

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

HELOISA DE CASTRO VALENTE VICENTIN VALE

Sistema construtivo forma túnel: tecnologia e análise de custos

São Paulo

(2019)

HELOISA DE CASTRO VALENTE VICENTIN VALE

Sistema construtivo forma túnel: tecnologia e análise de custos

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de pós graduação lato-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios

Orientador: Prof. Dr. Luiz Reynaldo Azevedo Cardoso

São Paulo

(2019)

HELOISA DE CASTRO VALENTE VICENTIN VALE

Sistema construtivo forma túnel: tecnologia e análise de custos

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de pós graduação lato-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios

Área de Concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Luiz Reynaldo Azevedo Cardoso

São Paulo

(2019)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo o amor e por toda a luta pela concretização da minha educação, grandes responsáveis pela minha formação acadêmica.

Eternamente grata por me moldarem um ser humano com atributos morais e éticos e por me ensinarem os verdadeiros valores e as práticas corretas. A eles e aos meus melhores amigos, sou grata pelo incentivo e pelo entendimento de minha ausência durante essa etapa da minha vida.

À Hoga por todas as oportunidades de conhecimento e crescimento profissional que me foram dadas sempre com muito carinho desde o começo da minha jornada profissional. Em especial, aos diretores Fábio e ao João Paulo, pelos votos de confiança em mim depositados e por serem sempre solícitos e atenciosos comigo.

Aos meus coordenadores Paulo, Fábio e Ricardo pelo compartilhamento do conhecimento, pelo direcionamento das decisões em momentos difíceis e pela compreensão dos meus horários de estudo.

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, por me proporcionar um ambiente de estudo confortável e docentes de alto nível, capazes de compartilhar conhecimento com maestria.

Ao Edson, parte do corpo técnico da universidade, uma excelente pessoa e excelente profissional, sempre disposto a ajudar.

Ao professor doutor Luiz Reynaldo, pelo tempo e atenção dedicados, pela orientação e direcionamento deste trabalho e pelo compartilhamento de conhecimento.

Minha gratidão eterna a todos que me acompanharam e vibraram com as minhas conquistas.

“Para viver, o homem precisa de três coisas como valores supremos e dominadores de sua vida: razão, determinação e amor-próprio. Razão, seu único instrumento para adquirir conhecimento; determinação, sua escolha da felicidade que esse instrumento busca realizar; amor-próprio, sua certeza inabalável de que sua mente tem competência para pensar e sua pessoa merece a felicidade, ou seja: merece viver. Esses três valores implicam e requerem todas as virtudes do homem, e todas elas decorrem da relação entre existência e consciência: racionalidade, independência, integridade, honestidade, justiça, produtividade, orgulho.” (RAND, 2010, p.341)

RESUMO

O presente trabalho visa estudar a tecnologia do sistema construtivo fôrma túnel em edificações habitacionais de múltiplos pavimentos. A primeira etapa da análise consiste na revisão bibliográfica sobre o tema e apresentação do sistema, suas características e processos. A segunda etapa consiste em um estudo de caso de edificação executada com o sistema supracitado em que é executado orçamento do empreendimento do estudo de caso na opção forma túnel, comparando-o com alvenaria estrutural e sistema reticulado em concreto armado.

Palavras-Chave: Fôrma túnel. Custos de construção. Tecnologia de construção. Orçamento. Industrialização.

ABSTRACT

This work aims to study the tunnel formworks technology in multiple floor residential buildings. The first stage of the analysis consists in a bibliographic review of the theme and presentation of the system, its characteristics and processes. The second stage consists in a case study of a building built with the referred system in which its budget is developed and compared to structural masonry and reticulated reinforced concrete system.

Keywords: Tunnel formworks. Construction costs. Construction technology. Budget. Industrialization.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 CONTEXTO	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.3 METODOLOGIA	10
1.4 JUSTIFICATIVAS.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO: FÔRMA TÚNEL	12
2.1.1 Introdução ao sistema: conceitos gerais.....	12
2.1.2 Sistema de fôrmas: elementos constituintes	15
2.1.3 Concreto.....	26
2.1.4 Aço.....	27
2.1.5 Instalações	29
2.1.6 Acabamentos	32
2.1.7 Mão de obra.....	33
2.1.8 Movimentação dos painéis	33
2.1.9 Ciclo de concretagem.....	35
2.1.10 Possíveis inconformidades	36
2.1.10.1 Inconformidades em paredes de concreto.....	36
2.1.10.2 Inconformidades do sistema de fôrma túnel.....	40
2.1.11 Desempenho	41
2.1.12 Normatização.....	48
2.2 CUSTOS E ORÇAMENTOS.....	49
2.2.1 Conceitos gerais	49
2.2.2 Custo de equipamento próprio.....	51
3 ESTUDO DE CASO.....	52
3.1 A EMPRESA	52
3.2 O EMPREENDIMENTO.....	53
3.3 O CONJUNTO DE FÔRMAS.....	59
3.4 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO.....	64
3.4.1 Arquitetura.....	64
3.4.2 Fundação	67
3.4.3 Estrutura	68
3.4.4 Instalações	72

3.5 CUSTOS DO EMPREENDIMENTO	73
3.5.1 Custos diretos	73
3.5.2 Custos indiretos	73
3.5.3 Custo do sistema de fôrmas como equipamento próprio	74
4 ORÇAMENTOS	80
4.1 CRONOGRAMAS	80
4.2 FÔRMA TÚNEL	82
4.3 ALVENARIA ESTRUTURAL.....	83
4.4 ESTRUTURA RETICULADA DE CONCRETO ARMADO	88
4.5 ANÁLISE DE RESULTADOS	90
5 CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS	94
APÊNDICES	99
APÊNDICE A – Cálculo de área de superfície de fôrma do conjunto adquirido	100
APÊNDICE B – Cálculo de área de concretagem do empreendimento	103
APÊNDICE C – Planilha de orçamento em sistema fôrma túnel	105
APÊNDICE D – Planilha de orçamento em alvenaria estrutural	108
APÊNDICE E – Planilha de orçamento em sistema reticulado de concreto armado	111

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

Desde 2014 o Brasil encontra-se em uma crise econômica de grande dimensão, com retração dos investimentos, recessão e desemprego. Segundo o Construbusiness (2016) a crise da indústria brasileira, ocasionou a redução do valor dos investimentos em construção civil em 19,3%. Os cortes de crédito e de investimentos privados acompanham os cortes de investimentos públicos e de subsídios para as áreas de desenvolvimento urbano e de infraestrutura, piorando a recessão da economia brasileira.

Atualmente, o setor da construção civil brasileiro se apresenta com um cenário técnico e econômico sem evolução e extremamente competitivo. Assim, a busca por sistemas construtivos provedores de maior racionalização dos seus processos, melhor qualidade e menores custos se torna imprescindível para o ganho de competitividade no mercado e preços atrativos aos clientes.

Para ganho de competitividade no mercado, o custo da construção deve ser bem definido e deve acompanhar o desenvolvimento do projeto desde a sua análise de viabilidade até a sua entrega. Sendo assim, a concepção estrutural, bem como a arquitetônica, são elementos fundamentais para se viabilizar ou não um projeto.

Existem diferentes tipologias de sistemas construtivos na construção civil, ou seja, diferentes alternativas de custos. O sistema de forma túnel é pouco explorado no Brasil, dado o desconhecimento da tecnologia por grande parte das empresas e a convivência com sistemas estruturais mais antigos, como o concreto armado reticulado. Esse sistema promove industrialização do processo construtivo, demandando menos mão de obra apesar do elevado investimento inicial da aquisição das fôrmas.

Neste contexto, é importante promover o avanço nos estudos e pesquisas em relação ao sistema estrutural forma túnel. O estudo e a aplicação da tecnologia e a influência destes nos custos de execução de edificações de múltiplos pavimentos se fazem necessários para promover competitividade no mercado e promover o desenvolvimento tecnológico da construção civil.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é analisar a tecnologia do sistema fôrma túnel e a diferença de custo de construção de uma edificação de múltiplos pavimentos realizada em sistema construtivo forma túnel, alvenaria estrutural e estrutura reticulada de concreto armado.

Dentro do contexto, são objetivos específicos deste estudo:

- Estudar o sistema construtivo forma túnel;
- Realizar três orçamentos de um estudo de caso executado em fôrma túnel, alvenaria estrutural e estrutura de concreto armado reticulada;
- Analisar as diferenças entre os três orçamentos desenvolvidos e a viabilidade econômica do sistema de fôrma túnel;

1.3 METODOLOGIA

A fim de atingir os objetivos propostos, as atividades serão divididas em:

- **Revisão bibliográfica:** realizada com o objetivo de estudar o sistema construtivo de forma túnel e as metodologias de custos e orçamentação;
- **Estudo de caso:** análise de empreendimento executado com sistema construtivo forma túnel. Elaboração de orçamento para o estudo de caso em configuração de fôrma túnel, alvenaria estrutural e estrutura reticulada de concreto armado e uma análise comparativa entre eles.

1.4 JUSTIFICATIVAS

A fim de promover maior competitividade no mercado da construção civil desenvolveu-se a busca de novas técnicas, novas tecnologias e novos processos construtivos e estabeleceu-se com significância a utilização de diferentes tipologias de sistemas estruturais.

Com base na pesquisa bibliográfica realizada no presente estudo foram desenvolvidos poucos estudos no Brasil com o enfoque na tecnologia de fôrma túnel.

O estudo sobre fôrma túnel mais aprofundado encontrado foi de Bernardi (1999), que elabora uma análise crítica dessa tecnologia quando utilizada em edificações habitacionais, abordando o sistema em si, a sua qualidade e a avaliação de seu desempenho. Em sua maioria, foram encontrados trabalhos desenvolvidos acerca do tema de paredes de concreto. Alguns outros estudos menos aprofundados sobre o tema, mas nenhum contempla uma análise de custos envolvendo a comparação do sistema com outros sistemas estruturais. Monteiro (2017) aborda o custo comparativo de custo e prazo para parede de concreto moldada in loco e estrutura reticulada de concreto armado, mas não sobre o sistema proposto no presente estudo. Logo, devido à escassez de estudos acerca do assunto proposto, o presente estudo é atual e de grande interesse para a comunidade técnico-científica.

Cabe ainda destacar a importância do tema para o futuro mercado da construção civil e a proximidade da autora com o assunto do tema, tendo em vista que a empresa em que trabalha utiliza o sistema de forma túnel em suas edificações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO: FÔRMA TÚNEL

2.1.1 Introdução ao sistema: conceitos gerais

O sistema de fôrma túnel é um sistema que permite a concretagem de paredes e lajes em uma mesma operação, onde “a estrutura tradicional de concreto armado, constituída de pilares, vigas e lajes, é substituída por outra formada por lajes e paredes estruturais de concreto armado” (Bernardi 1999). Promove rapidez, qualidade e tem característica de um sistema industrializado. Segundo Ghonim (2015), é conhecido como um método moderno de construção e é particularmente eficiente em projetos com características de repetição, como empreendimentos residenciais, hotéis, prisões, entre outros.

Bernardi (1999) aponta que o sistema tipo túnel apresenta pontos similares com sistemas construtivos pré-fabricados, com diferença de ter a moldagem dos componentes do produto realizada no próprio local de sua utilização, caracterizando o sistema como processo de semi-industrialização da construção civil. Acrescenta ainda que esse sistema construtivo promove organização, produção em série, tipificação de produtos padronizados e promove produtos com qualidade constante, planejada, precisa e controlada.

Segundo Yraola e Perez (1978), o emprego das fôrmas tipo túnel foram inicialmente utilizados na execução de galerias, túneis e passagens subterrâneas e depois de anos, trazidas para o meio das edificações. Bernardi (1999) aponta que a utilização do sistema como construção de habitações se deu na França entre os anos 50 e 60 e foi utilizada em outros países em sua maioria do continente europeu para a produção em série de unidades habitacionais e que no Brasil, o início de utilização do sistema de fôrma tipo túnel se deu em meados dos anos 70 em habitações de caráter popular.

Figura 1 - Uso de forma tipo túnel na execução de coletor de esgoto



Fonte: Bernardi (1999)

Segundo Macedo (2016) o conjunto dos elementos finais após a concretagem é uma estrutura de concreto armado monolítica, capaz de distribuir esforços sobre toda a área de solicitação e com paredes prontas para receber os acabamentos finais.

A ABCP (2007) indica que o sistema parede de concreto pode ser empregado em diferentes tipos de edificações. Desde construções térreas até edifícios com mais de trinta pavimentos. Para que o sistema seja vantajoso economicamente, é necessário que possua diversas repetições, de modo a se diluir o custo do sistema de fôrmas nas concretagens.

Por se tratar de um sistema construtivo com características de processo industrializado possui as atividades artesanais e improvisações de execução reduzidas, maior velocidade de execução e maior produtividade, devido à repetitividade dos serviços, a sequência bem definida das etapas e ao treinamento e qualificação da mão de obra. A partir disto, o sistema promove um custo geral de obra competitivo com outros sistemas estruturais presentes na construção civil e possibilita a programação bem precisa das etapas e dos ciclos de execução.

Bernardi (1999) afirma que o sistema “oferece meio de produção que não requer um alto grau de especialização da mão de obra quando muito dependendo cerca de duas semanas de treinamento da equipe para que sejam atingidos elevados

níveis de produtividade e onde não há significativas ações musculares do operário, cabendo à máquina o trabalho pesado”.

Na vertente do custo de obra, é verificada a redução de custos da estrutura, da mão de obra de execução necessária e dos prazos de execução em relação ao sistema convencional. O sistema promove a execução simultânea da estrutura e da vedação, a distribuição das tubulações já incorporadas à estrutura e a redução de material de revestimento de tetos e paredes.

O processo racionalizado reduz os desperdícios e a presença de entulho, permitindo a existência de um canteiro de obras mais limpo e organizado. Apresenta também, estrutura com melhor qualidade e utiliza materiais com produção controlada (aço e concreto). A precisão de prumos, esquadros e alinhamentos promove redução de perdas incorporadas e a planicidade de superfície permite dispensar revestimentos e aplicação direta de pintura ou textura para acabamento final. Segundo Macedo (2016) há aumento de área útil dos ambientes, pois, geralmente a espessura das paredes é reduzida em relação aos demais sistemas estruturais.

O aço das fôrmas possui grande durabilidade e propriedades que permitem o alto índice de reaproveitamento (mais de 600 usos) e facilidade de movimentação dos painéis (Bernardi 1999). A boa impermeabilidade da fôrma, a resistência mecânica e à abrasão do concreto promovem qualidade da superfície concretada e uniformidade da mesma.

Muitos locais fora do Brasil utilizam o sistema do presente estudo devido à sua boa performance frente a abalos sísmicos se comparado com a estrutura convencional de concreto armado.

Em contrapartida, o sistema de fôrma túnel possui baixa flexibilidade da concepção arquitetônica e limita o design do espaço interior. O projeto fica refém da modulação das fôrmas disponíveis (é necessário se fazer o desenho arquitetônico baseado nas dimensões dos painéis de fôrma) e como as paredes são estruturais, limita reformas e alterações, inclusive de pontos de instalações. Além disto, existe a dificuldade de manutenção nas instalações hidráulicas e elétricas embutidas na parede e apresenta grandes manifestações patológicas, por ser mais suscetível à retração do concreto e problemas relacionados à concretagem.

Segundo Corrêa (2012) o sistema é antieconômico para empreendimentos de baixa repetitividade ou de grande complexidade arquitetônica, pois seu elevado custo inicial de aquisição deve ser diluído com o uso ao longo da vida útil dos elementos e necessita de equipamentos de grande porte para a movimentação dos conjuntos.

Bernardi (1999) acrescenta o fato de o sistema precisar de fábricas especializadas para sua produção e a necessidade de manutenção ao longo da vida útil da fôrma, principalmente quanto à oxidação. Além de não serem trabalháveis como a madeira, demandam projeto de fôrmas específico e precisa que os processos de transporte, montagem, escoramento e desforma sejam obrigatoriamente e previamente planejados.

O sistema é formado por painéis de fechamentos verticais e horizontais e demais elementos, apresentados no próximo item deste trabalho.

2.1.2 Sistema de fôrmas: elementos constituintes

Segundo Macedo (2016) o projeto de fôrmas é essencial para que se dê início a um processo executivo adequado e deve ser compatibilizado com o projeto estrutural para garantir a viabilidade do sistema e a qualidade do produto final.

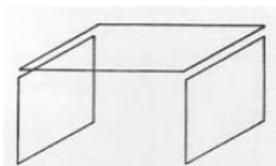
Bernardi (1999) aponta a fôrma como fator influenciador na qualidade da estrutura moldada e vista como um equipamento a ser utilizado na execução da edificação e não mais como um material de consumo.

A fôrma propriamente dita é composta de superfícies planas em chapa metálica formada por painéis verticais e horizontais. O painel vertical molda a parede de concreto e o horizontal, a laje. O painel vertical deve ser em torno de 5 cm menor que o pé direito do pavimento, para permitir as movimentações de desforma e retirada dos painéis.

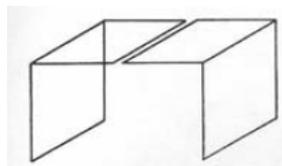
Apresentam dois tipos de configuração: túnel inteiro (Figura 2a) ou meio túnel (Figura 2b). O uso depende do tamanho do ambiente a ser concretado, do peso do painel da forma e da capacidade de carga da grua de içamento da forma. Meios túneis são utilizados para moldar espaços maiores e são mais rápidos para serem retirados

e movimentados. Sendo assim, os painéis horizontais podem apresentar tamanhos diferentes, mas comprimentos iguais aos dos painéis verticais que os acompanham.

Figura 2 - Tipos de painéis



a) Túnel inteiro



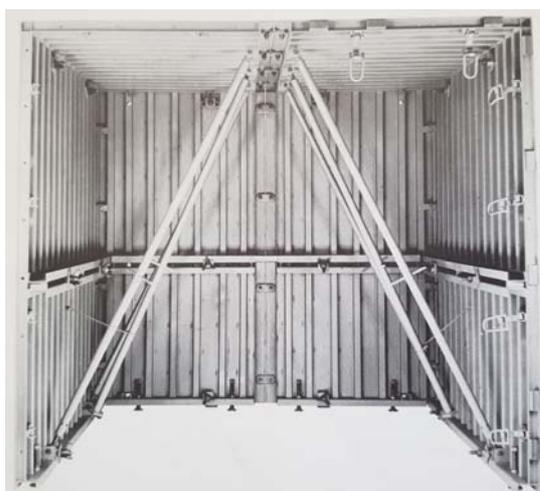
b) Meio túnel

Fonte: Roberto Júnior (2007)

Os painéis metálicos verticais de fachada (que concretam a parede de borda da edificação), chamados de “*banches*” (Bernardi 1999), possuem alturas maiores do que os painéis verticais de concretagem de paredes internas, pois precisam envolver o pé direito do pavimento, a espessura da laje e o arranque.

A Figura 3 apresenta dois meios túneis interiores de uma célula em posição de concretagem, onde os painéis verticais atuam na concretagem de paredes e os horizontais, de lajes. Já a Figura 4 além dos painéis internos, apresenta também a *banche* com a plataforma de fachada fixada ao mesmo.

Figura 3 - Dois meios túneis



Fonte: Outinord

Figura 4 – Representação do sistema de fôrma túnel com banche



Fonte: Outinord

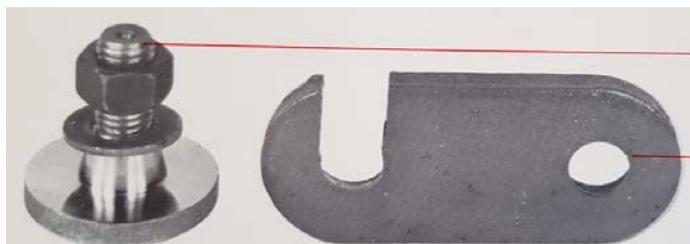
Bernardi (1999) apresenta o sistema da fôrma túnel formado pelos painéis, elementos de conexão, elementos de arranque, elementos espaçadores, componentes enrijecedores, elementos de sustentação, elementos formadores de vãos e vazios no concreto, elementos de desforma, elementos de translação e outros.

- **Elementos de conexão:** tramelas ou fechos de cúpula (Figura 5) responsável pela conexão entre painéis de fechamento, fechos de engate (Figura 6) responsável pela conexão entre painéis de fechamento, fusos e cones metálicos responsáveis pela ancoragem entre painéis de fechamento. Os fusos podem ser do tipo padrão (Figura 7a) ou do tipo cônico (Figura 7b). A função dos fusos é impedir que as formas abram devido à pressão do concreto na hora da concretagem. Já os cones (Figura 8) permitem a passagem dos fusos entre os painéis e executam o espaçamento entre os painéis verticais, delimitando a espessura da parede;

Figura 5 - Tramelas ou fechos de cúpula

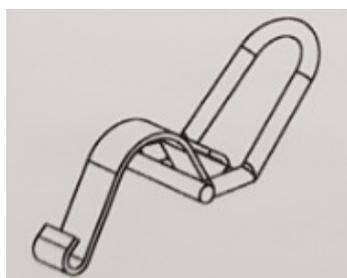


Fonte: Neru



Fonte: Outinord

Figura 6 - Fechos de engate



Fonte: Mesa Imalat



Fonte: Bernardi (1999)

Figura 7 - Fusos



a) Tipo padrão



b) Tipo cônico

Fonte: BMTPC - Outinord (2015)

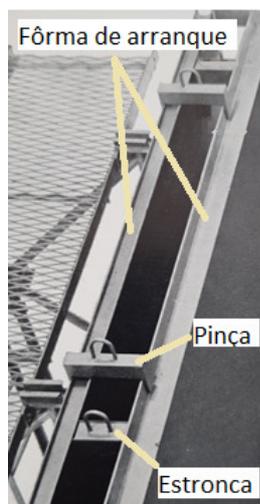
Figura 8 - Cone



Fonte: Mesa Imalat

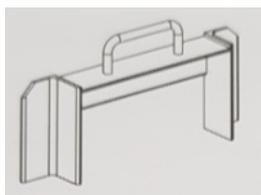
- **Fôrmas de arranque:** são as fôrmas (Figura 9) que moldam os “colarinhos” do início inferior da parede. Os “colarinhos” delimitam o início da parede no piso e guiam o correto posicionamento das fôrmas verticais, facilitam a retirada das fôrmas após a concretagem, guiam o posicionamento dos negativos de portas e janelas, asseguram o correto nivelamento da laje e espessura da parede. Complementando o conjunto de fôrmas de arranque, existem as “pinças” (Figura 10a), as “estroncas” (Figura 10b) e os “cortes” (Figura 10c) (Bernardi 1999). As “estroncas”, garantem que o conjunto de fôrmas de arranque não se deslocarão e impedem o fechamento das mesmas. As “pinças” impedem a abertura das fôrmas referenciadas e os “cortes”, pelas paradas do concreto;

Figura 9 - Fôrma de arranque

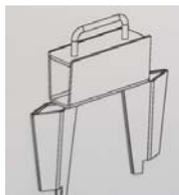


Fonte: adaptado Outinord

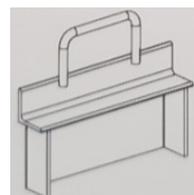
Figura 10 - Pinça, Estronca e Corte



a) “Pinça”



b) “Estronca”



c) “Corte”

Fonte: Mesa Imalat

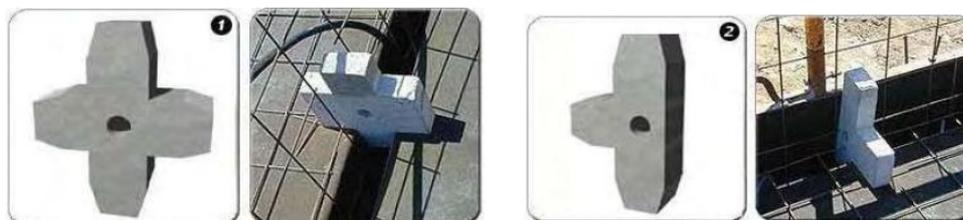
Figura 11 - Fôrmas de arranque do primeiro nível de concretagem e execução de colarinhos das paredes



Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

- **Cruzetas:** responsáveis pelo posicionamento das fôrmas de arranque e delimitam a espessura da laje e das paredes. Elementos em concreto pré- moldado, apresenta duas tipologias: com quatro pontas (Figura 12a) utilizadas em paredes internas, ou com três pontas (Figura 12b), utilizadas em paredes de periferia do pavimento. A quantidade de cruzetas depende do número necessário para promover a estabilidade das fôrmas de arranque. Em geral, é colocada uma cruzeta a cada 3,5 metros de fôrma e três cruzetas para um fôrmas posicionadas em ângulo.

