



INTEGRAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL VIA METODOLOGIA BIM

Elaborado por

Carlos Teixeira dos Santos Junior

Trabalho de Conclusão de Curso

Trabalho apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de Engenharia Civil na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Orientador: Profº Drº Glauco José de Oliveira Rodrigues.

Rio de Janeiro
novembro de 2021



CARLOS TEIXEIRA DOS SANTOS JUNIOR

INTEGRAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL VIA METODOLOGIA BIM

BANCA EXAMINADORA

Prof. Drº Glauco José de Oliveira Rodrigues
(Orientador)

Eng. Natália Victoria dos Santos
(Coorientadora)

Eng. Rodrigo do Val Andrade
(Avaliador)

Aprovado em ____, de _____ de 2021.



Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por tudo o que tem acontecido na minha vida, por ter me dado a oportunidade de me formar em uma das mais conceituadas Universidades do Brasil.

Agradeço a minha família por todo o apoio que me deram durante toda a faculdade, sempre me apoiando e me incentivando e me dando forças para não desistir.

Agradeço ao meu orientador D. Sc Glauco José de Oliveira Rodrigues por todo o apoio e ensinamento passado durante a elaboração deste trabalho e também aos demais professores da PUC-RIO pelo conhecimento passado contribuindo para a minha formação.

Agradeço aos amigos Rodrigo Guimarães Martins e Aline Correia Gomes que tem acompanhado toda a minha jornada na construção civil há quase 10 anos, e que com certeza sem o apoio e ajuda deles eu não estaria aqui hoje.



Resumo

Este trabalho consta do desenvolvimento de um projeto estrutural (concreto armado) e arquitetônico de uma residência unifamiliar utilizando os softwares Revit e Cypecad para dimensionamento e modelagem de acordo com as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Nele será empregado a metodologia BIM onde será feito a integração entre os projetos e a correção das interferências. O método empregado visa buscar, agilidade, otimização, segurança e economia na elaboração do projeto e na obra.

Palavras-chave: Cálculo estrutural. Arquitetônico. BIM. Revit. Cypecad



Abstract

This work consists of the development of a structural (reinforced concrete) and architectural project for a single-family house using Revit and Cypecad software for dimensioning and modeling in accordance with ABNT (Brazilian Association of Technical Standards) standards. In it, the BIM methodology will be used, where the integration between the projects and the correction of interferences will be carried out. The method used aims to seek, agility, optimization, safety and economy in the preparation of the project and in the work.

Keywords: Structural calculation. Architectural. BIM. Revit. Cypecad



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Objetivo	1
1.2	Justificativa	2
1.3	Referencial teórico.....	2
1.4	Metodologia	3
2	Projeto Arquitetônico	4
2.1	Croqui	4
2.2	Definição de níveis	5
2.3	Paredes	5
2.4	Pisos.....	8
2.5	Pintura	12
2.6	Mobiliário e esquadrias	14
2.7	Telhado	16
3	Projeto Estrutural	17
3.1	Projeto base e tipo de estrutura	17
3.2	Considerações iniciais	17
3.2.1	Classe da Agressividade Ambiental.....	17
3.2.2	Qualidade do Concreto	18
3.2.3	Cobrimento nominal	19
3.3	Fundação	20
3.4	Modelagem da estrutura no Cypecad	20
3.4.1	Introdução automática dos dados	20
3.4.2	Dados dos grupos e pisos	21
3.4.3	Máscara DXF-DWG.....	23
3.4.4	Dados Gerais (Materiais utilizados, Fissuras, cobrimento e tensão admissível do solo)	23
3.4.5	Lançamento dos Pilares	25
3.4.6	Lançamento e Pré-dimensionamento das vigas.....	27
3.4.7	Lançamento e Pré-dimensionamento das lajes.....	30
3.4.8	Carregamentos	33
3.4.9	Lançamento da fundação	36
3.4.10	Cálculo da obra	38
3.4.11	Correção de erros nos pilares.....	38
3.4.12	Correção de erros nas vigas.....	40
3.4.13	Modelo estrutural 3D.....	43
3.4.14	Otimização da armadura das vigas	43
4	Integração entre os projetos.....	46
4.1	Exportação do ifc do Cypecad para o Revit	46



4.2	Sobreposição dos projetos	48
4.3	Checagem das interferências	49
4.4	Correção das interferências	51
4.5	Integração entre os projetos finalizados	52
5	DESENHOS do projeto estrutural	56
6	MEMÓRIA DE CÁLCULO RESUMIDA	72
	todos os dados deste capítulo foram importados do Cypecad	72
7	Conclusão.....	120
	Anexo I – Catálogo da Engemolde.....	121
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui	4
Figura 2 – Níveis da edificação.....	5
Figura 3 – Materiais das paredes.....	6
Figura 4 – Paredes do térreo.....	7
Figura 5 – Paredes da laje de cobertura.....	8
Figura 6 – Materiais do piso do térreo.....	9
Figura 7 – Materias da laje de cobertura	9
Figura 8 – Piso do térreo	10
Figura 9 – Piso da laje de cobertura	11
Figura 10 – Paredes do térreo sem aplicação de pintura.....	12
Figura 11 – Paredes da térreo após a aplicação da pintura.....	13
Figura 12 – Paredes externas de toda a edificação após a pintura.....	14
Figura 13 – Inserção do mobiliário e esquadrias – 2D.....	15
Figura 14 – Inserção do mobiliário e esquadrias – 3D.....	16
Figura 15 – Telhado.....	17
Figura 16 – Classe de agressividade ambiental.....	18
Figura 17 – Relação entre a classe de agressividade e qualidade do concreto.....	19
Figura 18 – Relação entre a classe de agressividade e o cobrimento nominal.....	20
Figura 19 – Introdução automática	21
Figura 20 – Dados da edificação	22
Figura 21 – Descrição dos grupos	22
Figura 22 – Especificações de concreto e aço	24
Figura 23 – Fissuras e cobrimento	24
Figura 24 – Tensões admissíveis no solo de apoio	25
Figura 25 – Lançamento dos Pilares	26
Figura 26 – Pilar P1, morre na laje de cobertura	26
Figura 27 – Pilar P4, morre na laje do térreo (cintamento)	27
Figura 28 – Tipos de viga	28
Figura 29 – Vigas do nível cintamento	29
Figura 30 – Vigas do nível cobertura	30
Figura 31 – Vãos máximos para lajes treliçadas.....	31
Figura 32 – Criação do bloco para lajes pré-moldada	32
Figura 33 – Lançamento da pré-laje no nível de cobertura	33
Figura 34 – Cargas de alvenaria sobre as vigas do cintamento	35
Figura 35 – Cargas de alvenaria e caixa d'água no nível da cobertura	36
Figura 36 – Seleção dos elementos de fundação	37
Figura 37 – Lançamento da fundação	37
Figura 38 – Relatório de erros	38



Figura 39 – Erro nos pilares	39
Figura 40 – Erro corrigido nos pilares	39
Figura 41 – Erro viga 1 grupo 1	40
Figura 42 – Erro viga 4 grupo 2	41
Figura 43 – Erro corrigido da viga 1 grupo 1	41
Figura 44 – Erro corrigido da viga 4 grupo 2	42
Figura 45 – Modelo estrutural 3D.....	43
Figura 46 – Viga 1 não otimizada	44
Figura 47 – Viga 1 otimizada.....	45
Figura 48 – Exportação do ifc	47
Figura 49 – Modelo estrutural exportado para o Revit, com ifc	47
Figura 50 – Sobreposição dos projetos 2D	48
Figura 51 – Sobreposição dos projetos 3D	49
Figura 52 – Pilar dentro da parede	50
Figura 53 – Viga dentro da parede	50
Figura 54 – Interferência pilar/parede corrigida	51
Figura 55 – Interferência viga/parede corrigida	52
Figura 56 – Planta nível térreo	53
Figura 57 – Corte 1	54
Figura 58 – Corte 2	54
Figura 59 – Modelo 3D	55
Figura 60 – Forma cintamento	56
Figura 61 – Forma cobertura	57
Figura 62 – Armadura Pilar P1	58
Figura 63 – Armadura Pilares P2 e P3	59
Figura 64 – Armadura Pilares P4, P9 e P13	60
Figura 65 – Armadura Pilar P5	60
Figura 66 – Armadura Pilares P6, P7, P8, P10, P11, P12 e P14.....	61
Figura 67 – Armadura Pilar 15	62
Figura 68 – Armadura Pilar 16	63
Figura 69 – Armadura vigas V1 e V2 - cintamento	63
Figura 70 – Armadura vigas V3, V4 e V5 - cintamento	64
Figura 71 – Armadura vigas V6 e V7 - cintamento	64
Figura 72 – Armadura vigas V8 e V9 - cintamento	65
Figura 73 – Armadura vigas V10, V11 e V12 – cintamento	65
Figura 74 – Armadura vigas V13, V14, V15 e V16 – cintamento	66
Figura 75 – Armadura vigas V17 – cintamento	66



Figura 76 – Armadura vigas V1 e V2 – cobertura	67
Figura 77 – Armadura vigas V3 e V8 – cobertura	67
Figura 78 – Armadura viga V4 – cobertura	68
Figura 79 – Armadura viga V5 – cobertura	68
Figura 80 – Armadura viga V6 – cobertura	69
Figura 81 – Armadura viga V7 – cobertura	69
Figura 82 – Armadura viga V5 – cobertura.....	70
Figura 83 – Armadura das sapatas referentes aos pilares P1, P2, P6, P7, P8, P10, P12, P13, P14 e P16	71
Figura 84 – Armadura das sapatas referentes aos pilares P3, P4 e P9.....	71
Figura 85 – Armadura das sapatas referentes aos pilares P5, P11 e P15.....	72



1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos a engenharia civil vem evoluindo cada vez mais no setor de softwares voltados para a elaboração de projetos, permitindo o desenvolvimento desses projetos seja para pequeno ou grande porte. Esse desenvolvimento traz uma redução no tempo e no custo desta atividade quando comparado com os métodos tradicionalmente manuais.

Hoje em dia muitas empresas estão se adaptando a nova tecnologia de trabalho chamada BIM (*Building Information Modeling*) ou Modelagem de Informação na Construção, esta tecnologia permite fazer a integração de projetos através da sua sobreposição e migração entre diversas plataformas.

Com base nisso este trabalho visa desenvolver a integração de um projeto arquitetônico e estrutural (projeto em concreto armado) de uma residência unifamiliar de um pavimento, situada no bairro de Campo Grande – Rio de Janeiro, através dos softwares Revit e Cypecad. Com esta integração será possível fazer as verificações das interferências entre o projeto estrutural (desenvolvido no Cypecad) e o projeto Arquitetônico (desenvolvido no Revit).

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento do projeto arquitetônico e estrutural (concreto armado), com os softwares Revit e Cypecad de uma residência unifamiliar de um pavimento, mostrando a integração entre eles através da tecnologia BIM, de modo a fazer a compatibilização entre as disciplinas após a correção das interferências.



1.2 Justificativa

Com o passar dos anos a tecnologia está cada vez mais presente na área da construção civil. Hoje em dia, com a criação de vários softwares, muitos trabalhos tiveram o seu tempo de execução reduzido, graças a eles, mantendo a mesma qualidade.

Para isso, é preciso que o profissional esteja atento as mudanças do mercado e que também tenha domínio tanto teórico quanto da utilização destes softwares.

Contudo, este trabalho irá apresentar a junção do conhecimento teórico com o conhecimento tecnológico no uso de 2 softwares muito usados na atualidade, Revit (projeto arquitetônico) e Cypecad (projeto estrutural em concreto armado), mostrando como a junção deles é capaz de trazer mais economia e segurança.

Neste trabalho será mostrado uma das formas de integração entre projetos de diferentes disciplinas, no caso arquitetura e estrutural, onde através da sobreposição dos projetos será possível verificar as interferências entre os mesmos utilizando o conceito BIM.

1.3 Referencial teórico

Este trabalho terá como referência os conceito de BIM e IFC aplicado nas disciplinas de arquitetura e estruturas, apresentando 2 softwares compatíveis para esta metodologia: Autodesk REVIT (2021) e CYPECAD (2017).

O conceito de BIM (*Building Information Model*) que em português pode ser traduzido para “Modelo de Informação da Construção” não se trata de um *software* específico, e sim de um conceito de virtualização, modelagem e gerenciamento das atividades inerentes ao projeto/construção de obras de engenharia. O projeto, neste novo conceito, torna-se muito mais próximo da obra real (virtualização dos elementos), facilitando a observação de possíveis inconformidades (erros de projeto, sobreposições, etc.). A representação planificada deixa de ser o meio para o desenvolvimento do projeto e torna-se um dos fins disponíveis de representação. (SAEPRO, 2015).



O IFC (*Industry Foundation Classes*) é um formato de arquivo que contém dados (Informação), cuja finalidade permite o intercâmbio de informações para um modelo informativo sem perda ou distorção de dados. O IFC não descreve apenas a geometria, mas muito mais do que isso. Aqui estamos falando de semântica, em um processo BIM, não estamos apenas trocando geometria, mas também dados. Neste momento, as informações anexadas a um objeto são descritas em Conjuntos de Propriedades. Um Conjunto de Propriedades é o espaço reservado onde as propriedades definidas podem ser anexadas a qualquer entidade dentro do modelo IFC. (MAKEBIM, 2017).

O Revit é um software de BIM que traz todas as disciplinas de arquitetura, engenharia e construção para um ambiente de modelagem unificado, gerando projetos mais eficientes e econômicos (AUTODESK, 2015).

O CYPECAD é um software para projeto de cálculo estrutural em concreto armado, pré-moldado, protendido e misto de concreto e aço que engloba as etapas de lançamento do projeto, análise e cálculo da estrutura, dimensionamento e detalhamento final dos elementos. Os recursos de detalhamento e dimensionamento estão de acordo com as normas brasileiras de concreto armado (NBR 6118:2014), fundações (NBR 6122), carregamentos (NBR 6120), barras (NBR 7480), ventos (NBR 6123), ações e combinações (NBR 8681). (MULTIPLUS, 2015).

