

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

FERNANDA DE MELLO SCHVAB

HENRIQUE DE SOUZA RODRIGUES

**COMPARAÇÃO DO QUANTITATIVO DE MATERIAIS E SOMATÓRIO DE
CUSTO DE CONCRETO, FORMAS, AÇO E VEDAÇÃO EM EDIFICAÇÃO DE
CONCRETO ARMADO E *LIGHT STEEL FRAMING* ENTRE FORNECEDORES
LOCAIS E TABELA SINAPI**

CASCADEL - PR

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

FERNANDA DE MELLO SCHVAB

HENRIQUE DE SOUZA RODRIGUES

**COMPARAÇÃO DO QUANTITATIVO DE MATERIAIS E SOMATÓRIO DE
CUSTO DE CONCRETO, FORMAS, AÇO E VEDAÇÃO EM EDIFICAÇÃO DE
CONCRETO ARMADO E *LIGHT STEEL FRAMING* ENTRE FORNECEDORES
LOCAIS E TABELA SINAPI**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Professor Orientador: Mestre Engenheiro Civil
Rodrigo Techio Bressan**

CASCADEL - PR

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

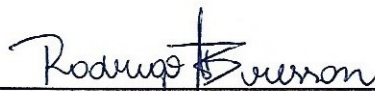
FERNANDA DE MELLO SCHVAB

HENRIQUE DE SOUZA RODRIGUES

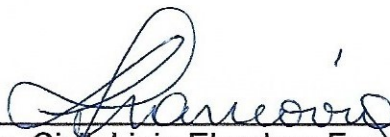
**COMPARAÇÃO DO QUANTITATIVO DE MATERIAIS E SOMATÓRIO DE CUSTO
DE CONCRETO, FORMAS, AÇO E VEDAÇÃO EM EDIFICAÇÃO DE CONCRETO
ARMADO E *LIGHT STEEL FRAMING* ENTRE FORNECEDORES LOCAIS E
TABELA SINAPI**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor (a) **Mestre Engenheiro Civil Rodrigo Techio Bressan**

BANCA EXAMINADORA



Orientador Profº. Mestre Eng. Civil: Rodrigo Techio Bressan
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil



Professora Dra. Eng. Civil: Ligia Eleodora Francovig Rachid
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil



Professor Eng. Civil Esp. Ricardo Paganin
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil

Cascavel, 30 de novembro de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos pais, por depositar confiança e demonstrar todo amor, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de vivenciar Sua plenitude.

Aos nossos pais pelo respeito e compreensão nos momentos mais difíceis de nossas vidas.

Ao orientador pela dedicação, paciência e empenho em auxiliar-nos neste trabalho.

Aos colegas que temos honra de depois de cinco anos chamá-los de amigos, pelo apoio e descontração nos momentos angustiantes.

As demais pessoas que de maneira direta e indireta sempre torceram por nós.

RESUMO

Light Steel Framing é um sistema construtivo industrializado e racional que vem conquistando espaço no mercado da construção civil. Já a estrutura em concreto armado é o processo utilizado em maior escala no Brasil, esse processo demanda de elevado índice de mão de obra e de materiais se relacionado a outros, não é sustentável e torna – se ineficiente com o tempo. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo comparar o quantitativo de concreto, forma e aço e seus custos baseados em fornecedores locais e na tabela SINAPI em um edifício na cidade de Cascavel – PR com proposta de utilização do método convencional e *Light Steel Framing* (LSF). Esse projeto contempla uma edificação com três pavimentos, composto de dois apartamentos por andar cada um com aproximadamente 45 m². A metodologia aplicada nesse estudo envolveu uma abordagem qualitativa e quantitativa embasadas nos projetos disponibilizados nos dois métodos construtivos. Os custos foram adquiridos com fornecedores locais e na tabela SINAPI. Essas informações foram analisadas estatisticamente e observou-se que há uma redução de volume de concreto de 79,27% e de área de forma de 96% no sistema LSF e um aumento do consumo de aço de 70,05% para essa estrutura. Em relação ao somatório de custos dos materiais levados em consideração, para fornecedores locais, a estrutura em *Light Steel Frame* apresentou uma diferença de 49,97% a mais sobre o valor da estrutura de concreto armado. Para a tabela SINAPI a diferença entre esses valores é de 31,87% entre as estruturas de concreto armado e *Light Steel Frame*. Logo, quando analisa o preço pelos fornecedores locais a estrutura em LSF tem um valor mais expressivo do que quando comparado a tabela SINAPI.

Palavras-chave: Levantamento de custos. Vedação. Estrutura. *Steel Frame*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Alvenaria com blocos cerâmicos.....	16
Figura 2: Estrutura em concreto.....	17
Figura 3: Vedação com painéis.....	19
Figura 4: Estrutura em <i>Light Steel Frame</i>	21
Figura 5: Estrutura de aço.....	23
Figura 6: Placas de vedação.....	23
Figura 7: Mapa com a localização do edifício.....	31
Figura 8: Planta baixa do edifício estudado.....	31
Figura 9: Volume de concreto	43
Figura 10: Área de forma.....	43
Figura 11: Peso de aço utilizado nas duas estruturas.....	44
Figura 12: Custo de materiais estrutura de concreto armado.....	47
Figura 13: Custo de materiais estrutura em <i>Light Steel Frame</i>	50
Figura 14: Comparativo de custo entre fornecedores locais.....	51
Figura 15: Comparativo de custos tabela SINAPI.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Concreto e forma – Estrutura de concreto armado.....	34
Quadro 2: Concreto e forma – Estrutura <i>Light Steel Frame</i>	35
Quadro 3: Aço – Estrutura de concreto armado.....	36
Quadro 4: Aço – Estrutura <i>Light Steel Frame</i>	36
Quadro 5: Medidas das paredes externas e internas – Estrutura em concreto armado.....	37
Quadro 6: Quantitativo de blocos cerâmicos – Estrutura de concreto armado.....	38
Quadro 7: Vedação parede externa – Estrutura <i>Light Steel Frame</i>	39
Quadro 8: Medidas das paredes internas Estrutura <i>Light Steel Frame</i>	39
Quadro 9: Quantidade de placas paredes internas – Estrutura <i>Light Steel Frame</i>	40
Quadro 10: Resumo da quantidade de material – Estrutura <i>Light Steel Frame</i>	41
Quadro 11: Piso <i>Light Steel Frame</i>	42
Quadro 12: Orçamento de materiais específicos estrutura de Concreto Armado.....	44
Quadro 13: Conversão de unidades do aço para a estrutura de concreto.....	46
Quadro 14: Resumo de custos totais entre fornecedores e a tabela SINAPI – Concret Armado.....	46
Quadro 15: Orçamento de materiais para estrutura <i>Light Steel Frame</i>	47
Quadro 16: Conversão de unidades do aço para a estrutura em <i>Light Steel Frame</i>	49
Quadro 17: Resumo de custos totais entre fornecedores e a tabela SINAPI – <i>Light Steel Frame</i>	49

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

BDI: Benefícios e Despesas Indiretas

CA: Concreto Armado

ISO: *International Organization for Standardization*

Kg: Quilograma

LSF: *Light Steel Frame*

NBR: Norma Brasileira

OSB: *Oriented Strand Board*

RF: Resistencia ao Fogo

RU: Resistencia a Umidade

SINAPI: Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil

ST: *Standard*

TCPO: Tabela de Composições e Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	11
1.1 INTRODUÇÃO	11
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo geral	12
1.2.2 Objetivos específicos	12
1.3 JUSTIFICATIVA	12
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	13
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	13
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	14
CAPÍTULO 2	15
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1.1 Alvenaria de vedação com blocos	15
2.1.1.1 Estruturas em concreto	16
2.1.2 Alvenaria de vedação com painéis	18
2.1.2.1 Características e dimensionamento do sistema <i>Light Steel Framing</i>	20
2.1.2.2 Estruturas em aço	21
2.1.2.2 Placas de vedação	23
2.1.3.1 Concreto armado	24
2.1.3.2 <i>Light Steel Frame</i>	25
2.1.4 Levantamento de materiais	26
2.1.5 Orçamento	26
2.1.6 Tabela SINAPI	28
CAPÍTULO 3	30
3.1 METODOLOGIA	30
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	30
3.1.2 Caracterização da amostra	30
3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados	32
3.1.4 Análise dos dados	32
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1.1 Quantitativo de concreto e forma para os dois tipos de estrutura	33
4.1.2 Quantitativo de aço para os dois tipos de estrutura	35
4.1.3 Quantitativo de vedação para a estrutura de concreto	37

4.1.4	Quantitativo de vedação para a estrutura de <i>Light Steel Frame</i>	38
4.1.5	Quantitativo de placas para revestimento de piso estrutura <i>Light Steel Frame</i>	41
4.1.6	Comparativo concreto, forma e aço nas estruturas de concreto armado e <i>Light Steel Frame</i>	42
4.1.7	Levantamento de custos dos materiais estrutura de concreto	44
4.1.8	Levantamento de custos dos materiais estrutura em <i>Light Steel Frame</i>	47
4.1.9	Comparativo de custos das duas modalidades construtivas	50
CAPÍTULO 5	.....	52
5.1	Considerações Finais	52
CAPÍTULO 6	.....	53
6.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	53
REFERÊNCIAS	.....	54
APÊNDICE A – MEDIDAS DAS PAREDES INTERNAS E EXTERNAS	.....	56
APÊNDICE B – ORÇAMENTO COMPENSADO PLASTIFICADO	.....	58
APÊNDICE C – ORÇAMENTO AÇO, TIJOLO, GESSO ACARTONADO E PLACA CIMENTICIA	.....	59
APÊNDICE D – ORÇAMENTO TIJOLO E AÇO A	.....	60
APÊNDICE E – ORÇAMENTO TIJOLO E AÇO B	.....	61
APÊNDICE F – INFORMAÇÃO DA TAXA DE AÇO ENVIADA VIA E-MAIL	.....	62
APÊNDICE G – ORÇAMENTO CONCRETO USINADO	.....	63
APÊNDICE H – ORÇAMENTO LAJE PRÉ-MOLDADA E CONCRETO USINADO	.....	64
ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO	.....	65
ANEXO B – PROJETO ESTRUTURAL – ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	11	
ANEXO C – PROJETO ESTRUTURAL – <i>LIGHT STEEL FRAME</i>	.....	80

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Lordsleem Junior (1971), explica que a engenharia civil tem buscado constantemente um aperfeiçoamento das técnicas construtivas, sempre mostrando soluções para diversas barreiras impostas pelo meio ambiente, isso tem sido importante para o desenvolvimento de uma ciência segura e exata, que supre as necessidades de um mercado, onde se busca unir o resultado satisfatório a um valor acessível.

Segundo Silva (2003), as empresas construtoras brasileiras têm resistência às inovações, porém vêm sendo pressionadas a investir permanentemente em qualidade e inovação nos seus processos construtivos para garantir a competitividade no mercado. O sistema construtivo mais utilizado, hoje em dia, no Brasil é o sistema convencional, composto de pilares, vigas e lajes de concreto armado, e utilizado como painel de fechamento, alvenaria em blocos cerâmicos ou de concreto.

Tem-se que alvenaria é toda obra constituída de pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto, ligados ou não por argamassa que visa proporcionar durabilidade e impermeabilidade (Azeredo, 1977). Como sistema construtivo inovador, o *Light Steel Framing* (LSF) vem sendo usado no Brasil desde 1990, a partir dessa época percebeu-se a eficiência desse sistema no âmbito de processo industrializado. Atualmente o Brasil dispõe de uma infraestrutura para a produção dessas construções.

Conforme Rego (2012), o sistema LSF é conhecido também como sistema autoportante de construção a seco e tem como principal conceito dividir uma estrutura em uma vasta quantidade de elementos estruturais, de forma que cada um resista a uma pequena parte da carga total aplicada. São utilizadas placas cimentícias, como painel de fechamento tanto interno quanto externo.

Levando em consideração as informações, este trabalho propõe um estudo comparativo sobre o quantitativo de materiais entre uma estrutura em concreto armado com alvenaria de bloco cerâmico vazado e em *Light Steel Frame* de um edifício em Cascavel – PR. E o levantamento de custos dos principais materiais que compõem a estrutura e vedação nos dois modelos construtivos, com uma comparação entre os mesmos, levando à escolha de um dos sistemas de construção na obra.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Comparar o quantitativo de materiais, concreto, aço e forma, e seus custos, incluindo a vedação baseados em fornecedores locais e na tabela SINAPI em um edifício na cidade de Cascavel – PR com projeção a ser executado em estrutura de concreto armado e em *Light Steel Frame*.

1.2.2 Objetivos específicos

- Comparar a quantidade de aço, concreto e forma entre os dois métodos;
- Realizar o levantamento de custos do aço, concreto, madeira para forma, blocos cerâmicos e placas utilizadas na vedação do sistema *Light Steel Frame* utilizando como referência a tabela SINAPI e fornecedores locais.
- Comparar as alterações do somatório de custos dos materiais que foram levantados nos dois métodos, entre a tabela SINAPI e fornecedores dos materiais locais.

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Freitas (2006), o *Light Steel Framing* é um sistema construtivo de concepção racional que tem sua estrutura constituída por perfis formado a frio de aço galvanizado e recebe fechamento em placas. Esclarece ainda, que não se trata apenas de estrutura, mas como a edificação em sua totalidade, pois nela já estão inclusos o sistema térmico e acústico, seu fechamento interno e externo e também as instalações hidráulicas e elétricas. Diferente do método tradicional utilizado no Brasil que é a alvenaria.

Segundo Nascimento (2004), a alvenaria de vedação possui somente a função de delimitação dentro de uma edificação. Após sua execução, devem ser abertas fendas nas partes em que irão ser instaladas tubulações hidráulicas e elétricas e ainda deve ser aplicada argamassa de revestimento.

Ainda para o autor, a alvenaria é o método convencional e é o mais aplicado em qualquer tipo de edificação. Apesar do sistema *Light Steel Framing* não ser novo em um patamar mundial, no Brasil ainda está ganhando espaço no mercado, o que faz com que gere uma competitividade entre as empresas do segmento da construção civil. Além de tudo isso, o LSF é um sistema ecologicamente correto, pois utiliza em sua maior parte o aço que é um dos materiais mais reciclados do mundo e não gera tantos resíduos em sua execução.

Por não ser tão usual, as empresas podem explorar esse nicho de mercado, pois é uma área em ascensão. Apesar de parecer um sistema relativamente caro, a sua metodologia impacta diretamente na redução do custo total da obra.

Este estudo teve a razão de comparar o quantitativo de materiais entre duas metodologias aplicadas à construção civil, na execução de um edifício, a fim de realizar análise da quantidade de materiais empregados, bem como seus custos, na cidade de Cascavel – PR.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Existe redução de materiais, (aço forma e concreto) e reduções de custos SINAPI e mercado local (aço, formas, concreto e vedação) ao alterar o método construtivo convencional para *Light Steel Frame* aplicados em um mesmo projeto?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Com o mercado cada dia mais competitivo e o surgimento de novas tecnologias tem se a necessidade de aprimorar as metodologias na construção civil. Principalmente, se isso resultar em economia, praticidade e rapidez em sua execução. O sistema *Light Steel Framing* se encaixava nesses requisitos, pois é um sistema padronizado, sua estrutura possui diferentes elementos construtivos quando comparado a estrutura convencional e envolveria a redução de alguns materiais como por exemplo concreto, aço e formas e por consequência reduziria seus custos.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi feito com base em dois projetos para um mesmo edifício a ser implantado na Rua Francisco Guaraná de Menezes – Gleba 71B – Lote 71B2 na cidade de Cascavel, Paraná. Essa edificação possui duas diferentes propostas estruturais e de execução, um é utilizando o método convencional que é estrutura de concreto armado com vedação em blocos cerâmicos e o outro com o intuito de ser executado com o sistema construtivo denominado *Light Steel Framing*.

Através deles foram feitos levantamentos e comparações da quantia de materiais que são empregados em ambos métodos, concreto, formas e aço. Além disso foi realizado um levantamento do quantitativo de materiais utilizados na estrutura e vedação e posteriormente o custo unitário desses materiais. Na estrutura de concreto foram considerados concreto, formas, aço e blocos cerâmicos. E no sistema *Light Steel Framing*, abrangeu concreto, aço, formas e placas do tipo OSB, cimentícia e gesso acartonado. Para esse estudo não foi considerada a mão de obra para execução dos serviços, somente os materiais anteriormente descritos.

Os projetos e todas as informações necessárias, foram obtidos de uma empresa especializada no método construtivo, fornecendo todas as informações básicas e necessárias para esse estudo.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo foram abordados os conceitos e as características de estruturas em concreto e em aço, caracterização e dimensionamento em *Light Steel Framing*, características do sistema construtivo em alvenaria convencional e também a conceituação sobre orçamentos na construção civil.

2.1.1 Alvenaria de vedação com blocos

Lordsleem Junior (1971), define alvenaria como um componente construído em obra através da união de tijolos ou blocos por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. A palavra alvenaria vem do árabe *al-banna* que significa aquele que constrói e quando empregada apenas para vedação, ou seja, não sendo dimensionada para resistir cargas além do seu próprio peso, chama-se alvenaria de vedação. Lentz, (s.d.), explica que paredes estão inclusas em todas as partes verticais que tenham resistência e uma função de delimitação. Esses painéis são apoiados sobre o piso e sua principal função além da delimitação é assegurar um bom isolamento térmico e acústico. Ele cita, que para executar uma divisória de tijolo não é dificultoso, mas que necessita ter cuidado com os alinhamentos e prumos.

Nascimento (2002), também conceitua a função da alvenaria como sendo um estabelecimento de separação entre ambientes e complementa que além do isolamento térmico e acústico, deve resistir à umidade e aos movimentos provenientes da variação térmica, resistência à pressão do vento, à infiltração de águas pluviais, deve servir de base para receber revestimentos e sobretudo garantir segurança aos usuários. Ressalta que, cabe à engenharia o perfeito dimensionamento e os engenheiros calculistas devem apresentar os valores das flechas, para que possam ser estabelecidos os limites de fissuração. Nascimento (2002), expõe que o aço é cada vez mais utilizado para a estrutura, então abriu uma lacuna a ser preenchida pela alvenaria de vedação, sendo que concreto armado sempre foi a base para tudo, ressalta que a função primordial da alvenaria é realizar a separação entre ambientes, principalmente o ambiente externo do interno. Explica que a alvenaria não representa vínculos estruturais, mas

que no Brasil e em outros países com sistemas construtivos menos evoluídos elas apresentam vínculos estruturais mesmo não sendo dimensionada para esse fim.

A empresa de confecção de blocos cerâmicos do Rio Grande do Sul, Pauluzzi (2018) explica que alvenaria de vedação é uma alvenaria que não é dimensionada para resistir a ações além de seu próprio peso e que deve ser utilizada somente como divisórias entre os ambientes. Ainda explica que como não se utiliza projeto de alvenaria, o método construtivo é desenvolvido durante sua execução. Ainda afirma que a mão de obra pouco qualificada executa com facilidade, mas nem sempre com qualidade. O retrabalho, pois após o seu assentamento, essas paredes são seccionadas para que tubulações sejam passadas e com isso gera um desperdício elevado. A Figura 01 ilustra uma parede feita em alvenaria com blocos cerâmicos.

Figura 01 – Alvenaria com blocos cerâmicos.



Fonte: Pauluzzi (2018).

2.1.1.1 Estruturas em concreto

De acordo com McComarc (2009), uma das tarefas mais importantes do engenheiro projetista é realizar a estimativa de cargas exatas que as estruturas suportarão por toda sua vida útil e que por mais que o software ajude na análise imediata de projetos e estruturas, logo após a definição de cargas, este oferecerá uma pequena ajuda na seleção destas. Por mais que um engenheiro já tenha projetado a mais variada gama de estruturas, é impossível de ter lidado com todas as estruturas possíveis.

A NBR 6118/14 que rege sobre projetos em estruturas de concreto, define concreto estrutural como o espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural. Em seu item 6.1 sobre as exigências de durabilidade diz que as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conserve sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente a sua vida útil.

Ainda a NBR 6118/14 diz que os sistemas estruturais são formados por elementos, estes são divididos entre elementos lineares (vigas, pilares, tirantes e arcos) e elementos de superfície (placas, chapas, cascas e pilares parede). Os elementos lineares são aqueles que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal e os elementos de superfície são aqueles que a espessura é relativamente pequena em relação as demais dimensões. A Figura 02 mostra um exemplo de uma estrutura de concreto.

Figura 02 – Estrutura em concreto.



Fonte: MPluguiese (2018).

Para cálculo de um projeto estrutural é necessário conhecer os tipos de cargas que serão aplicados em determinada estrutura. Segundo McComarc (2009), as cargas são classificadas de acordo com sua característica e duração, para efeito de cálculo de um edifício as cargas comumente aplicadas são:

Cargas permanentes: aquelas cargas de módulo constante que permanecem em uma posição. Compreendem o peso da estrutura em questão, assim como qualquer acessório que esteja permanentemente fixado a ela.

Cargas variáveis: aquelas cargas que variam em módulo e posição. Compreendem as cargas de ocupação, materiais de depósitos, cargas de construção, guindastes elevados e cargas de equipamentos operatrizes. Em geral as cargas variáveis são causadas pela gravidade.

Cargas ambientais: aquelas cargas causadas pelo ambiente onde a estrutura está localizada. Para edifícios, as cargas ambientais são causadas por chuva, neve, gelo, vento, temperatura e terremotos. Estritamente falando, essas também são cargas variáveis, mas são consequência do ambiente onde a estrutura se localiza. (McComarc, 2009).

De acordo com Ching (2001), o concreto é amplamente utilizado na construção, porque combina com materiais como madeira, aço e alvenaria. Ele é resistente à compressão, e para resistir também a tração deve ter uma armadura de aço. Suas principais características é que pode ser moldado quase que em toda forma e pode receber vários tipos de acabamento em sua superfície, ter um custo baixo e ser resistente ao fogo. Sua desvantagem é seu peso específico alto e o seu processo de fabricação que necessita cuidados técnicos. Sua resistência é definida pela proporção de água cimento, quanto menos água utilizada pelo peso do cimento, mais resistente se torna.

Giongo (2007), explica que o arranjo dos elementos estruturais é muito importante para a segurança da estrutura e deve ser compatível com o projeto arquitetônico. As estruturas de concreto têm seus elementos definidos por lajes, vigas e pilares e nessa mesma ordem ocorre o descarregamento das forças sendo a do pilar transferida para a sua fundação.

Fundação é um conjunto de elementos estruturais responsável por suportar toda a carga de uma edificação. Segundo a NBR 6122/96 que rege sobre projetos e execução de fundações, há uma divisão entre dois grupos: fundações superficiais ou também chamada de rasa ou direta e as fundações profundas. São elementos que transmite a carga para o solo através de sua base. As fundações rasas são divididas em sapatas, blocos, *radier*, sapata associada e sapata corrida. Já as profundas além de transmitir sua carga por sua base também transmite por seu fuste o que também é chamado de resistência lateral. Exemplo desse tipo de fundação são estacas e tubulões.

2.1.2 Alvenaria de vedação com painéis

Para Ramos (1997), os painéis de vedação são aqueles projetados e solucionados para substituir as alvenarias numa construção, podendo ser autoportantes, isolantes acústicos

ou térmicos. Ao analisar tal definição, pode-se perceber que os painéis surgiram para substituir, mesmo que parcialmente, a alvenaria com blocos.

Von Kruguer (2000), explica em sua dissertação sobre a análise de painéis de vedação nas edificações em estruturas metálicas, que o uso de painéis de vedação vem sendo uma opção construtiva direcionada a um mercado específico e uma possibilidade de mudança na mentalidade construtiva. A construção civil, no Brasil, vem utilizando e as vantagens de uma construção industrializada em relação às técnicas tradicionais são traduzidas pela racionalização do processo construtivo, eliminação do retrabalho e minimização de desperdício.

Von Kruger (2000), explana sobre os painéis de vedação e suas propriedades. Um deles é o gesso acartonado que resiste à tração e à flexão e nada mais é do que a junção de placas de gesso revestidas de papelão. Conforme sua aplicação pode ser agregada isolamentos térmico e acústico e também mecanismos de resistência à umidade e ao fogo. Similar ao gesso acartonado são as placas cimentícias, o que os difere é o reforço de fibras de celulose e a sua utilização que é para ambientes externos e áreas úmidas.

O painel OSB (*Oriented Strand Board*), painéis de partículas orientadas, também é utilizado como painel de vedação. Ferreira (2003) esclarece que sua estrutura é composta de 3 a 5 feixes de camadas de fibra e para sua consolidação são prensadas. Embora seja feito de toras de madeira de menor qualidade o seu desempenho é o mesmo, pois o que determina isso é a tecnologia de produção empregada. Para Lacerda (s.d.) os três tipos de painéis citados são os mais utilizados. A Figura 03 apresenta uma estrutura com vedação em painéis.

