



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

NAIANA VALEJO AGRA

**REAPROVEITAMENTO DE CONTAINERS COMO ALTERNATIVA PARA
ESCRITÓRIO**

RECIFE, 2016

NAIANA VALEJO AGRA

**REAPROVEITAMENTO DE CONTAINERS COMO ALTERNATIVA PARA
ESCRITÓRIO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção de grau de Engenheiro Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Fernando Jordão de Vasconcelos

RECIFE, 2016

Catálogo na fonte

Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260

A277r

Agra. Naiana Valejo

Reaproveitamento de containers como alternativa para escritório. / Naiana Valejo Agra. - 2016.

28folhas, Ils.; Tab.; e Abr. ; Sigl..

Orientador: Prof. Dr. Fernando Jordão de Vasconcelos.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Graduação em Engenharia Civil, 2016.

Inclui Referências, Anexos e Apêndices.

1. Engenharia Civil. 2. Escritório container. 3. Reuso de containers. 4. Containers na construção civil. 5. Fundação container. 6. Reutilização de materiais. I. Vasconcelos, Fernando Jordão de (Orientador). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2016-245



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO
DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL**

CANDIDATO(S): 1 – NAIANA VALEJO AGRA

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: FERNANDO JORDÃO DE VASCONCELOS

Examinador 1: MAURICIO RENATO PINA MOREIRA

Examinador 2: MARINA DE ALMEIDA GOMES SORIANO

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

LOCAL: CENTRO DE TECNOLOGIAS E GEOCIÊNCIAS

DATA: 18/08/2016. HORÁRIO DE INÍCIO: 16:45h.

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) arguido(s) oralmente pelos membros da banca com NOTA: _____ (deixar 'Exame Final', quando for o caso).

1) () **aprovado(s) (nota $\geq 7,0$), pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito.**

As revisões observadas pela banca examinadora deverão ser corrigidas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

O trabalho com nota no seguinte intervalo, $3,0 \leq \text{nota} < 7,0$, será reapresentado, gerando-se uma nota ata; sendo o trabalho aprovado na reapresentação, o aluno será considerado **aprovado com exame final**.

2) () **reprovado(s). (nota $< 3,0$)**

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, de de 20....

Orientador:

Avaliador 1:

Avaliador 2:

Candidato 1:

Candidato 2:

Dedico este trabalho primeiramente a meus pais, Emanuel Espíndola Agra e Maria A. Valejo Agra, a minha irmã Irene V. E. Agra, ao meu companheiro Rubens P. Coutinho Neto, que me deram todo apoio para vencer essa grande etapa, aos meus tios Josué Antônio de Souza e Janete Espíndola de Souza que me deram todo suporte necessário nessa caminhada, aos meus amigos e toda a minha família que se fizeram presente de alguma forma incentivando e relembrando os conceitos primordiais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao querido professor Fernando Jordão que se fez presente, incentivou e deu todo suporte necessário para concluir este trabalho. Não posso deixar de agradecer aos professores que contribuíram para aumentar o amor que possuo à Engenharia Civil: Paulo Sousa, Roberto Azevedo, Maurício Pina, Washington Amorim, Paulo Marcelo, Antônio Nunes, Maria de Lourdes Florêncio, João Recena, pessoas que passaram da melhor forma o conhecimento obtido.

RESUMO

Boa qualidade de vida está interligada com a importância do equilíbrio do planeta para garantir a sobrevivência da espécie humana. A adoção de ações de sustentabilidade como, por exemplo, alterações nos hábitos de consumo no modo de produzir e negociar garante a médio e longo prazo um planeta em boas condições para se viver. Diante desse contexto pode-se destacar o reuso dos *containers* marítimos, inservíveis para os portos, pela construção civil brasileira apesar de ser uma alternativa recente no Brasil veem se destacando nesse ramo. O *Container* é preparado para resistir a terremoto, incêndio, furacão e podem suportar cerca de 190 toneladas. Numa obra convencional de alvenaria seria necessário muito concreto para conseguir a mesma estrutura. Devido a importância dos *containers* exigirem muito menos mão-de-obra, em relação aos custos e trabalhos na fundação do que outros tipos de construções criou-se a necessidade de se estudar essa etapa. Outras etapas executivas também se destacam principalmente devido a redução considerável de tempo do processo construtivo. Foi feito um comparativo de orçamento na etapa da fundação de uma construção de um escritório executado com a reutilização de *containers* e outro pelo método convencional de construção, com alvenaria e concreto. Algumas conclusões foram tiradas diante do resultado desse estudo.

Palavras Chaves: Escritório container. Reuso de containers. Containers na construção civil. Fundação container. Reutilização de materiais.

ABSTRACT

Good quality of life is connected with the importance of the planet's balance to ensure the survival of the human kind. The adoption of sustainability actions, for example, changes in consumption habits in order to produce and to trade ensures the medium and long term a planet in good condition to live. In this context, the reuse of maritime containers, unserviceable for ports, by the Brazilian construction can be highlighted. Despite of the fact of being a recent alternative in Brazil coming standing out in this business. The Container is prepared to withstand earthquake, fire, hurricane and can withstand about 190 tons. In a conventional masonry work, it would be very specific required to achieve the same structure. Because of the importance of the fact that containers require much less labor-intensive, in relation to costs and work in the foundation than other types of constructions, it is necessary to study it this stage. Others executive steps also stand out mainly due to considerable reduction on the construction process time. A comparative budget was done in the step of foundation of a building of an office run by reusing containers and the other by the conventional method of construction, with masonry and concrete. Some conclusions were drawn on the results of this study.

Key words: container Office. Reuse containers. Containers in construction. Foundation container. Reusing materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escritório Container.....	14
Figura 2 - Longarinas Container.....	15
Figura 3 – Dry 20’	19
Figura 4 – Dry 40’	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dry 20'	18
Tabela 2- Dry 40'	19
Tabela 3- Planilha Orçamentária estimada-Fundação para construção alvenaria e concreto armado	21
Tabela 4- Planilha Orçamentária estimada-Fundação para construção em container	22

LISTA DE SÍMBOLOS

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

XPS- Poliestireno Estrudado

OSB- Oriented Strand Board (Painel de tiras de madeira orientada).

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Justificativa e Motivação	11
1.2 Objetivo	12
2 CONTAINER	12
2.1 O que é um container e para que serve	12
2.1.1 Containers utilizados para escritório	13
2.1.2 Medidas dos containers	14
2.2 Cortes.....	14
2.3 Fundação.....	15
2.4 Revestimento	16
2.5 Instalações elétricas e hidráulicas.....	16
2.6 Vantagens e desvantagens de utilizar containers na construção de um escritório.....	16
2.6.1 Vantagens	16
2.6.2 Desvantagens	17
3 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	18
4 RECOMENDAÇÕES E CONSLUSÕES	21
5 REFERÊNCIAS	24
ANEXO 1- PERFIL DO SOLO ADOTADO	26
APÊNDICE 1- CORTE DO DESENHO DO ESCRITÓRIO EM CONTAINER	28
APÊNDICE 2- CORTE DO DESENHO DO ESCRITÓRIO EM ALVENARIA.....	29
APÊNDICE 3- PLANTA BAIXA REFERENTE ÀS DIMENSÕES INTERNAS	30
APÊNDICE 4- REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL DO ESCRITÓRIO CONVENCIONAL	31
APÊNDICE 5-- REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL ESCRITÓRIO CONTAINER	34

APÊNDICE 6- DESENHO EM 3D DOS DOIS ESCRITÓRIOS	35
APÊNDICE 7- LOCAÇÃO DAS SAPATAS DA FUNDAÇÃO 1	36
APÊNDICE 8- LOCAÇÃO DAS SAPATAS DA FUNDAÇÃO 2	37
APÊNDICE 9- SEÇÕES TRANSVERSAIS DAS SAPATAS ISOLADAS E CORRIDA	38
APÊNDICE 10- FUNDAÇÕES 1 E 2 EM 3D	39
APÊNDICE 11- DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO 1	40
APÊNDICE 12- DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO 2	46
APÊNDICE 13- MEMÓRIA DE CÁLCULO REFERENTE À TABELA 3	48
APÊNDICE 14- MEMÓRIA DE CÁLCULO REFERENTE À TABELA 4	49

1 INTRODUÇÃO

Os *containers* são estruturas de aço leves, mas muito fortes. Padronizados na sua fabricação para terem um perfeito encaixe podendo ser empilhados até 12 unidades quando vazios. “Eles usados podem ser comprados das empresas de transporte por US\$1.200,00 cada, e mesmo quando comprados novos, eles não custam mais que US\$6.000,00.” (PORTAL METÁLICA, 2015).

Com o intuito de reaproveitar o material oferecido por empresas armadoras no Porto do Recife, o container foi estudado com o objetivo de levar da inutilidade à criatividade. As principais vantagens da utilização de *containers* em escritórios são a mobilidade, rapidez da obra e redução de custos, além de ser uma estrutura muito segura à intempéries e à ação do tempo.

Para o vigente trabalho de conclusão de curso foi realizado um estudo de orçamento estimado para construir uma fundação de um escritório container e verificado quando comparado com a fundação do mesmo escritório sendo construído pelo método tradicional com alvenaria e concreto. Para realizar esse estudo além de pesquisas feitas com materiais disponíveis de artigos, TCC, livros, visita a FEICON Nordeste em 2015, além disso, foi necessário uma visita na empresa Agemar Transportes e Empreendimentos, empresa armadora de Recife – PE, que atua no segmento de customização de containers marítimos e fabricação de módulos habitáveis.

1.1 Justificativa e Motivação

A Construção civil ainda gera muitos entulhos e resíduos sólidos que muitas vezes não têm uma destinação adequada. Existe uma preocupação notável também com a otimização de tempo, espaço, pois esses aspectos levam a uma redução de custos e melhor produtividade. É extremamente importante levar em consideração em qualquer construção a disponibilidade dos materiais e mão-de-obra especializada no local da obra devido estar diretamente ligado a um aumento de custo o transporte desses para onde se deseja executar a construção.

Sabendo da extrema importância desses pontos abordados no âmbito da construção civil, criou-se a necessidade de unir esses itens além de levar em consideração a preservação

do meio ambiente e trazer uma mobilidade no produto final. Com isso, a utilização de *containers* como escritório foi comparado com o método de construção tradicional e mostrado que as melhorias com esta prática é o que a construção civil necessita atualmente.

1.2 Objetivo

Comentar e avaliar o orçamento da etapa de fundação de dois projetos básicos com métodos construtivos diferentes, um escritório com sua estrutura projetada em *container* e outro, com as mesmas dimensões internas, elaborado para ser construído em alvenaria e concreto.

2 CONTAINER

2.1 O que é um container e para que serve?

Pelo consenso doutrinário entende-se que *container* é uma caixa construída em aço, alumínio ou fibra, criado para o transporte unitizado de mercadorias. Construído para ser utilizado várias vezes, por isso é muito resistente.

De acordo com Santos (1982) a definição de containers apresenta-se no Artigo 4º parágrafo único do Decreto nº 80.145 de 15 de agosto de 1977:

O *container* deve preencher, entre outros os seguintes requisitos:

Ter caráter permanente e ser resistente para suportar o seu uso repetido;

b) Ser projetado de forma a facilitar sua movimentação em uma ou mais modalidades de transporte, sem necessidade de descarregar a mercadoria em pontos intermediários;

c) Ser provido de dispositivos que assegurem facilidade de sua movimentação, particularmente durante a transferência de um veículo para outro, em uma ou mais modalidades de transporte;

d) Ser projetado de modo a permitir seu fácil enchimento e esvaziamento;

e) Ter seu interior facilmente acessível à inspeção aduaneira, sem a existência de locais onde se possam ocultar mercadorias; (RITA GUEDES, ANARRITA BUENO BUORO, 2016 APUD SANTOS, 1982, p.77).

As medidas dos *containers* é referente as suas medidas externas. Com unidade de medidas padronizadas em pés(') e polegadas(''). As dimensões internas variam de acordo com

o tipo de carga que é transportada. No tópico 2.1.1 aborda as cargas transportadas dos principais *containers* reutilizados para escritório.

2.1.1 Containers utilizados para escritórios

O *container* escritório além de ecologicamente mais sustentável, podem ser reciclados para outras finalidades (projetos especiais), é totalmente móvel, essa é uma grande vantagem sobre um escritório comum.

