

FACULDADE DOCTUM
TÚLIO CÉSAR DE CARVALHO SANTOS

**SISTEMA CONSTRUTIVO INSULATED CONCRETE FORMS (ICF): ESTUDO DE
CASO
VIABILIDADE TÉCNICA , ECONÔMICA E SUSTENTABILIDADE NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Juiz de Fora
2020

TÚLIO CÉSAR DE CARVALHO SANTOS

**SISTEMA CONSTRUTIVO INSULATED CONCRETE FORMS (ICF): ESTUDO DE
CASO
VIABILIDADE TÉCNICA , ECONÔMICA E SUSTENTABILIDADE NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia de Conclusão de Curso,
apresentada ao curso de Engenharia
Ambiental, Faculdade Doctum de Juiz
de Fora, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil

Orientador (a): Prof^a Ma. Isabela Dianim
Berzoini

Juiz de Fora
2020

"Para quem só sabe usar martelo, todo problema é um prego."

- Abraham Maslow -

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

Santos, Túlio.

Sistema construtivo insulated Concrete Forms
(ICF): Estudo de caso / Túlio César de Carvalho Santos - 2020.
88f.

Monografia (Curso de Engenharia Civil) –
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. Construção Modular. 2. Insulating Concrete
Forms
I. Sistema construtivo insulated Concrete Forms (ICF):
Estudo de caso. II Faculdade Doctum Juiz de Fora

TÚLIO CÉSAR DE CARVALHO SANTOS

**SISTEMA CONSTRUTIVO INSULATED CONCRETE FORMS (ICF): ESTUDO DE
CASO
VIABILIDADE TÉCNICA , ECONÔMICA E SUSTENTABILIDADE NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia de Conclusão de Curso,
submetida à Faculdade Doctum de Juiz
de Fora, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil e aprovada pela
seguinte banca examinadora.

Prof. ou Prof^a. (Ma. Isabela Dianim Berzoini)
Orientador (a) e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. ou Prof^a. (MSc. Daniela Silva Santurio)
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. ou Prof^a. (Msc. Luis Gustavo Schroder e Braga)
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: ___/___/___.

AGRADECIMENTOS

Peço a Deus que me perdoe por dedicar esta monografia primeiramente a minha mãe Marina, que independentemente dos abismos da vida fez-se ponte. Em seguida, agradeço ao meu irmão João Marcos, apesar de mais jovem, meu exemplo.

A minha orientadora Prof^a. Ma. Isabela Dianim Berzoini, pela forma atenciosa, que ajudou a moldar este trabalho.

Agradeço a todos os professores que me presentearam com seus conhecimentos, não só profissionais mas também pessoais. De uma forma geral, a todos os colaboradores da faculdade Doctum, habilidosos em sustentar sorrisos, tornaram esta empreitada aconchegante. Em especial uma, que teve o dom incrível de transformar engenharia em poesia.

RESUMO

SANTOS, TÚLIO CÉSAR DE CARVALHO SANTOS. **SISTEMA CONSTRUTIVO INSULATED CONCRETE FORMS (ICF): ESTUDO DE CASO**. 88f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil. Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2020).

Com objetivo de ampliar o conhecimento sobre métodos construtivos mais eficientes e menos danosos ao meio ambiente, novos estudos e, por consequência, novas tecnologias surgiram. Com este intuito, desenvolveu-se o sistema construtivo ICF (Insulating Concrete Forms – Fôrmas para concreto armado) visando criar uma estrutura simples e inovadora que pudesse reduzir os desperdícios e custos de um empreendimento. Composto por fôrmas de EPS (Poliestireno Expandido) o sistema, além de ser facilmente montado, ainda apresenta notável desempenho térmico e acústico. Alicerçado neste contexto, o presente trabalho focou em esclarecer e demonstrar a aplicabilidade do método por meio de um estudo comparativo, de modo que os resultados contrapostos aos do sistema convencional resultassem em dados avaliativos. Com este estudo, pretende-se mostrar a viabilidade técnica do sistema ICF e os reais benefícios proporcionados.

Palavras-chave: Construção Modular. Insulating Concrete Forms. Fôrmas de EPS.

ABSTRACT

In order to expand knowledge about more efficient and less harmful construction methods to the environment, new studies and, consequently, new technologies have emerged. To this end, the ICF (Insulating Concrete Forms) construction system was developed to create a simple and innovative structure that could reduce the development waste and costs. The molds are composed of EPS (Expanded Polystyrene) the system, in addition to being easily assembled, still presents remarkable thermal and acoustic performance. Based on this context, the present work is focused on clarifying and demonstrating the method applicability through a comparative study, so that when the results are compared to those of the conventional system and generates evaluative data. This study aims to show the technical feasibility of the ICF system and the real benefits provided.

KEYWORDS: Modular Construction. Insulating Concrete Forms. Forms of EPS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Elementos estruturais do concreto armado -----	19
Figura 2 – Bloco estrutural -----	27
Figura 3 – Corte esquemático de uma laje radier -----	29
Figura 4 – Sapata corrida sob carregamento linear distribuído -----	30
Figura 5 – Fundação e primeira fiada -----	30
Figura 6 – Paredes esquadrejadas prontas para concretagem -----	31
Figura 7 – Corte para instalação elétrica e hidráulica -----	32
Figura 8 – Revestimento de formas -----	32
Figura 9 – Estrutura da cobertura montada -----	33
Figura 10 – Planta baixa -----	35
Figura 11 – Dimensões da forma AS100 -----	37
Figura 12 – Tipologia de parede convencional -----	37
Figura 13 – Gráfico ilustrando Razão Unitária de Produção diária -----	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de transmitância térmica -----	24
Tabela 2 – Classificação STC -----	25
Tabela 3 – Nível de desempenho -----	25
Tabela 4 – Comparativo de produtividade -----	34
Tabela 5 – Distribuição de áreas -----	36
Tabela 6 – Transmitância máxima de acordo com a NBR 15.575/2013 -----	38
Tabela 7 – Nível de desempenho acústico -----	38
Tabela 8 – Classificação STC -----	39
Tabela 9 – Orçamento estimado sistema convencional -----	43
Tabela 10 – Orçamento estimado sistema ICF -----	44
Tabela 11 – Estimativa de custos dos itens comuns aos dois sistemas -----	45
Tabela 12 – Comparativo de valores de transmissão térmica (U) -----	46
Tabela 13 – Comparação de consumo de ar condicionado -----	46
Tabela 14 – Comparativo transmissão sonora -----	47
Tabela 15 – Comparativo de produtividade -----	47
Tabela 16 – Comparativo de estimativas de custos -----	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CIB	Conselho Internacional da Construção
EPS	Poliestireno Expandido
EUA	Estados Unidos da América
ICF	Insulated Concrete Forms
ICFA	Associação de Formulários de Concreto Isolante
IPT-SP	Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – SP
NBR	Normas Técnicas
PBQPH	Programa Brasileiro da Qualidade e da Produtividade no Habitat
RUP	Razão Unitária de Produção
SIAC	Sistema de Avaliação da Conformidade
SINAP	Sistema Nacional de Pesquisa
STC	Classe de Transmissão Sonora

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
Ac	Área total da seção de concreto
As	Área da armadura longitudinal
B	Menor dimensão da secção do pilar
Cm	Centímetro
D'nT,w	Diferença Padronizada de Nível Ponderado
Dg	Tamanho máximo agregado
Fvd	Resistência do escoamento do aço da armadura longitudinal
H	Maior dimensão da secção do pilar
Hh	Homens hora
Kg	Quilograma
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
Mm	Milímetro
Nd	Esforço axial de compressão de cálculo
Ø	Diâmetro
°C	Grau Celsius
Rw	Redução Sonora
Sb	Espaçamento mínimo livre
Smin	Valor máximo
U	Transmitância térmica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivos específicos	15
1.2 Justificativa	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Sistema Construtivo Convencional	17
2.2 Histórico da Construção Modular	20
2.3 Sobre a Norma Desempenho NBR 15.575 (2013)	22
2.4 Desempenho Térmico	24
2.5 Conforto Acústico	24
2.6 Produtividade	26
2.7 Insulated Concrete Forms (ICF)	26
2.7.1 Origem do ICF (Insulated Concrete Forms)	27
2.8 Etapas Construtivas no Processo de Execução	28
2.8.1 Aspectos e fundação	28
2.8.2 Radier	29
2.8.3 Sapata corrida	29
2.8.4 Ancoragem das fôrmas de EPS	30
2.8.5 Estrutura	31
2.8.6 Instalações e revestimentos	31
2.8.7 Lajes e forros	33
2.8.8 Como medir a produtividade	33
3 METODOLOGIA	35
3.1 Dados do Projeto	35
3.2 Detalhamento dos Sistemas Construtivos	36
3.3 Desempenho Térmico	37
3.4 Conforto Acústico	38
3.5 Aferição da produtividade	39
4 RESULTADOS	41
4.1 Desenvolvimento do Cálculo e Custos	41

4.2 Descrição dos Sistemas Analisados	41
4.2.1 Sistema convencional em alvenaria armada	41
4.2.2 Superestrutura	42
4.2.3 Vedação	42
4.2.4 Revestimentos	42
4.3 Sistema ICF	42
4.3.1 Estrutura e vedação	42
4.3.2 Revestimentos	43
4.4 Detalhamento de Custos	43
4.4.1 Sistema convencional	43
4.4.2 Sistema ICF	44
4.4.3 Itens comuns aos dois sistemas	44
4.5 Análise dos Resultados	45
4.5.1 Desempenho térmico	45
4.5.2 Conforto acústico	47
4.5.3 Comparativo de produtividade	47
4.5.4 Comparativo dos custos	48
5 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICES	53
APÊNDICE 1 - PROJETO PADRÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	53
APÊNDICE 2 - DISPOSIÇÕES RELATIVAS ÀS ARMADURAS	54
APÊNDICE 3 – PILARES	58
APÊNDICE 4 – VIGAS	59
APÊNDICE 5 – ORÇAMENTO ESTIMADO SISTEMA CONVENCIONAL ...	62
APÊNDICE 6 – ORÇAMENTO ESTIMADO SISTEMA ICF	64
APÊNDICE 7 – DETALHAMENTO PILARES SISTEMA CONVENCIONAL .	73
APÊNDICE 8 – VIGAS	74
APÊNDICE 9 – TABELA CUSTO ITENS COMUNS AOS DOIS SISTEMAS	78

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil no Brasil vem passando por mudanças relacionadas às questões sustentáveis. Observa-se que a maneira de planejar e construir as cidades e suas respectivas infraestruturas precisa mudar. O ambiente construído não pode mais ser produzido e planejado sem que haja compromisso com o bem-estar, inovação e sustentabilidade, com vistas a atender às reais necessidades da população (CCPI, 2016). No entanto, nas edificações executadas no Brasil, o método construtivo mais adotado é o sistema convencional, onde utiliza-se estrutura de concreto armado e a vedação é executada com alvenaria (IPEA, 2012)

Desta forma, o setor da construção civil é responsável pelo consumo de 40% a 75% da matéria-prima produzida no planeta. Atualmente, o consumo de cimento é maior que o de alimentos e consumo de concreto, só perde para o de água (CCPI, 2016). Para cada ser humano, de acordo com Vahan Agopyan da escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em entrevista ao Globo Ciência (2014), são produzidos 500 quilos de entulho, o que equivale a 3,5 milhões de toneladas por ano. Esses dados fazem da construção civil a indústria mais poluente do planeta. A construção está entre as atividades que desempenham papel estratégico para o crescimento e a sustentabilidade econômica do Brasil. A importância dessa indústria se evidencia pelo impacto socioeconômico e por estar na base do desenvolvimento e aprimoramento da infraestrutura do país. As mudanças aceleradas no mundo revelam demandas importantes para a inovação de processos e produtos da indústria responsável por produzir o ambiente construído. (CCPI, 2016)

Diante disso, percebe-se que o principal desafio da indústria da construção civil atualmente é a sustentabilidade de modo eficiente. Para efeito de desempenho, em 2007, com a norma NBR 15575 que trata do desempenho de edificações habitacionais com o objetivo de garantir conforto, acessibilidade, vida útil da construção e segurança estrutural as construtoras e incorporadoras devem realizar suas edificações de acordo com padrões mínimos de qualidade. Apesar disso, espera-se o máximo gozo da tecnologia a fim de transformar a mínima

qualidade na qual nos encontramos, elevando o padrão que reconcilie a natureza com *habitat* humano.

Percebe-se que a implementação de medidas sustentáveis é urgente, visto que o processo atual de construção no Brasil não é mais adequado para a nossa realidade, e este é o momento de investir em novas formas de construção que promovam a melhoria de vida dos cidadãos em relação à qualidade, durabilidade, segurança de seu imóvel, como também desfazer mitos e abolir preconceitos (LUEBLE, 2004). Todavia, é comum que as empresas do ramo da construção se preocupem primordialmente com a economia na execução das obras, construir passa a ser uma questão de custo e controle de gastos. Com isso, no final da década de 1950 foi disseminado na Europa um novo método construtivo, utilizando fôrmas de Poliestireno Expandido (EPS) na construção civil. Buscando limitar o índice de construções destruídas devido à terremotos e à baixas temperaturas. Com a intenção de criar algo renovador, simples, de baixo custo, sustentável e autoportante, e que contribuíssem para o conforto-térmico e acústico do ambiente construído (ICF Builder Magazine, 2011).

Portanto, com o entendimento de que a engenharia deve sempre buscar aprimoramento, identificou-se que sistema construtivo *Insulated Concrete Forms* (ICF) apresenta inúmeras vantagens e possibilidades para o setor da construção, essas que consequentemente trariam melhores condições aos usuários, a saber: baixa condutividade termo/acústica, impermeabilidade, bem como a redução de prazos de execução de obras, grande eliminação de desperdícios, e um melhor aproveitamento de mão de obra. Com o entendimento que possíveis problemas possam acontecer, como: a demora no processo de colocação, execução correta de aplicação, custos da edificação e incidência de problemas patológicos, faz-se necessário a qualificação da mão de obra, mesmo o processo sendo aparentemente simples (LUEBLE, 2004).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Demonstrar a viabilidade técnica, econômica e de sustentabilidade do sistema construtivo *Insulated Concrete Forms* (ICF) para o setor de construção civil brasileiro, adotando como parâmetro a norma de desempenho NBR 15575.

1.1.2 Objetivos específicos

Realizar pesquisa sobre o sistema construtivo *Insulated Concrete Forms* (ICF), descrevendo suas etapas desde a fase inicial de projeto até a finalização da obra.

Levantar dados sobre o custo benefício do sistema construtivo ICF e o sistema construtivo convencional no Brasil;

Realizar análise comparativa entre o uso do sistema construtivo ICF e o sistema construtivo convencional, a partir da norma de desempenho NBR 15575, no projeto de uma residência unifamiliar.

1.2 Justificativa

A indústria da construção civil é um dos setores que mais geram resíduos poluentes e consomem recursos do planeta. De acordo com CIB (Conselho Internacional da Construção), 2018, a indústria da construção é o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma excessiva, conseqüentemente, gerando notáveis danos ambientais. Nessa conjuntura, assumindo um compromisso com conhecimento científico a serviço do conforto e desenvolvimento da humanidade, profissionais dessa área buscaram alternativas mais eficientes ao equilíbrio ecológico. Em busca de novos métodos construtivos que pudessem reduzir os impactos ambientais e usar de maneira mais eficiente os recursos energéticos, desenvolveu-se o sistema ICF.

O sistema construtivo ICF é comumente empregado em países como Estados Unidos da América (EUA), Canadá e no continente Europeu. Nestes

lugares é muito amplo o conhecimento a respeito das inúmeras vantagens que o ICF oferece, bem como a sua industrialização, racionalização de material, reciclagem, rapidez de execução e a alta redução de impactos ambientais e proveniente conforto térmico e acústico. (ICF Builder Magazine, 2011)

Sua utilização no Brasil, é relativamente recente, de modo que a quantidade de obras realizadas com este sistema construtivo ainda é pouco significativa. Deste modo, dispõe-se de poucas informações sobre suas potenciais aplicações e dos obstáculos enfrentados para sua implementação e disseminação na construção civil brasileira. (ICF Builder Magazine, 2011)

Salvo do conhecimento das vantagens proporcionadas pelo sistema construtivo ICF em aplicações fora do país, compreende-se que a consciência de que inovações devem ser adequadas ao local, clima, viabilidade econômica e ser compatível com condicionantes nacionais. Deste modo, o estudo de caso realizado neste trabalho, buscará apresentar informações detalhadas a respeito da construção de um empreendimento residencial unifamiliar, empregando o sistema ICF.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A engenharia está sempre buscando alternativas construtivas. É fato, que diante de um mercado tão exigente e competitivo as reduções no custo de materiais e mão-de-obra e as soluções racionais para o desperdício e otimização dos insumos são imprescindíveis para atender as necessidades do homem e as exigências da sociedade. (FERNANDES; SILVA FILHO, 2010).

Aborda-se, neste capítulo, uma análise dos sistemas construtivos em concreto armado convencional e o sistema industrializado ICF que utiliza fôrmas ou blocos em EPS (poliestireno expandido), explicando-se seus métodos, aplicações, as vantagens e as limitações de cada sistema.

2.1 Sistema Construtivo Convencional

O primeiro registro da utilização de concreto-armado foi na França, no ano de 1852. Nesta obra foram usadas vigotas para pequenas lajes, dando início assim ao método construtivo mais executado no século XX. (CLIMACO, 2008). No Brasil, as primeiras edificações usando “cimento armado”, como era conhecido na época, foram no estado do Rio de Janeiro, no início do século XX. Porém, as empresas começaram a se especializar na utilização deste sistema para a construção civil por volta de 1920. (VASCONCELOS, 2008).

Desde então, o método construtivo do concreto armado com fechamento em alvenaria de vedação em blocos cerâmicos é o mais difundido na cultura brasileira, por isso é considerado o método construtivo convencional. Segundo Bortolotto (2015), diante de uma perspectiva cultural, a construção com alvenaria, aparentemente, possui maior durabilidade. Todavia, diante dos avanços tecnológicos essa crença se tornou questionável. Pois, entende-se que apenas as características viáveis em seu baixo custo não são suficientes para justificar a falta de isolamento térmico e acústico, a qual proporciona alta condutividade térmica além de ser possuidora de índices de desperdícios extremamente elevados.

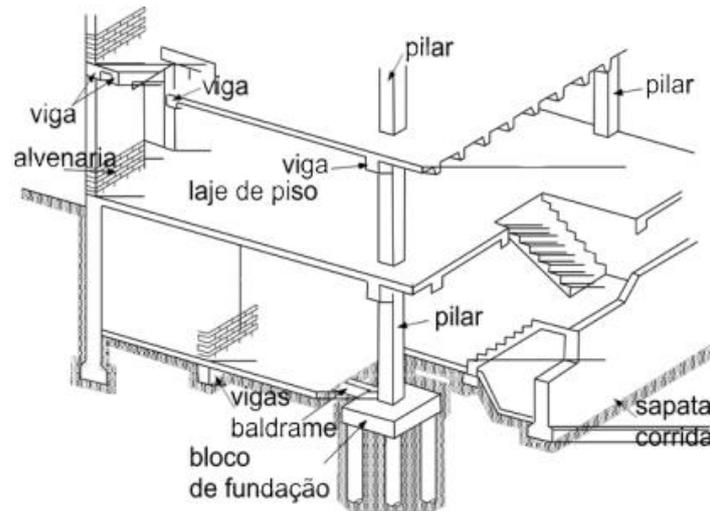
O concreto é um material composto, constituído por cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (pedra ou brita). Pode também conter adições e aditivos químicos, com a finalidade de melhorar ou modificar suas

propriedades. O mesmo possui alta resistência à compressão e baixa resistência à tração, (em média 10% da sua resistência à compressão). Por esse motivo, junta-se ele a outro material que resista as tensões de tração atuantes. Diante disto, surge o concreto armado, sendo a união de concreto e aço em que as barras da armadura absorvem as tensões de tração e o concreto absorve as tensões de compressão. (BASTOS, 2014).

Em regra, na construção de um elemento estrutural em concreto armado, as armaduras de aço são previamente posicionadas na fôrma, em seguida o concreto fresco é lançado para preencher a fôrma, quando simultaneamente se realiza o adensamento do concreto, que deve envolver e aderir às armaduras. Após a cura e outros cuidados com o endurecimento do concreto, a fôrma pode ser retirada e assim origina-se a peça de concreto armado (BASTOS, 2014). Esses elementos são classificados em lineares e de superfície. Para ser considerado elemento linear, o mesmo deve apresentar a seção longitudinal no mínimo três vezes maior que a dimensão da seção transversal, dentro desse grupo estão os pilares e vigas. Para ser classificado como elemento de superfície é necessário ter sua espessura pequena em comparação às larguras, exemplificando as lajes. (NBR 6118/2014)

Dessa forma, o método construtivo convencional é o sistema construtivo onde toda a carga da estrutura é absorvida pelas lajes, vigas, pilares e a fundação. As paredes não possuem nenhuma função estrutural, de todo modo não são autoportantes e servem apenas como fechamento e vão de separação de ambientes internos, conforme a Figura 1. Esse método é considerado como sistema artesanal, pois necessita assentar um bloco por vez diante da linha da parede. É um sistema mais lento e que necessita de maior quantidade de mão de obra por metro quadrado comparado a qualquer sistema pré-moldado, para executar a mesma metragem pelo mesmo período de tempo. (SANTIAGO, 2010)

Figura 1: Elementos estruturais do concreto armado



Fonte: Alva (2007)

Segundo Bortolotto (2015), a estrutura de concreto armado moldado *in loco*, a despeito de ser um dos processos mais econômicos do país, apresenta elevada quantidade de mão de obra e desperdícios se comparados a métodos construtivos modulares como o *Insulated Concrete Forms* (ICF), ou com outros sistemas modulares. Análogo a isso, Hass e Martins (2011), acrescenta que isso ocorre devido a todas as etapas da construção serem *in loco* tornando a execução da obra consideravelmente mais demorada.