Figura 03 – Vedação com painéis.



Fonte: Steel Inove (2018).

2.1.2.1 Características e dimensionamento do sistema *Light Steel Framing*

O termo *Steel Framing* vem do inglês e significa: *Steel* = aço e *framing* que é a derivação da palavra *frame* que significa esqueleto ou estrutura. A palavra *Light* = leve refere-se que o conjunto tem um peso relativamente baixo.

Segundo o site da empresa Construseco (2018), o *Light Steel Framing* é um sistema construtivo industrializado e racional que vem conquistando espaço no mercado da construção civil brasileiro e que é amplamente utilizado em países como EUA, Japão, Canadá Argentina, Chile e continente Europeu. É caracterizado por um esqueleto estrutural leve composto por perfis de aço galvanizado, que trabalham em conjunto para sustentação da construção. Este esqueleto é complementado por revestimentos em placas externas e internas, isolamentos termoacústicos e forros.

Em conjunto com os demais subsistemas da obra, o *Light Steel Framing* gera edificações com aspecto final semelhante ao da construção convencional e é capaz de atender quaisquer necessidades arquitetônicas, por isso seu emprego é possível em diversos tipos de edificações: casa, prédios (até 7 pavimentos), galpões, fachadas, escolas, hospitais, lojas, mezaninos e outros, é o que explica o grupo *Ecogreen* em seu site no ano de 2018.

Já para a empresa *Smart* Sistemas Construtivos explica em seu site, que o sistema *Light Steel Framing* é indicado para obras residenciais e comerciais até 4 pavimentos. Ainda explica que por se tratar-se de um sistema muito veloz, o custo final é inferior ao custo de uma construção em alvenaria. Já que os materiais empregados no sistema *Steel Framing* são mais nobres, a vantagem na escolha desse sistema é dupla: custo reduzido e qualidade superior.

Freitas (2006), define *Light Steel Framing* como um sistema construtivo de concepção racional que tem como sua principal característica uma estrutura constituída por perfis formado a frio de aço galvanizado. Por ser um sistema industrializado, possibilita uma construção a seco com grande rapidez de execução. A grande vantagem do sistema é gerar uma estrutura leve e, conseqüentemente, as fundações podem ser, de maneira geral, simples. Por ser constituído de painéis, admite-se que a transmissão da ação da estrutura à fundação se dá uniformemente, ao longo de toda sua extensão.

Segundo a ConsulSteel (2002), o *Light Steel Framing* (LSF), não é apenas uma estrutura. É um sistema destinado à construção de edificações e é composto por vários componentes como a fundação, o isolamento termo acústico, o fechamento interno e externo e

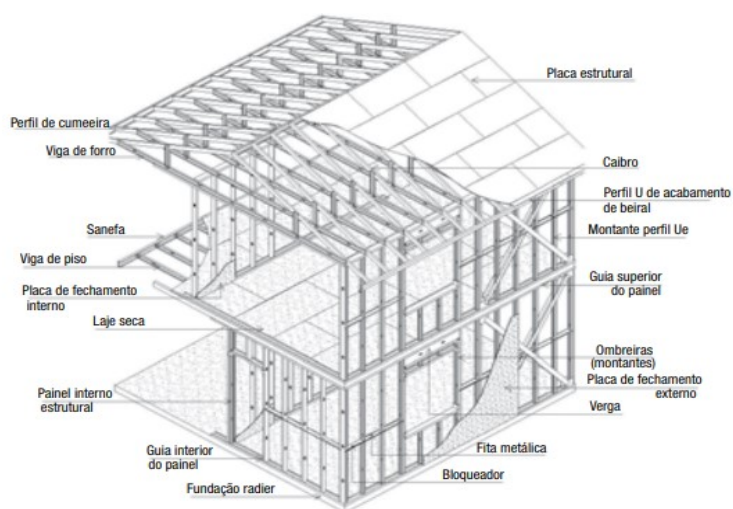
as instalações hidráulicas e elétricas. Para que o sistema cumpra sua função é necessário que todos esses componentes estejam corretamente inter-relacionados.

De acordo com Rodrigues (2006), o sistema estrutural de um edifício em (LSF), pode ser dividido em dois grupos de subsistemas verticais e horizontais. Os verticais são os painéis que compõem paredes com ou sem função estrutural, ressalta que somente as paredes com funções estruturais são capazes de transmitir a carga para a fundação da edificação. Os sistemas horizontais são compostos pelas guias com perfis U, vigas de entrepiso e todos os elementos de apoio e de ligação entre vigas e os painéis de parede.

Ainda segundo Rodrigues (2006), o LSF deve suportar além do peso próprio dos seus componentes, os revestimentos, forros, materiais de isolamento, cargas de vento, equipamentos fixados a sua estrutura e ainda deve ser previsto o carregamento referente às máquinas tanto na construção quanto na manutenção da edificação.

A Figura 04 apresenta o desenho esquemático de uma estrutura em *Light Steel Frame*.

Figura 4 – Estrutura em *Steel Frame*.



Fonte: Brasilit: Construção industrializada (2014).

2.1.2.2 Estruturas em aço

O Aço é o produto obtido através do refinamento do minério de ferro e da sucata que juntamente com outros agentes em altos fornos produzem o ferro. Para Bellei (2008), suas propriedades mais importantes são a sua alta resistência e a ductibilidade que é a capacidade

de se deformar sem se romper. Ele considera que o aço é um dos materiais mais importantes a ser utilizado em estruturas, pois consegue ser empregado isoladamente ou também com outros materiais, como madeira e concreto.

Bellei (2008), esclarece que as estruturas e os elementos estruturais devem ter resistência adequada e também rigidez e dureza para permitir a funcionalidade adequada. O projeto, deve contar com uma reserva de resistência, para que possa suportar possíveis cargas excedentes na edificação.

Segundo Ching (2001), o aço pode ser utilizado em estruturas leves pesadas e também como produtos de construção como portas, janelas, peças e conexões. Quando em forma de material estrutural, combina a alta resistência e a rigidez com elasticidade. Menciona que provavelmente é o material mais forte e com baixo custo disponível no mercado.

Ching (2001), explica que os elementos estruturais de aço são utilizados para construir o esqueleto de uma estrutura semelhante às vigas e pilares de qualquer outro material. Porém o aço é bastante flexível tanto para edificações altas ou baixas. Explana ainda que, por seus elementos chegarem até o local de execução prontos para serem aplicados, resulta em uma construção relativamente rápida e precisa.

Mesmo o aço sendo classificado como incombustível, quando é submetido a altas temperaturas, se torna um material dúctil e perde sua resistência. Por isso ressalta, que quando utilizado em edificações que exigem uma resistividade ao fogo, deve ser coberto, recoberto ou embutido em materiais que resistam ao fogo. Além disso o aço está sujeito a corrosão, para isso deve ser quimicamente tratado para que não haja uma oxidação.

Freitas (2006), menciona em seu Manual de Construção em aço que apesar do Brasil ser um dos maiores produtores mundiais em aço, o material tem seu uso nas edificações, pouco expressivo. Ele explica, sobre as duas formas estruturais do aço, que é composta por perfis laminados e soldados e a outra que é por perfis formado a frio. Qualquer uma dessas formas possibilitam a confecção de seções variadas em sua forma e dimensão.

Ainda para Freitas (2006), com o desenvolvimento da engenharia civil, há uma maior busca da utilização de estruturas mais leves e econômicas. O aço tem seu papel garantido nessa busca, pois é versátil tanto na fabricação quanto na construção e montagem das estruturas, e se comparado a outros perfis é extremamente leve. A Figura 05 ilustra uma estrutura em aço.

Figura 5 – Estrutura de aço.



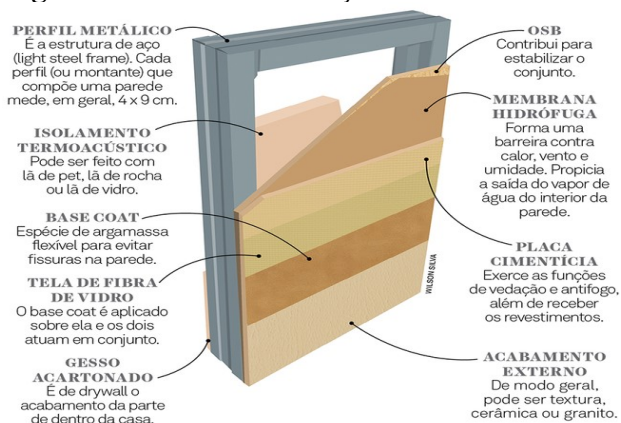
Fonte: Steel Inove (2018).

2.1.2.2 Placas de vedação

Santiago (2012), explica que o fechamento é composto pelas paredes internas e externas e são posicionadas formando uma “pele” para a estrutura. Essa vedação, deve atender os requisitos da ISO 6241 (ABNT, 1984) que são a segurança estrutural, resistência ao fogo, estanqueidade, conforto termoacústico e visual, higiene, durabilidade e economia.

Segundo Gouveia (2017), no Brasil, as placas mais utilizadas na utilização da vedação das estruturas em Light Steel Frame (LSF) são as placas, OSB, gesso acartonado e placa cimentícia. As placas OSB (*Oriented Strand Board*) são constituídas de tiras prensadas de madeira reflorestada, isso faz com que a sua resistência mecânica seja maior do que uma placa de madeira comum. Também é usada como contraventamento da estrutura de aço. A Figura 06 apresenta como são alocadas essas placas.

Figura 6 – Placas de vedação.



Fonte: LP Building Projects (2018).

Santiago (2012), ressalta que, devido as suas características, a placa deve receber tratamento para que não fique exposta a intempéries e também se faz necessário impermeabilizá-la quando utilizada em áreas externas. Suas propriedades de resistência estrutural e a boa estabilidade dimensional possibilitam seu uso trabalhando como diafragma rígido quando aplicado aos painéis estruturais e lajes de piso. São comercializadas nas dimensões de 1,22 m x 2,44 m e nas espessuras de 9, 12, 15 e 18 mm.

As placas cimentícias são utilizadas principalmente em fechamentos externos e áreas molháveis. Toda chapa delgada que contém cimento na composição é chamada de cimentícia e sua composição se dá basicamente por uma mistura de cimento Portland, fibras de celulose ou sintéticas e agregados. Santiago (2012), além de dar essa breve explicação anteriormente citada, expõe as principais características das placas cimentícias que são sua elevada resistência a impactos, grande resistência à umidade, são flexíveis, leves e compatíveis com diversos tipos de acabamentos. A fabricação dessas placas é feita em espessuras padronizadas e a sua escolha deve ser compatível com a utilização a ser empregada.

Por último, Santiago (2012) explica sobre as placas de gesso acartonado que são fabricadas industrialmente e compostas de uma mistura de gesso, água e aditivos, revestidas em ambos os lados com lâminas de cartão, que confere ao gesso resistência à tração e flexão. A vedação de gesso acartonado é um tipo de vedação vertical leve, estruturada e fixa utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações. No Brasil são comercializados três tipos de placas, a placa Standard (ST) utilizadas em áreas secas, a placa Resistente à Umidade (RU), também conhecida como placa verde e a Placa Resistente ao Fogo (RF), conhecida como placa rosa, para áreas com exigências especiais de resistência ao fogo.

Para todas as chapas o autor salienta que devem ser seguidas as recomendações do fabricante, principalmente no que tange a sua execução, aplicação, juntas de dilatação e colocação.

2.1.3 Execução dos métodos construtivos

2.1.3.1 Concreto armado

Consonante com Prudêncio (2013), o concreto armado é o processo utilizado em maior escala no Brasil, esse processo demanda de elevado índice de mão de obra se relacionado a outros, não é sustentável e ineficiente com o tempo.

O Concreto normalmente tem seu uso em elementos estruturais Araújo et al (2000), descreve o concreto armado como a combinação de concreto e aço que visa usufruir das particularidades de cada material. O concreto apresenta elevada resistência a compressão e baixa a esforços de tração, em contrapartida, o aço possui alta resistências aos dois esforços, com a conciliação destes dois materiais é possível amenizar as limitações do concreto em relação a esforços de tração e fortalecer a resistência a compressão, o aço por sua vez ainda consegue absorver os esforços de cisalhamento ou cortantes dos elementos de concreto.

Segundo Azeredo (1997), o concreto é uma mistura de cimento, água e materiais inertes como areia e brita, que deve ser empregado em seu estado plástico e que endurece com o passar do tempo através da hidratação do cimento. Concreto armado é denominado pela associação do aço com o concreto. Essa associação é possível, devido a boa aderência dos materiais e também por seus coeficientes de dilatação térmica serem similares.

De acordo com Prudêncio (2013), a estrutura de concreto armado tem sua composição dada por elementos estruturais isolados que tem como função a distribuição e direcionamento de carregamentos gerados pelos componentes da edificação. Os elementos estruturais acrescidos dos painéis de vedação dão forma ao sistema convencional.

2.1.3.2 *Light Steel Frame*

Rodrigues (2006), destaca que é importante, desde a concepção do projeto se pensar na forma de produzir ou construir, por isso deve ser pensado previamente a concepção estrutural bem como a fundação do projeto e também as instalações dos sistemas que serão desenvolvidos simultaneamente. A parte estrutural deve ser compatível com os componentes de fechamento, assim como as esquadrias e localização das aberturas.

Freitas (2006), explica que a estrutura em *Light Steel Frame* é composta por paredes, piso e cobertura. Quando reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços solicitantes. As paredes, são denominados painéis estruturais ou autoportantes e são compostos por grande quantidade de perfis leves denominados montantes. O fechamento desses painéis pode ser de várias formas, mas os mais utilizados são as placas cimentícias e as placas OSB. Os pisos partem do mesmo princípio dos painéis, porém são montados horizontalmente. A cobertura, se assemelha a construção convencional, mas no lugar das madeiras são utilizados os perfis galvanizados.

2.1.4 Levantamento de materiais

O levantamento de materiais é um processo de recolhimento de informações contidas no projeto que será utilizada sucessivamente para determinação de custos, TCPO (2010).

De acordo com AVILA (2003) o levantamento de quantidades é de extrema importância, pois é com esta informação que serão estabelecidas as quantidades necessárias para a execução do empreendimento ou serviço, assim como o dimensionamento dos grupos de trabalho em relação aos prazos preestabelecidos.

Segundo a TCPO (2010), a forma de obter as quantidades de materiais pode ser separada de acordo com suas características, por exemplo:

- Lineares (metros): Tubulações, fiações e rodapés;
- Área (metros quadrados): Limpeza, alvenaria, pintura, impermeabilização, alvenaria, painéis de vedação e revestimentos;
- Volumétricos (metros cúbicos): Escavação, aterro e concreto;
- Peso (quilogramas): Elementos metélicos;
- Adimensionais (sem unidade): Portas.

Ainda consonante com a TCPO (2010), existem alguns critérios de medição para obtenção desses dados em projeto:

- Concreto: Volume de concreto ou elemento a ser concretado.
 Concreto (Pilares): Altura da base até o topo da laje, sem desconto da espessura da viga;
 Concreto (Vigas): Comprimento entre pilares e altura real do projeto;
 Concreto (Lajes): Área entre vigas;
- Alvenaria e painéis de vedação: Considera comprimento da parede sem descontar pilares e altura até a viga, na existência de aberturas descontar individualmente apenas a área que exceder a 2,00 m²;
- Formas: Quantidade de área dos painéis de madeira, sem descontos das interferências consideradas as medidas dos projetos (superfície da forma em contato com o concreto);
- Armadura de aço: Obtida em massa pelo projeto de armação sem inclusão de perdas;
- Estruturas metálicas em aço: Pelo peso da estrutura montada.

2.1.5 Orçamento

O orçamento por assim dizer é uma estimativa (previsão) do valor final de uma obra

que engloba a soma de todos os gastos fundamentais para sua execução. De acordo com Mattos (2006), como o orçamento é feito antes da construção do produto, é necessário ter muita cautela, para que não haja falhas na consideração dos custos e nem um dimensionamento errôneo.

Sampaio (2002), mostra que o orçamento é uma ferramenta do planejamento e programação de um projeto, e baseado nele é possível realizar: análise de viabilidade econômico-financeira, levantamento de materiais e do número de operários por serviço e cronogramas.

Lorenas (s.d.), explana que em qualquer projeto, sempre se busca o cumprimento de todas as normas que asseguram um bom desempenho, funcionamento, qualidade e segurança do empreendimento, mas que tudo isso possua o menor custo possível.

Consonante com a TCPO (PINI, 2008), existem duas maneiras de se realizar um orçamento, o orçamento estimativo e o definitivo. O estimativo consiste no cálculo baseado no projeto básico sem se limitar a detalhes construtivos e passível de futuras alterações, já o definitivo tem como base o cálculo em projeto executivo completo e com todos os projetos complementares definitivos. O primeiro passo é o orçamento, depois este se torna preço de venda com a adição do BDI.

Conforme a TCPO (PINI, 2008), o Benefício e Despesas Indiretas (BDI) é o produto de uma equação que indica uma porcentagem cobrada em cima do custo direto para ser transformado em preço de venda, que leva em conta custos indiretos, taxas, lucro, risco e etc.

Analizando a definição de orçamento, para se chegar no valor final da obra deve-se calcular o custo direto. Segundo a TCPO (PINI, 2008), o custo direto é a resultante da soma dos custos unitários dos serviços indispensáveis para concepção de uma obra, correspondente ao consumo de insumos, (gasto com materiais, pessoas, equipamentos).

Para a realização de orçamentos é necessário ter uma base de dados com as composições de custos de cada serviço e seus insumos, normalmente cada empresa tem seu banco de dados e composições próprias, mas como base para um orçamento é utilizado o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Segundo o site da Caixa o SINAPI estabelece parâmetros para preparação de orçamentos de referência de obras e serviços de engenharia. As composições realizadas são fornecidas através de cadernos técnicos no próprio site da CAIXA, estes descrevem todos os itens considerados para cada serviço e todos os parâmetros adotados.

A TCPO (2010), diz que o Custo Direto (CD) é a somatória de todos os custos unitários de serviços indispensáveis para o levantamento da edificação (mão de obra, material,

equipamentos e encargos sociais ou trabalhistas), é alcançado com a aplicação do consumo de insumos em cima dos preços de mercado e multiplicado pelas referentes quantidades somados aos custos de infraestrutura fundamentais para a implantação da obra. É dividido em custo direto propriamente dito e custo indireto, que são custos de apoio a produção (canteiro de obras, alojamento e etc).

2.1.6 Tabela SINAPI

De acordo com a CAIXA (2018) o Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), foi efetivado em 1969, pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) em colaboração com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que tinha como função disponibilizar custos e índices da construção civil nacional, apenas em 2003 através da Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) foi inicialmente utilizado como parâmetro para custos e serviços contratados com recursos da união, hoje em dia o SINAPI é regido pelo Decreto 7983/2013 e pela Lei 13.303/2016.

Ainda conforme a CAIXA (2018), o sistema possuiu uma administração dividida entre a CAIXA, encarregada da atualização e definição da parte de engenharia como: especificação de insumos e composições de serviço, e o IBGE incumbido dos índices, tratamentos dos dados e coleta de preços. Cada um dos 27 estados possui composições únicas que são realizadas em suas respectivas capitais com os preços indicados sendo a vista e sem cálculo de frete.

As coletas de preços de insumos são dispostas como família homogênea, em cada família é designado um insumo mais presente no mercado brasileiro se tornando o insumo representativo daquela família, e os restantes são denominados insumos representados. O insumo representativo tem seu custo auferido, enquanto o preço dos representados é adquirido através de coeficientes de representatividade (conseguido anteriormente por meio de pesquisas extensivas) que possuem uma proporção entre o valor do produto representado e o dos demais produtos.

Há casos em que o IBGE possui uma quantidade pequena de dados de preços estabelecidas em metodologia tornando impossível obter o preço do insumo, normal para insumos que possuem poucos produtores, quando isso ocorre é dado o preço de São Paulo.

O custo da mão de obra é apurado com o auxílio de construtoras e instituições representantes das categorias profissionais, os valores de mão de obra no SINAPI representam

o valor da equipe própria, desconsiderados os preços de terceirização ou sistema de empreitada, são aplicados encargos sociais percentualmente de acordo com cada estado.

Segundo a CAIXA (2018), é disponibilizado em seu site de forma mensal dois modelos de relatórios de preços: desonerados e não desonerados.

Desonerados - consideram os efeitos da desoneração da folha de pagamentos da construção civil (Lei 13.161/2015), ou seja, obtidos com exclusão da incidência de 20% dos custos com INSS no cálculo do percentual relativo aos Encargos Sociais; (ii) não desonerados – consideram a parcela de 20% de INSS nos Encargos Sociais.(CAIXA, 2018, p.16)

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

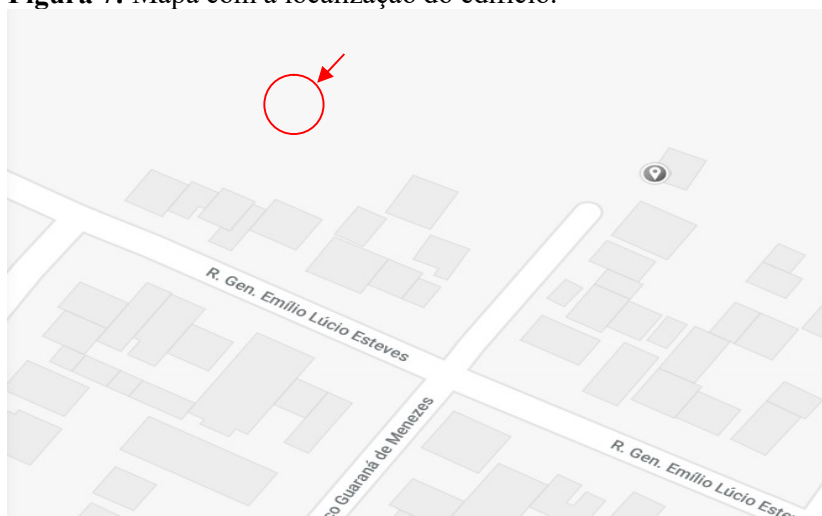
Tratou-se de um estudo de caso prospectivo fazendo a comparação da quantidade de mesmos materiais utilizados em dois sistemas construtivos de um mesmo projeto, um sendo projetado em concreto armado e outro em *Light Steel Framing*.

Além da comparação desses materiais, foi feito um levantamento de custo dos materiais que compõem a estrutura e a vedação do edifício para os dois métodos. A estratégia desse estudo, era listar os quantitativos de material e seus custos.

3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo de caso realizou-se através de dois projetos de um mesmo edifício com diferença entre seus métodos construtivos, localizado na cidade de Cascavel-Paraná, como é representado na Figura 7.

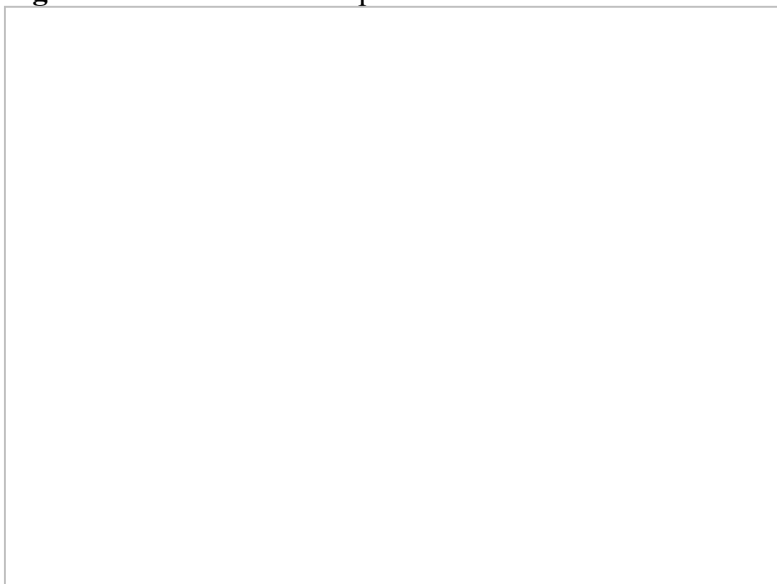
Figura 7: Mapa com a localização do edifício.



Fonte: Google Maps (2018).

O edifício projetado possui três pavimentos, com dois apartamentos cada, de aproximadamente 45 m². Os apartamentos possuem uma sala de jantar/estar, 02 dormitórios, 01 cozinha, 01 lavanderia e 01 banheiro social, conforme a Figura 8.

Figura 8: Planta baixa do apartamento.



Fonte: Autores (2018).

A Figura 8 indica a planta baixa do apartamento que apresenta os quartos 01 e 02 possuindo respectivamente 10,13 m² e 8,58 m² e cada um possui uma unidade de esquadria nas dimensões de 1,60 x 0,90 x 1,20 m. Esses três valores referem se a largura, altura e peitoril (altura entre o piso até a base da esquadria) do objeto. O banheiro possui uma esquadria de 0,80 x 0,60 x 1,50 m e tem 2,80 m² de área. A sala é utilizada para dois ambientes, o de jantar e o de estar e possui uma área de 14,56 m² e conta com uma esquadria de 1,80 x 0,90 x 1,20 m.