Figura 12 - Cruzetas



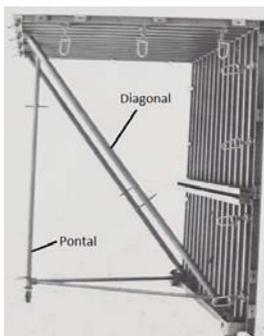
a) Quatro pontas

b) Três pontas

Fonte: BMTPC - Outinord (2015)

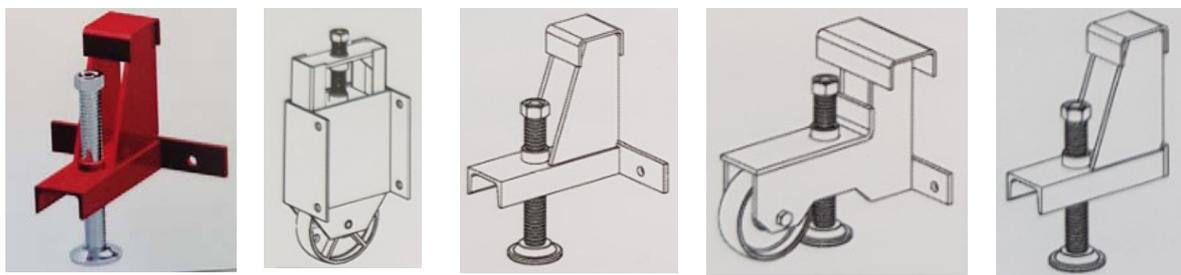
- **Elementos de sustentação:** perfis tubulares responsáveis pela sustentação das fôrmas. São eles: “pontais”, “diagonais” (Figura 13) e “macacos” (Figura 14) (Bernardi 1999). Os “pontais” são os elementos verticais ligados em uma extremidade no painel horizontal e na outra extremidade em uma roda e permitem o posicionamento e a movimentação dos painéis. As “diagonais” são os elementos inclinados que interligam os painéis vertical e horizontal (garante que os dois painéis fiquem perpendiculares entre si). E os “macacos”, que se localizam em baixo dos painéis verticais, sustentam e regulam a altura dos mesmos;

Figura 13 - Pontal e Diagonal



Fonte: adaptado Outinord

Figura 14 – Macacos



Fonte: Mesa Imalat

- **Negativos:** responsáveis por delimitar a área de portas, janelas e demais vãos em paredes e lajes, definem uma área com ausência de

concreto (Figura 15). São colocados entre os painéis verticais e nas lajes;

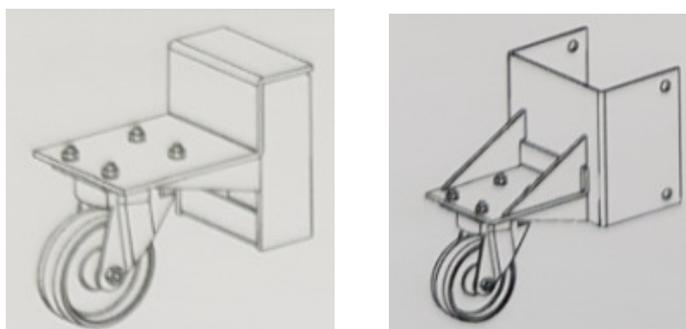
Figura 15 - Negativos de portas e janelas



Fonte: Outinord

- **Rodas ou rodízios:** responsáveis pela movimentação dos painéis, tanto na colocação da posição de concretagem quanto na desforma. Presentes nos “pontais” e nas extremidades inferiores dos painéis verticais. São apresentadas na Figura 16;

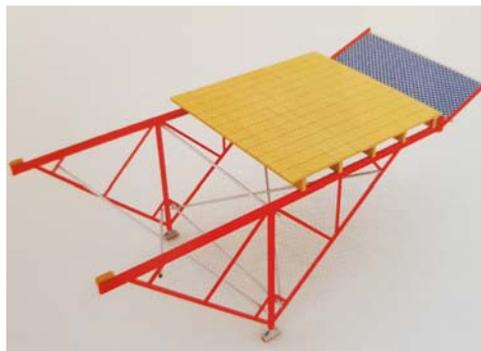
Figura 16 - Rodas



Fonte: Mesa Imalat

- **Passarelas de trabalho:** responsáveis por permitir a movimentação dos painéis e funcionários durante o posicionamento dos mesmos e garantem a proteção contra queda de materiais e funcionários. Compostas de estrutura metálica e assoalho de madeira (produzido em obra). A Figura 17 indica um croqui final da passarela de trabalho e a Figura 18 mostra a passarela montada durante a execução da edificação;

Figura 17 - Passarela de trabalho



Fonte: Neru

Figura 18 - Passarela de trabalho posicionada



Fonte: canteiro de obras de empreendimento da empresa do estudo de caso

- **Passarelas de fachada:** responsáveis por permitir a movimentação dos funcionários durante a concretagem das paredes e lajes da periferia, também compostas de estrutura metálica e assoalho. A Figura 19 indica um croqui final da passarela de trabalho e a Figura 20 mostra a passarela já montada na forma sendo transportada pela grua;

Figura 19 - Passarela de fachada



Fonte: Neru

Figura 20 - Passarela de fachada montada no painel



Fonte: Outinord

- **Fecho de parede e fecho de laje:** elementos metálicos responsáveis por fechar a frente das paredes e delimitar a concretagem de lajes. A Figura 21 apresenta o fecho de parede e a Figura 22 o fecho de laje;

Figura 21 - Fecho de parede



Fonte: canteiro de obras de empreendimento da empresa do estudo de caso

Figura 22 - Fecho de laje

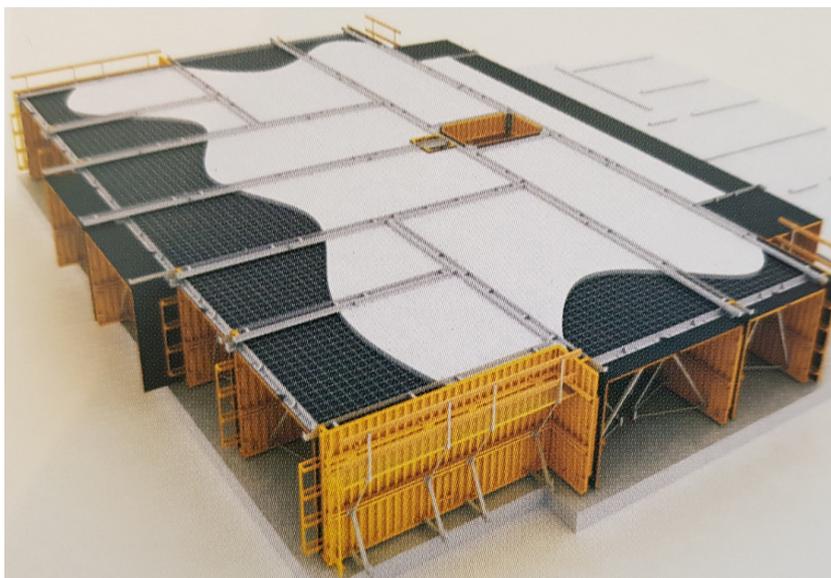


Fonte: canteiro de obras de empreendimento da empresa do estudo de caso

- **Outros elementos:** além dos principais elementos mencionados anteriormente, existem outros elementos componentes do sistema como: escadas, elementos de içamento, fixações e ferramentas para montagem do sistema;

A Figura 23 exemplifica o sistema total montado e posicionado para a concretagem.

Figura 23 - Sistema de fôrma túnel



Fonte: Neru

2.1.3 Concreto

O concreto utilizado para esse sistema deve apresentar um adensamento eficiente, devido às alturas e ao espaço estreito das fôrmas das paredes. Deve ser um concreto de boa fluidez e plasticidade, que evite a segregação dos materiais e que apresente boa trabalhabilidade.

A Figura 24 indica os concretos mais comuns utilizados e indicados para paredes de concreto segundo a ABCP (2007), sendo o mais recomendável deles o auto-adensável.

Figura 24 - Especificação dos concretos

Tipo	Descrição	Massa específica (kg/m ³)	Resistência mínima à compressão (MPa)	Tipologia usualmente utilizada
L1	Celular	1.500 a 1.600	4	Casas de até 2 pavimentos
L2	Com agregado leve	1.500 a 1.800	20	Qualquer tipologia
M	Com alto teor de ar incorporado	1.900 a 2.000	6	Casas de até 2 pavimentos
N	Convencional ou auto-adensável	2.000 a 2.800	20	Qualquer tipologia

Fonte: Coletânea de Ativos 2007-2008 (ABCP, ABESC, IBTS)

Atualmente, segundo ABCP (2012) os concretos mais utilizados pelas construtoras que utilizam o sistema de parede de concreto são o auto-adensável e o superfluido, com preferência de uso do superfluido, que apresenta menor custo em relação ao auto-adensável.

Corrêa (2012) informa que o lançamento do concreto em paredes deve ser planejado e obedecer a um critério de escolha de pontos, de modo que a massa fluida possa caminhar homoganeamente pelas formas e preencher todos os vazios sem quaisquer dificuldades. Afirma ainda, que este lançamento deve ser iniciado por um dos cantos da edificação, até que uma significativa parcela das paredes próximas ao ponto esteja totalmente cheia. Em seguida, muda-se a posição em direção ao canto oposto, até que se complete o rodízio dos quatro cantos opostos da estrutura.

Fiabani (2010) afirma que a desforma de paredes de concreto deve ser feita evitando choques para evitar fissuras e que a limpeza da fôrma deve ser feita logo após a desforma para que sejam removidos mais facilmente quaisquer resíduos existentes, com jatos pressurizados de água ou com raspagem com espátula plástica ou escova.

2.1.4 Aço

A armação do sistema é simples, é basicamente composta de telas de aço eletrosoldadas na extensão das paredes e lajes e de reforços com telas ou barras de aço convencional (vergalhões convencionais de construção civil) nas bordas de paredes, vãos de portas e janelas e aberturas em lajes. Em pavimentos com maior carga estrutural, ocorre a utilização de painéis em tela dupla. Para garantir o cobrimento especificado em projeto, são utilizados espaçadores (distanciadores) plásticos ou treliçados de aço.

Figura 25 - Espaçadores

a) Espaçadores plásticos



b) Espaçador eletrosoldado

Fonte: IBTS

Figura 26 - Armadura de encontro de paredes

Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

Figura 27 - Espaçador plástico para paredes e eletroduto passando pela parede

Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

Figura 28 - Telas de aço posicionadas para execução das paredes do primeiro nível



Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

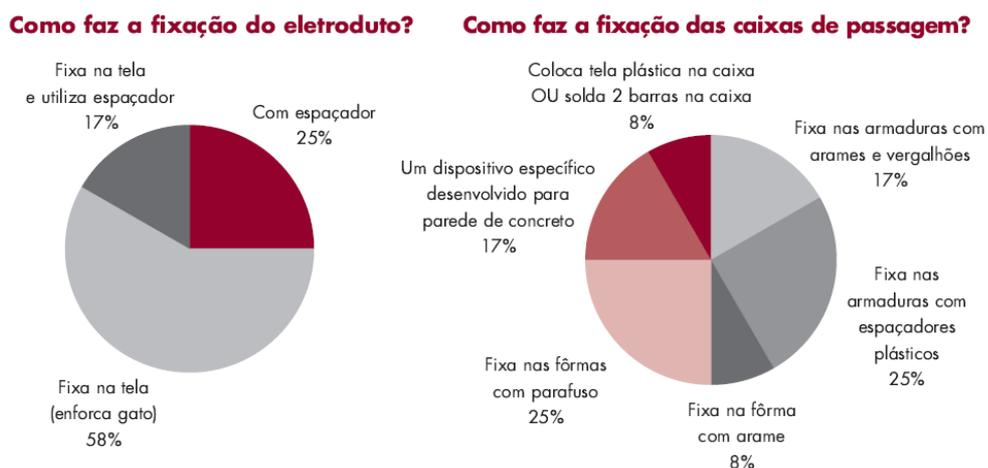
2.1.5 Instalações

Tubulações de pequeno diâmetro normalmente são embutidas na parede e lajes durante as concretagens de maneira que não comprometam a estrutura. Já tubulações de grandes diâmetros devem ser posicionadas em shafts previstos em projeto estrutural (isso acontece normalmente para tubulações de esgoto).

Os materiais para instalações hidráulicas utilizados normalmente são: PVC, PEX ou PPR. Já para instalações elétricas: PVC corrugado laranja para eletrodutos, caixas de passagem em PVC amarelas nas paredes e laranjas nas lajes.

A fixação de eletrodutos e caixas de passagem na parede fica a critério das construtoras. Em pesquisa desenvolvida e apresentada na coletânea de ativos ABCP, ABESC e IBTS (2011-2013) com construtoras que praticam a execução de edificações com parede de concreto tiveram o resultado mostrado na Figura 29 para a fixação de eletrodutos e caixas de passagem.

Figura 29 - Resultado de pesquisa sobre fixação de eletrodutos e caixas de passagem



Fonte: coletânea de ativos ABCP, ABESC e IBTS (2011-2013)

Figura 30 - Exemplo de espaçador para eletroduto



Fonte: Corrêa (2012)

Figura 31 - Fixação de caixa de elétrica com arame



Fonte: acervo empresa do estudo de caso

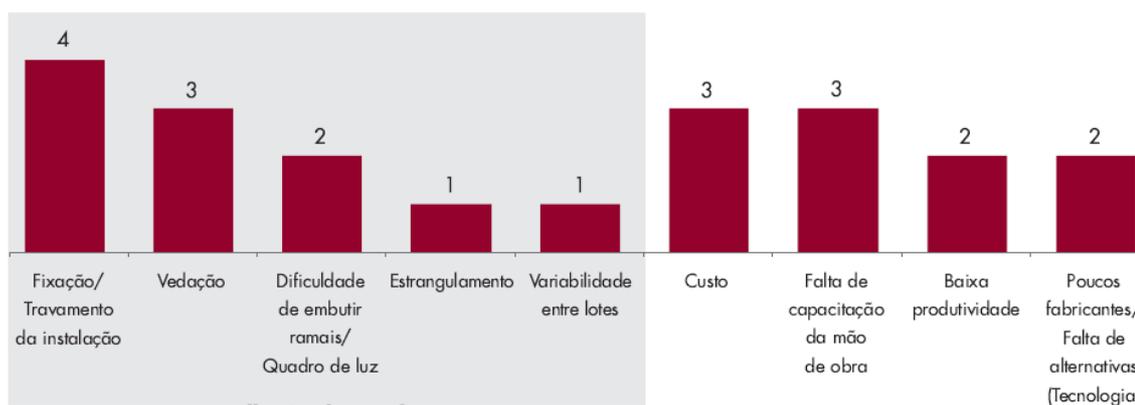
Figura 32 - Distribuição de instalações elétricas na laje



Fonte: acervo empresa do estudo de caso

Também foi apresentada na coletânea de ativos ABCP, ABESC e IBTS (2011-2013) uma pesquisa com construtoras sobre as maiores dificuldades que possuem em relação ao sistema de instalações nas paredes de concreto e os resultados obtidos são apresentados na Figura 33.

Figura 33 - Resultado de pesquisa sobre dificuldades com o sistema de instalações nas paredes de concreto



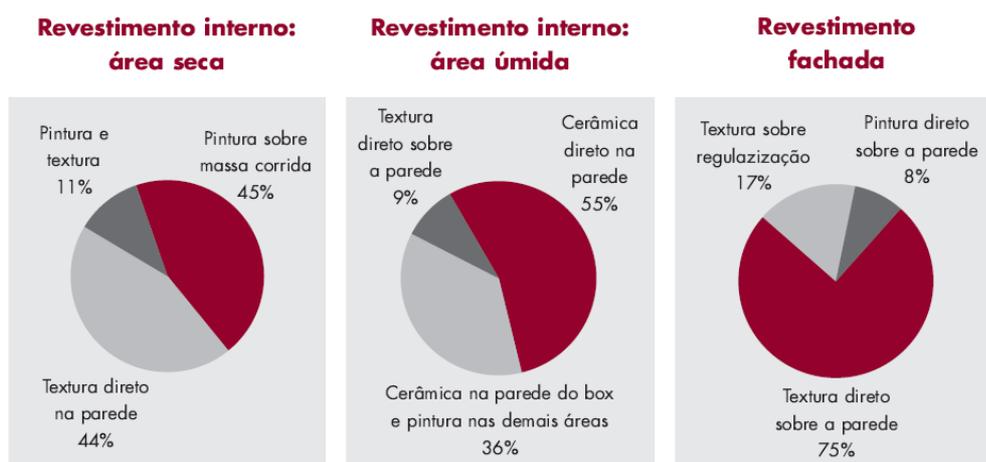
Fonte: coletânea de ativos ABCP, ABESC e IBTS (2011-2013)

2.1.6 Acabamentos

Para as paredes de concreto, é essencial a ausência de bolhas superficiais, fissuras, inconformidades de concretagem, trincas, pois, segundo Fiabani (2010), gerariam mais etapas de serviço para o recebimento do revestimento ou pintura final, que ocorrem diretamente sobre a superfície de concreto, acarretando maiores demandas de mão de obra, materiais e conseqüentemente, maiores custos.

Os revestimentos também são escolhidos de acordo com os projetos arquitetônicos de cada empreendimento. Foi apresentada na coletânea de ativos ABCP, ABESC e IBTS (2011-2013) uma pesquisa sobre revestimentos usuais nas paredes de concreto e os resultados obtidos são apresentados na Figura 34.

Figura 34 - Resultado de pesquisa sobre revestimentos usuais nas paredes de concreto



Fonte: coletânea de ativos ABCP, ABESC e IBTS (2011-2013)

A textura aplicada nas paredes e lajes é altamente utilizada, pois permite que seja aplicada diretamente sobre a superfície e encobre pequenas imperfeições existentes. O preparo da base é extremamente importante para o bom desempenho do revestimento. Deve-se limpar o desmoldante da parede para não prejudicar a aderência do revestimento. Para essa correção de base é necessário fazer estucagem de furos das ancoragens e retirada do desmoldante através de lavagem ou uso de desmoldante que não deixe resíduos.

Figura 35 - Aplicação de desmoldante em painel de fôrma



Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

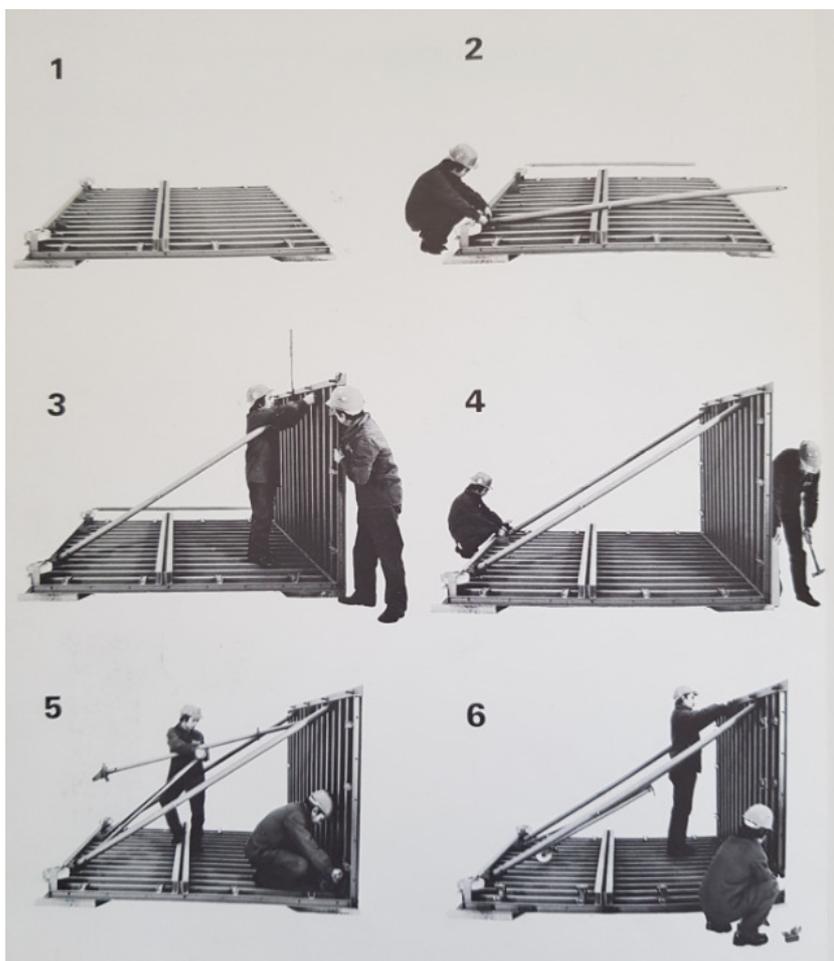
2.1.7 Mão de obra

O processo de industrialização de materiais e equipamentos, a mecanização e a modulação acarretam uma abordagem diferenciada em relação à mão de obra da construção civil tradicional.

A mão de obra de produção é treinada com vertente voltada à produção industrial. Nesse sistema, o serviço de carpinteiro e de pedreiro é reduzido, dando lugar predominantemente à mão de obra de armadores, montadores e instaladores com treinamento e qualificação voltados à execução da construção com o sistema referenciado. O próprio processo de repetição em si promove qualificação dos colaboradores de obra.

2.1.8 Movimentação dos painéis

Os painéis, no início da utilização são montados em área fora da edificação. O processo de montagem de um meio túnel é apresentado na Figura 36. E são transportados já montados para concretagem.

Figura 36 - Montagem de meio túnel

Fonte: catálogo técnico Outinord

Devido ao peso elevado, os meio túneis ou túneis inteiros são movimentados através de guias dentro do canteiro de obras através de cabos de aço ou correntes. A grua precisa ter elevada capacidade de carga de ponta e um braço com comprimento que atenda a necessidade de cada construção de acordo com seu posicionamento. Normalmente o valor deste equipamento é elevado, devido às grandes extensões do braço e à elevada capacidade de carga de ponta. Para o dimensionamento do equipamento, é necessário o planejamento da posição da base e lembrar que deve alcançar aproximadamente cinco metros além do ponto mais distante para viabilizar a retirada do painel mais distante da base da grua (considerar o tamanho comprimento dos painéis na verificação).

Figura 37 - Montagem de painéis para a primeira concretagem



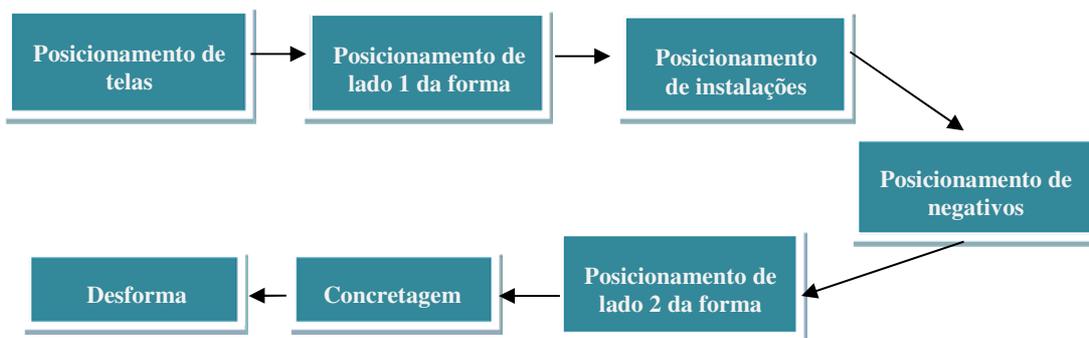
Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

2.1.9 Ciclo de concretagem

Em uma cadeia repetitiva de execuções, bem sequenciada e definida, é possível definir ciclos de trabalhos. Para o sistema de fôrma túnel esses ciclos podem se apresentar de duas formas segundo Bernardi (1999). A primeira forma é a de produção estática, na qual se possui todas as fôrmas necessárias para a concretagem do pavimento por completo, a concretagem seguinte se dá no pavimento superior e cada ciclo de trabalho compreende um pavimento em sua totalidade. A segunda forma é a de produção dinâmica, na qual se possui apenas a quantidade de fôrmas disponibilizada para concretar apenas uma parte por vez do pavimento, a concretagem seguinte se dá no mesmo pavimento antes de iniciar o plano superior. Pode-se retirar a fôrma dez horas depois da concretagem, que é quando o concreto atinge resistência suficiente para isto.

Um ciclo de concretagem genérico compreende basicamente as etapas apresentadas na Figura 38 abaixo.

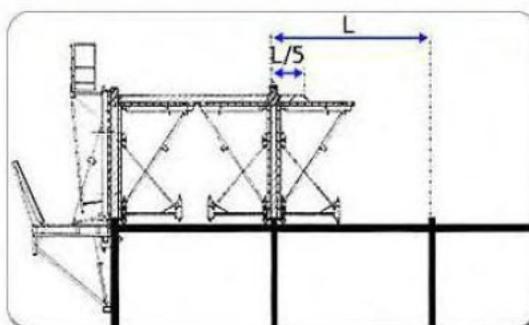
Figura 38 - Ciclo de concretagem



Fonte: autora

Quando um ciclo de trabalho é dividido em mais de uma concretagem, ou seja, apresenta produção estática, é criada uma junta fria de concretagem. Para essa junta, o meio túnel localizado na intersecção das concretagens é posicionado na primeira concretagem e $1/5$ do vão da célula deve ser concretado no primeiro ciclo e o restante, no segundo ciclo.

Figura 39 - Junta fria



Fonte: Outinord

Segundo Bernardi (1999), o concreto deve ser lançado em camadas inferiores a trinta centímetros e a concretagem de lajes deve ser iniciada na região central em direção a periferia e o lançamento do concreto deve ser executado na própria região de aplicação para se evitar a concentração de volumes e sobrecarga nas formas.

2.1.10 Possíveis inconformidades

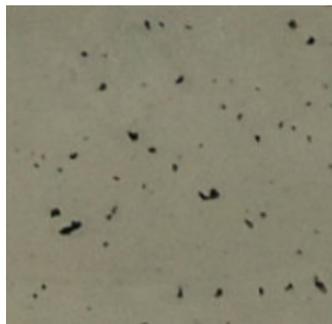
2.1.10.1 Inconformidades em paredes de concreto

Como não foram encontrados estudos específicos para inconformidades durante a execução em sistemas de fôrma túnel, o presente assunto será abordado considerando as diversas inconformidades que ocorrem em paredes de concreto. A maioria está relacionada com o concreto e com o serviço de concretagem. As principais inconformidades encontradas são:

- **Bolhas superficiais abertas:** segundo Fiabani (2010) são geradas durante o processo de mistura e lançamento devido à agitação do

concreto, em que parcela do ar presente consegue ser expulsa e outra parte permanece durante a cura do concreto (eliminação dificultada pela viscosidade do material). Devido à pressão do concreto, a água e o ar presentes no concreto tendem a se deslocar para a superfície externa, ocasionando a formação das bolhas superficiais.