Apesar de existir diversos tipos de *containers* de acordo com sua finalidade, três deles normalmente são muito utilizados por empresas brasileiras que comercializam *containers* para escritório: reefer, high cube, dry standard.

1. Container dry standard

Destinado a cargas gerais é o mais utilizado no mundo, totalmente fechado apenas com as portas padrões no fundo do *container*. Produtos transportados nele: alimentos, móveis, roupas, almoxarifado e depósitos gerais, modificado pode armazenar também carga a granel e produtos químicos.

É um dos mais usados na modificação de *container* para casas, escritórios entre outros.

2. Container High Cube

A diferença do dry standard é que ele tem 1 pé a mais em sua altura, com 2,89 metros comporta mais carga dentro dele. Por ser mais alto, ele acomoda melhor as pessoas e torna-se mais usado para projetos especiais. Normalmente o high cube é de 40pés(12 metros), com modificações pode ter 10 pés(3 metros), 20 pés(6 metros) ou conforme as necessidades do cliente. Produtos transportados nele: eletrodomésticos, papel, cigarros, cargas a granel, brinquedos entre outros.

3. Container reefer (refrigerado)

É semelhante ao dry standard e high cube diferindo do chão que é de alumínio e não de madeira como no dry, suas portas são revestidas em aço inoxidável e reforçadas com aço. Esse tipo de *container* possui um motor próprio para fornecer a refrigeração mantendo a temperatura interior entre -25° e +25°C de acordo com o produto. Normalmente são ligados na tomada para o funcionamento mas se modificado pode usar um gerador para suprir. Possui 10 centímetros de revestimento.

2.1.2 Medidas dos containers

Segundo a empresa Delta Containers, normalmente são utilizados containers para projetos especiais:

- 20 pés: 6m comprimento x 2,45m largura x 2,60m altura;
- 40 pés HC: 12m comprimento x 2,45m largura x 2,90m altura.

Na figura abaixo, um exemplo de escritório em container.

Figura 1- Escritório Container



Fonte: Delta Containers

2.2 Cortes

Essa etapa é muito importante ser mencionada pois as medidas para os cortes no container têm que ser bem marcadas e bem definidas em razão de após ser feito o primeiro corte não é possível refazer e obter a chapa com qualidade original. “Uma solda mal feita para consertar um corte errado pode gerar eletrólise, ficar porosa, esteticamente feia e tudo isso são facilitadores para o surgimento de futuras corrosões e, posteriormente, infiltrações. Quando estes cortes errados são no teto, nossas chances de problemas futuros se multiplicam. O ideal, inclusive, é que na fase da seleção dos containers não exista nenhum “remendo” no teto e muito menos seja feito algum” (Minha Casa Container, 2015).

Quando se faz muitos cortes no *container* a sua estrutura enfraquece sendo necessário instalar reforços para reestruturação. O *container* por ser autoportante sustenta-se com 4 pontos de apoio no solo caso a sua estrutura for muito alterada devido aos cortes além dos 4

pontos faz-se necessário aumentá-los em quantidade gerando, portanto, aumento nos custos na parte da fundação.

“Além da questão da quantidade de cortes, existem pontos onde não se deve cortar ou alterar. São as estruturas principais do container: as Longarinas superiores e inferiores (Figura 2) e os Postes” (Minha Casa Container, 2015).

Figura 2- Longarinas Container



Fonte: Delta Containers

2.3 Fundação

A fundação sofre alterações de acordo com o tipo de terreno que tenha para se construir o escritório. O *container* garante suporte apenas em suas extremidades como é construído para ser empilhado, em terrenos planos, normalmente constrói-se blocos retangulares, quatro pontos estruturais nas extremidades, as sapatas, suportando a carga sem risco. Não há necessidade de fazer uma laje em toda extensão.

2.4 Revestimento

Muitas são as opções para revestimentos internos com isolantes térmicos que auxiliam no conforto como lã de rocha, XPS, lã de pet, OSB, drywall. Os Containers do tipo Reefer, por exemplo, já possuem um revestimento térmico.

Para revestimento externo CDM, placas cimentícias, placas de madeira, vidro, estrutura de aço.

Quando se trata de piso, qualquer um utilizado em uma construção de alvenaria, pisos vinílicos, de alumínio, cerâmicos ou laminados.

2.5 Instalações elétricas e hidráulicas

As instalações segundo Rubem Duarte, engenheiro elétrico que executou as instalações elétricas do escritório modelo (*em container*), ganhador (2015) em 2º lugar da FEICON Nordeste em termos de inovação, ficam embutidas em acabamento que podem ser de drywall, MDF, OSB ou outros.

2.6 Vantagens e desvantagens de utilizar containers na construção de um escritório

2.6.1 Vantagens

- São empilháveis, podem chegar até 8 níveis sem estrutura auxiliar e quando fixados uns aos outros estes módulos adquirem maior estabilidade (RITA GUEDES, ANARRITA BUENO BUORO, 2016 apud SAYWER, 2008) ;
- Desde a fundação até o revestimento externo , economia de aproximadamente 35% no custo total do escritório;
- Projetado para resistir às diversas intempéries, sua estrutura é muito forte suporta grandes cargas com vida útil em construções até 90 anos;
- Por serem leves possuem a facilidade de serem transportados para qualquer lugar;
- Agilidade na construção, dependendo do tamanho da construção podendo levar de 10 a 15 dias;
- Com o reuso de materiais nobre descartável, *containers*, não há utilização de recursos naturais como areia,cimento, tijolo, ferro, água entre outros, gerando uma obra mais limpa reduzindo o entulho e o uso desses materiais;
- Em áreas com risco de inundação ou com dificuldades para aterrar ou fazer piso, podem ser levantados sobre estacas com facilidade acima do nível do solo;
- Mais economia e rapidez na terraplanagem devido respeitar o perfil do solo, podendo até em apenas um dia, os serviços de terraplanagem e limpeza do terreno serem totalmente executados;
- Evita interferências no solo e no lençol freático impermeabilizando no máximo 15% do terreno e 85% do terreno fica permeável para a absorção da água das chuvas;

-
- É interessante para a arquitetura pois devido a grande flexibilidade e modularidade permite diversas configurações por serem de fácil encaixe e facilitando, portanto, a montagem e construção.

É importante destacar que medidas sustentáveis podem ser adotadas na construção em *container* como:

- Reaproveitamento de águas pluviais pelo telhado;
- Uso de painéis solares no telhado;
- Ventilação cruzada onde a colocação de janelas ou aberturas em posições estratégicas, evitam o consumo de ar condicionado. Alternativa como “*Containers* elevados do solo para permitir ventilação no piso térreo” foram soluções tomadas no projeto de Rita Guedes no artigo reuso de *containers* marítimos na construção civil.

2.6.2 Desvantagens

- Equipamentos especializados como empilhadeiras e guindastes são necessários para transporte, movimentação e auxílio na montagem dos *containers*;
- O manuseio e corte exige mão de obra especializada encarecendo um pouco os custos, mas mesmo assim o custo total da obra continua sendo inferior a uma obra convencional;
- Os *containers* fabricados em aço e que não possuem revestimentos próprios como o reefer, por serem bons condutores de calor e ruins como isolante acústico exigem acabamentos para garantir o conforto do usuário;
- “Possibilidade de contaminação tanto com relação a manutenção e produção do container, como também em relação à carga que transportava anteriormente”(A IMPORTÂNCIA DO CONTÊINER NA LOGÍSTICA, 2016). Por isso é necessário exigir do vendedor um documento que certifique que o container adquirido nunca transportou produtos tóxicos ou prejudicial a saúde e mesmo assim recebeu tratamento adequado.

3 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Primeiramente foi elaborado pelo Revit um desenho de um escritório utilizando apenas *containers* conforme o Apêndice 1 mostra o corte em planta baixa e logo em seguida

com as mesmas dimensões um desenho feito de alvenaria (Apêndice 2). O modelo de escritório possui dois pavimentos, térreo e primeiro pavimento.

Como existe diferença na área externa devido às estruturas distintas nos dois casos, foram mantidas as dimensões internas para atender ao método comparativo.

Foram realizados muitos testes de croquis visando aproveitar a estrutura autoportante do container reduzindo ao máximo a quantidade de cortes, já que quanto mais cortes, maior o custo da obra. Segundo a Agemar Transportes e Empreendimentos para um corte que afete a estrutura do container, no meio do comprimento, por exemplo, custa aproximadamente R\$ 1600,00 reais para reestruturação. Apesar dessa aparente limitação quando se busca viabilidade financeira, a arquitetura pode ser feita de diversas formas sem precisar de muitos cortes e viabilizar ainda mais a obra. O container pode ficar até 40% em balanço, além disso sua estrutura é projetada para suportar até 190 toneladas, para uma obra convencional de alvenaria seria necessário muito concreto para conseguir a mesma estrutura.

Procurou-se simplificar os cálculos da parte estrutural deixando uma arquitetura bem modular para facilitar a demonstração.

Na execução deste trabalho utilizaram-se dois tipos de containers o Dry 20' (figura3) e o Dry 40' (figura4). As suas dimensões encontram-se nas tabelas 1 e 2 respectivamente.

Segundo informações da Agemar:

Tabela 1- Dry 20'

Dimensões	Altura(m)	Comprimento(m)	Largura(m)	Área (m²)
Externa	2,465	6,042	2,455	14,83
Interna	2,352	5,9	2,395	14,13
Peso (kg):	Tara: 2370		Carga interna Máxima: 28230	

Fonte: Agemar Transportes e Empreendimentos

Tabela 2- Dry 40'

Dimensões	Altura(m)	Comprimento(m)	Largura(m)	Área (m²)
Externa	2,465	12,932	2,455	29,54
Interna	2,352	12,03	2,395	28,81
Peso (kg):	Tara: 4030		Carga interna Máxima: 26460	

Fonte: Agemar Transportes e Empreendimentos

Figura 3: Dry 20'

Fonte: Agemar

Figura 4: Dry 40'

Fonte: Agemar

Para a construção do escritório tradicional foram utilizadas as mesmas dimensões internas do escritório container a fim de obter a comparação dos dois métodos como já mencionado. A planta baixa com as dimensões internas encontra-se no apêndice 3.

Foi elaborada uma planta baixa com a parte estrutural com pilares e vigas de concreto armado e alvenaria para vedação externa, no apêndice 4 encontram-se o pavimento térreo, primeiro pavimento e coberta. Já para o escritório *container* fez-se uma representação estrutural e suas extremidades transmitem a carga para a fundação, representados como “pilares” como mostrado no apêndice 5.

As paredes internas nos dois exemplos foram elaborados para suportarem paredes de Drywall, a coberta feita com treliça metálica e telhado de fibrocimento, foram colocados painéis solares nos telhados apenas para ilustrar a possibilidade de inseri-los, no apêndice 6 podem-se visualizar a arquitetura básica do escritório em alvenaria e em container.

Procurou-se economizar o máximo possível na construção convencional, garantindo a segurança, com a intenção de mostrar uma diferença significativa nos custos mesmo com opções menos dispendiosa. Com base nisso, foi utilizada para os cálculos laje nervurada que possui um peso bem menor comparado a uma laje maciça além de vencer maiores vãos. Segundo a construtora Altana (2010) um exemplo de mercado em Osasco, região metropolitana de São Paulo, um edifício residencial com 15 pavimentos-tipo, térreo e dois subsolos os cálculos mostraram que com laje nervurada o sistema ofereceria 12,38% de economia em relação ao primeiro, principalmente em função do menor consumo de concreto

e aço. Uma construção com dois pavimentos terá uma redução menor, mas vale ressaltar a diferença.

As sapatas utilizadas foram as isoladas para os dois tipos de construção e sapata corrida para sustentar a alvenaria e equilibrar os possíveis recalques no solo, se houver, evitando as possíveis fissuras e garantir assim a segurança da obra no apêndice 7 mostra a locação dessas sapatas. No container não foi colocado sapata corrida devido a uniformidade do material e por ser autoportante além de suas paredes serem finas e metálicas não ocasionando, portanto as fissuras (Apêndice 8). No apêndice 9, demonstra as seções transversais da sapata corrida e isolada para alvenaria e da sapata isolada para o *container* (retangular). As duas fundações estão demonstradas em 3D no apêndice 10.