Ao lado da sala, encontra-se a cozinha com uma esquadria de 1,20 x 1,00 x 1,10 m e uma área de 6,29 m² e por fim, anexo a cozinha encontra-se a área de serviço com uma área de 2,50 m². A cozinha e a área de serviço possuem duas portas na medida de 0,80 x 2,10 m. Os demais ambientes possuem apenas uma unidade de porta com essas mesmas dimensões. Nos pavimentos de número 1 e 2 os apartamentos possuem os mesmos cômodos com as mesmas dimensões, com exceção da área de serviço que ao invés de possuir duas portas, conta com apenas uma unidade e uma esquadria de 1,20 x 1,00 x 1,10 m.

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados se deu através da leitura dos projetos estrutural e arquitetônico, verificando as dimensões e quantificando materiais que compõem a estrutura e vedação, seguindo orientação da TCPO. Visitas as empresas específicas do ramo LSF e obras executadas nesse sistema também foram realizadas, obtendo explicações e dados referente ao método. Os projetos foram disponibilizados por uma construtora que foi denominada de FH Construtora, para manter o sigilo da mesma.

Para os dois tipos de estrutura, seus projetos dispunham alguns dos quantitativos de materiais. Na estrutura convencional trazia o volume de concreto, aço e formas dos elementos, vigas, pilares, lajes, escadas e fundação, todos com o acréscimo de 10% referente a perdas. O projetista considerou que as formas poderiam ser reaproveitadas para a execução dos outros pavimentos. Já o de *Light Steel Frame*, apresentou os dados via e-mail, referente ao peso por metro quadrado do aço. O levantamento da quantidade de blocos cerâmicos e placas utilizados para vedação nos dois métodos construtivos foram levantados considerando a metragem quadrada das paredes, medidas no projeto arquitetônico e também foi considerado 10% referente a perdas, conforme orientação do projetista.

O levantamento de custos foi realizado apenas para os itens básicos que compõem as estruturas, concreto, aço, forma e vedação e foram obtidos por três fornecedores dos materiais e/ou empresas que executam o sistema em *Light Steel Framing* e também através de pesquisa na tabela SINAPI/PR do mês de setembro de 2018, embasando-se nos quantitativos realizados para os dois métodos. Para os materiais que não estão abrangidos na tabela, foi tomado como preço o valor médio entre os fornecedores.

3.1.4 Análise dos dados

A partir da coleta de informações do projeto, realizou-se a respectiva análise por meio de quadros onde foram relacionados os materiais, suas quantidades e seus respectivos custos. Também foram feitos gráficos que relacionaram a quantidade de materiais que são utilizados em ambos métodos, aço, concreto e forma. Com isso, se tornou possível comparar a economia de determinado material e até mesmo analisar de maneira sucinta o custo total de materiais entre os dois métodos e ainda a diferença entre os custos de referência da tabela SINAPI e os custos de fornecedores dos materiais.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para apresentar os resultados, foram montados quadros que apresentam os quantitativos de materiais através dos projetos arquitetônico e estrutural que estão disponibilizados nos Anexos de A, B e C desse trabalho. Quando se quantifica e coleta preços dos materiais para execução de uma obra, são consideradas taxas de perdas, a fim de que não falte material e até mesmo evitar gastos inesperados, portanto nesse trabalho foi considerado 10% de perda em todos os materiais conforme orientação feita pela empresa que disponibilizou o projeto. Os valores finais estarão apresentados em formato de número inteiro, já realizado arredondamentos. Os subtítulos a seguir, estão divididos pelo tipo do material e ainda há a divisão do tipo da estrutura. A maneira como foi quantificado o material e também a apresentação dos valores de seus custos estão explicitas em cada item.

4.1.1 Quantitativo de concreto e forma para os dois tipos de estrutura

O quantitativo a seguir, apresenta o volume de concreto e de formas a serem utilizados nos dois métodos construtivos. Os valores foram fornecidos pelo projeto estrutural e apresentados juntamente com as pranchas disponibilizadas.

O volume de concreto indicado no projeto refere-se somente ao cobrimento da laje, que é do tipo pré-moldada treliçada, e tem sua espessura de 5 cm. Foi informado também que a laje pré-moldada treliçada seria adquirida pela área, assim não se calculou o volume de concreto utilizado na mesma, somente seu cobrimento.

Verificou-se também que não se utilizam formas para aplicação do concreto em seu cobrimento, pois a própria laje já serve de base. E que no pavimento térreo, por leitura de projeto executa-se somente uma camada de 7 cm de concreto, sem armadura, que será o piso desse pavimento. O tipo de concreto indicado no projeto é o C25, esse número representa a resistência à compressão característica especificada para a idade de 28 dias em MPa conforme explica a NBR 8953.

A forma serve para moldar o elemento a ser concretado e para esse projeto foi considerado a utilização de compensado plastificado, (tem em sua composição lâminas de madeiras e tem sua medida padronizada de 1,10 x 2,20 m), na espessura de 12 mm e que esse material pode ser reaproveitado para os demais pavimentos. Então tomou – se a quantia de formas utilizadas para o pavimento Tipo que é o de maior quantidade. O Quadro 1 foi elaborado para melhor expor os valores.

Quadro 1: Concreto e forma – Estrutura de concreto armado.

ESTRUTURA DE CONCRETO			
Pavimento	Elemento	Volume de concreto (m³)	Forma (m²)
Cobertura	Vigas	3,40	57,1
	Pilares	2,2	44,4
Tipo 2	Vigas	5,1	85,4
	Pilares	3,1	61,8
	Lajes	4,1	Não utiliza
	Escadas	1,42	14,32
Tipo 1	Vigas	5,1	85,4
	Pilares	3,1	61,8
	Lajes	4,1	Não utiliza
	Escadas	1,42	14,32
Térreo	Vigas	5,1	85,4
	Pilares	0,5	10
	Piso	8,9	Não utiliza
	Escadas	1,42	14,32
	Fundações	16,3	55,51
TOTAL		74	590
TOTAL + 10%		82	649
Reaproveitamento de forma - Pavimento tipo			
Elementos	Forma (m²)	TOTAL + 10%	Compensado (m²)
Vigas	85,4	178	2,42
Pilares	61,8	Quantidade de placas (un)	
Escadas	14,32	73	
TOTAL	162		

Fonte: Autores, (2018).

O Quadro 1 mostra que o volume total de concreto a ser utilizado na estrutura em concreto armado, contando a margem de perda de 10% é de 82 m³. Referente às formas, como

explicado anteriormente, foi considerado a metragem quadrada a ser utilizada no pavimento tipo, pois é onde mais se utiliza, isso se deve ao fato de que no momento de execução tendo o devido cuidado, esse mesmo material pode ser reutilizado para todo o edifício. O valor em metros quadrados de formas necessário é de 178 m² isso em número de placas representa o valor de 73 unidades (divisão entre a metragem quadrada necessária, pela metragem quadrada que tem uma unidade de compensado).

Na estrutura de *Light Steel Frame* utiliza-se concreto apenas para executar a sua fundação que é a do tipo radier projetada com uma espessura de 12 cm e concreto do tipo C25. O volume de concreto e a quantidade de forma a ser utilizado para a sua execução estão apresentadas no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Concreto e forma – Estrutura *Light Steel Frame*.

ESTRUTURA <i>LIGHT STEEL FRAME</i>			
Pavimento	Elemento	Volume de concreto (m³)	Forma (m²)
Térreo	Fundação	15,32	6,19
TOTAL + 10%		17	7
Quantidade de placas (un)			3

Fonte: Autores, (2018)

O Quadro 2 mostra que na estrutura do tipo *Light Steel Frame* o volume de concreto a ser utilizado é de 17 m³ e o número de placas necessárias para a execução de 7 m² de forma é de 3 unidades.

4.1.2 Quantitativo de aço para os dois tipos de estrutura

Da mesma forma que os projetos apresentam a quantidade de concreto, eles também indicam a quantidade de aço. Na estrutura de concreto são utilizados para confecção da fundação, vigas, pilares e lajes. A estrutura de *Light Steel Frame* utiliza dois tipos de aço, um que é igual ao utilizado na estrutura de concreto (CA50 e CA60) para execução de sua fundação e outro é a junção de perfis denominados montante e guia que são utilizados em sua estrutura, composição característica da modalidade.

A empresa que forneceu os projetos apresentou somente uma média da quantidade em kg que é utilizado por m² na estrutura de *Light Steel Frame*, que é no valor de 35kg/m² por

pavimento e a espessura do perfil que foi dimensionado no que se refere a sua estrutura é de 0,95 mm conforme indicação em projeto e APÊNDICE F. Foi solicitado a empresa para que enviassem mais especificações detalhadas referente ao aço utilizado no projeto, porém não foi disponibilizado. O Quadro 3 e 4 apresentam a quantidade de aço em kg para esse projeto.

Quadro 3: Aço – Estrutura de concreto armado.

ESTRUTURA DE CONCRETO		
Aço	Diâmetro (mm)	Peso + 10% (kg)
CA50	6.3	171,5
CA50	8.0	916,4
CA50	10.0	1362
CA50	12.5	545,8
CA50	16.0	314,7
CA60	5.0	922,3
Σ		4233

Fonte: Autores, (2018)

O Quadro 3 demonstra o quantitativo de aço por seu tipo, bitola e a quantidade em kg utilizada em cada elemento. O peso total de aço para a estrutura de concreto armado em kg para essa modalidade construtiva é de 4.233 kg.

Quadro 4: Aço – Estrutura *Light Steel Frame*.

ESTRUTURA EM <i>LIGHT STEEL FRAME</i>			
	Diâmetro (mm)	Peso + 10 % (kg)	Total (kg)
		Radier	
CA50	12.5	458,3	458,3
CA60	5	271,2	271,2
Aço	kg/m²	Área m²	Total (kg)
Perfis	105	127,67	13405
		Σ	14135

Fonte: Autores, (2018)

Para a estrutura em *Light Steel Frame* são utilizados 14.135 kg de aço, somado os dois tipos, conforme o Quadro 3 apresenta. Ressalta que o valor de 105 kg/m² resulta da multiplicação do valor de referência, fornecido pelo projetista, de 35 kg/m² por 3 pavimentos (térreo, pavimento tipo 1 e pavimento tipo 2).

4.1.3 Quantitativo de vedação para a estrutura de concreto

Para obtenção da metragem das paredes, foi elaborado um esboço do projeto arquitetônico, contemplando somente linhas de onde há paredes, conforme Apêndice A. Foram medidas uma a uma e multiplicadas pela altura, assim teve o valor total de área a ser vedada, conforme apresenta o Quadro 5.

Quadro 5: Medidas das paredes externas e internas – Estrutura em concreto armado.

Parede	Comprimento (m)	Altura (m)	Área (m ²)
PE	51,6	2,6	134,16
P1	3,75	2,6	9,75
P2	3,3	2,6	8,58
P3	3,2	2,6	8,32
P4	1,45	2,6	3,77
P5	2,65	2,6	6,89
P6	9,03	2,6	23,48
P7	4,85	2,6	12,61
P8	1,55	2,6	4,03
P9	3,25	2,6	8,45
P10	1,85	2,6	4,81
P11	1,85	2,6	4,81
P12	1,85	2,6	4,81
P13	2,24	2,6	5,824
P14	4,85	2,6	12,61
P15	3,2	2,6	8,32
P16	2,65	2,6	6,89
P17	1,45	2,6	3,77
P18	3,3	2,6	8,58
P19	3,75	2,6	9,75
TOTAL			290

Fonte: Autores, (2018)

O Quadro 5 apresentado, relaciona as paredes, e para identificação acompanha a letra P (Parede) seguido da letra E (Externa) e as demais são seguidas dos números 1 a 19 que é a identificação conforme o esboço. A segunda coluna apresenta seus comprimentos e a terceira suas alturas, que por unanimidade são de 2,60 m conforme especificação no projeto. A última coluna apresenta a multiplicação desses dois valores que resulta na metragem quadrada. O valor total de 290 m² representa o somatório de todas essas áreas.

A vedação da estrutura de concreto foi projetada com a utilização de blocos cerâmicos nas medidas de 9 x 14 x 24 cm e argamassa de assentamento com espessura de 1,5 cm. Com essa informação conseguiu-se obter a quantidade de blocos a serem utilizados em 1 m², com o seguinte cálculo: multiplicou-se as medidas de largura e altura do bloco com o acréscimo de 1,5 cm referente à argamassa de assentamento, ou seja, a largura que era de 14 cm foi considerada com 15,5 cm e a altura que era de 24 cm ficou com 25,5 cm.

Convertendo essas medidas em área do bloco resultou em 0,0395 m². Com isso, o segundo cálculo foi realizado, que nada mais foi do que a divisão de 1 m² por esse valor de 0,0395 e o número aproximado de blocos obtido desse segundo cálculo foi de 26 unidades por m².

Então se para 1 m² utilizam-se 26 blocos, para saber a quantidade total de blocos a ser utilizado na edificação, foi necessário multiplicar pela área total e após isso, pelo número de pavimentos, conforme o Quadro 6.

Quadro 6: Quantitativo de blocos cerâmicos – Estrutura de concreto armado

Quantidade de tijolos por m ² (un)	Área total (m ²)	Quantidade de tijolos por pavimento (un)	Nº de Pavimentos	Quantidade Total (un)
26	290	7546	3	22637
TOTAL + 10%				24900

Fonte: Autores (2018)

O valor de 24.900 que o Quadro 6 exhibe, representa a quantidade de blocos cerâmicos necessários para vedar o edifício quando estruturado em concreto armado.

4.1.4 Quantitativo de vedação para a estrutura de *Light Steel Frame*

Segundo o projeto, a vedação da estrutura em *Light Steel Frame* é feita com placas OSB, Cimentícia e gesso acartonado, diferenciando as espessuras quando o ambiente é interno ou externo. As paredes externas são compostas por placa OSB de 11,1 mm e placa cimentícia de 10 mm. Já internamente utiliza-se a placa OSB de 9,5 mm e gesso acartonado de 12,5 mm. Entre as vedações fica a estrutura de aço (perfil).

Novamente, tomou-se as medidas das paredes, multiplicou-se por sua altura para saber a área. As placas têm suas medidas padronizadas de 1,20 x 2,40 m, isso resulta uma área

de 2,88 m². Então dividiu-se a área a ser revestida pela área das placas, resultando na quantidade de material que seria necessário. Nas paredes internas, considerou-se as placas duplicadas, pois elas são colocadas dos dois lados da estrutura, conforme mostra a Figura 6.

Os Quadros 7 a 9 apresentam detalhadamente as medidas, as placas que foram utilizadas e suas quantidades.

Quadro 7: Vedação parede externa – Estrutura *Light Steel Frame*.

<i>LIGHT STEEL FRAME</i>						
Parede externa (OSB 11,1 mm - 1,20 x 2,40 m e Placa Cimentícia 10 mm - 1,20 x 2,40 m)						
Comprimento (m)	Altura (m)	Área a ser revestida (m ²)	Área Placa OSB (m ²)	Quantidade OSB (un)	Área Placa Cimentícia (m ²)	Quantidade Cimentícia (un)
51,6	2,7	139,32	2,88	48	2,88	48
Parede externa face interna (OSB 9,5 mm - 1,20 x 2,40 m e Gesso Acartonado 12,5 mm - 1,20 x 2,40 m)						
Comprimento (m)	Altura (m)	Área a ser revestida (m ²)	Área Placa OSB (m ²)	Quantidade OSB (un)	Área Placa Gesso Acartonado (m ²)	Quantidade Gesso Acartonado (un)
51,6	2,7	139,32	2,88	48	2,88	48

Fonte: Autores, (2018)

O Quadro 7 apresenta as medidas referente as paredes externas da edificação que está subdividido em face externa e interna devido a diferença de material utilizado. As colunas apresentam os comprimentos e alturas das paredes, em seguida a sua área, que é a multiplicação dessas duas medidas. Na sequência, foram apresentadas as áreas das placas a serem utilizadas e o valor em unidades que resulta da divisão da área a ser vedada pela área da placa.

Quadro 8: Medidas das paredes internas Estrutura *Light Steel Frame*.

Parede interna (OSB 9,5 mm - 1,20 x 2,40 m e Gesso Acartonado 12,5 mm - 1,20 x 2,40 m)			
Parede	Comprimento (m)	Altura (m)	Área (m ²)
P1	3,75	2,7	10,13
P2	3,3	2,7	8,91
P3	3,2	2,7	8,64
P4	1,45	2,7	3,92
P5	2,65	2,7	7,16
P6	9,03	2,7	24,38

Parede	Comprimento (m)	Altura (m)	Área (m²)
P7	4,85	2,7	13,10
P8	1,55	2,7	4,19
P9	3,25	2,7	8,78
P10	1,85	2,7	5,00
P11	1,85	2,7	5,00
P12	1,85	2,7	5,00
P13	2,24	2,7	6,05
P14	4,85	2,7	13,10
P15	3,2	2,7	8,64
P16	2,65	2,7	7,16
P17	1,45	2,7	3,92
P18	3,3	2,7	8,91
P19	3,75	2,7	10,13
TOTAL			162

Fonte: Autores, (2018)

Já o Quadro 8, indica as medidas das paredes internas da edificação que multiplicadas pela altura resulta na área quadrada que será vedada. O somatório das áreas foi de 162 m². A nomenclatura da parede permanece a mesma que foi referida na estrutura de concreto.

Quadro 9: Quantidade de placas paredes internas – Estrutura *Light Steel Frame*.

Área a ser revestida (m²)	Área Placa OSB (m²)	Quantidade OSB (un)	Área Placa Gesso Acartonado (m²)	Quantidade Gesso Acartonado (un)
162	2,88	113	2,88	113

Fonte: Autores, (2018)

O Quadro 9 completa o quantitativo de placas a serem utilizadas na vedação das paredes internas. O valor de 162 m² foi dividido pela área das placas e resultou em suas quantidades. Ressalta que esse valor está duplicado, pois as placas são utilizadas nos dois lados do perfil.

Unindo as informações dos três últimos quadros, o Quadro 10 traz o resumo do número total de placas a serem utilizadas na edificação.

Quadro 10: Resumo da quantidade de material – Estrutura *Light Steel Frame*.

RESUMO VEDAÇÃO ESTRUTURA EM <i>LIGHT STEEL FRAME</i>				
Parede externa				
Tipo da Placa	Placas por pavimento	Nº de Pavimentos	Total	Total +10% de perda
OSB	48	3	145	160
Cimentícia	48	3	145	160
Parede externa face interna				
Tipo da Placa	Placas por pavimento	Nº de Pavimentos	Total	Total +10% de perda
OSB	48	3	145	160
Gesso Acartonado	48	3	145	160
Parede interna				
Tipo da Placa	Placas por pavimento	Nº de Pavimentos	Total	Total +10% de perda
OSB	113	3	338	371
Gesso Acartonado	113	3	338	371

Fonte: Autores, (2018)

A fim de simplificar a visualização da quantidade de placas, o Quadro 10 trouxe o tipo de placa, a quantidade a ser utilizada por pavimento e a multiplicação por eles, isso resultou no valor total de placas a serem utilizadas na edificação, com e sem a porcentagem de perda.

Para ambos métodos, a TCPO orienta que vãos maiores que 2 m² devem ser descontados sua metragem excedente a esse número. Como nenhum dos vãos ultrapassa esse valor, não foi considerado o desconto das aberturas.

4.1.5 Quantitativo de placas para revestimento de piso estrutura *Light Steel Frame*

A laje é composta pela estrutura de aço e o seu piso são as placas OSB de 18,3 mm e por complemento um contrapiso (argamassa de areia e cimento) de 30 mm. Conforme a proposta do trabalho, foi calculado somente as placas OSB a serem utilizadas. Para isso usou a área total de um pavimento e dividiu-a pela área da placa, após, multiplicou-se pela

quantidade de pavimentos, por fim, obteve-se o valor total conforme apresenta o Quadro 11. O piso da escada está contabilizado nessa área.

Quadro 11: Piso *Light Steel Frame*.

Piso (OSB 18,3 mm - 1,20 x 2,40 m)					
Área (m ²)	Área da placa OSB (m ²)	Quantidade de placa por pavimento (un)	Nº de pavimentos	Quantidade total (un)	Quantidade total + 10% (un)
127,67	2,88	44	3	133	146

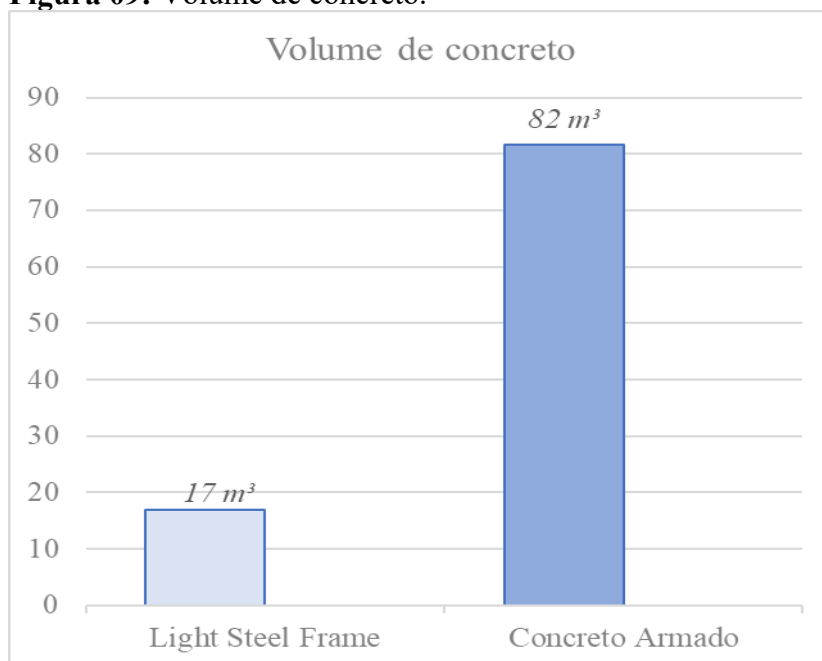
Fonte: Autores, (2018)

O Quadro 11 mostra a área total a ser revestida e a quantidade de placas por pavimento. Nota-se que o número de pavimento se refere somente aos pavimentos tipos, pois no térreo, o radier exerce a função de piso. Não foram descontadas as espessuras das paredes.

4.1.6 Comparativo concreto, forma e aço nas estruturas de concreto armado e *Light Steel Frame*

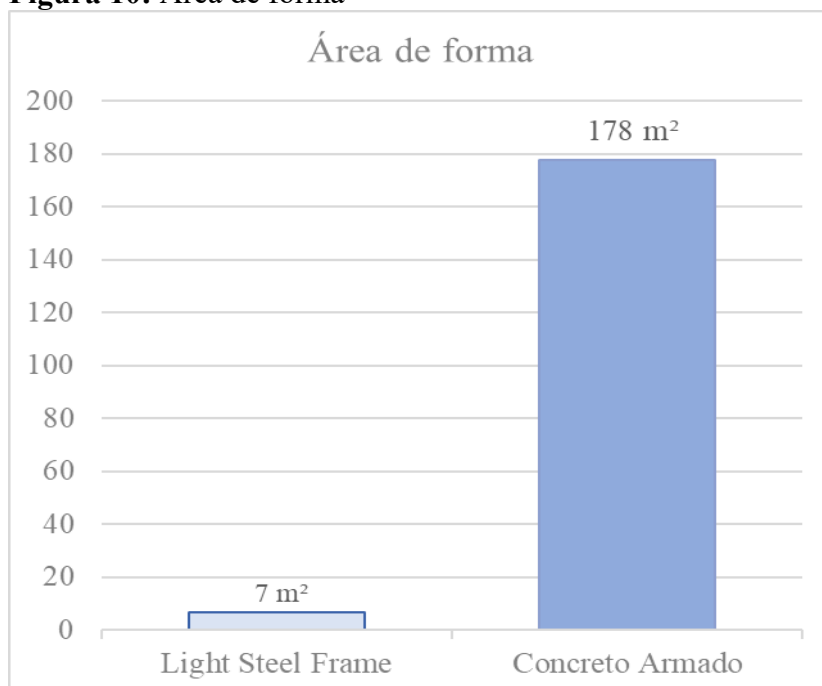
Utilizando os dados obtidos em cada um dos quadros de quantitativo, foram elaborados gráficos a fim de analisar o montante de material utilizado em cada método. Essa análise refere-se aos insumos que são utilizados em ambos métodos, como concreto, aço e forma. A vedação não está inclusa, pois os dois métodos utilizam materiais diferentes em sua constituição. As Figuras 09 e 10 apresentam o comparativo do volume de concreto e da área de forma a ser utilizado nos dois métodos construtivos.