Para este trabalho foi utilizado o Revit para a elaboração do projeto arquitetônico e o Cypecad para dimensionamento e modelagem do projeto estrutural em concreto armado. Após a elaboração de ambos os projetos é feita a integração entre eles fazendo a exportação do IFC do Cypecad para o Revit, com isso é possível fazer a verificação e correção das interferências.

1.4 Metodologia

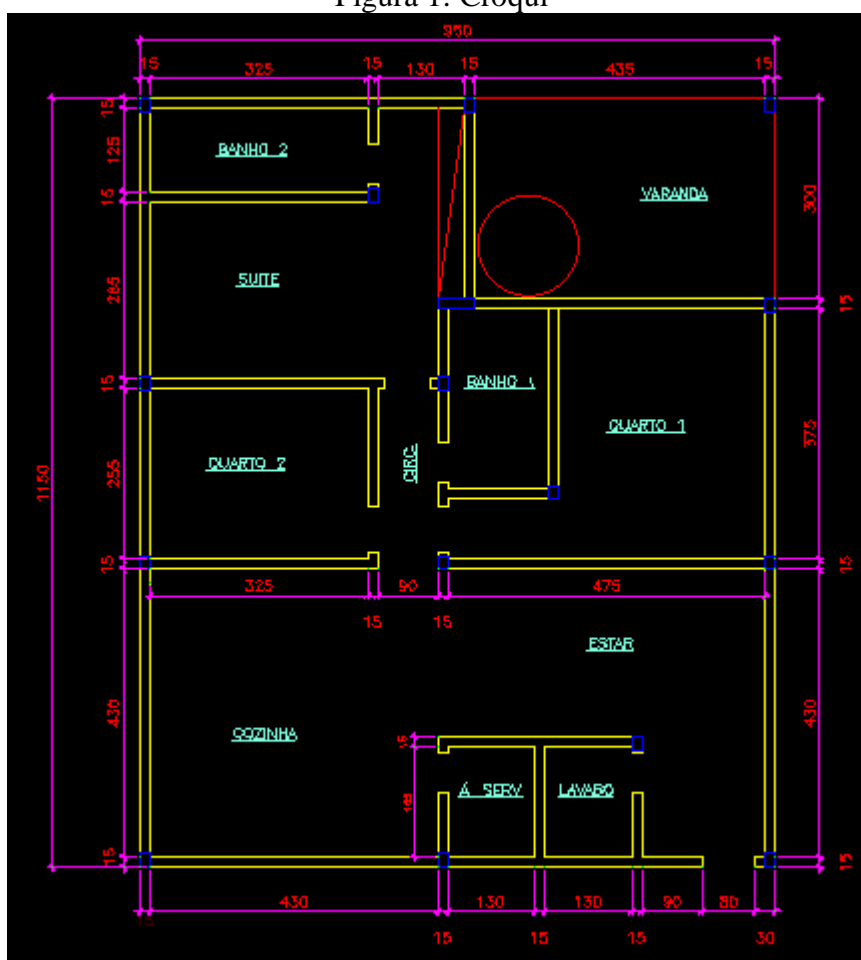
Este trabalho será dividido em duas etapas. Na primeira etapa será feito a modelagem da arquitetura no Revit, na segunda etapa será feito a modelagem e o dimensionamento dos elementos estruturais (projeto estrutural) no CYPECAD. Após o dimensionamento do projeto estrutural será feita a exportação do IFC do CYPECAD para o Revit. Com os dois arquivos no modelo rvt. será feita a sobreposição entre eles, com este procedimento será possível observar os pontos de interferências, entre ambos os projetos, que deverão ser corrigidos (integração entre os projetos).

2 PROJETO ARQUITETÔNICO

2.1 Croqui

Todo o projeto arquitetônico foi desenvolvido com o software Revit, porém foi montado um croqui no *software* AutoCAD (conforme pode ser visto na figura 1) que serviu como base para a elaboração do projeto arquitetônico.

Figura 1: Croqui



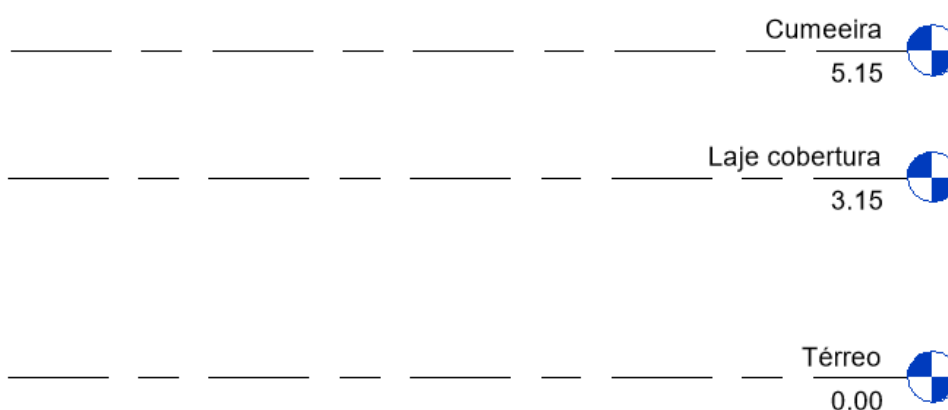
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021



2.2 Definição de níveis

Os níveis (figura 2) são responsáveis pela definição da elevação de um plano horizontal em relação ao outro. A edificação é composta de 1 pavimento, que possui um pé direito de 3,15 m e o topo do telhado (cumeeira) está a 2,00 metros acima da laje da cobertura.

Figura 2: Níveis da edificação



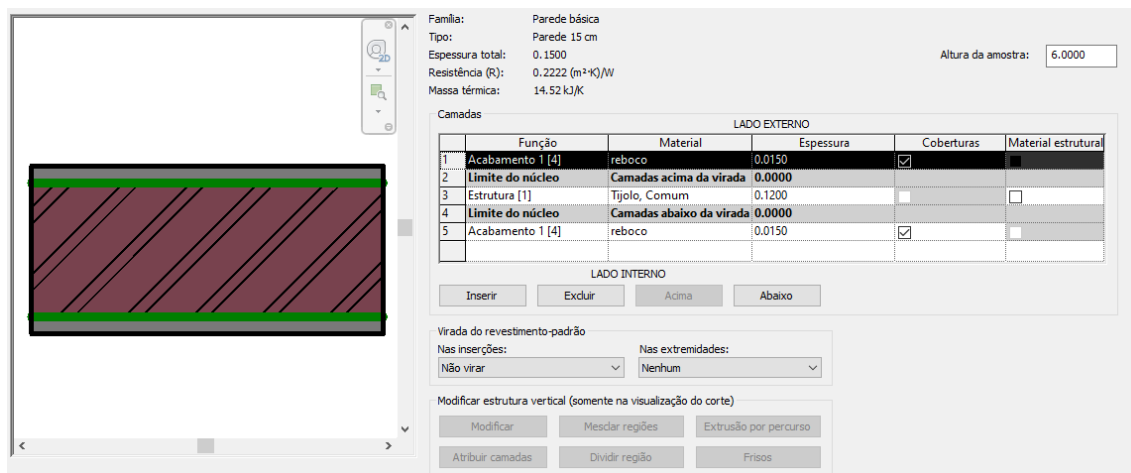
Fonte: Software Revit (2021), 2021

2.3 Paredes

2.3.1 Material

No Revit é possível fazer a escolha dos materiais que irão compor as paredes (figura 3). Nesta edificação, todas as paredes serão de alvenaria (tijolo de 12 cm de espessura), com uma camada de 1,5 cm de reboco em ambos os lados, totalizando uma parede com 15 cm de espessura.

Figura 3: Materiais das paredes



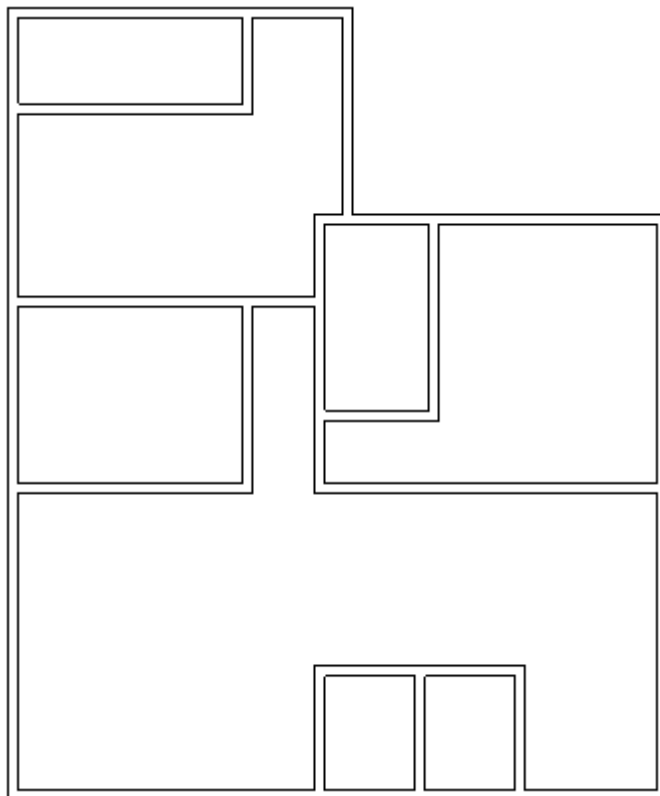
Fonte: Software Revit (2021), 2021

2.3.2 Traçado das paredes do térreo

Com base no croqui elaborado no *software* AutoCAD, foi feito o traçado das paredes internas e externas da edificação do nível térreo (figura 4), que irá fazer parte da planta baixa do térreo.



Figura 4: Paredes do térreo

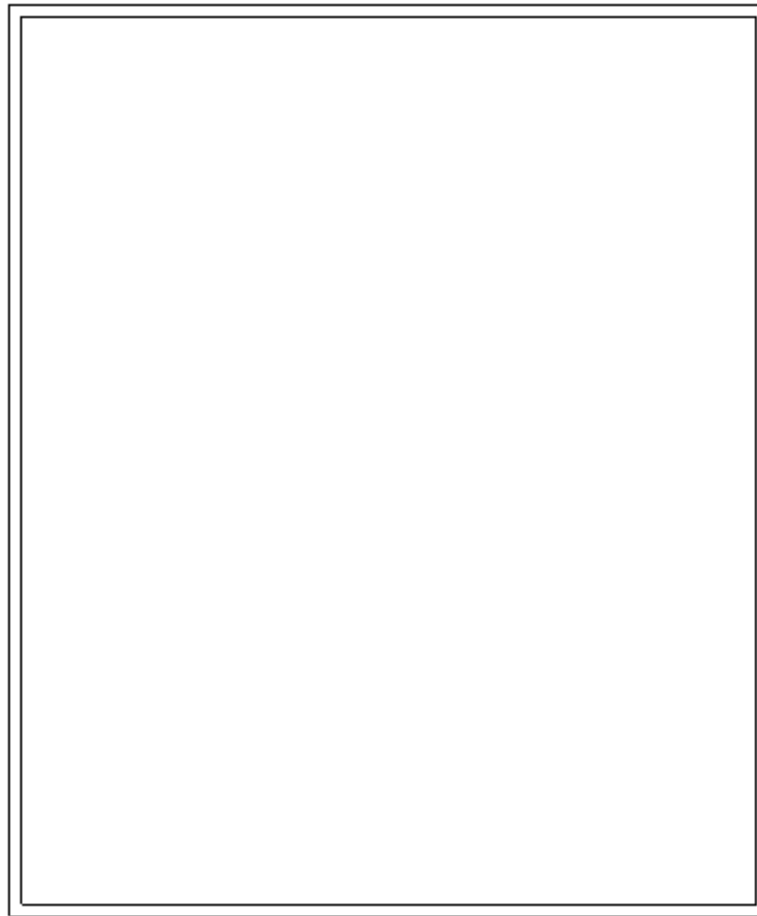


Fonte: Software Revit (2021), 2021

2.3.3 Traçado das paredes da laje de cobertura

Para a sustentação do telhado, foi implantado paredes no nível da laje de cobertura (conforme pode ser visto na figura 5).

Figura 5: Paredes da laje de cobertura



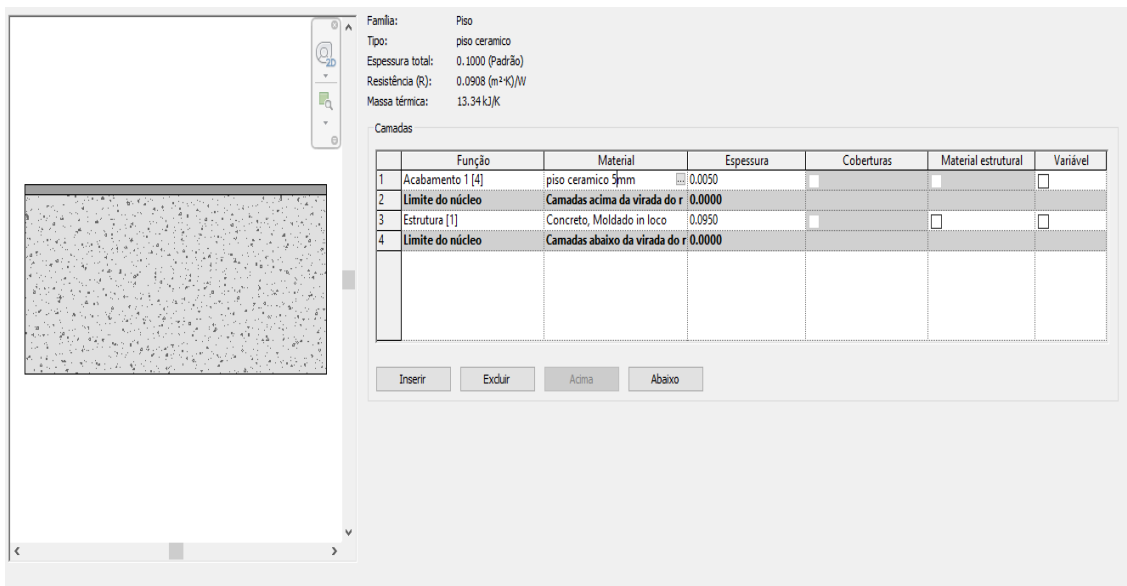
Fonte: Software Revit (2021), 2021

2.4 Pisos

2.4.1 Material

Assim como nas paredes, nos pisos também é possível fazer a escolha do material que irá compor os pisos. O piso do térreo, figura 6, será composto por uma camada de concreto de 9,5 cm de espessura e um revestimento cerâmico de 0,5 cm de espessura, totalizando 10 cm de espessura no piso do térreo. A laje de cobertura, figura 7, será composta apenas por uma camada de concreto de 12 cm