Observa-se que a atenção com as questões ambientais e a necessidade de se buscar alternativas mais sustentáveis para o setor de construção civil, comprova que os processos construtivos devem se tornar mais eficientes e racionalizados. Ainda assim, o sistema construtivo tradicional oferece certas limitações, pois é de difícil reaproveitamento determinadas matérias primas quando ultrapassam sua vida útil, além de que a produção dos blocos cerâmicos serem extremamente nocivos ao meio ambiente (GONÇALVES, 2013).

Diante disso, mesmo apresentando vantagens econômicas em sua utilização, o mesmo se encontra em um patamar tecnológico inferior em relação aos demais sistemas construtivos, baixos níveis de impermeabilização, condutividade térmica alta, patologias futuras em decorrência das mudanças

climáticas, sendo assim é necessário aumentar o nível de industrialização e racionalização dos processos envolvidos. (GONÇALVES, 2013).

2.2 Histórico da Construção Modular

De acordo com Gonçalves (2013), a construção modular é um conceito que se forma em alguns séculos atrás. Correlato a isso, Bregatto (2008) admitia que, desde a cultura Egípcia, ao povo Grego e aos Romanos, a utilização do sistema em módulo, como unidade padrão, vem sendo adotada. Mais recentemente desde o início do século XX, em que a forma mais científica foi estudada e melhorada para aplicação à construção e arquitetura moderna. Ao longo de todo esse tempo tem vindo a sofrer várias evoluções, sobretudo relacionadas aos fatores sociais e econômicos.

A técnica de construção do sistema ICF foi desenvolvida pela primeira vez na Europa após a Segunda Guerra Mundial como uma forma barata e duradoura de reconstruir estruturas danificadas. As primeiras fôrmas de poliestireno ICF foram desenvolvidas no final da década de 1960 com a expiração da patente original e o advento dos modernos plásticos de espuma. O empreiteiro canadense Werner Gregori arquivou a primeira patente para uma fôrma de concreto de espuma em 1966, semelhante aos blocos de ICF comercializados atualmente (PIERSON, 2018).

Vale ressaltar que foi a partir da Revolução Industrial que novos materiais foram surgindo no mercado, como: aço, ferro fundido, vidro, EPS (poliestireno expandido), concreto armado, incorporados aos já tradicionais como pedra, tijolo cerâmico e madeira. Além disso, houve o avanço, exponencial, para época, de novas tecnologias que possibilitaram o desenvolvimento de novas ferramentas construtivas fazendo com que tarefas antes não realizadas fossem possíveis, trazendo maior produtividade no canteiro de obras (BRUNA, 1976).

Atualmente, segundo Modular Construction Solutions (2012), a construção modular tem evoluído consideravelmente. Entende-se que muito dessa evolução coincide com aumento da inovação e qualidade dos materiais utilizados, além dos equipamentos de auxílio. No que diz respeito ao método de construção e aos materiais utilizados ao nível estrutural, existem várias soluções para a construção modular, sendo elas em madeira, aço ou concreto. O tempo de construção desse tipo de habitações ou empreendimentos pode variar entre dez dias e a seis meses, dependendo claro do sistema modular a ser utilizado.

No que se refere ao método de construção e aos materiais utilizados ao nível estrutural, existem várias soluções para a construção modular, por exemplo; permite-se que sejam erguidos ao mesmo tempo pisos, paredes, tetos e cobertura o que, no método convencional é impossível, visto que apenas é possível iniciar uma fase concluindo a anterior.

Considera-se a construção modular o método construtivo do futuro, o qual apresenta elevadas vantagens em comparação ao sistema construtivo convencional. Segundo Gonçalves (2013), essas vantagens são:

- Custo reduzido pelo fato de serem pré-fabricadas, e pela redução de tempo de construção, diminuindo assim a mão-de-obra e seu custo, inflacionando o preço na construção convencional;
- Tempo de construção reduzido;
- Prazo de execução de 1 a 6 meses, dependendo do porte do empreendimento;
- Eficiência energética superior, diminuindo consideravelmente o consumo de energia;
- Aspectos de montagem são controlados em fábrica;
- Método construtivo não sujeito a problemas e defeitos, pois atende as normas regulamentadoras;
- Fixação do preço total da habitação ou empreendimento antes do início da obra, o que ocasiona a não variação de valores de mercado ou acréscimos de trabalho;
- Possibilidade de construção em condições climáticas adversas;
- Redução drástica dos resíduos produzidos.

De fato, também apresenta algumas desvantagens, como:

- Possibilidade do não financiamento da obra;
- Menor flexibilidade criativa;
- Distância entre a fábrica e o local da obra, gerando possíveis gastos com transportadoras até o local de implantação;
- Aceitação da sociedade em ser uma solução construtiva do futuro.

Segundo Lawson (2007), um fator importante na aquisição de habitações ou empreendimentos, é o conforto. Seja ele térmico, acústico ou sustentável. No que tange este campo, o sistema de construção modular apresenta características que, na maioria das vezes, supera a construção convencional. Estas características são possíveis graças ao vasto leque de materiais, que podem ser utilizados, seja ao nível de isolamento do ambiente (térmico e acústico), seja ao

nível de automatização da habitação ou empreendimento, além da garantia de redução de gastos com energia, aumentando a eficiência energética do mesmo em questões como geração da própria energia proveniente do sol, como a economia por fatores térmicos ou por fontes de iluminação natural (LAWSON, 2007).

2.3 Sobre a Norma Desempenho NBR 15.575 (2013)

No Brasil, a discussão a respeito da qualidade nas edificações foi tratada tardiamente em relação aos países desenvolvidos. O Governo Federal criou em 2000 o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras na Construção Civil (SIAC), que fazia parte do Programa Brasileiro da Qualidade e da Produtividade no Habitat (PBQPH). Ele é descrito no sítio oficial do PBPQH (PBQP-H, 2015) como:

Idealizada a pedido da Caixa Econômica Federal para auxiliar na qualidade de edifícios de interesse social, contudo com a abrangência dos conceitos, a norma se estendeu a todos os edifícios residenciais. Criou-se a necessidade de se avaliar o desempenho das edificações, o que levou vários setores da construção civil a colaborar com o estudo para existência e efetivação da nova norma de desempenho. No Brasil, o desempenho das construções começou a estar na pauta de discussão a partir da década de 1980, fortemente ligado à habitação, tendo em vista o significativo aumento do déficit habitacional e suas consequências, como: construções irregulares e favelas (Serra, 1989; Maricato, 1999). Segundo Borges (2008), foi nessa época que o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo publicou “Critérios mínimos de desempenho”, que consiste, basicamente, num dos primeiros documentos sobre desempenho para avaliação dos sistemas construtivos de habitações no Brasil.

Efetivamente, mais tarde, a discussão a respeito da qualidade nas edificações foi regularizada pelo Governo Federal. Criou-se em 2000 o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras na Construção Civil (SIAC), que fazia parte do Programa Brasileiro da Qualidade e da Produtividade no Habitat (PBQP-H). Este programa, ainda é vigente em território nacional, tem como objetivo a certificação de empresas do setor. Esta certificação não é obrigatória, porém traz diversas vantagens para as empresas cadastradas. Alguns bancos indicam como requisito esta certificação para a liberação de algumas

linhas de crédito para as construtoras, mas a vantagens vão além disso pela necessidade de seguir diretrizes de controle de material e redução no desperdício. Apesar destas vantagens ainda existe uma certa resistência das empresas, principalmente de pequeno porte na adesão do programa. (SANTOS, 2014)

Com objetivo de promover a garantia do atendimento de requisitos mínimos de desempenho em edificações de qualquer porte e características, em fevereiro de 2013 foi publicada pela a ABNT a NBR 15575 - "Edificações Habitacionais - Desempenho". O diferencial da norma de desempenho é que deve ser seguida por todas as empresas no setor da construção civil, garantindo que as edificações atendam aos requisitos mínimos de desempenho. Ao atribuir responsabilidades a incorporadores, construtores, projetistas, fornecedores e usuários, a norma também suscita uma série de dúvidas, não apenas sobre aspectos técnicos, como também jurídicos. As normas técnicas têm natureza diferente das normas jurídicas, e adquiriram força obrigatória devido a leis que assim as determinam. É o caso, por exemplo, do Código de Defesa do Consumidor, que considera abusivo colocar no mercado produtos em desacordo com as normas técnicas oficiais ou da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A norma ABNT NBR 15.575:2013, tem sido exigida desde julho de 2013 e inseriu uma série de conceitos na normatização brasileira, como o comportamento em uso dos componentes e sistemas das edificações e a vida útil dos sistemas construtivos, dentre outros. Ao atribuir responsabilidades a incorporadores, construtores, projetistas, fornecedores e usuários, a norma também suscita uma série de dúvidas, não apenas sobre aspectos técnicos, como também jurídicos. As normas técnicas têm natureza diferente das normas jurídicas, e adquiriram força obrigatória devido a leis que assim as determinam. É o caso, por exemplo, do Código de Defesa do Consumidor, que considera abusivo colocar no mercado produtos em desacordo com as normas técnicas oficiais ou da Associação Brasileira de Normas Técnicas. (CORDOVIL, 2013)

A norma é dividida em seis partes, nas quais cada uma estabelece requisitos para um sistema diferente. Estes capítulos são divididos em:

- a) ABNT NBR 15575-1 – Parte 1: Requisitos Gerais;
- b) ABNT NBR 15575-2 –Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- c) ABNT NBR 15575-3 – Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;

d) ABNT NBR 15575-4 – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;

e) ABNT NBR 15575-5 – Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;

f) ABNT NBR 15575-6 – Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

2.4 Desempenho Térmico

O desempenho térmico de edificações é definido pelas respostas da estrutura a ação do clima pelo lado externo e também de fontes de calor internas geradas em função do uso. A avaliação desse desempenho é baseada na verificação das condições internas do ambiente, verificando-se as exigências de conforto térmico dos usuários, podendo ser considerado como o consumo de energia necessário para climatizar o ambiente (VITTORINO, 2005).

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), a transmissão de calor pode ser dividida em três fases, a primeira consiste na troca de calor com o meio exterior, que ocorre por convecção e radiação. Na segunda fase, ocorre à condução através do fechamento pela diferença de temperatura da superfície externa e interna, promovendo a troca de calor entre elas. Já a terceira fase é a troca de calor com o meio e as trocas térmicas voltam a ser por convecção e radiação.

A norma de desempenho térmico NBR 15575 (2013) nos dá os valores máximos e mínimos que podem ser considerados aceitáveis no interior da edificação para as regiões climáticas brasileiras, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela1: Valores de transmitância térmica.

Transferência Térmica (U) W/m ² .K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	αa ≤ 0,6	αa > 0,6
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5

αa = α é a absorptância à radiação solar da superfície externa da parede

Fonte: NBR 15575 (2013)

2.5 Conforto Acústico

De fato, percebe-se um aumento da poluição sonora ao decorrer dos anos. Segundo Beutel (2016), o desconforto provocado por ruídos intensos pode agravar sintomas relacionados à ansiedade, à instabilidade emocional, às alterações de humor, ao estresse e ao nervosismo. Diante dessa situação, o sistema construtivo ICF é uma opção extremamente eficaz na diminuição dessas agressões sonoras. Em concordância com isso, Path (2002), desenvolveu um estudo sobre a capacidade de uma parede atenuar a transmissão de um ruído para dentro de um ambiente criando, de forma empírica, uma classificação. Essa classificação, conhecida com Classe de Transmissão Sonora (STC), é usada para comparações e controle de ruído ou quantificar a privacidade gerada pelo método construtivo utilizado. Conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2: Classificação STC.

Classificação STC	Privacidade
25	Fala normal facilmente entendida
30	Fala normal ouvida, mas não entendida
35	Alto discurso ouvido e pouco entendido
40	Discurso alto ouvido, mas não entendido
45	Fala alta, mal ouvida
50	Grito mal ouvido
55	Grito não ouvido

Fonte: Costs and benefits of ICF for residential construction, 2002.

Ainda em relação ao desempenho acústico, a NBR 15.575/2013 define dois critérios de avaliação: a Diferença Padronizada de Nível Ponderado entre Ambientes ($D'nT,w$), obtido em campo, e o Índice de Redução Sonora (R_w), obtido em laboratório. Para ambos os critérios, são estabelecidos três níveis de desempenho para diferentes situações: mínimo, intermediário e superior, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Nível de desempenho

Elemento construtivo	Desempenho	R _w (dB)	D' nT,w (dB)
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	Mínimo	45 a 49	40 a 44
	Intermediário	50 a 54	45 a 49
	Superior	≥ 55	≥ 50
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um de os ambientes ser dormitório	Mínimo	50 a 54	45 a 49
	Intermediário	55 a 59	50 a 54
	Superior	≥ 60	≥ 55

Fonte: ABNT, (2013)

2.6 Produtividade

Com o cenário econômico atual, marcado pela recente crise e pelo aumento da competição, as construtoras e incorporadoras, que buscam cada vez mais diminuir os custos e os prazos, devem prezar pela eficiência nos processos construtivos, a fim de diminuir desperdícios e otimizar o tempo dos colaboradores durante as obras. Segundo Costa (2003), a noção dos índices de perdas e produtividade são um fator determinante para o sucesso das construtoras.

Dórea e Souza (1999) afirmam que, ao se tratar de qualidade, competitividade e produtividade, o principal objetivo é a redução dos custos do processo produtivo para aumentar o lucro. Juntando-se mão de obra e materiais, tem-se uma representatividade quase completa no que se refere aos custos de uma edificação. Souza (1996) afirma que a mão de obra é o “recurso de mais difícil controle”, o que destaca ainda mais a importância da economia desse recurso.

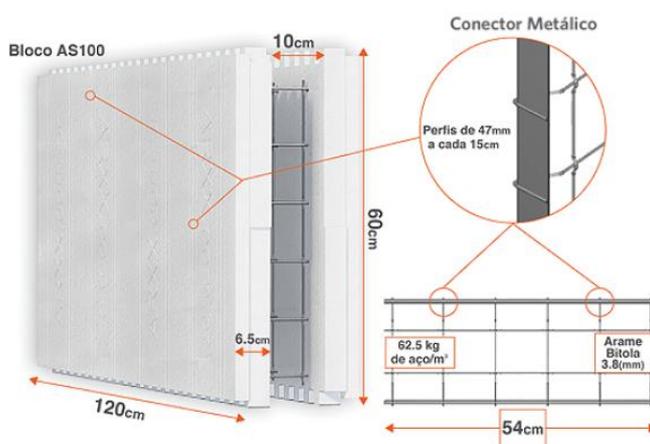
Logo, entende-se como mão de obra todo trabalho manual realizado necessário à execução de um serviço. Em concordância com isso, Souza (2013), aponta que o custo da mão de obra representa, algo em torno de 50% do custo de execução de uma obra. Diante disso, deve-se atribuir à hora de cada insumo de mão de obra, o custo que ele realmente representa para a empresa. Porém, este custo, considerado como direto, não deve ser entendido como salário base, pois seu valor é consideravelmente superior, dado que além do salário base está remuneração é composta por diversos encargos sociais e trabalhistas (MATTOS, 2006)

2.7 Insulated Concrete Forms (ICF)

ICF (*Insulated Concrete Forms*) é uma tecnologia utilizada na construção civil que resulta em obras mais rápidas, mais eficientes e com alta segurança estrutural, que utiliza Formas Termoacústicas para Concreto Armado. Os blocos são constituídos por dois painéis em (EPS), de alta densidade, unidos por ligações de aço ou plástico resultando em formas, que posteriormente são preenchidas com concreto tornando a estrutura autoportante. Essa tecnologia é largamente utilizada em vários países do mundo há mais de 40 anos, sendo conhecida como uma das mais seguras e eficientes, dentre todas as tecnologias utilizadas na construção civil. (NEXT GROUP, 2017)

Na Figura 2, é ilustrado a anatomia de um bloco de *Insulated Concrete Forms* (ICF), constituída de dois painéis de EPS em conjunto com densidade de 25kg/m^3 . No caso da imagem, trata-se de um bloco com função estrutural; por esse motivo os suportes de ligação entre as formas são de aço galvanizado a cada 15cm, criam pontos de fixação mecânica que suportam uma força de arranque de até 268kg/cm^2 . As dimensões do bloco são de 120cm (centímetros) de comprimento por 60cm (centímetros) de altura e 6,5cm (centímetros) cada face do bloco. A espessura do centro preenchida com concreto auto adensável ou concreto usinado é de 10 cm (centímetros). Os suportes estruturais são considerados no cálculo estrutural das paredes 15.1kg/m^3 , reduzindo a quantidade de aço CA50 de reforço.

Figura 2: Bloco estrutural



Fonte: Arxx 2019.

2.7.1 Origem do ICF (*Insulated Concrete Forms*)

Embora seja considerada uma tecnologia nova, o EPS (poliestireno expandido), popularmente conhecido como Isopor, criado pelos químicos Fritz Sta Sny e Karl Buchholz, em 1949, na Alemanha, utilizando polímeros e monômeros de estireno, fabricados a partir do petróleo, que ao serem misturados com gases se expandem e formam o poliestireno. O sistema construtivo ICF (*Insulated Concrete Forms*), segundo Jesus e Barreto (2018), teve origem na Europa como uma forma barata e duradoura de reconstruir estruturas após a Segunda Guerra Mundial. Nessa época foi registrada a primeira patente registrada por August Schnell e Alex Bosshard na Suíça, no caso; utilizavam resíduos de madeira como material isolante. Foi por volta de 1960, com a expiração da patente de Durisol, que as primeiras fôrmas de EPS surgiram. (PIERSON, 2018).

Após esse período, surgiu no Canadá a primeira patente para uma forma autoportante de concreto e espuma, desenvolvida pelo empreiteiro Werner Gregori. Apesar de ser rudimentar para os dias atuais era extremamente inovadora para época, suas dimensões eram de 16 polegadas de altura por 48 polegadas de comprimento, com ranhuras internas, aço entrelaçado e um núcleo que se assemelhava a um waffle (ICF Builder Magazine, 2011). Desde então, houve uma forte adoção desse sistema construtivo em países evoluídos. Segundo Pierson (2018), na década de 90 foi criada a Associação de Formulários de Concreto Isolante (ICFA), que alegava que o sistema construtivo ICF tornará o preferido na América do Norte.

Diante disso, em 1998 o sistema chega ao Brasil. De acordo com suas características construtivas tratava-se de um avanço para concepção de sistemas em concreto e alvenaria de vedação. Com objetivo de promover o novo método construtivo foram feitos testes avaliativos no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – SP (IPT-SP) e pela Universidade de Campinas (Unicamp), os quais foram, consideravelmente, satisfatórios. Estas avaliações feitas por instituições reconhecidas foram extremamente importantes para disseminação, ainda que modesta, do sistema construtivo ICF. (JESUS, 2018)

2.8 Etapas Construtivas no Processo de Execução

Nesse item serão explicadas as etapas do processo construtivo com formas termoacústicas para paredes de concreto utilizando como método construtivo o sistema ICF.

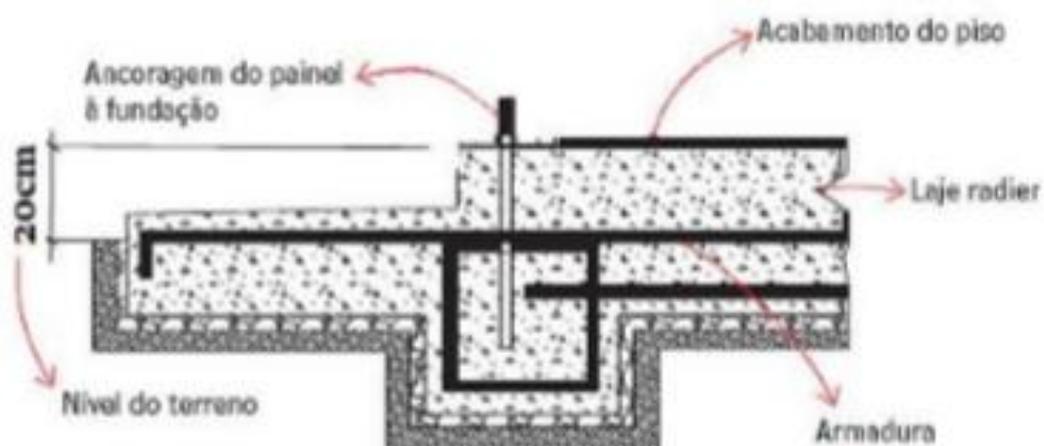
2.8.1 Aspectos e fundação

A fundação é a parte da edificação que absorve os esforços da superestrutura e o transmite ao solo. O sistema ICF aceita qualquer tipo de fundação para a execução de uma obra. Recomenda-se, porém, por se tratar de um sistema autoportante, o uso de fundações rasas, como: radier e sapata corrida. Essas facilitam o posicionamento e a colocação das formas. (ORÇATTI, 2016)

2.8.2 Radier

Segundo a NBR 6122/2010 o radier é um elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos, podendo receber apenas uma parte dos pilares desde que receba mais do que 70% das cargas da estrutura, exemplificado em corte esquemático na Figura 3.

Figura 3: Corte esquemático de uma laje radier

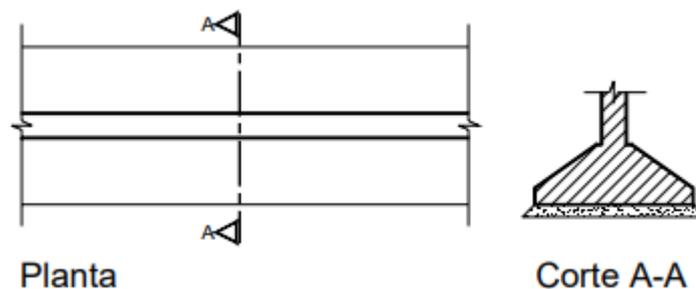


Fonte: FREITAS; CASTRO, 2006.

2.8.3 Sapata corrida

De acordo com a NBR 6122/2010, sapata corrida é Sapata sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente ou de três ou mais pilares ao longo de um mesmo alinhamento, desde que representem menos de 70% das cargas da estrutura, exemplificado em planta na Figura 4.