Na Figura 09, o gráfico apresenta que do montante de concreto utilizado nos dois métodos, 83% refere-se ao consumo desse material na estrutura de concreto armado e 17% ao sistema *Light Steel Framing*. Isso representa uma diferença de 79,27% entre as duas modalidades.

Figura 09: Volume de concreto.

Fonte: Autores, (2018)

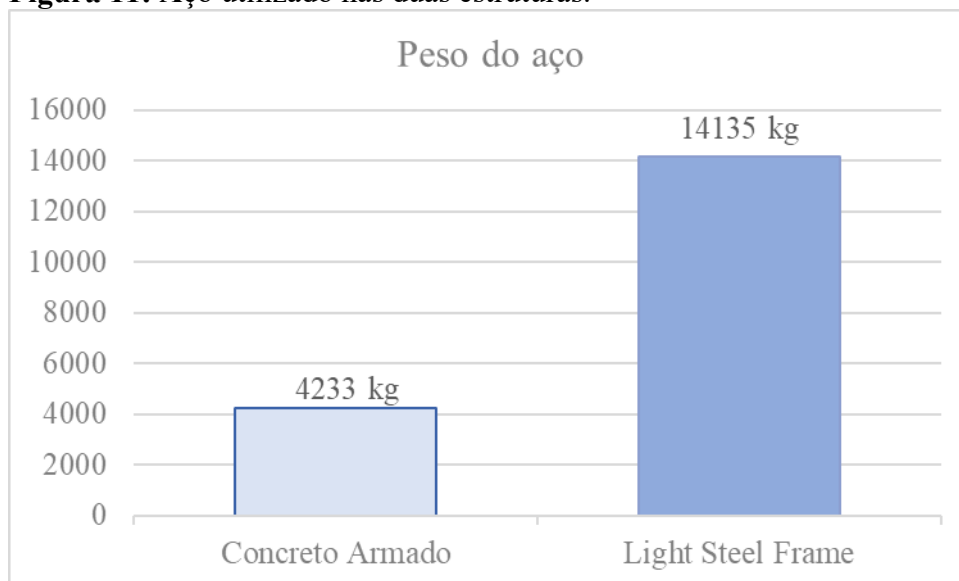
A área de forma que a Figura 10 apresenta é de 7 m^2 para a estrutura em *Light Steel Frame* e de 178 m^2 para a de concreto armado. Isso significa que do somatório de formas a ser utilizado nos dois métodos 96% refere-se à aplicação na estrutura de concreto armado e o restante, 4%, à estrutura do tipo *Light Steel Frame*.

Figura 10: Área de forma

Fonte: Autores, (2018).

E por último, a Figura 11 mostra o comparativo do peso total de aço utilizado.

Figura 11: Aço utilizado nas duas estruturas.



Fonte: Autores, (2018)

Analisando a Figura 11, se observa que a estrutura em *Light Steel Frame* tem um consumo maior de aço, representando 77% do montante de aço e 23% refere-se ao outro tipo de estrutura. Isso significa que há uma diferença de 70,05% entre as mesmas.

4.1.7 Levantamento de custos dos materiais estrutura de concreto

Para se obter uma estimativa do custo dos materiais que compõem a estrutura e vedação nos dois métodos construtivos, foi realizado um orçamento com os principais insumos que são utilizados: concreto, aço, forma e vedação. O Quadro 12 apresenta a lista dos materiais bem como os seus valores em três propostas de fornecedores locais (nomeadas como A, B e C) e também o valor de referência da tabela SINAPI do mês de setembro de 2018.

Quadro 12: Orçamento de materiais específicos estrutura de concreto armado.

Concreto Armado					
Custo do concreto usinado (m³)					
Material	Quantidade (m³)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
Concreto C25	82	R\$ 310,00	R\$ 330,00	R\$ 340,00	R\$ 260,52

Custo do Compensado Plastificado 12 mm					
Material	Quantidade (un)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
Comp. Plastificado	73	R\$ 49,50	R\$ 49,00	R\$ 51,00	R\$ 22,52
Custo do aço - barras de 12 m					
Material	Quantidade (br)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
CA50 6.3 mm	58	R\$ 14,30	R\$ 18,90	R\$ 13,90	R\$ 13,61
CA50 8.0 mm	150	R\$ 24,00	R\$ 32,90	R\$ 21,90	R\$ 24,65
CA50 10.0 mm	174	R\$ 35,30	R\$ 49,00	R\$ 32,90	R\$ 32,71
CA50 12.5 mm	47	R\$ 54,50	R\$ 68,90	R\$ 48,90	R\$ 48,67
CA50 16.0 mm	17	R\$ 86,70	R\$ 119,00	R\$ 71,82	R\$ 79,82
CA60 5.0 mm	372	R\$ 9,20	R\$ 16,90	R\$ 8,34	R\$ 8,12
Custo do bloco cerâmico 9 X 14 X 24 (un)					
Material	Quantidade (un)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
Tijolo 6 furos	24900	R\$ 0,66	R\$ 0,71	R\$ 0,66	R\$ 0,42
Custo da laje pré-moldada treliçada					
Material	Quantidade (m²)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
Laje pré-moldada	383,01	R\$ 34,00	R\$ 40,00	R\$ 45,00	R\$ 36,02

Fonte: Autores, (2018)

O Quadro 12 apresenta o preço dos materiais entre três fornecedores locais e a tabela SINAPI do mês de setembro de 2018, que foi a última disponibilizada pelo site da Caixa Econômica Federal. Na falta do material específicos, utilizou-se o que apresentava maior similaridade.

Nota – se que no levantamento do custo foi levada em conta a informação da laje pré-moldada, para enaltecer a análise do levantamento de custos de materiais utilizados para compor a estrutura, mesmo não estando contemplada no intuito desse estudo.

Os Apêndices B a H apresenta orçamento disponibilizado por fornecedores. Algumas informações foram passadas via e-mail, contato telefônico e até mesmo pessoalmente em visita até o estabelecimento. Nem todos os fornecedores tiveram a disponibilidade de fornecer documento escrito constando o preço dos materiais.

As informações dos valores das barras de aço foram informadas por unidade de barra, então foi feita uma conversão de unidades, conforme apresenta o Quadro 13.

Quadro 13: Conversão de unidades do aço para a estrutura de concreto.

Conversão do aço de kg para barras - Concreto Armado					
Tipo de aço	Massa nominal (kg/m)	Comprimento da barra de aço (m)	kg/br	Quantidade necessária (kg)	Total de barras (un)
CA50 6.3	0,245	12	2,94	172	58
CA50 8.0	0,395	12	4,74	916	193
CA50 10.0	0,617	12	7,40	1362	184
CA50 12.5	0,963	12	11,56	546	47
CA50 16.0	1,578	12	18,94	315	17
CA60 5.0	0,154	12	1,85	922	499

Fonte: Autores, (2018).

Essa conversão que o Quadro 13 apresenta foi feita da seguinte forma: tomou-se o peso específico por metro de uma barra de aço conforme sua bitola, informação obtida pela NBR 7480, multiplicado por seu comprimento normatizado de 12 metros, com isso teve o peso total de uma barra. Assim foi dividido a quantidade necessária em peso, que já havia sido calculado no Quadro 3, com o peso por barra e resultou em suas quantidades.

Para simplificar a análise dos custos de todos os materiais listados, foi elaborado o Quadro 14.

Quadro 14: Resumo de custos totais entre fornecedores e a tabela SINAPI – Concreto Armado.

Concreto Armado					
Material	Quantidade	Preço médio unitário (R\$)	Preço SINAPI (R\$)	Preço médio X quantidade - Fornecedores (R\$)	Preço X quantidade - SINAPI (R\$)
Concreto C25 (m³)	82	R\$ 326,67	R\$ 260,52	R\$ 26.786,67	R\$ 21.362,64
Comp. Plastificado (un)	73	R\$ 49,83	R\$ 22,52	R\$ 3.637,83	R\$ 1.643,96
CA50 6.3 mm (br)	58	R\$ 15,70	R\$ 13,61	R\$ 915,30	R\$ 793,45
CA50 8.0 mm (br)	193	R\$ 26,27	R\$ 24,65	R\$ 5.078,22	R\$ 4.765,67
CA50 10.0 mm (br)	184	R\$ 39,07	R\$ 32,71	R\$ 7.186,49	R\$ 6.017,16
CA50 12.5 mm (br)	47	R\$ 57,43	R\$ 48,67	R\$ 2.712,63	R\$ 2.298,73
CA50 16.0 mm (br)	17	R\$ 92,51	R\$ 79,82	R\$ 1.537,38	R\$ 1.326,54
CA60 5.0 mm (br)	499	R\$ 11,48	R\$ 8,12	R\$ 5.729,44	R\$ 4.052,53
Tijolo 6 furos (br)	24900	R\$ 0,68	R\$ 0,42	R\$ 16.849,00	R\$ 10.458,00
Laje pré-moldada (m²)	383	R\$ 39,67	R\$ 56,42	R\$ 15.192,73	R\$ 21.609,42
Custo total (R\$)				R\$ 85.625,69	R\$ 74.328,10

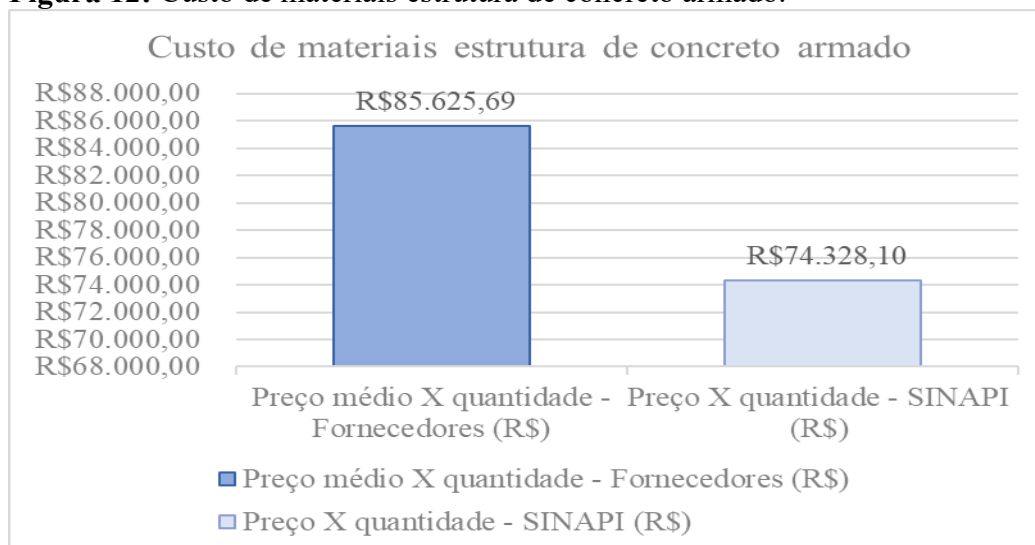
Fonte: Autores, (2018).

Os dados apresentados no Quadro 14, traz uma média do preço unitário de cada material entre os fornecedores locais e novamente o preço da tabela SINAPI (09/2018), bem

como a multiplicação desses valores pela quantidade necessária de material, logo resulta no preço total a ser empregado para cada insumo e por fim o valor total.

A Figura 12 traz o custo empregado entre as duas referências.

Figura 12: Custo de materiais estrutura de concreto armado.



Fonte: Autores, (2018)

A Figura 12 expõe que há uma diferença de 13,19% entre os valores obtidos pelos fornecedores locais e a tabela SINAPI.

4.1.8 Levantamento de custos dos materiais estrutura em *Light Steel Frame*

Novamente, foram relacionados os preços dos materiais básicos que compõem a estrutura em *Light Steel Frame* e foram relacionados no Quadro 15.

Quadro 15: Orçamento de materiais para estrutura *Light Steel Frame*

<i>Light Steel Frame</i>					
Custo do concreto usinado (m³)					
Material	Quantidade (m³)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
Concreto C25	17	R\$ 310,00	R\$ 330,00	R\$ 340,00	R\$ 260,52
Custo do Compensado Plastificado 12 mm					
Material	Quantidade (un)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
Comp. Plastificado	3	R\$ 49,50	R\$ 49,00	R\$ 51,00	R\$ 22,52

Custo do aço - barras de 12 m					
Material	Quantidade (br)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
CA50 12.5 mm	40	R\$ 54,50	R\$ 68,90	R\$ 48,90	R\$ 48,67
CA60 5.0 mm	147	R\$ 9,20	R\$ 16,90	R\$ 8,34	R\$ 8,12
Custo do perfil E = 0,95 mm 90 x 3000 mm					
Material	Quantidade (kg)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
Perfil zincado	13405	R\$ 10,00	R\$ 8,55	R\$ 19,62	R\$ 7,62
Custo Placa OSB - 1,20 x 2,40 m					
Material	Quantidade (un)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
OSB 18,3 mm	160	R\$ 132,50	R\$ 135,17	R\$ 120,00	R\$ 129,22
OSB 11,1 mm	160	R\$ 78,00	R\$ 68,18	R\$ 85,00	R\$ 77,06
OSB 9,5 mm	371	R\$ 76,00	R\$ 66,88	R\$ 60,00	R\$ 67,63
Custo Placa de gesso acartonado 1,20 x 2,40 m					
Material	Quantidade (un)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
Gesso acartonado	531	R\$ 38,53	R\$ 29,00	R\$ 34,00	R\$ 20,81
Custo Placa de placa cimentícia 1,20 x 2,40 m					
Material	Quantidade (un)	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	SINAPI
Placa cimentícia	160	R\$ 130,40	R\$ 96,56	R\$ 150,00	R\$ 120,58

Fonte: Autores (2018)

O Quadro 15 apresenta o preço dos materiais entre três fornecedores locais e a tabela SINAPI, tomando o preço de materiais similares na falta do material específicos e convertendo unidades de medida.

A tabela SINAPI apresenta os perfis guia e montante de maneira separada. Então, foi somado o custo unitário de cada um para compor o custo do perfil. É sabido, que um projeto em estrutura de *Light Steel Frame*, não conta apenas com esses perfis, seu detalhamento é muito amplo, e que esse tipo de cálculo é para fins estimativos. Por não ter posse de todo o detalhamento e quantitativo do projeto, foi aproveitado as informações simulando uma situação mais próxima do real.

As placas do tipo OSB, não constam nessa tabela, então o custo foi embasado na média entre os três fornecedores.

Assim como na estrutura de concreto, as barras de aço foram convertidas, essas informações estão contidas nos Quadros 16.

Quadro 16: Conversão de unidades do aço para a estrutura em *Light Steel Frame*

Conversão do aço de kg para barras - <i>Light Steel Frame</i>					
Tipo de aço	Massa nominal (kg/m)	Comprimento da barra de aço (m)	kg/br	Quantidade necessária (kg)	Total de barras (un)
CA50 12.5	0,963	12	11,56	458	40
CA60 5.0	0,154	12	1,85	271	147

Fonte: Autores (2018)

A transformação da unidade em peso para unidades de barras necessárias, conforme o Quadro 16 apresenta, é necessária, para facilitar a coleta de preços dos materiais.

Alguns fornecedores também só repassaram os valores verbalmente, sem disponibilizar arquivo digital. E para representar esses custos de maneira simplificada, pode-se analisar o Quadro 17.

Quadro 17: Resumo de custos totais entre fornecedores e a tabela SINAPI – *Light Steel Frame*.

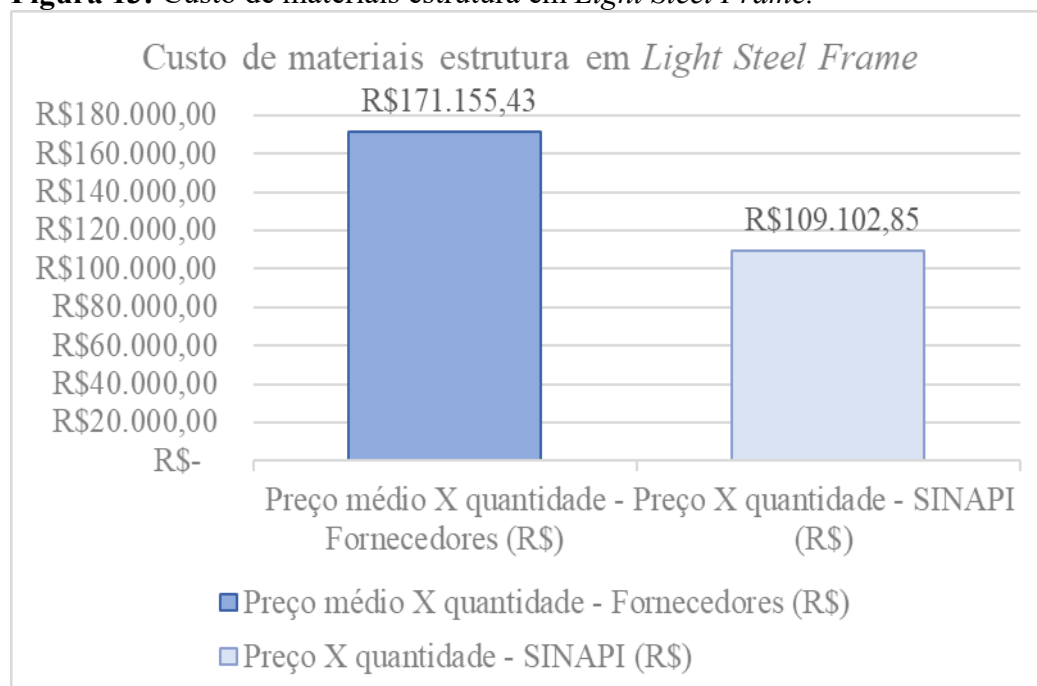
<i>Light Steel Frame</i>					
Material	Quantidade	Preço médio unitário (R\$)	Preço SINAPI (R\$)	Preço médio X quantidade - Fornecedores (R\$)	Preço X quantidade - SINAPI (R\$)
Concreto C25 (m³)	17	R\$ 326,67	R\$ 260,52	R\$ 5.553,33	R\$ 4.428,84
Comp. Plastificado (un)	3	R\$ 49,83	R\$ 22,52	R\$ 149,50	R\$ 67,56
CA50 12.5 mm (br)	40	R\$ 57,43	R\$ 48,67	R\$ 2.297,33	R\$ 1.946,80
CA60 5.0 mm (br)	147	R\$ 11,48	R\$ 8,34	R\$ 1.687,56	R\$ 1.225,98
Perfil zincado (br)	1712	R\$ 38,17	R\$ 7,62	R\$ 65.347,04	R\$ 13.045,44
OSB 18,3 mm (un)	160	R\$ 129,22	R\$ 129,22	R\$ 20.628,89	R\$ 20.628,89
OSB 11,1 mm (un)	160	R\$ 77,06	R\$ 77,06	R\$ 12.301,67	R\$ 12.301,67
OSB 9,5 mm (un)	371	R\$ 67,63	R\$ 67,63	R\$ 25.114,77	R\$ 25.114,77
Gesso acartonado (un)	531	R\$ 33,84	R\$ 20,81	R\$ 17.970,81	R\$ 11.050,11
Placa cimentícia (un)	160	R\$ 125,65	R\$ 120,58	R\$ 20.104,53	R\$ 19.292,80
Custo total R\$				R\$ 171.155,43	R\$ 109.102,85

Fonte: Autores, (2018)

O Quadro 17 apresenta a média do preço unitário entre os fornecedores e o preço da tabela SINAPI. A multiplicação desses valores pela quantidade necessária de material é o

preço total a ser empregado para cada insumo e por fim o valor total. A Figura 13 exhibe esses valores em forma de gráfico para complementar esse estudo.

Figura 13: Custo de materiais estrutura em *Light Steel Frame*.

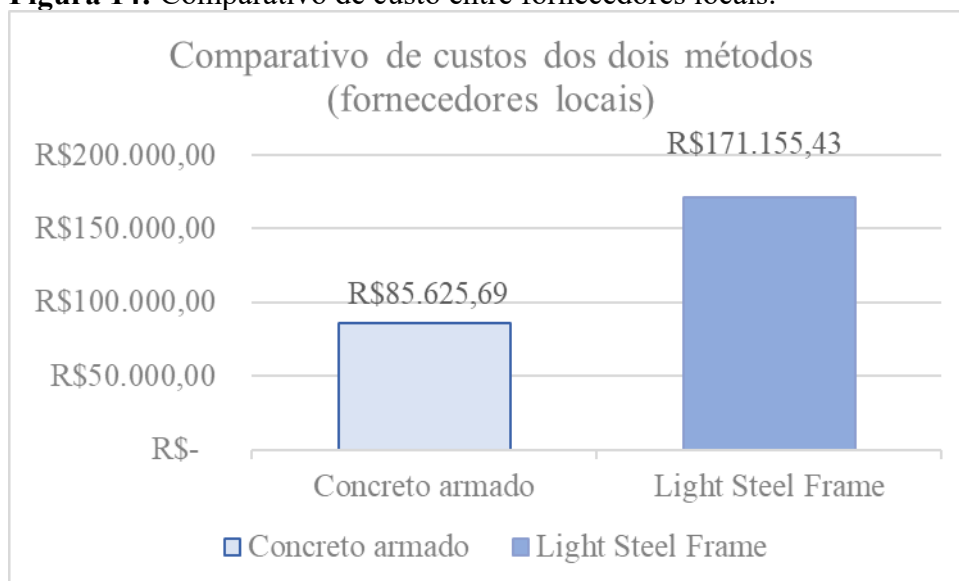


Fonte: Autores, (2018)

Através da Figura 13, é possível perceber que o preço médio dos materiais entre os fornecedores locais, são mais significativos do que a tabela SINAPI, representando uma diferença de 36,26%.

4.1.9 Comparativo de custos das duas modalidades construtivas

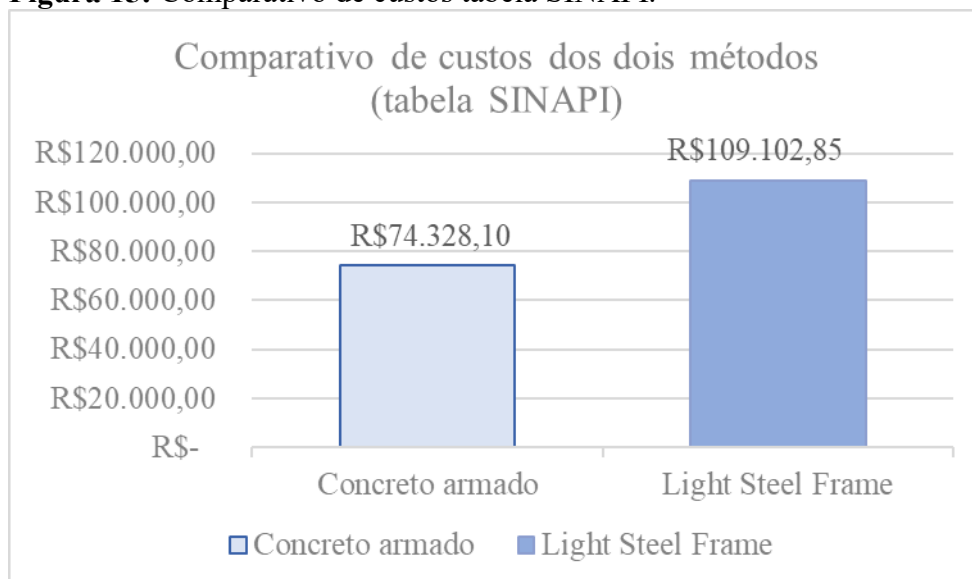
Com base nos custos levantados dos dois métodos construtivos, a Figura 14 apresenta a diferença desses valores entre eles, em relação aos fornecedores locais.

Figura 14: Comparativo de custo entre fornecedores locais.

Fonte: Autores, (2018)

Analisando a Figura 14, é possível perceber a diferença de R\$85.529,74 entre os dois métodos construtivos, ou seja, com os custos levantados, o valor empregado na estrutura do tipo LSF, seria possível levantar duas estruturas do tipo concreto armado, essa diferença é de 49,97%.

A Figura 15 apresenta a diferença de valores com referência na tabela SINAPI.

Figura 15: Comparativo de custos tabela SINAPI.

Fonte: Autores, (2018)

A diferença de custos expressa na Figura 15 é de R\$34.774,75 com base nos valores levantados na tabela SINAPI o que representa uma diferença de 31,87%.

CAPÍTULO 5

5.1 Considerações Finais

A busca por economia, praticidade e a necessidade de colocação no mercado, faz com que os empreendedores busquem novas metodologias no ramo da construção civil. Apesar do sistema *Light Steel Frame* não ser uma novidade, no Brasil ainda há muitos paradigmas a serem quebrados e muito conhecimento a ser buscado sobre o referido sistema, tanto para os profissionais quanto para os usuários. Apesar do estudo ter abordado de maneira simplificada esse sistema, é notável que ele se destaca em termos de sustentabilidade e agilidade quando comparado ao sistema convencional mais utilizado no país que é estrutura de concreto armado.