Figura 6: Materiais do piso do térreo



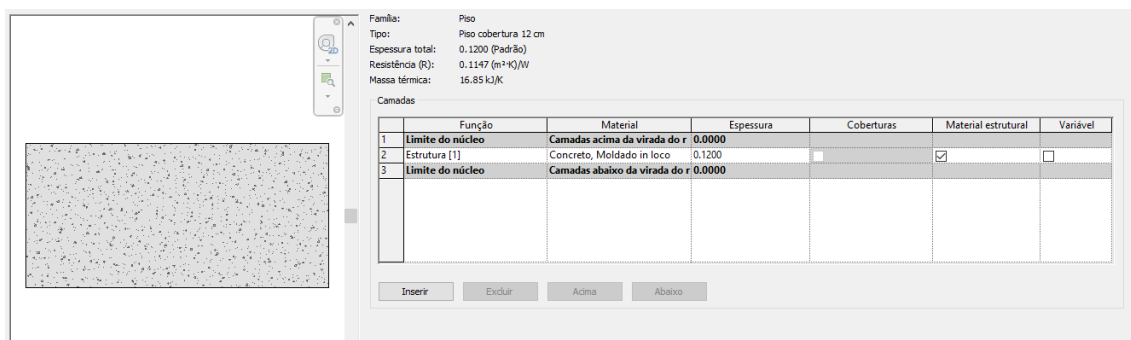
Família: Piso
Tipo: piso ceramico
Espessura total: 0.1000 (Padrão)
Resistência (R): 0.0908 (m²·K)/W
Massa térmica: 13.34 kJ/K

	Função	Material	Espessura	Coberturas	Material estrutural	Variável
1	Acabamento 1 [4]	piso ceramico 3mm	0.0030			
2	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do r	0.0000			
3	Estrutura [1]	Concreto, Moldado in loco	0.0950			
4	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do r	0.0000			

Inserir Excluir Acima Abaixo

Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 7: Materiais da laje de cobertura



Família: Piso
Tipo: Piso cobertura 12 cm
Espessura total: 0.1200 (Padrão)
Resistência (R): 0.1147 (m²·K)/W
Massa térmica: 16.85 kJ/K

	Função	Material	Espessura	Coberturas	Material estrutural	Variável
1	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do r	0.0000			
2	Estrutura [1]	Concreto, Moldado in loco	0.1200		<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do r	0.0000			

Inserir Excluir Acima Abaixo

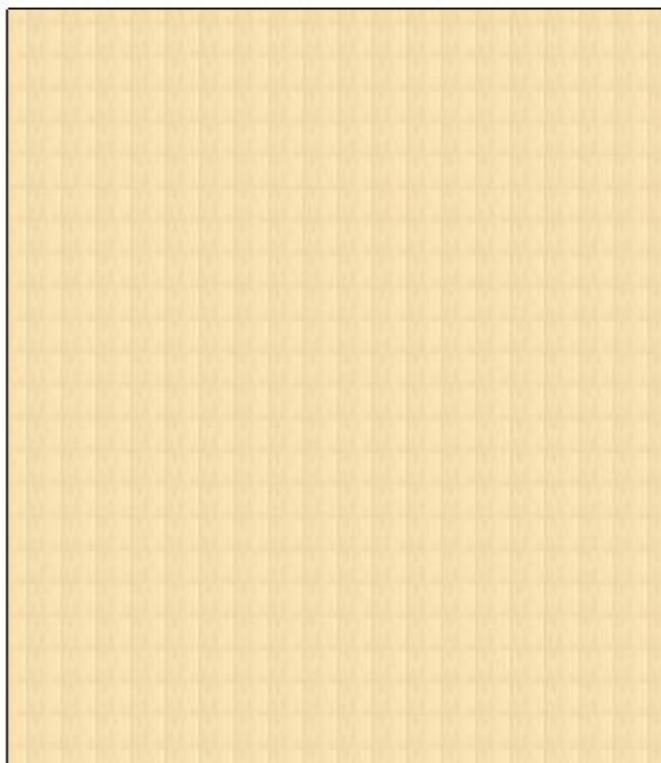
Fonte: Software Revit (2021), 2021

2.4.2 Traçado do piso do térreo e da laje de cobertura

Com base no croqui elaborado no software AutoCAD, foi feito o traçado do piso do térreo (figura 8) e da laje de cobertura (figura 9).



Figura 8: Piso do térreo



Fonte: Software Revit (2021), 2021



Figura 9: Piso da laje de cobertura

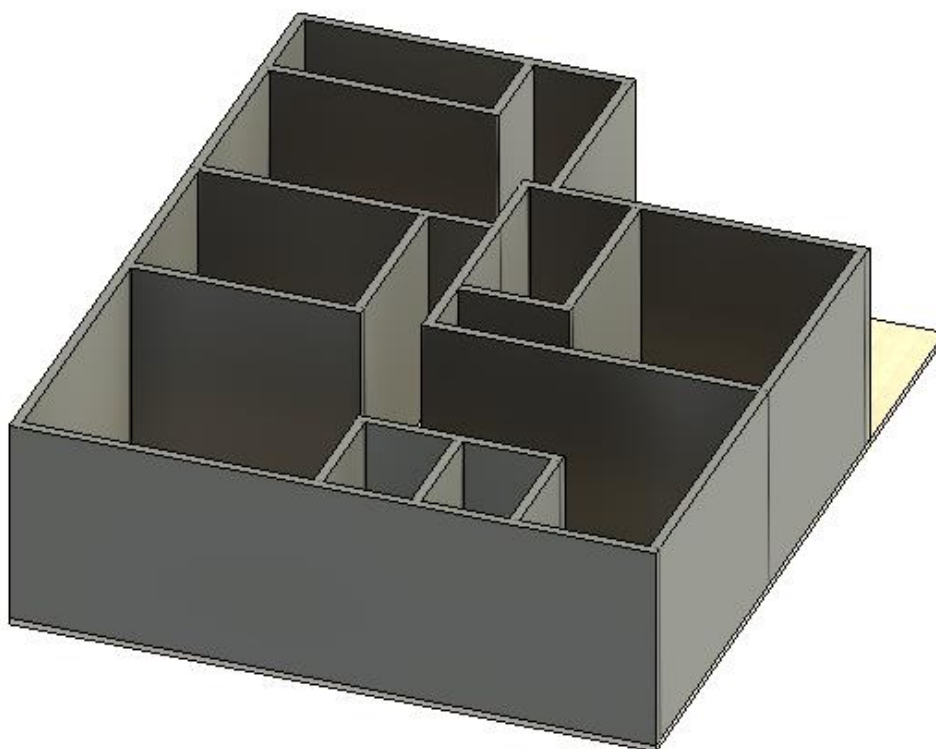


Fonte: Software Revit (2021), 2021

2.5 Pintura

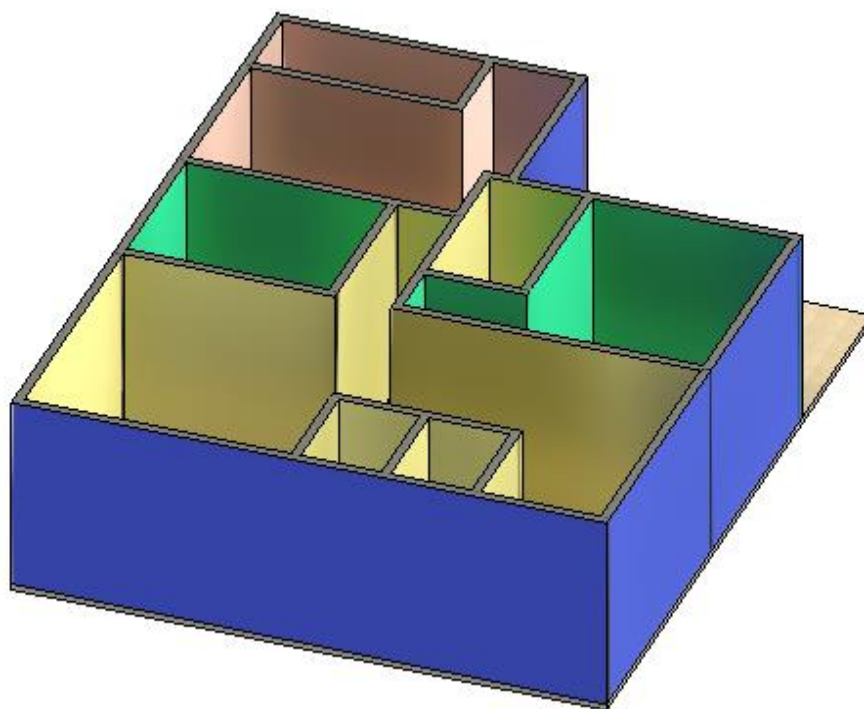
Após o traçado das paredes é feito a pintura das mesmas (figuras 10, 11 e 12). Cores meramente ilustrativas, ainda não foi definido a real cor das paredes.

Figura 10: Paredes do térreo sem aplicação de pintura



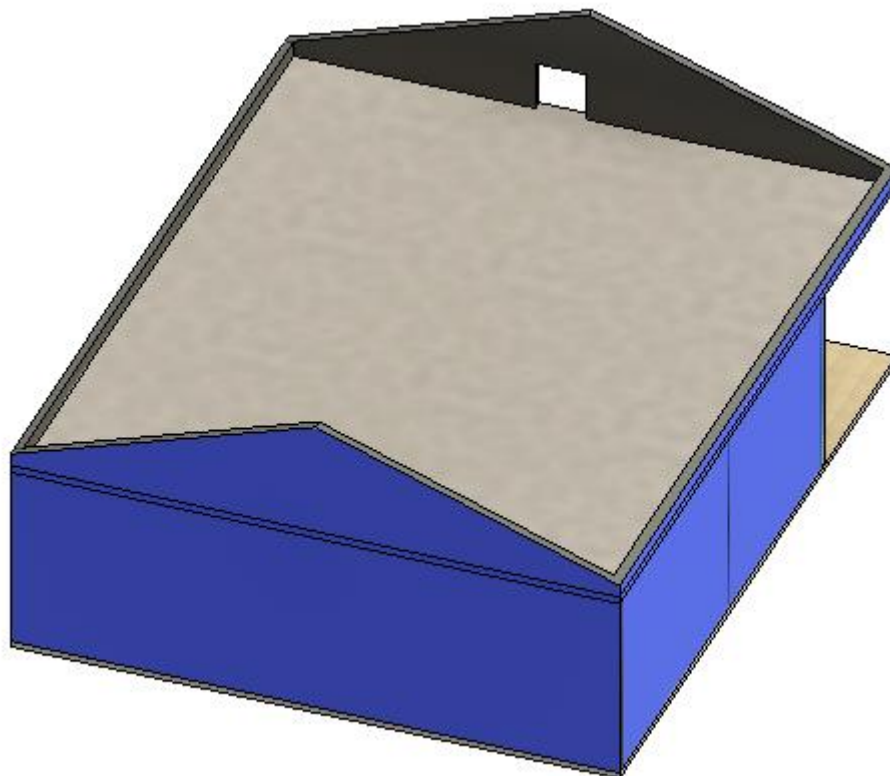
Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 11: Paredes do térreo após a aplicação da pintura



Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 12: Paredes externas de toda a edificação após a pintura



Fonte: Software Revit (2021), 2021

2.6 Mobiliário e esquadrias

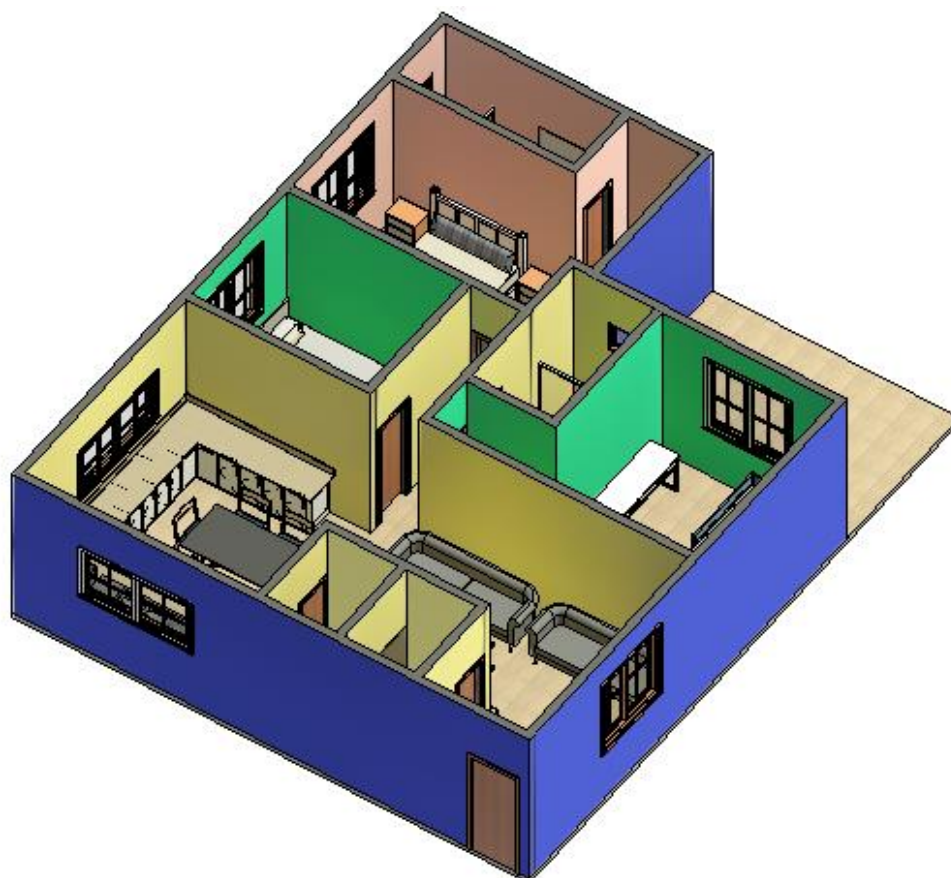
Após a inserção das paredes, pisos e aplicação da pintura, foi feito a inserção do mobiliário e das esquadrias (figuras 13 e 14), estes no Revit são chamados de famílias (móveis e esquadrias meramente ilustrativos).