Vale ressaltar que o N_{spt} médio escolhido para calcular a tensão admissível foi retirado de um perfil de solo (anexo 1) de um projeto de fundações real de Recife – PE mas apenas para utilizar esse dado importante, não levando em consideração os estudos e métodos necessários para readequação do solo já que os dois métodos utilizaram o mesmo solo além do objetivo ser outro, apenas a diferença de custo das fundações. Lembrando que estrutura de pilares, vigas e alvenarias possui uma tensão maior no solo comparado com a estrutura container por ser mais leve, encarecendo ainda mais para uniformizar e readequar o solo.

O dimensionamento das sapatas da construção convencional, fundação 1, os cálculos foram feitos com a utilização do mathcad e ftool para a verificação das reações nas vigas já calculadas, encontrados no apêndice 11. Já para as sapatas que irão sustentar a construção em containers, fundação 2, encontram-se no apêndice 12.

Para as duas construções, os cálculos foram sempre majorados, a favor da segurança.

Na estrutura em container os quatro cantos ou arestas verticais funcionam como pilares e a carga recebida foi dividida entre eles. Conforme pode-se observar nos apêndices 5 e 8 a proximidade dos “pilares” 9 e 4, 8 e 10, 11 e 13, 12 e 18 fizeram com que fosse utilizada apenas uma sapata isolada para cada par desses “pilares” recebendo assim a soma das duas tensões normais.

Pelos cálculos obtidos foram necessárias 18 sapatas isoladas para a construção convencional: 4 com comprimento da base 1,4, 10 com 1,1 e 4 com 0,9; e 16 sapatas para construção em container: 12 com comprimento da base 0,9 e 4 com 1,4. A altura adotada para todas as sapatas por questões construtivas e não calculada foi de 0,3m. O comprimento

calculado da base da sapata corrida ficou $<0,6\text{m}$, para atender a NBR 6122/2010 foi adotado o mínimo permitido que corresponde $0,6\text{m}$.

A partir disso foi feito um cálculo aproximado do orçamento das duas fundações.

4 RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

Foi feito um cálculo aproximado para orçar a etapa da fundação dos dois tipos de construção utilizando a tabela da EMLURB referente ao mês de maio de 2015. A tabela 3 e 4 demonstram essas planilhas. As memórias de cálculo encontram-se no apêndice 13 e 14 para a aproximação das quantidades de materiais da tabela 3 e 4 respectivamente.

Tabela3-Planilha Orçamentária estimada-Fundação para construção alvenaria e concreto armado

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DOS VALORES MÁXIMOS ADMISSÍVEIS							
ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNITARIO	TOTAL	
1.0		IINFRA ESTRUTURA					
1.1	EMLURB 05.01.090	Escavação manual de valas	m ³	45,76	6,68	305,68	
1.2	EMLURB 06.03.010	Concreto Magro	m ³	3,24	554,59	1796,87	
1.3	EMLURB 06.03.104	Concreto armado	m ³	71,13	1771,22	125986,88	
1.4	EMLURB 06.01.015	Forma	m ²	89,44	58,08	5194,68	
1.6	EMLURB 07.01.125	Alvenaria embasamento	m ²	36,98	88,22	3262,38	
1.7	EMLURB 05.02.020	Reaterro	m ³	18,30	31,23	571,51	
1.8	EMLURB 05.02.120	Aterro	m ³	16,64	222,18	3697,08	
1.9	EMLURB 11.02.010	Chapisco	m ²	73,96	7,42	548,78	
1.10	EMLURB 08.04.010	Impermeabilização	m ²	155,32	38,89	6040,39	
Total Parcial do Orçamento com BDI EMLURB:						R\$ 147.404,24	

Fonte: Agra, Naiana

Tabela4-Planilha Orçamentária estimada-Fundação para construção em container

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DOS VALORES MÁXIMOS ADMISSÍVEIS							
ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNITARIO	TOTAL	
1.0		INFRA ESTRUTURA					
1.1	EMLURB 05.01.090	Escavação manual de valas	m³	6,12	6,68		40,88
1.2	EMLURB 06.03.010	Concreto Magro	m³	1,05	467,03		490,38
1.3	EMLURB 06.03.104	Concreto armado	m³	5,27	1771,22		9334,33
1.4	EMLURB 06.01.015	Forma	m²	19,68	58,08		1143,01
1.7	EMLURB 05.02.020	Reaterro	m³	2,16	31,23		67,46
1.8	EMLURB 05.02.120	Aterro	m³	4,20	222,18		933,16
1.10	EMLURB 08.04.010	Impermeabilização	m²	19,68	38,89		765,36
Total Parcial do Orçamento com BDI EMLURB:						R\$ 12.774,57	

Fonte: Agra, Naiana

Por motivos de dificuldades para um estudo detalhado das ligações das sapatas isoladas de concreto armado com o container, a planilha da tabela 4 não consta o orçamento das mesmas.

Conforme demonstram as tabelas 3 e 4, o orçamento aproximado da planilha referente à fundação para construção em container representa 8,66% em relação ao valor estimado para o cálculo da fundação para construção em alvenaria e concreto armado. Ou seja, muito pouco, há uma economia muito grande nesta etapa de execução, lembrando que ainda faltam as ligações das sapatas com o container, mas pela disparidade grande, acredita-se ainda continuar econômico mesmo com a inserção dessas ligações.

Apenas em nível de curiosidade foi feita uma pesquisa no município de Criciúma-SC onde o orçamento de outras etapas executivas de uma construção de uma casa container foi orçado conforme a tabela 5 e comparado com o orçamento de uma construção de uma casa convencional, presente no artigo: A utilização de containers como alternativa de habitação social no município de Criciúma/SC.

Tabela 5- Comparação entre valores de uma edificação com tecnologia construtiva padrão, de alvenaria convencional, e valores de materiais e tecnologias básicas adotadas na modificação de um container.

Edificação em alvenaria padrão Área = 25m²	Custo	Casa Container: Container adaptado para moradia Área = 25m²	Custo
Pelo Sinduscom Santa Catarina CUB médio do mês de julho de 2012: R\$ 1190,16/m ²	R\$ 29754,00	Valor do contêiner	R\$ 9800,00
Custos: Arquitetura & Construção Instalações Elétricas 5% à 7% do total	- R\$ 1.487,60	Transporte a partir do porto de Imbituba	R\$500,00
Custos: Arquitetura & Construção Instalações Hidrossanitárias 7% à 11% do total	- R\$ 2.082,78	Revestimento do perímetro interno em gesso acartonado	R\$ 2952,00,
Custos: Arquitetura & Construção Pintura 0,5% à 1% do total	- R\$ 148,77	Esquadrias: 2 janelas 1 porta	R\$ 513,00 R\$ 750,00
		Fundação Radier	R\$9050,00
		Isolamento térmico em lã mineral	R\$ 241,00
Total	R\$ 26.034,85	Total	R\$ 23.806,00

Fonte: A utilização de containers como alternativa de habitação social no município de Criciúma/SC.

Conforme a tabela 5 a pesquisa demonstra que a execução de uma casa construída em container com área de 25 m² é mais viável financeiramente em relação a uma casa de alvenaria padrão.

Vale lembrar que para a elaboração do escritório feito em alvenaria e concreto foi considerado laje nervurada que oferece um peso mais leve para a estrutura, não tiveram lajes no 1º pavimento, apenas no teto do pavimento térreo, além disso, as sapatas isoladas foram feitas de forma de tronco de pirâmide na parte de cima para levarem menos concreto armado. As sapatas corridas foram necessárias por questão de segurança, um solo que sofra recalque após a construção oferecerá fissuras na alvenaria, já o container não houve essa necessidade devido a estrutura monolítica e por ser metálico.

Devido à falta de tempo não foi possível estudar as outras etapas da construção para elaborar um orçamento completo dos dois tipos de construção. Supõe-se que a diferença de preço seja maior quando comparado com o exemplo de Criciúma-SC, pois o peso dos pilares e vigas são maiores para 376m² de área construída.

5 REFERÊNCIAS

BOTELHO, M. H. C. 4 Edifícios, 5 locais de implantação , 20 soluções de fundações.1 ed. São Paulo.2007.

CUNHA, G. C.Coordenadoria de Edificações Planejamento e Controle de Obras.Orçamento de Obras.1ed.Fevereiro/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto e execução de fundações. NBR 6122, ABNT, 2010, 91p.

Grupo IRS, Santa Catarina. Disponível em<<http://www.grupoirs.com.br/containers/container-escriptorio/>>. Acesso em: 5 jan. 2016.

Container, Disponível em<<http://cursosnocd.com.br/logistica/o-que-e-um-container.htm>>. Acesso em: 5 jan. 2016.

Blog Minha Casa Container. Disponível em<<http://minhacasacontainer.com>> Acesso em: 20 jan. 2016.

Blog Esser Engenharia. Disponível em<http://esserengenharia.blogspot.com.br/2012/09/no-brasil-aproveitarcontaineres-para_21.html>.Acesso em: 25 nov. 2015.

Agemar, Recife-PE. Disponível em:<<http://www.agemar.com.br/empresa>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

Delta Container, Paraná. Disponível em:<<http://www.deltacontainers.com.br>> Acesso em: 05 jan. 2015.

Portal Metálica Construção Civil. Disponível em:< <http://wwwo.metlica.com.br/container-city-um-novo-conceito-em-arquitetura-sustentavel>> Acesso em: 30 nov. 2015.

Reuso de containers marítimos na construção civil, Rita Guedes e Anarrita Bueno Buoro. Disponível em: <http://www.sp.senac.br/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2015/12/128_IC_corre%C3%A7%C3%B5es-do-autor.pdf>. Acesso em: 01 ago 2016.

A importância do contêiner na logística. Disponível em: <<http://www.fateclins.edu.br/site/trabalhoGraduacao/40Jan81KBwFLujS8Q97ylQhlY6tqD3sWdnC76mKGy.pdf>>. Acesso em: 01 ago 2016.

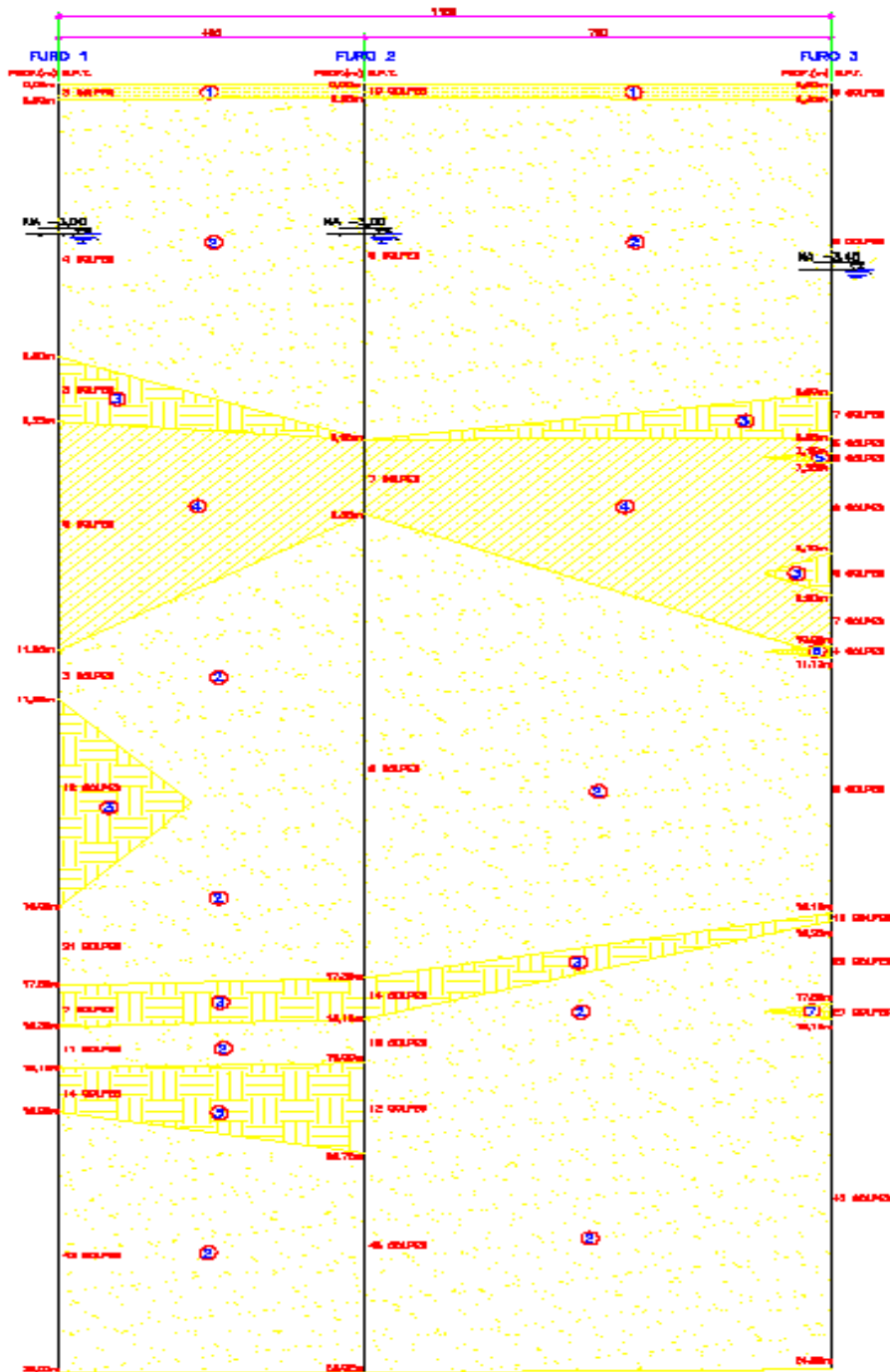
Laje convencional X laje nervurada | Construção Mercado. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/113/artigo298740-1.aspx>>. Acesso em 09 ago 2016.