O estudo teve início com o levantamento de materiais utilizados na composição da estrutura e vedação as duas metodologias, são eles concreto, forma, aço, blocos cerâmicos e placas de OSB, cimentícia e gesso acartonado. Levando-se em conta o que foi observado, é que apesar dos dois métodos construtivos possuírem características diferentes, é possível comparar a relação de alguns materiais que são utilizados em ambas metodologias (concreto, forma e aço).

Quando se analisa esse aspecto, observa-se que há uma redução significativa no volume de concreto de 79,27% quando se opta pela estrutura em *Light Steel Frame*. Quanto a área de forma essa diferença representa aproximadamente 96%. Porém essa redução de material para essa estrutura inverte quando se refere ao aço que tem um aumento de 70,05%.

Após essa comparação foram levantados os custos unitários dos materiais tanto em fornecedores locais como na tabela SINAPI utilizando os dados obtidos nos quantitativos de materiais e relacionados suas quantidades com seus custos unitários. Em relação ao custos, os números apontam uma diferença de R\$85.529,74 entre as estruturas de concreto e a de LSF para fornecedores locais e de R\$22.996,66, baseando – se na tabela SINAPI.

Com os dados obtidos, percebeu-se que há uma redução apenas de concreto e de forma, porém um aumento significativo do aço. O aço e a vedação do sistema LSF deixa-o com o custo mais expressivo do que a estrutura convencional. Quanto a comparação de fornecedores e tabela SINAPI há uma diferença de 13,19% para a estrutura de concreto armado e de 70% para a do tipo LSF.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se:

- Comparar o alívio de carga na fundação entre os métodos de alvenaria convencional e *Light Steel Frame*;
- Fazer orçamento completo entre os métodos de alvenaria convencional e *Light Steel Frame*;
- Comparar a quantidade de resíduos gerados na construção convencional e em *Light Steel Frame*;

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. L. C. et al. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: Universidade Rural, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT, NBR 7480. **Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificações**. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT, NBR 6118. **Projeto de estrutura em concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2014.
- AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Pini, 1995.
- BELLEI, Ildony H.; PINHO, Fernando O; PINHO, Mauro O. **Edifícios de múltiplos andares em aço**. – 2. Ed. – São Paulo: Pini, 2008.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi>, Acesso em: 10/05/2018.
- CHING, Francis D. K.; ADAMS, Cassandra. **Técnicas de construção ilustradas**. – 2. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2001.
- EMPRESA CONSTRUSECO. **Sistema Light Steel Framing**. Disponível em: <http://www.construseco.com.br/sistemas.html>, Acesso em: 17 mar. 2018.
- EMPRESA SMART, SISTEMAS CONSTRUTIVOS. **Dúvidas sobre o sistema LSF**. Disponível em: <http://smartsistemasconstrutivos.com.br/duvidas-sobre-o-sistema-lsf/>, Acesso em: 18 mar. 2018
- FERREIRA, Oswaldo Poffo (Coord.). **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.
- FREITAS, Arlene M. S; CRASTO, Renata C. M. **Steel Framing: Arquitetura**. – Rio de Janeiro: IBS/CBA, 2006.
- GIONGO, A.D.H.; BOSCHIROLLI, L.S. **Estudo de caso: comparativo de cargas em edificação de alvenaria convencional e Light Steel Frame**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) - Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, Cascavel.
- GIONGO, José Samuel. **Concreto armado: projeto estrutural de edifícios**. São Carlos, 2007. Disponível em: <http://www.gdace.uem.br/romel/MDidatico/EstruturasConcretoII/ProjetoEstruturaldeEdificios-J.%20S.Gingo-EESC-Turma2-2007.pdf>, Acesso em: 19 de mar. 2018.
- JUNIOR, João K. ECC8058 – Sistemas estruturais e tecnologia da construção VIII, **Construções de Light Steel Frame**. Julho de 2006, Disponível em: http://coral.ufsm.br/decc/ECC8058/Downloads/Construcoes_de_Light_Steel_Frame_Techne_n_112_2006.pdf, Acesso em : 18 março 2018.

LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo: O nome da Rosa, 1971.

LENTZ, J. **Manual prático da alvenaria e do betão armado**. Portugal: Edições CETOP, n/a.

LERENAS, Gerardo S. **Programação e controlo de obras de construção**. Portugal: Edições CETOP, n/a.

MCCOMARC, Jack C. **Análise estrutural: usando métodos clássicos e métodos matriciais**. Tradução e revisão técnica Amir Kurban. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

NASCIMENTO, Otávio Luiz. **Alvenarias**. – Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2002.

PINI. TCPO, Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos. 13. ed. São Paulo: Pini, 2008.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius M. V. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e *Light Steel Framing***. Campo Mourão, 2013.

RAMOS, F. (1997). Panéis de Vedação e de Revestimento em Aço Inoxidável. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da UFOP, 164 p., Ouro Preto.

REGO, Diego José Martins. **Estruturas de Edifícios em Light Steel Frame**. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395144743152/MScThesis%20Diogo%20Rego.pdf>, Acesso em: 18 março de 2018.

REVISTA TÉCHNE. Tecnologia. **Steel frame – Estrutura**. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/137/artigo285729-3.aspx>, Acesso em: 17 mar. 2018

RODRIGUES, Francisco C. **Steel Framing: Engenharia**. – Rio de Janeiro: IBS/CBA, 2006

SAMPAIO, Fenando M. **Orçamento e custo da obra**. Brasil: Editora Hemus Ltda, n/a.

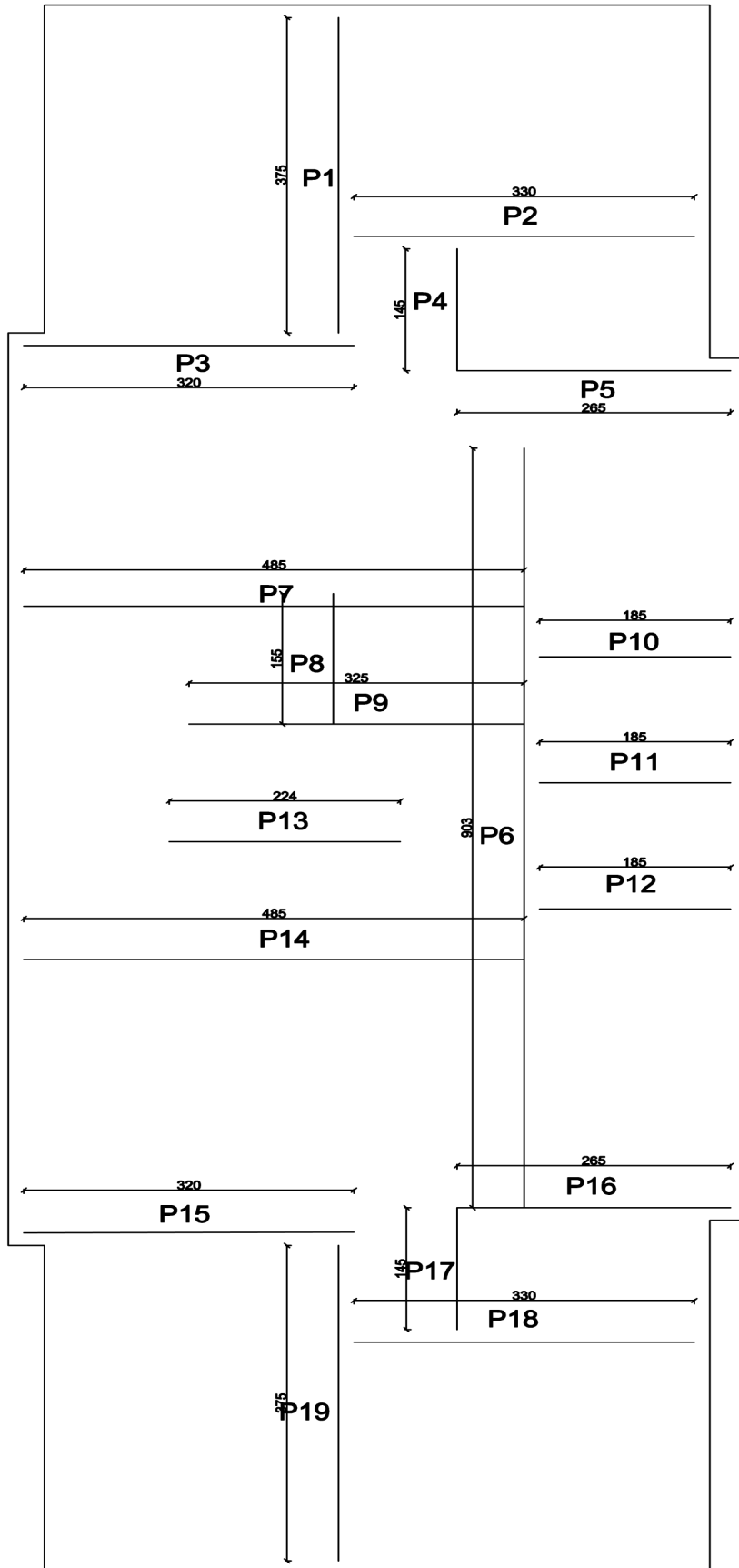
SILVA. F. B. **Steel Frame**. Revista Técnica Edição 147. 2009 Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil> Acesso em: 03 de março 2018.

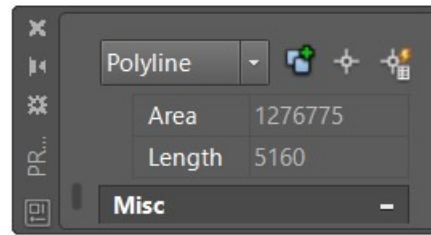
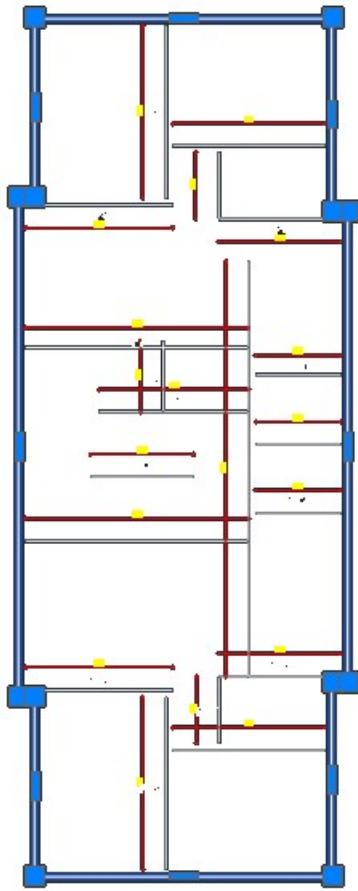
SILVA, Margarete M. A. **Diretrizes para Projeto de Alvenaria de Vedação**. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. Disponível em <<http://www.teses.usp.br> > Acesso em 18 de março de 2018.

SILVA, Maristela Gomes da. **Painéis de vedação**. Rio de Janeiro: IBS/CBA, 2003.

TCPO, **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos**. -13. ed. - São Paulo: Pini, 2008.

APÊNDICE A – MEDIDAS DAS PAREDES INTERNAS E EXTERNAS

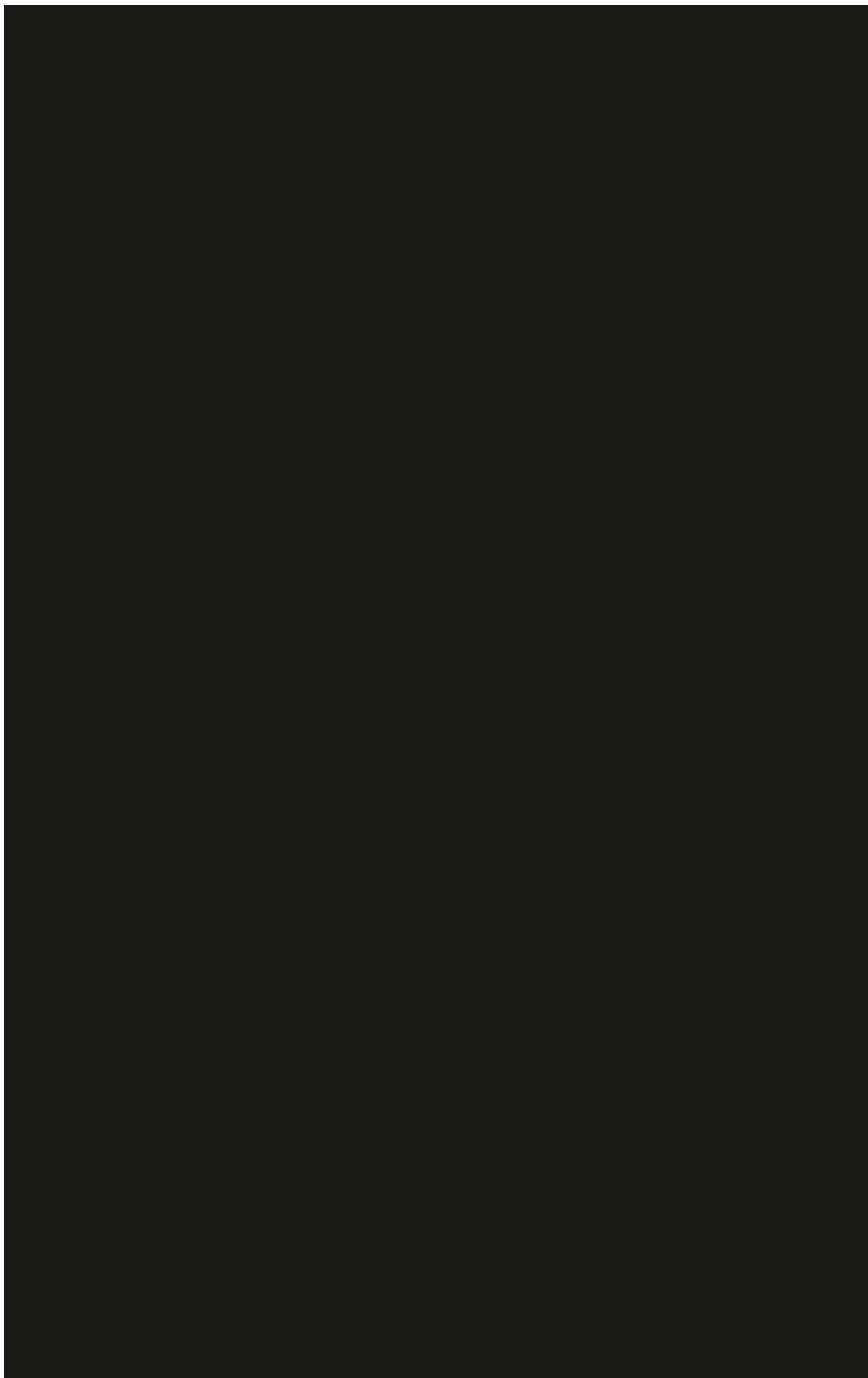




APÊNDICE B – ORÇAMENTO COMPENSADO PLASTIFICADO

[illegible]

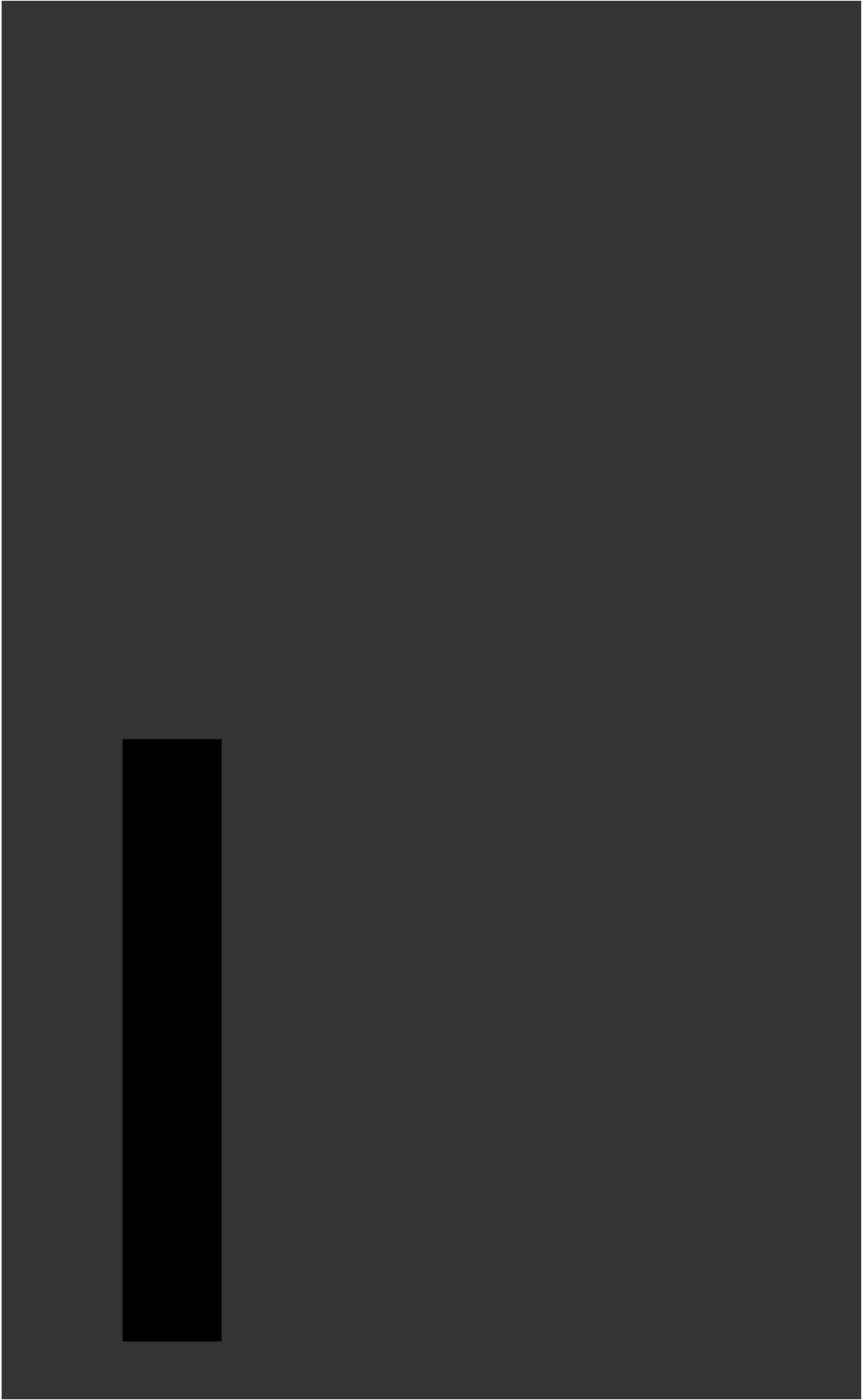
APÊNDICE C – ORÇAMENTO AÇO, TIJOLO, GESSO ACARTONADO E PLACA CIMENTICIA



APÊNDICE D – ORÇAMENTO TIJOLO E AÇO A

[REDACTED]

APÊNDICE E – ORÇAMENTO TIJOLO E AÇO B



APÊNDICE F – INFORMAÇÃO DA TAXA DE AÇO ENVIADA VIA E-MAIL

↩ Responder ↩ Responder a todos → Encaminhar 📁 Arquivo Morto 🗑

Projeto Estrutural - Prédio 4 pavimentos.



15/05/2018 11:32

Para: nandaschvab@hotmail.com

Fernanda, bom dia.

A fim de lhe auxiliar em sua conclusão de curso, estou enviando um projeto estrutural do prédio de 3 pavimentos que
Minas Gerais.

a taxa de aço por metro quadrado, é de 35 Kg.

Qualquer dúvida, estou a disposição.

Att.



[51730 - 1.1 Caderno de Obra - Projeto Eulina - ...](#)

[51730 - 1.2 Caderno de Obra - Projeto Eulina - ...](#)

[51730 - Caderno de Paineis - Projeto Eulina - R...](#)

[51730 - Visualizador - Projeto Eulina - R01.EASM](#)

APÊNDICE G – ORÇAMENTO CONCRETO USINADO



Casc

FERNANDA DE MELLO SCHVAB

nandaschvab@hotmail.com

CASCADEL – Paraná

Prezada Senhorita,

Encaminhamos proposta para o fornecimento de concreto para obra localizada nesta cidade de Cascavel, Estado do Paraná.

Descrição	Agregado
Fck 25,0 Mpa, bombeado	Britas 1 e 0

-Nos lançamentos por bombeamento, a Contratante será responsável pela lubrificação da tubulação;

-Prévia verificação das condições de acesso para o bombeamento, como a Contratante requererá autorização da Prefeitura quando necessário;

- Alterações nos traços – diverso do acima informado – “slump” e/ou utilização somente de pedrisco, ímagem metro cúbico;

- Somente são bombeáveis os concretos com Fck igual ou maior que 8 cm;

- A fração mínima de volume para o fornecimento de concreto – para pilares e bombeados 3 m³;

-Fornecimento nos sábados (após 12 horas), dentro de 10% incidentes sobre os preços acima informados, com desconto de 10% pela abate do tronco de 7211;

-Prazo para pagamento: 28 dd;

-Nos termos das normas da ABNT, serão determinados a resistência à compressão, de rompimentos feitos em prova colhidos pelo processo de amostragem;

-Reajuste do preço conforme reajuste do cimento e agregado, validade de 30 dias;

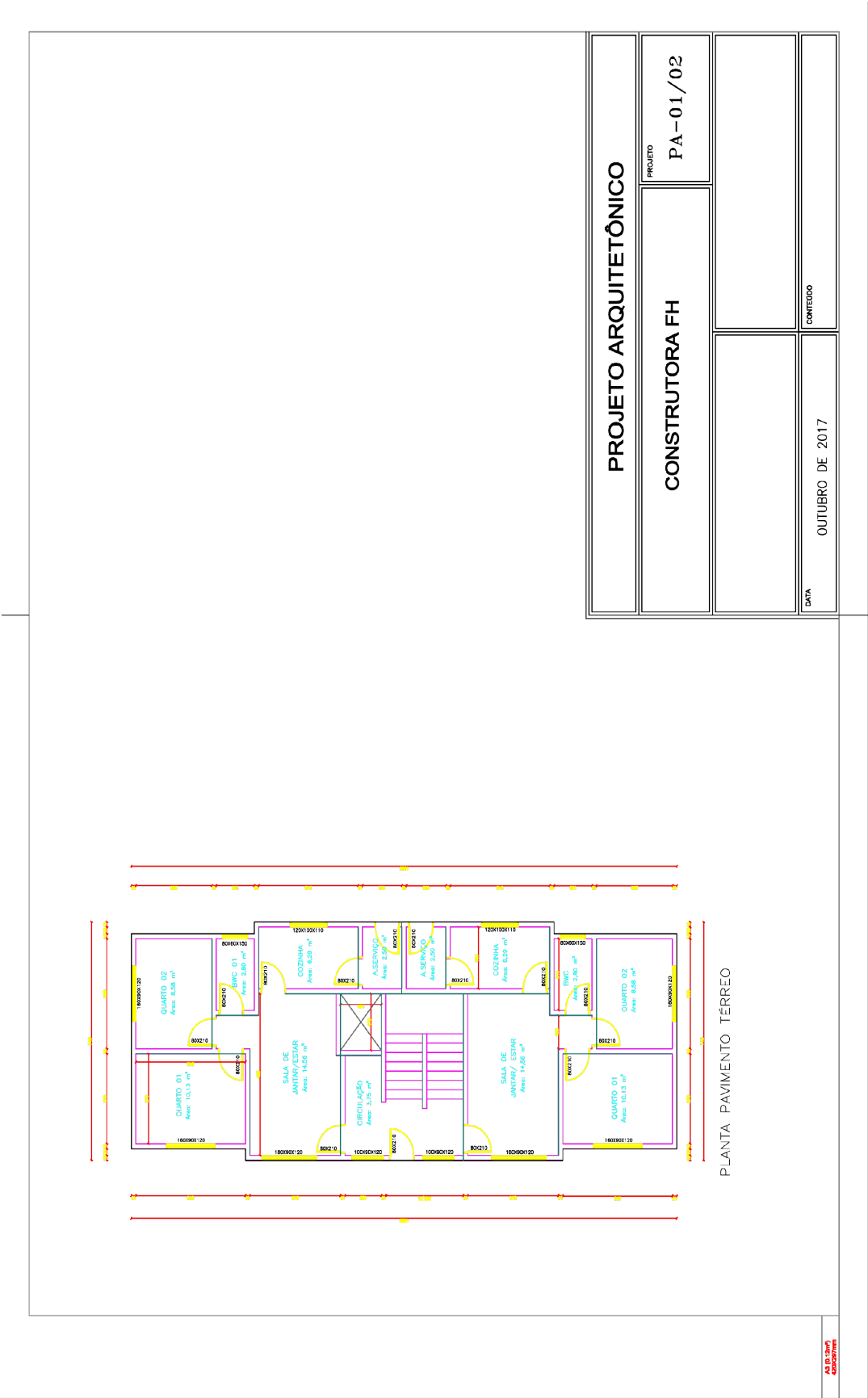
Atenciosamente

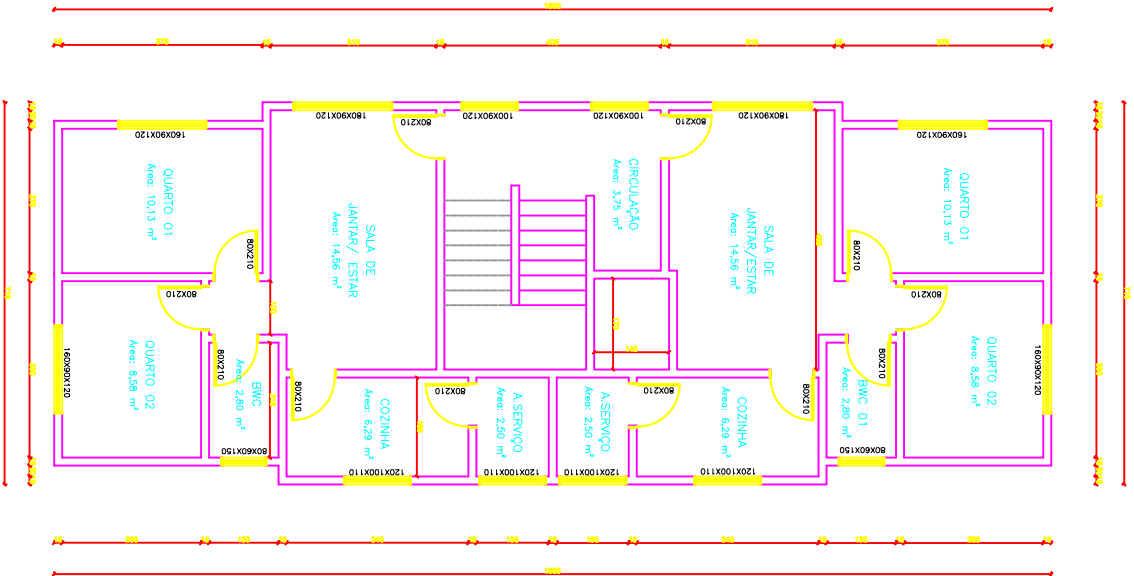
André L. Herrmann
(45) 3227-3344 99922-1