Figura 40 - Bolhas superficiais



Fonte: Fiabani (2010)

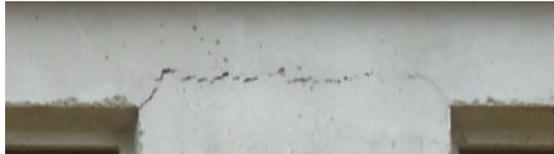
Corrêa (2012) apresenta duas soluções para a inconformidade ocasionada em paredes de concreto. A primeira seria a utilização de revestimento têxtil na forma, criando uma superfície porosa que permita a saída do ar e da água e a outra é a realização de feltragem manual da parede recém concretada. Como medida preventiva, ainda acrescenta a limpeza das fôrmas antes da aplicação de desmoldante e a correta aplicação do mesmo.

- **Fissuras:** segundo Fiabani (2010), as fissuras em paredes de concreto podem ser separadas em quatro grupos principais:
 - a) **deformação:** associada à ação dos esforços sobre a peça concretada (concreto submetido a esforços superior ao que suporta);
 - b) **retração hidráulica:** concreto ainda em estado fresco, a medida que ocorre sua cura podem surgir fissuras devido à perda de água;
 - c) **retração térmica:** associada ao coeficiente de dilatação térmica do concreto e ocasionada pela variação térmica e pela umidade

relativa do ar, promovendo a variação do volume do concreto endurecido e ocasionando o aparecimento das fissuras;

- d) expansão hidráulica: associada à expansão volumétrica da água que se encontra nos poros do concreto, produzindo grandes pressões. Esta é de pouca relevância;

Figura 41 - Fissuras



Fonte: Fiabani (2010)

- **Manchas:** segundo Fiabani (2010) as principais causas das diferenças de tonalidade em paredes de concreto são:
 - a) variação na cor do cimento e da areia;
 - b) variação na relação água/cimento;
 - c) concentração de aditivos em pontos localizados;
 - d) desmoldantes;
 - e) desforma em tempos diferentes;
 - f) impurezas no concreto;
 - g) movimento de água dentro das fôrmas devido aos gradientes de energia;

Fiabani (2010) também afirma que para se evitar o surgimento de manchas nas paredes de concreto, deve-se procurar manter constantes as marcas e fornecedores da matéria prima. Ainda, granulometria dos agregados deve ser uniforme e caso haja uso de aditivos, que sejam bem homogeneizados.

Figura 42 - Manchas



Fonte: Fiabani (2010)

- **Inconformidades de execução:** Corrêa (2012) aponta inconformidades ocasionadas por durante a execução em paredes de concreto, dentre elas tem-se:
 - a) vazamento de concreto das fôrmas;
 - b) erros de posicionamento das armaduras;
 - c) segregação do concreto (erro de posicionamento de armaduras, elementos de instalações ou concreto com características inadequadas);
 - d) uso de concreto com características inadequadas;

Corrêa (2012) também indica que para se evitar as inconformidades acima mencionadas, deve-se verificar o correto posicionamento e fixação das fôrmas e elementos antes da concretagem.

Figura 43 - Armadura exposta devido a erro de posicionamento de armadura



Fonte: Corrêa (2012)

2.1.10.2 Inconformidades do sistema de fôrma túnel

Além das inconformidades supracitadas, são apresentadas outras relacionadas ao sistema de fôrma túnel conforme levantamento que consta em Lima, Vale; Valério (2016). Inconformidades superficiais ocasionadas devido à falta de desmoldante nas fôrmas, de adensamento de concreto em quinas de negativos e sob os mesmos e erros de posicionamento de negativos das aberturas.

Figura 44 - Inconformidade superficial devido à falta de desmoldante



Fonte: Lima, Vale e Valério (2016)

Figura 45 - Inconformidade no adensamento de concreto



Fonte: Lima, Vale e Valério (2016)

Bernardi (1999) afirma que nas regiões onde há negativos de portas (que vão até a base da fôrma) o lançamento de concreto deve ser alternado entre os dois lados do negativo, para se evitar o deslocamento do mesmo devido ao empuxo do concreto.

Já para negativos de janelas, o concreto deve ser lançado em um único lado, até preencher a área toda sob o negativo para se evitar aprisionamento de ar e inconformidade conforme apresentado na Figura 46.

Figura 46 – Inconformidade no adensamento de concreto sob negativos



Fonte: Lima, Vale e Valério (2016)

Para as inconformidades de adensamento, deve-se prever o correto tratamento padrão do concreto e o fechamento com graute estrutural dos locais que foram apresentadas.

O sistema de fôrma túnel exige uma concretagem cuidadosa e uma inspeção rigorosa na desforma com a verificação de inconformidades apresentadas e medidas corretivas eficazes para o tratamento das mesmas, pois qualquer inconformidade acarreta efeitos de redução na resistência estrutural e na qualidade do sistema. Caso seja utilizado o concreto auto adensável, esses tipos de inconformidades não devem ser apresentadas.

2.1.11 Desempenho

Todos os sistemas construtivos devem atender à norma da ABNT NBR 15575:2013. Para isso, devem ser comprovados os resultados através de estudos de casos, ensaios laboratoriais e ensaios em campo. Nos itens a seguir serão apresentados os principais requisitos de desempenho. Foi utilizado como base os resultados para paredes de concreto apresentados na Coletânea de ativos 2007-2008

e o material apresentado por Bernardi (1999) para o desempenho em sistema construtivo fôrma túnel.

2.1.11.1 Segurança estrutural

Apresentado na parte 2 da ABNT NBR 15575:2013, o sistema construtivo deve atender durante sua vida útil de projeto, sob as diversas condições de exposição (peso próprio, sobrecargas de utilização, ação do vento e outros) aos requisitos gerais:

- a) não ruir ou perder a estabilidade de nenhuma de suas partes;
- b) prover segurança aos usuários sob ação de impactos, choques, vibrações e outras solicitações decorrentes da utilização normal da edificação, previsíveis na época do projeto;
- c) não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos da edificação, admitindo-se tal exigência atendida caso as deformações se mantenham dentro dos limites estabelecidos pela Norma;
- d) não repercutir em estados inaceitáveis de fissuração de vedação e acabamentos;
- e) não prejudicar a manobra normal de partes móveis, como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento normal das instalações em face das deformações dos elementos estruturais;

Para atestar o atendimento à Norma, são realizados os ensaios: impacto de corpo mole, corpo duro e arrancamento em paredes de concreto.

- **Ensaio Impacto de corpo mole:** as exigências normativas são apresentadas no item 7.4.1 da parte 2 da ABNT NBR 15575:2013 e suas diretrizes são:
 - a) não devem sofrer ruptura ou instabilidade sob as energias de impacto estabelecidas nas Tabelas 3 a 5, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, escamações, delaminações e outros danos em impactos

de segurança, respeitados os limites para deformações instantâneas e residuais dos componentes;

b) não podem causar danos a outros componentes acoplados aos componentes sob ensaio;

Nos ensaios executados e realizados em laboratórios nacionais apresentados na Coletânea de ativos 2007-2008 em paredes de concreto, o atendimento à Norma foi comprovado em diferentes configurações das construções (parede com ou sem laje, com ou sem portas e janelas).

- **Ensaio Impacto de corpo duro:** as exigências normativas são apresentadas no item 7.4.2 da parte 2 da ABNT NBR 15575:2013 e suas diretrizes são:
 - a) componentes da estrutura não devem sofrer ruptura ou transpassamento sob qualquer energia de impacto (tolera-se ocorrência de fissuras e lascamentos).

Nos ensaios executados apresentados na Coletânea de ativos 2007-2008 em paredes de concreto, o atendimento à Norma foi comprovado para as paredes de concreto. Como está ligado à resistência do concreto, quanto maior a resistência do mesmo, melhor o resultado do ensaio.

- **Ensaio Arrancamento Horizontal:** as exigências normativas são apresentadas no item 7.3.1 da parte 4 da ABNT NBR 15575:2013 e suas diretrizes são:
 - a) sob ação de cargas aplicadas excêntrica em relação à sua face, não deve apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos e deslocamentos horizontais residuais, lascamentos ou rupturas, arrancamentos dos dispositivos de fixação ou esmagamento dos mesmos. Esse ensaio visa verificar se o sistema resiste às solicitações originadas pela fixação de peças suspensas (armários, prateleiras, hidrantes, quadros e outros). Permitido ocorrência de fissuração sem arrancamento ou deformação excessiva.

Nos ensaios executados apresentados na Coletânea de ativos 2007-2008 em paredes de concreto, o atendimento à Norma foi comprovado para as paredes de concreto. Os ensaios foram executados para diferentes tipologias de concreto, e os resultados foram melhores para aqueles com maior resistência. Sendo assim, para paredes executadas com concretos menos resistentes, recomenda-se a utilização de dispositivos de fixação que promovam uma maior área de contato para melhor distribuição dos esforços.

- **Ensaio Impacto de portas:** as exigências normativas são apresentadas no item 7.6 da parte 4 da ABNT NBR 15575:2013 e suas diretrizes são:
 - a) resistir a ações transmitidas por portas. Paredes não devem apresentar falhas (rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com a porta, cisalhamentos e destacamentos de juntas e outros).

Nos ensaios executados apresentados na Coletânea de ativos 2007-2008 em paredes de concreto, o atendimento à Norma foi comprovado para as paredes de concreto. Paredes absorveram totalmente os impactos das portas.

Bernardi (1999) apresenta em seu estudo para uma edificação construída com sistema de fôrma túnel foi constatado que as paredes da edificação não sofreram qualquer tipo de comprometimento quanto submetidas aos ensaios mencionados anteriormente.

2.1.11.2 Segurança contra incêndio

A segurança contra incêndio visa promover a baixa probabilidade de início de incêndio, a alta probabilidade de os usuários sobreviverem sem sofrer qualquer injúria, a redução da extensão de danos à propriedade e à vizinhança imediata. As exigências normativas são apresentadas no item 8 da parte 1 da ABNT NBR 15575:2013 e suas diretrizes são:

- Proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio;

- Dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;
- Proporcionar meios de controle e extinção do incêndio;
- Dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros;

E os objetivos principais de garantia da resistência ao fogo dos elementos estruturais são:

- Possibilitar a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança;
- Garantir condições razoáveis para o emprego de socorro público, onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção);
- Evitar ou minimizar danos à própria edificação, às outras adjacentes, à infra-estrutura pública e ao meio ambiente;

As paredes tem como função minimizar a propagação do incêndio, assegurando estanqueidade e isolamento. E em paredes com função estrutural, devem minimizar o risco de colapso estrutural da edificação em situação de incêndio. Nos ensaios executados apresentados na Coletânea de ativos 2007-2008 em paredes de concreto, o atendimento à Norma foi comprovado para as paredes de concreto. As paredes de concreto são um dos melhores elementos para segurança contra incêndio: isolantes e incombustíveis (baixa transmissão de calor).

Bernardi (1999) aponta que para uma edificação construída com sistema de fôrma túnel foram realizados diferentes ensaios no IPT, dentre eles: propagação de chama, desenvolvimento de fumaça e resistência ao fogo. Para este último, foi comprovada a resistência ao fogo de 2 horas e portanto, atende aos requisitos de desempenho.

2.1.11.3 Estanqueidade

A parte 1 no item 10 da ABNT NBR 15575:2013 apresenta os critérios normativos em relação à necessidade de se assegurar a estanqueidade contra fontes de umidades externas ao sistema. Para este item, quando o serviço não é bem executado, qualquer sistema estrutural pode apresentar falhas. É necessário realizar bem a vedação entre os caixilhos e as paredes e no caso do sistema de fôrma túnel, também o encontro entre paredes de concreto e as paredes de vedação. Caso apareçam fissuras entre as paredes estruturais e de vedação da fachada, a estanqueidade ficará comprometida. Nos ensaios executados apresentados na Coletânea de ativos 2007-2008 em paredes de concreto, o atendimento à Norma foi comprovado para as paredes de concreto.

2.1.11.3 Desempenho térmico

A parte 1 no item da 11 ABNT NBR 15575:2013 apresenta os critérios normativos em relação ao desempenho térmico. A edificação deve reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico considerando-se a zona bioclimática. A norma permite que o desempenho térmico seja avaliado para um sistema independente ou para a edificação como um todo. Os resultados dependem das características de todo o ambiente construído.

Na Parte 1 da ABNT NBR 15575 no Anexo estabelece os critérios de desempenho térmico para edificações implantadas em diferentes zonas climáticas brasileiras, considerando as diferentes temperaturas de verão e inverno.

Os resultados dos ensaios dependem do projeto da edificação: orientação em relação ao posicionamento (insolação e ventilação) e a concepção arquitetônica (aberturas, sombreamentos, espessuras de paredes etc). Na maior parte dos ensaios, os desempenhos mínimos foram atingidos. Como o desempenho térmico depende de uma série de fatores, segundo a coletânea 2007-2008, é possível afirmar que o desempenho térmico pode ser alcançado em construções com paredes de concreto em todas as zonas climáticas brasileiras.

2.1.11.4 Desempenho acústico

A parte 1 no item 12 da ABNT NBR 15575:2013 são apresentados os critérios normativos em relação ao desempenho acústico. A edificação habitacional deve apresentar isolamento acústico adequado das vedações externas, no que se refere aos ruídos aéreos provenientes do exterior da edificação habitacional e isolamento acústico adequado entre áreas comuns e privativas. E ainda, propiciar condições de isolamento acústico entre as áreas comuns e ambientes de unidades habitacionais e entre unidades habitacionais distintas.

Isolamento mínimo normativo: entre ambientes 30dB, entre unidades habitacionais 45dB. Os resultados dependem das massas dos elementos (massa específica e espessura) e dos locais de fuga de som (portas, janelas, caixas de passagem). Em geral, nos ensaios executados apresentados na Coletânea de ativos 2007-2008 em paredes de concreto, o atendimento à Norma foi comprovado para as paredes de concreto.

Para o desempenho acústico de pisos os critérios normativos são apresentados na parte 3 no item 12 da ABNT NBR 15575:2013. Deve-se avaliar o som resultante de ruídos de impacto (caminhamento, queda de objetos e outros) entre unidades habitacionais. São considerados o isolamento de ruído de impacto no sistema de piso (caminhamento, queda de objetos e outros) e o isolamento de ruído aéreo (conversas, som proveniente de TV e outros). A avaliação deve considerar o sistema de piso, conforme entregue pela empresa construtora.

Isolamento mínimo normativo: entre unidades habitacionais autônomas em pavimentos distintos 45dB. Depende do revestimento a ser colocado sobre a laje e da espessura da laje.

2.1.11.5 Durabilidade e manutenibilidade

Os critérios normativos são apresentados na parte 1 do item 14 da ABNT NBR 15575:2013 e determina que se deve conservar a segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à vida útil da edificação.

A durabilidade e manutenibilidade das edificações está ligada ao projeto e materiais empregados na sua construção. A durabilidade se extingue quando o produto deixa de cumprir as funções que lhe foram atribuídas e o período de duração se chama vida útil. Já a manutenibilidade demonstra a capacidade de manutenção do edifício, a possibilidade de executar com facilidade inspeções e intervenções de manutenção com menores custos e maiores facilidades. Os sistemas em parede de concreto apresentam durabilidade previstas em normas e práticas recomendadas de sistemas com os mesmos materiais. Nesse sentido, o embutimento das instalações nas paredes se mostra difícil em relação à manutenibilidade.

Em entrevista com usuário pós ocupação de um apartamento de edificação em sistema de fôrma túnel foi informado que há dificuldade em relação à fixação de elementos nas paredes (televisores e quadros) e que há impossibilidade de alterações de pontos das instalações, pois as paredes são em sua maioria estruturais.

Sobre a execução das obras, apesar de a parede apresentar elevados índices de qualidade, é recomendável aplicar chapisco e emboço e executar contrapiso nas áreas de aplicação de revestimentos cerâmicos em superfícies de concreto. Criando uma camada entre a parede de concreto e o revestimento, diminui-se os riscos de deslocamento. Para paredes que receberão gesso liso, também é necessário criar uma superfície de aderência entre o concreto e o gesso.

A conclusão apresentada pela coletânea ativos 2007-2008 é que o sistema construtivo com paredes de concreto mostrou ótimo desempenho, superior aos convencionais e Bernardi (1999), a partir de resultados de ensaios indica que edificações construídas com o sistema de fôrma túnel apresentam adequado comportamento potencial para atender aos requisitos de desempenho.

2.1.12 Normatização

A norma brasileira para o sistema de fôrma túnel é a NBR 16055:2012 que estabelece critérios normativos para dimensionamento e execução de paredes de concreto moldadas no local para construção de edificações (“Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos”).

Esta norma se aplica à paredes submetidas à carga axial, com ou sem flexão, concretadas com todos os elementos que farão parte da construção final (fachadas, rebaixos, armaduras, instalações) e considera as lajes incorporadas ao sistema por solidarização com as paredes, tornando o sistema monolítico.

- Resistência característica à compressão do concreto (fck) não pode ser considerada superior a 40Mpa;
- Espessura mínima das paredes com altura de até três metros deve ser de 10cm;
- Comprimento da parede deve ser maior ou igual a dez vezes a sua espessura;
- Devem ser analisadas a necessidade de colocação de juntas de controle e de dilatação;
- Podem ser embutidas as tubulações nas paredes desde que atendidos os critérios estabelecidos no item 13.3 da NBR 16055:2012;
- Admitido tubulações horizontais somente com comprimento até um terço do comprimento da parede;
- Não admitido tubulações nos encontros de paredes;

2.2 CUSTOS E ORÇAMENTOS

2.2.1 Conceitos gerais

Segundo Mattos (2006) o primeiro passo para a realização de um projeto é a realizar a estimativa de quanto ele irá custar. Um orçamento compreende o produto resultado da orçamentação, que consiste na determinação dos custos prováveis de execução de uma obra (MATTOS 2006). Saber quanto custa uma obra é de extrema importância, tanto para a busca de preços competitivos quanto na busca da melhoria de rentabilidade da empresa (CARDOSO; DE FILIPPI; 2017).

A técnica orçamentária envolve o planejamento do orçamento, o estudo do projeto, a cotação de preços, a quantificação, o método construtivo e o planejamento da execução, a estruturação do orçamento, a composição de serviços, o processamento e análises.

Basicamente, a elaboração do orçamento consiste em:

$$C = Q \times P_U \quad (1.1)$$

Onde:

C = Custo

Q = Quantidade

P_U = Preço unitário

Os custos de obra são a somatória dos custos diretos e dos custos indiretos. Os custos diretos são associados diretamente às quantidades que podem ser levantadas, ou seja, materiais, mão de obra e equipamentos diretos.

Os custos indiretos, são os custos que não são associados diretamente às quantidades, sendo eles: custos de salários e encargos sociais das equipes técnica e administrativa da obra, as despesas gerais com contas de água, luz, telefone e aluguel de equipamentos gerais, custos de canteiro.

A composição do preço unitário de um serviço corresponde ao “processo de estabelecimento dos custos incorridos para a execução de um serviço ou atividade, individualizado por insumo e de acordo com certos requisitos pré-estabelecidos” segundo Mattos (2006). E é determinado considerando-se a mão de obra, o material e os equipamentos envolvidos na execução do serviço.

Para a mão de obra de produção a composição é realizada considerando-se a produtividade da equipe própria para os serviços e os encargos sociais e trabalhistas incidentes sobre o valor dos salários dos colaboradores ou o valor por unidade de serviço no caso de mão de obra empreitada (que já inclui os valores de encargos sociais no preço). Para os materiais, devem ser obtidos os preços dos insumos, os impostos incidentes sobre o eles e as perdas e reaproveitamentos envolvidos nos processos (Mattos 2006).

2.2.2 Custo de equipamento próprio

O custo dos equipamentos compreende uma importante parcela do custo do empreendimento. Não agrega valor e pode ser próprio ou alugado. No caso de ser um equipamento próprio, a composição do custo envolve o investimento em um bem que precisa ter retorno e o custo diário envolve várias despesas (material de apoio de aula). Para a composição do custo de equipamento próprio, é necessário verificar o custo de propriedade, o custo de operação e o custo de manutenção do equipamento.

Segundo Cardoso e De Filippi (2017) o Custo de Equipamento Próprio (C_e) é calculado por:

$$C_e = C_p + C_o + C_m \quad (1.2)$$

Onde:

C_p = Custo de Propriedade

C_o = Custo de Operação

C_m = Custo de Manutenção

O custo de propriedade (C_p) pode ser obtido utilizando a expressão seguinte:

$$C_p = \text{Custo de Depreciação} + \text{Custo de Juros} \quad (1.3)$$

O Custo de Depreciação pode ser obtido por:

$$\text{Custo de Depreciação} = \frac{(V_o - R)}{n \times h} \quad (1.4)$$

Onde:

V_o = Valor de aquisição

R = Valor residual (~15 a 20% de V_o)

n = Vida útil em anos

h = número de horas de trabalho em anos

Para cálculo do Custo de Juros, temos:

$$\text{Custo de Juros} = \frac{(V_0 \times (n + 1) \times i)}{2 \times n \times h} \quad (1.5)$$

Onde:

V_0 = Valor de aquisição

i = taxa anual de juros (usualmente 12%)

n = Vida útil em anos

h = número de horas de trabalho em anos

3 ESTUDO DE CASO

3.1 A EMPRESA

A empresa do estudo de caso é uma empresa de médio porte da cidade de São Paulo que atua há 27 anos no mercado da construção civil. Seu portfólio apresenta mais de 500 obras executadas, desde empreendimentos próprios residenciais de padrão popular que atendem ao programa Minha Casa Minha Vida a obras comerciais de pequeno e grande porte.

Apresenta em seu efetivo administrativo e de produção de obras em torno de 500 funcionários, abrangendo áreas de R.H., contas a pagar, contas a receber, orçamento e planejamento, contabilidade, qualidade, segurança do trabalho, projetos, suprimentos, engenharia e canteiros das obras.

A empresa tem como valores a integridade e a ética, o compromisso com o cliente, o trabalho em equipe, a comunicação, o comprometimento, a sustentabilidade ambiental, a inovação e o empreendedorismo.

Figura 47 - Fachada do primeiro empreendimento executado com o conjunto de fôrmas do presente estudo



Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

3.2 O EMPREENDIMENTO

O empreendimento do estudo de caso compreende uma obra que está atualmente em execução, localizado em município na Grande São Paulo. O sistema construtivo da obra é a fôrma túnel. Iniciada em 2017 e com término em 2019, obra com cronograma de trinta e seis meses de execução. Área de terreno de 4.840,00 m² e área total de construção de 21.190,34 m².

Figura 48 - Vista de uma torre do empreendimento do estudo de caso



Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

Composto de duas torres, contempla um térreo, três sobressolos, uma torre (A) com vinte e um pavimentos tipos e outra (B) com vinte e dois, laje do barrilete, laje do reservatório superior e cobertura. Apresenta um total de 264 vagas de garagem para carros e 16 para motos.

Para as áreas de lazer, apresenta: lounge deck, salão de festas gourmet, sala de jogos, fitness, brinquedoteca, piscina, solarium, deck, áreas de convivência, salão de festas adulto, sala de estudos, salão de festas infantil, bicicletário, playground, quadra, streetball, jardins e churrasqueira.

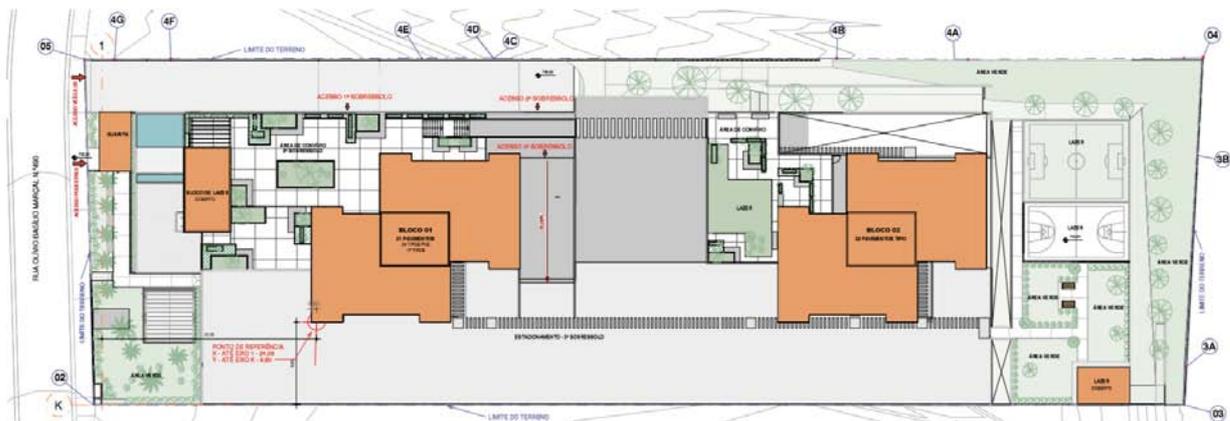
Para o bloco A, do primeiro ao quarto pavimento existem 2 apartamentos adaptados para PCD e quatro apartamentos tipo sem adaptação por andar. Para os demais pavimentos do bloco A e para os pavimentos do bloco B o pavimento tipo contempla seis apartamentos por andar, totalizando 263 apartamentos no empreendimento.