Figura 4: Sapata corrida sob carregamento linear distribuído



Fonte: UFSM (2007)

2.8.4 Ancoragem das fôrmas de EPS

A ancoragem é realizada após a execução da fundação, de modo que será deixado barra de aço de aço CA60 intercalados a cada 30cm (centímetros), os quais terão função de arranque, conforme Figura 5. As bitolas usadas serão definidas pelo engenheiro estrutural responsável pela obra. Em seguida, inicializa-se a primeira fiada. (GONÇALVES 2013)

Figura 5: Fundação e primeira fiada



Fonte: ICF Specialis (2016)

O dimensionamento da ancoragem é realizado segundo cálculo estrutural do engenheiro responsável pela obra, de modo a atender as solicitações que ocorrem na estrutura.

2.8.5 Estrutura

De acordo com Orçati (2016), inicia-se a montagem pelos cantos em direção ao centro, mantendo os blocos nivelados, alinhados e esquadrejados. As formas são simétricas, o que proporciona possibilidade de reversão, com isso não há distinção de lados como esquerdo e direito. O método de montagem da estrutura consiste em intercalar as formas de EPS, que possuem encaixe tipo macho-fêmea. Após a conclusão da primeira fiada, inicia-se a colocação das demais, juntamente com aços na horizontal a cada 30cm, de acordo com projeto de cálculo estrutural. Delimitando os espaços de portas e janelas com esquadrias pré-montadas ou cavaletes, em madeira ou EPS. Feito isso, inicia-se a concretagem com bombeamento de concreto usinado, representado na Figura 6.

Figura 6: Paredes esquadrejadas prontas para concretagem



Fonte: ICF Specialis (2016).

2.8.6 Instalações e revestimentos

Segundo Orçati (2016), “As instalações elétricas e hidráulicas se encaixam em aberturas executadas com qualquer ferramenta de corte, na superfície das fôrmas de EPS, [...]” ficando embutida na parede, essa é uma operação rápida e

fácil. O próprio instalador dos blocos, sabendo dos trajetos de instalação, pode realizar essas aberturas com auxílio de algum aparelho de corte ou soprador de ar quente. Como demonstrado na Figura 7.

O corte é realizado de forma fácil com uma ferramenta de corte adequada ou faca quente, pelo próprio eletricitista e pelo próprio encanador.

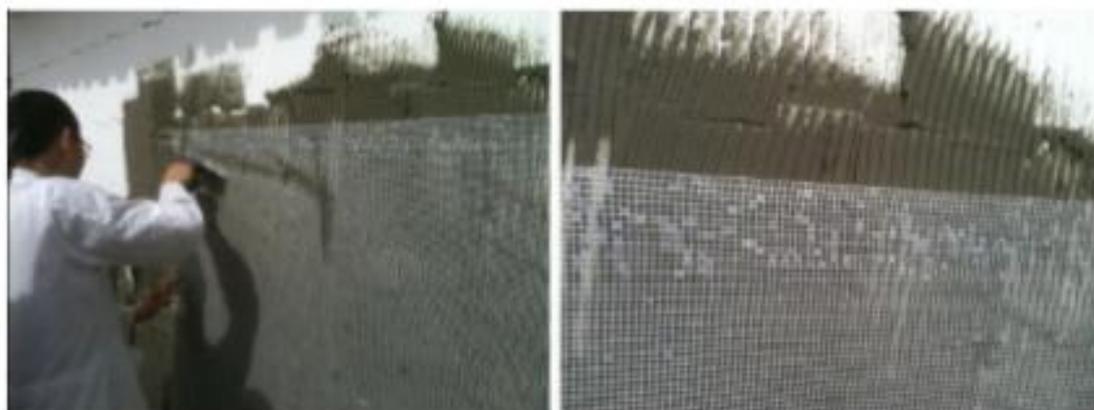
Figura 7: Corte para instalação elétrica e hidráulica



Fonte: ARXX (2019)

Vale ressaltar que tubulações com diâmetro superior a 100 mm (milímetros) deverão ser colocadas externas às formas em locais destinados, conforme projeto, à passagem desses dutos (Shaft's). Terminada essa fase, prossegue-se com revestimento das paredes, as quais serão chapiscadas com argamassa de cimento colante e resina polimérica projetada sobre tela de poliestireno (PVC) de alta densidade. Nas paredes internas, dispensa-se o uso da tela de poliestireno, podendo ser usado diretamente argamassa colante com resina polimérica, representado na Figura 8. (ICF CONSTRUTORA INTELIGENTE, 2017)

Figura 8: Revestimento de formas



Fonte: Canteiro de obras ICF inteligente (2017)

2.8.7 Lajes e forros

O sistema ICF usa o sistema convencional de cobertura, ou seja, as estruturas são formadas de elementos comuns, podendo ser executado em painel, lajotas cerâmicas e vigas triplicadas ou blocos de EPS, fazendo com que exista uma ligação rígida. No caso de treliças pré-moldadas, deverão ser deixados arranques, com a função de negativas, ao término da concretagem das paredes estruturais, representado na Figura 9. Aceitando, dessa forma, qualquer sistema de cobertura, como: estruturas de madeiras e metálicas.

Figura 9: Estrutura da cobertura montada



Fonte: ARXX (2019)

2.8.8 Como medir a produtividade

Para este trabalho será abordado a produtividade da mão de obra, que pode ser medida através do indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP). De acordo com Souza (1996), a RUP indica a relação entre a quantidade de homens-hora (Hh) necessários e a quantidade de serviço. Calculado pela razão entre entradas e saídas. O valor de entrada é representado pelo número de homens-hora demandados, multiplicando-os pelo período de tempo de dedicação ao serviço. Enquanto às saídas podem ser consideradas de maneira bruta ou líquida.

Para Souza (2006), a mão de obra empregada para RUP é aquela que, diretamente, efetua o serviço. Nesse caso, desconsidera-se as horas trabalhadas pelos mestres e encarregados, pois esses não compõem diretamente a equipe de execução do serviço.

Logo, entende-se como mão de obra todo trabalho manual realizado necessário à execução de um serviço. Em concordância com isso, Souza (2013), aponta que o custo da mão de obra representa, algo em torno de 50% do custo de execução de uma obra. Diante disso, deve-se atribuir à hora de cada insumo de mão de obra, o custo que ele realmente representa para a empresa. Porém, este custo, considerado como direto, não deve ser entendido como salário base, pois seu valor é consideravelmente superior, dado que além do salário base está remuneração é composta por diversos encargos sociais e trabalhistas (MATTOS, 2006)

Portanto, fica claro a importância de minimizar o tempo de execução de uma obra. Diante da relevância desse tema, o sistema ICF, mais uma vez, mostra-se sua relevante eficácia quando comparado ao sistema convencional, conforme Tabela 4.

Tabela 4: Comparativo de produtividade

Sistema	Demanda (Hh/m²)
Sistema ICF	0.38 Hh/m ²
Alvenaria convencional	1.22 Hh/m ²

Fonte: ARXX (2017)

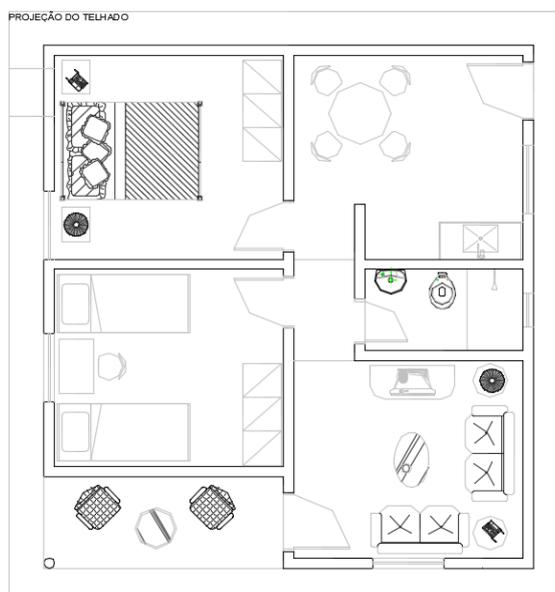
3 METODOLOGIA

Neste capítulo será retratado a análise de um estudo de caso, abordando a construção de uma residência unifamiliar empregando o sistema ICF e o sistema de alvenaria convencional, de modo a apresentar dados técnicos e orçamentários de forma comparativa. Realizou-se contato com a empresa ARXX Redefinindo Construção localizada em Vila Velha no Espírito Santo na rua Araribóia, 299, Centro, com objetivo de obter dados e custos envolvidos no processo. Em seguida, foi realizado um estudo orçamentário e de benefícios térmicos e acústicos, ambos de forma comparativa para compreender o que sistema ICF proporciona quando comparado ao convencional.

3.1 Dados do Projeto

Para realizar o cálculo de custos e efetuar a comparação entre o sistema ICF e o convencional em alvenaria de vedação e concreto armado, desenvolveu-se um projeto padrão de uma residência unifamiliar, detalhada no apêndice 1. Para tanto, foi elaborado um projeto de uma construção térrea, com sala, dois quartos, uma varanda, um banheiro e área de serviço externa. Conforme Figura 10.

Figura 10: Planta baixa



Distribuição de áreas do empreendimento residencial, Tabela 5.

Tabela 5: Distribuição de áreas

Copa/Cozinha	9.00 m²
Sala	9.82 m²
Quarto 01	9.50 m²
Quarto 02	2.70 m²
Banheiro	9.50 m²
Circulação	2.00 m²
Área construída	53.90 m²
Área coberta	69.60 m²
Área de Piso	47.14 m²

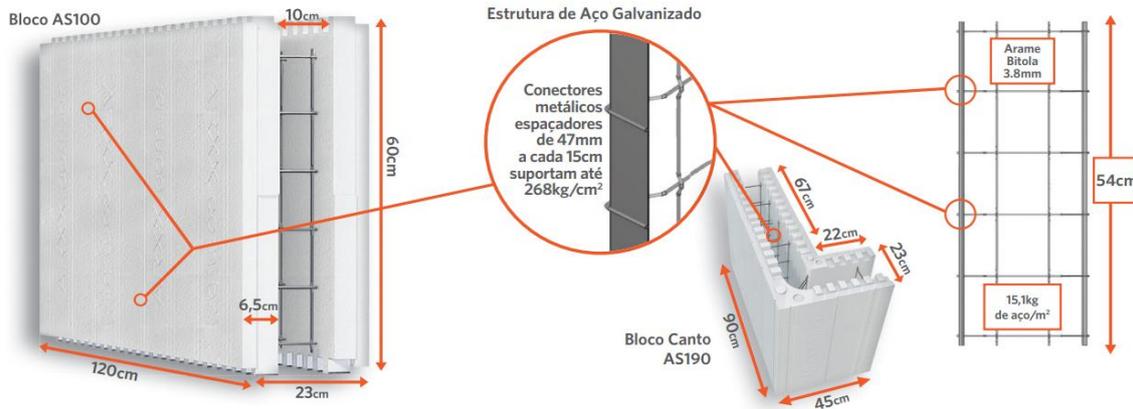
Fonte: Autor

3.2 Detalhamento dos Sistemas Construtivos

A forma termoacústica de poliestireno expandido (EPS) adotada para este estudo, é a ARXX AS100 para paredes autoportantes ICF planas da empresa ARXX Redefinindo Construção. O material é fabricado conforme as normas ABNT (BRASIL) e ASTM (EUA), podendo ser utilizado em empreendimentos de até quatro pavimentos (ARXX, 2017).

A forma AS100 possui dimensões de 120cm x 60cm x 0,23cm (Comprimento, altura e largura, pesa 6,8 kg e recebe 0,072m³ de volume de concreto em seu interior. Possui elementos metálicos galvanizados que conectam um painel ao outro, estes conectores são considerados no cálculo estrutural das paredes (15.1kg/m³), reduzindo a quantidade de aço de reforço tipo CA50. As demarcações externas em alto relevo, facilitam o seu corte sem a necessidade do uso de fita métrica conforme demonstrado na Figura 11.

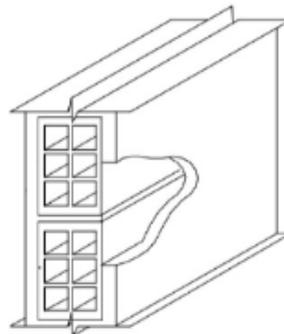
Figura 11: Dimensões da forma AS100



Fonte: Arxx (2019)

Para comparação, adotou-se alvenaria convencional com estrutura de concreto armado, composta por blocos cerâmicos de 6 furos com dimensões de 9cm x 14cm x 19cm, (largura, altura e comprimento), peso de 2,3kg assentados na menor direção, com 10 mm de espessura de argamassa de assentamento e 25mm de argamassa de revestimento, tanto para paredes externas quanto para as internas e espessura final de 14cm, representação na Figura 12.

Figura 12: Tipologia de parede convencional



Fonte: NBR 15.220 (2003)

3.3 Desempenho Térmico

A comparação entre os desempenhos térmicos foi realizada com valores de transmitância térmica dos tijolos adotados para o sistema convencional e das formas de EPS para sistema ICF. A norma NBR 15575 (2013) apresenta dois métodos de avaliação de desempenho térmico, a saber: cálculo simplificado e simulação computacional da edificação. Para este trabalho, utilizou-se o cálculo

simplificado para avaliar e comparar o desempenho térmico entre os dois sistemas. Deste modo o método de avaliação pressupõe que a edificação deve atender às exigências de desempenho térmico, considerando-se a zona bioclimática definida na ABNT NBR 15.220-3 (ABNT, 2003). Resumidamente, consiste na comparação dos coeficientes de transmitância térmica (U) e condutividade térmica (λ), conforme Tabela 6.

Tabela 6: Transmitância máxima de acordo com a NBR 15.575/2013

Zona	$U_{\text{máx}}$ ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
1 e 2	2,5
3 ao 8	3,7

Fonte: NBR 15.575 (2013)

3.4 Conforto Acústico

Para comparação entre os desempenhos acústicos foi utilizado o menor do mínimo a média de dois critérios de avaliação da NBR 15.575/2013, a saber: a Diferença Padronizada de Nível Ponderado entre Ambientes ($D'_{nT,w}$), obtido em campo, e o Índice de Redução Sonora (R_w), obtido em laboratório. Para ambos os critérios, são estabelecidos três níveis de desempenho para diferentes situações: mínimo, intermediário e superior, conforme Tabela 7.

Tabela 7: Nível de desempenho acústico

Elemento construtivo	Desempenho	R_w (dB)	$D'_{nT,w}$ (dB)
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	Mínimo	45 a 49	40 a 44
	Intermediário	50 a 54	45 a 49
	Superior	≥ 55	≥ 50
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um de os ambientes ser dormitório	Mínimo	50 a 54	45 a 49
	Intermediário	55 a 59	50 a 54
	Superior	≥ 60	≥ 55

Fonte: ABNT, (2013)

Segundo Beutel (2016), o desconforto provocado por ruídos intensos pode agravar sintomas relacionados à ansiedade, à instabilidade emocional, às alterações de humor, ao estresse e ao nervosismo. Diante dessa situação, o

sistema construtivo ICF é uma opção extremamente eficaz na diminuição dessas agressões sonoras. Em concordância com isso, Path (2002), desenvolveu um estudo sobre a capacidade de uma parede atenuar a transmissão de um ruído para dentro de um ambiente criando, de forma empírica, uma classificação. Essa classificação, conhecida com Classe de Transmissão Sonora (STC), é usada para comparações e controle de ruído ou quantificar a privacidade gerada pelo método construtivo utilizado. Conforme ilustrado na Tabela 8.

Tabela 8: Classificação STC.

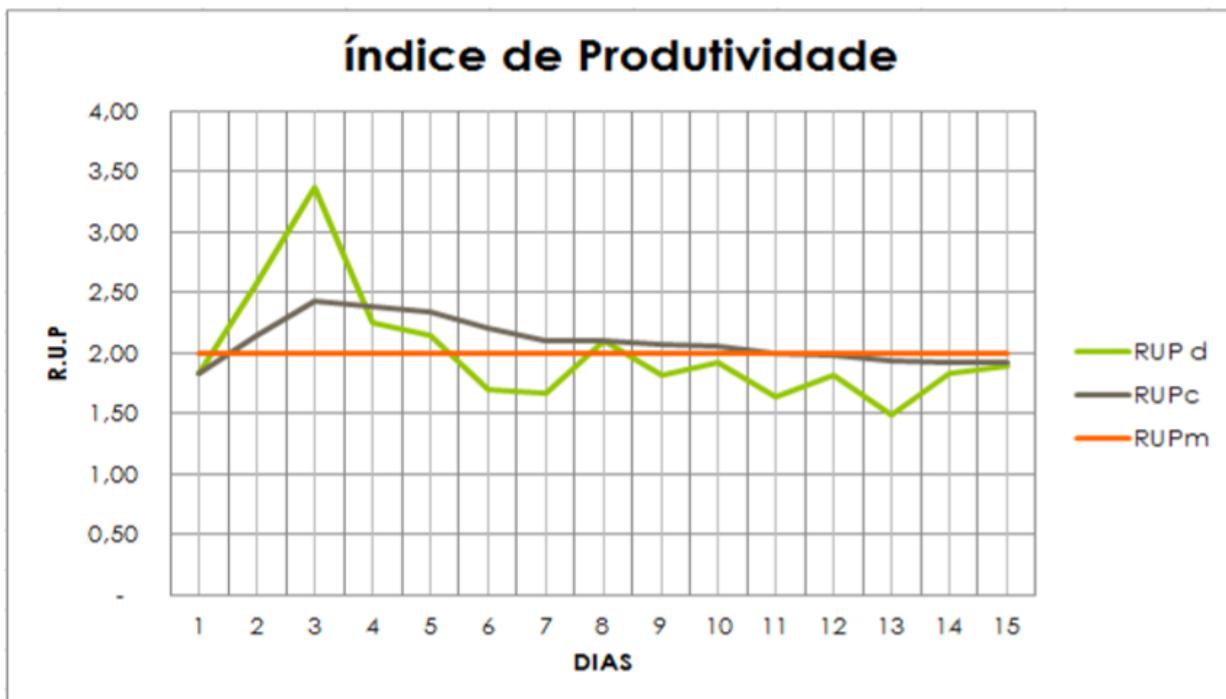
Classificação STC	Privacidade
25	Fala normal facilmente entendida
30	Fala normal ouvida, mas não entendida
35	Alto discurso ouvido e pouco entendido
40	Discurso alto ouvido, mas não entendido
45	Fala alta, mal ouvida
50	Grito mal ouvido
55	Grito não ouvido

Fonte: Costs and benefits of ICF for residential construction, 2002.

3.5 Aferição da Produtividade

Para este trabalho será abordado a produtividade da mão de obra, que pode ser medida através do indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP). De acordo com Souza (1996), a RUP indica a relação entre a quantidade de homens-hora (Hh) necessários e a quantidade de serviço. Calculado pela razão entre entradas e saídas. O valor de entrada é representado pelo número de homens-hora demandados, multiplicando-os pelo período de tempo de dedicação ao serviço. Enquanto às saídas podem ser consideradas de maneira bruta ou líquida. Na Figura 13 é possível notar como se encontra essa relação.

Figura 13: Gráfico ilustrando Razão Unitária de Produção diária



Fonte: Ester (2015)

A Razão Unitária de Produção Diária é calculada a cada período de um dia de trabalho. Na metodologia do Sinapi, cada composição aferida apresenta coeficientes determinados estatisticamente a partir de amostra composta por, no mínimo, 10 diferentes obras representativas do território nacional, constituída de medições diárias pelo prazo mínimo de 5 dias em cada uma.

Como cada serviço é observado em diversas obras, é possível reunir grande massa de dados objetivando extrair um coeficiente médio representativo da quantidade de tempo necessária para a execução do serviço, conforme cada uma das combinações dos fatores impactantes da produtividade (árvore de composições). Dessa análise relativa se obtém a RUP apropriada para representar a amostra de obras coletadas.

4 RESULTADOS

4.1 Desenvolvimento do Cálculo e Custos

Para comparação dos custos diretos entre o método convencional, de alvenaria de vedação e estrutura de concreto armado, com sistema ICF, foi utilizado a base de cálculo do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAP). Em contrapartida, a composição de valores para o sistema ICF foi elaborada com dados fornecidos pela empresa ARXX - Redefinindo a Construção. Visto que as composições e serviços do método ICF ainda não se encontram na planilha SINAP.

Explica-se que as composições e materiais comuns aos dois sistemas, serão orçadas de forma única. Ao passo que os itens aos quais divergem, isto é: superestrutura, vedação e revestimento serão orçamentados separadamente. Como o foco do trabalho é comparar os dois sistemas, constatou-se que os itens análogos aos dois métodos não alteram o custo final do empreendimento, por esse motivo apenas a superestrutura, vedação e revestimento foram analisados de forma individualizada.

4.2 Descrição dos Sistemas Analisados

Como dito anteriormente, serão apresentados, de forma descritiva, os processos e materiais relacionados à superestrutura, vedação e revestimento. Esses subsistemas representam um percentual elevado do custo final da obra, por sua vez são os que apresentam diferenças entre os métodos abordados. (JESUS, 2018)

4.2.1 Sistema convencional em alvenaria armada

Vale destacar, que o dimensionamento da estrutura convencional foi realizado de acordo com padrões mínimos da NBR 6118/2014. Entendeu-se que o foco do estudo é a comparação entre os dois sistemas e por esse motivo não houve um aprofundamento no cálculo estrutural. Existe, em casos específicos, a

possibilidade de se adotar dimensões inferiores, no entanto para efeito de comparação, usou as mínimas de acordo com a norma. Os cálculos podem ser vistos no apêndice 2.

4.2.2 Superestrutura

É composta por:

Pilares: moldados in loco, dimensões de 19cm x 19cm, em formas de madeira armadas com barras de aço 12,5mm de diâmetro com concreto de $f_{ck}=25\text{Mpa}$. Conforme apêndice 3.