APÊNDICE H – ORÇAMENTO LAJE PRÉ-MOLDADA E CONCRETO USINADO

← Responder ⏮ Responder a todos → Encaminhar 📁 Arquivo Morto 🗑 Excluir 📌 Definir sinalizador ⋮ ✖ 📄 — 📄						
RP kogerio - L 08:36 Para: 'Fernanda de Mello Schvab' Bom dia Fernanda						
Vigotes para Laje de Forro H12 (VT 8 + 4cm de capa, não inclusa) c/ sobrecarga de 100 kg/m² com Lajota Cerâmica ou EPS e sem colocação.		1,00	m²	32,00		
Vigotes para Laje de Piso H12 (VT 8 + 4cm de capa, não inclusa) c/ sobrecarga de 200 kg/m² com Lajota Cerâmica ou EPS e sem colocação.		1,00	m²	34,00		
Concreto usinado bombeado 25 Mpa para concretagem das lajes de forro e piso		1,00	m³	340,00		

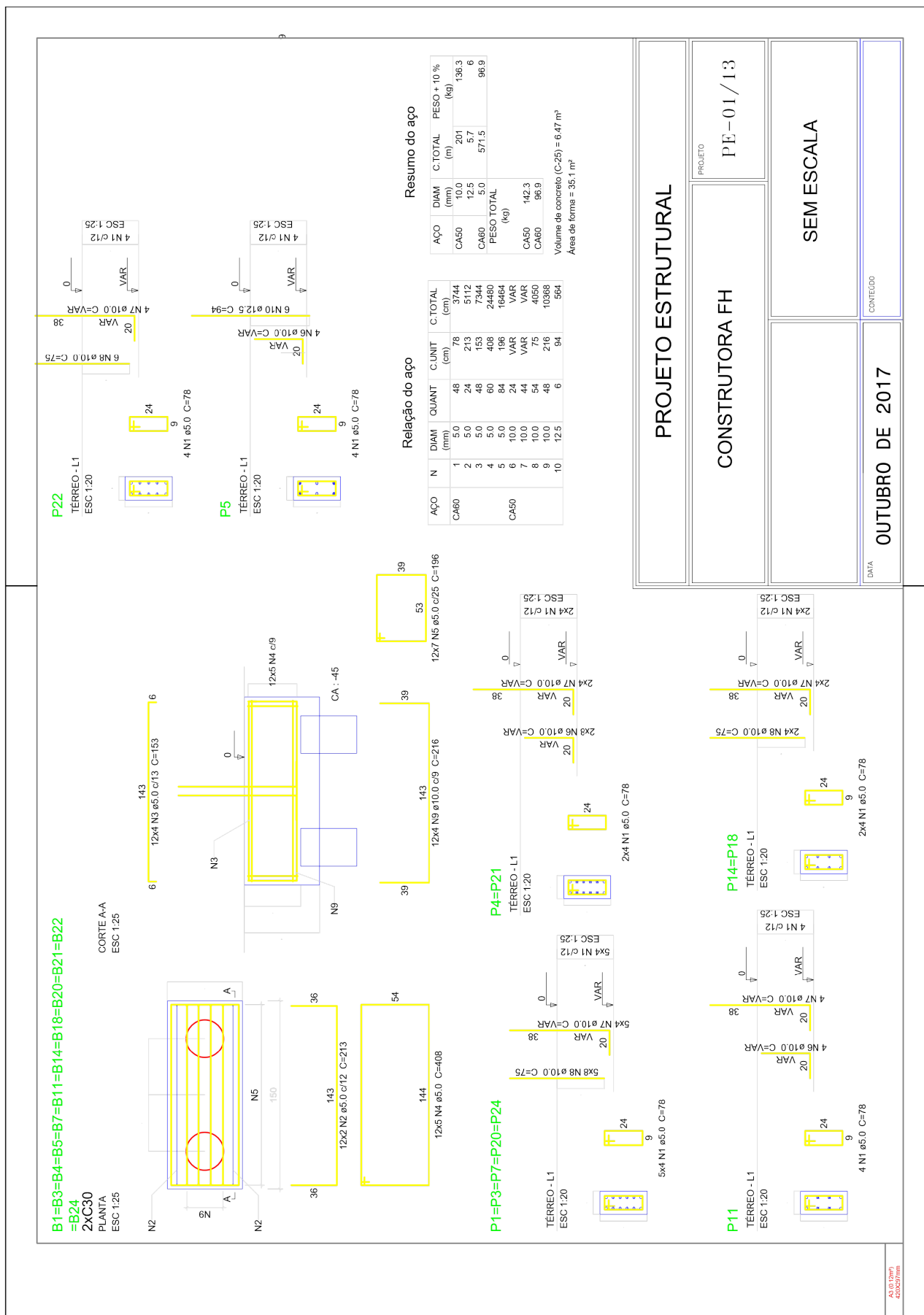
ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO



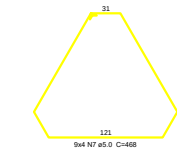
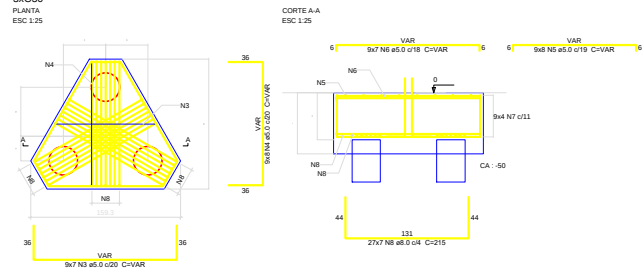


PLANTA PAVIMENTO TIPO

PROJETO ARQUITETÔNICO	
CONSTRUTORA FH	
PROJETO PA-02/02	
DATA	OUTUBRO DE 2017
CONTEUDO	

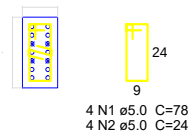


B2=B8=B9=B10=B12=B15=B16=B17=B23
3x C30
PLAVIA
ESC 1:25



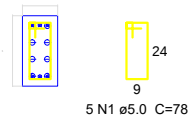
P10

TÉRREO - L1
ESC 1:20



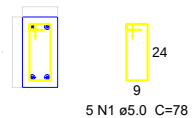
P16

TÉRREO - L1
ESC 1:20



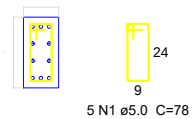
P23

TÉRREO - L1
ESC 1:20



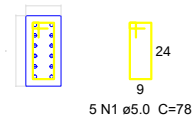
P12

TÉRREO - L1
ESC 1:20



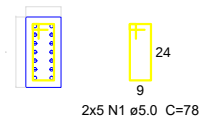
P17

TÉRREO - L1
ESC 1:20



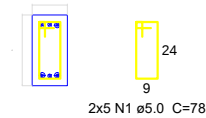
P8=P15

TÉRREO - L1
ESC 1:20



P2=P9

TÉRREO - L1
ESC 1:20



Relação do aço

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	44	78	3432
	2	5.0	4	24	96
	3	5.0	63	VAR	VAR
	4	5.0	72	VAR	VAR
	5	5.0	72	VAR	VAR
	6	5.0	63	VAR	VAR
	7	5.0	36	468	16848
CA50	8	8.0	189	215	40635
	9	10.0	32	75	2400
	10	10.0	18	VAR	VAR
	11	10.0	22	VAR	VAR
	12	12.5	4	VAR	VAR
	13	12.5	10	VAR	VAR
	14	16.0	20	121	2420

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	8.0	406.4	176.4
	10.0	56.2	38.1
	12.5	13.6	14.3
	16.0	24.2	
CA60	5.0	692	117.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50		270.8	
CA60		117.3	

Volume de concreto (C-25) = 8.53 m³

Área de forma = 32 m²

PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

PROJETO

PE-02/13

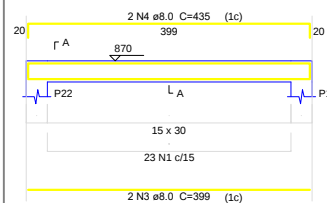
SEM ESCALA

DATA

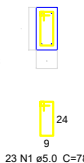
OUTUBRO DE 2017

CONTEÚDO

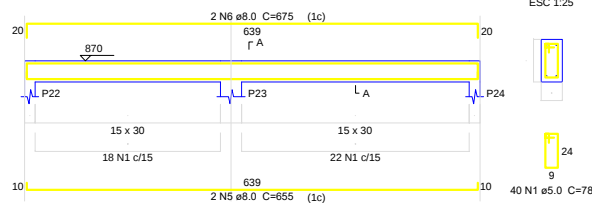
V10
ESC 1:50



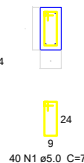
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



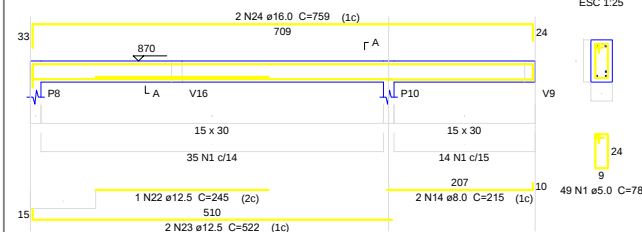
V11
ESC 1:50



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



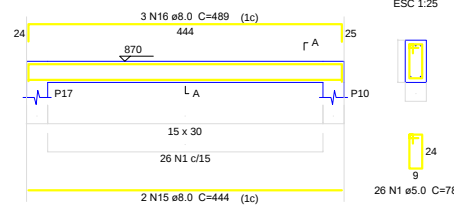
V14
ESC 1:50



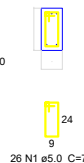
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



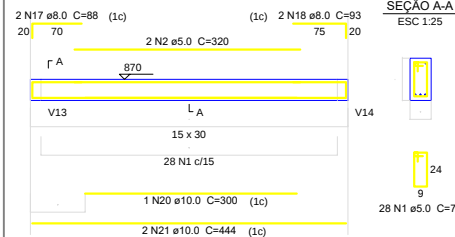
V15
ESC 1:50



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



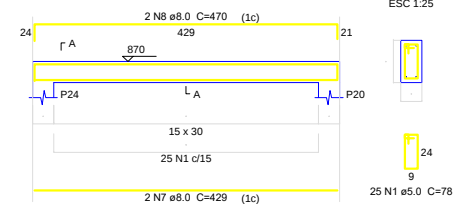
V16
ESC 1:50



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



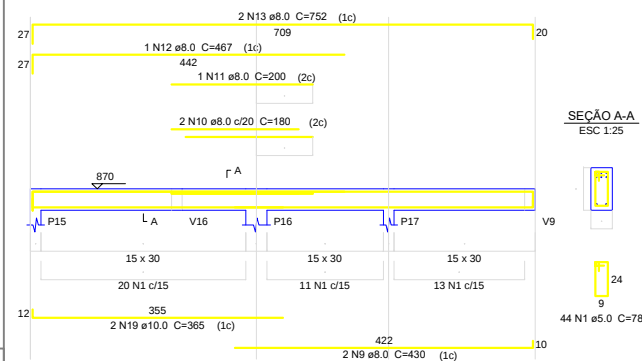
V12
ESC 1:50



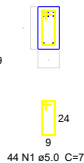
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



V13
ESC 1:50



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



Relação do aço

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
V10	1	5.0	235	78	18330
V13	2	5.0	2	320	640
V16	3	8.0	2	399	798
	4	8.0	2	435	870
	5	8.0	2	655	1310
	6	8.0	2	675	1350
	7	8.0	2	429	858
	8	8.0	2	470	940
	9	8.0	2	430	860
	10	8.0	2	180	360
	11	8.0	1	200	200
	12	8.0	1	467	467
	13	8.0	2	752	1504
	14	8.0	2	215	430
	15	8.0	2	444	888
	16	8.0	3	489	1467
	17	8.0	2	88	176
	18	8.0	2	93	186
	19	10.0	2	365	730
	20	10.0	1	300	300
	21	10.0	2	444	888
	22	12.5	1	245	245
	23	12.5	2	522	1044
	24	16.0	2	759	1518

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	8.0	126.7	55
	10.0	19.2	13
	12.5	12.9	13.7
	16.0	15.2	26.4
CA60	5.0	189.7	32.2
PESO TOTAL (kg)			
CA50	108		
CA60	32.2		

Volume de concreto (C-25) = 1.72 m³
Área de forma = 28.61 m²

PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

PROJETO

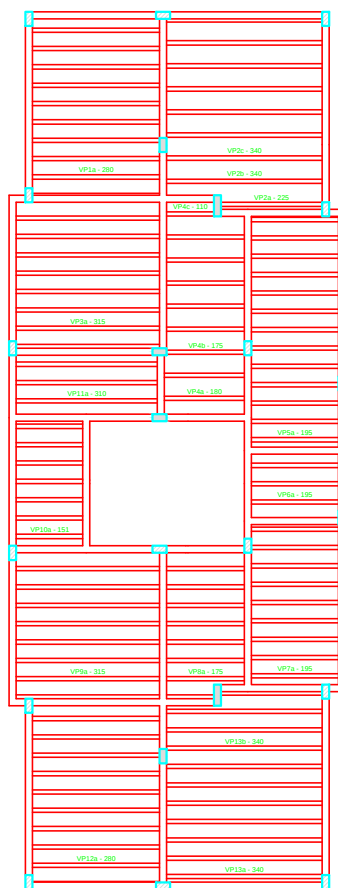
PE-03/13

SEM ESCALA

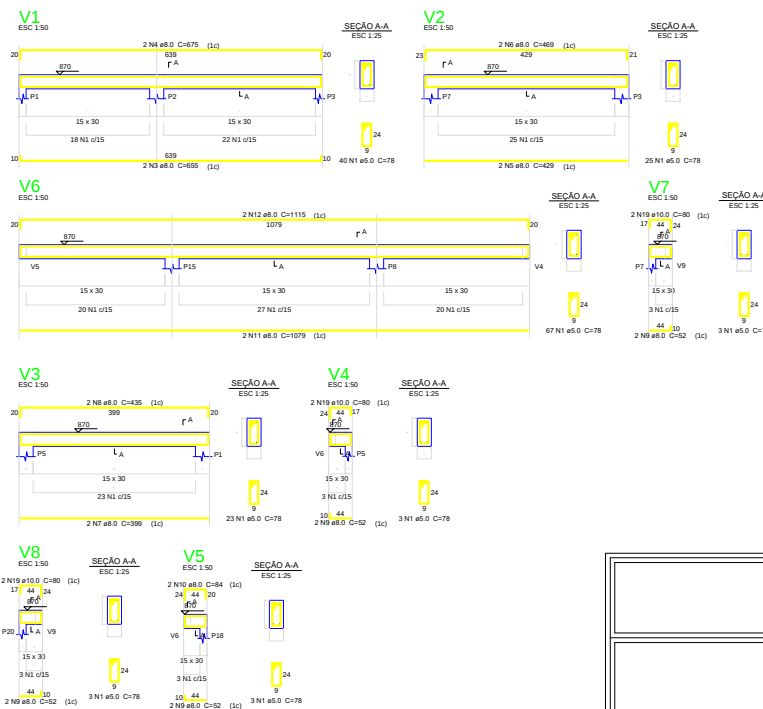
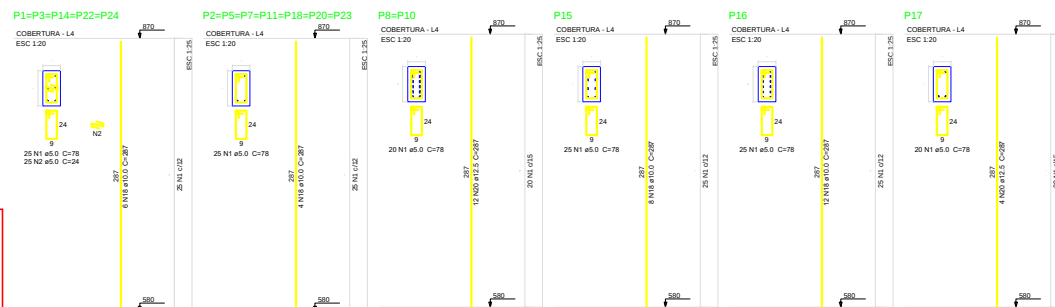
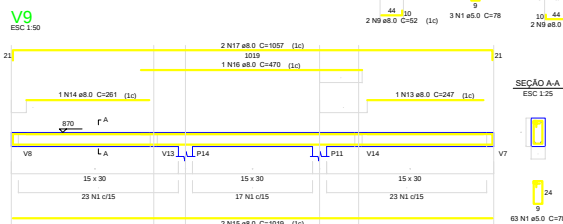
DATA

OUTUBRO DE 2017

CONTEÚDO



Planta de vigotas pré-moldadas
escala 1:50



Relação do aço

5xP1	7xP2	2xP8
P15	P16	P17
V1	V2	V3
V4	V5	V6
V7	V8	V9

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	640	78	49920
CA50	2	5.0	125	24	3000
	3	8.0	2	655	1310
	4	8.0	2	675	1350
	5	8.0	2	429	858
	6	8.0	2	469	938
	7	8.0	2	399	798
	8	8.0	2	435	870
	9	8.0	8	52	416
	10	8.0	2	84	168
	11	8.0	2	1079	2158
	12	8.0	2	1115	2230
	13	8.0	1	247	247
	14	8.0	1	261	261
	15	8.0	2	1019	2038
	16	8.0	1	470	470
	17	8.0	2	1057	2114
	18	10.0	78	287	22386
	19	10.0	6	80	480
	20	12.5	28	287	8036

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	8.0	162.3	70.4
	10.0	228.7	155.1
	12.5	80.4	85.2
CA60	5.0	529.2	89.7
PESO TOTAL (kg)			
CA50	310.7		
CA60	89.7		

Volume de concreto (C-25) = 3.93 m³
Área de forma = 72.83 m²

PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

PROJETO

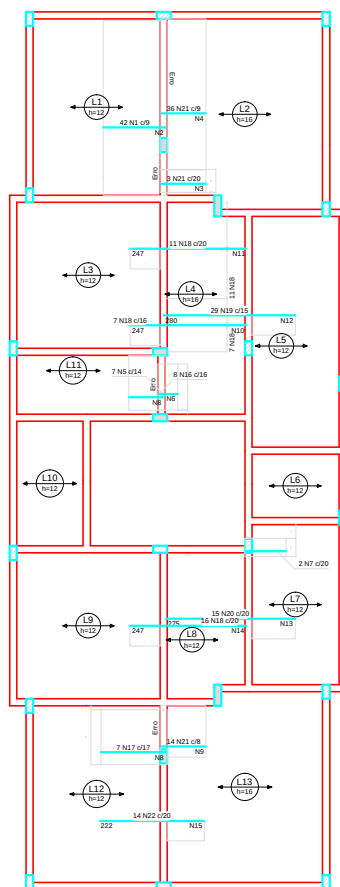
PE-04/13

SEM ESCALA

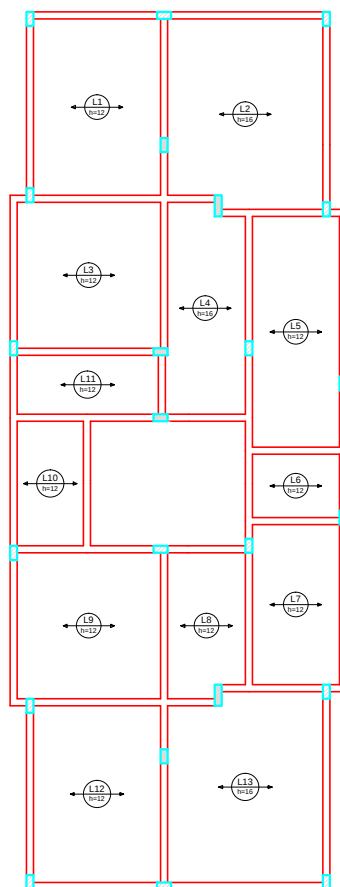
DATA

OUTUBRO DE 2017

CONTEÚDO



Ferro de distribuição	
N1	7 N2 a5.0 c20 C=371
N21	8 N3 a5.0 c20 C=49
N2	6 N4 a5.0 c17 C=321
N5	2 N5 a5.0 c20 C=98
N16	4 N8 a5.0 c20 C=117
N17	7 N8 a5.0 c20 C=109
N21	7 N8 a5.0 c15 C=117
N18	13 N10 a5.0 c20 C=213
N19	14 N12 a5.0 c20 C=435
N20	14 N13 a5.0 c20 C=295
N18	13 N14 a5.0 c20 C=325
N22	11 N15 a5.0 c20 C=276



Armação negativa das lajes do pavimento
Tipo 2 (Eixo X)
escala 1:50

Armação positiva das lajes do pavimento
Tipo 2 (Eixo X)

Relação do aço

Negativos X

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	42	133	5586
	2	5.0	7	371	2597
	3	5.0	5	49	245
	4	5.0	6	321	1926
	5	5.0	7	39	273
	6	5.0	2	98	196
	7	5.0	2	85	170
	8	5.0	11	117	1287
	9	5.0	7	109	763
	10	5.0	13	113	1469
	11	5.0	13	213	2769
	12	5.0	14	435	6090
	13	5.0	14	295	4130
	14	5.0	13	325	4225
	15	5.0	11	276	3036
CA50	16	6.3	8	74	592
	17	6.3	7	138	966
	18	6.3	34	247	8398
	19	6.3	29	280	8120
	20	6.3	15	275	4125
	21	8.0	53	94	4982
	22	8.0	14	222	3108

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	222.1	59.8
	8.0	80.9	35.1
CA60	5.0	347.7	58.9
PESO TOTAL (kg)			
CA50	94.9		
CA60	58.9		

PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

PROJETO

PE-05/13

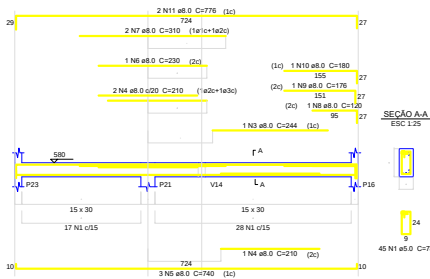
SEM ESCALA

DATA

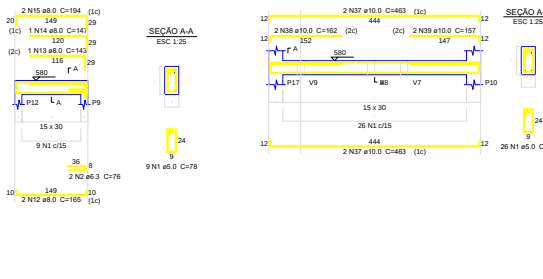
OUTUBRO DE 2017

CONTEÚDO

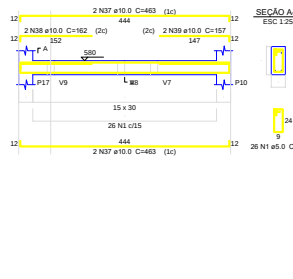
V20
ESC 1:50



V21
ESC 1:50



V24
ESC 1:50



Relação do aço

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	277	78	21606
CA50	2	6.3	4	76	304
	3	8.0	1	244	244
	4	8.0	3	210	630
	5	8.0	3	740	2220
	6	8.0	1	230	230
	7	8.0	2	310	620
	8	8.0	1	120	120
	9	8.0	1	176	176
	10	8.0	1	180	180
	11	8.0	2	776	1552
	12	8.0	2	165	330
	13	8.0	1	143	143
	14	8.0	1	147	147
	15	8.0	2	194	388
	16	8.0	1	186	186
	17	8.0	2	283	566
	18	8.0	1	198	198
	19	8.0	2	335	670
	20	8.0	1	188	188
	21	8.0	2	312	624
	22	8.0	1	115	115
	23	8.0	1	175	175
	24	8.0	2	330	660
	25	8.0	6	429	2574
	26	8.0	2	1019	2038
	27	8.0	1	495	495
	28	8.0	1	515	515
	29	8.0	2	1055	2110
	30	10.0	3	449	1347
	31	10.0	1	149	149
	32	10.0	1	209	209
	33	10.0	2	240	480
	34	10.0	2	778	1556
	35	10.0	1	192	192
	36	10.0	2	342	684
	37	10.0	4	463	1852
	38	10.0	2	162	324
	39	10.0	2	157	314
	40	12.5	2	515	1030
	41	12.5	2	514	1028

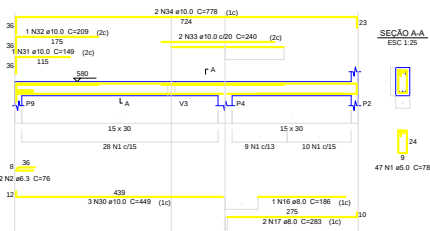
Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	3.1	0.8
	8.0	181	78.5
	10.0	71.1	48.2
	12.5	20.6	21.8
CA60	5.0	216.1	36.6
PESO TOTAL (kg)			
CA50		149.4	
CA60		36.6	

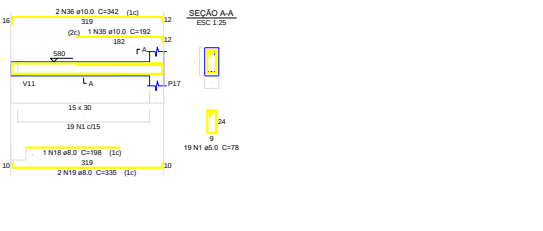
Volume de concreto (C-25) = 2.07 m³

Área de forma = 34.46 m²

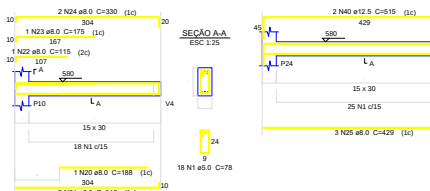
V22
ESC 1:50



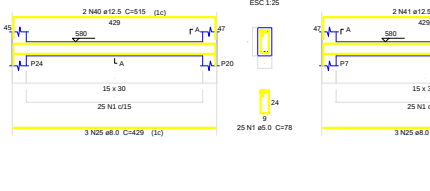
V23
ESC 1:50



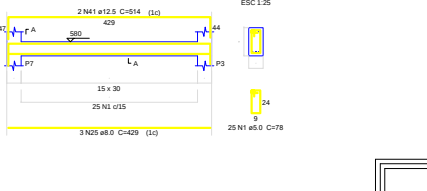
V25
ESC 1:50



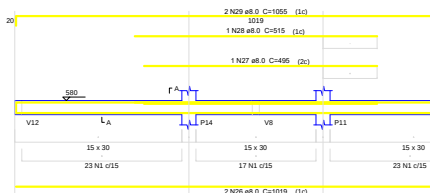
V26
ESC 1:50



V27
ESC 1:50



V28
ESC 1:50



PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

PROJETO

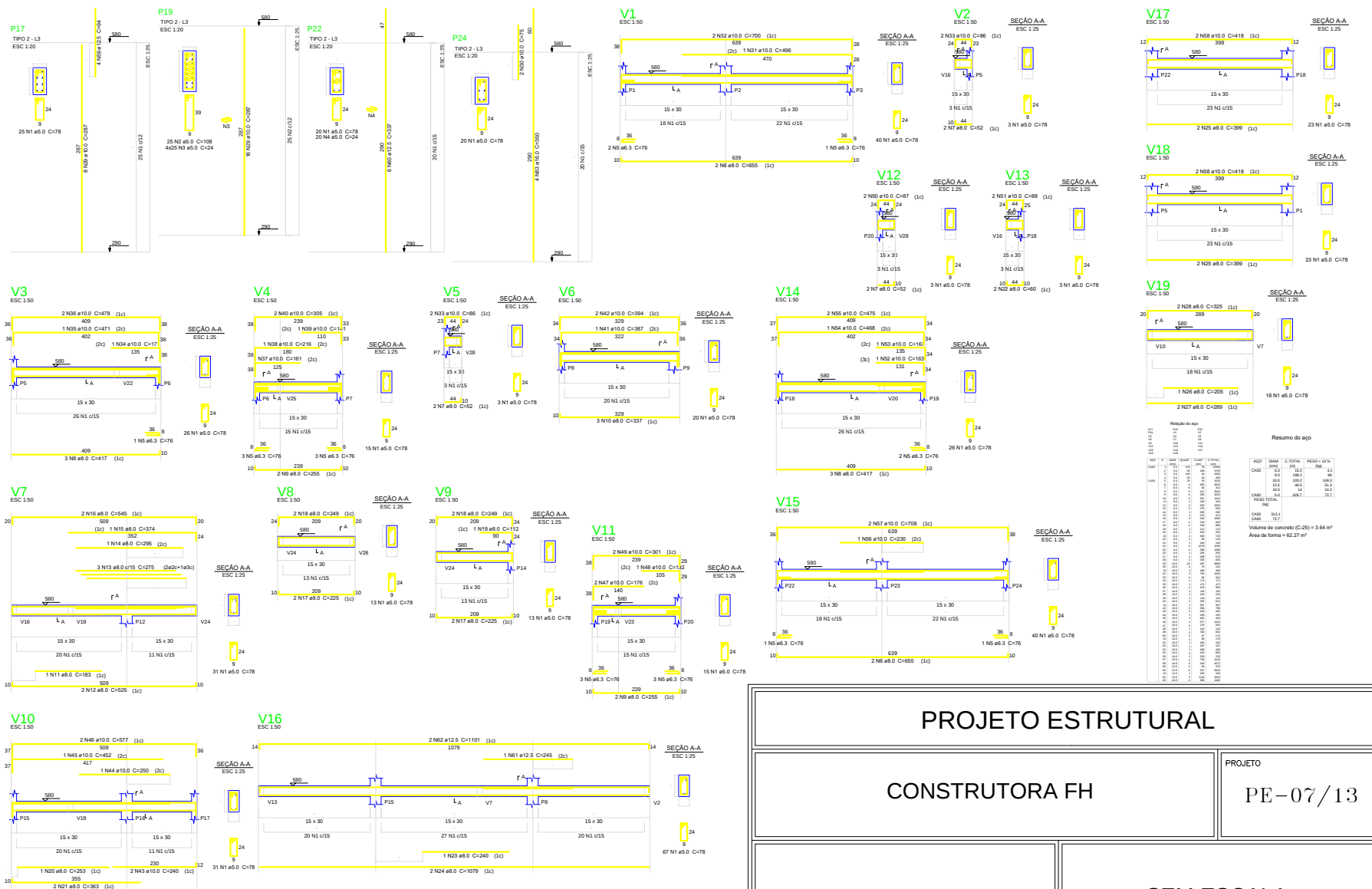
PE-06/13

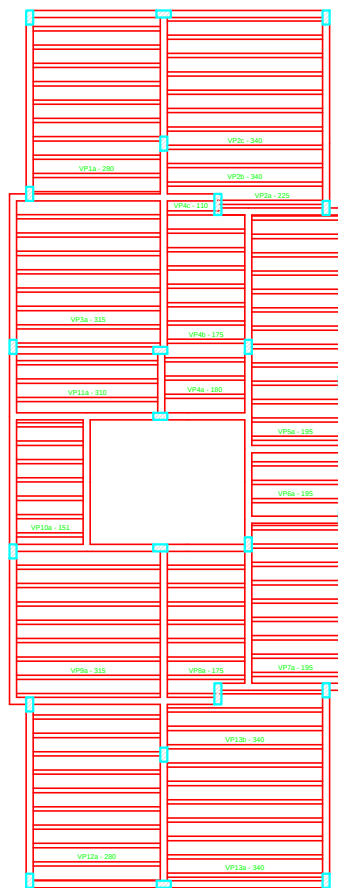
SEM ESCALA

DATA

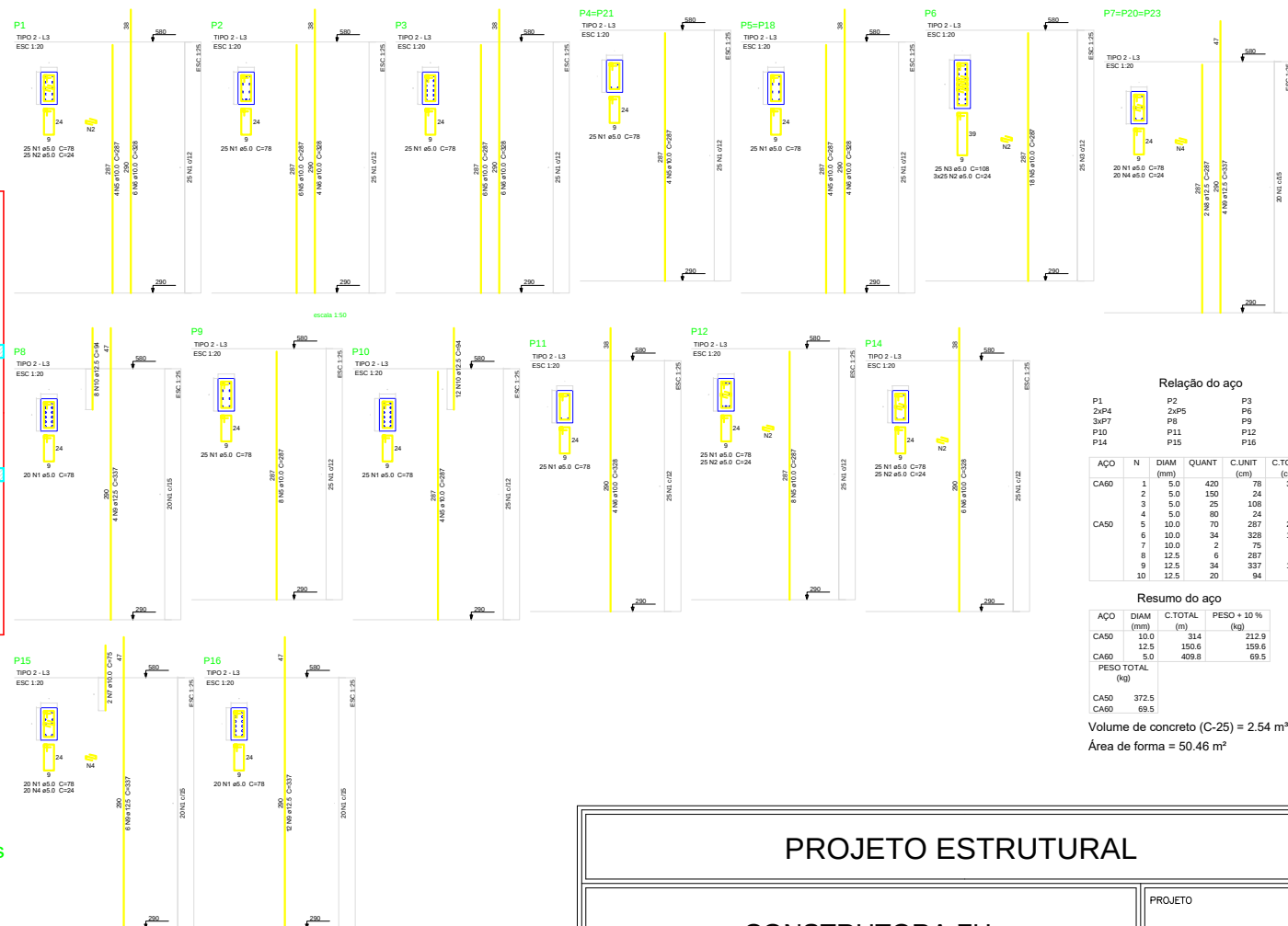
OUTUBRO DE 2017

CONTEÚDO





Planta de vigotas pré-moldadas



Relação do aço

ACO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	420	78	32760
	2	5.0	150	24	3600
	3	5.0	25	108	2700
	4	5.0	80	24	1920
CA50	5	10.0	70	287	20090
	6	10.0	34	328	11152
	7	10.0	2	75	150
	8	12.5	6	287	1722
	9	12.5	34	337	11458
	10	12.5	20	94	1880

Resumo do aço

ACO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	10.0	314	212.9
CA50	12.5	150.6	159.6
CA60	5.0	409.8	69.5
PESO TOTAL (kg)			
CA50	372.5		
CA60	69.5		

Volume de concreto (C-25) = 2.54 m³

Área de forma = 50.46 m²

PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

PROJETO

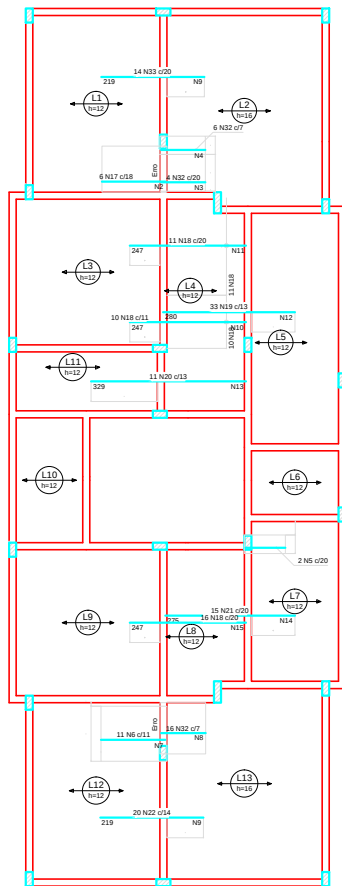
PE-08/13

SEM ESCALA

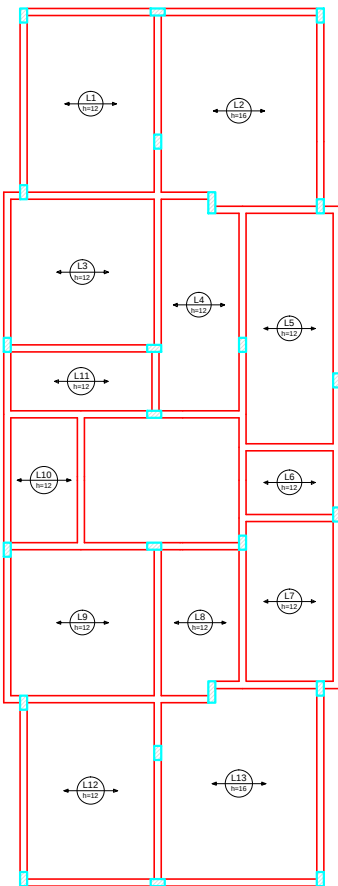
DATA

OUTUBRO DE 2017

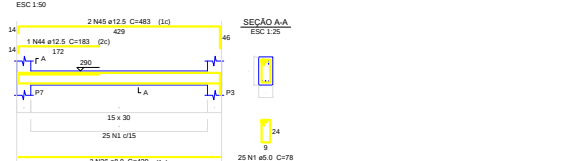
CONTEÚDO



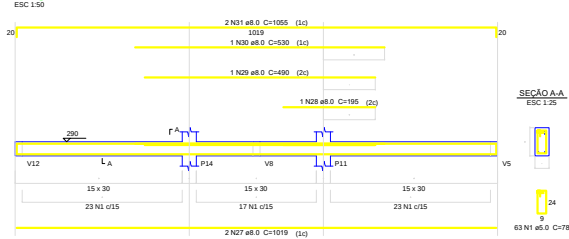
Ferro	Armadura de distribuição
N27	7 N2 a5.0 c20 C=98
N32	5 N3 a5.0 c20 C=78
N32	8 N4 a5.0 c13 C=26
N6	7 N7 a5.0 c20 C=117
N32	8 N8 a5.0 c13 C=109
N32	11 N9 a5.0 c20 C=276
N32	13 N10 a5.0 c20 C=113
N32	13 N11 a5.0 c20 C=213
N32	14 N12 a5.0 c20 C=436
N32	17 N13 a5.0 c20 C=140
N21	14 N14 a5.0 c20 C=296
N32	13 N15 a5.0 c20 C=326
N32	11 N9 a5.0 c20 C=276



V27



V28



Relação do aço

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	157	78	12246
	2	5.0	7	98	686
	3	5.0	5	78	390
	4	5.0	8	39	312
	5	5.0	2	85	170
	6	5.0	11	137	1507
	7	5.0	7	117	819
	8	5.0	8	109	872
	9	5.0	22	276	6072
	10	5.0	13	113	1469
	11	5.0	13	213	2769
	12	5.0	14	435	6090
	13	5.0	17	140	2380
	14	5.0	14	295	4130
	15	5.0	13	325	4225
CA50	16	6.3	1	106	106
	17	6.3	6	135	810
	18	6.3	37	247	9139
	19	6.3	39	280	9240
	20	6.3	11	329	3619
	21	6.3	15	275	4125
	22	6.3	20	219	4380
	23	8.0	1	235	235
	24	8.0	3	460	1380
	25	8.0	2	320	640
	26	8.0	6	429	2574
	27	8.0	2	1019	2038
	28	8.0	1	195	195
	29	8.0	1	490	490
	30	8.0	1	530	530
	31	8.0	2	1055	2110
	32	8.0	26	94	2444
	33	8.0	14	219	3066
	34	10.0	1	144	144
	35	10.0	1	147	147
	36	10.0	1	217	217
	37	10.0	1	149	149
	38	10.0	2	152	304
	39	10.0	1	197	197
	40	10.0	2	463	926
	41	10.0	2	327	654
	42	12.5	1	178	178
	43	12.5	2	484	968
	44	12.5	1	183	183
	45	12.5	2	483	966

Resumo do aço

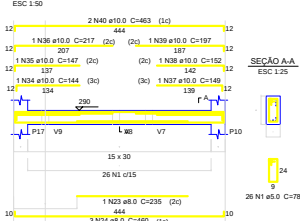
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	314.2	84.6
	8.0	157.1	68.2
	10.0	27.4	18.6
	12.5	23	24.3
CA60	5.0	441.4	74.8
PESO TOTAL (kg)			
CA50	195.6		
CA60	74.8		

Volume de concreto (C-25) = 1.19 m³
Área de forma = 19.91 m²

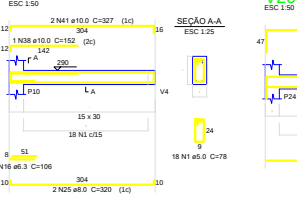
Armadura negativa das lajes do pavimento Tipo 1 (Eixo X)

Armadura positiva das lajes do pavimento Tipo 1 (Eixo X)

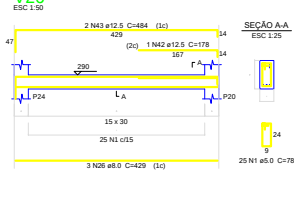
V24



V25



V26



PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

PROJETO

PE-09/13

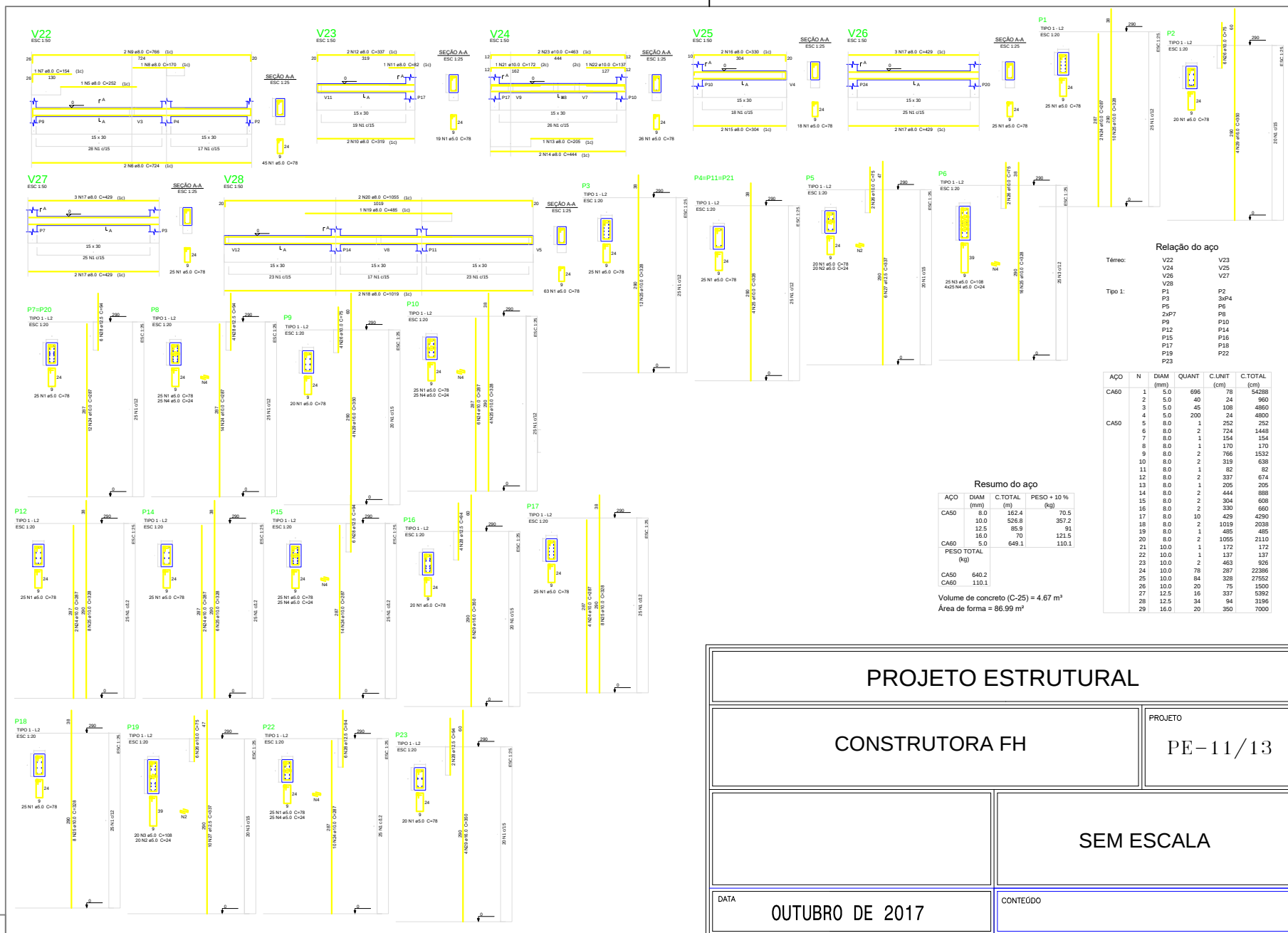
SEM ESCALA

DATA

OUTUBRO DE 2017

CONTEÚDO

A3 (0.12m²)
420x297mm



Relação do aço

Térreo:	V22	V23
Tipo 1:	V24	V25
	V26	V27
	V28	
	P1	P2
	P3	P4
	P5	P6
	P7	P8
	P9	P10
	P11	P12
	P13	P14
	P15	P16
	P17	P18
	P19	P20
	P21	P22
	P23	

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	5.0	696	76	54288
	2	5.0	40	24	960
	3	5.0	45	108	4860
	4	5.0	200	24	4800
CA50	5	8.0	1	252	252
	6	8.0	2	724	1448
	7	8.0	1	154	154
	8	8.0	1	170	170
	9	8.0	2	766	1532
	10	8.0	2	319	638
	11	8.0	1	82	82
	12	8.0	2	337	674
	13	8.0	1	205	205
	14	8.0	2	444	888
	15	8.0	2	304	608
	16	8.0	2	330	660
CA50	17	8.0	10	429	4290
	18	8.0	2	1019	2038
	19	8.0	1	485	485
	20	8.0	2	1055	2110
CA60	21	10.0	1	172	172
	22	10.0	1	137	137
	23	10.0	2	463	926
CA50	24	10.0	78	297	23166
	25	10.0	84	328	27552
	26	10.0	20	75	1500
CA60	27	12.5	16	337	5392
	28	12.5	34	94	3196
	29	16.0	20	350	7000