Figura 49 - Fachada do empreendimento do estudo de caso sem pintura



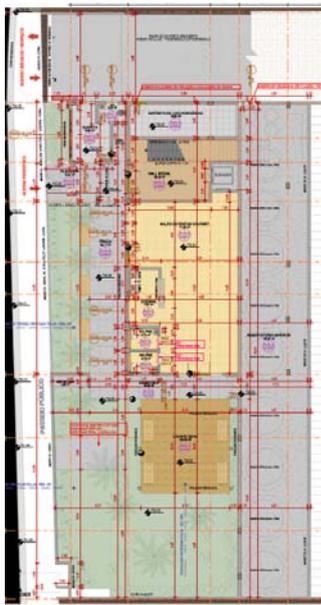
Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

Figura 50 - Implantação do empreendimento do estudo de caso



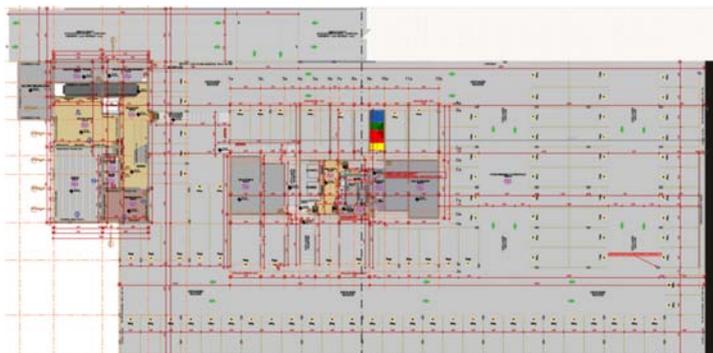
Fonte: projeto de arquitetura da empresa do estudo de caso

Figura 51 - Térreo e acesso do empreendimento do estudo de caso



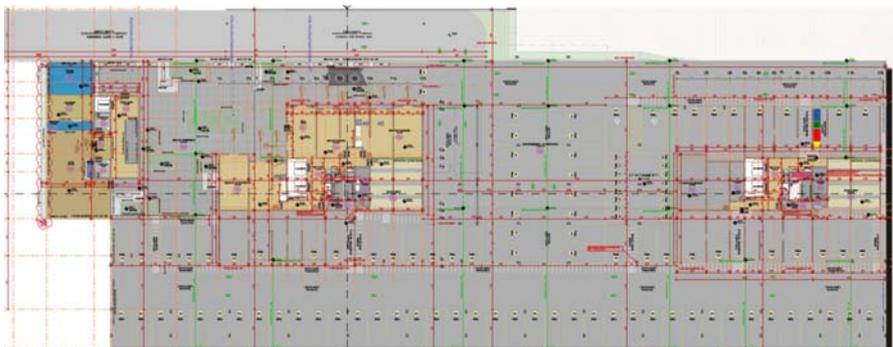
Fonte: projeto de arquitetura da empresa do estudo de caso

Figura 52 - Primeiro sobressolo do empreendimento do presente estudo



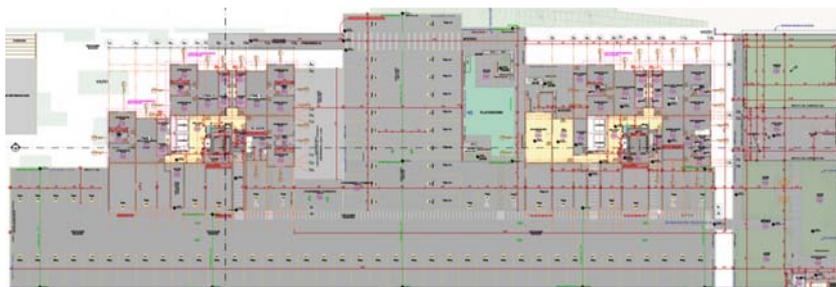
Fonte: projeto de arquitetura da empresa do estudo de caso

Figura 53 - Segundo sobressolo do empreendimento do presente estudo



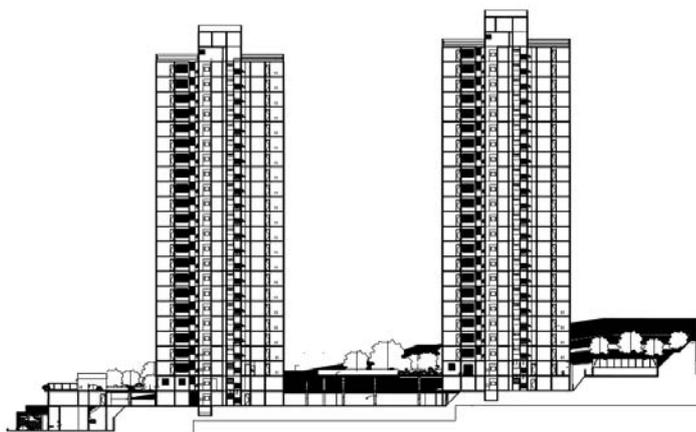
Fonte: projeto de arquitetura da empresa do estudo de caso

Figura 54 - Terceiro sobressolo do empreendimento do presente estudo



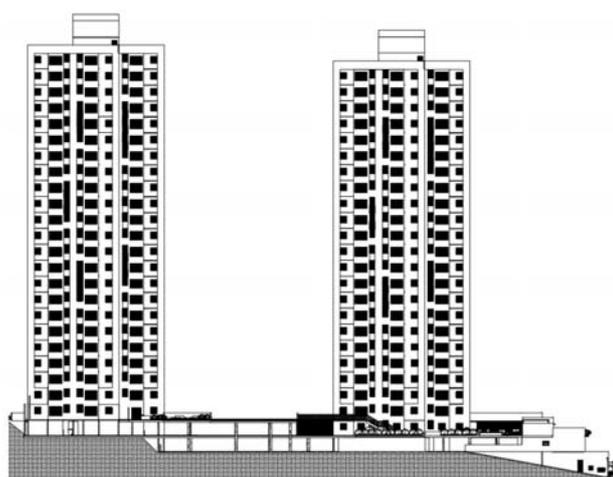
Fonte: projeto de arquitetura da empresa do estudo de caso

Figura 55 - Corte transversal do estudo de caso

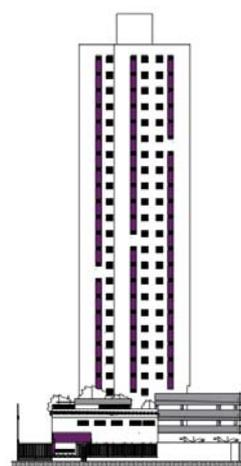


Fonte: projeto de arquitetura da empresa do estudo de caso

Figura 56 - Elevações



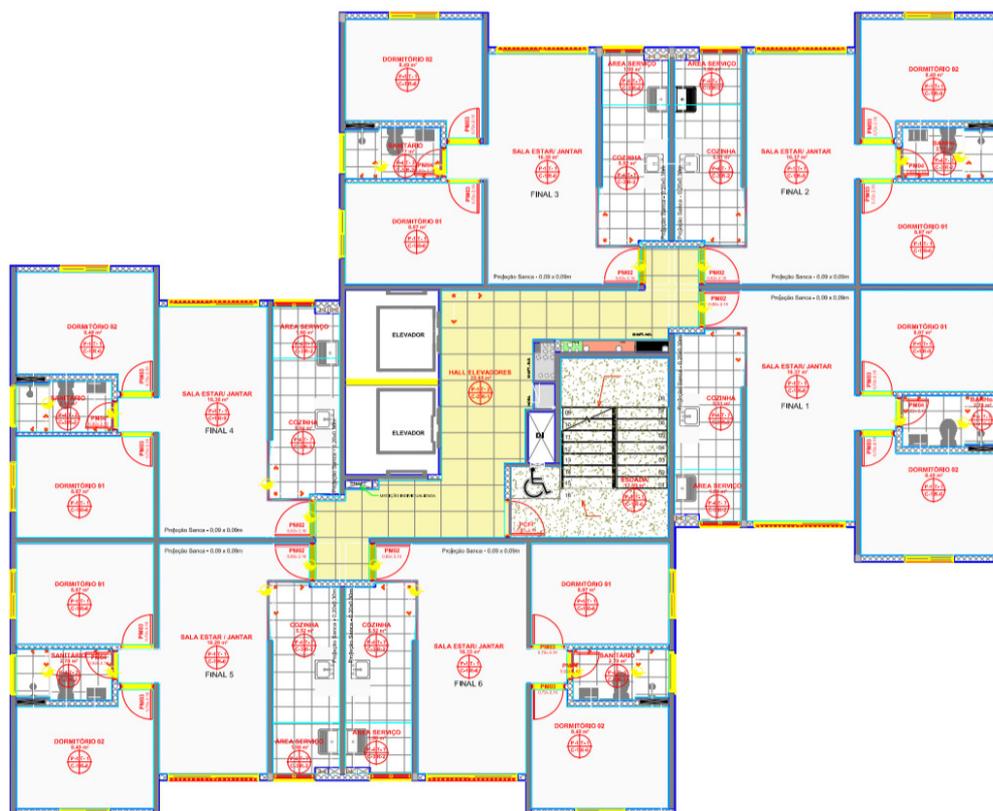
a) Elevação lateral



b) Elevação frontal

Fonte: projeto de arquitetura da empresa do estudo de caso

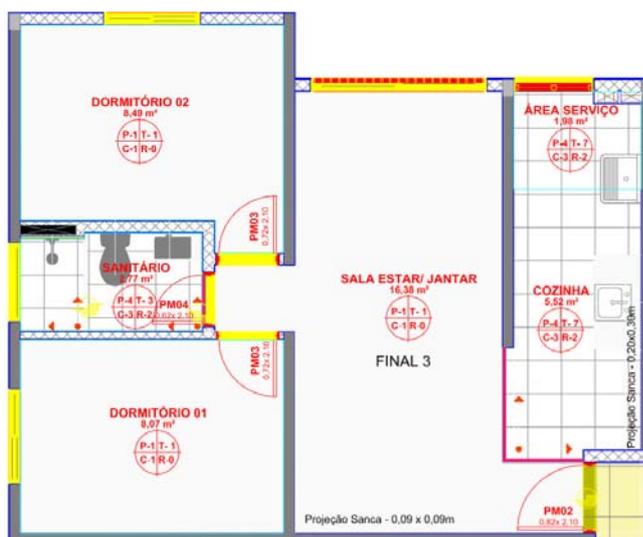
Figura 57 - Planta baixa do pavimento tipo



Fonte: projeto de arquitetura da empresa do estudo de caso

O apartamento tipo possui sala de estar/jantar ($16,38\text{m}^2$), dormitório 1 ($8,07\text{m}^2$), dormitório 2 ($8,49\text{m}^2$), banheiro ($2,77\text{m}^2$), cozinha ($5,52\text{m}^2$), área de serviço ($1,98\text{m}^2$), totalizando uma área de $44,01\text{m}^2$ e altura de pé direito de $2,70\text{m}$. As paredes do pavimento possuem espessura de 14cm e a laje, espessura de 12cm . A Figura 58 ilustra a planta baixa do apartamento tipo.

Figura 58 - Planta baixa apartamento tipo



Fonte: projeto de arquitetura da empresa do estudo de caso

3.3 O CONJUNTO DE FÔRMAS

O conjunto de fôrmas do empreendimento do presente estudo foi adquirido em 2013 e atualmente executa o seu segundo empreendimento. O conjunto contempla a forma de produção dinâmica, na qual a quantidade de fôrmas disponível é capaz de concretar meio pavimento por vez. O ciclo de concretagem é de 2,5 dias, ou seja, um pavimento inteiro tem um ciclo de 5 dias. O concreto utilizado no presente estudo de caso é um concreto com slump 22 (+/- 3) cm aditivado com aditivo hiperplastificante e permite a desforma em doze horas após a concretagem. Em dias muito quentes, é colocado no concreto aditivo retardador de cura, de modo a permitir um maior tempo de lançamento do concreto. Em dias muito frios, é comum aquecer os painéis para permitir a desforma no dia seguinte.

Figura 59 - Fôrmas posicionadas para o primeiro ciclo de concretagem de um pavimento

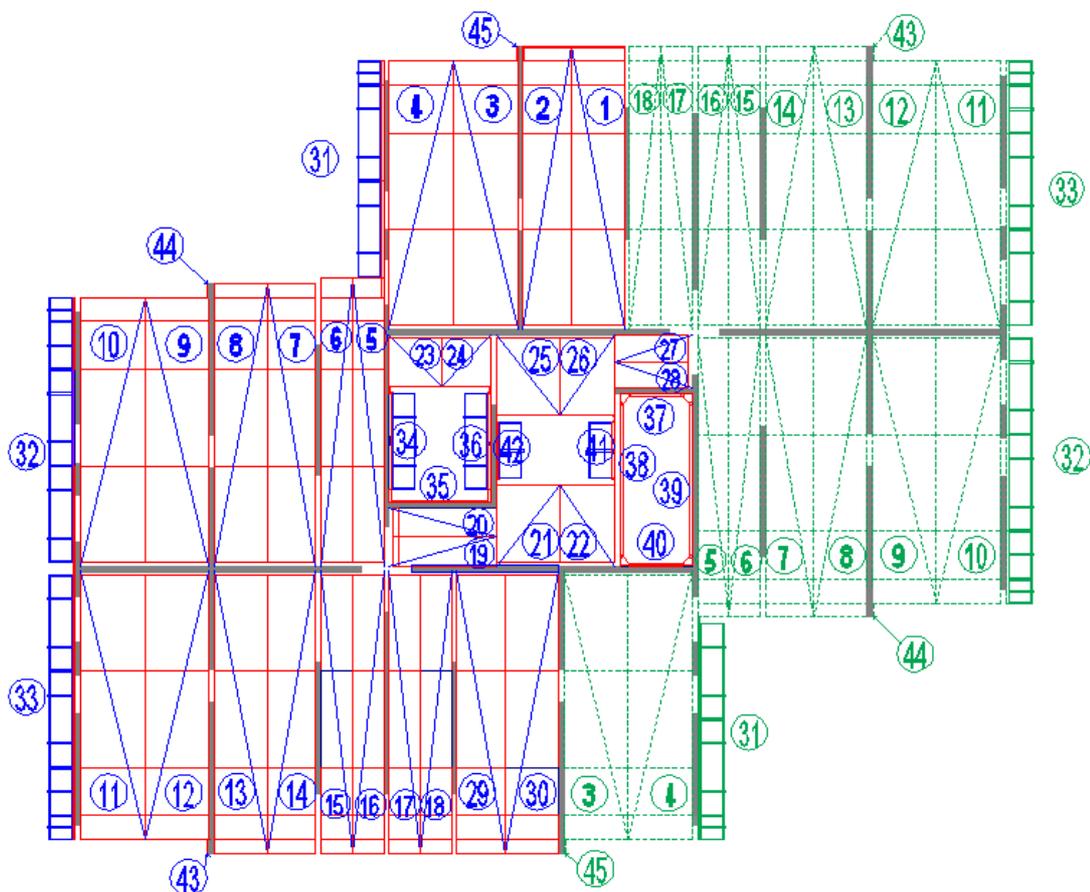


Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

O sistema de forma túnel é vendido com base no projeto arquitetônico do empreendimento. O fornecedor da forma elabora o projeto da forma e o orçamento de venda baseado na concepção arquitetônica enviada pelo cliente. O projeto é desenvolvido de modo a atender ao cliente conforme sua necessidade.

Para o estudo de caso do presente estudo, foram adquiridos trinta meio túneis e quinze painéis externos, elaborados de maneira a permitir a concretagem de meio pavimento do empreendimento por vez. Na Figura 60 abaixo, estão representados os módulos de painéis posicionados conforme o projeto arquitetônico e plano de concretagem.

Figura 60- Projeto de fôrma túnel



Fonte: adaptado projeto de fôrmas empreendimento da empresa do estudo de caso

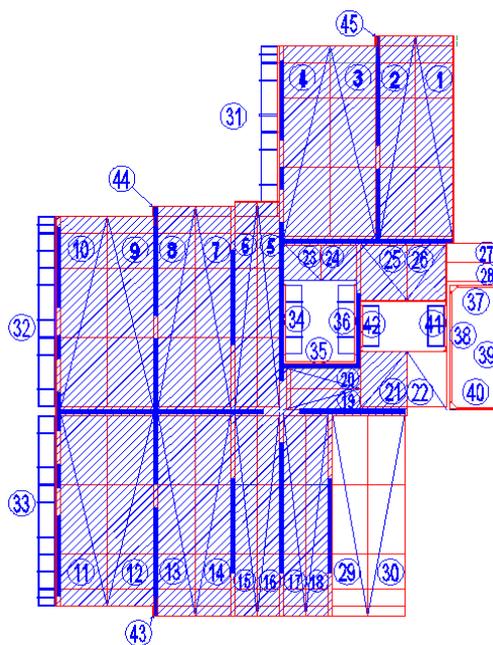
Figura 61 - Primeiro ciclo de concretagem de um pavimento



Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

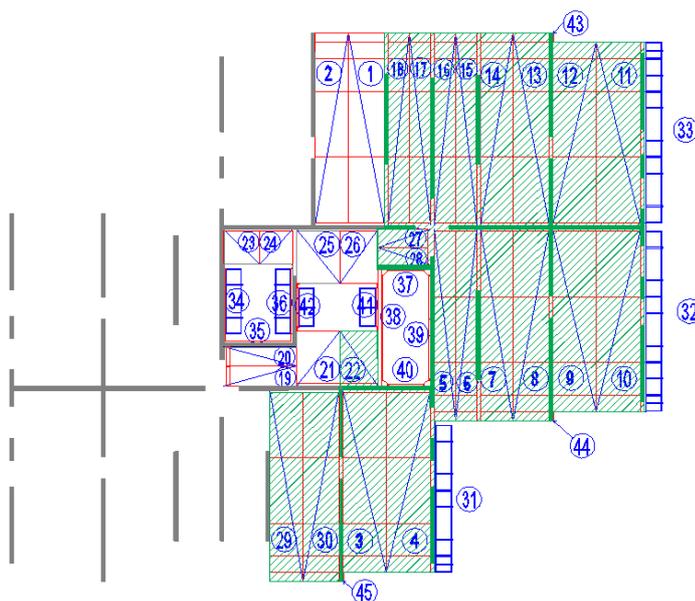
Sendo assim, a concretagem do pavimento ocorre em duas etapas. A segunda etapa compreende o reposicionamento de painéis já utilizados na primeira concretagem. A Figura 62 e Figura 63 ilustram a primeira e a segunda concretagem, respectivamente.

Figura 62 - Primeira concretagem



Fonte: adaptado projeto de fôrmas empreendimento da empresa do estudo de caso

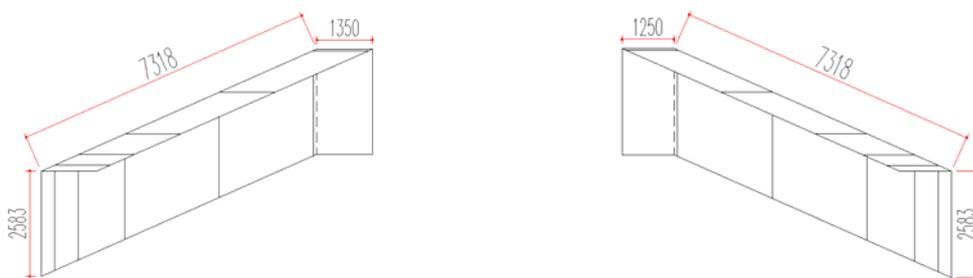
Figura 63 - Segunda Concretagem



Fonte: adaptado projeto de fôrmas empreendimento da empresa do estudo de caso

A Figura 64a apresenta o painel de meio túnel identificado em planta com o numeral 1 e a Figura 64b o com numeral 2. Os dois unidos e dispostos conforme a Figura 62 formam um túnel inteiro. Já a Figura 65a e Figura 65b apresentam painéis externos de fachada. Observa-se diferença nas alturas dos painéis internos e externos, já que os painéis de periferia devem englobar a altura da laje do pavimento.

Figura 64 - Painéis de meio túnel



a) Painel de número 1

b) Painel de número 2

Fonte: adaptado projeto de fôrmas empreendimento da empresa do estudo de caso

Figura 65 - Painéis de fachada



a) Painel de fachada de número 31

b) Painel de fachada de número 32

Fonte: adaptado projeto de fôrmas empreendimento da empresa do estudo de caso

Figura 66 - Dois meio túneis posicionados para a concretagem



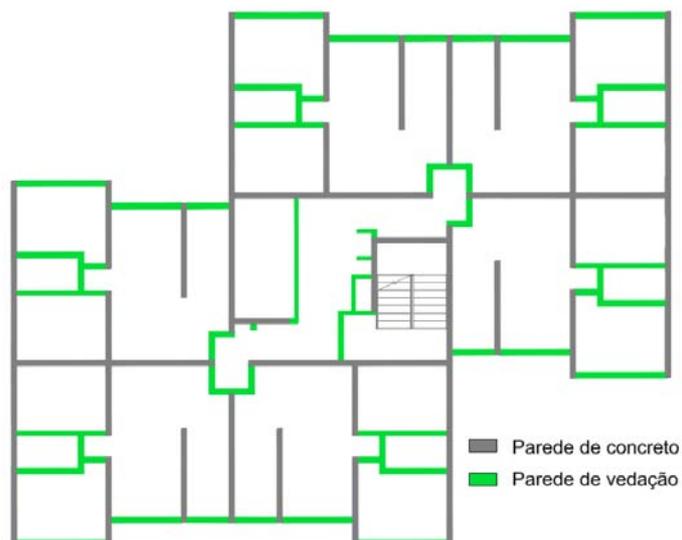
Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

3.4 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

Para se elaborar o orçamento de uma obra é necessário analisar todos os processos das etapas de execução da mesma, desde a limpeza do terreno até a entrega final do empreendimento. O projeto apresenta as diretrizes para a elaboração dos custos e suas características impactam diretamente no valor final do orçamento da obra. Serão apresentadas as principais características do projeto nos itens a seguir utilizadas para a elaboração do orçamento do estudo de caso.

3.4.1 Arquitetura

O projeto arquitetônico foi elaborado de acordo com o conjunto de fôrmas disponível para a execução do empreendimento. Sendo assim, a configuração do pavimento tipo é apresentada na Figura 67, que identifica em planta as paredes de concreto executadas com as fôrmas e as demais paredes de vedação do pavimento.

Figura 67 - Planta baixa parede de concreto x vedação

Fonte: autora

Para os acabamentos internos, existe uma diferenciação em relação às paredes de vedação e às paredes de concreto. A parede de concreto, por apresentar as bolhas e algumas imperfeições, necessita de um tratamento prévio de estucagem e precisam de execução de chapisco rolado em regiões de aplicação de gesso liso, para que seja garantida a rugosidade superficial necessária. A Tabela 1 apresenta os acabamentos internos dos apartamentos.

Tabela 1 - Tabela de acabamentos internos

PAREDES		
AMBIENTE	PAREDE DE CONCRETO	PAREDE DE ALVENARIA
Sala estar/ jantar	Chapisco rolado + gesso liso + pintura látex PVA	Gesso liso+ pintura látex PVA
Dormitório 1	Chapisco rolado + gesso liso + pintura látex PVA	Gesso liso+ pintura látex PVA
Dormitório 2	Chapisco rolado + gesso liso + pintura látex PVA	Gesso liso+ pintura látex PVA
Sanitário	(Chapisco + Massa + Revestimento) na área de chuveiro e parede hidráulica (Chapisco + Massa + Pintura látex acrílica) nas demais áreas	(Chapisco + Massa + Revestimento) na área de chuveiro e parede hidráulica (Chapisco + Massa +

		Pintura látex acrílica) nas demais áreas
Cozinha e AS	(Chapisco + Massa + Revestimento) Primeira fiada sobre a pia e tanque e (Chapisco rolado + Gesso liso + Pintura látex PVA) nas demais áreas	(Chapisco + Massa + Revestimento) Primeira fiada sobre a pia e tanque e (Gesso liso + Pintura látex PVA) nas demais áreas
PISOS		
Sala estar/ jantar	Contrapiso aparente	
Dormitório 1	Contrapiso aparente	
Dormitório 2	Contrapiso aparente	
Sanitário	Contrapiso + Revestimento	
Cozinha e AS	Contrapiso + Revestimento	
TETOS		
Sala estar/ jantar	Textura rolada	
Dormitório 1	Textura rolada	
Dormitório 2	Textura rolada	
Sanitário	Forro de gesso + Pintura látex acrílica	
Cozinha e AS	Sanca de gesso com pintura látex PVA + Textura rolada	

Fonte: autora

Para os acabamentos externos, também existe uma diferenciação em relação às paredes de vedação e às paredes de concreto. A parede de concreto necessita de um tratamento prévio de estucagem e a parede de vedação recebe chapisco e massa. A Tabela 2 apresenta os acabamentos externos de fachada.

Figura 68 - Execução de estucagem da fachada



Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

Tabela 2 - Tabela de acabamentos externos de fachada

	PAREDE DE CONCRETO	PAREDE DE ALVENARIA
Fachada	Textura rolada	Chapisco + Massa + Pintura látex acrílica

Fonte: autora

Figura 69 - Fachada de empreendimento executado com fôrma túnel



a) Fachada sem acabamento



b) Fachada com acabamento

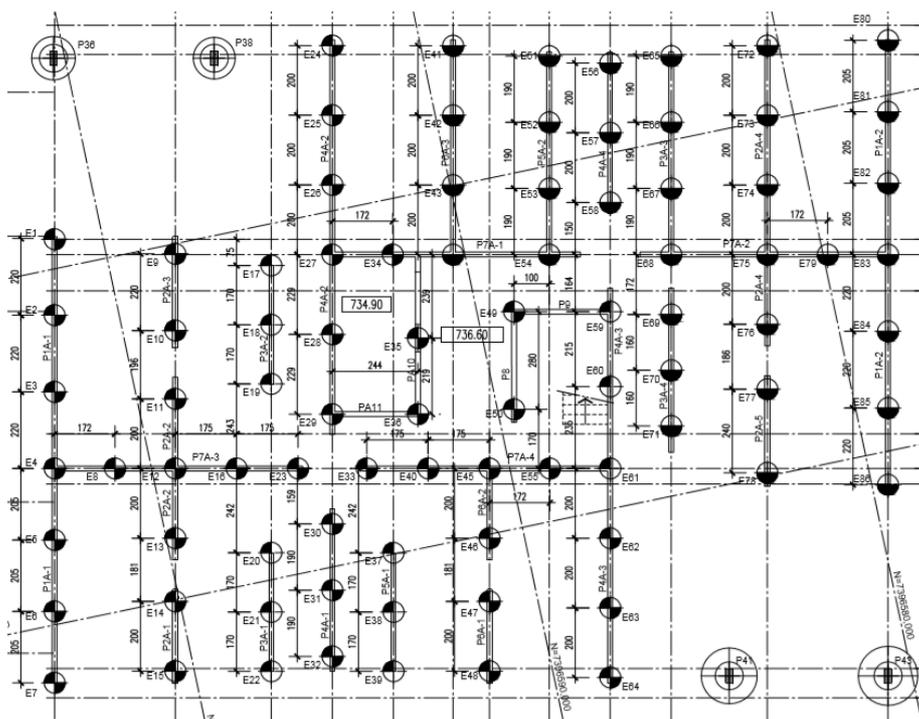
Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

3.4.2 Fundação

O projeto de fundação da edificação em sistema de fôrma túnel é apresentado com as mesmas configurações de projetos de outros sistemas estruturais. Para este

projeto, para as fundações do corpo dos prédios foram executadas estacas tipo hélice contínua de diâmetro 60cm com comprimento variável de 21 a 24 metros de profundidade.