Vigas: moldados in loco, dimensões de 19cm x 25cm, em formas de madeira, $f_{ck}=25\text{Mpa}$ armadas. Conforme apêndice 4

Vergas e contravergas: pré-moldadas com dimensão 10cm x 10cm e armadas com barras de aço de bitola 0,5mm.

4.2.3 Vedação

Tijolos cerâmicos de 6 furos com dimensões 9cm x 14cm x 19cm, com 10mm de espessura de argamassa de assentamento e 25mm de espessura de revestimento para as faces internas e externas.

4.2.4 Revestimentos

Chapisco aplicado aos blocos cerâmicos, com argamassa composta de cimento e areia grossa. Massa única de reboco, composta de cimento, cal e areia média.

4.3 Sistema ICF

4.3.1 Estrutura e vedação

Forma ARXX AS100 para paredes autoportantes ICF planas da empresa ARXX Redefinindo de 120cm x 60cm x 0,23cm, preenchidas com concreto usinado e bombeado $f_{ck}=25\text{MPa}$ barras de aço de $\varnothing 6,3\text{mm}$ para colocação nas

posições vertical e horizontal. Deve-se também colocar uma tela de poliestireno sobre as fôrmas para recebimento do revestimento.

4.3.2 Revestimentos

Chapisco aplicado em fôrmas de EPS, com argamassa mista de cimento, areia média lavada e aditivo plastificante. Tela de poliestireno sobre as fôrmas para recebimento do revestimento. Massa única aplicada em fôrmas de EPS, com argamassa mista de cimento, areia média lavada, aditivo para argamassas, vedalite aditivo plastificante e microfibras.

4.4 Detalhamento de custos

Neste item será apresentado o orçamento detalhado do sistema ICF e sistema convencional em alvenaria armada, contendo insumos, serviços e custos necessários para execução do empreendimento em estudo. Além da análise orçamentária entre os itens com custo distinto entre os dois sistemas, será exposta a planilha orçamentária das composições comuns aos dois sistemas para efeito de comparação final do custo da obra.

4.4.1 Sistema convencional

A Tabela 9 mostra de forma resumida os custos referentes somente aos itens que correspondem ao sistema convencional, pode ser vista de forma detalhada no apêndice 5.

Tabela 9: Orçamento estimado sistema convencional

Sistema convencional em alvenaria armada		
Item	Descrição	Custo total
1.0	Supraestrutura	R\$ 10.128,80
2.0	Paredes	R\$ 9.228,65
3.0	Revestimentos	R\$ 12.746,73
Custo Total		R\$ 32.104,18

Fonte: Autor, com base em dados da SINAPI (05/2020)

4.4.2 Sistema ICF

Para composição de preços dos itens referentes somente ao sistema ICF, usou-se como base orçamento, apêndice 6, fornecido pela empresa ARXX no dia 19/05/2020. Foi necessário esse contato, visto que a composição destes serviços ainda não se encontra em publicações de custos e dados descritivos.

Tabela 10: Orçamento estimado sistema ICF

Sistema ICF					
Item	Descrição	Un.	Quant.	Preço	Custo total
1.0	Superestrutura/ vedação				R\$ 18.531,48
1.1	Formas de EPS				R\$ 13.765,10
1.2	Barra de aço CA-50, Ø6.3mm	Kg	41,70	R\$ 5,20	R\$ 216,84
1.3	Barra de aço CA-50, Ø10.0mm. Vergalhão	Kg	448,00	R\$ 4,93	R\$ 2.208,64
1.4	Concreto FCK 25 Mpa	m³	8,10	R\$ 289,00	R\$ 2.340,90
2.0	Revestimentos				R\$ 4.691,38
2.1	Chapisco aplicado em formas de EPS com argamassa de cimento colante composta de cimento areia fina e aditivo sintético próprio para o material	m²	25,74	R\$ 9,10	R\$ 2.345,69
2.2	Massa única de reboco aplicada sobre chapisco, com argamassa de cimento colante, composta de cimento areia fina e aditivo sintético próprio para o material	m²	257,74	R\$ 9,10	R\$ 2.345,69
3.0	Mão de Obra				R\$ 5.799,15
3.1	Mão de Obra e encargos complementares	m²	128,87	R\$ 45,00	5.799,15
Custo total					R\$ 29.022,01

Fonte: Autor, com base em dados fornecidos pela ARXX (2020)

4.4.3 Itens comuns aos dois sistemas

A tabela 11 mostra, de forma resumida, o orçamento para as etapas comuns aos dois sistemas. É possível observá-la detalhadamente no apêndice 7.

Tabela 11: Estimativa de custos dos itens comuns aos dois sistemas

Custo das etapas comuns aos dois sistemas		
Item	Descrição	Custo total
1	Serviços preliminares	R\$ 1.416,00
2	Infraestrutura	R\$ 8.094,12
3	Supraestrutura	R\$ 2.232,17
4	Esquadrias	R\$ 4.840,69
5	Cobertura	R\$ 7.779,92
6	Revestimento Internos	R\$ 2.555,38
7	Forros	R\$ 1.777,49
8	Pintura	R\$ 4.364,68
9	Pisos	R\$ 3.587,00
10	Acabamentos	R\$ 1.970,63
11	Instalações elétricas	R\$ 9.987,82
12	Instalações esgoto	R\$ 5.393,46
13	Instalações hidráulicas de água fria	R\$ 3.204,67
Custo total das etapas comuns aos dois sistemas		R\$ 57.204,02

Fonte: Autor, baseado em dados obtidos pela SINAPI (05/2020)

4.5 Análise dos Resultados

Nesta etapa serão comparadas as informações e resultados obtidos no estudo por meio da metodologia descrita anteriormente.

4.5.1 Desempenho Térmico

De acordo com a NBR 15.575/2013, “A transmitância térmica de componentes, de ambiente a ambiente, é o inverso da resistência térmica total [...]”. Desse modo, percebe-se que quanto maior a facilidade do material em transferir calor, maior será o valor. Para efeito de comparação, usou-se os desempenhos térmicos de blocos usados no sistema convencional em comparação com as formas de EPS do sistema construtivo ICF.

Os valores máximos de transmitância térmica (U) variam de acordo com o zoneamento no qual a obra se encontra, para efeito de comparação adotou-se 3,70 W/m². K. Conforme encontrado na NBR 15.575-4/2013. Em contrapartida, para os valores de transmitância térmica (U) das paredes de alvenaria convencional e do sistema ICF foram adotados valores de acordo com Gonçalves (2013), conforme comparação na tabela 12.

Tabela 12: Comparativo de valores de transmissão térmica (U)

Sistema	Transmitância (w/m ² .K)	Transmitância máxima	Diferença (w/m ² .K)	Varição (%)
Sistema ICF	0.42	3.70	2.06	-83%
Alvenaria convencional	2.48			

Fonte: Autor, com base em dados fornecidos pela empresa ARXX (2019) e norma 15.575 (2013)

Diante disso, fica claro a significativa diferença de transmissão de calor entre o sistema convencional e as formas de EPS, a qual é 83% mais eficiente o que possibilita uma redução de até 15°C na temperatura do ambiente interno em relação ao externo. Uma consequência imediata disso é redução do consumo dos aparelhos de ar condicionado, conforme tabela 13.

Tabela 13: Comparação de consumo de ar condicionado.

Dimensionamento médio para ambientes residenciais expostos ao sol da tarde o dia todo		
Área	Sistema convencional	Sistema ICF
9 m ²	9000 BTUs	7000 BTUs
12 m ²	10000 BTUs	
20 m ²	12000 BTUs	
25 m ²	15000 BTUs	
30 m ²	18000 BTUs	9000 BTUs
40 m ²	21000 BTUs	10000 BTUs
50 m ²	30000 BTUs	12000 BTUs
60 m ²	30000 BTUs	15000 BTUs
70 m ²	30000 BTUs	21000 BTUs

Fonte: ARXX (2019)

Constata-se, diante do observado, que o sistema construtivo ICF, em relação ao conforto e eficiência térmica, é o mais indicado. Quando comparado ao sistema convencional é evidente a superioridade do método.

4.5.2 Conforto Acústico

Compreendida a relevante importância de um desempenho acústico que satisfaça os padrões mínimos de transmissão sonora. Adotou-se como valor de

referência o menor dos valores mínimos encontrados na NBR 15.575/2013. Conforme dados obtidos através da empresa ARXX (2019), comparou-se o desempenho acústico dos dois sistemas, conforme tabela 14.

Tabela 14: Comparativo transmissão sonora

Sistema	Desempenho Rw(dB)	Desempenho mínimo	Diferença (w/m ² .K)	Variação (%)
Sistema ICF	65 Db	45 dB	-23 dB	55%
Alvenaria convencional	42 db			

Fonte: Autor, com base em dados fornecidos pela empresa ARXX (2019)

Observando a tabela acima é possível notar a superioridade do desempenho acústico no sistema ICF que demonstra ser 55% mais eficiente que o sistema convencional.

Portanto, atesta-se que o sistema construtivo ICF é o mais recomendado para o conforto acústico, quando comparado ao sistema convencional. Principalmente, quando é considerado o estudo de Beutel (2016), citado nesta pesquisa.

4.5.3 Comparativo de produtividade

Após compreendida a importância de minimizar o tempo gasto na execução de uma obra. Comparou-se a demanda de homens-hora (Hh) necessária para a execução do serviço, para isso, foram usados dados fornecidos pela empresa ARXX (2017) que os obteve a partir de pesquisas estatísticas em campo. Na tabela 15 segue o comparativo de produtividade entre os sistemas construtivos avaliados nesta pesquisa.

Tabela 15: Comparativo de produtividade

Sistema	Demanda (Hh/m ²)	Diferença (Hh/m ²)	Variação (%)
Sistema ICF	0,38 Hh/m ²	0,84 Hh/m ²	221,1%
Alvenaria convencional	1,22 Hh/m ²		

Fonte: ARXX (2017)

Diante da relevância desse tema, o sistema ICF, mais uma vez, mostra-se mais eficiente quando comparado ao sistema convencional, portanto o mais recomendado.

4.5.4 Comparativo dos custos

Na tabela 16 é mostrado o comparativo entre as estimativas de custos finais de execução entre os dois sistemas estudados nesse trabalho.

Tabela 16: Comparativo de estimativas de custos

Sistema	Estimativa de custo	Diferença	Varição
Sistema ICF	R\$ 86.226,03	R\$ 2.551,87	-2.874%
Alvenaria convencional	R\$ 88.777,91		

Fonte: Autor

Além das vantagens térmicas e acústicas, nota-se uma variação no custo estimado de -2,874% entre os dois sistemas, que corresponde a R\$ 2.551,87 de diferença. Isso ocorre em função das paredes do sistema ICF serem autoportantes e de fácil execução. Enquanto que o sistema convencional, tijolo cerâmico e concreto armado, necessita de uso de formas e maior tempo de execução por se tratar de um método artesanal.

Conclui-se que, economicamente, o sistema ICF supera de forma satisfatória o sistema construtivo convencional.

5 CONCLUSÃO

Com intuito de estimular novas tecnologias construtivas que aprimore os métodos de produção atuais, tanto por vantagens sociais, quanto econômicas é essencial que os profissionais e acadêmicos da área estejam bem informados e atentos a novas possibilidades. Com entendimento de que a engenharia deve sempre buscar aprimoramentos, o presente trabalho possibilitou que se conhecesse mais sobre o sistema construtivo ICF (*Insulated Concrete Forms*). Procurou-se reunir informações a respeito de suas particularidades, além de análises comparativas envolvendo desempenho térmico, o conforto acústico, a produtividade e o fator econômico. Desse modo, demonstrou-se uma visão ampla sobre as etapas construtivas e as vantagens de sua aplicação comparadas ao sistema construtivo convencional.

Diante dos resultados das análises comparativas realizadas nesse estudo, verifica-se que o sistema ICF possui 83% menos transmitância térmica que o sistema convencional. Além disso, possui desempenho acústico 55% mais eficiente e uma demanda de homens-hora (Hh) 221,1% menor que o método convencional. Quando os custos foram comparados, houve uma surpresa, além de todos os benefícios citados anteriormente, o sistema ICF também se mostrou ser o mais econômico sendo 2,874% mais barato que o sistema convencional. Portanto, fica claro que a utilização do método, não é só adequada como recomendável para edificações unifamiliares, os benefícios são nítidos tanto para o usuário, com: maior conforto térmico e acústico, quanto para o construtor, pois demonstrou ser mais rápido e econômico.

No geral, com base nos itens analisados, determinou-se que o sistema ICF possui o melhor desempenho, em todos os itens, quando comparado com sistema convencional. Deixando claro sua superioridade e, por consequência, a importância de vislumbrar novas tecnologias.

Sugestão para trabalhos futuros

- Estimativa de diminuição de resíduos adotando-se ICF como sistema construtivo.
- Como o sistema ICF pode impactar os custos indiretos e o BDI, visto que possui desempenho.
- Como implantar sistema ICF em programas como minha casa minha vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARXX – Construções Inteligentes para Obras Residenciais e Comerciais. **PROCEL EDIFICA, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. GRUPO BAUEN**, Copyright, 2016. Disponível em <http://www.arxx.com.br/quem-somos/6/o-que-e-arxx>. Acesso em: fevereiro de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220: **Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro. ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575/2013: **Desempenho de Edificações Habitacionais**. São Paulo. ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT – MB 1192/77: **Determinação de Resistência ao Fogo de Componentes Construtivos Estruturais**. Rio de Janeiro. ABNT, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 6.118 - Estruturas de concreto armado. Rio de Janeiro. ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11752: **Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial**. Rio de Janeiro: Copyright, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152: **Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 11949: **Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação da massa específica aparente**. Rio de Janeiro: Copyright, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.055: **Paredes de concreto armado**. Rio de Janeiro. ABNT, 2012.
- BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização de sistema construtivo como vedação constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis**. 2007. 120f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007, disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89757?locale-attribute=en>. Acesso em: março de 2020
- BUILD BLOCKS ICF. **Build Blocks ICF: performace, publications, energy efficiency, etc**. Disponível em: <http://buildblock.com/> . Acesso em março de 2020.
- CAIXA. **Referência de Preços e Custos**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Páginas/default.aspx>. Acesso em: maio de 2020.

EPS BRASIL. **O que é, e características do EPS**. Disponível em: <http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>. Acesso em março de 2020

FLORES, K. B. **Alvenaria Convencional X Alvenaria Estrutural: Vantagens e Desvantagens**. UNIC: Cuiabá, 2018.
Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/20204/1/KELYTON%20BRANDAO%20FLORES.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2020.

GONÇALVES, Carlos Jorge Pereira (2013): **Construção Modular – Análise Comparativa de Diversas Soluções**. Aveiro, 2013. Disponível em: <https://ria.ua.pt/handle/10773/11666>. Acesso em: março 2020.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Steel Frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011. (Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Acesso em março de 2020.

ICF BUILDER – THE INSULATING CONCRETE FORMS MAGAZINE. **History of ICF's**. Disponível em: <https://www.icfmag.com/2011/02/history-of-icfs/>. Acesso em: março de 2020

ICF CONSTRUTORA INTELIGENTE. **Conheça o Sistema Construtivo ICF**. Disponível em: <http://www.icfconstrutora.com.br/sistema-construtivo-icf/conheca-o-sistema>. Acesso em: maio 2020

ISOCRET do Brasil. **Sistema Construtivo Ecosustentável – Custo Reduzido – Construção rápida**. Disponível em: <https://isocret.com.br/>. Acesso em: maio 2020.

Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada (IPEA): **Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Livro 7. Projeto Perspectivas do Desenvolvimento Brasileiro. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro07_sustentabilidadeambienta.pdf. Acesso em: fevereiro 2020.

JESUS, A.T.C. **Análise Comparativa dos Sistemas Construtivos em Alvenaria Convencional com Estrutura de Concreto Armado, Alvenaria Estrutural e ICF**. Cuiabá: UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso), 2018

JESUS, A. T. C; BARRETO, M. F. F. M. **Análise Comparativa dos Sistemas Construtivos em Alvenaria Convencional, Alvenaria Estrutural e Moldes Isolantes para Concreto (ICF)**. E&S – Engineering and Science, 2018, 7:3ed. Disponível em: <http://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/download/6926/4862>. Acesso em: março de 2020

LUEBLE, Ana Regina Ceratti Pinto (2004) – UNERJ – Centro Universitário de Jaraguá do Sul: **Construções de Habitações com Painéis de EPS e Argamassa Armada**. I Conferência Latino – Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18-21 junho 2004, São Paulo, SP. Disponível em: ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0354d.pdf. Acesso em: abril 2020

MARIA, Ana de Lima; BERNADO, Ayrton de Mendonça; CORREIA, Dafne; SILVA, Erislane de Oliveira; MIRANDA, Guilherme dos Santos; RODRIGUES, Lucivan Aparecido. **Estudo de Viabilidade Econômica, Financeira e Técnica para o Sistema Construtivo ICF (Insulating Concrete Forms) em instalações hidráulicas**. Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – ICET.

MUNDO ISOPOR. **CONHEÇA A HISTÓRIA DO EPS ISOPOR®**. Disponível em: <https://www.mundoisopor.com.br/conheca-a-historia-do-isopor>. Acesso em: março 2020.

PULZATTO, M. P. **A Adoção de Novas Tecnologias Construtivas na Produção de Edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/da2dc0d8e38f7a079b05948c7811db44.pdf>. Acesso em: abril 2020.

QUAD-LOCK. **Insulated Concrete Forms for Better Buildings**. Disponível em: <http://www.quadlock.com>. Acesso em: abril de 2020

REIS, P. **Os custos do atraso**. Disponível em: <http://construcaomercado17.pini.com.br/negociosincorporacaoconstrucao/110/artigo282411-1.aspx>. Acesso em: abril de 2020

REVISTA TÉCNICA. **ICF – Sistema de fôrmas termoacústicas de EPS para paredes autoportantes de concreto**. Disponível em: <https://techne.pini.com.br/2016/10/icf-sistemade-formas-termoacusticas-de-eps-para-paredes-autoportantes-de-concreto>. Acesso em: abril 2020

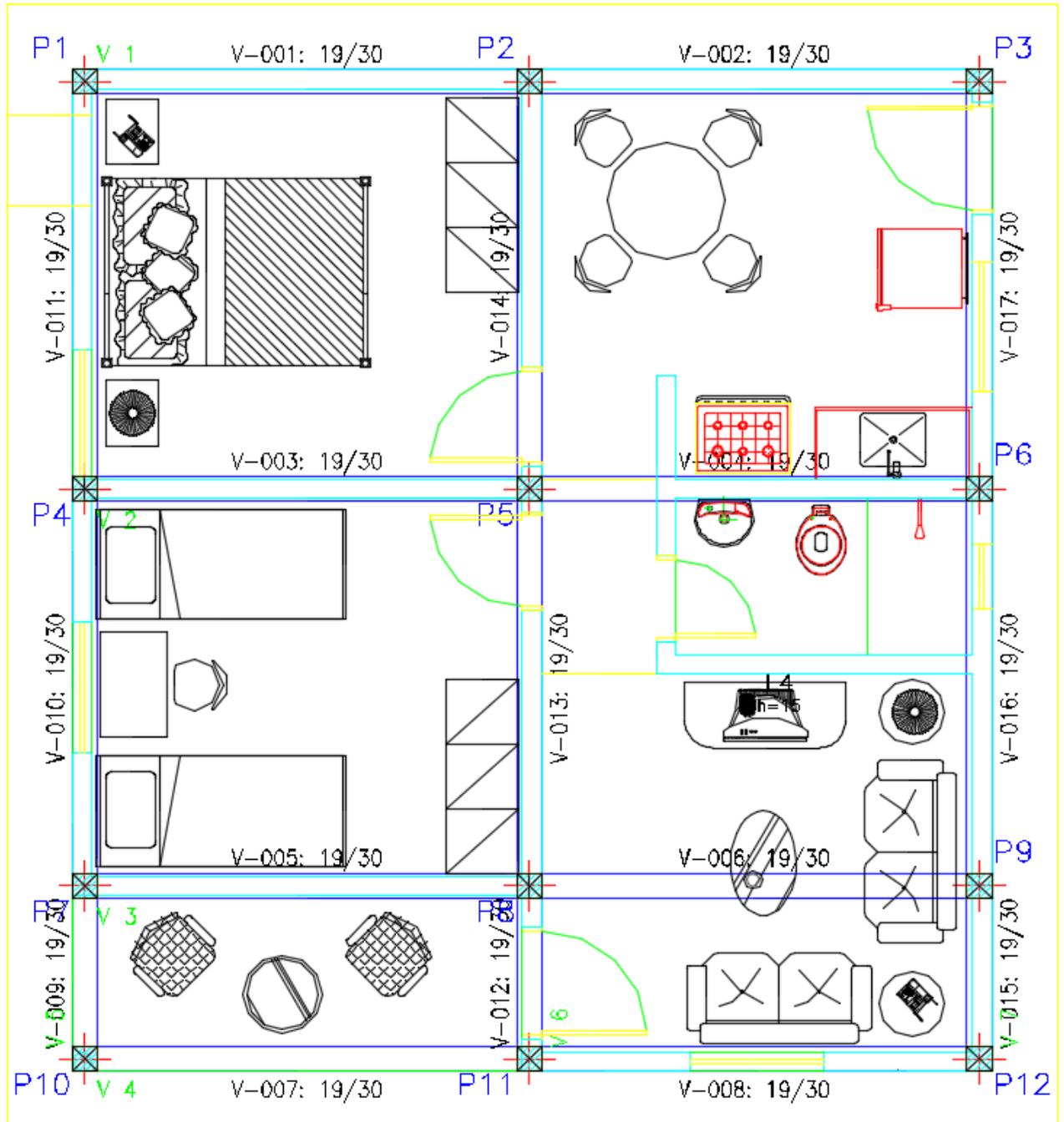
RODRIGUES, F. C. **Steel Framing: engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2000. 127p. (Série Manual de Construção em Aço).