Figura 13: Inserção do mobiliário e esquadrias – 2D



Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 14: Inserção do mobiliário e esquadrias – 3D



Fonte: Software Revit (2021), 2021

2.7 Telhado

Para concluir foi feito a inserção do telhado, este é composto de 2 águas, um beiral de 60 cm e telha cerâmica (figura 15).

Figura 15: Telhado



Fonte: Software Revit (2021), 2021

3 PROJETO ESTRUTURAL

3.1 Projeto base e tipo de estrutura

Para a elaboração do projeto estrutural também foi tomado como base o mesmo croqui mencionado no item 2.1 deste trabalho (ver figura 1).

A estrutura será de concreto armado e todo o seu dimensionamento será feito através do *software* Cypecad.

3.2 Considerações iniciais

3.2.1 Classe da Agressividade Ambiental

A NBR 6118:2014 afirma que “a agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica [...]”.



A edificação encontra-se em área urbana, de acordo com a figura 16, podemos determinar a Classe de Agressividade Ambiental como II (Moderada).

Figura 16 – Classe de Agressividade Ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1) 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1) 2)}	
IV	Muito forte	Industrial ^{1) 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

¹⁾ Pode-se admitir um micro-clima com classe de agressividade um nível mais brando para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).
²⁾ Pode-se admitir uma classe de agressividade um nível mais branda em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuvas em ambientes predominantemente secos ou regiões onde chove raramente.
³⁾ Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118:2014

3.2.2 Qualidade do Concreto

Ao determinar a classe de agressividade ambiental a NBR 6118:2014 permite determinar a qualidade do concreto.

De acordo com a classe de agressividade ambiental obtida no item 3.2.1 a classe do concreto deverá ser maior ou igual a C25 e a relação de água/cimento em massa deverá ser menor ou igual a 0,60. Conforme pode ser visto na figura 17.



Figura 17 – Relação entre a classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118:2014

3.2.3 Cobrimento nominal

Segundo a NBR-6118:2014, “para garantir o cobrimento mínimo (C_{min}), o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (C_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc) [...]”.

Pela classe de agressividade ambiental é possível determinar o cobrimento nominal mínimo para os diferentes tipos de elementos estruturais, conforme pode ser visto na figura 18



Figura 18 – Relação entre a classe de agressividade e o cobrimento nominal

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: NBR 6118:2014

3.3 Fundação

Para uma modelagem inicial, foi definido a cota da fundação a 1 m abaixo do nível do terreno com um solo de característica de argila dura, apenas para uma análise inicial, futuramente será feito uma sondagem SPT para definições do tipo de fundação e ajuste da cota de fundação, caso seja necessário.

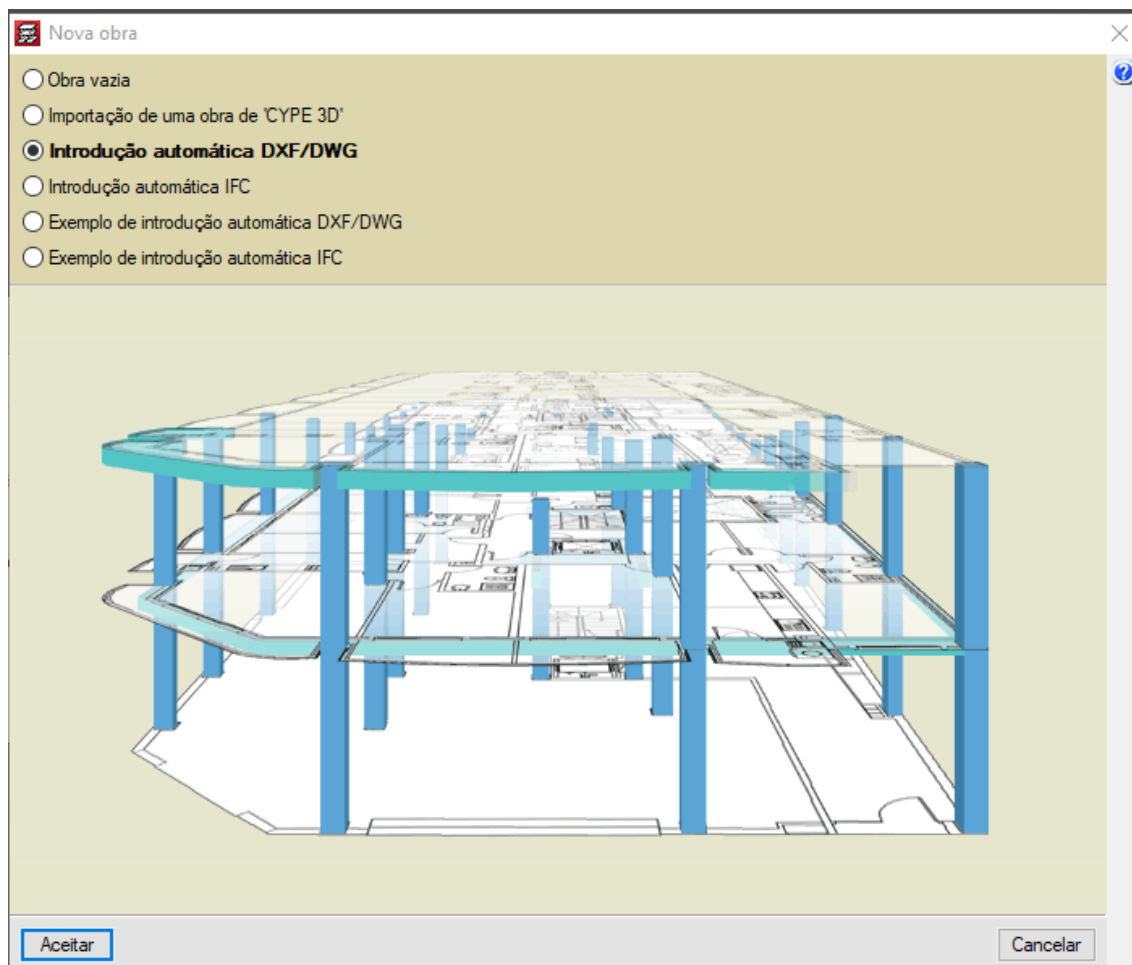
3.4 Modelagem da estrutura no Cypecad

3.4.1 Introdução automática dos dados

O *software* CYPECAD possui a opção de introdução automática DXF/DWG, conforme pode ser visto na figura 19.

É um assistente para a elaboração do projeto onde serão inseridos os dados dos pavimentos, subsolos (quando houver), altura do pé direito, cargas permanentes como impermeabilização, revestimentos, entre outros e sobrecargas de utilização, fundação além de atribuições de layers (cores definidas para cada camada) para facilitar a visualização, edição e organização do projeto. (ANDRADE, R. 2017).

Figura 19 – Introdução automática



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

3.4.2 Dados dos grupos e pisos

Nesta seção, será incorporado alguns dados sobre a edificação. Conforme o projeto arquitetônico, já apresentado, o projeto se trata de uma casa unifamiliar de 1 pavimento. Não possui casa de máquinas e subsolo.

Com isso, é preenchido a tabela (pertence ao *software* Cypecad) da figura 20, com os dados de: pé direito estrutural, sobrecarga de utilização e carga permanente



Figura 20 – Dados da edificação

		Altura (m)	SCU (kN/m ²)	CP (kN/m ²)
<input type="checkbox"/> Cobertura casa das máquinas (T)	ht	3.50	1.0	1.5
<input type="checkbox"/> L. Casa de Máquinas (M)	hm	1.00	10.0	1.0
Cobertura (C)			1.5	0.0
<input checked="" type="checkbox"/> Pisos (P)	1	hp	3.15	1.5
Térreo (B)		hb	3.15	1.5
<input type="checkbox"/> Subsolos (S)	1	hs	2.50	4.0

Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Foi adotado um pé-direito de 3,15 m. Os valores de sobrecarga de utilização (SCU) e carga permanente (CP) estão de acordo com a norma ABNT-6120.

Figura 21 – Descrição dos grupos

Introdução automática DXF/DWG

- ✓ Dados do edifício
- ▶ Pisos/Grupos
 - Descrição dos grupos
 - Máscaras DXF-DWG
 - Vistas
 - Atribuir vistas aos grupos
 - Layers para pilares
 - Layers para vigas

Piso	Altura	Início de grupo
Cobertura	3.15	<input checked="" type="checkbox"/>
Cintamento	1.00	<input checked="" type="checkbox"/>

Cobertura

Cintamento

C

Cota do nível da fundação (C) -1.00 m

Cancelar

< Anterior

Seguinte >

Terminar

Fonte: Software Cypecad (2017), 2021



3.4.3 Máscara DXF-DWG

Com base no croqui feito no AutoCAD (figura 1), é feita a sua importação para o Cypecad de modo a facilitar a modelagem do projeto.

Segundo (ANDRADE, R. 2017) “Este arquivo será denominado “Máscara” e quaisquer modificações posteriores poderão gerar mudanças na modelagem do Cypecad”.

3.4.4 Dados Gerais (Materiais utilizados, Fissuras, cobrimento e tensão admissível do solo)

Nesta seção, Segundo (ANDRADE, R. 2017) “Será preciso determinar os dados gerais do projeto, ou seja, indicar quais tipos de materiais, ações e coeficientes utilizar durante a modelagem do projeto de acordo com a norma ABNT atual”.

A estrutura da edificação será de concreto armado, de acordo com a classe de agressividade ambiental o f_{ck} deve ser ≥ 25 MPa. Será adotado um f_{ck} de 30MPa (Para cada tipo de f_{ck} o *software* oferece 3 opções: usinado, em geral e condição desfavorável. Por questão de segurança foi adotado o pior caso que é em condição desfavorável.) todos os elementos estruturais da edificação. No caso das barras de aço será adotado o aço CA-50, ou seja, com (f_{yk}) em 500MPa conforme mostra a figura 22.

Segundo (ANDRADE, R. 2017) “Para os elementos estruturais da edificação, o Cypecad determina um valor de abertura máxima de fissuração e cobrimento de acordo com a norma NBR-6118:2014 através da indicação da classificação da CAA”, conforme a figura 23.

O Cypecad já sugere valores de tensão admissível por tipo de solo, sendo que esses valores podem ser editáveis. De acordo com item 3.3 (Fundação) está sendo considerado um solo de argila dura, os valores das tensões podem ser vistos na figura 24. Segundo (ANDRADE, R. 2017) “S1 (MPa) são os valores de tensão admissível no

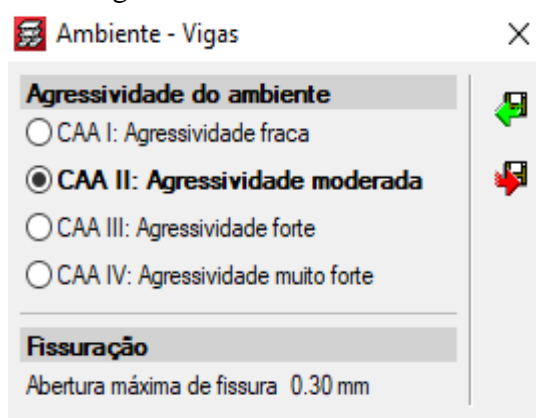
terreno para as combinações fundamentais (dimensionamento e verificação das sapatas) e S2 (MPa) são para combinações sísmicas e acidentais”.

Figura 22 – Especificações de concreto e Aço



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 23 – Fissuras e cobrimento



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 24 – Tensões admissíveis no solo de apoio

Importar valores usuais de projeto

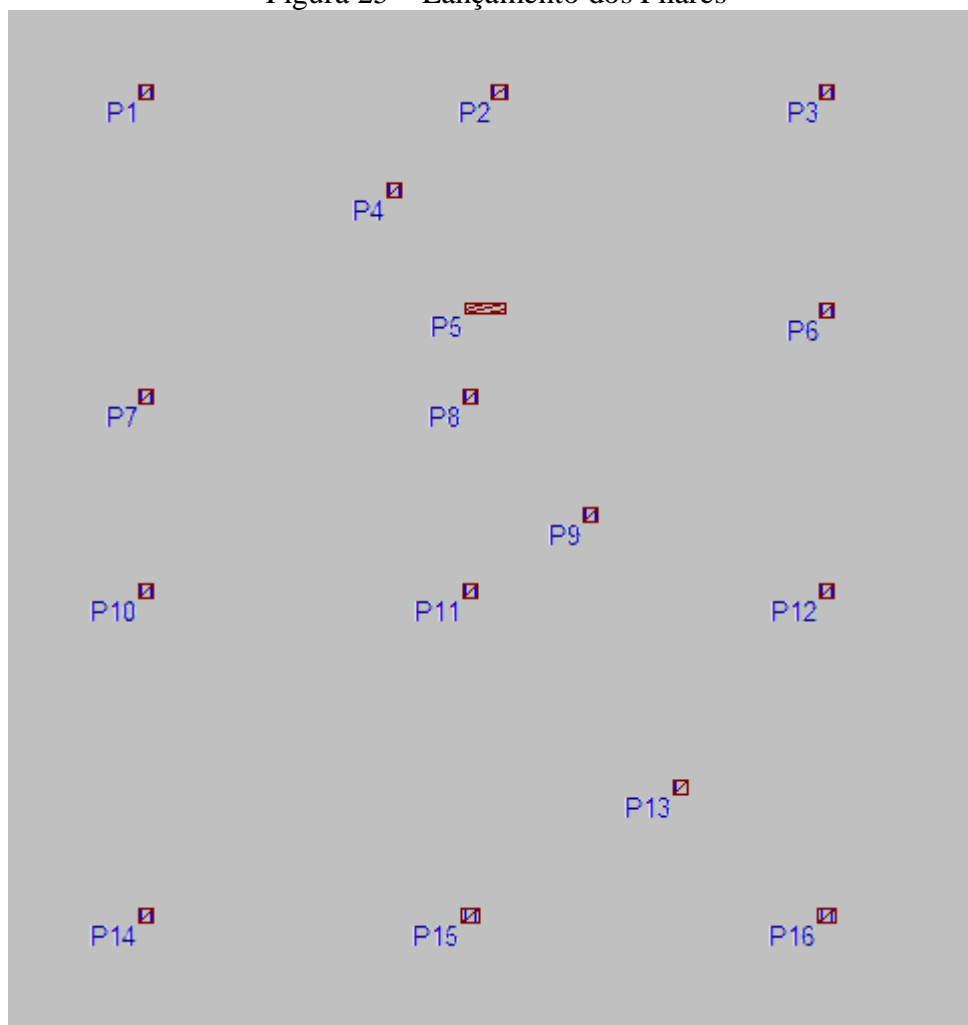
Tipo de solo	S1 (MPa)	S2 (MPa)
Brita	0.294	0.441
Areia densa	0.245	0.368
Areia semidensa	0.196	0.294
Areia solta	0.098	0.147
Lodo	0.118	0.177
Argila dura	0.245	0.368
Argila semi-dura	0.147	0.221
Argila branda	0.098	0.147

Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

3.4.5 Lançamento dos Pilares

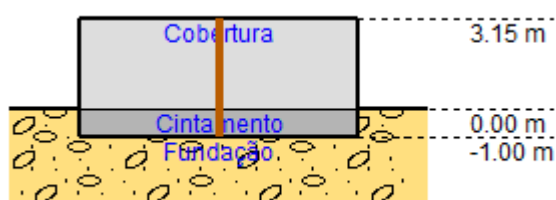
Após a geração dos dados é feito o lançamento dos pilares (figura 25). Nesta etapa também é feito o ajuste de sua altura, todos nascem na fundação, mas nem todos morrem na laje de cobertura (figura 26). Os pilares P4 (figura 27), P9 e P13 morrem na laje do térreo (nível cintamento), os demais pilares morrem na laje de cobertura.