ANEXO 1- PERFIL DO SOLO ADOTADO

ANEXO1

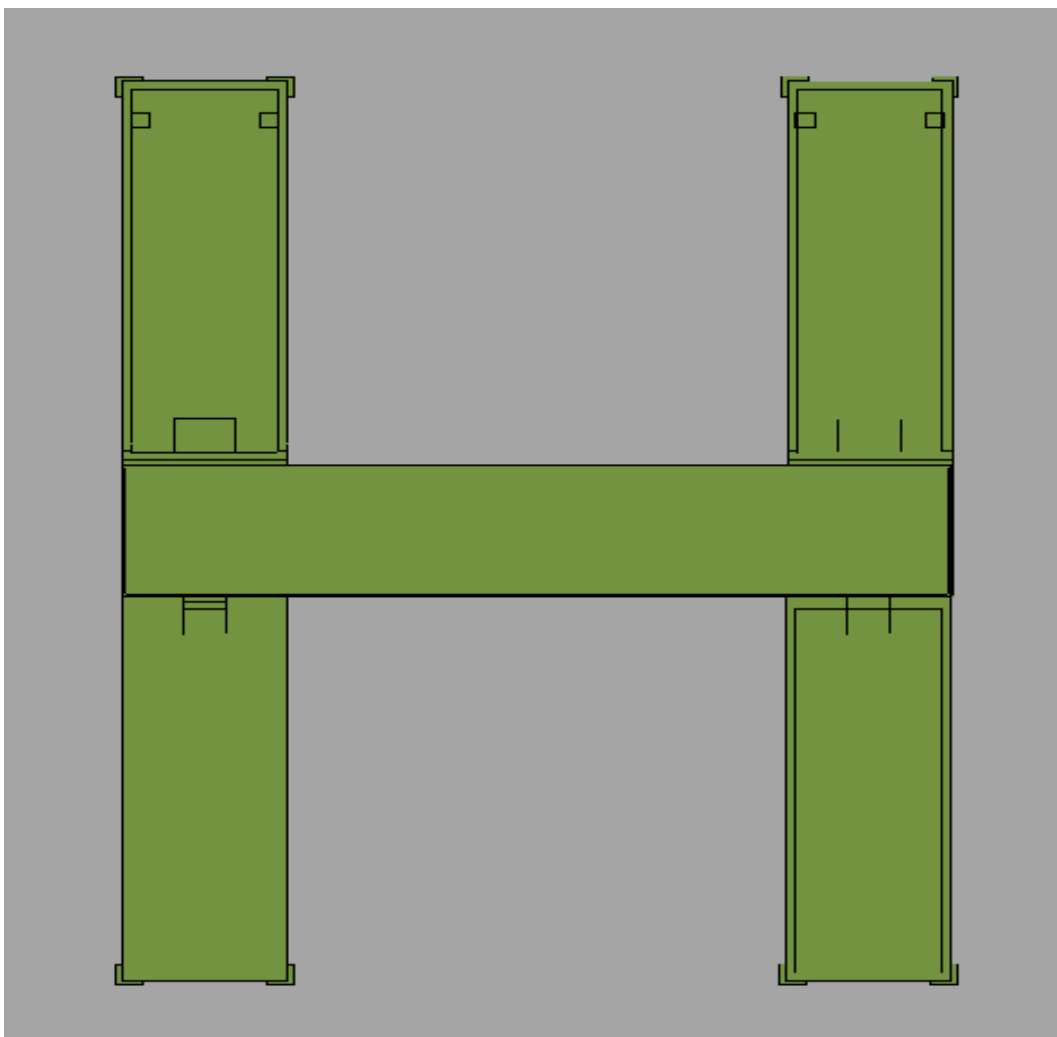
PERFIL GEOTÉCNICO

COTA - 110

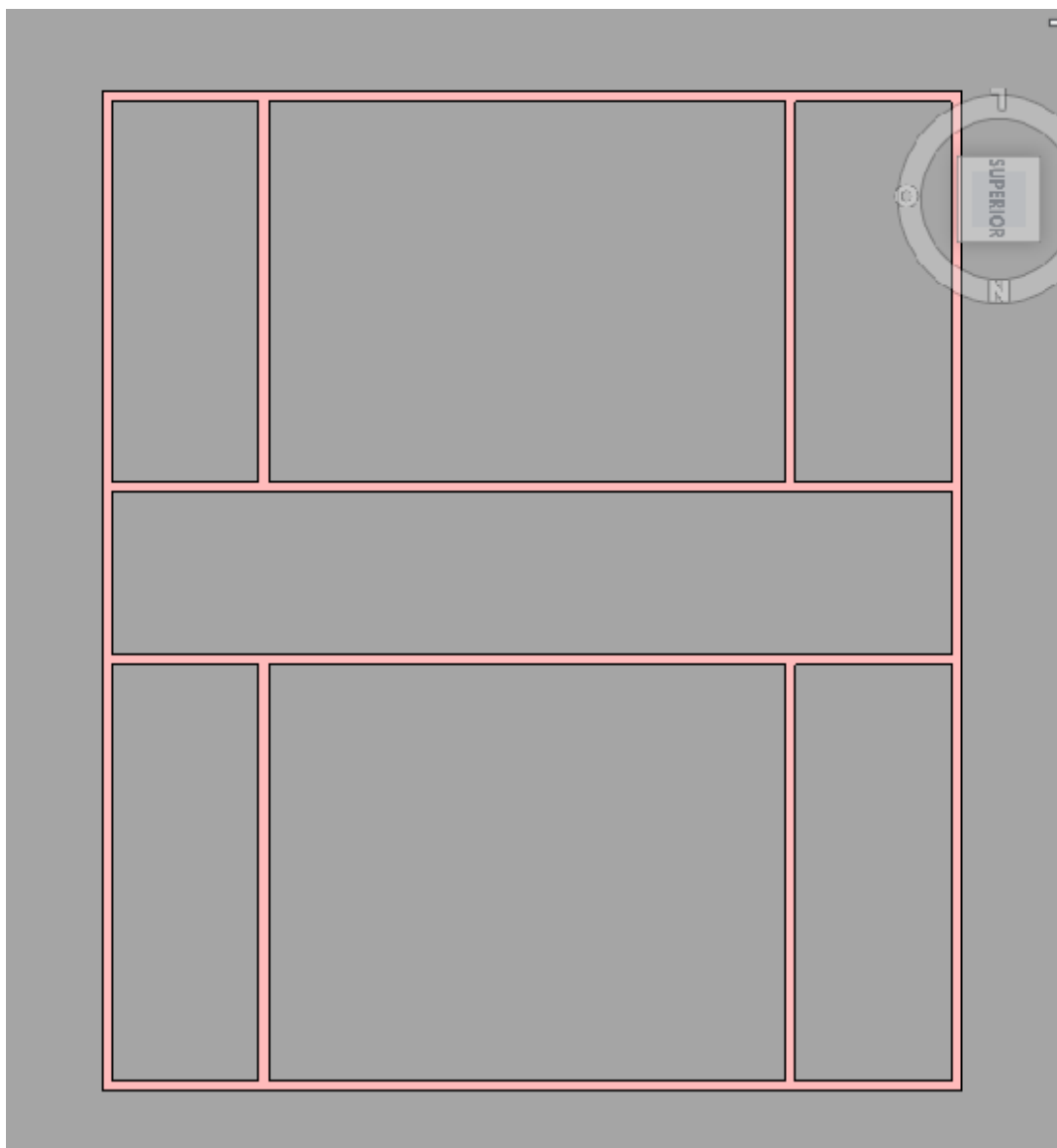


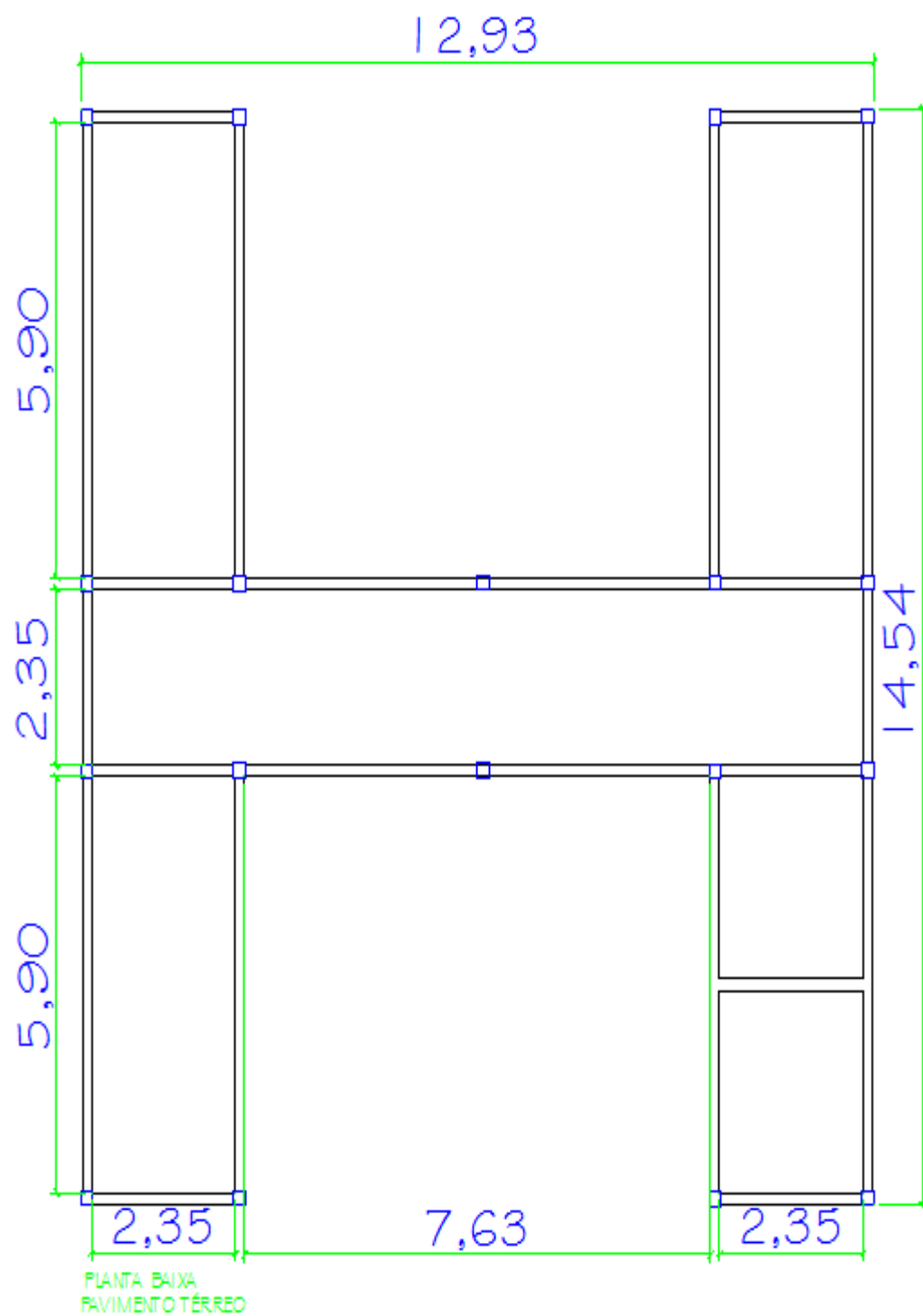
Legenda:	
1	Aterro
2	Areia fina
3	Silte argiloso
4	Areia média
5	Argilsa siltosa com plasticidade baixa
6	Argilsa siltosa com plasticidade baixa
7	Areia fina com pedregulhos