SILVA, E. D. **Comparativo de Custo e Desempenho entre o Sistema de Vedação e o Fechamento em Drywall**. Belo Horizonte: UFMG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS), 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/57485290-Comparativo-de-custo-e-desempenho-entre-o-sistemade-vedacao-convencional-e-o-fechamento-em-drywall-edgard-domingos-da-silva.html>. Acesso em: fevereiro de 2020

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP. SANTANA DE PARNAIBA, 2017. Disponível em: <https://www.trabalhosgratuitos.com/Exatas/Engenharia/ESTUDO-DE-VIABILIDADEECONOMICA-FINANCEIRA-E-TECNICA-1363770.html>. Acesso em: fevereiro de 2020

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - PROJETO PADRÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR



APÊNDICE 2 - DISPOSIÇÕES RELATIVAS ÀS ARMADURAS

Disposições Relativas as Armaduras (ABNT NBR 6118:2014, Artigos 13.2.3, 18.2.4 e 18.4)

Dimensões mínimas

A dimensão mínima do apoio (b_{\min}) deve cumprir a seguinte condição:

$$b_{\min} \geq 120\text{mm} \qquad \mathbf{190\text{mm} \geq 120\text{mm} \checkmark}$$

Não se permite pilar com seção transversal de área inferior a 360.00 cm^2 (Artigo 13.2.3).

$$A_c \geq 360\text{cm}^2 \qquad \mathbf{361\text{cm}^2 \geq 360\text{cm}^2 \checkmark}$$

A maior dimensão da seção do pilar, h , não deve ser maior que 5 vezes a menor dimensão, b (Artigo 18.4.1).

$$h \leq 5.b \qquad \mathbf{190\text{mm} \leq 950\text{mm} \checkmark}$$

Onde:

h: Maior dimensão da seção do pilar.

h: 190mm

b: Menor dimensão da seção do pilar.

b: 190mm

Armadura longitudinal

O espaçamento mínimo livre (S_b) entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (S_{\min} (Artigo 18.4.2.2)):

$$S_b \geq S_{\min} \qquad \mathbf{102\text{mm} \geq 20\text{mm} \checkmark}$$

Onde:

S_{\min} : Valor máximo de S_1 , S_2 , S_3 .

S_{\min} : 20mm

$S_1 = 20\text{mm}$

S_1 : 20mm

$S_2 = \varnothing_{\max}$

S_2 : 12,5mm

$$S_3 = 1.2 \cdot d_g$$

$$S_3: 18\text{mm}$$

Sendo:

\emptyset_{\max} : Diâmetro máximo das barras longitudinais.

$$\emptyset_{\max}: 12,5\text{mm}$$

d_g : Tamanho máximo agregado.

$$d_g: 15\text{mm}$$

O espaçamento máximo entre eixos das barras, ou de centros de feixes de barras, deve ser menor ou igual a s_{\max} (Artigo 18.4.2.2).

$$S \leq S_{\max}$$

$$115\text{mm} \leq 380\text{mm} \checkmark$$

Onde:

$$S_{\max} = 2 \cdot b \leq 400\text{mm}$$

$$S_{\max} : 380\text{mm}$$

Sendo:

b: Menor dimensão da seção do pilar.

$$b: 190\text{mm}$$

As barras longitudinais deverão ter um diâmetro não inferior a 10 mm (Artigo 18.4.2.1):

$$\emptyset_{\min} \geq 10\text{mm}$$

$$12,5\text{mm} \geq 10\text{mm} \checkmark$$

O diâmetro das barras longitudinais não deve ser superior a $1/8 \cdot b$ (Artigo 18.4.2.1).

$$\emptyset_{\max} \leq 1/8 \cdot b$$

$$12,5 \leq 23\text{mm} \checkmark$$

Onde:

b: Menor dimensão da seção do pilar.

$$b: 190\text{mm}$$

Estribos

O espaçamento longitudinal entre estribos, (s), medido na direção do eixo do pilar, para garantir o posicionamento, impedir a flambagem das barras longitudinais e garantir a costura das emendas de barras longitudinais nos pilares usuais, deve ser igual ou inferior ao menor dos seguintes valores (Artigo 18.4.3).

$$S \leq S_{\max}$$

$$150\text{mm} \leq 150\text{mm} \checkmark$$

Onde:

S_{\max} : Valor mínimo de s_1 , s_2 , s_3 .

S_{\max} : 150mm

$S_1 = 200\text{mm}$

S_1 : 200mm

$S_2 = b_{\min}$

S_2 : 190mm

$S_3 = 12 \cdot \varnothing_{\min}$

S_3 : 150mm

Sendo:

b_{\min} : Menor dimensão da seção do pilar.

b_{\min} : 190mm

\varnothing_{\min} : Diâmetro mínimo das barras longitudinais

\varnothing_{\min} : 12,5mm

O diâmetro dos estribos em pilares não deve ser inferior a 5mm nem a 1/4 do diâmetro da barra isolada ou do diâmetro equivalente do feixe que constitui a armadura longitudinal (Artigo 18.4.3).

$$\varnothing_t \geq 5\text{mm}$$

$$6,3\text{mm} \geq 5\text{mm} \checkmark$$

$$\varnothing_t \geq 1/4 \cdot \varnothing_{\max}$$

$$6,3\text{mm} \geq 3,1\text{mm} \checkmark$$

Onde:

\varnothing_{\max} : Diâmetro mínimo das barras longitudinais

\varnothing_{\max} : 12,5mm

Armadura mínima e máxima (ABNT NBR 6118:2014, Artigo 17.3.5.3)

A área total de armadura longitudinal A_s não deverá ser inferior a $A_{s,\min}$ (Artigo 17.3.5.3.1):

$$A_s \geq A_{s,\min}$$

$$4,91\text{cm}^2 \geq 1,44\text{cm}^2 \checkmark$$

Onde:

A_s : Área da armadura longitudinal.

A_s : 4,91cm²

$A_{s,\min} = 0,004 \cdot A_c$

$A_{s,\min}$: 1,44cm²

Sendo:

A_c : Área total da seção de concreto.

A_c : 361cm²

A área da armadura longitudinal A_s não deverá ser superior a $A_{s,max}$ (Artigo 17.3.5.3.2):

$$A_s \leq A_{s,max}$$

$$4,91\text{cm}^2 \leq 14,44\text{cm}^2 \checkmark$$

Onde:

A_s : Área da armadura longitudinal.

A_s : 4,91cm²

$A_{s,max}$: 0,04. A_c

$A_{s,max}$: 14,44cm²

Sendo:

A_c : Área total da seção de concreto.

A_c : 361cm²

A área total de armadura longitudinal A_s não deverá ser inferior a $A_{s,min}$ (Artigo 17.3.5.3.1):

$$A_s \geq A_{s,min}$$

$$4,91\text{cm}^2 \geq 0,06\text{cm}^2 \checkmark$$

Onde:

A_s : Área total de armadura comprimida.

A_s : 4,91cm²

$A_{s,min} = 0,15.N_d/f_{yd}$

$A_{s,min} = 0,06\text{cm}^2$

Sendo:

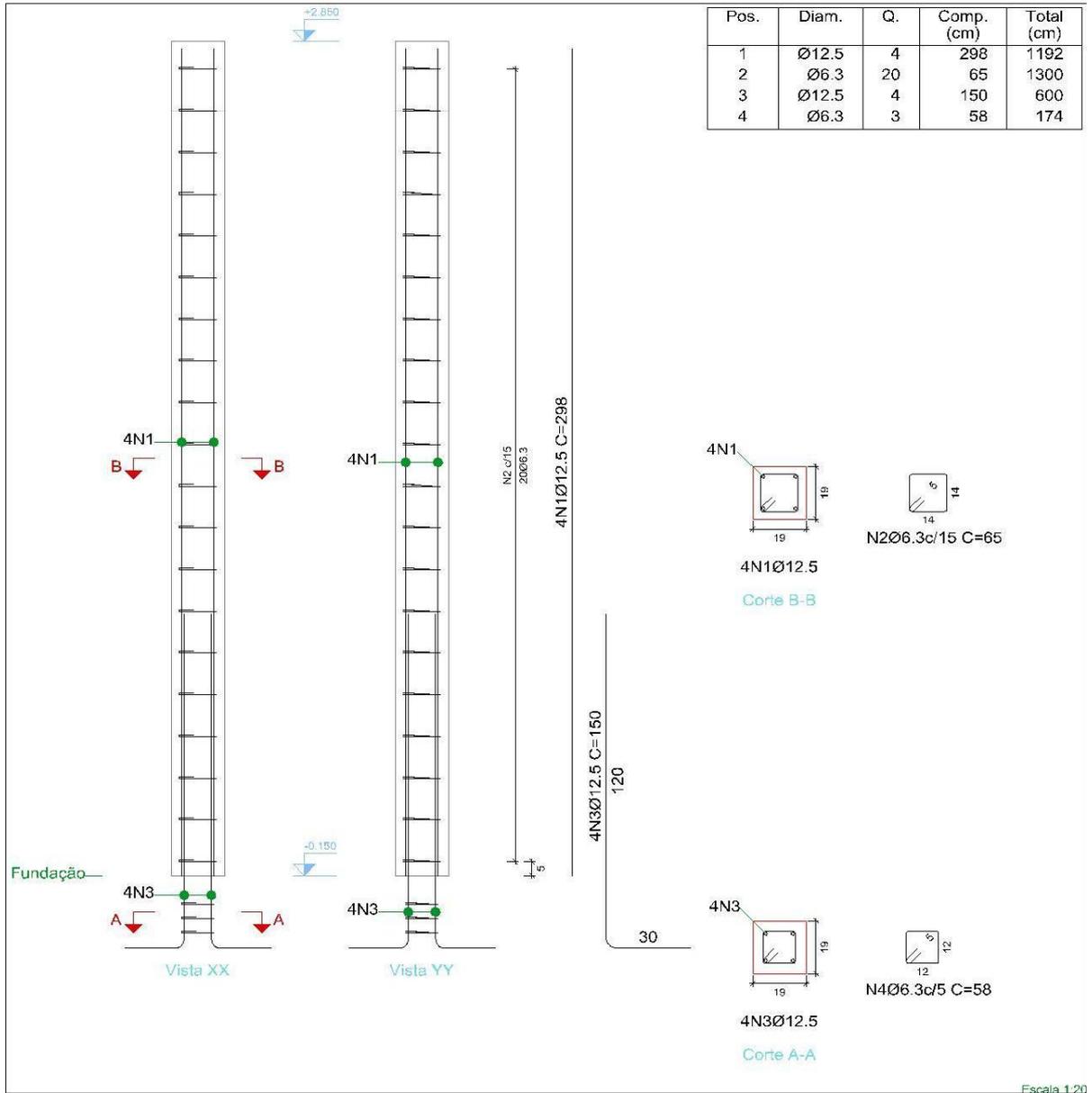
N_d : Esforço axial de compressão de cálculo.

N_d : 1895t

f_{yd} : Resistência ao escoamento do aço da armadura longitudinal.