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	8.0	162.4	70.5
	10.0	526.8	357.2
	12.5	85.9	91
	16.0	70	121.5
CA60	5.0	649.1	110.1
PESO TOTAL (kg)			
CA50	640.2		
CA60	110.1		

Volume de concreto (C-25) = 4.67 m³
Área de forma = 86.99 m²

PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

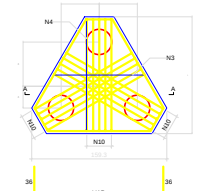
PROJETO
PE-11/13

SEM ESCALA

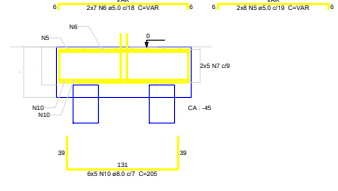
DATA
OUTUBRO DE 2017

CONTEÚDO

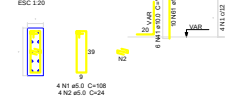
B6=B19
3x30
R=400A
ESC 1:25



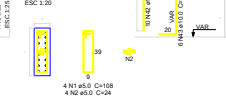
CORTE A-A
ESC 1:25



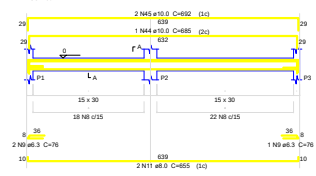
P19
TOMADO - L1
ESC 1:20



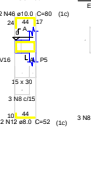
P6
TOMADO - L1
ESC 1:20



V1
ESC 1:50



V2
ESC 1:50



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



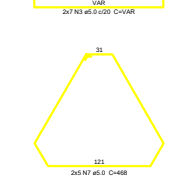
Relação do aço

ACO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CASO	1	5.0	8	128	864
	2	5.0	8	24	192
	3	5.0	14	VAR	VAR
	4	5.0	16	VAR	VAR
	5	5.0	16	VAR	VAR
	6	5.0	14	VAR	VAR
	7	5.0	10	460	4600
	8	5.0	467	78	36426
	9	6.3	14	78	1094
	10	8.0	30	205	6150
	11	8.0	4	655	2620
	12	8.0	8	52	416
	13	8.0	4	425	1700
	14	8.0	4	255	1020
	15	8.0	2	345	690
	16	8.0	1	173	173
	17	8.0	2	525	1050
	18	8.0	4	225	900
	19	8.0	2	249	498
	20	8.0	1	118	118
	21	8.0	2	250	500
	22	8.0	2	363	726
	23	8.0	1	144	144
	24	8.0	1	148	148
	25	8.0	1	123	123
	26	8.0	1	183	183
	27	8.0	2	290	580
	28	8.0	2	1079	2158
	29	8.0	2	185	370
	30	8.0	2	170	340
	31	8.0	1	230	230
	32	8.0	2	1115	2230
	33	8.0	4	399	1596
	34	8.0	2	82	164
	35	8.0	4	407	1628
	36	8.0	2	289	578
	37	8.0	2	325	650
	38	8.0	2	724	1448
	39	8.0	2	157	314
	40	8.0	2	186	372
	41	10.0	6	VAR	VAR
	42	10.0	10	75	750
	43	10.0	6	VAR	VAR
	44	10.0	1	695	695
	45	10.0	2	692	1384
	46	10.0	4	80	320
	47	10.0	2	465	930
	48	10.0	4	472	1888
	49	10.0	1	178	178
	50	10.0	1	131	131
	51	10.0	2	297	594
	52	10.0	4	82	328
	53	10.0	1	360	360
	54	10.0	2	367	734
	55	10.0	2	270	540
	56	10.0	2	536	1072
	57	10.0	2	240	480
	58	10.0	1	663	663
	59	10.0	2	690	1380
	60	10.0	2	758	1516
	61	12.5	10	94	940
	62	12.5	2	575	1150

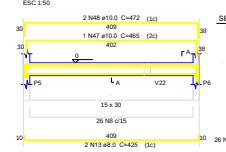
Resumo do aço

ACO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO 10% (kg)
CASO	5.0	10.7	2.9
	8.0	298.2	129.4
	10.0	148.9	100.9
	12.5	20.9	22.1
CASO	5.0	530.1	89.9
PESO TOTAL (kg)			
CASO	255.4		
CASO	59.9		

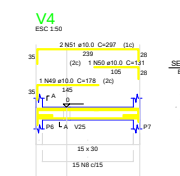
Volume de concreto (C-25) = 5.22 m³
Área de forma = 64.41 m²



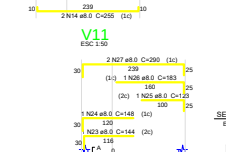
V3
ESC 1:50



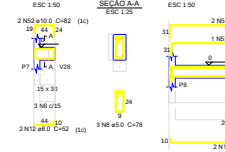
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



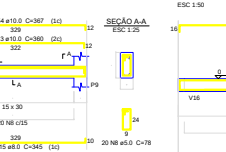
V4
ESC 1:50



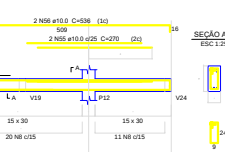
V5
ESC 1:50



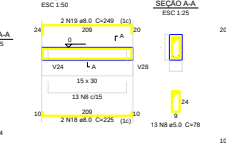
V6
ESC 1:50



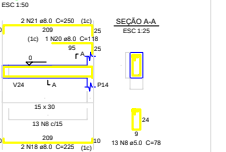
V7
ESC 1:50



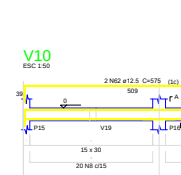
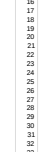
V8
ESC 1:50



V9
ESC 1:50



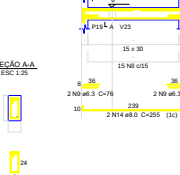
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



V10
ESC 1:50



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



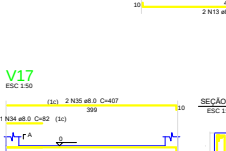
V11
ESC 1:50



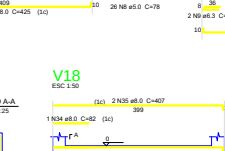
V12
ESC 1:50



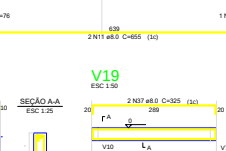
V13
ESC 1:50



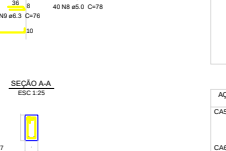
V14
ESC 1:50



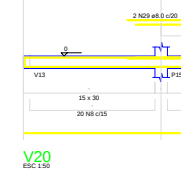
V15
ESC 1:50



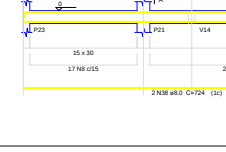
V16
ESC 1:50



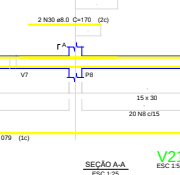
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



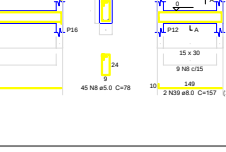
V17
ESC 1:50



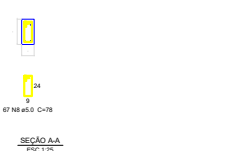
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



V18
ESC 1:50



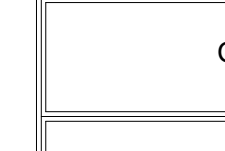
V19
ESC 1:50



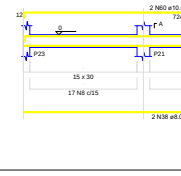
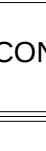
V20
ESC 1:50



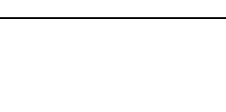
V21
ESC 1:50



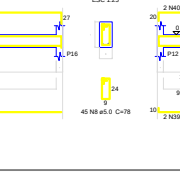
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



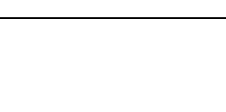
V22
ESC 1:50



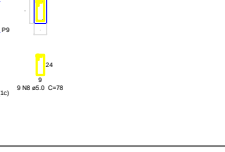
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



V23
ESC 1:50



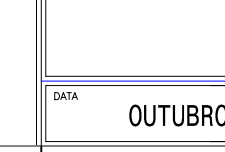
V24
ESC 1:50



V25
ESC 1:50



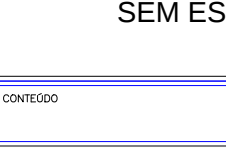
V26
ESC 1:50



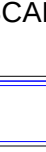
V27
ESC 1:50



V28
ESC 1:50



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

PROJETO

PE-12/13

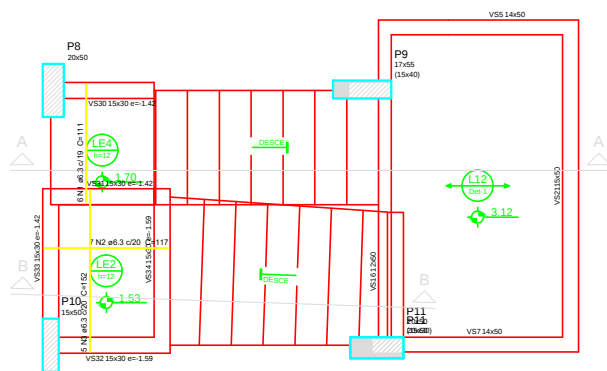
SEM ESCALA

DATA

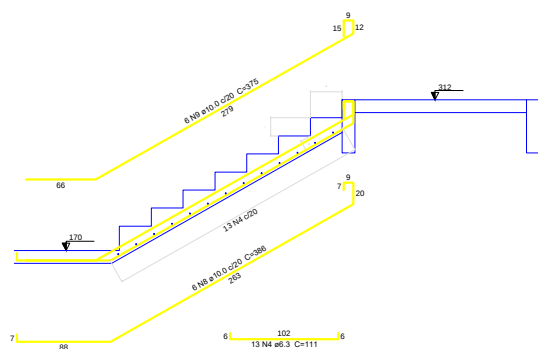
OUTUBRO DE 2017

CONTEÚDO

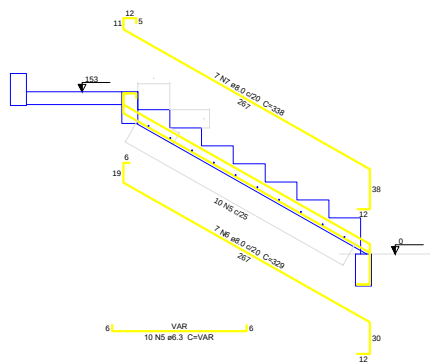
A3 (0.12m²)
420x297mm



Armação positiva da escada E1
escala 1:25



Corte A-A (LE3)
escala 1:25



Corte B-B (LE1)
escala 1:25

Relação do aço

LE3

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT (Barras)	UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	6	111	666
	2	6.3	7	117	819
	3	6.3	5	152	760
	4	6.3	13	111	1443
	5	6.3	10	VAR	VAR
	6	8.0	7	329	2303
	7	8.0	7	338	2366
	8	10.0	6	386	2316
	9	10.0	6	375	2250

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	50.5	13.6
	8.0	46.7	20.3
	10.0	45.7	31
PESO TOTAL (kg)			
CA50	64.8		

Volume de concreto (C-20) = 1.42 m³

Área de forma = 14.32 m²

PROJETO ESTRUTURAL

CONSTRUTORA FH

PROJETO

PE-13/13

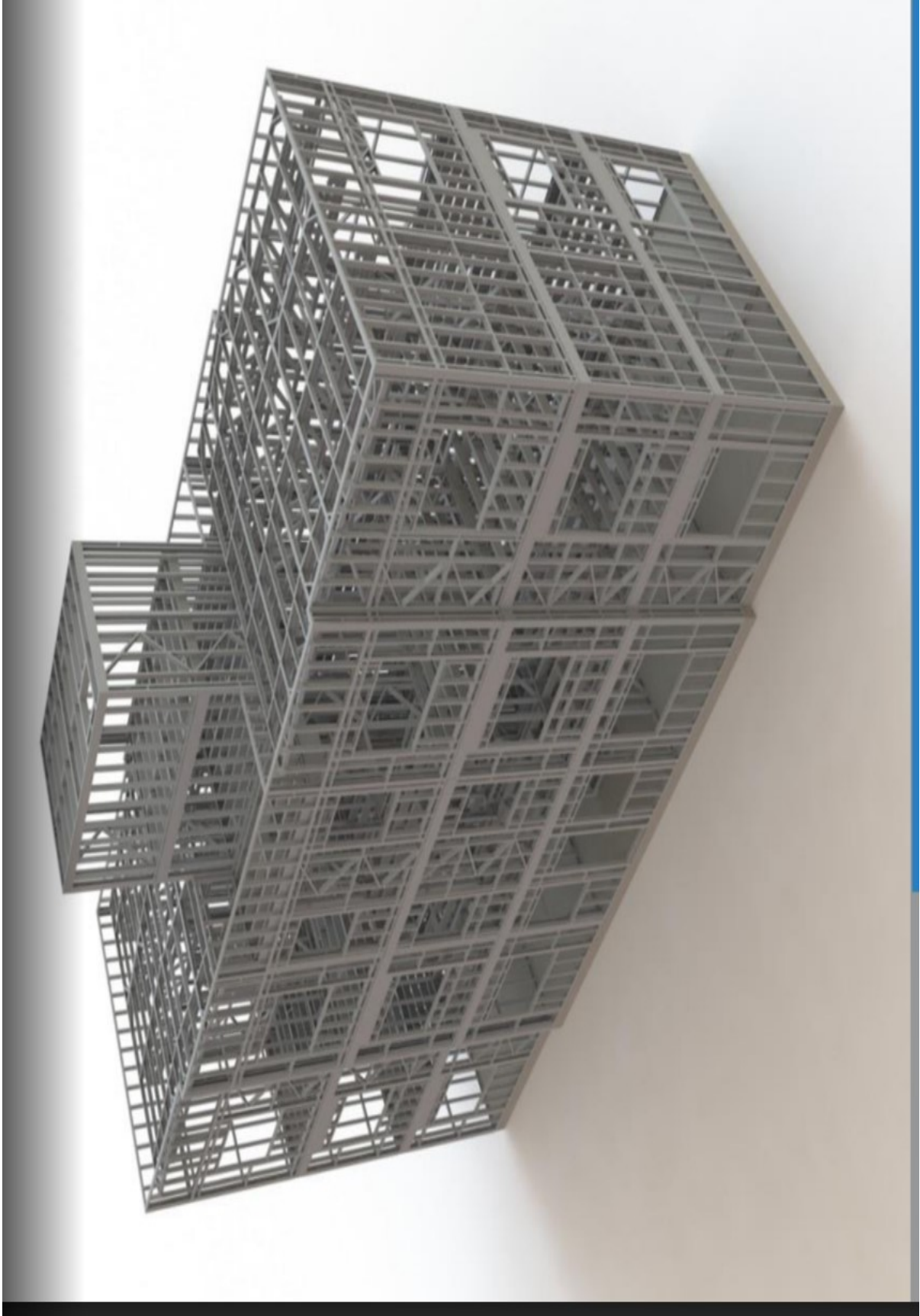
SEM ESCALA

DATA

OUTUBRO DE 2017

CONTEÚDO

ANEXO C – PROJETO ESTRUTURAL – *LIGHT STEEL FRAME*



DETALHE DE POSICIONAMENTO

Prever 10mm de folga para absorver folhas de concretagem em todo o perímetro externo.



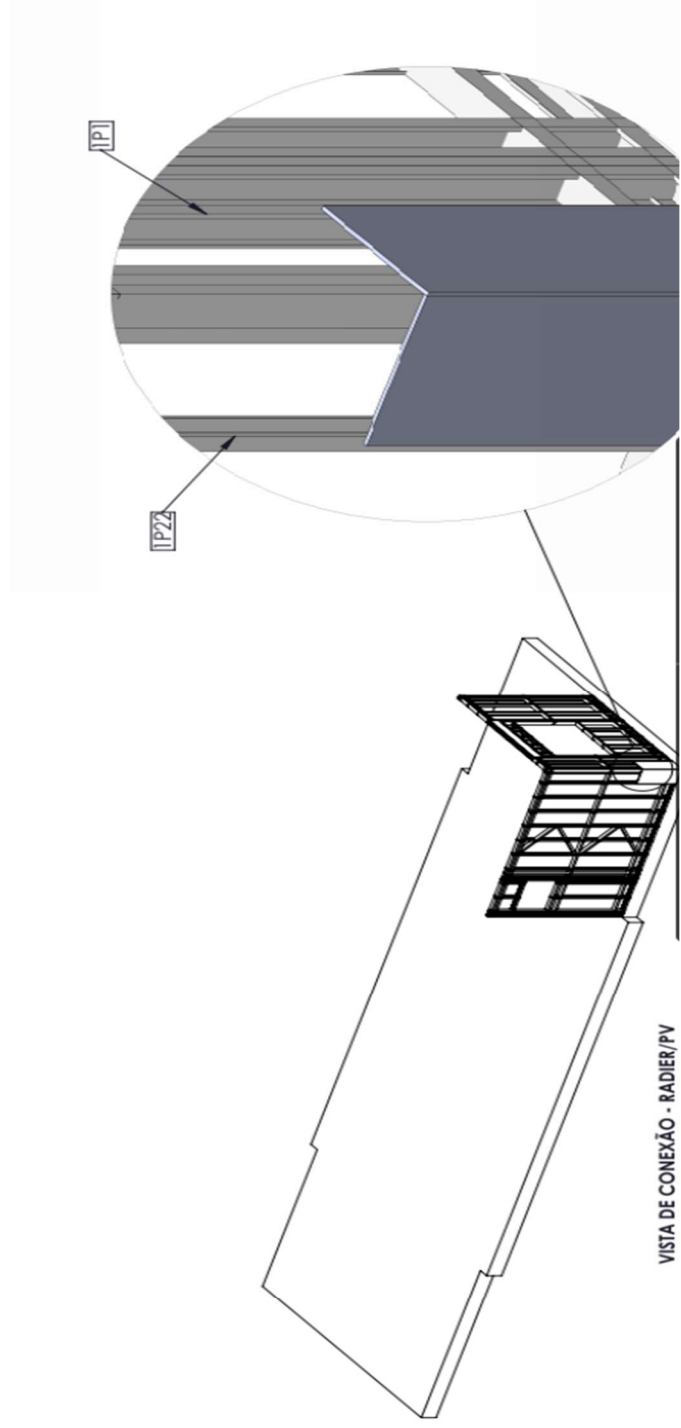
CONSIDERAÇÕES DE PROJETO

REVESTIMENTO EXTERNO E INTERNO

OSB 11,1 mm
Membrana Hidrófuga
Cimentícia
Perfil
OSB 9,5 mm
Gesso Acartonado 12,5 mm

CONEXÃO ENTRE OS PAINÉIS

Fixação de painéis com parafuso Cabeça Flangeada Porta Broca Autotarraxante 4,8x19mm



VISTA DE CONEXÃO - RADIER/PV

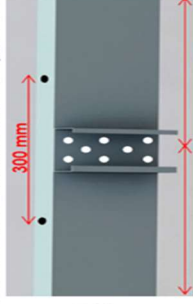
CONSIDERAÇÕES DE PROJETO

LAJE
OSB 18,3mm (Industrializado)
Execução de Contrapiso 30 mm (cliente)

LAJE TÉCNICA
OSB 18,3mm

NOTAS:

Fixação de painéis com parafuso Cabeça Flangeada Ponta Broca Autolavante 4,8 x 19mm



MONTAGEM DAS VIGAS "BOX"

- Parafusar as vigas de laje a cada 300mm na parte superior e inferior para formação do box;
- Fazer a fixação do enrijecedor com no mínimo 08 parafusos;

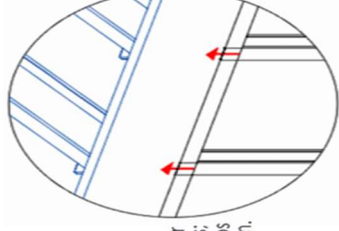
KIT TENSIONADOR SMART

- Alinhar as fitas com os enrijecedores;
- As fitas deverão ser previamente esticadas e furadas com e posteriormente com broca 5/16";
- Em seguida transpassar o parafuso pela fita e cantoneira;
- Tensionar com o uso da porca e contra porca;
- Utilizar um "Kit Tensionador SMART" em cada ponta da fita, totalizando 2 kits por cada tramo de fita.



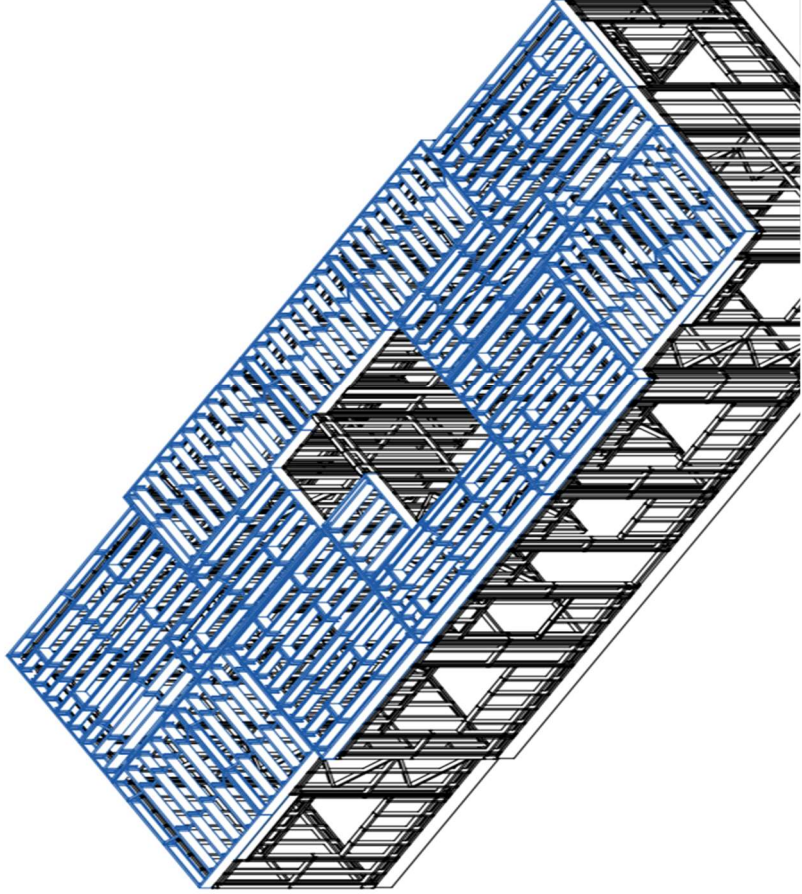
DETALHE VIGAS DE PISO

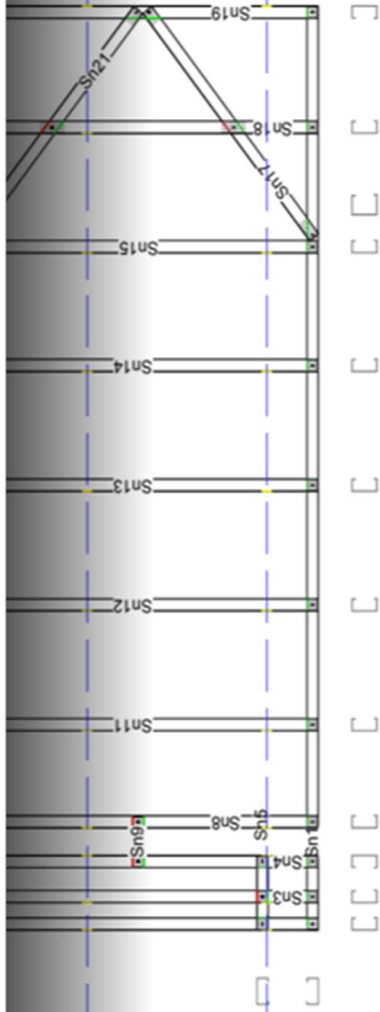
Local e parafusar as vigas de piso sobre os painéis, conforme a modulação e parafusando de baixo para cima



CUIDADOS NA MONTAGEM

- Os painéis e vigas de laje devem estar alinhados a modulação das paredes;
- Os painéis do pavimento superior deverão ser montados após o chapeamento da laje com a placa de piso - OSB 18,3mm.





Title:

PV1 # 0,95 - 1P10

Project:

Client:

51730

Job:

Date: 19/10/2017