APÊNDICE 1- CORTE DO DESENHO DO ESCRITÓRIO EM CONTAINER



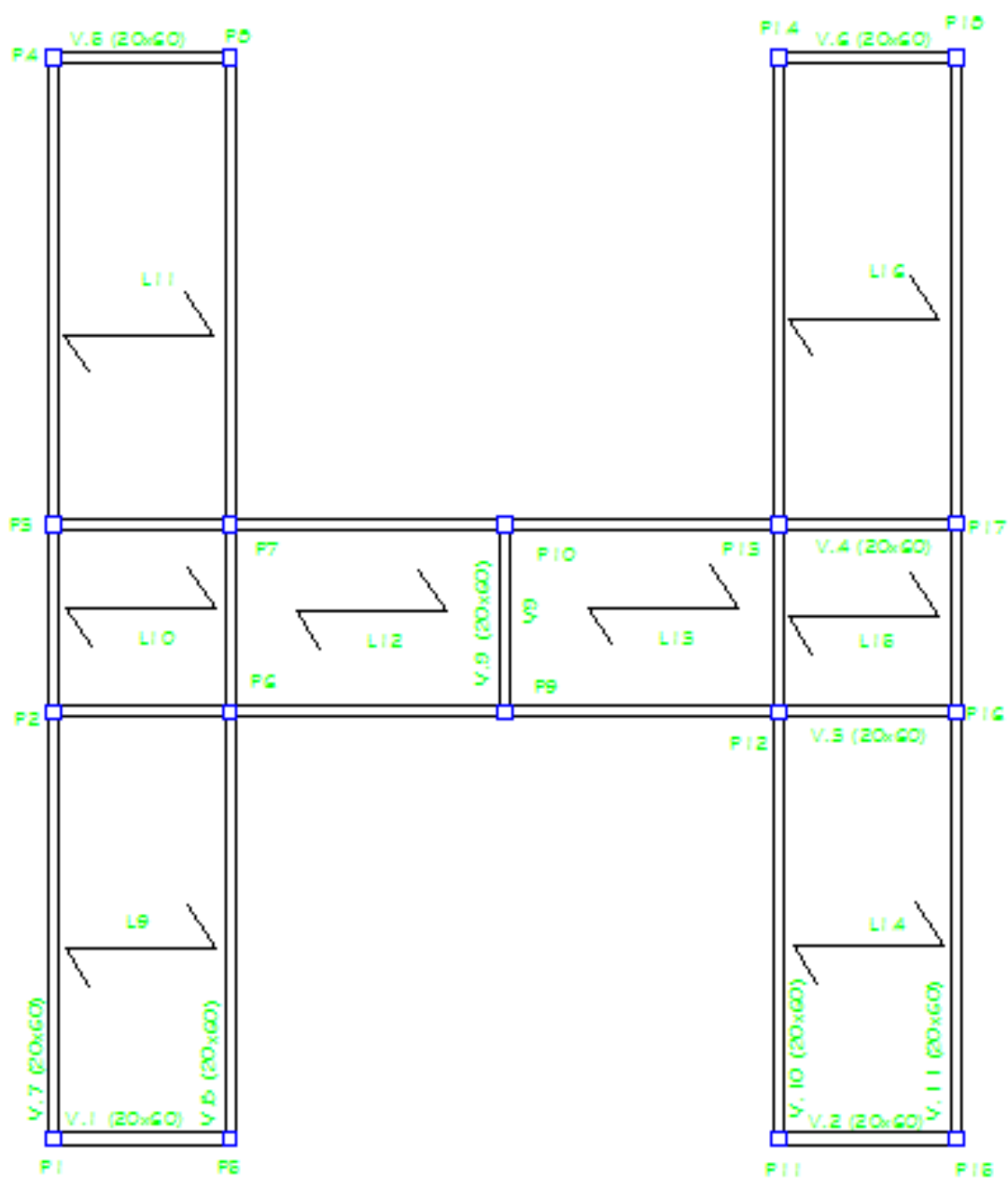
APÊNDICE 2- CORTE DO DESENHO DO ESCRITÓRIO EM ALVENARIA



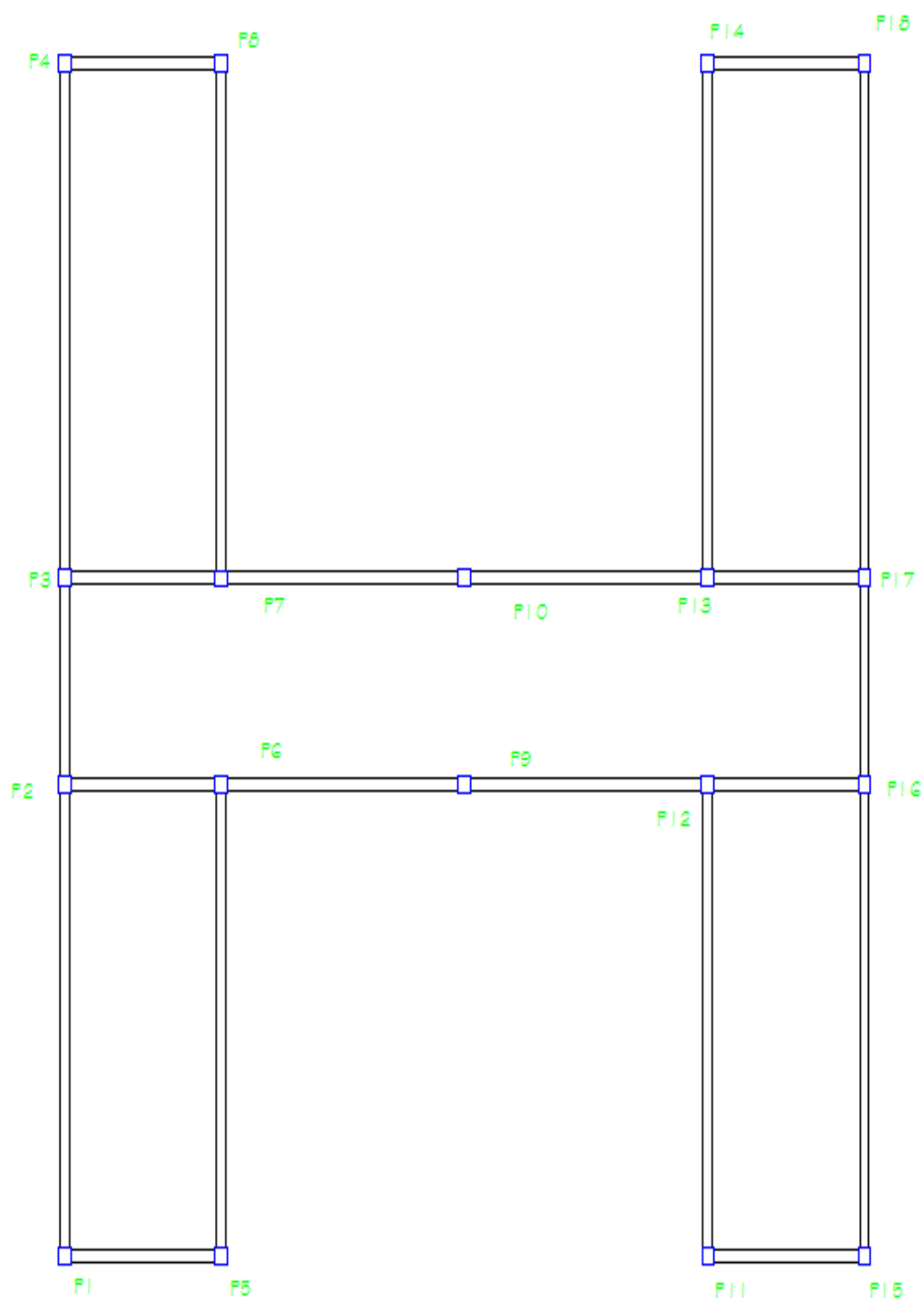
APÊNDICE 3- PLANTA BAIXA REFERENTE ÀS DIMENSÕES INTERNAS

ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA= 376 M2

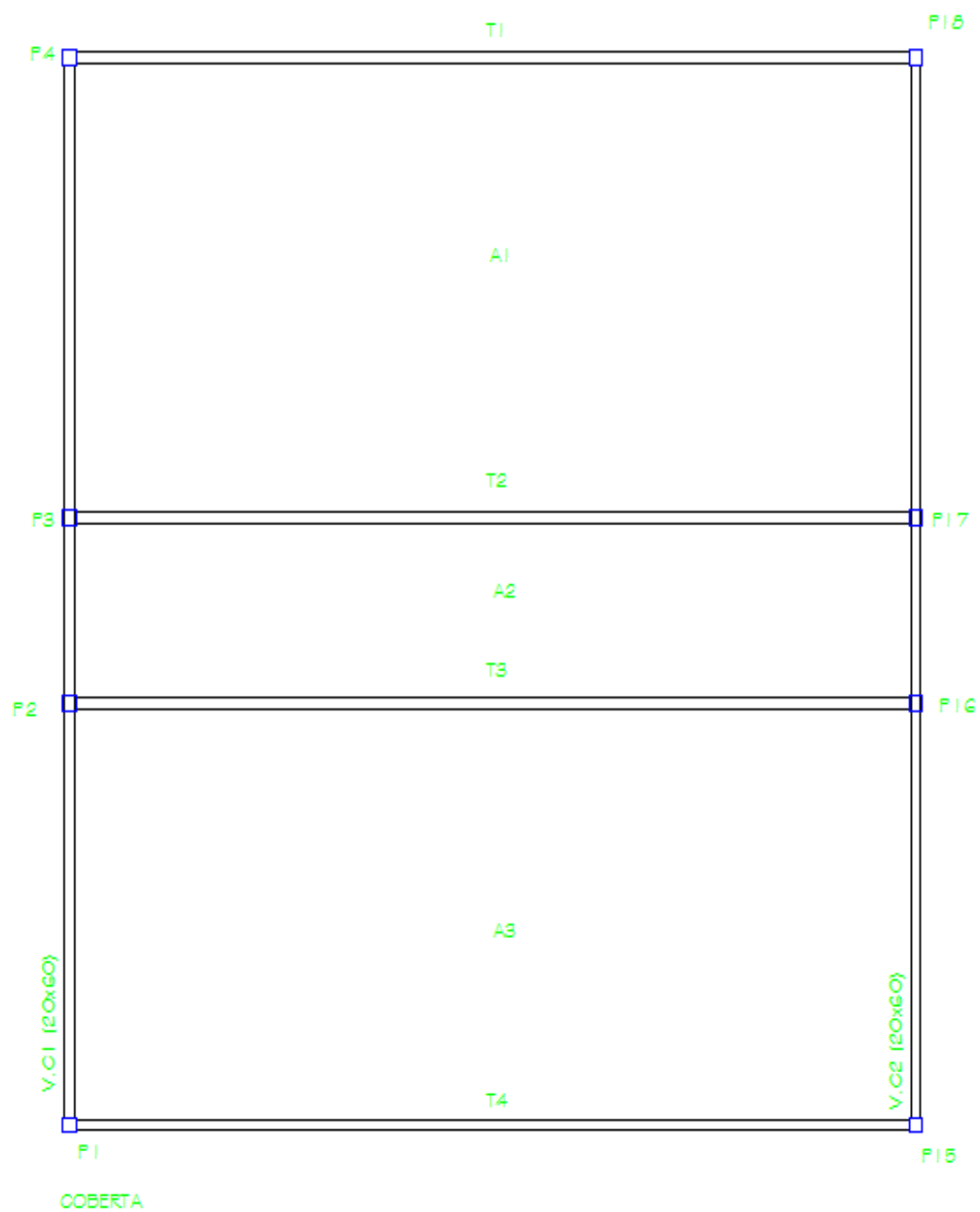
 APÊNDICE 4- REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL DO ESCRITÓRIO CONVENCIONAL