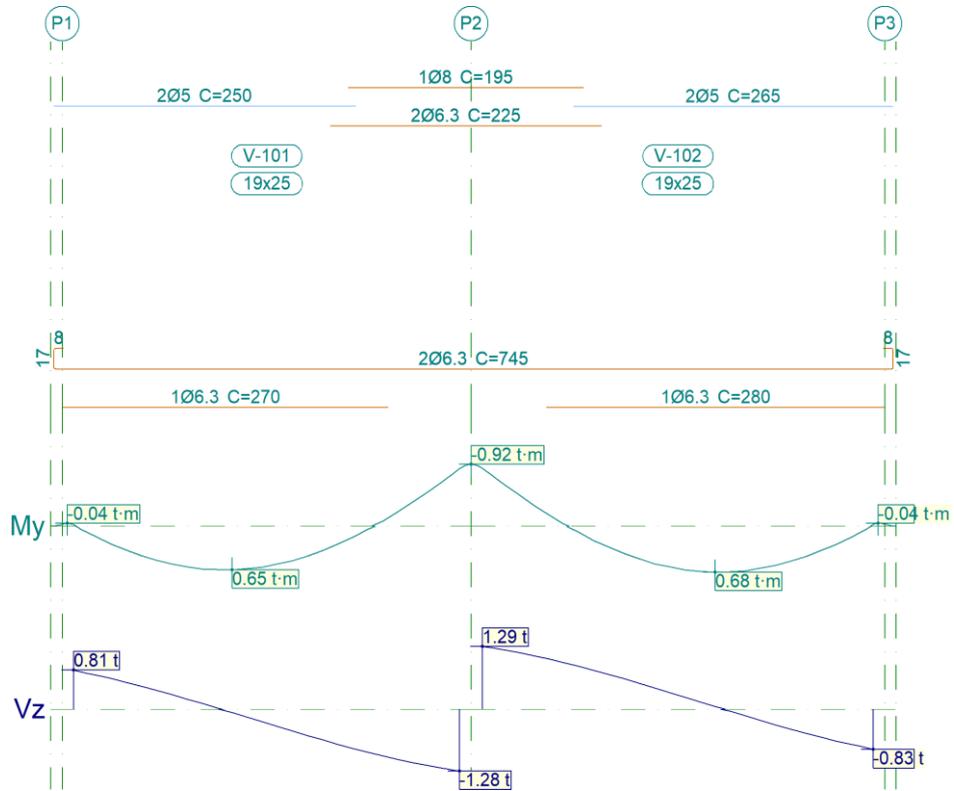
f_{yd} : 4432,03kgf/cm²

APÊNDICE 3 – PILARES

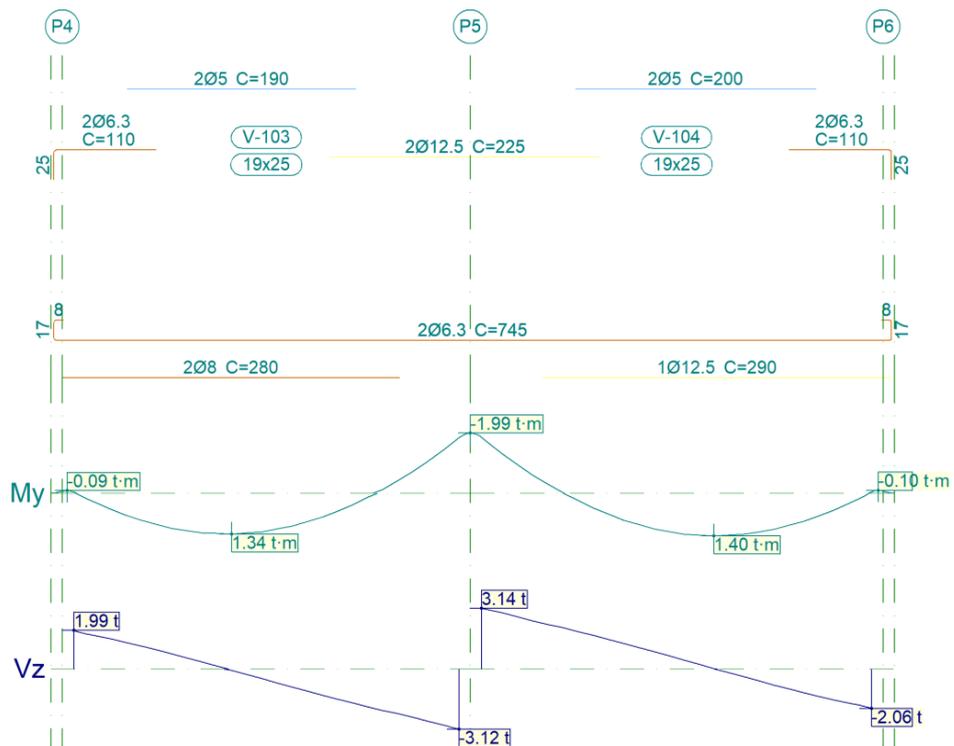


APÊNDICE 4 – VIGAS

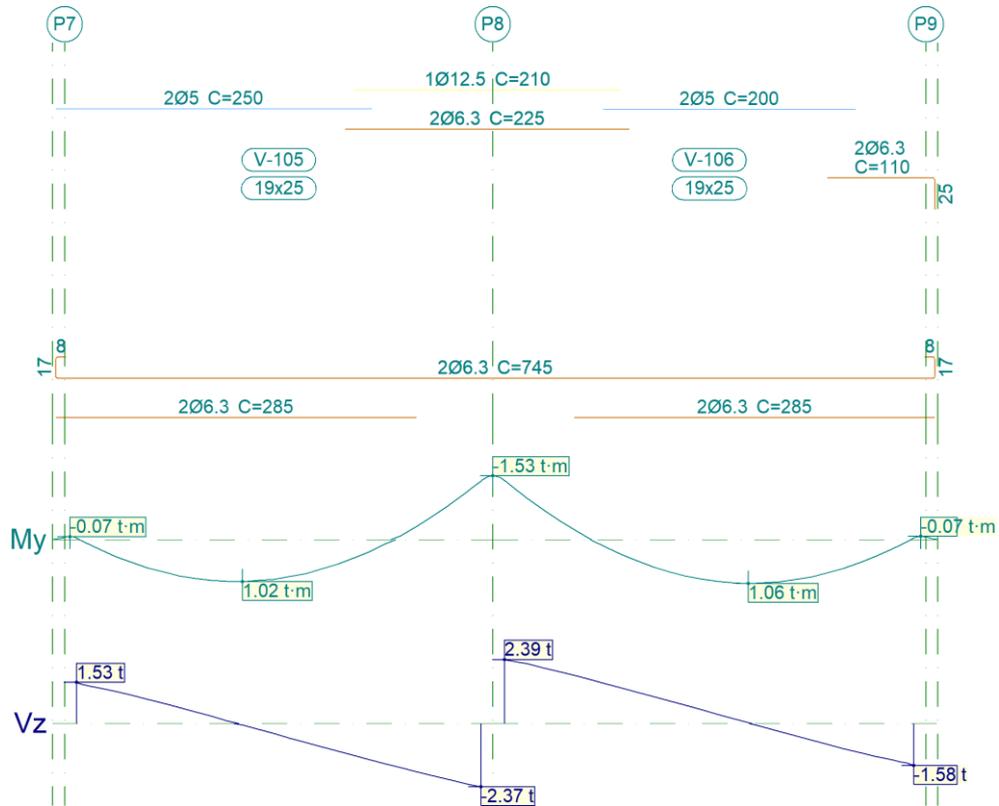
Viga 01



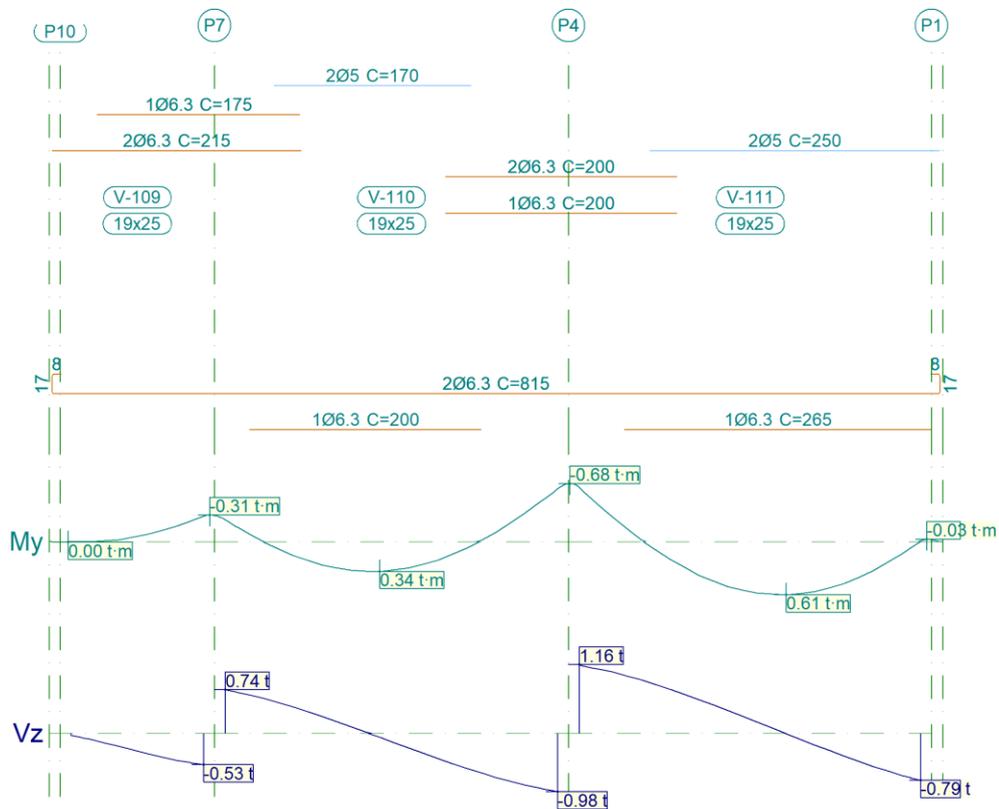
Viga 02



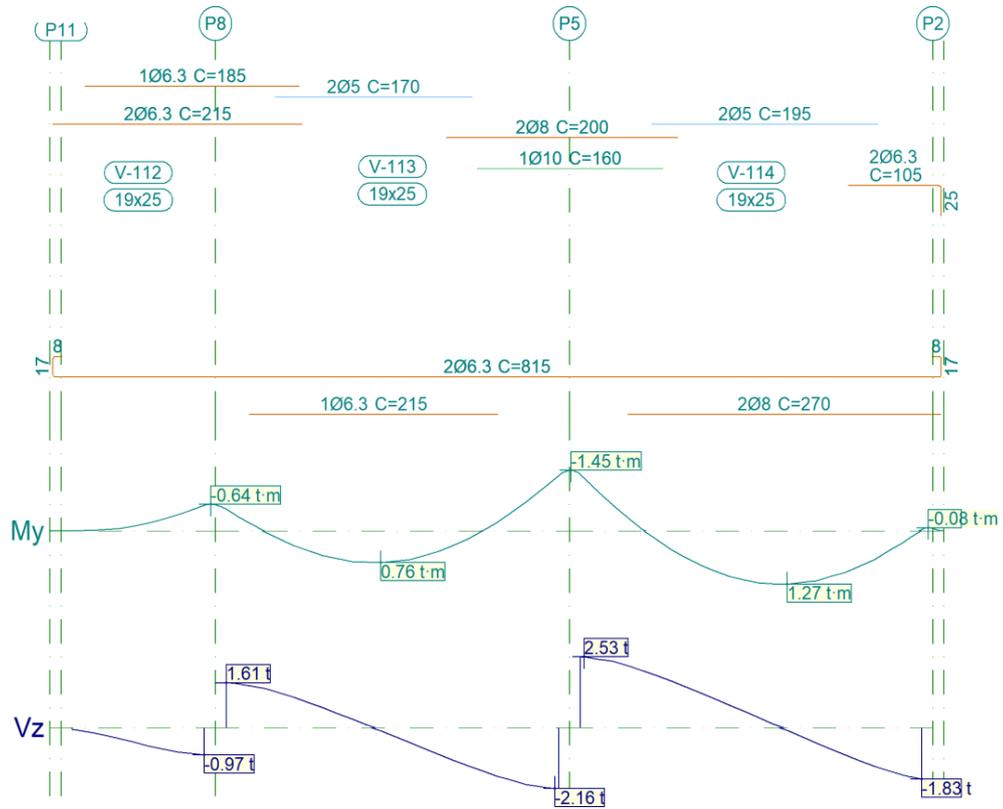
Viga 03



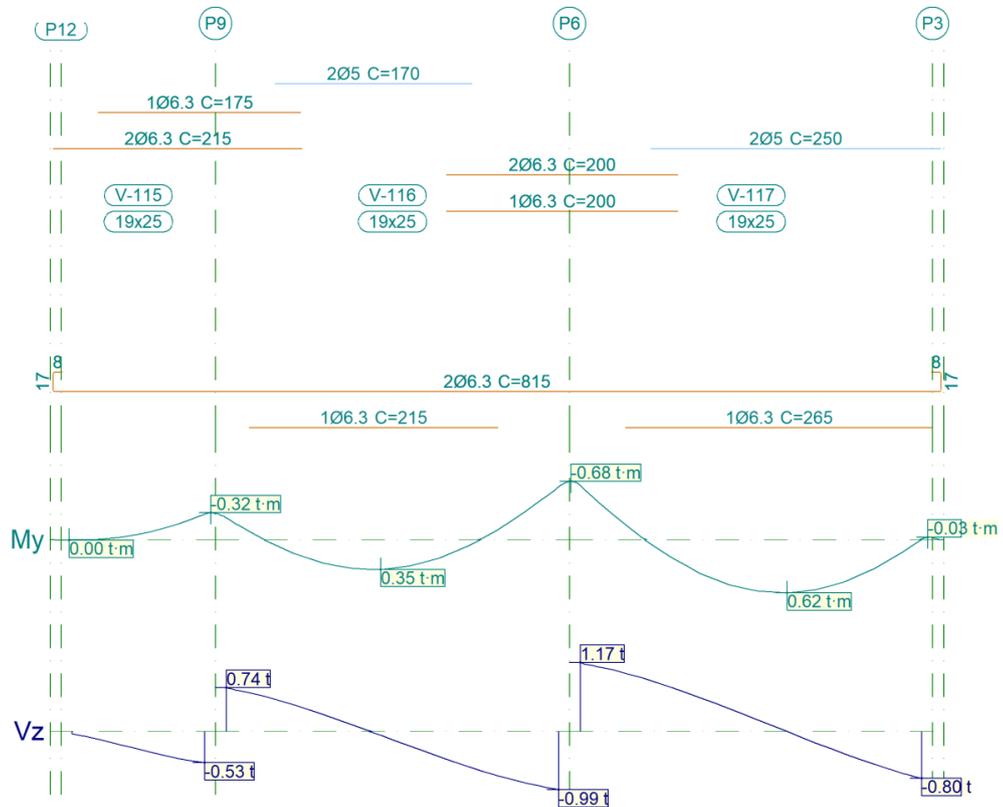
Viga 04



Viga 05



Viga 06



APÊNDICE 5 – ORÇAMENTO ESTIMADO SISTEMA CONVENCIONAL

SISTEMA CONVENCIONAL EM ALVENARIA ARMADA						
Item	Cod.	Descrição	Un.	Qtd.	Preço	Custo total
1.0	Supraestrutura					R\$ 10.128,80
1.1	92718	Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de baldes em edificação com seção média de pilares menor ou igual a 0,25m ² - lançamento, adensamento e acabamento.	m ³	1,22	R\$ 435,57	R\$ 531,40
1.2	92723	Concretagem de vigas e lajes, fck =20 mpa, para lajes pré-moldadas com uso de bomba em edificação com área média de lajes menor ou igual a 20m ² - lançamento, adensamento e acabamento.	m ³	2,426	R\$ 336,24	R\$ 815,72
1.3	92775	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 5mm – montagem.	Kg	59,3	R\$ 12,38	R\$ 734,13
1.4	92777	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 8mm – montagem.	Kg	7,4	R\$ 9,65	R\$ 71,41
1.5	33	Aço ca-50 8mm, vergalhão	Kg	7,4	R\$ 5,23	R\$ 38,70
1.6	92776	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 6.3mm – montagem.	Kg	95,8	R\$ 10,9	R\$ 1.044,22
1.7	31	Aço ca-60 5mm, vergalhão.	Kg	89,52	R\$ 4,45	R\$ 398,36
1.8	92778	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 12,5mm – montagem.	Kg	217,6	R\$ 6,83	R\$ 1.486,21
1.9	32	Aço ca-50 6,3mm, vergalhão.	Kg	95,8	R\$ 5,2	R\$ 498,16
1.10	35	Aço ca-50 12,5mm, vergalhão.	Kg	217,6	R\$ 4,93	R\$ 1.072,77
1.11	92430	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções menor ou igual a 0,25m ² , pé-direito simples, em chapa de madeira compensada plastificada, 10 utilizações.	m ²	25,08	R\$ 39,69	R\$ 995,43
1.12	92264	Fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em chapa de madeira compensada plastificada, e =18mm.	m ²	25,08	R\$ 97,38	R\$ 2.442,29

2.0	Paredes					R\$ 8.698,36
2.1	84524	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9 x 14 x 19cm (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m ² com vãos e argamassa de assentamento com preparo manual.	m ²	128,87	R\$ 66,57	R\$ 8.578,88
2.2	93184	Verga pré-moldada para portas com até 1,5m de vão.	m	5,80	R\$ 20,6	R\$ 119,48
2.3	93182	Verga pré-moldada para janelas com até 1,5m de vão.	m	6,40	R\$ 26,35	R\$ 168,64
2.4	93194	Contraverga pré-moldada para vãos de até 1,5m de comprimento.	M	6,40	R\$ 25,87	R\$ 165,57
3.0	Revestimentos					R\$ 12.746,73
3.1	87904	Chapisco aplicado em alvenaria (com presença de vãos) e estruturas de concreto de fachada, com colher de pedreiro. argamassa traço 1:3 com preparo manual.	m ²	273,68	R\$ 6,76	R\$ 1.850,08
3.2	87530	Massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicada manualmente em faces internas de paredes, espessura de 20mm, com execução de taliscas.	m ²	191,576	R\$ 28,25	R\$ 5.412,02
3.3	87777	Emboço ou massa única em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicada manualmente em panos de fachada com presença de vãos, espessura de 25mm.	m ²	127,52	R\$ 43,01	R\$ 5.484,64
Custo Total						R\$ 31.573,89

APÊNDICE 6 – ORÇAMENTO ESTIMADO SISTEMA ICF

Custo etapas comuns aos dois sistemas						
Item	Cod.	Descrição	Un.	Qtd.	Preço	Custo total
1.0	Serviços preliminares					R\$ 1.416,00
1.1	73859/2	Capina e limpeza manual de terreno.	m ²	200	R\$ 1,18	R\$ 236,00
1.2	85422	Preparo manual de terreno s/ raspagem superficial.	m ²	200	R\$ 5,90	R\$ 1.180,00
2.0	Infraestrutura					R\$ 8.094,12
2.1	96388	Execução e compactação de base e ou sub-base com solo estabilizado granulometricamente - exclusive escavação, carga e transporte e solo.	m ³	13,50	R\$ 6,52	R\$ 88,02
2.2	74154 /1	Escavação, carga e transporte de material de 1a categoria com trator sobre esteiras 347 HP e caçamba 6 m ³ , DMT 50 a 200m .	m ³	13,50	R\$ 3,68	R\$ 49,68
2.3	368	Areia para aterro - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	m ³	13,50	R\$ 47,50	R\$ 641,25
2.4	72915	Escavação mecânica de vala em material de 2a, Categoria até 2m de profundidade com utilização de escavadeira hidráulica.	m ³	1,38	R\$ 8,80	R\$ 12,14
2.5	96622	Lastro com material granular, aplicação em pisos ou radiers, espessura de *5cm*.	m ³	4,00	R\$ 111,88	R\$ 447,52
2.6	68053	Fornecimento/instalação lona plástica preta, para impermeabilização, espessura 150 micras.	m ²	84,04	R\$ 5,27	R\$ 442,89
2.7	97086	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para radier, em madeira serrada, 4 utilizações.	m ²	9,20	R\$ 91,25	R\$ 839,50
2.8	92783	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 4,2mm.	kg	179,10	R\$12,16	R\$ 2.177,86
2.9	92791	Corte e dobra de aço ca-60, diâmetro de 5mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes.	kg	51,00	R\$ 6,73	R\$ 343,23
2.10	92775	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 5mm – montagem.	kg	51,00	R\$ 12,38	R\$ 631,38

2.11	92784	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 5 mm – montagem.	kg	51,00	R\$ 10,44	R\$ 532,44
2.12	94965	Concreto fck = 25mpa, traço 1:2 ,3:2,7 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400l.	m ³	6,47	R\$ 291,84	R\$ 1.888,20
3.0	Supraestrutura					R\$ 2.232,17
3.1	92723	Concretagem de vigas e lajes, fck =20 MPA, para lajes pré-moldadas com uso de bomba em edificação com área média de lajes menor ou igual a 20m ² - lançamento, adensamento e acabamento.	m ³	4,12	R\$ 336,24	R\$ 1.385,31
3.2	92268	Fabricação de fôrma para lajes e estruturas similares, em chapa de madeira compensada plastificada, e = 18mm.	m ²	4,4	R\$ 31,16	R\$ 137,10
3.3	92485	Montagem e desmontagem de fôrma de laje maciça com área média menor ou igual a 20m ² , pé-direito simples, em madeira serrada, 4 utilizações.	m ²	4,4	R\$ 11,66	R\$ 491,30
3.4	92776	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 6,3mm - montagem.	kg	9,6	R\$ 10,90	R\$ 104,64
3.5	32	Aço ca-60 6,3mm, vergalhão.	kg	9,6	R\$ 5,20	R\$ 49,92
3.6	87886	Chapisco aplicado no teto, com desempenadeira dentada, Argamassa industrializada com preparo manual.	m ²	3,48	R\$ 18,36	R\$ 63,89
4.0	Esquadrias					R\$ 4.840,69
4.1	91011	Porta de madeira para verniz, semi-oca (leve ou média), 80x210cm, espessura de 3,5cm, incluso dobradiças - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 283,62	R\$ 567,24
4.2	91009	Porta de madeira para verniz, semi-oca (leve ou média), 60 x 210cm, espessura de 3,5cm, incluso dobradiças - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 246,97	R\$ 246,97
4.3	94807	Porta em aço de abrir tipo veneziana sem guarnição, 87 x 210cm, fixação com parafusos - fornecimento e instalação.	m ²	2	R\$ 600,81	R\$ 1.201,62
4.4	94562	Janela de aço de correr, 4 folhas, fixação com argamassa, sem vidros, padronizada.	m ²	4	R\$ 561,35	R\$ 2.245,40

4.5	94559	Janela de aço basculante, fixação com argamassa, sem vidros, padronizada.	m ²	0,25	R\$ 588,94	R\$ 147,24
4.6	72122	Vidro fantasia tipo canelado, espessura 4mm.	m ²	4,25	R\$ 101,70	R\$ 432,23
5.0	Cobertura					R\$ 7.779,92
5.1	94231	Rufo em chapa de aço galvanizado número 24, corte de 25cm, incluso transporte vertical.	m	8,5	R\$ 32,39	R\$ 275,32
5.2	94227	Calha em chapa de aço galvanizado número 24, desenvolvimento de 33cm, incluso transporte vertical.	m	33,4	R\$ 40,34	R\$ 1.347,36
5.3	94442	Telhamento com telha cerâmica de encaixe, tipo romana, com até 2 águas, incluso transporte vertical.	m ²	73,95	R\$ 23,76	R\$ 1.757,05
5.4	94207	Telhamento com telha ondulada de fibrocimento e = 6 mm, com recobrimento lateral de 1/4 de onda para telhado com inclinação maior que 10°, com até 2 águas, incluso içamento.	m ²	1,74	R\$ 30,23	R\$ 52,60
5.5	92539	Trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de até 2 águas para telha de encaixe de cerâmica ou de concreto, incluso transporte vertical.	m ²	69,6	R\$ 61,59	R\$ 4.286,66
5.6	92543	Trama de madeira composta por terças para telhados de até 2 águas para telha ondulada de fibrocimento, metálica, plástica ou termo acústica, incluso transporte vertical.	m ²	3,48	R\$ 17,51	R\$ 60,93
6.0	Revestimento Internos					R\$ 2.555,38
6.1	87536	Emboço, para recebimento de cerâmica, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicado manualmente em faces internas de paredes, para ambiente com área maior que 10m ² , espessura de 20mm, com execução de taliscas.	m ²	34,9	R\$ 24,34	R\$ 849,47
6.2	87273	Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada extra de dimensões 33 x 45cm aplicadas em ambientes de área maior que 5m ² na altura inteira das paredes.	m ²	34,9	R\$ 48,88	R\$ 1.705,91
7.0	Forros					R\$ 1.777,49
7.1	96109	Forro em placas de gesso, para ambientes residenciais.	m ²	46,58	R\$ 38,16	R\$ 1.777,49

8.0	Pintura					R\$ 4.364,68
8.1	73948/2	Limpeza/preparo superfície concreto p/pintura.	m ²	247,3	R\$ 7,87	R\$ 1.946,25
8.2	88487	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos.	m ²	108,5	R\$ 8,52	R\$ 924,42
8.3	88489	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em paredes, duas demãos.	m ²	137,57	R\$ 10,86	R\$ 1.494,01
9.0	Pisos					R\$ 3.587,00
9.1	87249	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 45 x 45cm aplicada em ambientes de área menor que 5m ² .	m ²	6,85	R\$ 56,52	R\$ 387,16
9.2	87255	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60 x 60cm aplicada em ambientes de área menor que 5m ² .	m ²	2,7	R\$ 92,86	R\$ 250,72
9.3	87256	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60 x 60cm aplicada em ambientes de área entre 5m ² e 10m ² .	m ²	9	R\$ 80,94	R\$ 728,46
9.4	87257	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60 x 60cm aplicada em ambientes de área maior que 10m ² .	m ²	30,25	R\$ 73,41	R\$ 2.220,65
10.0	Acabamentos					R\$ 1.970,63
10.1	88650	Rodapé cerâmico de 7cm de altura com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60 x 60cm.	m	50,12	R\$ 13,36	R\$ 669,60
10.2	84088	Peitoril em mármore branco, largura de 15cm, assentado com argamassa traço 1:4 (cimento e areia media), preparo manual da argamassa.	m	7,2	R\$ 53,47	R\$ 384,98
10.3	98695	Soleira em mármore, largura 15cm, espessura 2cm.	m ²	4,4	R\$ 43,86	R\$ 192,98
10.4	86933	Bancada de mármore sintético 120 x 60cm, com cuba integrada, incluso sifão tipo garrafa em PVC, válvula em plástico cromado tipo americana torneira cromada longa, de parede, padrão popular - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 253,46	R\$ 253,46

10.5	93396	Bancada granito cinza polido 0,50 x 0,60m, incl. Cuba de embutir oval louça branca 35 x 50cm, válvula metal cromado, sifão flexível PVC, engate 30cm flexível plástico e torneira cromada de mesa, padrão popular - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 469,60	R\$ 469,60
11.0	Instalações elétricas					R\$ 9.987,82
11.1	83463	Quadro de distribuição de energia em chapa de aço galvanizado, para 12 disjuntores termomagnéticos monopolares, com barramento trifásico e neutro - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 276,17	R\$ 276,17
11.2	91916	Curva 180° para eletroduto, PVC, roscável, dn 25mm (3/4"), para circuitos terminais, instalada em parede - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 12,79	R\$ 12,79
11.3	91926	Cabo de cobre flexível isolado, 1,5mm ² , antichama 450/750v, para circuitos terminais - fornecimento e instalação.	m	650	R\$ 2,42	R\$ 1.573,00
11.4	39690	Caixa para medição coletiva tipo m, padrão bifásico ou trifásico, para até 8 medidores (padrão da concessionária local).	Un.	1	R\$ 1.640,69	R\$ 1.640,69
11.5	73767 /3	Laco de roldana pré-formado aço recoberto de alumínio para cabo de alumínio nu bitola 25mm ² - fornecimento e colocação.	Un.	45	R\$ 7,25	R\$ 326,25
11.6	10	Rasgo em alvenaria para ramais/ distribuição com diâmetros menores ou iguais a 40mm.	m	75	R\$ 10,22	R\$ 766,50
11.7	91932	Cabo de cobre flexível isolado, 10 mm ² , antichama 450/750v, para circuitos terminais - fornecimento e instalação.	m	32	R\$ 8,44	R\$ 270,08
11.8	93141	Ponto de tomada residencial incluindo tomada 10a/250v, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento.	Un.	19	R\$ 124,72	R\$ 2.369,68
11.9	93143	Ponto de tomada residencial incluindo tomada 20a/250v, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento.	Un.	4	R\$ 126,21	R\$ 504,84
11.10	93144	Ponto de utilização de equipamentos elétricos, residencial, incluindo suporte e placa, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento.	Un.	2	R\$ 155,52	R\$ 311,04

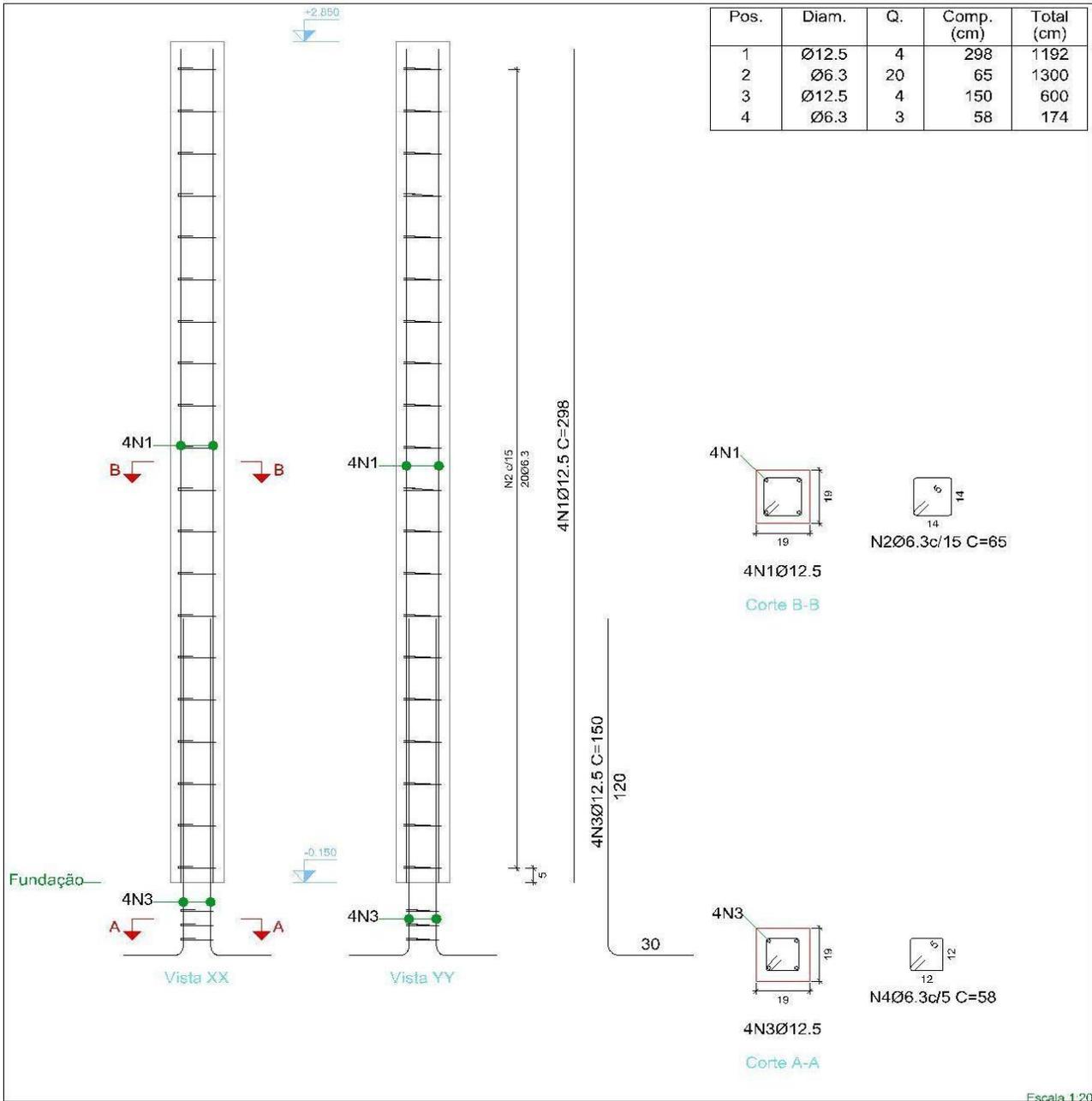
11.11	93128	Ponto de iluminação residencial incluindo interruptor simples, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento (excluindo luminária e lâmpada).	Un.	7	R\$ 104,87	R\$ 734,09
11.12	93653	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 10a - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 11,57	R\$ 11,57
11.13	93654	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 16a - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 12,04	R\$ 24,08
11.14	93655	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 20a - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 12,91	R\$ 12,91
11.15	93663	Disjuntos bipolar tipo din, corrente nominal de 25a - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 61,89	R\$ 61,89
11.16	97589	Luminária tipo plafon em plástico, de sobrepor, com 1 lâmpada de 15w - fornecimento e instalação.	Un.	7	R\$ 30,86	R\$ 216,02
11.17	91854	Eletroduto flexível corrugado, PVC, dn 25 mm (3/4"), para circuitos terminais, instalado em parede - fornecimento e instalação.	m	80	R\$ 6,56	R\$ 524,80
11.18	97606	Luminária arandela tipo tartaruga, para 1 lâmpada de 15w - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 56,75	R\$ 113,50
11.19	97612	Lâmpada compacta fluorescente de 20w, base e27 - fornecimento e instalação.	Un.	9	R\$ 22,24	R\$ 200,16
11.20	73781 /2	Isolador de pino tp hi-pot cilíndrica classe 15kv, Fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 37,76	R\$ 37,76
12.0	Instalações esgoto					R\$ 5.393,46
12.1	89713	Tubo PVC, serie normal, esgoto predial, dn 75 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário,	m	8,7	R\$ 30,39	R\$ 264,39
12.2	89714	Tubo PVC, serie normal, esgoto predial, dn 100mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	17	R\$ 39,13	R\$ 665,21
12.3	89726	Joelho 45 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 40mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 5,10	R\$ 10,20
12.4	89731	Joelho 90 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 50mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto	Un.	27	R\$ 7,41	R\$ 200,07

		sanitário.				
12.5	89724	Joelho 90 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 40mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 6,59	R\$ 13,18
12.6	89744	Joelho 90 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 100mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 16,19	R\$ 32,38
12.7	89739	Joelho 45 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 75mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 12,92	R\$ 25,84
12.8	89732	Joelho 45 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 50mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 7,76	R\$ 15,52
12.9	89731	Joelho 90 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 50mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	7	R\$ 7,41	R\$ 51,87
12.10	74166/1	Caixa de inspeção em concreto pré-moldado dn 60cm com tampa h= 60cm fornecimento e instalação.	Un.	3	R\$ 183,23	R\$ 549,69
12.11	89711	Tubo PVC, serie normal, esgoto predial, dn 40mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	9,6	R\$ 14,01	R\$ 134,50
12.12	89712	Tubo PVC, serie normal, esgoto predial, dn 50mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	22,4	R\$ 20,12	R\$ 450,69
12.13	98052	Tanque séptico circular, em concreto pré-moldado, diâmetro interno = 1,10m, altura interna = 2,50m, volume útil: 2138,2l (para 5 contribuintes).	Un.	1	R\$ 1.017,44	R\$ 1.017,44
12.14	98094	Sumidouro retangular em alvenaria com bloco de concreto, dimensões internas: 0,8 x 1,4 x 3m, área de infiltração: 13,2m ² (para 5 contribuintes).	Un.	1	R\$ 1.877,78	R\$ 1.877,78