Figura 25 – Lançamento dos Pilares



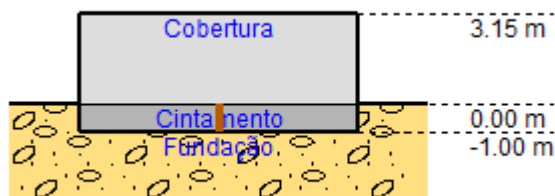
Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 26 – Pilar P1, morre na laje de cobertura



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 27 – Pilar P4, morre na laje do térreo (cintamento)



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

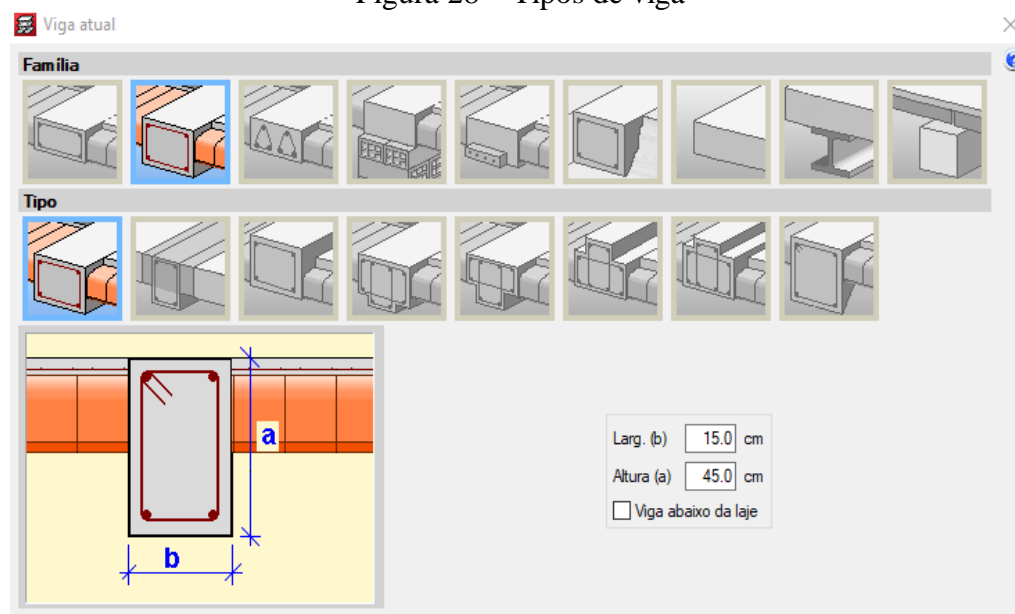
3.4.6 Lançamento e Pré-dimensionamento das vigas

Para o lançamento e pré-dimensionamento das vigas, foi considerado uma espessura de 15 cm para todas as vigas/cintas e uma altura de aproximadamente 10% do vão.

O software Cypecad apresenta diferentes tipos de viga (figura 28), para este projeto foi considerado as do tipo alta e retangular.

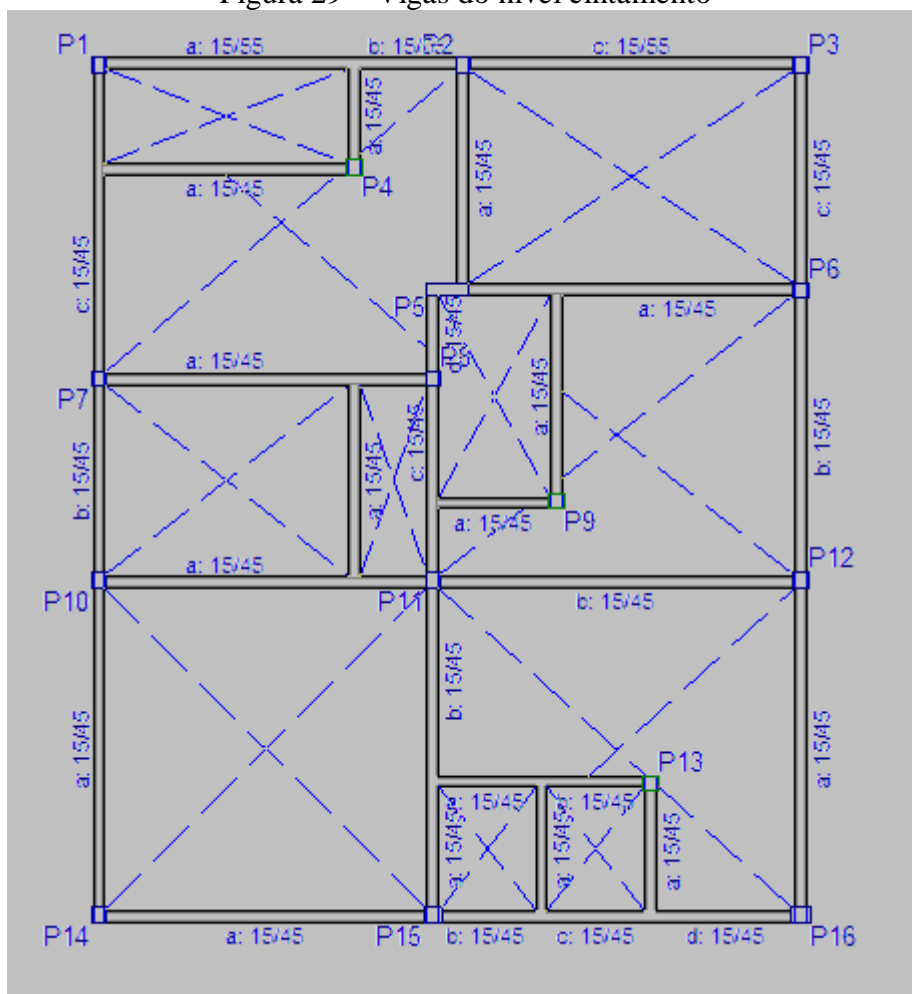
As vigas foram lançadas tanto no nível de cintamento (figura 29) quanto no nível da laje de cobertura (figura 30).

Figura 28 – Tipos de viga



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 29 – Vigas do nível cintamento



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

3.4.7 Lançamento e Pré-dimensionamento das lajes

Para a altura da laje do nível da cobertura foi adotado a relação $h > l_x/40$ sendo l_x a medida do menor vão, com isso foi considerado uma altura de 12 cm para a laje da cobertura.



No caso das lajes pré-moldadas, este projeto usará como referência o catálogo da empresa Engemolde, para dimensionamento das vigotas.

Neste catálogo (figura 31) podemos observar que para uma sobrecarga de 2 kN/m^2 a laje treliçada do tipo LT12 pode ser aplicada em um vão de até 4,84 m. Neste projeto a sobrecarga é de $1,5 \text{ kN/m}^2$ (ver figura 20) e nenhum dos vãos é maior que 4,84 m, logo os valores estão respeitando o solicitado.

Figura 31 – Vãos máximos para lajes treliçadas

Tabelas de Vãos Máximos para Lajes Treliçadas (LT) Unidirecional com Cerâmica																						
TIPO	BI-APOIADA Carga (Ação) Adicional Total (p) - KN/m² (carga acidental(q) + carga permanente adicional (g)) ⁽¹⁾							APOIADA / ENGASTADA Carga (Ação) Adicional Total (p) - KN/m² (carga acidental(q) + carga permanente adicional (g)) ⁽¹⁾							BI-ENGASTADA Carga (Ação) Adicional Total (p) - KN/m² (carga acidental(q) + carga permanente adicional (g)) ⁽¹⁾							
	1,0	2,0	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0	1,0	2,0	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0	1,0	2,0	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0	
LT 10 (7+3)	4,30	4,10	4,01	3,67	3,18	2,68	2,41	4,92	4,67	4,56	3,95	3,41	2,85	2,54	5,37	5,09	4,86	4,49	3,85	3,21	2,66	
LT 11 (7+4)	4,56	4,37	4,28	4,04	3,50	2,95	2,65	5,18	4,95	4,84	4,36	3,76	3,14	2,81	5,55	5,30	5,19	4,61	3,97	3,30	2,94	
LT 11 (8+3)	4,78	4,57	4,47	4,19	3,64	3,06	2,75	5,40	5,15	5,04	4,52	3,90	3,26	2,91	5,79	5,51	5,39	4,79	4,12	3,43	3,06	
LT 12 (8+4)	5,04	4,84	4,75	4,58	3,97	3,35	3,01	5,69	5,44	5,34	4,95	4,27	3,58	3,20	6,00	5,83	5,71	5,26	4,53	3,77	3,36	
LT 16 (12+4)	6,02	6,01	6,00	5,85	5,30	4,47	4,01	6,76	6,52	6,41	6,21	5,75	4,82	4,31	7,26	7,00	6,88	6,66	6,00	5,12	4,58	
LT 20 (16+4)	7,17	6,95	6,85	6,67	6,28	5,59	5,02	8,02	7,76	7,65	7,44	6,88	6,00	5,43	8,60	8,33	8,21	7,98	7,36	6,16	5,78	
LT 25 (20+5)	8,45	8,24	8,14	7,95	7,70	6,66	6,00	9,40	9,15	9,04	8,83	8,54	7,27	6,52	10,00	9,87	9,74	9,51	9,20	7,78	6,97	

Fonte: Empresa Engemolde

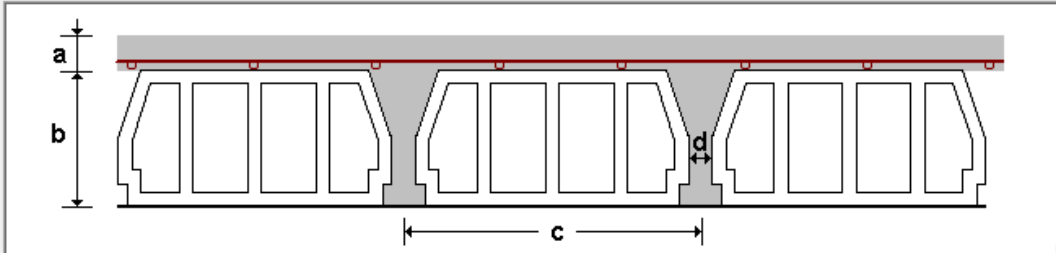
Figura 32 – Criação do bloco para lajes pré-moldada

Editar - [Laje de vigotas de concreto]

Referência **L12**

Geometria

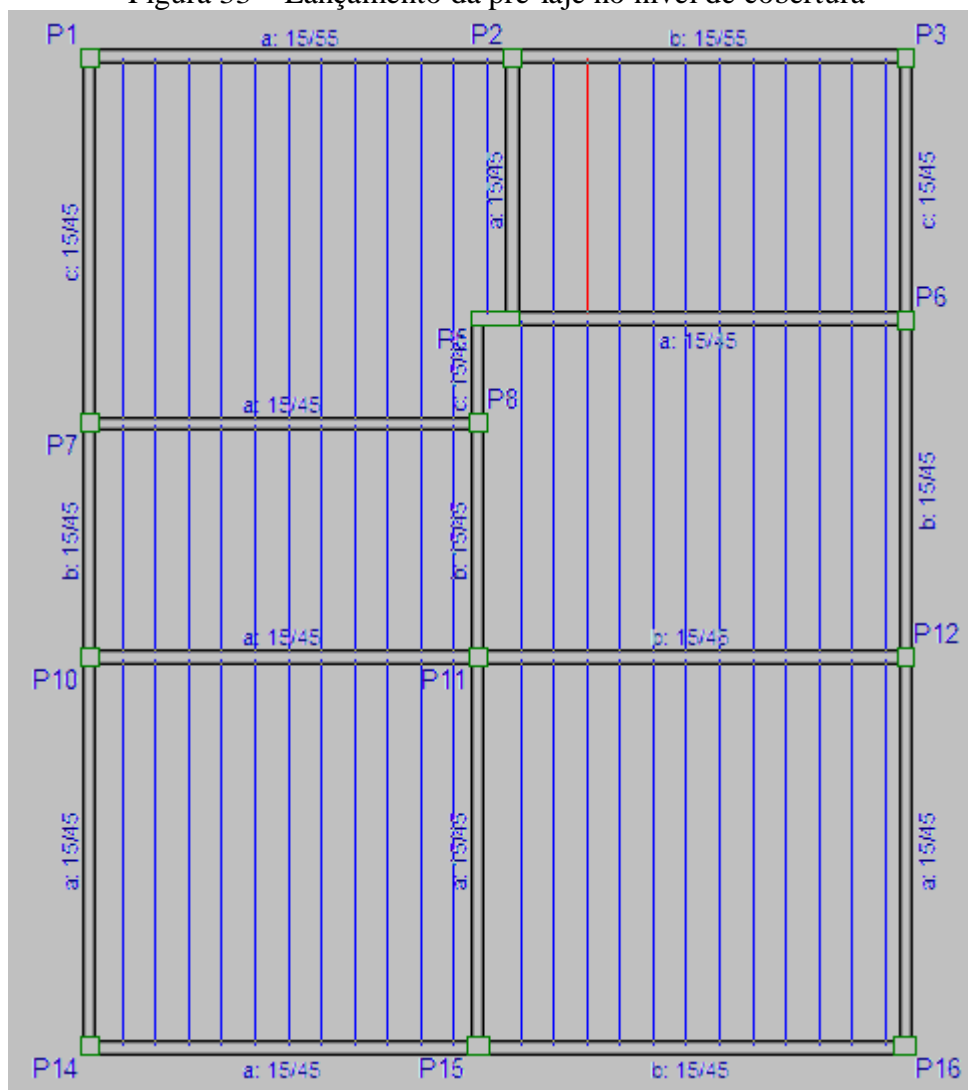
Espessura camada de compressão (a)	<input type="text" value="4"/> cm	Largura da nervura (d)	<input type="text" value="15"/> cm
Altura do bloco/molde (b)	<input type="text" value="8.0"/> cm	Largura longitudinal	<input type="text" value="25"/> cm
Entre-eixos (c)	<input type="text" value="38"/> cm	Incremento da largura da nervura	<input type="text" value="2.0"/> cm



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Após a inserção desses dados é feito o lançamento da pré-laje no nível da cobertura (figura 33).