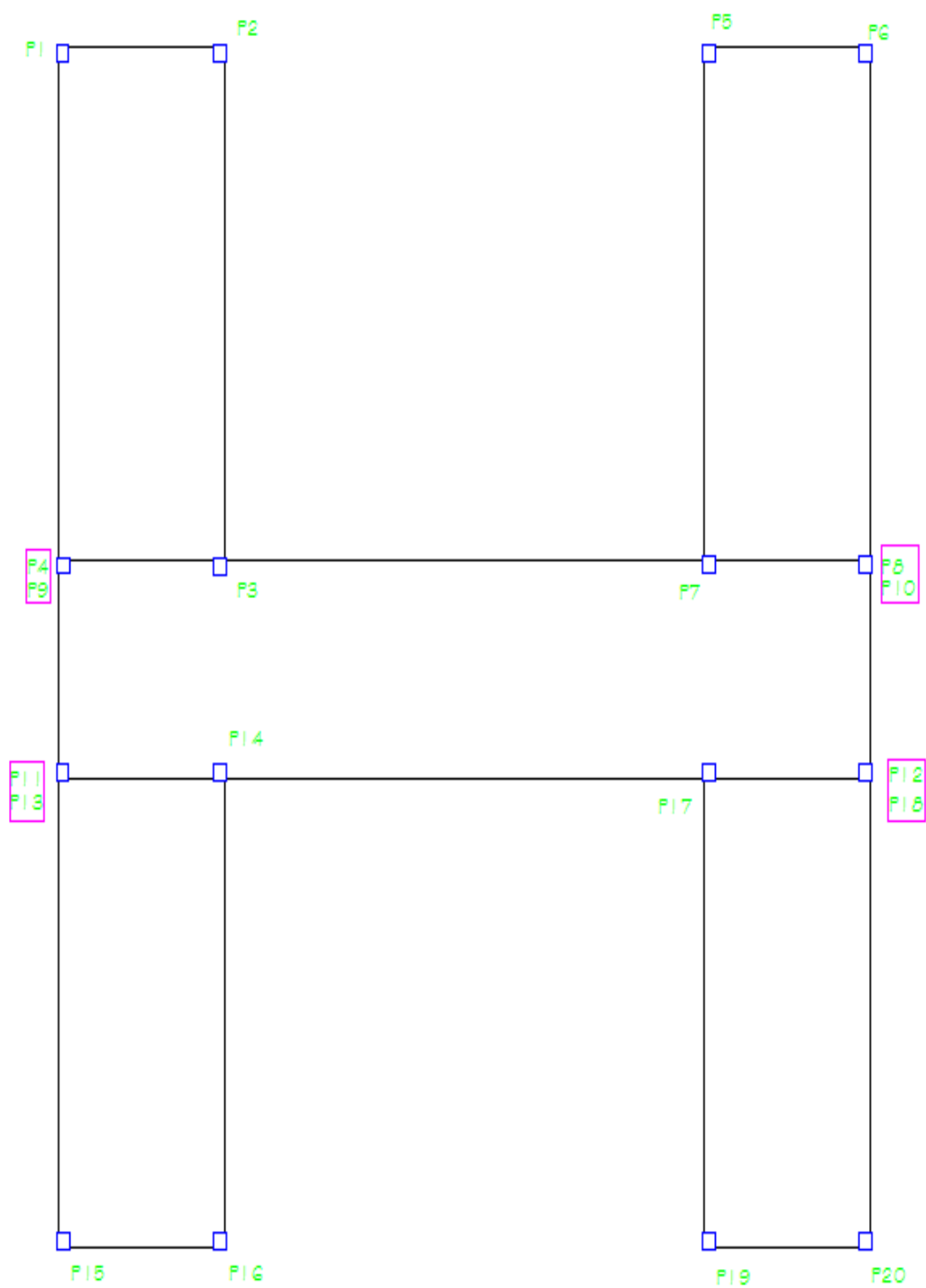
PLANTA ESTRUTURAL
TETO DO TÉRREO



PLANTA ESTRUTURAL
TETODO 1º FAVIMENTO

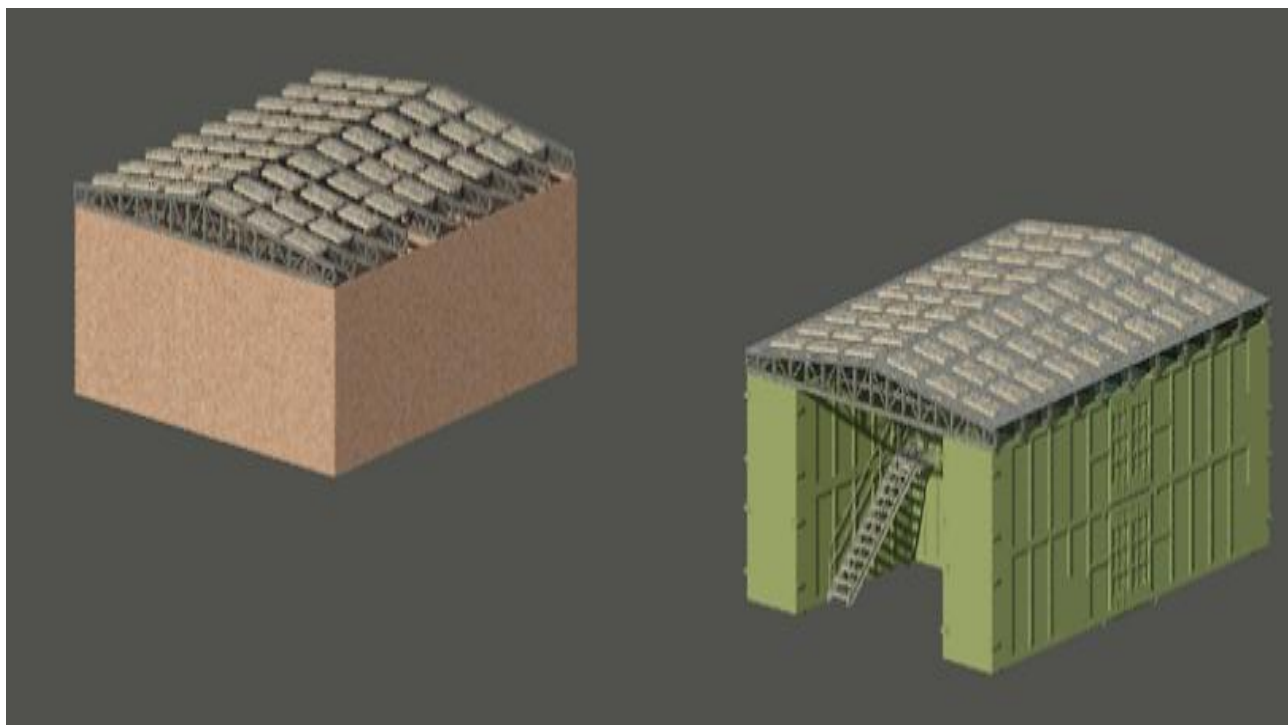


APÊNDICE 5- REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL ESCRITÓRIO CONTAINER