12.15	89707	Caixa sifonada, PVC, dn 100 x 100 x 50mm, junta elástica, fornecida e instalada em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário,	Un.	1	R\$ 22,49	R\$ 22,49
12.16	98102	Caixa de gordura simples, circular em concreto pré-moldado, diâmetro interno = 0,4m, altura interna = 0,4m.	Un.	1	R\$ 58,31	R\$ 58,31
12.17	39319	Terminal de ventilação, 50 mm, serie normal, esgoto predial.	Un.	1	R\$ 3,90	R\$ 3,90
13.0	Instalações hidráulicas de água fria					R\$ 3.204,67
13.1	88503	Caixa d'água em polietileno, 1000 litros, com acessórios.	Un.	1	R\$ 714,10	R\$ 714,10
13.2	9535	Chuveiro elétrico comum corpo plástico tipo ducha, fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 66,34	R\$ 66,34
13.3	86888	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 375,66	R\$ 751,32
13.4	86913	Torneira cromada 1/2" ou 3/4" para tanque, padrão popular - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 14,94	R\$ 29,88
13.5	96807	Kit chassi pex, pré-fabricado, para área de serviço com tanque e máquina de lavar roupa, e conexões por anel deslizante fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 170,85	R\$ 170,85
13.6	89362	Joelho 90 graus, PVC, soldável, dn 25mm, instalado em ramal o sub-ramal de água - fornecimento e instalação.	m	9	R\$ 6,47	R\$ 58,23
13.7	89985	Registro de pressão bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados, Fornecido e instalado em ramal de água.	Un.	2	R\$ 61,01	R\$ 122,02
13.8	94792	Registro de gaveta bruto, latão roscável, 1, com acabamento e canopla cromados, instalado em reservatório de água de edificação que possua reservatório de fibra/fibrocimento fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 94,27	R\$ 94,27
13.9	89972	Kit de registro de gaveta bruto de latão 3/4", inclusive conexões, roscável, instalado em ramal de água fria - fornecimento e instalação.	Un.	3	R\$ 39,10	R\$ 117,30
13.10	90373	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, dn 25mm, x 1/2 instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação.	Un.	8	R\$ 10,05	R\$ 80,40

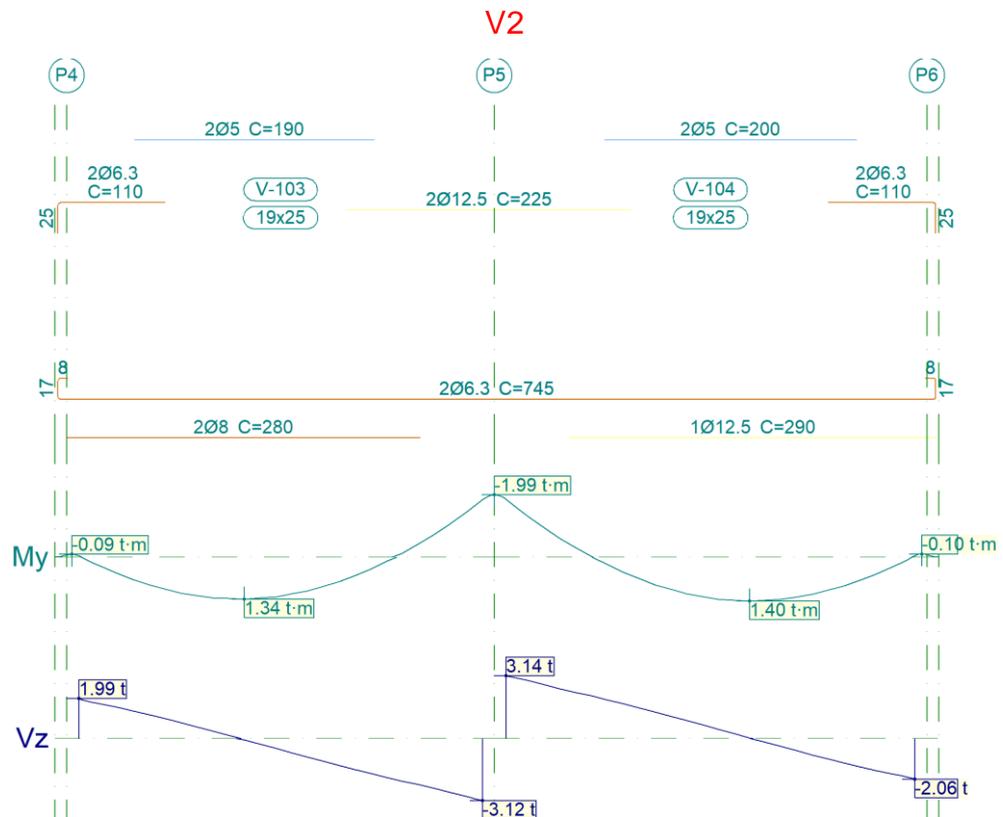
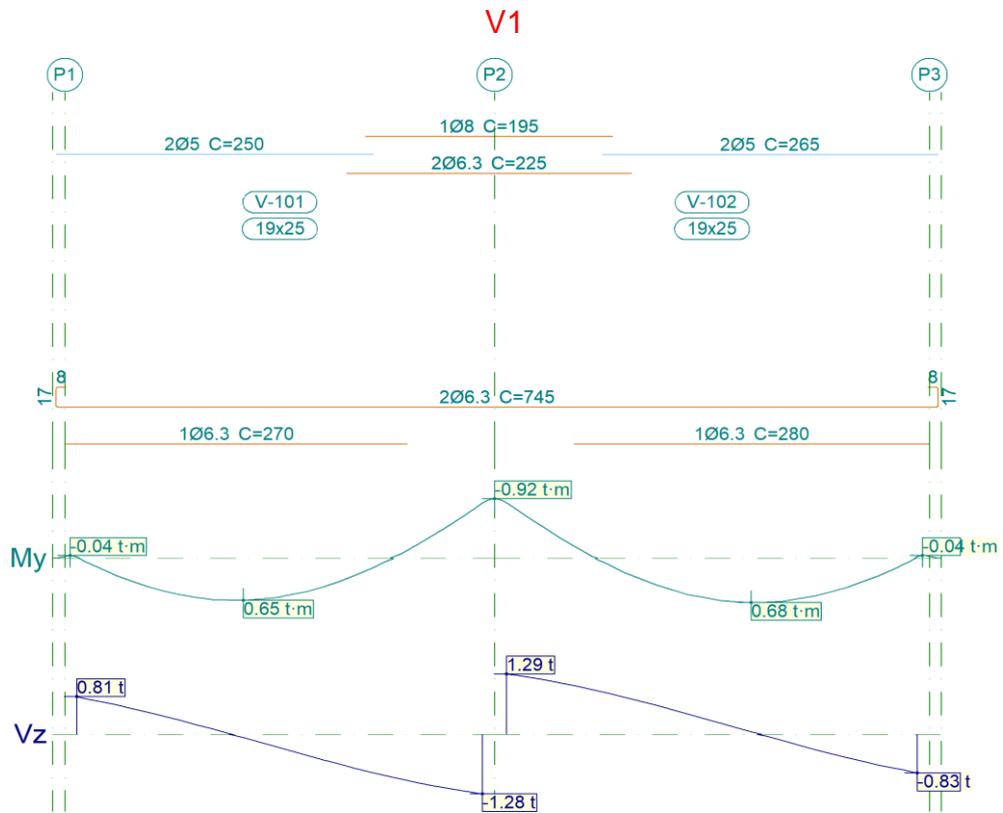
13.11	89396	Tê com bucha de latão na bolsa central, PVC, soldável, dn 25mm x 1/2, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 13,96	R\$ 13,96
13.12	89391	Adaptador curto com bolsa e rosca para registro, PVC, soldável, dn 32mm x 1, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 6,29	R\$ 12,58
13.13	89395	Tê, PVC, soldável, dn 25mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água- fornecimento e instalação.	Un.	5	R\$ 8,93	R\$ 44,65
13.14	89398	Tê PVC, soldável, dn 32mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água- fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 12,56	R\$ 25,12
13.15	89426	Luva de redução, PVC, soldável, dn 32mm x 25mm, instalado em ramal de distribuição de água - fornecimento e instalação.	Un.	3	R\$ 5,20	R\$ 15,60
13.16	89356	Tubo, PVC, soldável, dn 25mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação.	Un.	34,47	R\$ 16,01	R\$ 551,86
13.17	89357	Tubo, PVC, soldável, dn 32mm, instalado em ramal de água - fornecimento e instalação.	Un.	15,4	R\$ 21,83	R\$ 336,18
Custo total etapas comuns						R\$ 57.204,02

APÊNDICE 7 – DETALHAMENTO PILARES SISTEMA CONVENCIONAL

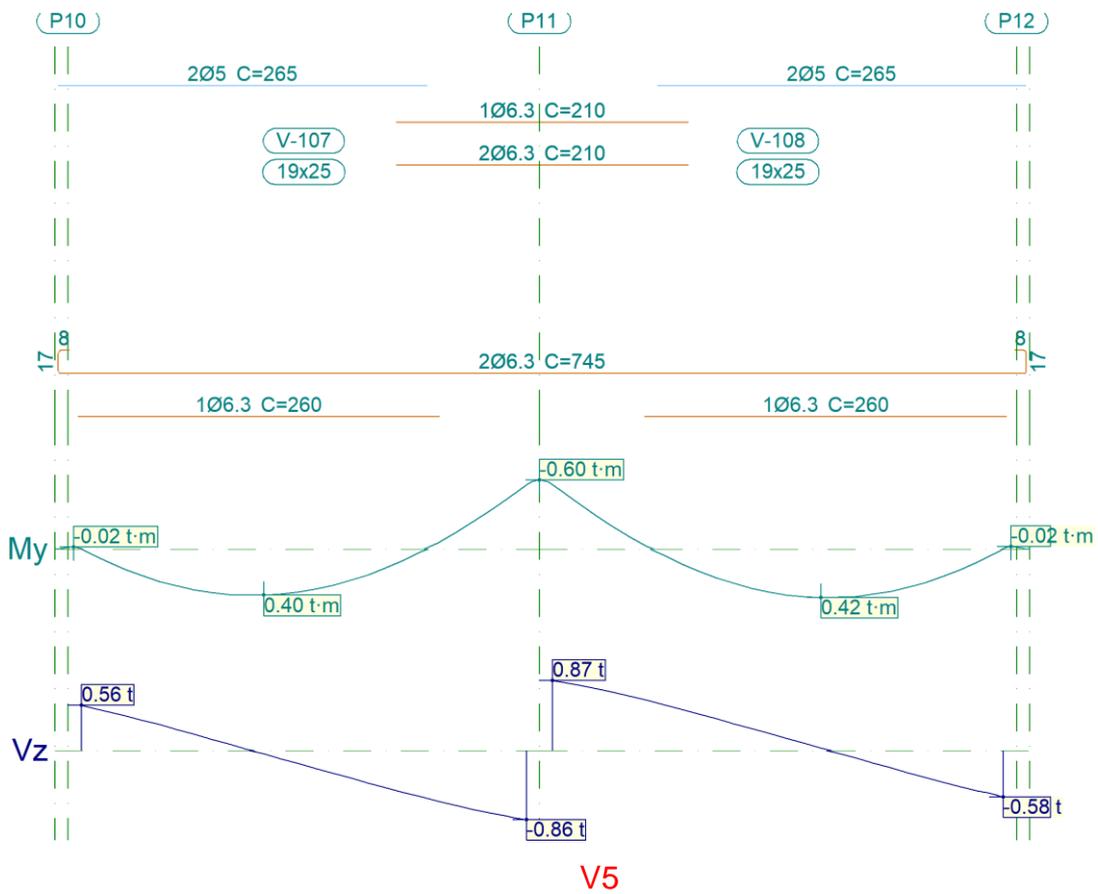
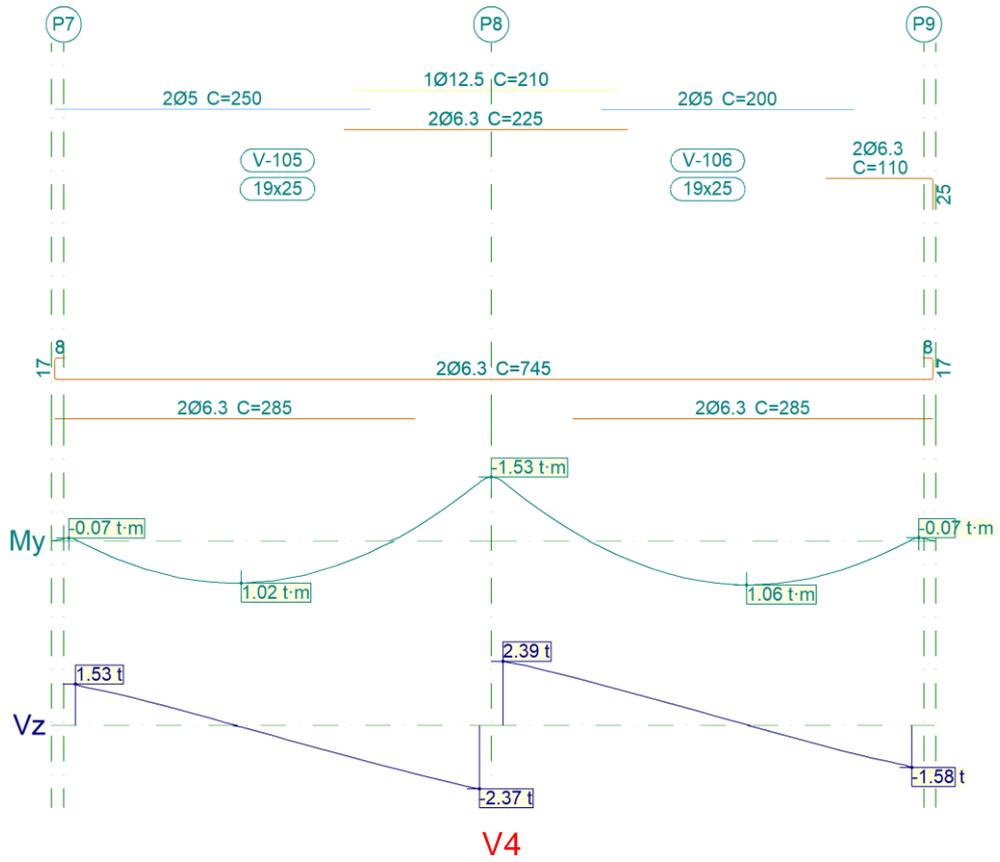


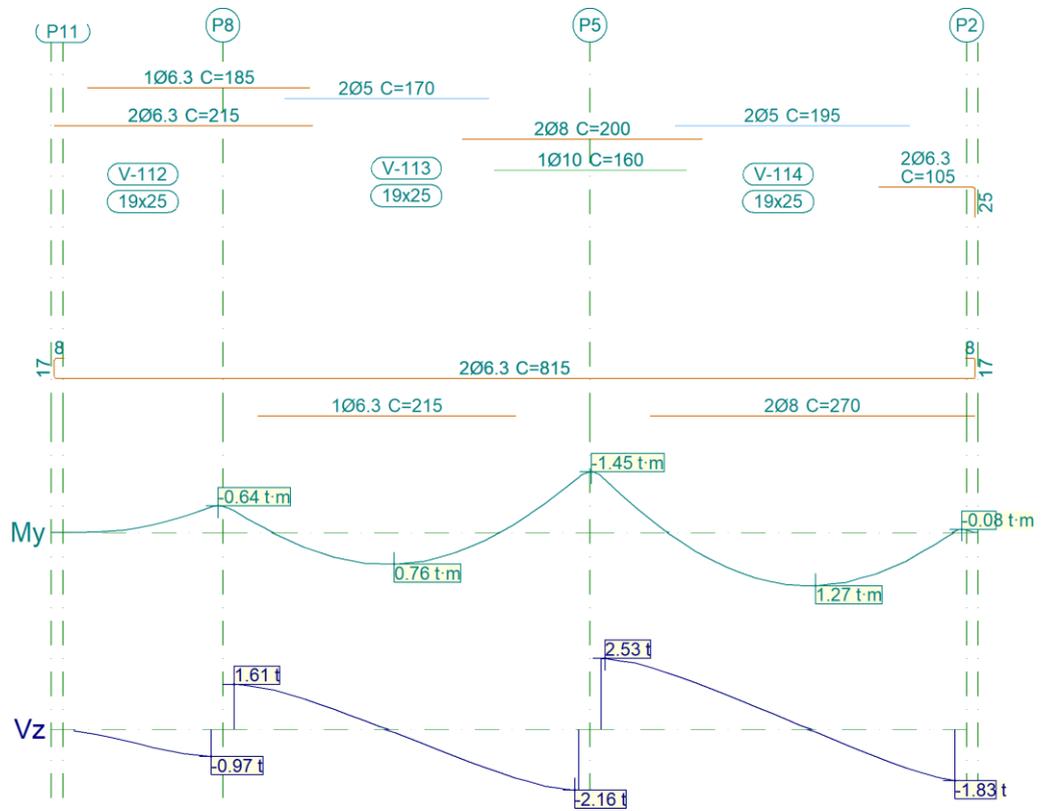
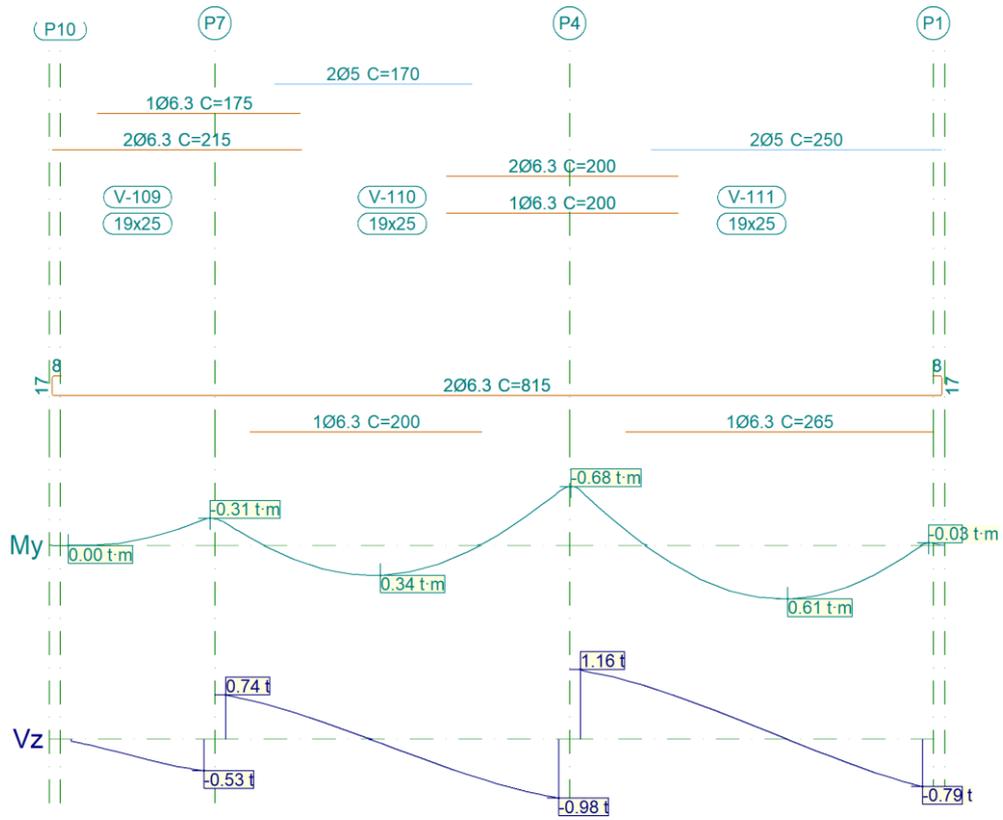
Escala 1:20