Figura 70 - Projeto de fundação do corpo do prédio do estudo de caso

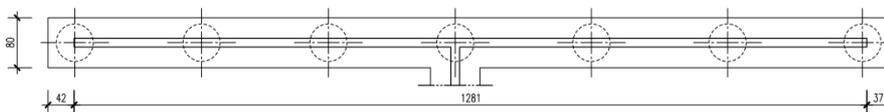


Fonte: projeto de fundação do empreendimento do estudo de caso

3.4.3 Estrutura

O projeto estrutural é diferenciado e bem peculiar quando comparado aos demais sistemas estruturais. Desde os blocos de apoio das paredes até a apresentação das paredes. Para os blocos de apoio das paredes de concreto são executados blocos corridos com os “colarinhos” (arranques) das paredes que ficarão sobre eles.

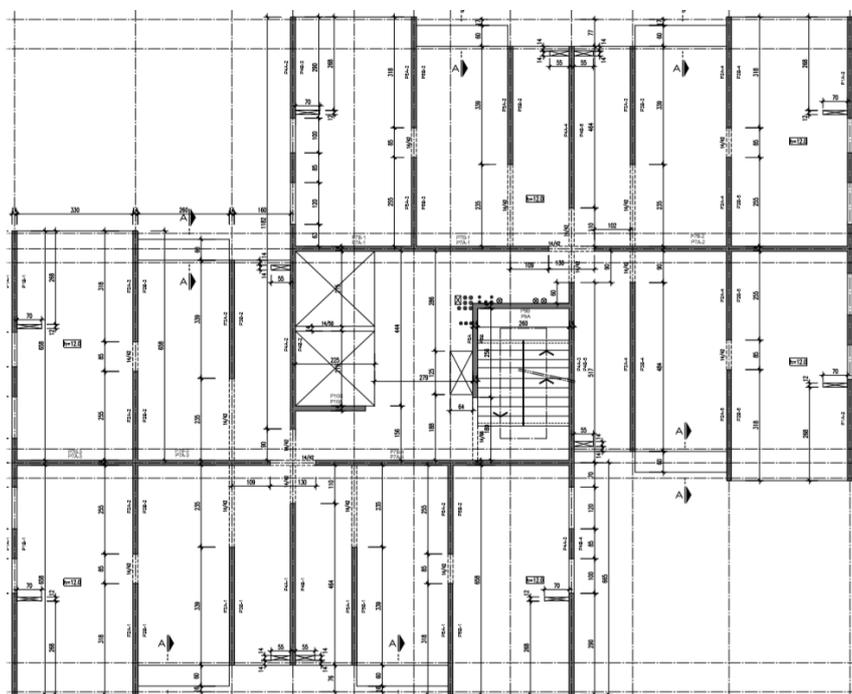
Figura 71 - Bloco de apoio das paredes de concreto



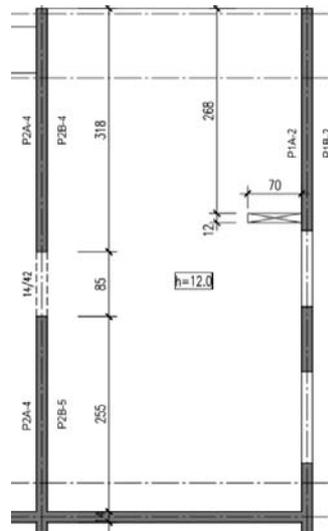
Fonte: projeto de estrutura do empreendimento do estudo de caso

Para paredes e lajes são apresentadas telas de aço e reforços. De maneira geral é um projeto mais simples. É apresentado projeto de fôrmas e projeto de armação para as lajes e para as elevações das paredes, com indicação de aberturas, tipos de tela e quantidades (dupla ou simples) e barras de aço de reforços estruturais.

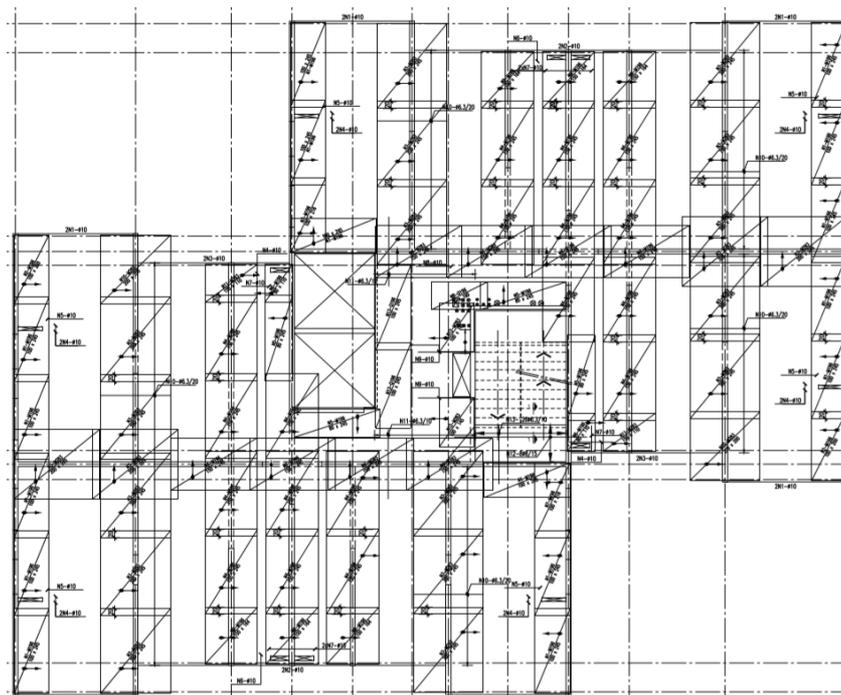
Figura 72 - Projeto de fôrma da laje do pavimento tipo



Fonte: projeto de estrutura do empreendimento do estudo de caso

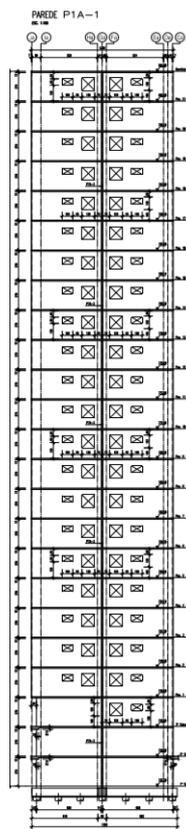
Figura 73 - Ampliação do projeto estrutural em uma célula de concretagem

Fonte: projeto de estrutura do empreendimento do estudo de caso

Figura 74 - Projeto de armação da laje do pavimento tipo

Fonte: projeto de estrutura do empreendimento do estudo de caso

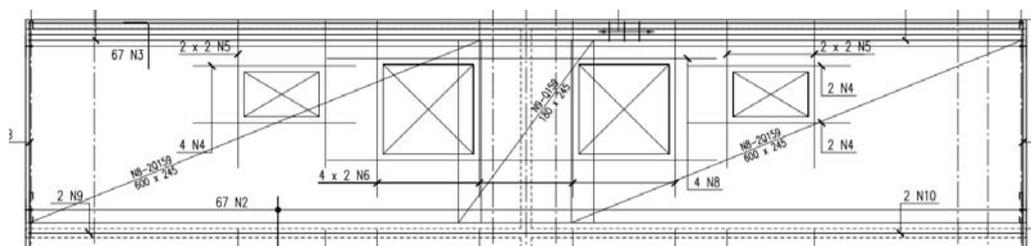
Figura 75 - Projeto de fôrma de uma parede



Fonte: projeto de estrutura do empreendimento do estudo de caso

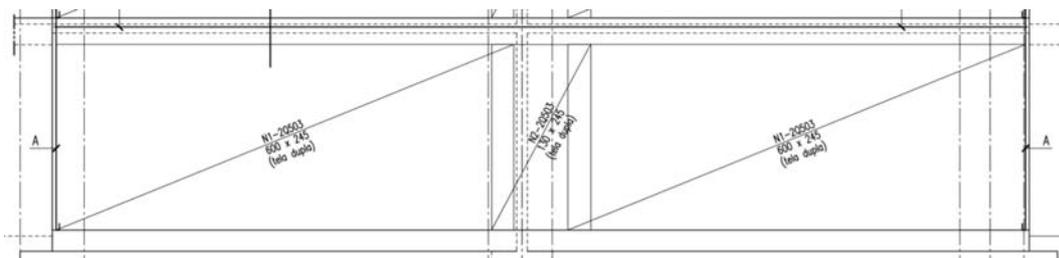
Para a armação de paredes, nos pavimentos mais carregados são previstos telas mais robustas e quantidade dupla. Para pavimentos menos carregados (superiores) as telas são menos robustas e simples.

Figura 76 - Ampliação do projeto de armação de parede do nível superior



Fonte: projeto de estrutura do empreendimento do estudo de caso

Figura 77 - Ampliação do projeto de armação de parede do nível inferior



Fonte: projeto de estrutura do empreendimento do estudo de caso

No projeto do estudo de caso foram utilizadas para paredes as telas do tipo Q159, Q196, Q246 e Q503 e para lajes Q196, M196, M283 e Q396. Para os vergalhões, aço CA-50.

3.4.4 Instalações

As instalações hidráulicas e de gás do presente estudo possuem o trajeto passando por shafts e por baixo de lajes, embutidas em sancas e forros de gesso. A tipologia das tubulações é apresentada na Figura 78.

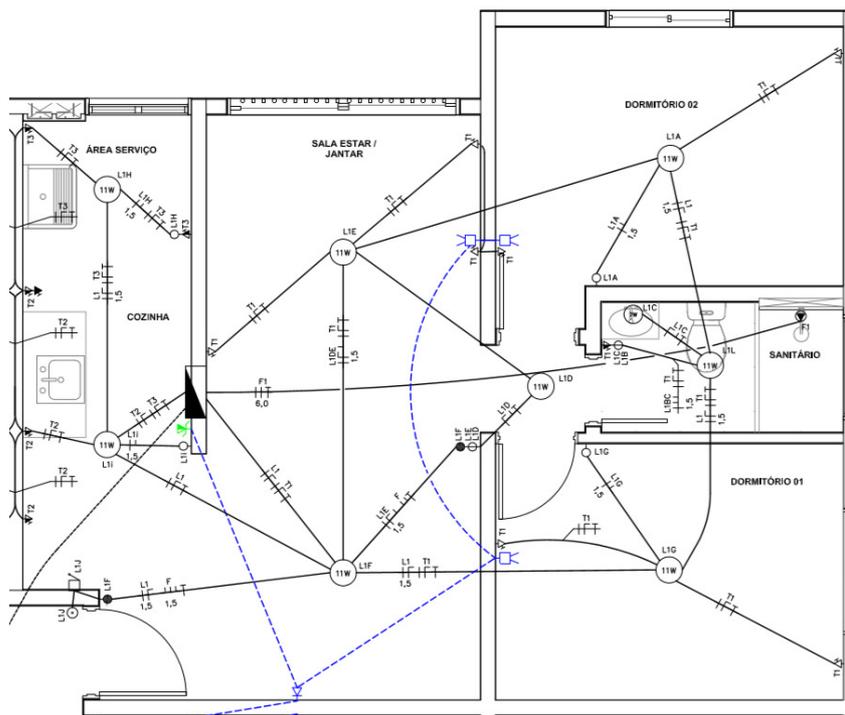
Figura 78 - Materiais de instalações hidráulicas

- ÁGUA FRIA	- TUBO DE PVC RÍGIDO, SOLDÁVEL, MARROM, CLASSE 15 (7,5 Kg/m ²), CONFORME NBR 5648/77.
- ESGOTO	- TUBO DE PVC RÍGIDO, SOLDÁVEL, BRANCO, CONFORME NBR 5688/77.
- ÁGUAS PLUVIAIS	- TUBO DE PVC RÍGIDO, SOLDÁVEL, BRANCO, CONFORME NBR 5688/77.
- INCÊNDIO	- TUBO DE AÇO CARBONO, SEM COSTURA, SCHEDULE 40, ASTM A-53, ROSQUEADO COM CONEXÕES DE FERRO MALEÁVEL CLASSE 10.
- RECALQUE	- TUBO DE AÇO CARBONO, SEM COSTURA, SCHEDULE 40, ASTM A-53, ROSQUEADO COM CONEXÕES DE FERRO MALEÁVEL CLASSE 10.
- GÁS	- TUBO DE COBRE RÍGIDO, SEM COSTURA, CLASSE A CONFORME NBR 11720.

Fonte: projeto de instalações hidráulicas do empreendimento do estudo de caso

As instalações elétricas apresentam eletrodutos flexíveis de PVC embutidos em paredes e lajes. A planta baixa de distribuição é apresentada na

Figura 79 - Planta baixa de instalações elétricas de pavimento tipo



Fonte: projeto de instalações elétricas do empreendimento do estudo de caso

3.5 CUSTOS DO EMPREENDIMENTO

3.5.1 Custos diretos

Para obtenção dos custos diretos foram executadas planilhas de levantamentos de quantidades de acordo com os materiais a serem utilizados nos projetos executivos. O que diferencia este sistema dos demais sistemas construtivos são os grandes volumes de concreto, aço e desmoldante de fôrmas, as quantidades de alvenarias, as diferenças relativas aos revestimentos internos e externos e a menor quantidade de mão de obra necessária.

3.5.2 Custos indiretos

Para obtenção dos custos indiretos, foi necessário elaborar o cronograma de obra, o dimensionamento da equipe técnica e administrativa, verificação de encargos sociais, verificação de consumos de obra e custos de canteiro e o dimensionamento

dos equipamentos necessários. Para a movimentação dos painéis é utilizada uma grua mais robusta, deve ter maior capacidade de carga de ponta. No presente estudo de caso, foi utilizada uma grua com duas bases (dois posicionamentos) diferentes, ou seja, utilizada para a torre A e depois reposicionada para ser executada a torre B.

Figura 80 - Grua fazendo a movimentação de um painel de fachada montado

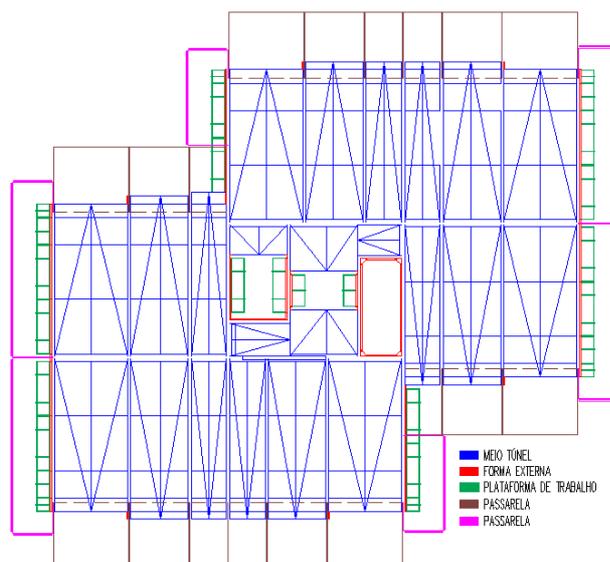


Fonte: acervo da empresa do estudo de caso

3.5.3 Custo do sistema de fôrmas como equipamento próprio

O sistema de forma túnel é formado por um conjunto de elementos. Além dos painéis de forma mencionados no item anterior, temos outros elementos que em conjunto formam o sistema, como elementos de fixação e travamento, de mobilidade, de segurança, plataformas de trabalho e passarelas. A Figura 81 identifica os principais elementos do sistema.

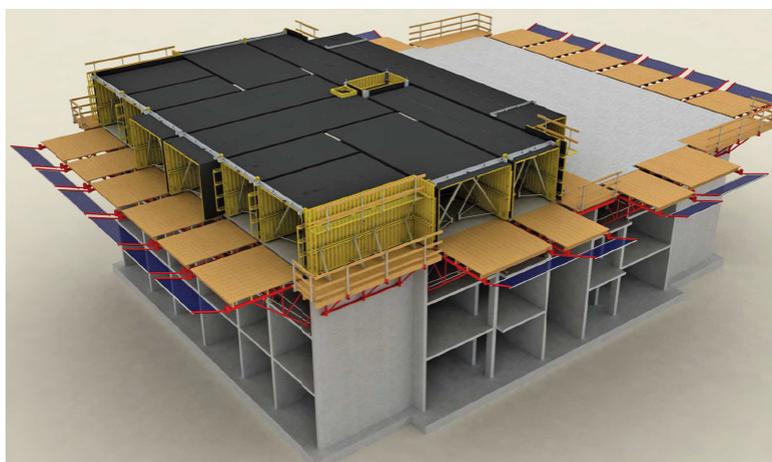
Figura 81 - Elementos do sistema



Fonte: adaptado projeto de fôrmas do empreendimento do estudo de caso

A Figura 82 permite uma melhor visualização do sistema como um todo.

Figura 82 - Sistema de fôrma túnel



Fonte: Neru

O sistema completo do estudo de caso foi adquirido no ano de 2012. Por isso, uma nova cotação para o mesmo sistema foi executada para este trabalho com a intenção de minimizar as diferenças ocasionadas pelo tempo decorrido. O orçamento foi executado contemplando o sistema completo, abaixo orçamento resumo da empresa estrangeira.

Tabela 3 - Proposta comercial Sistema de Fôrmas

SISTEMA COMPLETO DE FÔRMAS	\$	159.000,00
TRANSPORTE TURQUIA - BRASIL	\$	26.000,00
TOTAL (em dólares):	\$	185.000,00

Fonte: autora

O orçamento contempla o transporte até o porto de Santos no Brasil. Além dos valores apresentados, devem ser acrescentados os custos incorridos do transporte do porto até a obra de uso (considerado aproximadamente 130km), da cotação do dólar e dos impostos incidentes na alfândega do Brasil decorrentes da importação do produto.

Para o cálculo dos valores incidentes devido a impostos, foi utilizado o simulador do tratamento tributário e administrativo das importações do site da Receita Federal do Brasil. A Figura 83 apresenta os resultados da simulação.

Figura 83 - Cálculo de tributos de importação

■ Dados da Simulação

Código NCM	7325.99.10		
Descrição NCM	DE AÇO		
Taxa de Câmbio do Dia 20/5/2019	R\$ 4,0844		
Valor Aduaneiro Convertido	R\$755.614,00		
Alíquota II (%)	<input type="text" value="18,00"/>	Tributo II	R\$ 136.010,52
Alíquota IPI (%)	<input type="text" value="10,00"/>	Tributo IPI	R\$ 89.162,45
Alíquota PIS (%)	<input type="text" value="2,10"/>	Tributo PIS	R\$ 15.867,89
Alíquota COFINS (%)	<input type="text" value="9,65"/>	Tributo COFINS	R\$ 72.916,75

Fonte: Receita Federal < <http://www4.receita.fazenda.gov.br/simulador/>> (acesso em 20/05/2019)

A partir dos valores obtidos de impostos é apresentado o valor convertido em real, custos adicionais e valor total de custo do sistema completo em análise na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 - Custo convertido e valores adicionais

Orçamento convertido em reais (cot.R\$ 4,09/USD)	R\$	755.614,00
Transporte via carreta até a obra	R\$	5.000,00
Impostos de importação	R\$	313.957,61
TOTAL (em reais)	R\$	1.074.571,61

Fonte: autora

O valor do sistema compreende uma parcela significativa no custo total de uma obra. Como sistema será reutilizado outras vezes após finalizado o empreendimento, deve-se ser incluído no orçamento somente um valor parcial deste montante.

Para o cálculo do valor parcial do montante gasto com o sistema de fôrmas a ser incluído no orçamento, o conjunto das formas deve ser considerado como equipamento próprio e o seu valor deve ser diluído ao longo de sua vida útil e o valor calculado conforme apresentado no item 2.2.2.

Para se elaborar o custo de fôrma túnel própria, é necessário calcular área de superfície de forma adquirida. Para isso, os painéis de concretagem devem ser analisados separadamente e calculadas suas áreas de superfície de concretagem. Assim, o valor de custo que incidirá no orçamento compreende parcela do custo de propriedade calculado por metro quadrado de superfície de forma utilizada.

Para o cálculo, foi considerada a informação do fabricante de vida útil da fôrma de 500 usos e o levantamento de área de superfície de fôrmas total do conjunto adquirido encontra-se no APÊNDICE A.

A partir disto, tem-se para o custo de depreciação:

$$V_0 = \text{Valor de aquisição} = \text{R\$ } 1.074.571,61$$

$$R = \text{Valor residual (20\% de } V_0) = 0,2 \times 1.074.571,61 = \text{R\$ } 1.074.571,61 \\ = \text{R\$ } 214.914,32$$

$$n = \text{Vida útil em usos} = 500$$

$$m = \text{Superfície de forma utilizada por uso em m}^2 = 851,04\text{m}^2$$

Logo:

$$\begin{aligned}\text{Custo de Depreciação} &= \frac{(1.074.571,61 - 214.914,32)}{500 \times 851,32} = \frac{859.571,61}{425660} \\ &= \text{R\$ } 2,02 / \text{m}^2\end{aligned}$$

Para o cálculo estimado da vida útil do conjunto de fôrma em anos, foi considerado o ciclo de concretagem e a produtividade de quatro lajes executadas por mês, compreendendo assim, oito usos do conjunto por mês. Logo, 96 usos por ano. A vida útil em usos é de 500 usos, então, serão aproximadamente 5 anos de vida útil.

Para cálculo do Custo de Juros, tem-se:

$$V_0 = \text{Valor de aquisição} = \text{R\$ } 1.074.571,61$$

$$i = \text{taxa anual de juros (12\%)}$$

$$n = \text{Vida útil em anos} = 5 \text{ anos}$$

$$\begin{aligned}m &= \text{Superfície de forma utilizada em anos em m}^2 = (96 \text{ usos/ano}) \times 851,04 \text{ m}^2 / \text{uso} \\ &= 81.699,84 \text{ m}^2 / \text{ano}\end{aligned}$$

Logo:

$$\text{Custo de Juros} = \frac{(1.074.571,61 \times (5 + 1) \times 12\%)}{2 \times 5 \times 81.699,84} = \text{R\$ } 0,95 / \text{m}^2$$

O cálculo de manutenção do conjunto de fôrmas foi estimado com base em levantamentos realizados na empresa do estudo de caso. Para cálculo do Custo de Manutenção, tem-se:

$$v = \text{R\$ } 50.000,00 / \text{ano}$$

$$n = \text{Vida útil em anos} = 5 \text{ anos}$$

$$\begin{aligned}m &= \text{Superfície de forma utilizada em anos em m}^2 = (96 \text{ usos/ano}) \times 851,04 \text{ m}^2 / \text{uso} \\ &= 81.699,84 \text{ m}^2 / \text{ano}\end{aligned}$$

$$C_m = \frac{(v \times n)}{m} = \frac{(50.000,00 \times 5)}{81.699,84} = \text{R\$ } 0,62 / \text{m}^2$$

Sendo assim, o custo do equipamento por metro quadrado utilizado é:

$$C_e = R\$ 2,02 + R\$0,95 + R\$ 0,62 = R\$3,59/m^2$$

Para o empreendimento do estudo de caso, a área total de uso de formas por pavimento é apresentada no APÊNDICE B.

Com a quantificação da área de uso de fôrmas, a parcela de custo de propriedade incidente no orçamento é:

$$C_e = R\$3,59/m^2 \times 66.992,97 \text{ m}^2 = R\$ 240.504,80$$

4 ORÇAMENTOS

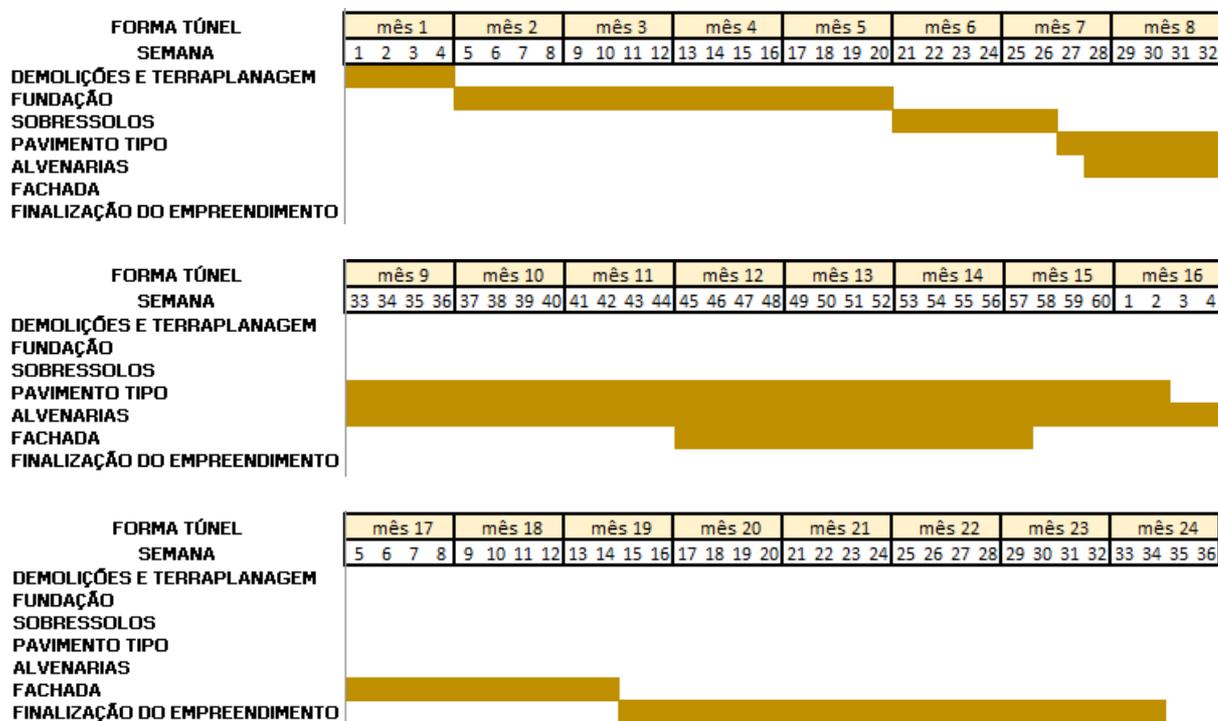
4.1 CRONOGRAMAS

Para elaboração dos orçamentos e cálculo das despesas indiretas e valores gastos com equipamento, é necessário identificar os prazos de cada etapa e o prazo final de obra.