Figura 33 – Lançamento da pré-laje no nível de cobertura



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

3.4.8 Carregamentos

No item 3.4.2 (figura 20) foram introduzidas às cargas de sobrecarga de utilização (SCU) e carga permanente (CP) nos pisos. Agora, para completar, será introduzido as cargas de alvenaria da edificação e a carga da caixa d'água

Segundo (ANDRADE, R. 2017) “Para as cargas de alvenaria foi levado em consideração a altura do pé direito (desconsiderando a altura da viga ou laje), a espessura (e) da parede (tijolo + reboco) e o peso específico (γ) do tijolo”.



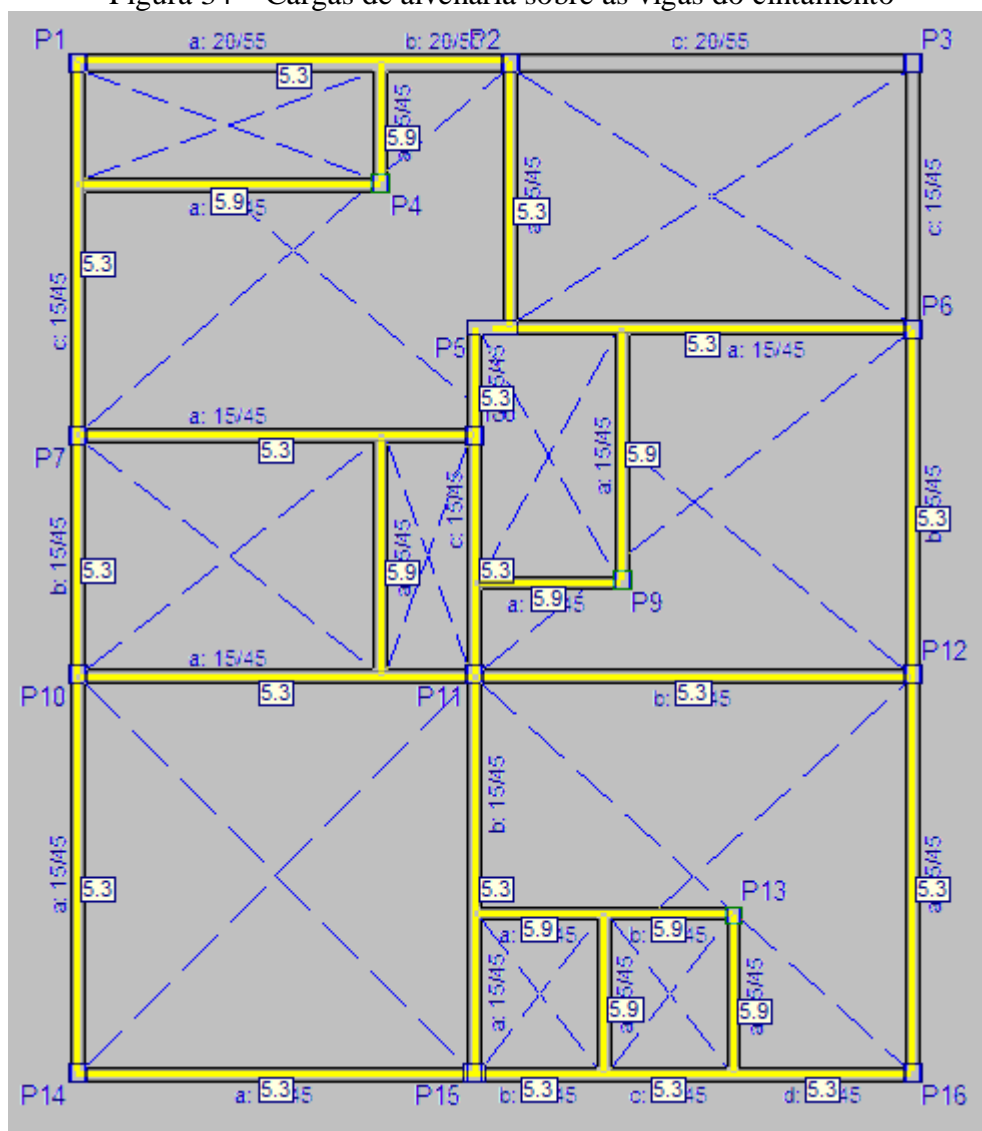
Segundo (ANDRADE, R. 2017) “Usa-se se a formula: $Q_{alv} = e \cdot h \cdot \gamma$, onde o carregamento da alvenaria (Q_{alv}) é igual à espessura da parede (e), cujo valor multiplica a altura da alvenaria (h) e o peso específico do tijolo (γ)”.

Com a fórmula vista acima, adotou-se 0,15 m (de acordo com o projeto arquitetônico) para a espessura de todas as paredes. Em toda a edificação será utilizado o tijolo furado, logo se adotou o valor de 13 kN/m^3 para o peso específico, seguindo a recomendação da ABNT NBR 6120. Como, de início, o menor valor de altura para as vigas é de 45 cm e o pé-direito é de 3,15 m, a altura de alvenaria, no térreo, corresponde a 2,70 m (isto corresponde a maior altura de alvenaria que termina em viga e consequentemente a maior carga) com isso a minha carga de alvenaria que termina na viga será de: $Q_{alv1} = 0,15 \times 2,70 \times 13 = 5,3 \text{ kN/m}$. Após realizar o cálculo da estrutura, será verificado se há necessidade de mudar o valor desta carga visto que ao alterar a altura da viga poderá ter uma alteração no valor desta carga. Para as paredes que terminam na laje ($h = 0,12 \text{ m}$) foi realizado o mesmo procedimento, neste caso a altura de alvenaria será de $3,15 - 0,12 = 3,03 \text{ m}$. Logo, a carga de alvenaria das paredes que terminam na laje de cobertura é de: $Q_{alv2} = 0,15 \times 3,03 \times 13 = 5,9 \text{ kN/m}$. A aplicação destas cargas pode ser vista na figura 34

Na cobertura há 2 paredes, triangulares, com altura de 2 m, que irão servir de apoio para o telhado, sua carga foi calculada considerando uma parede retangular de 1 m (metade da altura), assim temos: $Q_{alv3} = 0,15 \times 1,00 \times 13 = 1,95 \text{ kN/m}$ (conforme pode ser visto na figura 35).

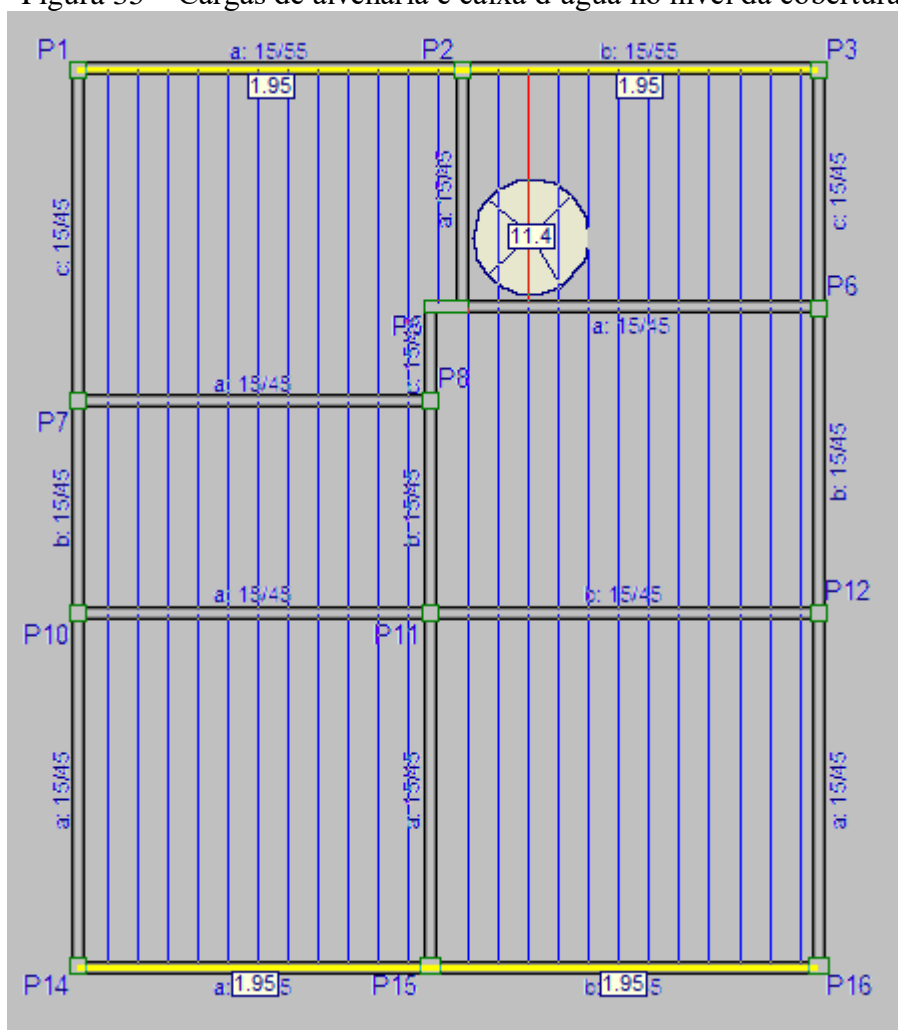
A edificação irá contar com uma caixa d'água de $2000 \text{ l} = 2,0 \text{ t} = 20 \text{ kN}$. A caixa d'água possui um diâmetro de 1,5 m logo sua área é $\pi \times (1,5)^2 / 4 = 1,76 \text{ m}^2$. Logo, sua carga é de $Q_{cx} = 20 / 1,76 = 11,4 \text{ kN/m}^2$ (conforme pode ser visto na figura 35).

Figura 34 – Cargas de alvenaria sobre as vigas do cinto



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 35 – Cargas de alvenaria e caixa d'água no nível da cobertura

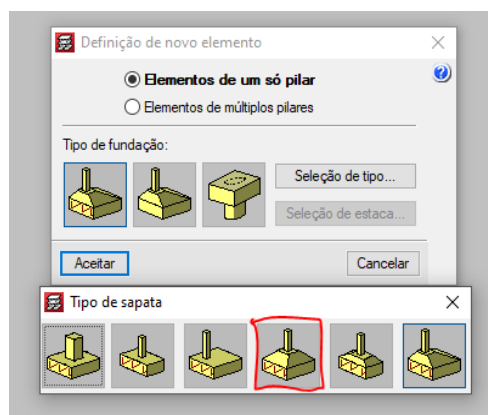


Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

3.4.9 Lançamento da fundação

Segundo (ANDRADE, R. 2017) “O Cypecad permite três tipos de fundações (sapatas de concreto armado, concreto simples e blocos para estaqueamento) mostrando suas variações quanto ao modelo” (figura 36). Para este projeto, foram adotadas as sapatas de concreto armado do tipo quadrada piramidal.

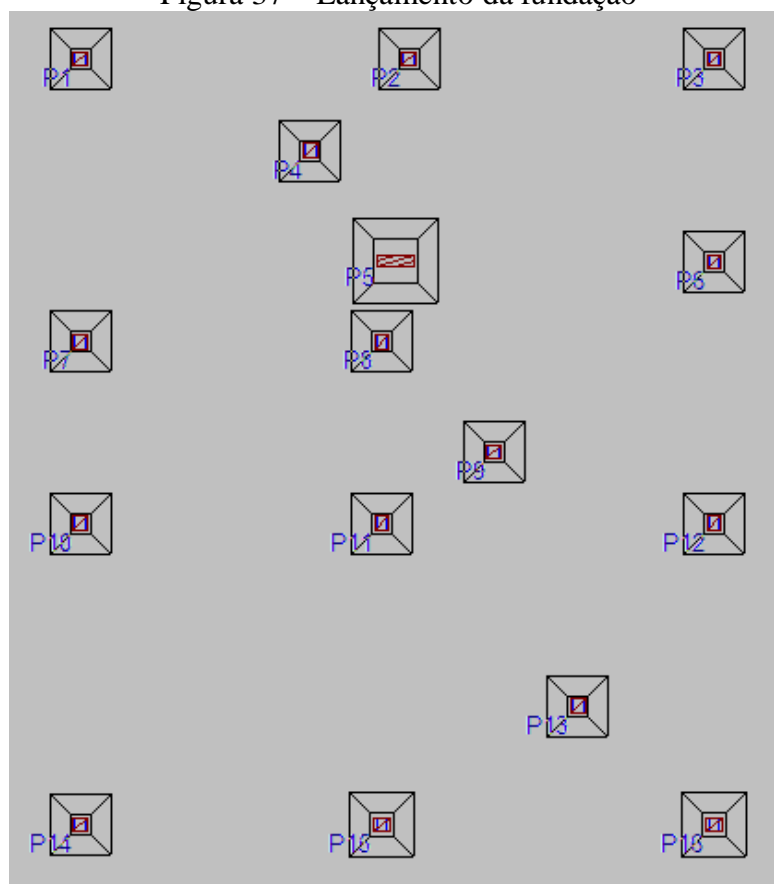
Figura 36 – Seleção dos elementos de fundação



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Definindo o tipo de fundação, é feito o lançamento no *software* (figura 37)

Figura 37 – Lançamento da fundação



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021



3.4.10 Cálculo da obra

Após feito todo o pré-dimensionamento é realizado o cálculo do modelo estrutural, ao fazer este cálculo, no software, é gerado um relatório, caso seja necessário, mostrando onde foram encontrados erros de dimensionamento, como mostra a figura 38.