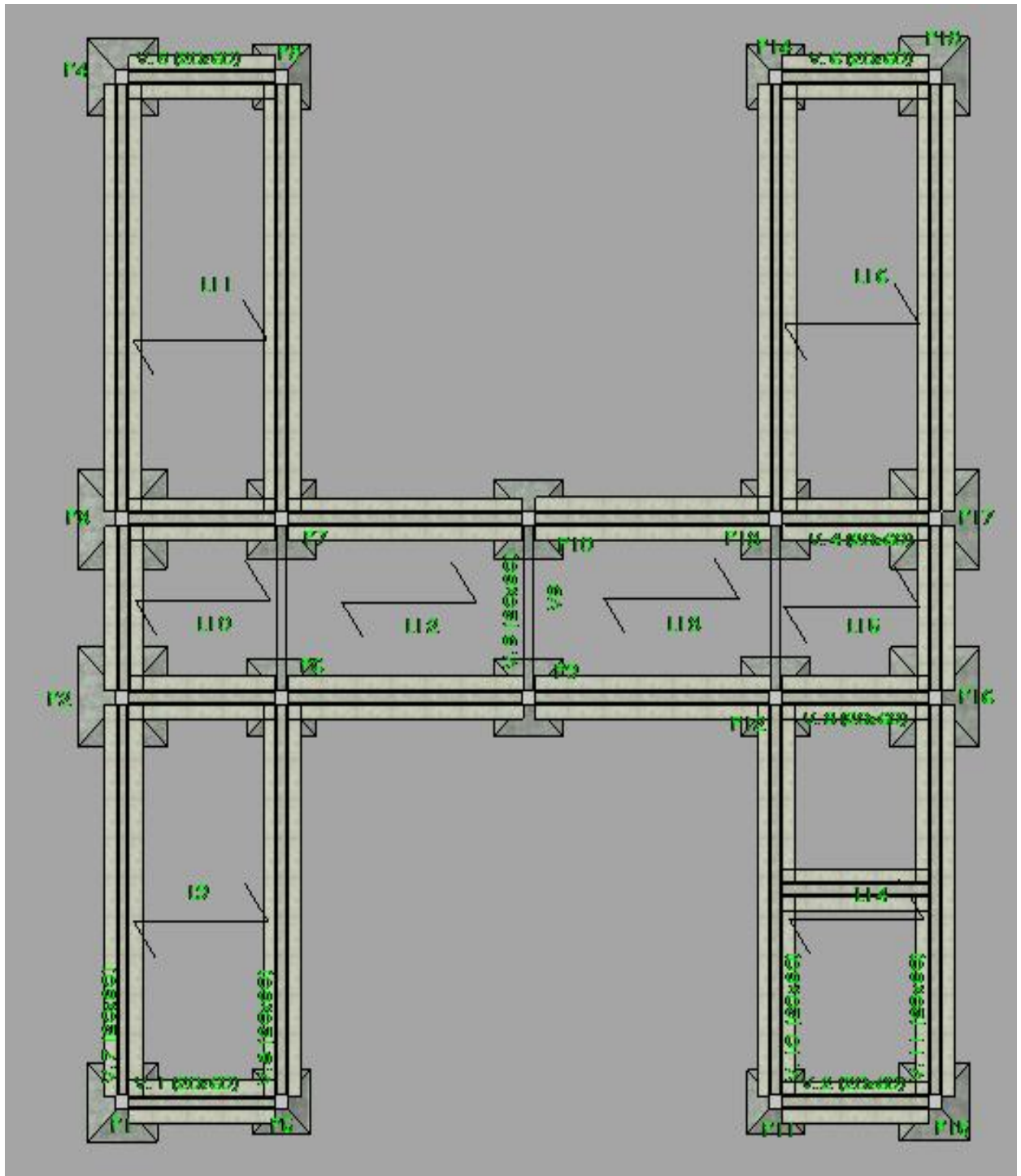


REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL
CONTAINER

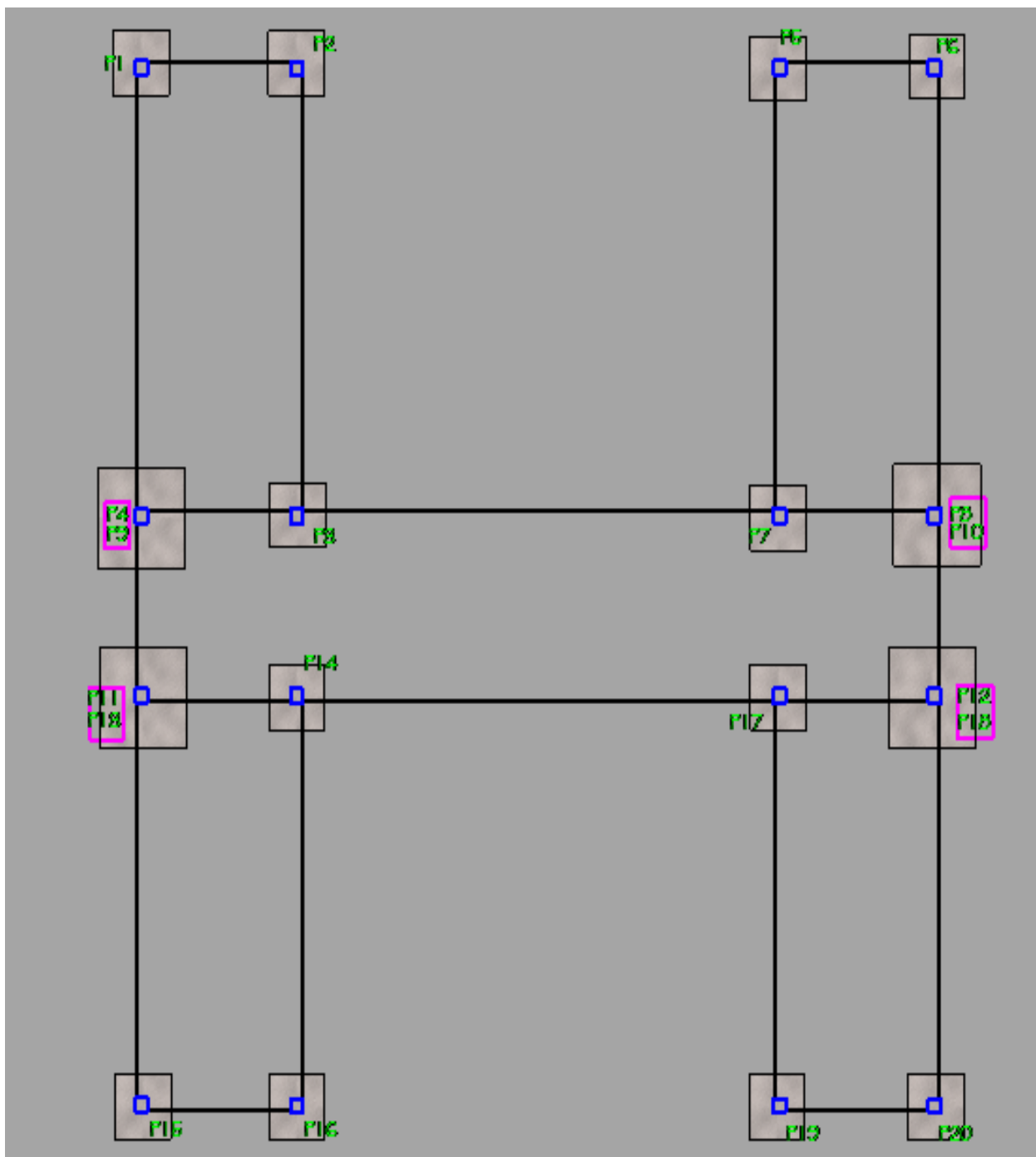
APÊNDICE 6- DESENHO EM 3D DOS DOIS ESCRITÓRIOS



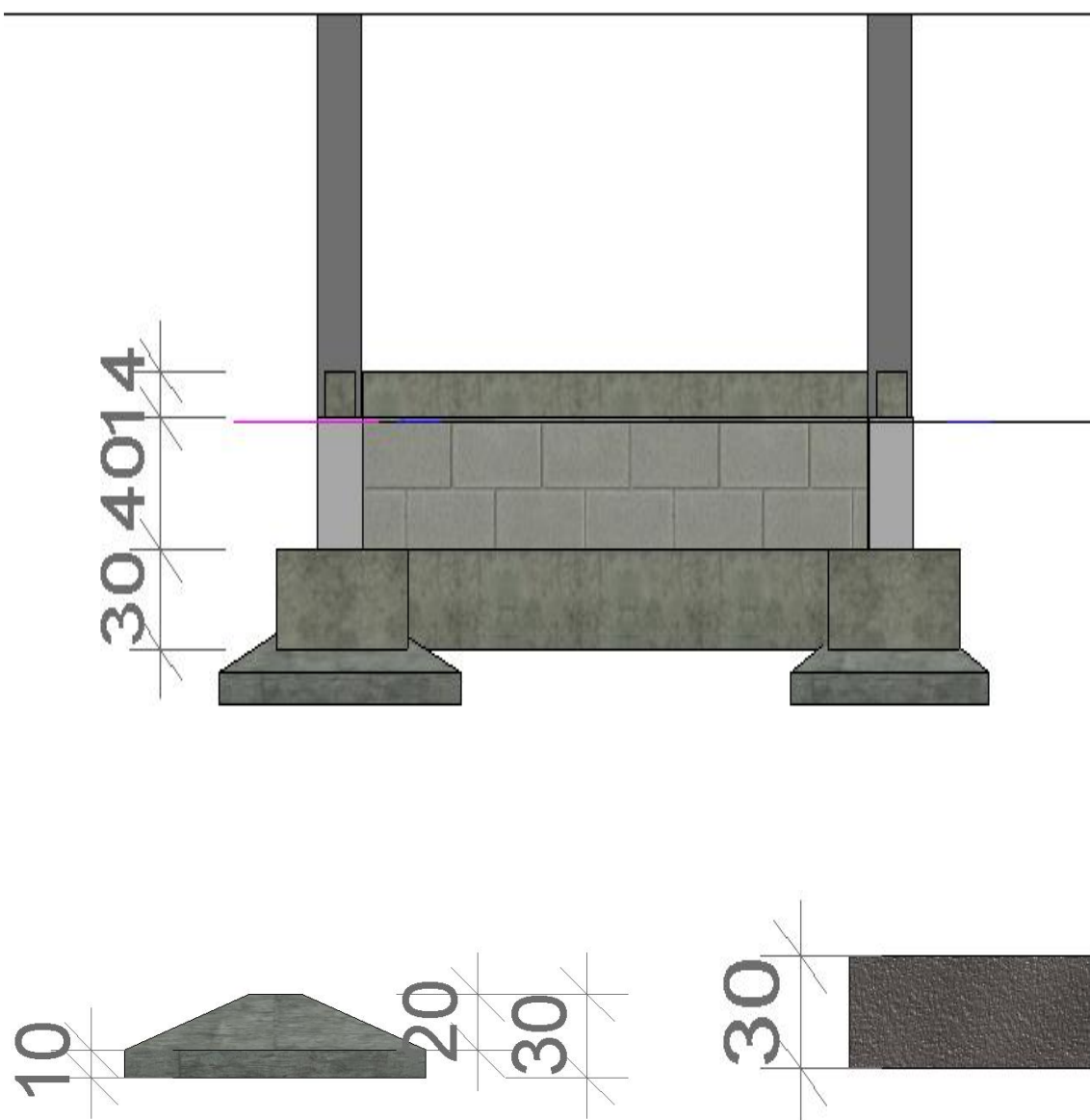
APÊNDICE 7- LOCAÇÃO DAS SAPATAS DA FUNDAÇÃO 1



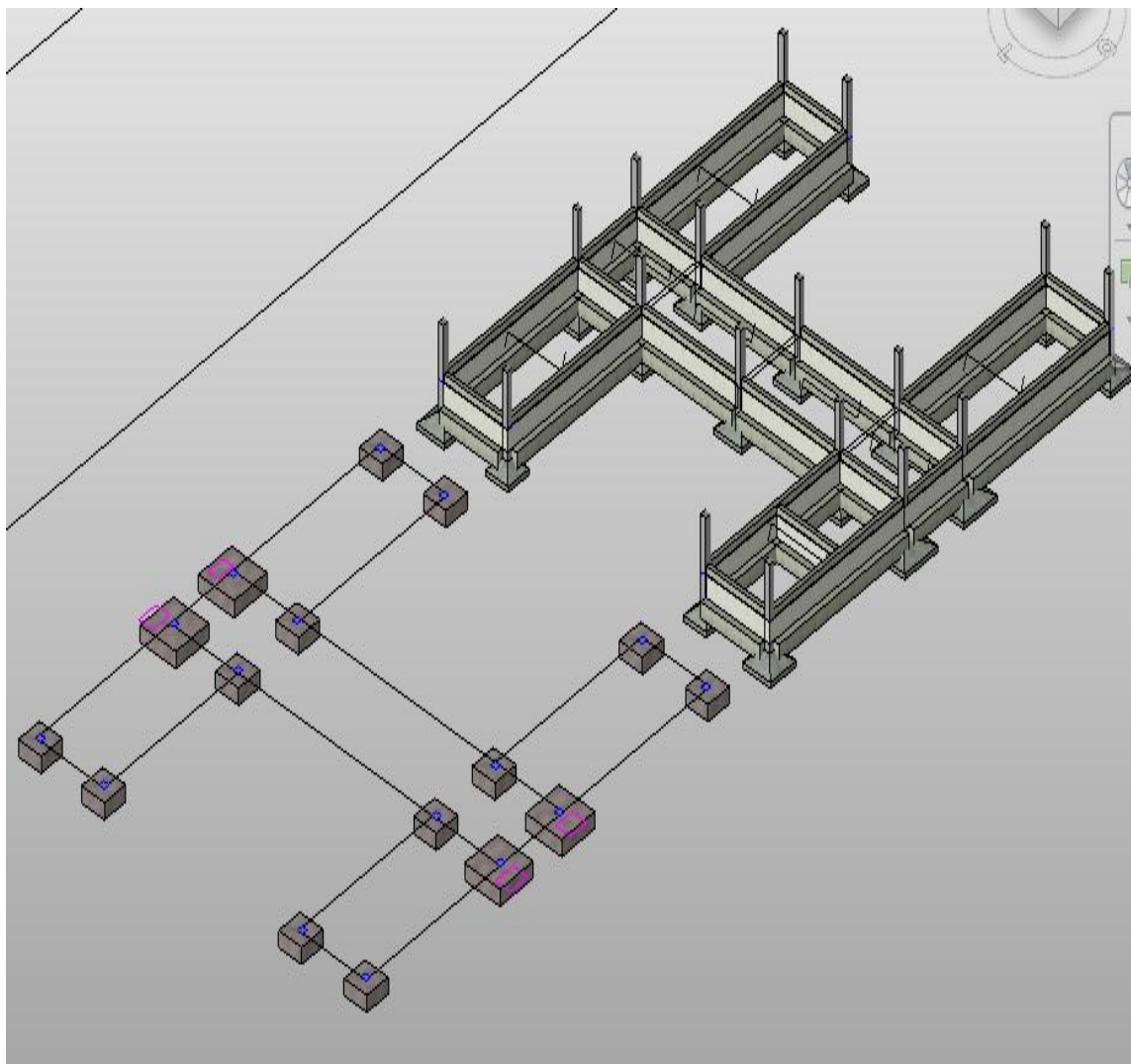
APÊNDICE 8- LOCAÇÃO DAS SAPATAS DA FUNDAÇÃO 2



APÊNDICE 9- SEÇÕES TRANSVERSAIS DAS SAPATAS ISOLADAS E CORRIDA



APÊNDICE 10- FUNDAÇÕES 1 E 2 EM 3D



APÊNDICE 11- DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO 1

DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO 1 UTILIZANDO MATHCAD

VIGAS 1º PAV

1. Cálculo da carga nas lajes (kN/m²)

$q_{pp} := 1.5$ Peso próprio da laje nervurada (concreto+enchimento+nervura)

$q_{pis} := 1$ Peso próprio do piso revestido

$q_{sob} := 2$ Sobrecarga escritório normativa - NBR 6118/2014

$q_{laje} := q_{pp} + q_{pis} + q_{sob}$

Carga total nas lajes

$q_{laje} = 4.5$

2. Cálculo da carga nas vigas (kN/m)

Viga V1=V2=V5=V6

e V3=V4

Carga de Peso próprio:

Reação das lajes

$b_1 := 0.2$

$R := 0$

$h_1 := 0.6$

$PPV_1 := b_1 \cdot h_1 \cdot 25$

$PPV_1 = 3$

Carga de Alvenaria

$h := 2.5$ Altura da parede

$PP_{alv} := 2$ Sobrecarga de alvenaria

$q_{Alv} := PP_{alv} \cdot h$

$q_{Alv} = 5$ Carga de alvenaria

$q_{V1} := PPV_1 + q_{Alv} + R$

$q_{V1} = 8$

Viga V8=V10**Carga de Peso próprio:**

$$b1 := 0.2$$

$$h1 := 0.6$$

$$PPV1 := b1 \cdot h1 \cdot 25$$

$$PPV1 = 3$$

Reação das lajes

$$RL9 := qlaje2.35 \frac{1}{2}$$

$$RL9 = 5.288$$

$$RL11 := RL9$$

$$RL10 := qlaje2.35 \frac{1}{2}$$

$$RL10 = 5.288$$

$$RL12 := qlaje3.74 \frac{1}{2}$$

$$RL12 = 8.415$$

Carga de Alvenaria

$$h := 2.5$$

Altura da parede

$$PPalv := 2$$

Sobrecarga de alvenaria

$$qAlv := PPalv \cdot h$$

$$qAlv = 5$$

Carga de alvenaria

$$qV8_1 := PPV1 + qAlv + RL9$$

$$qV8_2 := PPV1 + qAlv + RL10 + RL12$$

$$qV8_1 = 13.288$$

$$qV8_2 = 21.703$$

$$qV8_3 := PPV1 + qAlv + RL11$$

$$qV8_3 = 13.288$$

Viga V9**Carga de Peso próprio:**

$$b1 := 0.2$$

$$h1 := 0.6$$

$$PPV1 := b1 \cdot h1 \cdot 25$$

$$PPV1 = 3$$

$$qAlv := 0$$

Reação das lajes

$$RL13 := RL12$$

$$qV9 := PPV1 + qAlv + RL13$$

$$qV9 = 19.83$$

Viga V7=V11

Carga de Peso próprio:

$$b1 := 0.7$$

$$h1 := 0.6$$

$$PPV1 := b1 \cdot h1 \cdot 25$$

$$PPV1 = 3$$

Reação das lajes

$$RL9 := qlaje \cdot 2.35 \cdot \frac{1}{2}$$

$$RL9 = RL10 = RL11$$

$$RL9 = 5.288$$

Carga de Alvenaria

$$h := 2.5 \quad \text{Altura da parede}$$

$$PPalv := 2 \quad \text{Sobrecarga de alvenaria}$$

$$qAlv := PPalv \cdot h$$

$$qAlv = 5 \quad \text{Carga de alvenaria}$$

$$qV7 := PPV1 + qAlv + RL9$$

$$qV7 = 13.288$$

3. COBERTA

$$q := 1 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Carga da cobertura 1}$$

$$A1 := 6.06 \cdot 12.9 \quad C1 := q \cdot A1$$

$$A1 = 78.356 \quad C1 = 78.356$$

Carga da treliça 1

$$T1 := \frac{C1}{2} \quad T1 = 39.178$$

$$A2 := 2.35 \cdot 12.9 \quad A3 := 5.53 \cdot 12.9$$

$$C2 := q \cdot A2 \quad C3 := q \cdot A3$$

$$C2 = 30.386 \quad C3 = 71.503$$

$$T2 := T1 + \frac{C2}{2} \quad T3 := \frac{C3}{2} + \frac{C2}{2}$$

$$T2 = 54.371 \quad T3 = 50.944$$

$$T4 := \frac{C3}{2}$$

$$T4 = 35.751$$

4.Reação Coberta nos pilares

$$P4 := \frac{T1}{2}$$

$$P18 := P4$$

$$P4 = 19.589$$

$$P2 := \frac{T3}{2}$$

$$P16 := P2$$

$$P2 = 25.472$$

$$P1 := \frac{T4}{2}$$

$$P15 := P1$$

$$P1 = 17.876$$

$$P17 := P3$$

$$P3 = 27.185$$

5.Soma das Cargas

$$P1=P4=P15=P18=RV7+RV1+RC=31+9,4+19,6=60 \text{ kN}$$

$$P5=P8=P11=P14=RV1+RV8=9,4+33,1=43 \text{ kN}$$

$$P2=P3=P16=P17=RV7+RV3+RC=54+6,1+27,2=88 \text{ kN}$$

$$P6=P7=P12=P13=RV3+RV8=27,2+77,2=105 \text{ kN}$$

$$P9=P10=RV3+RV9=32+23,3=56 \text{ kN}$$

RVi=Reação da Viga i

RC=Reação da Coberta

6. Sapatas dos pilares

$$N_{spt} := 3 \quad N_{spt} \text{ médio}$$

$$\sigma := N_{spt} \cdot 20$$

$$\sigma = 60 \quad \text{Tensão admissível (kN/m}^2\text{)}$$

Pilar P1

$$NP1 := 60 \quad \text{Esforço normal - pilar (kN)}$$

$$L1 := \left(1.1 \cdot \frac{NP1}{\sigma} \right)^{0.5}$$

$$L1 = 1.049$$

Para P1, P4, P15, P18 o comprimento da base quadrada da sapata fica aproximadamente **1,1m**.

Pilar P5

$$NP1 := 43 \quad \text{Esforço normal - pilar (kN)}$$

$$L1 := \left(1.1 \cdot \frac{NP1}{\sigma} \right)^{0.5}$$

$$L1 = 0.888$$

Para P5, P8, P11, P14 o comprimento da base quadrada da sapata fica aproximadamente **0,9m.**

Pilar P2

$$L1 := \left(1.1 \cdot \frac{NP1}{\sigma} \right)^{0.5}$$

$$L1 = 1.27$$

$$NP1 := 8\text{€} \quad \text{Esforço normal - pilar (kN)}$$

Para P2, P3, P16, P17 o comprimento da base quadrada da sapata fica aproximadamente **1,4m.**

Pilar P6

$$NP1 := 10\text{€} \quad \text{Esforço normal - pilar (kN)}$$

$$L1 := \left(1.1 \cdot \frac{NP1}{\sigma} \right)^{0.5}$$

$$L1 = 1.387$$

Para P6, P7, P12, P13 o comprimento da base quadrada da sapata fica aproximadamente **1,1m.**

Pilar P9

$$NP1 := 5\text{€} \quad \text{Esforço normal - pilar (kN)}$$

Para P9, P10 o comprimento da

$$L1 := \left(1.1 \cdot \frac{NP1}{\sigma} \right)^{0.5} \quad \text{base quadrada da sapata fica aproximadamente 1,1m.}$$

$$L1 = 1.013$$

7. Sapatas corridas das paredes

Carga de Alvenaria

$h := 2.5$ Altura da parede

$PP_{alv} := 2$ Sobrecarga de alvenaria

$q_{Alv} := PP_{alv} \cdot h$

$q_{Alv} = 5$ Carga de alvenaria

$As_{apata} := \frac{(q_{Alv} + q_{laje}) \cdot 1.1}{\sigma}$

$B_{sapata} := (As_{apata})^{0.5}$

$B_{sapata} = 0.417$

A Base da sapata corrida será portanto 0,6m que corresponde ao mínimo exigido pela NBR 6122.

APÊNDICE 12- DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO 2

1. Peso dos Pilares

$$\text{SOB} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Sobrecarga}$$

$$\begin{aligned} \text{ÁREA1} &:= 2.4556.04 \text{ m}^2 & \text{Área do container 1} \\ \text{ÁREA1} &= 14.833 \text{ m}^2 \\ \text{ÁREACOB} &:= 12.9314.5 \text{ m}^2 & \text{Área da cobertura} \\ \text{ÁREACOB} &= 188.002 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{CARGCOB} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Carga da Coberta}$$

$$\text{Ta1} := 23.2 \text{ kN} \quad \text{Tara do container 1}$$

$$\text{Peso1} := (\text{Ta1} + \text{SOB} \cdot \text{ÁREA1}) \cdot 2 + \frac{(\text{ÁREACOB} \cdot \text{CARGCOB})}{5}$$

$$\text{Peso1} = 143.413$$

$$\frac{\text{Peso1}}{4} = 35.853 \text{ kN}$$

$$\text{P1}=\text{P2}=\text{P3}=\text{P4}=\text{P5}=\text{P6}=\text{P7}=\text{P8}=\text{P13}=\text{P14}=\text{P15}=\text{P16}=\text{P17}=\text{P18}=\text{P19}=\text{P20}=36 \text{ kN}$$

$$\text{Ta2} := 39.5 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{ÁREA2} &:= 2.45512.93 \text{ m}^2 \\ \text{ÁREA2} &= 31.748 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Peso3} := (\text{Ta2} + \text{SOB} \cdot \text{ÁREA2}) \cdot 2 + \frac{(\text{ÁREACOB} \cdot \text{CARGCOB})}{5}$$

$$\text{Peso3} = 243.633$$

$$\frac{\text{Peso3}}{4} = 60.908 \text{ kN}$$

$$\text{P9}=\text{P10}=\text{P11}=\text{P12}=61 \text{ kN}$$

3. Sapatas dos pilares

$N_{spt} := 3$ N_{spt} médio

$\sigma := N_{spt} \cdot 20$

$\sigma = 60$ Tensão admissível (kN/m²)

Pilar P1

$NP1 := 36$ Esforço normal - pilar (kN)

$$L1 := \left(1.1 \cdot \frac{NP1}{\sigma} \right)^{0.5}$$

$$L1 = 0.812$$

Para $P1=P2=P3=P5=P6=P7=P14=P15=P16=P17=P19=P20$ o comprimento da sapata será $L1=0,9$ m.

Como alguns pilares estão muito próximos, foi necessário unir as tensões normais para uma sapata única, dessa forma os pilares foram somados:

$$P4+P9=P8+P10=P11+P13=P12+P18=97 \text{ kN}$$

Pilar P4+P9

$NP1 := 97$ Esforço normal - pilar (kN)

$$L1 := \left(1.1 \cdot \frac{NP1}{\sigma} \right)^{0.5}$$

$$L1 = 1.334$$

Para $P4+P9=P8+P10=P11+P13=P12+P18$ o comprimento da sapata será $L1=1,4$ m.

 APÊNDICE 13- MEMÓRIA DE CÁLCULO REFERENTE À TABELA 3

MEMORIAL DE CÁLCULO	
ORÇAMENTO FUNDAÇÃO ESCRITÓRIO COMUM	
ESCAVAÇÃO	
Escavação da vala da sapata corrida e isolada = $[(0,7+1,1)*0,55]/2*92,45=$ 45,76m³	
ATERRO	
Escavação de valas = $92,45*0,9*0,2=$ 16,64m³	
REATERRO	
$0,4*45,76=$ 18,3 m³	
CONCRETO MAGRO	
$0,7*0,05*92,45=$ 3,24m³	
ALVENARIA DE EMBASAMENTO	
$92,45*0,4=$ 36,98m³	
CHAPISCO	
$36,98*2=$ 73,96m³	
IMPERMEABILIZAÇÃO	
$0,84*92,45*2=$ 155,32m²	
FORMA	
radier= $0,14*92,45*2=$ 25,89m ²	
Sapatas Corridas= $0,3*92,45*2=$ 55,47m ²	
Sapatas isoladas= $0,1*1,1*4*10+0,1*1,4*4*4+0,1*0,9*4*4=$ 8,08m ²	
TOTAL DE FORMA=89,44m²	
CONCRETO ARMADO	
radier= $0,14*92,45*0,14=$ 1,81m ³	
Sapatas Corridas= $0,3*92,45*0,6=$ 16,64m ³	
Sapatas	
isoladas= $1,1*1,1*0,1*10+(20/3*(1,1^2+RAIZ(1,1^2+0,2^2)+0,2^2)+1,4*1,4*0,1*4+(20/3*(1,4^2+RAIZ(1,4^2+0,2^2)+0,2^2)+0,9*0,9*0,1*4+(20/3*(0,9^2+RAIZ(0,9^2+0,2^2)+0,2^2))=$ 52,68m ³	
TOTAL DE CONCRETO ARMADO=71,13m³	

APÊNDICE 14- MEMÓRIA DE CÁLCULO REFERENTE À TABELA 4

MEMORIAL DE CÁLCULO	
ORÇAMENTO FUNDAÇÃO ESCRITÓRIO COMUM	
ESCAVAÇÃO	
Escavação da vala da sapata isolada = $[(1,5+1,1)*0,3]/2*1,5*4 + [(1,0+1,1)*0,3]/2*1,0*12 = 6,12\text{m}^3$	
ATERRO	
Escavação de valas = $1,5*1,5*0,2*4 + 1*1*0,2*12 = 4,2\text{ m}^3$	
REATERRO	
$0,1*0,3*1,5*4*4 + 0,1*0,3*1,0*12*4 = 2,16\text{ m}^3$	
CONCRETO MAGRO	
$1,5*0,05*1,5*4 + 1*0,05*1*12 = 1,05\text{m}^3$	
IMPERMEABILIZAÇÃO	
$0,3*1,4*4*4 + 0,3*0,9*4*12 = 19,68\text{m}^2$	
FORMA	
Sapatas isoladas = $0,3*1,4*4*4 + 0,3*0,9*4*12 = 19,68\text{m}^2$	
CONCRETO ARMADO	
Sapatas isoladas = $1,4*0,3*1,4*4 + 0,9*0,9*0,3*12 = 5,27\text{m}^3$	