Para o empreendimento executado em forma túnel, é apresentado o cronograma da

Figura 84 com um total de prazo de execução de obras de 24 meses. Como o módulo adquirido de fôrmas para o estudo de caso limita a execução de uma torre e posteriormente outra torre, o cronograma apresentou mais prazo em relação aos outros sistemas estruturais.

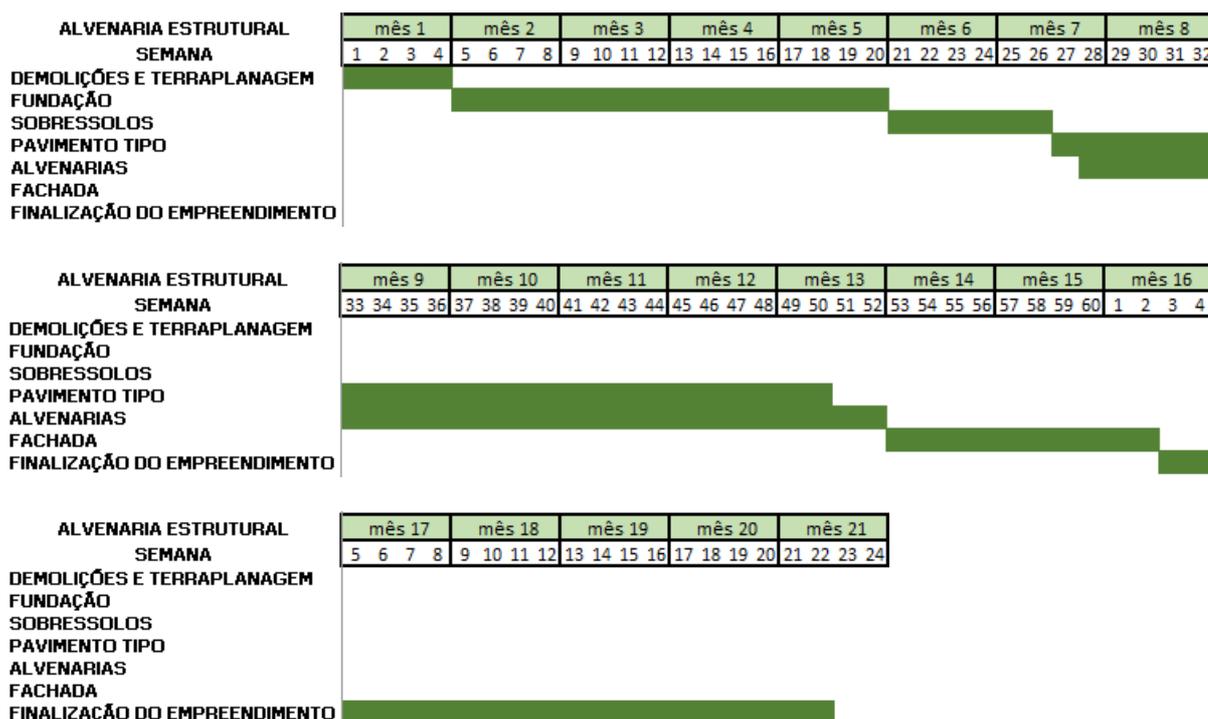
Figura 84 - Cronograma em fôrma túnel



Fonte: autora

Para o empreendimento executado em alvenaria estrutural, é apresentado o cronograma da Figura 85 com um total de prazo de execução de obras de 21 meses. Foi considerada a execução das duas torres simultaneamente.

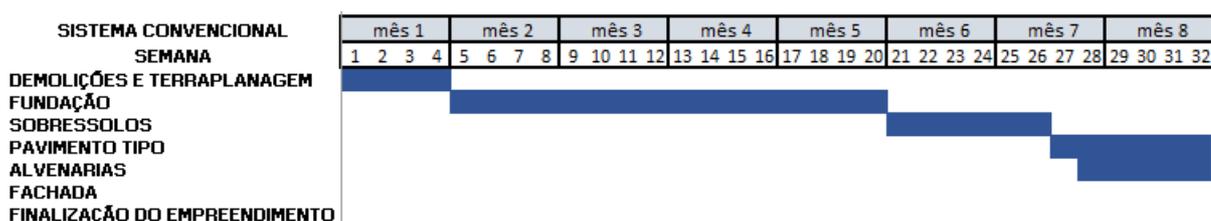
Figura 85 - Cronograma em alvenaria estrutural

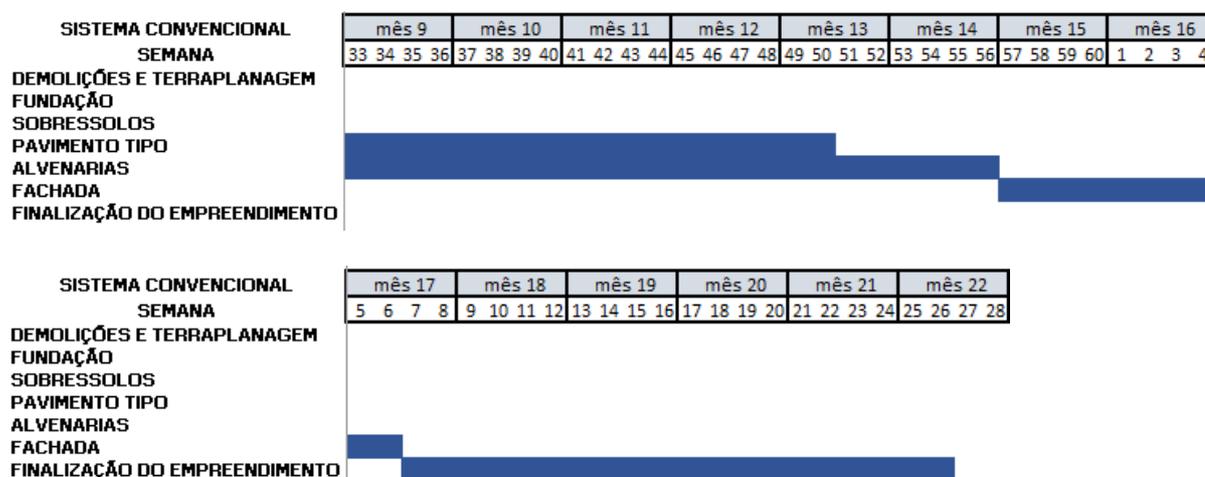


Fonte: autora

Para o empreendimento executado em estrutura reticulada de concreto armado, é apresentado o cronograma da Figura 86 com um total de prazo de execução de obras de 22 meses. Foi considerada a execução das duas torres simultaneamente.

Figura 86 - Cronograma em estrutura reticulada de concreto armado





Fonte: autora

4.2 FÔRMA TÚNEL

Para o empreendimento do estudo de caso executado em fôrma túnel, é apresentado o orçamento da Tabela 5.

Tabela 5 - Orçamento em Fôrma Túnel

1 EMPREENDIMENTO HABITACIONAL: FÔRMA TÚNEL		R\$ 25.702.741,38	
Área construída do empreendimento: 21.190,34m²		R\$ 1.212.95/m²	
1.01	PROJETOS	R\$ 194.200,00	0,76%
1.02	LAUDOS E EMOLUMENTOS	R\$ 4.000,00	0,02%
1.03	SEGUROS	R\$ 133.838,55	0,52%
1.04	INSTALAÇÕES E CANTEIROS	R\$ 155.093,83	0,60%
1.05	LIGAÇÕES PROVISÓRIAS	R\$ 77.010,00	0,30%
1.06	MANUTENÇÕES	R\$ 87.150,02	0,34%
1.07	CONSUMOS	R\$ 208.600,00	0,81%
1.08	LIMPEZA PERIÓDICA E COPA	R\$ 256.968,91	1,00%
1.09	GRUA	R\$ 517.717,02	2,01%
1.10	CREMALHEIRA	R\$ 261.336,43	1,02%
1.11	BALANCIM	R\$ 112.340,00	0,44%
1.12	EQUIPAMENTOS	R\$ 493.233,47	1,92%
1.13	FERRAMENTAS	R\$ 49.820,20	0,19%
1.14	CONTROLE TECNOLÓGICO E DE QUALIDADE	R\$ 70.064,54	0,27%
1.15	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 1.927.131,55	7,50%

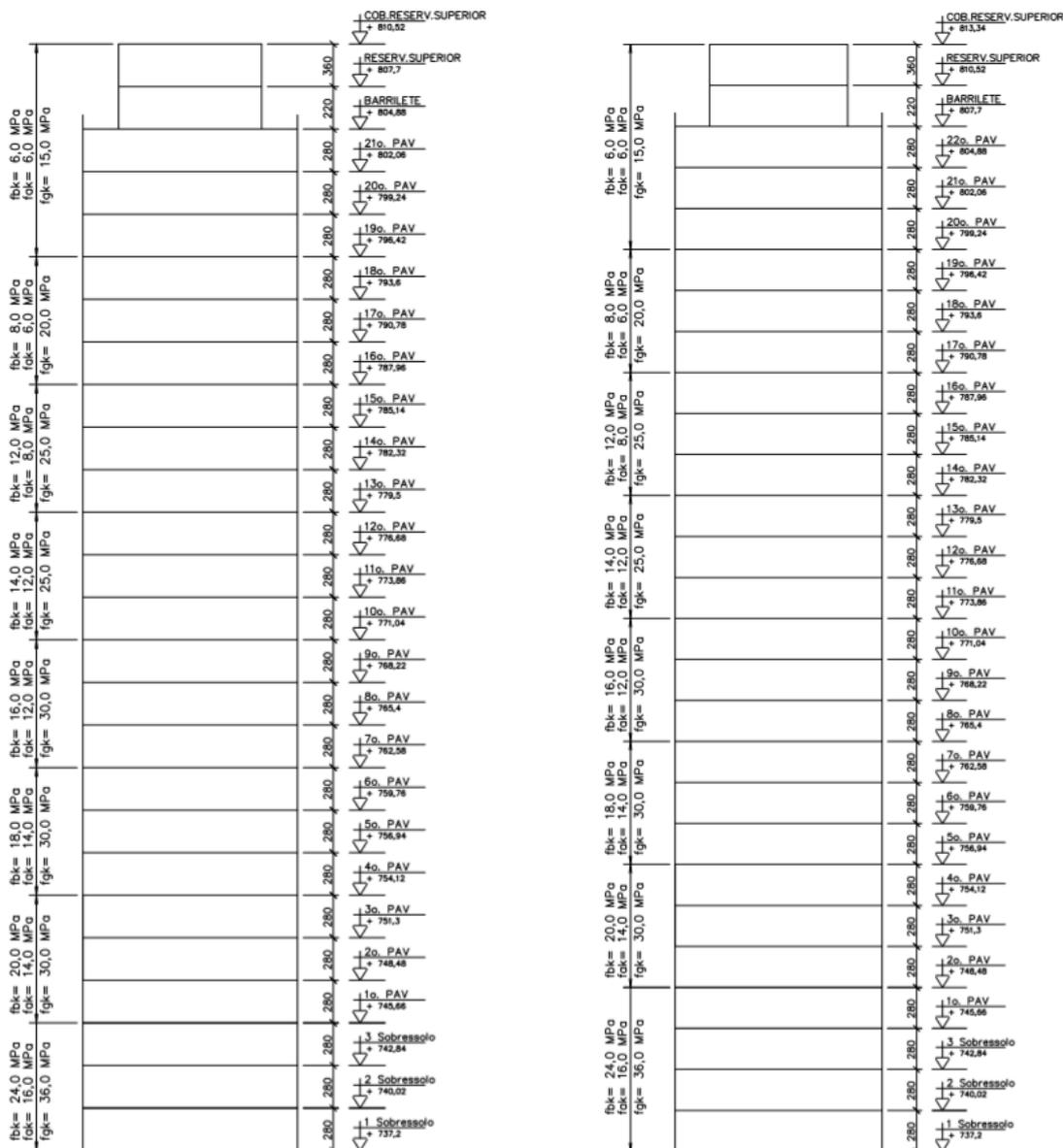
1.16	EPI, EPC, CURSOS E TREINAMENTOS	R\$	297.836,11	1,16%
1.17	REFEIÇÕES	R\$	1.021.046,40	3,97%
1.18	ESTADIA/ ALOJAMENTO	R\$	60.000,00	0,23%
1.19	TRANSPORTE E VIAGENS	R\$	237.080,00	0,92%
1.20	LIMPEZA DO TERRENO E TERRAPLANAGEM	R\$	80.937,40	0,31%
1.21	FUNDAÇÕES DAS CONTENÇÕES	R\$	619.234,92	2,41%
1.22	CONTENÇÕES	R\$	187.872,09	0,73%
1.23	FUNDAÇÕES	R\$	1.029.618,82	4,01%
1.24	SUPERESTRUTURA	R\$	5.264.307,90	20,48%
1.25	ALVENARIAS E FECHAMENTOS	R\$	686.738,15	2,67%
1.26	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$	491.165,66	1,91%
1.27	REVESTIMENTOS INTERNOS - TORRES	R\$	1.784.205,58	6,94%
1.28	REVESTIMENTOS INTERNOS - PERIFERIA	R\$	76.086,35	0,30%
1.29	REVESTIMENTOS EXTERNOS	R\$	1.033.344,97	4,02%
1.30	SERRALHERIAS	R\$	311.960,45	1,21%
1.31	ESQUADRIAS	R\$	1.182.420,73	4,60%
1.32	GRANITO/ ARDÓSIA/ MÁRMORE/ SINTÉTICO	R\$	110.906,18	0,43%
1.33	PINTURA	R\$	1.624.946,07	6,32%
1.34	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$	1.900.424,53	7,39%
1.35	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$	1.189.185,69	4,63%
1.36	INSTALAÇÕES MECÂNICAS	R\$	1.223.250,98	4,76%
1.37	COBERTURA	R\$	48.833,87	0,19%
1.38	SERVIÇOS COMPLEMENTARES EXTERNOS	R\$	378.475,51	1,47%
1.39	LIMPEZA FINAL	R\$	56.979,72	0,22%
1.40	FINALIZAÇÃO DE OBRA	R\$	257.379,34	1,00%

Fonte: autora

4.3 ALVENARIA ESTRUTURAL

Para o empreendimento do estudo de caso executado em alvenaria estrutural, foi executada estimativa baseada em parâmetros de projetos de alvenaria estrutural. Para a estrutura foram utilizados os parâmetros apresentados na Figura 87.

Figura 87 - Parâmetros estruturais para o sistema em alvenaria estrutural



a) Estrutura bloco A

b) Estrutura bloco B

Fonte: autora

Além das definições de resistências de argamassa de assentamento, graute e bloco estrutural de cada pavimento, foram determinados também as taxas de aço e de graute para cada pavimento conforme apresentado na Figura 88. As paredes estruturais e as paredes de vedação consideradas são apresentadas na Figura 89, onde paredes rosas representam as alvenarias estruturais.

Figura 88 - Parâmetros de alvenaria estrutural utilizados para orçamento

1SS, 2SS e 3SS Bloco A e 1SS, 2SS, 3SS e 1º pav Bloco B
fbk 24MPa, fak 16MPa e fgk 36MPa tx de aço: 9,263kg/m ² tx de graute: 0,0575m ³ /m ²
1º, 2º e 3º pav Bloco A e 2º, 3º e 4º pav Bloco B
fbk 20MPa, fak 14MPa e fgk 30MPa tx de aço: 9,263kg/m ² tx de graute: 0,0575m ³ /m ²
4º, 5º e 6º pav Bloco A e 5º, 6º e 7º pav Bloco B
fbk 18MPa, fak 14MPa e fgk 30MPa tx de aço: 6,416kg/m ² tx de graute: 0,0527m ³ /m ²
7º, 8º e 9º pav Bloco A e 8º, 9º e 10º pav Bloco B
fbk 16MPa, fak 12MPa e fgk 30MPa tx de aço: 5,102kg/m ² tx de graute: 0,0485m ³ /m ²
10º, 11º e 12º pav Bloco A e 11º, 12º e 13º pav Bloco B
fbk 14MPa, fak 12MPa e fgk 25MPa tx de aço: 5,102kg/m ² tx de graute: 0,0485m ³ /m ²
13º, 14º e 15º pav Bloco A e 14º, 15º e 16º pav Bloco B
fbk 8MPa, fak 6MPa e fgk 20MPa tx de aço: 3,509kg/m ² tx de graute: 0,0386m ³ /m ²
16º, 17º e 18º pav Bloco A e 17º, 18º e 19º pav Bloco B
fbk 12MPa, fak 8MPa e fgk 25MPa tx de aço: 3,079kg/m ² tx de graute: 0,0371m ³ /m ²
19º, 20º e 21º pav Bloco A e 20º, 21º e 22º pav Bloco B
fbk 6MPa, fak 6MPa e fgk 15MPa tx de aço: 3,079kg/m ² tx de graute: 0,0371m ³ /m ²
Barriletes, Reservatórios e Cobertura
fbk 6MPa, fak 6MPa e fgk 15MPa tx de aço: 9,263kg/m ² tx de graute: 0,0575m ³ /m ²

Fonte: autora

1.07 CONSUMOS	R\$ 187.600,00	0,73%
1.08 LIMPEZA PERIÓDICA E COPA	R\$ 267.777,74	1,05%
1.09 MINI GRUA	R\$ 265.681,11	1,02%
1.10 CREMALHEIRA	R\$ 220.142,64	0,86%
1.11 BALANCIM	R\$ 112.340,00	0,44%
1.12 EQUIPAMENTOS	R\$ 493.233,47	1,93%
1.13 FERRAMENTAS	R\$ 49.820,20	0,20%
1.14 CONTROLE TECNOLÓGICO E DE QUALIDADE	R\$ 62.256,54	0,24%
1.15 ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 1.708.820,36	6,69%
1.16 EPI, EPC, CURSOS E TREINAMENTOS	R\$ 230.772,58	0,90%
1.17 REFEIÇÕES	R\$ 893.415,60	3,50%
1.18 ESTADIA/ ALOJAMENTO	R\$ 52.500,00	0,21%
1.19 TRANSPORTE E VIAGENS	R\$ 223.220,00	0,87%
1.20 LIMPEZA DO TERRENO E TERRAPLANAGEM	R\$ 80.937,40	0,32%
1.21 FUNDAÇÕES DAS CONTENÇÕES	R\$ 619.397,92	2,42%
1.22 CONTENÇÕES	R\$ 187.872,09	0,74%
1.23 FUNDAÇÕES	R\$ 1.029.618,82	4,03%
1.24 SUPERESTRUTURA	R\$ 6.005.748,89	23,51%
1.25 ALVENARIAS E FECHAMENTOS	R\$ 541.281,59	2,12%
1.26 IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 491.165,66	1,92%
1.27 REVESTIMENTOS INTERNOS - TORRES	R\$ 1.583.776,02	6,20%
1.28 REVESTIMENTOS INTERNOS - PERIFERIA	R\$ 76.086,35	0,30%
1.29 REVESTIMENTOS EXTERNOS	R\$ 1.207.887,62	4,73%
1.30 SERRALHERIAS	R\$ 311.960,45	1,22%
1.31 ESQUADRIAS	R\$ 1.182.420,73	4,63%
1.32 GRANITO/ ARDÓSIA/ MÁRMORE/ SINTÉTICO	R\$ 110.906,18	0,43%
1.33 PINTURA	R\$ 1.635.998,70	6,40%
1.34 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.900.424,53	7,44%
1.35 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$ 1.189.185,69	4,66%
1.36 INSTALAÇÕES MECÂNICAS	R\$ 1.223.250,98	4,79%
1.37 COBERTURA	R\$ 48.833,87	0,19%
1.38 SERVIÇOS COMPLEMENTARES EXTERNOS	R\$ 378.574,93	1,48%
1.39 LIMPEZA FINAL	R\$ 56.979,72	0,22%
1.40 FINALIZAÇÃO DE OBRA	R\$ 257.379,34	1,01%

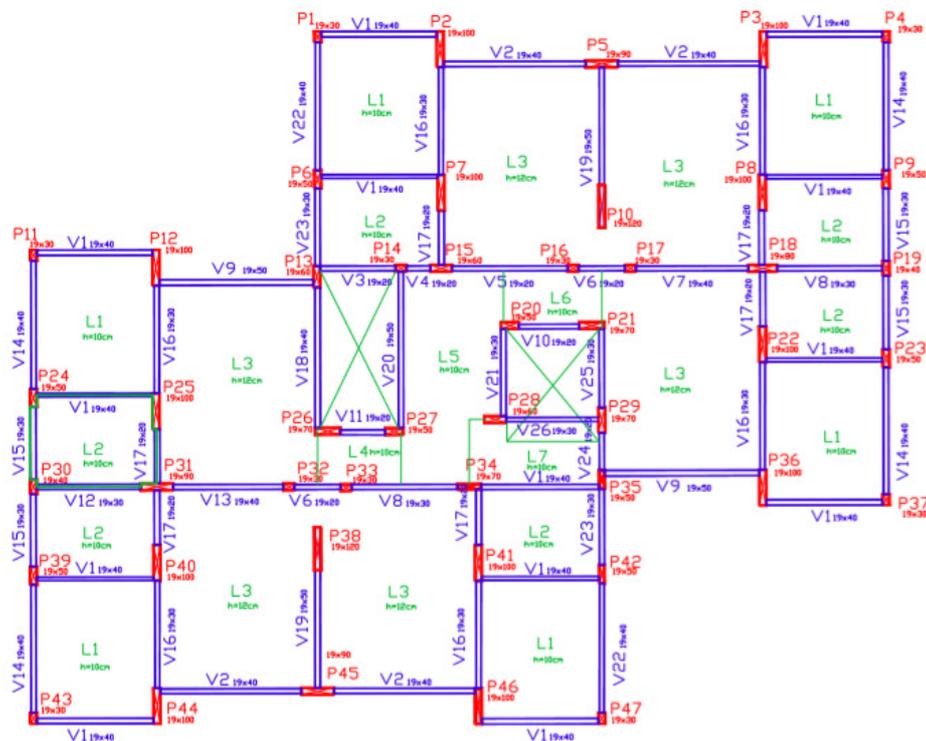
Fonte: autora

4.4 ESTRUTURA RETICULADA DE CONCRETO ARMADO

Para o empreendimento do estudo de caso executado em estrutura reticulada de concreto armado, foi executada estimativa mais detalhada para diminuir as incertezas nos quantitativos, utilizando método apresentado em material de apoio de aula. Foi estimada a dimensão dos pilares a partir das áreas de influência considerando concreto de resistência à compressão de 35MPa. Para as vigas, foi considerado o comprimento dos vãos e para as lajes a verificação a partir dos comprimentos de vãos, respeitando as espessuras mínimas exigidas em norma. Sendo assim, as configurações de estrutura consideradas são apresentadas na Figura 90 e Fonte: autora

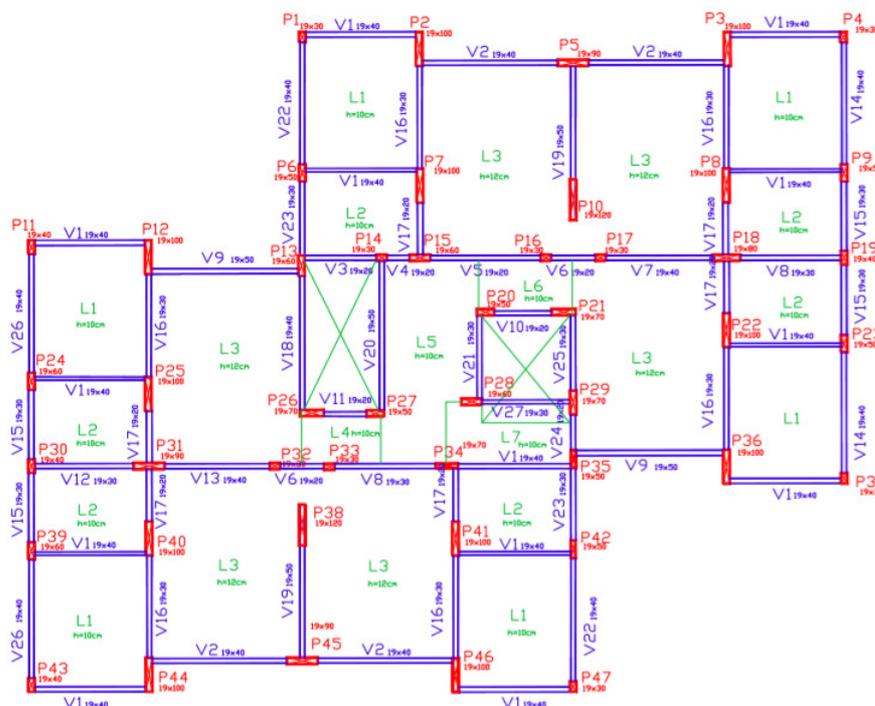
Figura 91.