Figura 38 – Relatório de erros
Erros de cálculo da obra 'TCC-novo-R1' (Versão 2017.m)

Os pilares P3, P1 e P14 têm algum erro de dimensionamento. Devem ser revistos com a opção 'Pilares > Editar'.

Grupo 1:
As vigas 30 (viga 1) têm o seguinte erro: Algumas verificações não foram cumpridas.

Grupo 2:
As vigas 18 (viga 4) têm o seguinte erro: Algumas verificações não foram cumpridas.

Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Com isso, é possível fazer a correção nos elementos estruturais mencionados neste relatório.

3.4.11 Correção de erros nos pilares

Após gerado o relatório de erro no dimensionamento (figura 38), podemos identificar que ele apresentou erro no dimensionamento de alguns pilares, como também mostra a figura 39 (pilares sinalados com um “x” vermelho)

Para corrigir o problema foi feito uma alteração na geometria da seção desses pilares, após esta alteração todos os pilares passaram (pilares sinalados com um “v” verde). Como mostra a figura 40.



Figura 39 – Erro nos Pilares

Edição sobre tabela

Edição sobre quadro de pilares

Localizar um pilar

Reordenar tudo

Reamar agrupamento

Reamar armadura transv. agrupamento

Reamar tudo

Verificação

Detalhamento

Vista 3D

☐

Mostrar as zonas de densificação

☒

Atualizar

Procurar

Agrupamentos

Resultados

Edição da armadura

Rev	Bls	Pilares	Pas	Pisos			Dimensão		Amarura longitudinal				Amarura transversal		As/Ac (%)		
							X (cm)	Y (cm)	Cantos	Face X	Face Y	Estribos	Espaçamento				
<input type="checkbox"/>		P1	✗	Fundação - Cobert													
<input type="checkbox"/>		P2	✓	Fundação - Cobert	Cobertura	3.15 m	15	20	4	Ø12.5	0	--	0	--	Ø6.3	15	1.6
<input type="checkbox"/>		P3	✗	Fundação - Cobert													
<input type="checkbox"/>		P4, P9 e P13	✓	Fundação - Cintam	Cintamento	0 m	15	20	4	Ø12.5	0	--	0	--	Ø8	5	1.6
<input type="checkbox"/>		P5	✓	Fundação - Cobert													
<input type="checkbox"/>		P6, P7, P8, P10, P11 e P12	✓	Fundação - Cobert	Fundação	-1 m			4	Ø12.5	0	--	0	--	Ø6.3	3	1.6
<input type="checkbox"/>		P14	✗	Fundação - Cobert													
<input type="checkbox"/>		P15	✓	Fundação - Cobert													
<input type="checkbox"/>		P16	✓	Fundação - Cobert													

Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 40 – Erro corrigido nos pilares

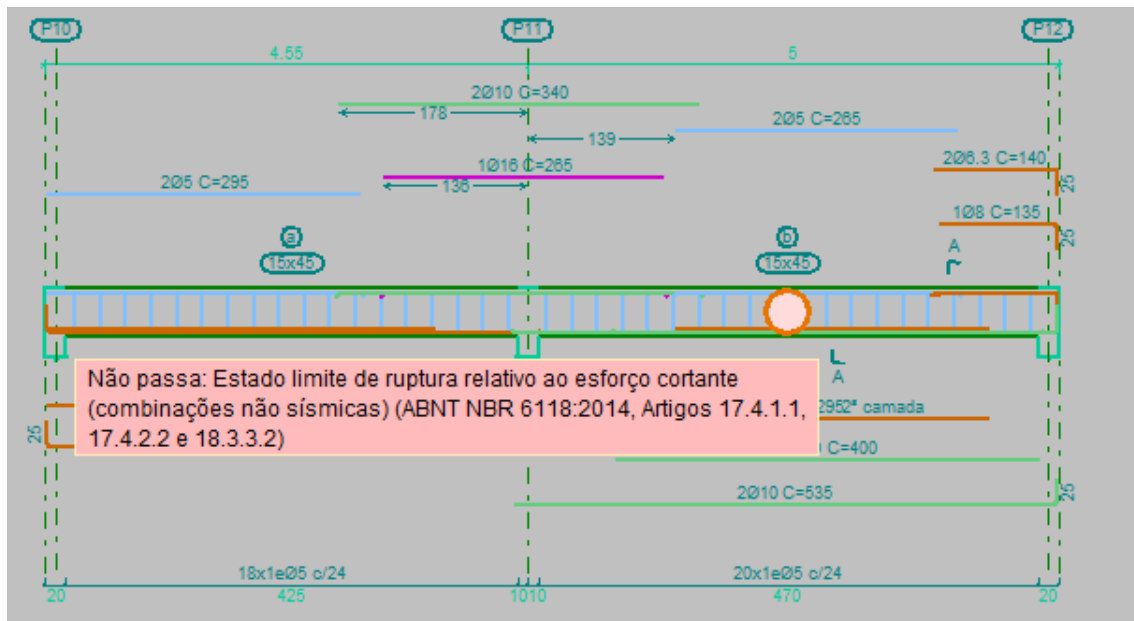
Procurar Agrupamentos Resultados

Agrupamentos

Rev.	Blo.	Pilares	Pas.	Pisos
<input type="checkbox"/>		P1	✓	Fundação - Cobert
<input type="checkbox"/>		P2	✓	Fundação - Cobert
<input type="checkbox"/>		P3	✓	Fundação - Cobert
<input type="checkbox"/>		P4, P9 e P13	✓	Fundação - Cintam
<input type="checkbox"/>		P5	✓	Fundação - Cobert
<input type="checkbox"/>		P6, P7, P8, P10, P11 e P12	✓	Fundação - Cobert
<input type="checkbox"/>		P14	✓	Fundação - Cobert
<input type="checkbox"/>		P15	✓	Fundação - Cobert
<input type="checkbox"/>		P16	✓	Fundação - Cobert

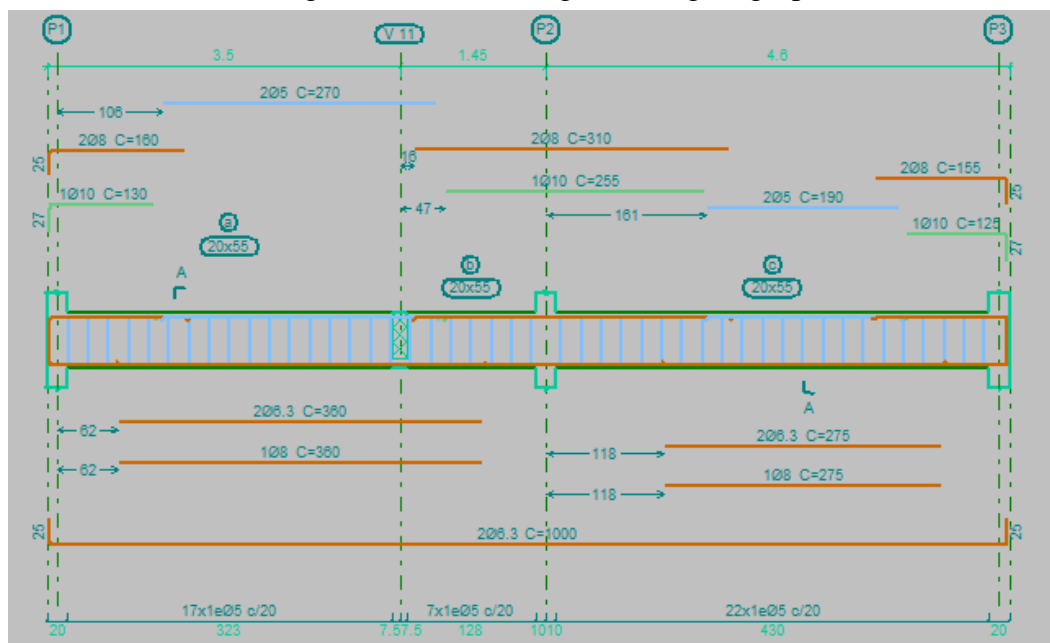
Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 42 – Erro viga 4 grupo 2



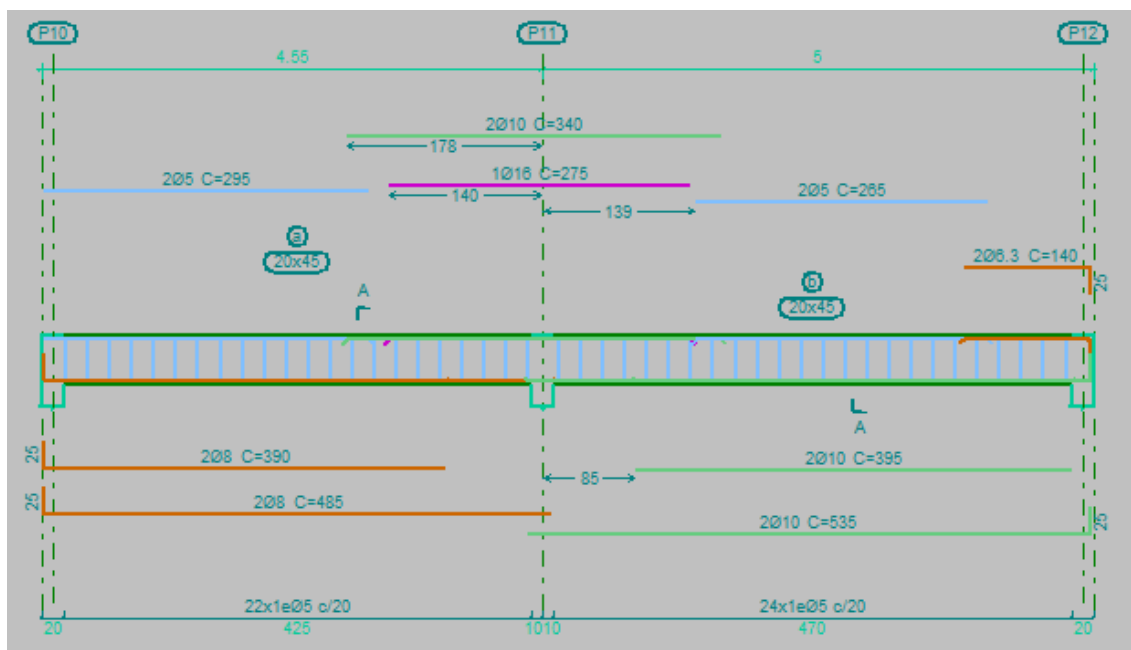
Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 43 – Erro corrigido da viga 1 grupo 1



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 44 – Erro corrigido viga 4 grupo 2



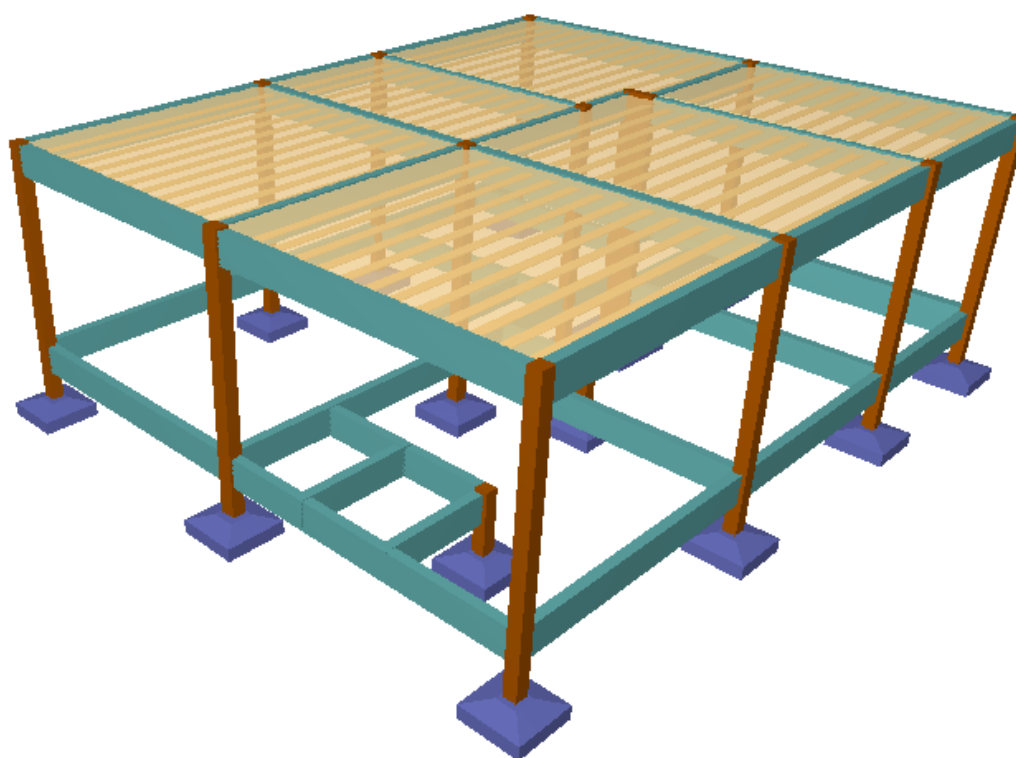
Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Mesmo com essa alteração na seção da viga, não houve necessidade de alterar a carga das alvenarias, como foi mencionado no item 3.4.8, pois as alturas das vigas não foram alteradas.

