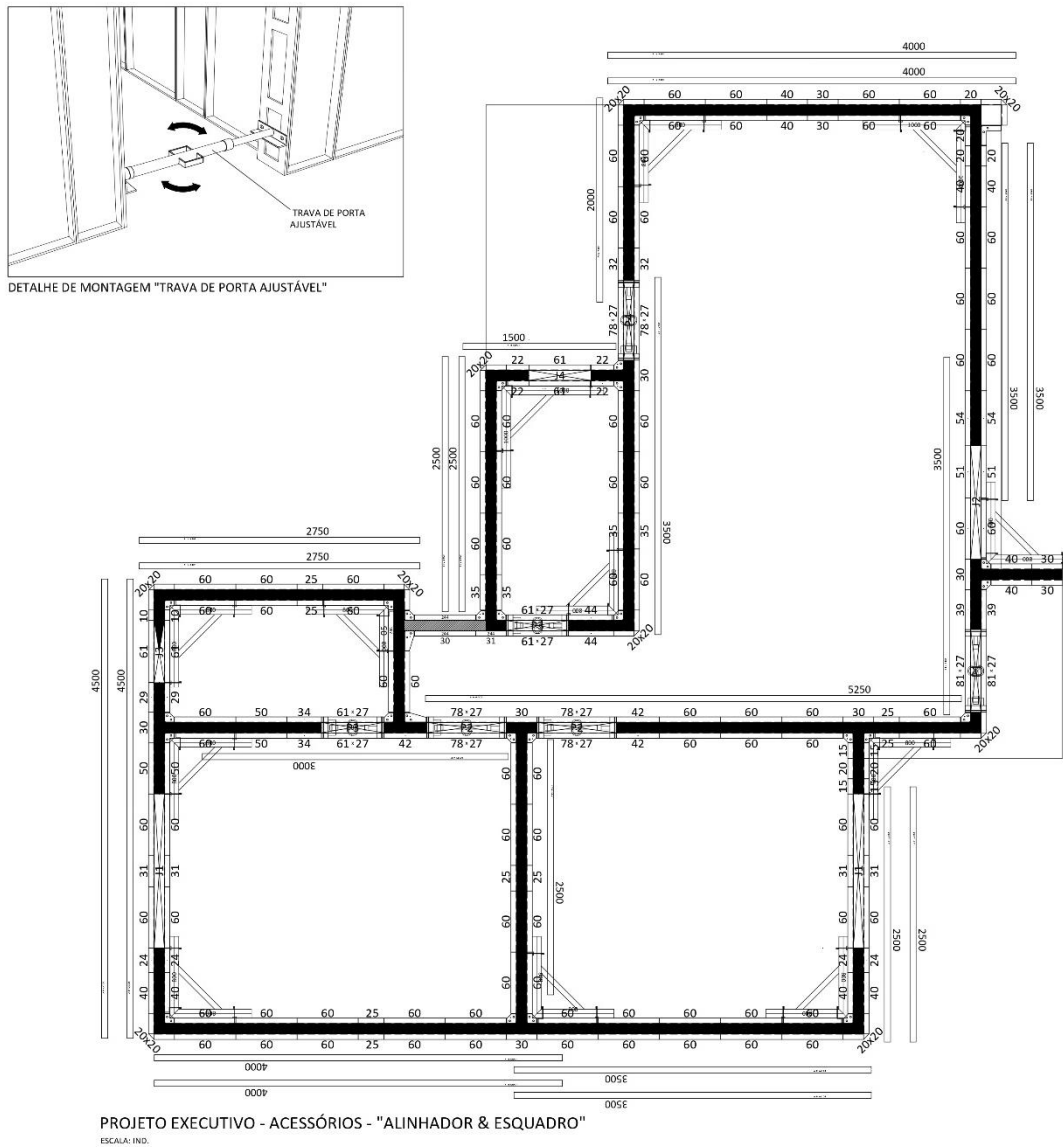
Fonte: MATHEUS VENÂNCIO, 2021

ANEXO B4 – Corte longitudinal das paredes 08 ao 11



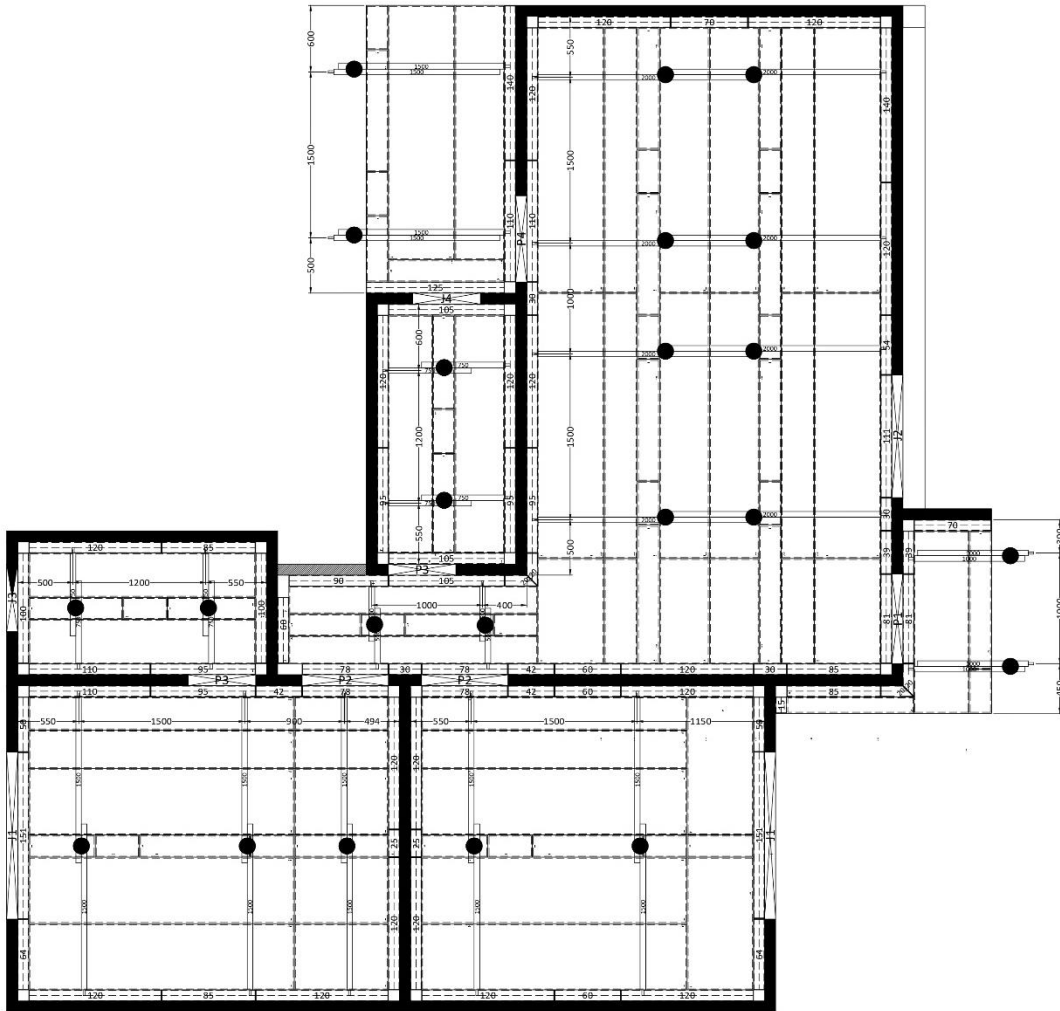
Fonte: MATHEUS VENÂNCIO, 2021

ANEXO C – Projeto da montagem da fôrma detalhamento dos acessórios “alinhadores e esquadro”



Fonte: NEO FORMAS, 2022

ANEXO D – Projeto da montagem da fôrma detalhamento dos acessórios “viga telescópica”



PROJETO EXECUTIVO - ACESSÓRIOS - "VIGAS TELESCÓPICAS"
ESCALA: IND.

Fonte: NEO FORMAS, 2022