Figura 90 - Estrutura de concreto bloco A



Fonte: autora

Figura 91- Estrutura de concreto bloco B



Fonte: autora

Assim, para o empreendimento executado em estrutura reticulada de concreto armado tem-se o orçamento resumo apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Orçamento em estrutura de concreto

1 EMPREENDIMENTO HABITACIONAL: ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO		R\$ 26.098.867,01	
Área construída do empreendimento: 21.190,34m ²		R\$ 1.231,64/m ²	
1.01	PROJETOS	R\$ 204.200,00	0,78%
1.02	LAUDOS E EMOLUMENTOS	R\$ 4.000,00	0,02%
1.03	SEGUROS	R\$ 133.838,55	0,51%
1.04	INSTALAÇÕES E CANTEIROS	R\$ 155.093,83	0,59%
1.05	LIGAÇÕES PROVISÓRIAS	R\$ 76.684,00	0,29%
1.06	MANUTENÇÕES	R\$ 81.866,69	0,31%
1.07	CONSUMOS	R\$ 194.600,00	0,75%
1.08	LIMPEZA PERIÓDICA E COPA	R\$ 280.529,07	1,07%
1.09	GRUA	R\$ 265.681,11	1,02%
1.10	CREMALHEIRA	R\$ 233.901,84	0,90%
1.11	BALANCIM	R\$ 112.340,00	0,43%

1.12 EQUIPAMENTOS	R\$ 493.233,47	1,89%
1.13 FERRAMENTAS	R\$ 49.820,20	0,19%
1.14 CONTROLE TECNOLÓGICO E DE QUALIDADE	R\$ 65.836,54	0,25%
1.15 ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 1.790.192,76	6,86%
1.16 EPI, EPC, CURSOS E TREINAMENTOS	R\$ 230.772,58	0,88%
1.17 REFEIÇÕES	R\$ 935.959,20	3,59%
1.18 ESTADIA/ ALOJAMENTO	R\$ 55.000,00	0,21%
1.19 TRANSPORTE E VIAGENS	R\$ 227.840,00	0,87%
1.20 LIMPEZA DO TERRENO E TERRAPLANAGEM	R\$ 80.937,40	0,31%
1.21 FUNDAÇÕES DAS CONTENÇÕES	R\$ 619.397,92	2,37%
1.22 CONTENÇÕES	R\$ 187.872,09	0,72%
1.23 FUNDAÇÕES	R\$ 1.029.618,82	3,95%
1.24 SUPERESTRUTURA	R\$ 5.454.728,05	20,90%
1.25 ALVENARIAS E FECHAMENTOS	R\$ 1.412.201,61	5,41%
1.26 IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 491.165,66	1,88%
1.27 REVESTIMENTOS INTERNOS - TORRES	R\$ 1.650.123,32	6,32%
1.28 REVESTIMENTOS INTERNOS - PERIFERIA	R\$ 76.086,35	0,29%
1.29 REVESTIMENTOS EXTERNOS	R\$ 1.209.430,85	4,63%
1.30 SERRALHERIAS	R\$ 311.960,45	1,20%
1.31 ESQUADRIAS	R\$ 1.182.420,73	4,53%
1.32 GRANITO/ ARDÓSIA/ MÁRMORE/ SINTÉTICO	R\$ 110.906,18	0,42%
1.33 PINTURA	R\$ 1.635.998,70	6,27%
1.34 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.900.424,53	7,28%
1.35 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$ 1.189.185,69	4,56%
1.36 INSTALAÇÕES MECÂNICAS	R\$ 1.223.250,98	4,69%
1.37 COBERTURA	R\$ 48.833,87	0,19%
1.38 SERVIÇOS COMPLEMENTARES EXTERNOS	R\$ 378.574,93	1,45%
1.39 LIMPEZA FINAL	R\$ 56.979,72	0,22%
1.40 FINALIZAÇÃO DE OBRA	R\$ 257.379,34	0,99%

Fonte: autora

4.5 ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir dos dados anteriormente apresentados, é realizada uma tabela comparativa entre os orçamentos, comparando o orçamento em alvenaria estrutural e em estrutura de concreto com a opção em fôrma túnel conforme apresentado na Tabela 8. A opção alvenaria estrutural praticamente se igualou ao sistema fôrma túnel,

apresentando uma diferença mínima menos onerosa. Já a opção estrutura de concreto se apresentou um pouco mais onerosa do que o sistema em fôrma túnel.

Tabela 8 - Comparativo entre os orçamentos

1	ORÇAMENTO	FORMA TÚNEL	ALVENARIA ESTRUTURAL		ESTRUTURA DE CONCRETO	
		R\$ 25.709.862,66	R\$ 25.548.071,12	0,6%	R\$ 26.098.867,01	-1,54%
1.01	PROJETOS	R\$ 194.200,00	R\$ 204.200,00	-5,15%	R\$ 204.200,00	-5,15%
1.02	LAUDOS E EMOLUMENTOS	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00	0,00%	R\$ 4.000,00	0,00%
1.03	SEGUROS	R\$ 133.838,55	R\$ 133.838,55	0,00%	R\$ 133.838,55	0,00%
1.04	INSTALAÇÕES E CANTEIROS	R\$ 155.093,83	R\$ 155.093,83	0,00%	R\$ 155.093,83	0,00%
1.05	LIGAÇÕES PROVISÓRIAS	R\$ 77.010,00	R\$ 76.521,00	0,63%	R\$ 76.684,00	0,42%
1.06	MANUTENÇÕES	R\$ 87.150,02	R\$ 87.150,02	0,00%	R\$ 81.866,69	6,06%
1.07	CONSUMOS	R\$ 208.600,00	R\$ 187.600,00	10,07%	R\$ 194.600,00	6,71%
1.08	LIMPEZA PERIÓDICA E COPA	R\$ 256.968,91	R\$ 267.777,74	-4,21%	R\$ 280.529,07	-9,17%
1.09	GRUA	R\$ 517.717,02	R\$ 265.681,11	48,68%	R\$ 265.681,11	48,68%
1.10	CREMALHEIRA	R\$ 261.336,43	R\$ 220.142,64	15,76%	R\$ 233.901,84	10,50%
1.11	BALANÇIM	R\$ 112.340,00	R\$ 112.340,00	0,00%	R\$ 112.340,00	0,00%
1.12	EQUIPAMENTOS	R\$ 493.233,47	R\$ 493.233,47	0,00%	R\$ 493.233,47	0,00%
1.13	FERRAMENTAS	R\$ 49.820,20	R\$ 49.820,20	0,00%	R\$ 49.820,20	0,00%
1.14	CONTROLE TECNOLÓGICO E DE QUALIDADE	R\$ 70.064,54	R\$ 62.256,54	11,14%	R\$ 65.836,54	6,03%
1.15	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 1.927.131,55	R\$ 1.708.820,36	11,33%	R\$ 1.790.192,76	7,11%
1.16	EPI, EPC, CURSOS E TREINAMENTOS	R\$ 297.836,11	R\$ 230.772,58	22,52%	R\$ 230.772,58	22,52%
1.17	REFEIÇÕES	R\$ 1.021.046,40	R\$ 893.415,60	12,50%	R\$ 935.959,20	8,33%
1.18	ESTADIA/ ALOJAMENTO	R\$ 60.000,00	R\$ 52.500,00	12,50%	R\$ 55.000,00	8,33%
1.19	TRANSPORTE E VIAGENS	R\$ 237.080,00	R\$ 223.220,00	5,85%	R\$ 227.840,00	3,90%
1.20	LIMPEZA DO TERRENO E TERRAPLANAGEM	R\$ 80.937,40	R\$ 80.937,40	0,00%	R\$ 80.937,40	0,00%
1.21	FUNDAÇÕES DAS CONTENÇÕES	R\$ 619.397,92	R\$ 619.397,92	0,00%	R\$ 619.397,92	0,00%
1.22	CONTENÇÕES	R\$ 187.872,09	R\$ 187.872,09	0,00%	R\$ 187.872,09	0,00%
1.23	FUNDAÇÕES	R\$ 1.029.618,82	R\$ 1.029.618,82	0,00%	R\$ 1.029.618,82	0,00%
1.24	SUPERESTRUTURA	R\$ 5.264.307,90	R\$ 6.005.748,89	-14,08%	R\$ 5.454.728,05	-3,62%
1.25	ALVENARIAS E FECHAMENTOS	R\$ 686.738,15	R\$ 541.281,59	21,18%	R\$ 1.412.201,61	-105,64%
1.26	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 491.165,66	R\$ 491.165,66	0,00%	R\$ 491.165,66	0,00%
1.27	REVESTIMENTOS INTERNOS - TORRES	R\$ 1.784.205,58	R\$ 1.583.776,02	11,23%	R\$ 1.650.123,32	7,51%
1.28	REVESTIMENTOS INTERNOS - PERIFERIA	R\$ 76.086,35	R\$ 76.086,35	0,00%	R\$ 76.086,35	0,00%
1.29	REVESTIMENTOS EXTERNOS	R\$ 1.033.344,97	R\$ 1.207.887,62	-16,89%	R\$ 1.209.430,85	-17,04%
1.30	SERRALHERIAS	R\$ 311.960,45	R\$ 311.960,45	0,00%	R\$ 311.960,45	0,00%
1.31	ESQUADRIAS	R\$ 1.182.420,73	R\$ 1.182.420,73	0,00%	R\$ 1.182.420,73	0,00%
1.32	GRANITO/ ARDÓSIA/ MÁRMORE/ SINTÉTICO	R\$ 110.906,18	R\$ 110.906,18	0,00%	R\$ 110.906,18	0,00%
1.33	PINTURA	R\$ 1.624.946,07	R\$ 1.635.998,70	-0,68%	R\$ 1.635.998,70	-0,68%

1.34	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.900.424,53	R\$ 1.900.424,53	0,00%	R\$ 1.900.424,53	0,00%
1.35	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$ 1.189.185,69	R\$ 1.189.185,69	0,00%	R\$ 1.189.185,69	0,00%
1.36	INSTALAÇÕES MECÂNICAS	R\$ 1.223.250,98	R\$ 1.223.250,98	0,00%	R\$ 1.223.250,98	0,00%
1.37	COBERTURA	R\$ 48.833,87	R\$ 48.833,87	0,00%	R\$ 48.833,87	0,00%
1.38	SERVIÇOS COMPLEMENTARES EXTERNOS	R\$ 378.574,93	R\$ 378.574,93	0,00%	R\$ 378.574,93	0,00%
1.39	LIMPEZA FINAL	R\$ 56.979,72	R\$ 56.979,72	0,00%	R\$ 56.979,72	0,00%
1.40	FINALIZAÇÃO DE OBRA	R\$ 257.379,34	R\$ 257.379,34	0,00%	R\$ 257.379,34	0,00%

Fonte: autora

Pode se verificar que as maiores diferenças se apresentam nos serviços inerentes às durações de obra, à estrutura propriamente dita, às alvenarias de vedação e aos revestimentos (sendo mais expressivo nos revestimentos externos).

As diferenças incorridas nos custos indiretos são justificadas pela diferença nos cronogramas das edificações para cada tipologia estrutural. Quanto maior a duração de obra do sistema, maiores serão as despesas indiretas. O mesmo vale para equipamentos.

Para a movimentação vertical no canteiro de obras, há uma diferença expressiva. Para o sistema em fôrma túnel, é utilizada uma grua robusta, já para os outros dois sistemas, uma mini grua para cada torre. Além disto, o prazo de execução da estrutura em fôrma túnel é maior para o estudo de caso.

Além da diferença na estrutura, há uma diferença muito expressiva na vedação dos sistemas. Como na fôrma túnel e na alvenaria estrutural as paredes estruturais já compreendem as vedações, o valor ficou muito superior para a estrutura de concreto armado, que a estrutura não compreende parte do vedado do sistema.

Em relação aos revestimentos internos, para as paredes de concreto é necessário executar superfície de aderência do gesso liso, sendo considerado o chapisco rolado. Este serviço não é necessário para alvenaria estrutural e é parcialmente necessário para a opção em estrutura de concreto armado, justificando assim as diferenças apresentadas e o menor valor na opção alvenaria estrutural.

Para os revestimentos externos, o sistema de fôrma túnel apresenta menor custo, pois não é necessário execução de chapisco e massa nas paredes de concreto.

5 CONCLUSÕES

Apesar de os resultados dependerem das configurações dos projetos arquitetônicos, o sistema de fôrma túnel atende potencialmente à norma de desempenho e se mostra uma tecnologia pouco explorada no Brasil, tanto no meio das construtoras quanto na comunidade técnico-científica.

Apesar do seu alto valor de investimento inicial de aquisição, o sistema estrutural fôrma túnel apresentou-se um sistema competitivo economicamente quando comparado a outros sistemas estruturais com oitenta usos do conjunto em duas torres. O conjunto de fôrmas só faz sentido se adquirido e utilizado continuamente, devido aos juros, depreciação e à necessidade de local para armazenamento das fôrmas.

Pelos orçamentos desenvolvidos, foi verificada a diminuição de mão de obra para o sistema de fôrma túnel em relação aos outros dois sistemas. Além disso, caso sejam adquiridos dois conjuntos de fôrmas há a execução das duas torres simultaneamente e uma melhoria de valores da ordem de 2,63% devido à diminuição dos prazos e dos custos indiretos incidentes.

Como o tema é pouco explorado o presente estudo se mostra eficiente para a contribuição de conhecimento sobre o referido tema e complementa os poucos estudos existentes. Recomenda-se mais estudos contendo as vantagens potenciais e avaliações de desempenho pós ocupação.

REFERÊNCIAS

ABCP, ABESC, IBTS; **COLETÂNEA DE ATIVOS/PAREDE DE CONCRETO** , 2007-2008.216p.

ABCP, ABESC, IBTS; **COLETÂNEA DE ATIVOS/PAREDE DE CONCRETO** , 2008-2009.180p.

ABCP, ABESC, IBTS; **COLETÂNEA DE ATIVOS/PAREDE DE CONCRETO** , 2009-2010.78p.

ABCP, ABESC, IBTS; **COLETÂNEA DE ATIVOS/PAREDE DE CONCRETO** , 2011-2013.110p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055:2012** Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos, Rio de Janeiro, 2012. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2013** Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 1: Requisitos gerais, 2013. 60 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2013** Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, 2013. 32 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2013** Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos, 2013. 40 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2013** Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas, 2013. 57 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2013** Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 5: Sistemas de coberturas, 2013. 63 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2013** Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 6: Sistemas Hidrossanitários, 2013. 31 p.

AVILA, A.V.; LIBRELOTTO, L.I; LOPES, O.C.; **Orçamento de obras**. Santa Catarina: UNISUL,. 2003. 66 p. – (Material de apoio do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Sul de Santa Catarina)

BARROS, M.S.B.; JESUS, C.R.M. **Custos e orçamentos na Construção Civil**. – São Paulo : EPUSP,. 2009. 16 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Civil).

BERNARDI, M.; **Análise Crítica de Sistema Construtivo para Habitações com Emprego de Fôrmas Metálicas Tipo Túnel** a partir de processo de Aprovação Técnica. 1999. 295p. Mestrado - IPT, São Paulo, 1999.

CARDOSO, L.R.A.; DE FILIPPI, G.; **TG210 Material de apoio de aula**. 2016. Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CORRÊA, J. M.; **Considerações sobre projeto e execução de edifícios em paredes de concreto moldados in loco**. 2012. 78p. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

DECONCIC, FIESP. **12º ConstruBusiness - Congresso Brasileiro da Construção**. 12ª Ed. 2016. 144p.

DESHMUKH, A.S.; SHALGAR, M.A.; **Study of Tunnel Formwork versus Aluminium Formwork**. International Research Journal of Engineering and Technology. India. Volume 3. Ed.12. 2006. 4p.

DIAS, P.R.V. **Engenharia de custos: uma metodologia de orçamentação para obras civis**. 9. CREA Rio de Janeiro. RJ, 2011. 220p.

FARIA, R.; **Paredes maciças**. Revista Técnica. Editora PINI. ed, v. 143, 2009

FIABANI, V.; **Edificações com paredes de concreto: fatores que influenciam no surgimento de defeitos na superfície das placas**. 2010. 86p. Dissertação (Trabalho

de Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

GHONIM, M.; **Tunnel Forms**. 2015. 10p. Material de apoio de Aula – King Saud University, Arábia Saudita, 2015.

GODOI, R. P. et al. **Sistemas Construtivo: Forma Túnel**. 2014. 58p. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Anhanguera, São Paulo, 2014.

HOGA; **Manual de Uso das Formas Tunnel**. Manual técnico de procedimentos desenvolvido dentro da empresa, São Paulo.

HOGA; **Relatório de estudo do sistema de fôrma túnel**. Estudo de caso desenvolvido dentro da própria empresa, São Paulo, 2014. 38p.

IBTS; **Fôrma- túnel, o processo que industrializa a construção é viabilizado pela tela soldada**, Órgão Informativo do Instituto Brasileiro de telas soldadas, Ed. Zaíra Bastos, ANO 2, Nº4, Junho/1990.4p.

IPT; **Sistema Construtivo Sergus com Fôrmas tipo Banche**, IPT Ref. Tec. 25–Sergus Construções e Comércio Ltda, São Paulo: IPT, 2004.8p.

JÚNIOR, R. G. S. **Sistemas Construtivos: Forma Túnel**. 2007. 98p. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.

LIMA, P.B.; VALE, H.C.V.V.; VALÉRIO, A.D.T.C.; **Estrutura plana de placas e chapas moldadas in loco com fôrma metálica - Sistema de Fôrma Túnel**. 2016. Trabalho prático da disciplina TG202 Tecnologia de Produção de Estruturas de Concreto Armado do curso Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MESA IMALAT; **Formwork Systems: Modular ERTF**, catálogo técnico, Turkey.

MESA IMALAT; **Formwork Systems: Product Handbook**, catálogo técnico, Turkey.

MESA IMALAT; **Modular Tunnel Formwork System: MESA ERTF**, catálogo técnico, Turkey.

MACEDO, J.S..; **Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto moldadas no local**. 2016. 77p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2016.

MATTOS, A.D.; **Como preparar orçamentos de obras**. 1.ed. São Paulo: Ed. Pini, 2006. 281 p.

MONTEIRO, C.C.R.G.; **Estudo comparativo do processo construtivo da parede de concreto moldada in loco e estrutura reticulada de concreto armado**. 2017. 50p. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Poli- Integra. São Paulo, 2017.

NERU; **Production Program**, catálogo técnico, Turkey.

NERU; **Tunnel Formwork Systems**, catálogo técnico, Turkey.

OUTINORD; **Catálogos técnicos diversos**.

OUTINORD; **Outinord Formworkand Technology**. Estados Unidos, 47 p.

OUTINORD; **Procedimiento Industrial para Estructuras**. Espanha, 1969. 16 p.

Performance Appraisal Certificate for Modular Tunnelform issued to Outinord Formworks PVT LTD. Building Materials & Technology Promotion Council, Government of India. India. PAC 1018-S/2015, Issue 01. 2015. 100p.

RAND, Ayn; **A Revolta de Atlas**. Trad. de Paulo Henriques Britto. Ed. Sextante. Rio de Janeiro, 2010. Volume III. 495 p.

RECEITA FEDERAL; Simulação de tributos de importação. Disponível em: <<http://www4.receita.fazenda.gov.br/simulador/>>. Acesso em: 22 maio. 2019.

SHALGAR, M.A.; ARADHYE, T.D.; **Introduction do advanced Tunnel Formwork system: Case study of “Rohan- Abhilasha”**. International Research Journal of Engineering and Technology. India. Volume 4. Ed.3. 2017. 4p.

SOTOUDEH, Y. et al. **Building Technology for Mass Concrete Tunnel Form Method**. Advances in Environmental Biology n.7(9) p.2190-2194, 2013. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Jabber – Ebne – Hayan, Racht, Iran

TCPO: Tabela de Composições de Preços para Orçamentos. 13ª Ed. São Paulo: Ed. Pini, 2010. 630p.

WALLACE, M.; **Cast walls and slab at the same time with tunnel forms**. The Aberdeen Group. Publication #C850201, 1985. 3p.

YAKUT, A.; GULKAN, P.; **Housing Report: Tunnel form building**. World Housing Encyclopedia. EERI and IAEE. Turkey. Report 101. 2003. 15p.

YRAOLA, F.A.; PEREZ, J. L. R.; **Encofrados – Túnel**. Monografia 355 do Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento (IETCC). Madri. 1978. 47p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Cálculo de área de superfície de fôrma do conjunto adquirido	100
APÊNDICE B – Cálculo de área de concretagem do empreendimento.....	103
APÊNDICE C – Planilha de orçamento em sistema fôrma túnel.....	105
APÊNDICE D – Planilha de orçamento em alvenaria estrutural.....	108
APÊNDICE E – Planilha de orçamento em sistema reticulado de concreto armado.....	111

APÊNDICE A – Cálculo de área de superfície de fôrma do conjunto adquirido

Painel	Fechamento	L (m)	H (m)	M ²
1	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	1,35	2,583	3,48705
	Laje	7,318	1,35	9,8793
2	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	1,25	2,583	3,22875
	Laje	7,318	1,25	9,1475
3	Lateral	6,968	2,583	17,99834
	Fundo	1,65	2,583	4,26195
	Laje	6,968	1,65	11,4972
4	Lateral	6,968	2,583	17,99834
	Fundo	1,65	2,583	4,26195
	Laje	6,968	1,65	11,4972
5	Lateral	6,968	2,583	17,99834
	Fundo	0,8	2,583	2,0664
	Laje	6,968	0,8	5,5744
6	Lateral	6,968	2,583	17,99834
	Fundo	0,8	2,583	2,0664
	Laje	6,968	0,8	5,5744
7	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	1,25	2,583	3,22875
	Laje	7,318	1,25	9,1475
8	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	1,35	2,583	3,48705
	Laje	7,318	1,35	9,8793
9	Lateral	6,968	2,583	17,99834
	Fundo	1,65	2,583	4,26195
	Laje	6,968	1,65	11,4972
10	Lateral	6,968	2,583	17,99834
	Fundo	1,65	2,583	4,26195
	Laje	6,968	1,65	11,4972
11	Lateral	6,968	2,583	17,99834
	Fundo	1,65	2,583	4,26195
	Laje	6,968	1,65	11,4972
12	Lateral	6,968	2,583	17,99834
	Fundo	1,65	2,583	4,26195
	Laje	6,968	1,65	11,4972

13	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	1,35	2,583	3,48705
	Laje	7,318	1,35	9,8793
14	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	1,25	2,583	3,22875
	Laje	7,318	1,25	9,1475
15	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	0,8	2,583	2,0664
	Laje	7,318	0,8	5,8544
16	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	0,8	2,583	2,0664
	Laje	7,318	0,8	5,8544
17	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	0,8	2,583	2,0664
	Laje	7,318	0,8	5,8544
18	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	0,8	2,583	2,0664
	Laje	7,318	0,8	5,8544
19	Lateral	2,74	2,583	7,07742
	Fundo	0,75	2,583	1,93725
	Laje	2,74	0,75	2,055
20	Lateral	2,74	2,583	7,07742
	Fundo	0,75	2,583	1,93725
	Laje	2,74	0,75	2,055
21	Lateral	2,093	2,583	5,406219
	Fundo	1,65	2,583	4,26195
	Laje	2,093	1,65	3,45345
22	Lateral	2,093	2,583	5,406219
	Fundo	1,4	2,583	3,6162
	Laje	2,093	1,4	2,9302
23	Lateral	1,343	2,583	3,468969
	Fundo	1,35	2,583	3,48705
	Laje	1,343	1,35	1,81305
24	Lateral	1,343	2,583	3,468969
	Fundo	1,25	2,583	3,22875
	Laje	1,343	1,25	1,67875
25	Lateral	2,093	2,583	5,406219
	Fundo	1,65	2,583	4,26195

	Laje	2,093	1,65	3,45345
26	Lateral	2,093	2,583	5,406219
	Fundo	1,4	2,583	3,6162
	Laje	2,093	1,4	2,9302
27	Lateral	1,99	2,583	5,14017
	Fundo	0,7	2,583	1,8081
	Laje	1,99	0,7	1,393
28	Lateral	1,99	2,583	5,14017
	Fundo	0,7	2,583	1,8081
	Laje	1,99	0,7	1,393
29	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	1,25	2,583	3,22875
	Laje	7,318	1,25	9,1475
30	Lateral	7,318	2,583	18,90239
	Fundo	1,35	2,583	3,48705
	Laje	7,318	1,35	9,8793
31	Lateral	5,625	2,853	16,04813
32	Lateral	7,201	2,853	20,54445
33	Lateral	6,875	2,853	19,61438
34	Lateral	2,672	2,853	7,623216
35	Lateral	3,09	2,853	8,81577
36	Lateral	2,672	2,853	7,623216
37	Lateral	1,85	2,853	5,27805
38	Lateral	4,46	2,853	12,72438
39	Lateral	4,46	2,853	12,72438
40	Lateral	1,85	2,853	5,27805
41	Lateral	1,814	2,853	5,175342
42	Lateral	1,814	2,853	5,175342
43	Lateral	0,35	2,853	0,99855
44	Lateral	0,35	2,853	0,99855
45	Lateral	0,35	2,853	0,99855
TOTAL:				851,041

APÊNDICE B – Cálculo de área de concretagem do empreendimento

Painel	1ª Concr. (m2)	2ª Concr. (m2)	Tot/pav.
1	13,37	18,90	32,27
2	31,28		31,28
3	33,76	33,76	67,51
4	33,76	33,76	67,51
5	25,64	25,64	51,28
6	25,64	25,64	51,28
7	31,28	31,28	62,56
8	32,27	32,27	64,54
9	33,76	33,76	67,51
10	33,76	33,76	67,51
11	33,76	33,76	67,51
12	33,76	33,76	67,51
13	32,27	32,27	64,54
14	31,28	31,28	62,56
15	26,82	26,82	53,65
16	26,82	26,82	53,65
17	26,82	26,82	53,65
18	26,82	26,82	53,65
19	11,07		11,07
20	11,07		11,07
21	13,12		13,12
22		11,95	11,95
23	8,77		8,77
24	8,38		8,38
25	13,12		13,12
26	6,55		6,55
27		8,34	8,34
28		8,34	8,34
29	22,13	9,15	31,28
30	3,49	28,78	32,27
31	16,05	16,05	32,10
32	20,54	20,54	41,09
33	19,61	19,61	39,23
34	7,62		7,62
35	8,82		8,82
36	7,62		7,62