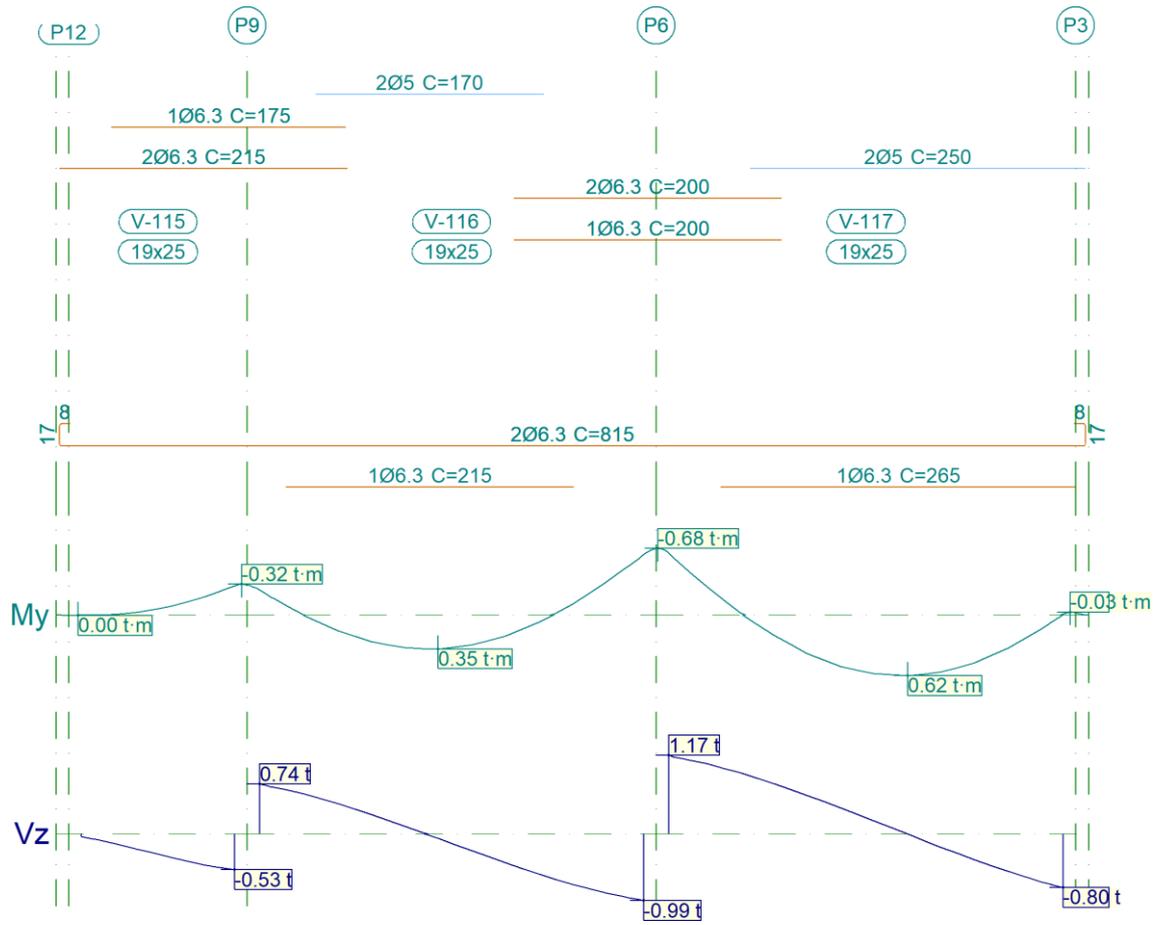
APÊNDICE 8 – VIGAS



V3







APÊNDICE 9 – TABELA CUSTO ITENS COMUNS AOS DOIS SISTEMAS

CUSTO ETAPAS COMUNS AOS DOIS SISTEMAS						
Item	Cod.	Descrição	Un.	Qtd.	Preço	Custo total
1.0	Serviços preliminares					R\$ 1.416,00
1.1	73859/2	Capina e limpeza manual de terreno.	m ²	200	R\$ 1,18	R\$ 236,00
1.2	85422	Preparo manual de terreno s/ raspagem superficial.	m ²	200	R\$ 5,90	R\$ 1.180,00
2.0	Infraestrutura					R\$ 8.094,12
2.1	96388	Execução e compactação de base e ou sub-base com solo estabilizado granulometricamente - exclusive escavação, carga e transporte e solo.	m ³	13,50	R\$ 6,52	R\$ 88,02
2.2	74154/1	Escavação, carga e transporte de material de 1a categoria com trator sobre esteiras 347 HP e caçamba 6m ³ , DMT 50 a 200m.	m ³	13,50	R\$ 3,68	R\$ 49,68
2.3	368	Areia para aterro - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte).	m ³	13,50	R\$ 47,50	R\$ 641,25
2.4	72915	Escavação mecânica de vala em material de 2a, Categoria até 2m de profundidade com utilização de escavadeira hidráulica.	m ³	1,38	R\$ 8,80	R\$ 12,14
2.5	96622	Lastro com material granular, aplicação em pisos ou radiers, espessura de *5cm*.	m ³	4	R\$ 111,88	R\$ 447,52
2.6	68053	Fornecimento/instalação lona plástica preta, para impermeabilização, espessura 150 micras.	m ²	84,04	R\$ 5,27	R\$ 442,89
2.7	97086	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para radier, em madeira serrada, 4 utilizações.	m ²	9,2	R\$ 91,25	R\$ 839,50
2.8	92783	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 4,2 mm.	kg	179,1	R\$ 12,16	R\$ 2,177,86
2.9	92791	Corte e dobra de aço ca-60, diâmetro de 5mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes.	kg	51	R\$ 6,73	R\$ 343,23
2.10	92775	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 5mm – montagem.	kg	51	R\$ 12,38	R\$ 631,38

2.11	92784	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 5mm – montagem.	kg	51	R\$ 10,44	R\$ 532,44
2.12	94965	Concreto fck = 25mpa, traço 1:2, 3:2,7 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400l.	m³	6,47	R\$ 291,84	R\$ 1,888,20
3.0	Supraestrutura					R\$ 2.232,17
3.1	92723	Concretagem de vigas e lajes, fck =20 MPA, para lajes pré-moldadas com uso de bomba em edificação com área média de lajes menor ou igual a 20m² - lançamento, adensamento e acabamento.	m³	4,12	R\$ 336,24	R\$ 1.385,31
3.2	92268	Fabricação de fôrma para lajes e estruturas similares, em chapa de madeira compensada plastificada, e = 1 mm.	m²	4,4	R\$ 31,16	R\$ 137,10
3.3	92485	Montagem e desmontagem de fôrma de laje maciça com área média menor ou igual a 20m², pé-direito simples, em madeira serrada, 4 utilizações.	m²	4,4	R\$ 111,66	R\$ 491,30
3.4	92776	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 6,3mm - montagem .	kg	9,6	R\$ 10,90	R\$ 104,64
3.5	32	Aço ca-60 6,3mm, vergalhão.	kg	9,6	R\$ 5,20	R\$ 49,92
3.6	87886	Chapisco aplicado no teto, com desempenadeira dentada, Argamassa industrializada com preparo manual.	m²	3,48	R\$ 18,36	R\$ 63,89
4.0	Esquadrias					R\$ 4.840,69
4.1	91011	Porta de madeira para verniz, semi-oca (leve ou média), 80 x 210cm, espessura de 3,5cm, incluso dobradiças - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 283,62	R\$ 567,24
4.2	91009	Porta de madeira para verniz, semi-oca (leve ou média), 60 x 210cm, espessura de 3,5cm, incluso dobradiças - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 246,97	R\$ 246,97

4.3	94807	Porta em aço de abrir tipo veneziana sem guarnição, 87 x 210cm, fixação com parafusos - fornecimento e instalação.	m ²	2	R\$ 600,81	R\$ 1.201,62
4.4	94562	Janela de aço de correr, 4 folhas, fixação com argamassa, sem vidros, padronizada.	m ²	4	R\$ 561,35	R\$ 2.245,40
4.5	94559	Janela de aço basculante, fixação com argamassa, sem vidros, padronizada.	m ²	0,25	R\$ 588,94	R\$ 147,24
4.6	72122	Vidro fantasia tipo canelado, espessura 4mm.	m ²	4,25	R\$ 101,70	R\$ 432,23
5.0	Cobertura					R\$ 7.779,92
5.1	94231	Rufo em chapa de aço galvanizado número 24, corte de 25cm, incluso transporte vertical.	m	8,5	R\$ 32,9	R\$ 275,32
5.2	94227	Calha em chapa de aço galvanizado número 24, desenvolvimento de 33cm, incluso transporte vertical.	m	33,4	R\$ 40,34	R\$ 1.347,36
5.3	94442	Telhamento com telha cerâmica de encaixe, tipo romana, com até 2 águas, incluso transporte vertical.	m ²	73,95	R\$ 23,76	R\$ 1.757,05
5.4	94207	Telhamento com telha ondulada de fibrocimento e = 6mm, com recobrimento lateral de 1/4 de onda para telhado com inclinação maior que 10°, com até 2 águas, incluso içamento.	m ²	1,74	R\$ 30,23	R\$ 52,60
5.5	92539	Trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de até 2 águas para telha de encaixe de cerâmica ou de concreto, incluso transporte vertical.	m ²	69,6	R\$ 61,59	R\$ 4.286,66
5.6	92543	Trama de madeira composta por terças para telhados de até 2 águas para telha ondulada de fibrocimento, metálica, plástica ou termo acústica, incluso transporte vertical.	m ²	3,48	R\$ 17,51	R\$ 60,93
6.0	Revestimento Internos					R\$ 2.555,38
6.1	87536	Emboço, para recebimento de cerâmica, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicado manualmente em faces internas de paredes, para ambiente com área maior que 10m ² , espessura de 20mm, com execução de taliscas.	m ²	34,9	R\$ 24,34	R\$ 849,47

6.2	87273	Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada extra de dimensões 33 x 45cm aplicadas em ambientes de área maior que 5m ² na altura inteira das paredes.	m ²	34,9	R\$ 48,88	R\$ 1.705,91
7.0	Forros					R\$ 1.777,49
7.1	96109	Forro em placas de gesso, para ambientes residenciais.	m ²	46,58	R\$ 38,16	R\$ 1.777,49
8.0	Pintura					R\$ 4.364,68
8.1	73948/2	Limpeza/preparo superfície concreto p/pintura.	m ²	247,3	R\$ 7,87	R\$ 1.946,25
8.2	88487	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos.	m ²	108,5	R\$ 8,52	R\$ 924,42
8.3	88489	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em paredes, duas demãos.	m ²	137,57	R\$ 10,86	R\$ 1.494,01
9.0	Pisos					R\$ 3.587,00
9.1	87249	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 45 x 45cm aplicada em ambientes de área menor que 5m ² .	m ²	6,85	R\$ 56,52	R\$ 387,16
9.2	87255	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60 x 60cm aplicada em ambientes de área menor que 5m ² .	m ²	2,7	R\$ 92,86	R\$ 250,72
9.3	87256	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60 x 60cm aplicada em ambientes de área entre 5m ² e 10m ² .	m ²	9	R\$ 80,94	R\$ 728,46
9.4	87257	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60 x 60 cm aplicada em ambientes de área maior que 10m ² .	m ²	30,25	R\$ 73,41	R\$ 2.220,65
10.0	Acabamentos					R\$ 1.970,63
10.1	88650	Rodapé cerâmico de 7cm de altura com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60 x 60cm.	m	50,12	R\$ 13,36	R\$ 669,60
10.2	84088	Peitoril em mármore branco, largura de 15cm, assentado com argamassa traço 1:4 (cimento e areia media), preparo manual da argamassa.	m	7,2	R\$ 53,47	R\$ 384,98
10.3	98695	Soleira em mármore, largura 1cm, espessura 2cm.	m ²	4,4	R\$ 43,86	R\$ 192,98

10.4	86933	Bancada de mármore sintético 120 x 60cm, com cuba integrada, incluso sifão tipo garrafa em PVC, válvula em plástico cromado tipo americana torneira cromada longa, de parede, padrão popular - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 253,46	R\$ 253,46
10.5	93396	Bancada granito cinza polido 0,5 x 0,6m, incl. Cuba de embutir oval louça branca 35 x 50cm, válvula metal cromado, sifão flexível PVC, engate 30cm flexível plástico e torneira cromada de mesa, padrão popular - fornecimento e instalação .	Un.	1	R\$ 469,60	R\$ 469,60
11.0	Instalações elétricas					R\$ 9.987,82
11.1	83463	Quadro de distribuição de energia em chapa de aço galvanizado, para 12 disjuntores termomagnéticos monopolares, com barramento trifásico e neutro - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 276,17	R\$ 276,17
11.2	91916	Curva 180° para eletroduto, PVC, roscável, DN 25mm (3/4"), para circuitos terminais, instalada em parede - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 12,79	R\$ 12,79
11.3	91926	Cabo de cobre flexível isolado, 1,5mm ² , antichama 450/750v, para circuitos terminais - fornecimento e instalação.	m	650	R\$ 2,42	R\$ 1.573,00
11.4	39690	Caixa para medição coletiva tipo m, padrão bifásico ou trifásico, para até 8 medidores (padrão da concessionária local).	Un.	1	R\$ 1.640,69	R\$ 1.640,69
11.5	73767 /3	Laco de roldana pré-formado aço recoberto de alumínio para cabo de alumínio nu bitola 25mm ² - fornecimento e colocação.	Un.	45	R\$ 7,25	R\$ 326,25
11.6	10	Rasgo em alvenaria para ramais/ distribuição com diâmetros menores ou iguais a 40mm.	m	75	R\$ 10,22	R\$ 766,50
11.7	91932	Cabo de cobre flexível isolado, 10mm ² , antichama 450/750v, para circuitos terminais - fornecimento e instalação.	m	32	R\$ 8,44	R\$ 270,08

11.8	93141	Ponto de tomada residencial incluindo tomada 10a/250v, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento.	Un.	19	R\$ 24,72	R\$ 2.369,68
11.9	93143	Ponto de tomada residencial incluindo tomada 20a/250v, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento.	Un.	4	R\$ 126,21	R\$ 504,84
11.10	93144	Ponto de utilização de equipamentos elétricos, residencial, incluindo suporte e placa, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento,	Un.	2	R\$ 155,52	R\$ 311,04
11.11	93128	Ponto de iluminação residencial incluindo interruptor simples, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento (excluindo luminária e lâmpada).	Un.	7	R\$ 104,87	R\$ 734,09
11.12	93653	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 10a - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 11,57	R\$ 11,57
11.13	93654	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 16a - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 12,04	R\$ 24,08
11.14	93655	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 20a - fornecimento e instalação	Un.	1	R\$ 12,91	R\$ 12,91
11.15	93663	Disjuntos bipolar tipo din, corrente nominal de 25a - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 61,89	R\$ 61,89
11.16	97589	Luminária tipo plafon em plástico, de sobrepor, com 1 lâmpada de 15w - fornecimento e instalação.	Un.	7	R\$ 30,86	R\$ 216,02
11.17	91854	Eletroduto flexível corrugado, PVC, dn 25mm (3/4"), para circuitos terminais, instalado em parede - fornecimento e instalação.	m	80	R\$ 6,56	R\$ 524,80
11.18	97606	Luminária arandela tipo tartaruga, para 1 lâmpada de 15w - fornecimento e instalação,.	Un.	2	R\$ 56,75	R\$ 113,50
11.19	97612	Lâmpada compacta fluorescente de 20w, base e27 - fornecimento e instalação.	Un.	9	R\$ 22,24	R\$ 200,16
11.20	73781 /2	Isolador de pino tp hi-pot cilíndrica classe 1kv, Fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 37,76	R\$ 37,76
12.0	Instalações esgoto					R\$ 5.393,46

12.1	89713	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, dn 75mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	8,7	R\$ 30,39	R\$ 264,39
12.2	89714	Tubo PVC, serie normal, esgoto predial, dn 100mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	17	R\$ 39,13	R\$ 665,21
12.3	89726	Joelho 45 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 40mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 5,10	R\$ 10,20
12.4	89731	Joelho 90 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 50mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	27	R\$ 7,41	R\$ 200,07
12.5	89724	Joelho 90 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 40mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 6,59	R\$ 13,18
12.6	89744	Joelho 90 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 100 mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 16,19	R\$ 32,38
12.7	89739	Joelho 45 graus, PVC, série normal, esgoto predial, dn 75mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 12,92	R\$ 25,84
12.8	89732	Joelho 45 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 50mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	2	R\$ 7,76	R\$ 15,52
12.9	89731	Joelho 90 graus, PVC, serie normal, esgoto predial, dn 50mm, junta elástica, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Un.	7	R\$ 7,41	R\$ 51,87
12.10	74166/1	Caixa de inspeção em concreto pré-moldado dn 60cm com tampa h= 60cm fornecimento e instalação.	Un.	3	R\$ 183,23	R\$ 549,69
12.11	89711	Tubo PVC, serie normal, esgoto predial, dn 40mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal	m	9,6	R\$ 14,01	R\$ 134,50

		de esgoto sanitário.				
12.12	89712	Tubo PVC, serie normal, esgoto predial, dn 50mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	m	22,4	R\$ 20,12	R\$ 450,69
12.13	98052	Tanque séptico circular, em concreto pré-moldado, diâmetro interno = 1,10m, altura interna = 2,5m, volume útil: 2138,2l (para 5 contribuintes).	Un.	1	R\$ 1.017,44	R\$ 1.017,44
12.14	98094	Sumidouro retangular em alvenaria com bloco de concreto, dimensões internas: 0,8 x 1,4 x 3m, área de infiltração: 13,2m ² (para 5 contribuintes).	Un.	1	R\$ 1.877,78	R\$ 1.877,78
12.15	89707	Caixa sifonada, PVC, dn 100 x 100 x 50mm, junta elástica, fornecida e instalada em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário.	Un.	1	R\$ 22,49	R\$ 22,49
12.16	98102	Caixa de gordura simples, circular em concreto pré-moldado, diâmetro interno = 0,4m, altura interna = 0,4m.	Un.	1	R\$ 58,31	R\$ 58,31
12.17	39319	Terminal de ventilação, 50mm, serie normal, esgoto predial.	Un.	1	R\$ 3,90	R\$ 3,90
13.0	Instalações hidráulicas de água fria					R\$ 3.204,67
13.1	88503	Caixa d'água em polietileno, 1000 litros, com acessórios.	Un.	1	R\$ 714,10	R\$ 714,10
13.2	9535	Chuveiro elétrico comum corpo plástico tipo ducha, fornecimento e instalação	Un.	1	R\$ 66,34	R\$ 66,34
13.3	86888	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 375,66	R\$ 751,32
13.4	86913	Torneira cromada 1/2" ou 3/4" para tanque, padrão popular - fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 14,94	R\$ 29,88
13.5	96807	Kit chassi pex, pré-fabricado, para área de serviço com tanque e máquina de lavar roupa, e conexões por anel deslizante fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 170,85	R\$ 170,85
13.6	89362	Joelho 90 graus, PVC, soldável, dn 25mm, instalado em ramal o sub-ramal de água - fornecimento e instalação	m	9	R\$ 6,47	R\$ 58,23
13.7	89985	Registro de pressão bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla. cromados, Fornecido e	Un.	2	R\$ 61,01	R\$ 122,02

		instalado em ramal de água.				
13.8	94792	Registro de gaveta bruto, latão roscável, 1, com acabamento e canopla cromados, instalado em reservatório de água de edificação que possua reservatório de fibra / fibrocimento fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 94,27	R\$ 94,27
13.9	89972	Kit de registro de gaveta bruto de latão 3/4", inclusive conexões, roscável, instalado em ramal de água fria- fornecimento e instalação.	Un.	3	R\$ 39,10	R\$ 117,30
13.10	90373	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, dn 25mm, x 1/2 instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação.	Un.	8	R\$ 10,05	R\$ 80,40
13.11	89396	Tê com bucha de latão na bolsa central, PVC, soldável, dn 25mm x 1/2, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação.	Un.	1	R\$ 13,96	R\$ 13,96
13.12	89391	Adaptador curto com bolsa e rosca para registro, PVC, soldável, dn 32mm x 1, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação .	Un.	2	R\$ 6,29	R\$ 12,58
13.13	89395	Tê, PVC, soldável, dn 25mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água- fornecimento e instalação.	Un.	5	R\$ 8,93	R\$ 44,65
13.14	89398	Te, PVC, soldável, dn 32mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água- fornecimento e instalação.	Un.	2	R\$ 12,56	R\$ 25,12
13.15	89426	Luva de redução, PVC, soldável, dn 32mm x 25mm, instalado em ramal de distribuição de água - fornecimento e instalação.	Un.	3	R\$ 5,20	R\$ 15,60
13.16	89356	Tubo, PVC, soldável, dn 25mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação.	Un.	34,47	R\$ 16,01	R\$ 551,86
13.17	89357	Tubo, PVC, soldável, dn 32mm, instalado em ramal de água - fornecimento e instalação.	Un.	15,4	R\$ 21,83	R\$ 336,18
Custo total etapas comuns						R\$ 57.204,02