37		5,28	5,28
38			0,00
39		12,72	12,72
40		5,28	5,28
41			0,00
42	5,18		5,18
43	1,00	1,00	2,00
44	1,00	1,00	2,00
45	1,00	1,00	2,00
Total m ² /pav tipo			1.375,15m ²

Logo, para o empreendimento todo:

BLOCO A		
1SS	1 x 1.375,15m ²	1.375,15m ²
2SS	1 x 1.375,15m ²	1.375,15m ²
3SS	1 x 1.375,15m ²	1.375,15m ²
21 TIPOS	21 x 1.375,15m ²	28.878,14m ²
BARRILETE	1 x 218,46m ²	218,46m ²
RESERV. SUPERIOR	1 x 236,36m ²	236,36m ²
BLOCO B		
1SS	1 x 76,16m ²	76,16m ²
2SS	1 x 1.375,15m ²	1.375,15m ²
3SS	1 x 1.375,15m ²	1.375,15m ²
21 TIPOS	22 x 1.375,15m ²	30.253,28m ²
BARRILETE	1 x 218,46m ²	218,46m ²
RESERV. SUPERIOR	1 x 236,36m ²	236,36m ²
	TOTAL USOS:	66.992,97m ²

APÊNDICE C – Planilha de orçamento em sistema fôrma túnel

1	EMPREENDIMENTO HABITACIONAL: FÔRMA TÚNEL	R\$ 25.709.599,70
1.01	PROJETOS	R\$ 194.200,00
1.02	LAUDOS E EMOLUMENTOS	R\$ 4.000,00
1.03	SEGUROS	R\$ 133.838,55
1.04	INSTALAÇÕES E CANTEIROS	R\$ 155.093,84
1.05	LIGAÇÕES PROVISÓRIAS	R\$ 77.010,00
1.06	MANUTENÇÕES	R\$ 87.150,02
1.07	CONSUMOS	R\$ 208.600,00
1.08	LIMPEZA PERIÓDICA E COPA	R\$ 256.968,91
1.09	GRUA E GUINDASTE	R\$ 517.717,02
1.10	CREMALHEIRA	R\$ 261.336,43
1.11	BALANCIM	R\$ 112.340,00
1.12	EQUIPAMENTOS	R\$ 493.233,47
1.13	FERRAMENTAS	R\$ 49.820,20
1.14	CONTROLE TECNOLÓGICO E DE QUALIDADE	R\$ 70.064,54
1.15	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 1.927.131,55
1.16	EPI, EPC, CURSOS E TREINAMENTOS	R\$ 297.836,11
1.17	REFEIÇÕES	R\$ 1.021.046,40
1.18	ESTADIA/ ALOJAMENTO	R\$ 60.000,00
1.19	TRANSPORTE E VIAGENS	R\$ 237.080,00
1.20	LIMPEZA DO TERRENO E TERRAPLANAGEM	R\$ 80.937,40
1.21	FUNDAÇÕES DAS CONTENÇÕES	R\$ 619.234,36
	<i>Broca de concreto armado fck 13MPa D=30 cm</i>	R\$ 12.089,65
	<i>Tubulão a céu aberto com D=70/80/90 cm</i>	R\$ 607.144,71
1.22	CONTENÇÕES	R\$ 187.872,09
	<i>Muro de arrimo em concreto usinado</i>	R\$ 173.479,43
	<i>Muro arrimo em bloco de concreto estrutural e=14cm</i>	R\$ 14.392,66
1.23	FUNDAÇÕES	R\$ 1.029.618,82
	<i>Locação da obra</i>	R\$ 35.565,64
	<i>Fundações Profundas - Estaca Hélice Contínua D=50/60/70cm</i>	R\$ 515.237,88
	<i>Fundações Profundas - Tubulão a céu aberto com d=70cm - periferia e acesso</i>	R\$ 65.157,51
	<i>Fundações Superficiais - Vigas e blocos baldrames torre</i>	R\$ 380.406,94
	<i>Fundações Superficiais - Blocos da periferia</i>	R\$ 33.250,85
1.24	SUPERESTRUTURA	R\$ 5.270.496,29
	<i>Estrutura da Torre</i>	R\$ 4.100.022,74
	<i>Estrutura da Periferia</i>	R\$ 993.098,00
	<i>Escada Pré Moldada - Torre e acessos</i>	R\$ 174.618,51
	<i>Poste de entrada</i>	R\$ 3.426,96
1.25	ALVENARIAS E FECHAMENTOS	R\$ 686.738,15
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 9x19x39cm - Corpo do</i>	R\$ 137.623,09
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 14x19x39cm - Corpo do</i>	R\$ 482.118,77

	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 9x19x39cm - Periferia</i>	R\$	1.175,11
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 14x19x39cm - Periferia</i>	R\$	44.122,43
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 19x19x39cm - Periferia</i>	R\$	14.158,75
	<i>Alvenaria em elemento vazado tipo catavento 29x29x7cm</i>	R\$	7.540,00
1.26	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$	491.165,66
	<i>Impermeabilização do poço do elevador</i>	R\$	3.121,73
	<i>Impermeabilização de baldrame - alvenaria</i>	R\$	4.022,28
	<i>Impermeabilização de lajes descobertas</i>	R\$	306.966,21
	<i>Impermeabilização de piscina/lavapés</i>	R\$	10.383,92
	<i>Impermeabilização de áreas molhadas (AS, Cozinha e Sanitários)</i>	R\$	131.205,30
	<i>Impermeabilização de reservatórios</i>	R\$	16.219,05
	<i>Impermeabilização de jardineiras</i>	R\$	4.742,78
	<i>Impermeabilização de fachadas das salas</i>	R\$	14.504,38
1.27	REVESTIMENTOS INTERNOS - TORRES	R\$	1.784.205,58
	<i>Paredes</i>	R\$	1.080.168,22
	<i>Teto</i>	R\$	131.309,59
	<i>Piso</i>	R\$	485.117,86
	<i>Rodapé</i>	R\$	87.609,91
1.28	REVESTIMENTOS INTERNOS - PERIFERIA	R\$	76.086,35
	<i>Paredes</i>	R\$	38.574,97
	<i>Teto</i>	R\$	7.247,47
	<i>Piso</i>	R\$	24.395,92
	<i>Rodapé</i>	R\$	5.867,98
1.29	REVESTIMENTOS EXTERNOS	R\$	1.033.344,97
	<i>Fachadas - Torres</i>	R\$	541.821,63
	<i>Fachadas - Periferia</i>	R\$	43.951,62
	<i>Áreas externas</i>	R\$	447.571,72
1.30	SERRALHERIAS	R\$	311.960,45
	<i>Corrimão</i>	R\$	56.588,39
	<i>Guarda Corpo</i>	R\$	152.428,00
	<i>Alçapões</i>	R\$	10.430,00
	<i>Gradis</i>	R\$	11.993,00
	<i>Portões em ferro</i>	R\$	7.358,00
	<i>Grelhas</i>	R\$	18.780,00
	<i>Escadas</i>	R\$	18.412,00
	<i>Serralherias diversas</i>	R\$	35.971,06
1.31	ESQUADRIAS	R\$	1.182.420,73
	<i>Esquadrias de alumínio</i>	R\$	771.647,06
	<i>Esquadrias de madeira</i>	R\$	374.186,14
	<i>Porta Corta Fogo</i>	R\$	36.587,53
1.32	GRANITO/ ARDÓSIA/ MÁRMORE/ SINTÉTICO	R\$	110.906,18
	<i>Bancadas</i>	R\$	1.840,00
	<i>Bancadas/ Tapos em mármore sintético</i>	R\$	46.463,00
	<i>Soleiras/ Baguetes</i>	R\$	28.061,28

	<i>Peitoris</i>	R\$	26.837,68
	<i>Colocação</i>	R\$	7.704,22
1.33	PINTURA	R\$	1.624.946,07
	<i>Pintura interna</i>	R\$	1.139.070,28
	<i>Pintura periferia e áreas externas</i>	R\$	291.578,13
	<i>Pintura fachadas - Torres</i>	R\$	194.297,66
1.34	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$	1.900.424,53
	<i>Instalações elétricas</i>	R\$	1.775.057,43
	<i>Selagem para shaft (bombeiro)</i>	R\$	12.480,00
	<i>Sistemas</i>	R\$	59.724,99
	<i>Apoio Civil para Instalações Elétricas</i>	R\$	33.872,11
	<i>Caixas de inspeção de elétrica</i>	R\$	19.290,00
1.35	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$	1.189.185,69
	<i>Instalações hidráulicas</i>	R\$	948.068,34
	<i>Louças, metais e acessórios</i>	R\$	125.282,34
	<i>Equipamentos de hidráulica</i>	R\$	81.922,78
	<i>Apoio civil para instalações hidráulicas</i>	R\$	33.912,23
1.36	INSTALAÇÕES MECÂNICAS	R\$	1.223.250,98
	<i>Elevadores</i>	R\$	1.140.761,98
	<i>Pressurização das escadas</i>	R\$	82.489,00
1.37	COBERTURA	R\$	48.833,87
	<i>Cobertura</i>	R\$	42.233,87
	<i>Sistema de ancoragem</i>	R\$	6.600,00
1.38	SERVIÇOS COMPLEMENTARES EXTERNOS	R\$	378.475,51
	<i>Rede de drenagem</i>	R\$	45.052,18
	<i>Calçadas, guias e sarjetas</i>	R\$	8.003,02
	<i>Gárgulas de águas pluviais 1,00x0,60x1,50m - 2 unidades</i>	R\$	1.572,82
	<i>Paisagismo</i>	R\$	66.061,35
	<i>Equipamentos comunitários</i>	R\$	56.679,25
	<i>Muros e muretas</i>	R\$	201.106,89
1.39	LIMPEZA FINAL	R\$	56.979,72
1.40	FINALIZAÇÃO DE OBRA	R\$	257.379,34

APÊNDICE D – Planilha de orçamento em alvenaria estrutural

1	EMPREENDIMENTO HABITACIONAL: ALVENARIA ESTRUTURAL	R\$ 25.548.071,12
1.01	PROJETOS	R\$ 204.200,00
1.02	LAUDOS E EMOLUMENTOS	R\$ 4.000,00
1.03	SEGUROS	R\$ 133.838,55
1.04	INSTALAÇÕES E CANTEIROS	R\$ 155.093,83
1.05	LIGAÇÕES PROVISÓRIAS	R\$ 76.521,00
1.06	MANUTENÇÕES	R\$ 87.150,02
1.07	CONSUMOS	R\$ 187.600,00
1.08	LIMPEZA PERIÓDICA E COPA	R\$ 267.777,74
1.09	MINI GRUA	R\$ 265.681,11
1.10	CREMALHEIRA	R\$ 220.142,64
1.11	BALANCIM	R\$ 112.340,00
1.12	EQUIPAMENTOS	R\$ 493.233,47
1.13	FERRAMENTAS	R\$ 49.820,20
1.14	CONTROLE TECNOLÓGICO E DE QUALIDADE	R\$ 62.256,54
1.15	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 1.708.820,36
1.16	EPI, EPC, CURSOS E TREINAMENTOS	R\$ 230.772,58
1.17	REFEIÇÕES	R\$ 893.415,60
1.18	ESTADIA/ ALOJAMENTO	R\$ 52.500,00
1.19	TRANSPORTE E VIAGENS	R\$ 223.220,00
1.20	LIMPEZA DO TERRENO E TERRAPLANAGEM	R\$ 80.937,40
1.21	FUNDAÇÕES DAS CONTENÇÕES	R\$ 619.397,92
	Broca de concreto armado fck 13MPa D=30 cm	R\$ 12.253,20
	Tubulão a céu aberto com D=70/80/90 cm	R\$ 607.144,71
1.22	CONTENÇÕES	R\$ 187.872,09
	Muro de arrimo em concreto usinado	R\$ 173.479,43
	Muro arrimo em bloco de concreto estrutural e=14cm	R\$ 14.392,66
1.23	FUNDAÇÕES	R\$ 1.029.618,82
	Locação da obra	R\$ 35.565,64
	Fundações Profundas - Estaca Hélice Contínua D=50/60/70cm	R\$ 515.237,88
	Fundações Profundas - Tubulão a céu aberto com d=70cm - periferia e	R\$ 65.157,51
	Fundações Superficiais - Vigas e blocos baldrame torre	R\$ 380.406,94
	Fundações Superficiais - Blocos da periferia	R\$ 33.250,85
1.24	SUPERESTRUTURA	R\$ 6.005.748,89
	Estrutura da Torre - Alvenaria Estrutural	R\$ 2.492.220,60
	Estrutura da Torre - Lajes	R\$ 1.949.277,76
	Estrutura da Torre - Estrutura de transição: lajes, vigas e pilares	R\$ 393.107,07
	Estrutura da Periferia	R\$ 993.098,00
	Escada Pré Moldada - Torre e acessos	R\$ 174.618,51
	Poste de entrada	R\$ 3.426,96
1.25	ALVENARIAS E FECHAMENTOS	R\$ 541.281,59

	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 9x19x39cm - Corpo do</i>	R\$	116.422,58
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 14x19x39cm - Corpo do</i>	R\$	357.861,63
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 9x19x39cm - Periferia</i>	R\$	1.175,11
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 14x19x39cm - Periferia</i>	R\$	44.122,43
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 19x19x39cm - Periferia</i>	R\$	14.158,75
	<i>Alvenaria em elemento vazado tipo catavento 29x29x7cm - Periferia</i>	R\$	7.541,09
1.26	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$	491.165,66
	<i>Impermeabilização do poço do elevador</i>	R\$	3.121,73
	<i>Impermeabilização de baldrames - alvenaria</i>	R\$	4.022,28
	<i>Impermeabilização de lajes descobertas</i>	R\$	306.966,21
	<i>Impermeabilização de piscina/lavapés</i>	R\$	10.383,92
	<i>Impermeabilização de áreas molhadas (AS, Cozinha e Sanitários)</i>	R\$	131.205,30
	<i>Impermeabilização de reservatórios</i>	R\$	16.219,05
	<i>Impermeabilização de jardineiras</i>	R\$	4.742,78
	<i>Impermeabilização de fachadas das salas</i>	R\$	14.504,38
1.27	REVESTIMENTOS INTERNOS - TORRES	R\$	1.583.776,02
	<i>Paredes</i>	R\$	879.738,66
	<i>Teto</i>	R\$	131.309,59
	<i>Piso</i>	R\$	485.117,86
	<i>Rodapé</i>	R\$	87.609,91
1.28	REVESTIMENTOS INTERNOS - PERIFERIA	R\$	76.086,35
	<i>Paredes</i>	R\$	38.574,97
	<i>Teto</i>	R\$	7.247,47
	<i>Piso</i>	R\$	24.395,92
	<i>Rodapé</i>	R\$	5.867,98
1.29	REVESTIMENTOS EXTERNOS	R\$	1.207.887,62
	<i>Fachadas - Torres</i>	R\$	715.392,07
	<i>Fachadas - Periferia</i>	R\$	43.951,62
	<i>Áreas externas</i>	R\$	448.543,93
1.30	SERRALHERIAS	R\$	311.960,45
	<i>Corrimão</i>	R\$	56.588,39
	<i>Guarda Corpo</i>	R\$	152.428,00
	<i>Alçapões</i>	R\$	10.430,00
	<i>Gradis</i>	R\$	11.993,00
	<i>Portões em ferro</i>	R\$	7.358,00
	<i>Grelhas</i>	R\$	18.780,00
	<i>Escadas</i>	R\$	18.412,00
	<i>Serralherias diversas</i>	R\$	35.971,06
1.31	ESQUADRIAS	R\$	1.182.420,73
	<i>Esquadrias de alumínio</i>	R\$	771.647,06
	<i>Esquadrias de madeira</i>	R\$	374.186,14
	<i>Porta Corta Fogo</i>	R\$	36.587,53
1.32	GRANITO/ ARDÓSIA/ MÁRMORE/ SINTÉTICO	R\$	110.906,18
	<i>Bancadas</i>	R\$	1.840,00

	Bancadas/ Tampos em mármore sintético	R\$	46.463,00
	Soleiras/ Baguetes	R\$	28.061,28
	Peitoris	R\$	26.837,68
	Colocação	R\$	7.704,22
1.33	PINTURA	R\$	1.635.998,70
	Pintura interna	R\$	1.135.640,18
	Pintura periferia e áreas externas	R\$	291.578,13
	Pintura fachadas - Torres	R\$	208.780,38
1.34	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$	1.900.424,53
	Instalações elétricas	R\$	1.775.057,43
	Selagem para shaft (bombeiro)	R\$	12.480,00
	Sistemas	R\$	59.724,99
	Apoio Civil para Instalações Elétricas	R\$	33.872,11
	Caixas de inspeção de elétrica	R\$	19.290,00
1.35	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$	1.189.185,69
	Instalações hidráulicas	R\$	948.068,34
	Louças, metais e acessórios	R\$	125.282,34
	Equipamentos de hidráulica	R\$	81.922,78
	Apoio civil para instalações hidráulicas	R\$	33.912,23
1.36	INSTALAÇÕES MECÂNICAS	R\$	1.223.250,98
	Elevadores	R\$	1.140.761,98
	Pressurização das escadas	R\$	82.489,00
1.37	COBERTURA	R\$	48.833,87
	Cobertura	R\$	42.233,87
	Sistema de ancoragem	R\$	6.600,00
1.38	SERVIÇOS COMPLEMENTARES EXTERNOS	R\$	378.574,93
	Rede de drenagem	R\$	45.052,18
	Calçadas, guias e sarjetas	R\$	8.003,02
	Gárgulas de águas pluviais 1,00x0,60x1,50m - 2 unidades	R\$	1.577,01
	Paisagismo	R\$	66.061,35
	Equipamentos comunitários	R\$	56.774,48
	Muros e muretas	R\$	201.106,89
1.39	LIMPEZA FINAL	R\$	56.979,72
1.40	FINALIZAÇÃO DE OBRA	R\$	257.379,34

APÊNDICE E – Planilha de orçamento em sistema reticulado de concreto armado

1	EMPREENDIMENTO HABITACIONAL: ESTRUTURA DE CONCRETO	R\$ 26.098.867,01
1.01	PROJETOS	R\$ 204.200,00
1.02	LAUDOS E EMOLUMENTOS	R\$ 4.000,00
1.03	SEGUROS	R\$ 133.838,55
1.04	INSTALAÇÕES E CANTEIROS	R\$ 155.093,83
1.05	LIGAÇÕES PROVISÓRIAS	R\$ 76.684,00
1.06	MANUTENÇÕES	R\$ 81.866,69
1.07	CONSUMOS	R\$ 194.600,00
1.08	LIMPEZA PERIÓDICA E COPA	R\$ 280.529,07
1.09	MINI GRUA	R\$ 265.681,11
1.10	CREMALHEIRA	R\$ 233.901,84
1.11	BALANCIM	R\$ 112.340,00
1.12	EQUIPAMENTOS	R\$ 493.233,47
1.13	FERRAMENTAS	R\$ 49.820,20
1.14	CONTROLE TECNOLÓGICO E DE QUALIDADE	R\$ 65.836,54
1.15	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 1.790.192,76
1.16	EPI, EPC, CURSOS E TREINAMENTOS	R\$ 230.772,58
1.17	REFEIÇÕES	R\$ 935.959,20
1.18	ESTADIA/ ALOJAMENTO	R\$ 55.000,00
1.19	TRANSPORTE E VIAGENS	R\$ 227.840,00
1.20	LIMPEZA DO TERRENO E TERRAPLANAGEM	R\$ 80.937,40
1.21	FUNDAÇÕES DAS CONTENÇÕES	R\$ 619.397,92
	Broca de concreto armado fck 13MPa D=30 cm	R\$ 12.253,20
	Tubulão a céu aberto com D=70/80/90 cm	R\$ 607.144,71
1.22	CONTENÇÕES	R\$ 187.872,09
	Muro de arrimo em concreto usinado	R\$ 173.479,43
	Muro arrimo em bloco de concreto estrutural e=14cm	R\$ 14.392,66
1.23	FUNDAÇÕES	R\$ 1.029.618,82
	Locação da obra	R\$ 35.565,64
	Fundações Profundas - Estaca Hélice Contínua D=50/60/70cm	R\$ 515.237,88
	Fundações Profundas - Tubulão a céu aberto com d=70cm - periferia e	R\$ 65.157,51
	Fundações Superficiais - Vigas e blocos baldrame torre	R\$ 380.406,94
	Fundações Superficiais - Blocos da periferia	R\$ 33.250,85
1.24	SUPERESTRUTURA	R\$ 5.454.728,05
	Estrutura da Torre - Estrutura: lajes, vigas e pilares	R\$ 4.133.598,11
	Estrutura da Periferia	R\$ 993.098,00
	Escada Pré Moldada - Torre e acessos	R\$ 174.618,51
	Poste de entrada	R\$ 3.426,96
1.25	ALVENARIAS E FECHAMENTOS	R\$ 1.412.201,61
	Alvenaria de vedação com blocos de concreto 9x19x39cm - Corpo do prédio	R\$ 126.546,56

	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 14x19x39cm - Corpo do prédio</i>	R\$	1.218.657,67
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 9x19x39cm - Periferia</i>	R\$	1.175,11
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 14x19x39cm - Periferia</i>	R\$	44.122,43
	<i>Alvenaria de vedação com blocos de concreto 19x19x39cm - Periferia</i>	R\$	14.158,75
	<i>Alvenaria em elemento vazado tipo catavento 29x29x7cm - Periferia</i>	R\$	7.541,09
1.26	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$	491.165,66
	<i>Impermeabilização do poço do elevador</i>	R\$	3.121,73
	<i>Impermeabilização de baldrame - alvenaria</i>	R\$	4.022,28
	<i>Impermeabilização de lajes descobertas</i>	R\$	306.966,21
	<i>Impermeabilização de piscina/lavapés</i>	R\$	10.383,92
	<i>Impermeabilização de áreas molhadas (AS, Cozinha e Sanitários)</i>	R\$	131.205,30
	<i>Impermeabilização de reservatórios</i>	R\$	16.219,05
	<i>Impermeabilização de jardineiras</i>	R\$	4.742,78
	<i>Impermeabilização de fachadas das salas</i>	R\$	14.504,38
1.27	REVESTIMENTOS INTERNOS - TORRES	R\$	1.650.123,32
	<i>Paredes</i>	R\$	946.085,96
	<i>Teto</i>	R\$	131.309,59
	<i>Piso</i>	R\$	485.117,86
	<i>Rodapé</i>	R\$	87.609,91
1.28	REVESTIMENTOS INTERNOS - PERIFERIA	R\$	76.086,35
	<i>Paredes</i>	R\$	38.574,97
	<i>Teto</i>	R\$	7.247,47
	<i>Piso</i>	R\$	24.395,92
	<i>Rodapé</i>	R\$	5.867,98
1.29	REVESTIMENTOS EXTERNOS	R\$	1.209.430,85
	<i>Fachadas - Torres</i>	R\$	716.935,30
	<i>Fachadas - Periferia</i>	R\$	43.951,62
	<i>Áreas externas</i>	R\$	448.543,93
1.30	SERRALHERIAS	R\$	311.960,45
	<i>Corrimão</i>	R\$	56.588,39
	<i>Guarda Corpo</i>	R\$	152.428,00
	<i>Alçapões</i>	R\$	10.430,00
	<i>Gradis</i>	R\$	11.993,00
	<i>Portões em ferro</i>	R\$	7.358,00
	<i>Grelhas</i>	R\$	18.780,00
	<i>Escadas</i>	R\$	18.412,00
	<i>Serralherias diversas</i>	R\$	35.971,06
1.31	ESQUADRIAS	R\$	1.182.420,73
	<i>Esquadrias de alumínio</i>	R\$	771.647,06
	<i>Esquadrias de madeira</i>	R\$	374.186,14
	<i>Porta Corta Fogo</i>	R\$	36.587,53
1.32	GRANITO/ ARDÓSIA/ MÁRMORE/ SINTÉTICO	R\$	110.906,18
	<i>Bancadas</i>	R\$	1.840,00
	<i>Bancadas/ Tampos em mármore sintético</i>	R\$	46.463,00

	Soleiras/ Baquetes	R\$	28.061,28
	Peitoris	R\$	26.837,68
	Colocação	R\$	7.704,22
1.33	PINTURA	R\$	1.635.998,70
	Pintura interna	R\$	1.135.640,18
	Pintura periferia e áreas externas	R\$	291.578,13
	Pintura fachadas - Torres	R\$	208.780,38
1.34	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$	1.900.424,53
	Instalações elétricas	R\$	1.775.057,43
	Selagem para shaft (bombeiro)	R\$	12.480,00
	Sistemas	R\$	59.724,99
	Apoio Civil para Instalações Elétricas	R\$	33.872,11
	Caixas de inspeção de elétrica	R\$	19.290,00
1.35	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$	1.189.185,69
	Instalações hidráulicas	R\$	948.068,34
	Louças, metais e acessórios	R\$	125.282,34
	Equipamentos de hidráulica	R\$	81.922,78
	Apoio civil para instalações hidráulicas	R\$	33.912,23
1.36	INSTALAÇÕES MECÂNICAS	R\$	1.223.250,98
	Elevadores	R\$	1.140.761,98
	Pressurização das escadas	R\$	82.489,00
1.37	COBERTURA	R\$	48.833,87
	Cobertura	R\$	42.233,87
	Sistema de ancoragem	R\$	6.600,00
1.38	SERVIÇOS COMPLEMENTARES EXTERNOS	R\$	378.574,93
	Rede de drenagem	R\$	45.052,18
	Calçadas, guias e sarjetas	R\$	8.003,02
	Gárgulas de águas pluviais 1,00x0,60x1,50m - 2 unidades	R\$	1.577,01
	Paisagismo	R\$	66.061,35
	Equipamentos comunitários	R\$	56.774,48
	Muros e muretas	R\$	201.106,89
1.39	LIMPEZA FINAL	R\$	56.979,72
1.40	FINALIZAÇÃO DE OBRA	R\$	257.379,34