3.4.13 Modelo estrutural 3D

Após feito todos os cálculos, podemos observar na figura 45 o modelo estrutural 3D da edificação.

Figura 45 – Modelo estrutural 3D

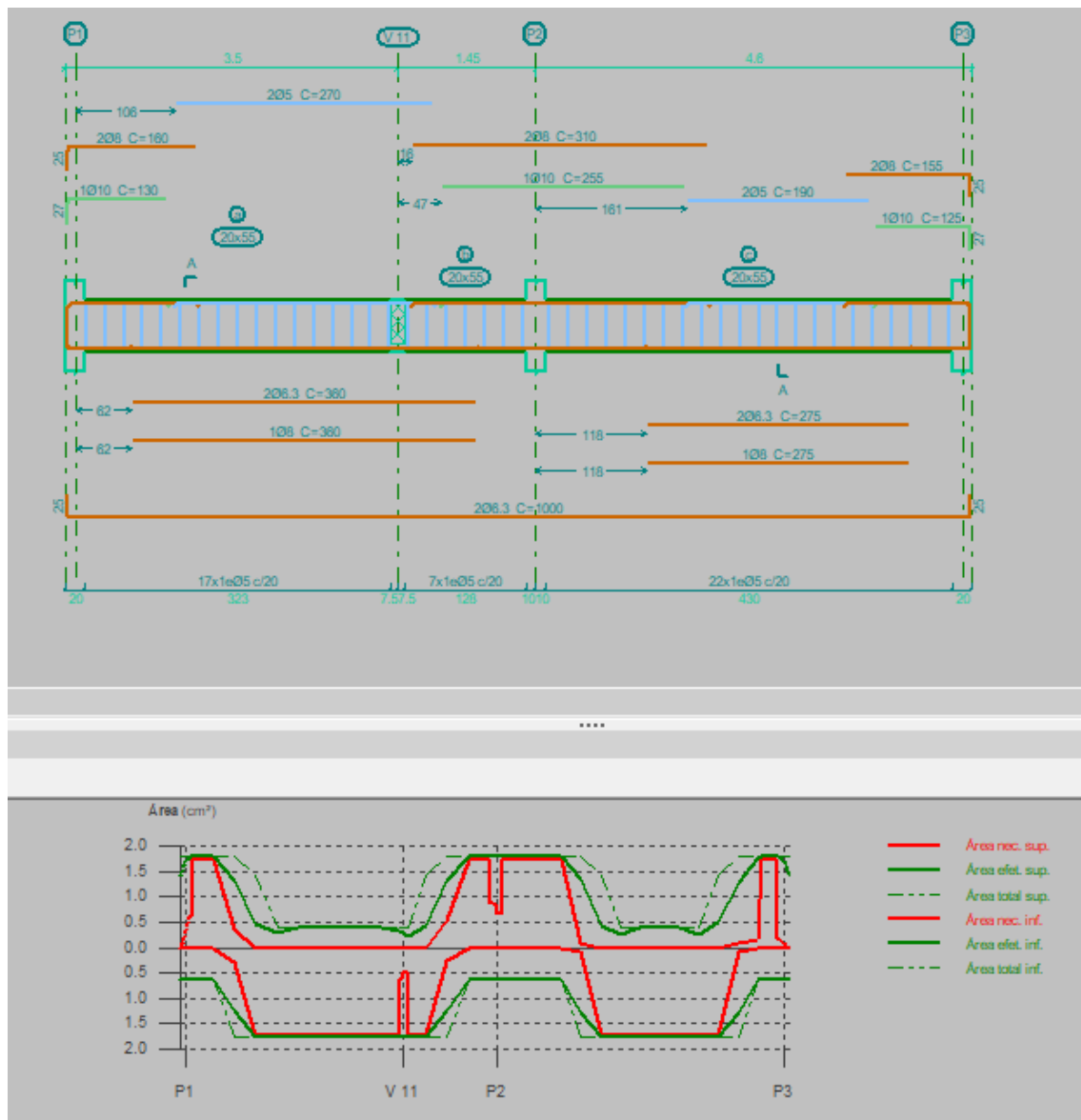


Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

3.4.14 Otimização da armadura das vigas

Por se tratar de uma obra “manual” foi feito uma otimização da armadura das vigas para uma maior segurança e maior agilidade no processo construtivo.

Figura 46 – Viga 1 não otimizada



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

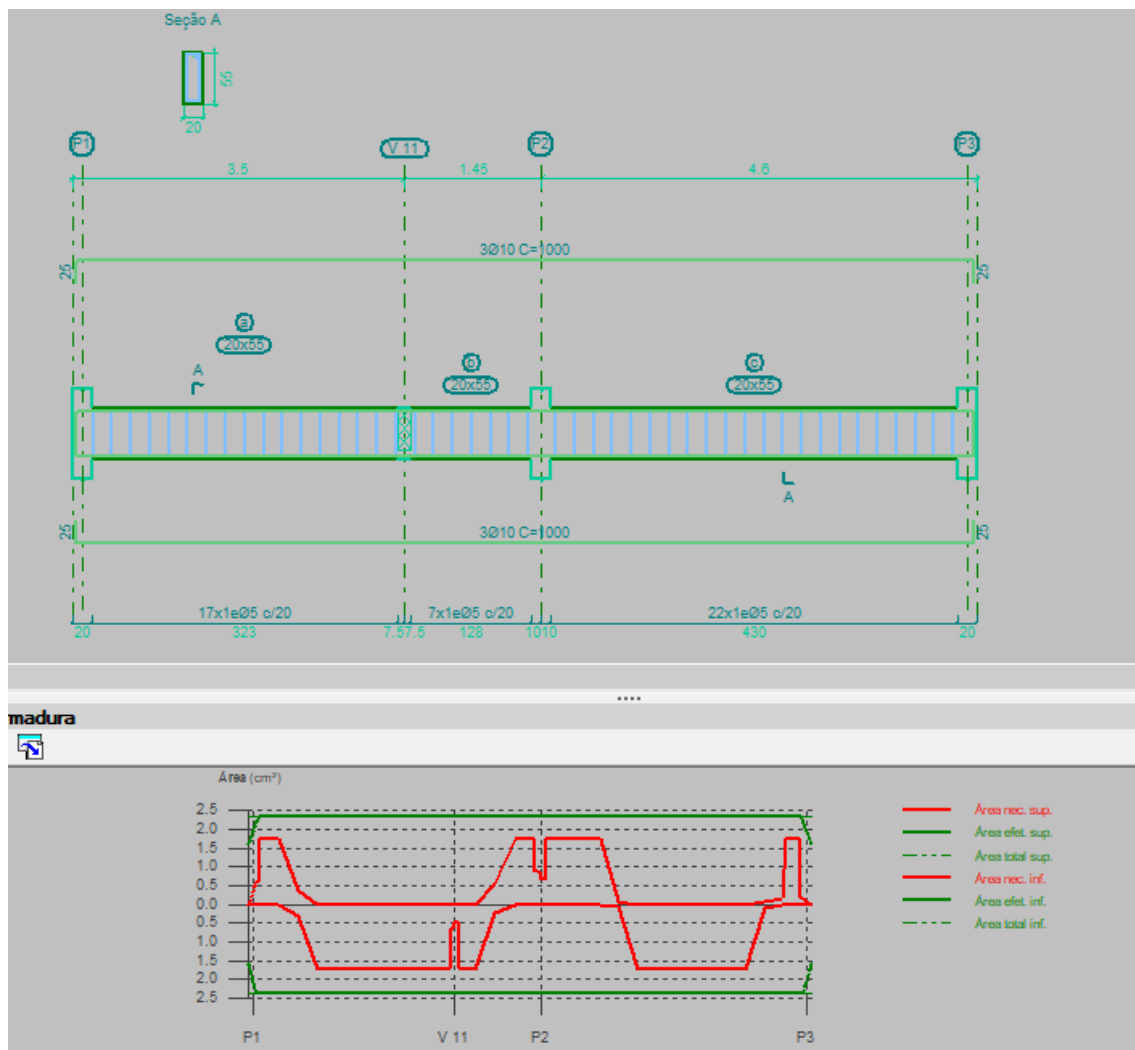
Na parte superior da figura 46, podemos observar uma grande quantidade de ferros com diâmetros diferentes e em várias posições também diferentes, isso dificulta o processo construtivo na obra o tornando mais lento.

Na parte inferior da figura 46 é representado o gráfico da área de aço necessária (linha vermelha) e a área de aço efetiva (linha verde). Para a viga poder passar a linha verde precisa estar acima da linha vermelha (no caso da armadura superior) e abaixo da

linha vermelha (no caso da armadura inferior). Podemos observar que em alguns pontos a linha verde está muito próxima da linha vermelha o que acaba não deixando muita margem para erro, este fato compromete a segurança do projeto.

Para corrigir essas imperfeições foi feito uma alteração na armadura da viga, como pode ser visto na figura 47.

Figura 47 – Viga 1 otimizada



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Após a alteração na armadura da viga podemos observar a presença de apenas 1 tipo de barra e que também as linhas de área de aço estão mais afastadas, isso torna o processo construtivo mais rápido e mais seguro.



Este processo foi feito em todas as vigas, ao final deste trabalho será apresentado os desenhos de forma e armadura deste projeto com todas as armaduras de viga já otimizadas.

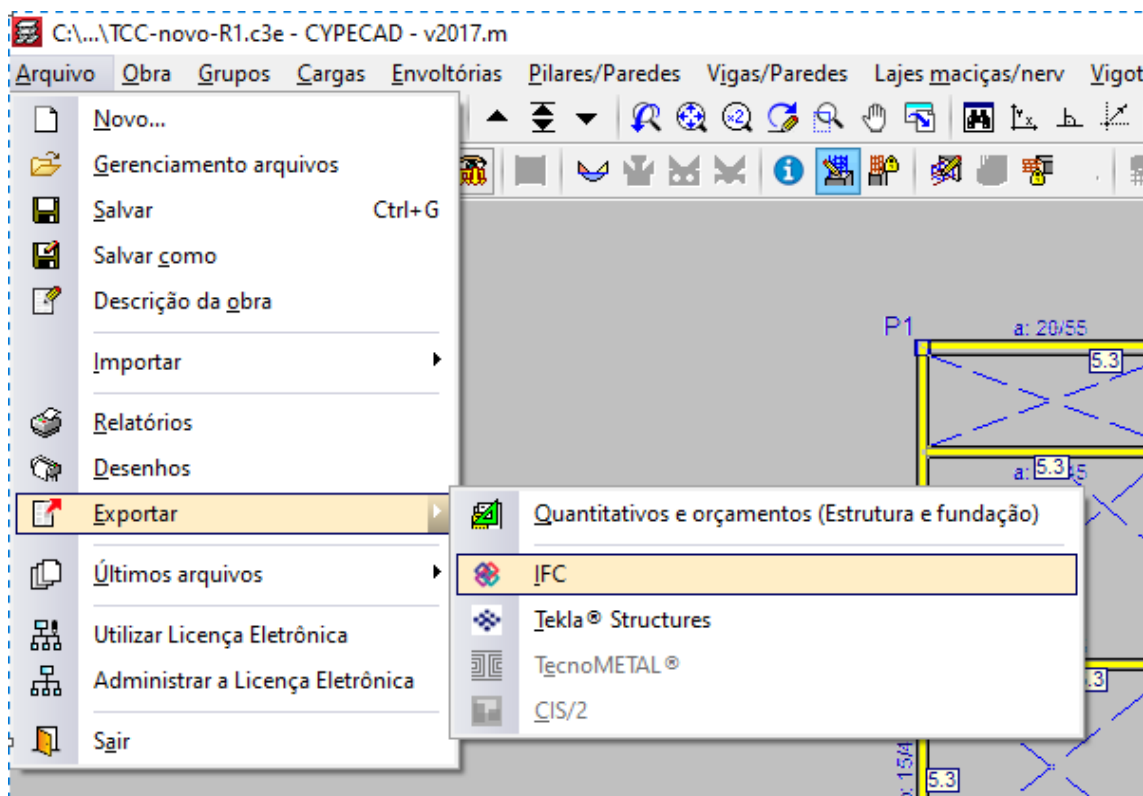
Esta otimização não altera o modelo estrutural 3D (item 3.4.13)

4 INTEGRAÇÃO ENTRE OS PROJETOS

4.1 Exportação do ifc do Cypecad para o Revit

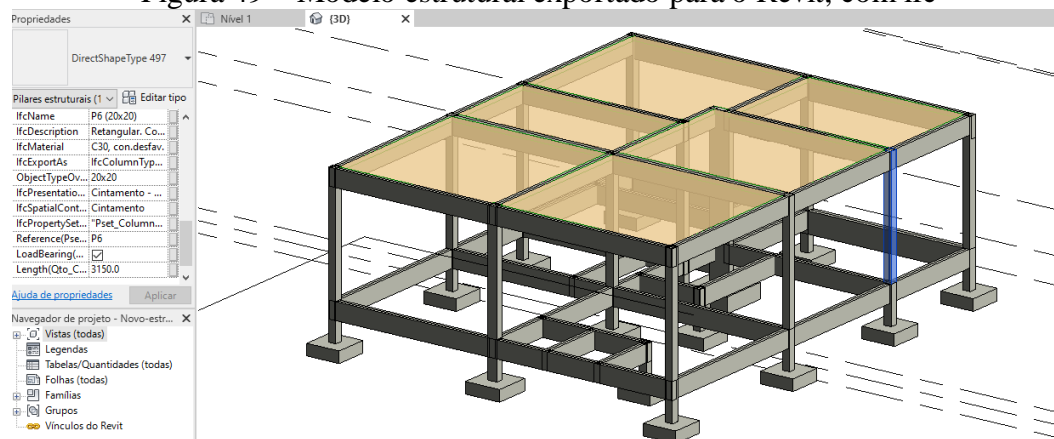
Após a realização do projeto estrutural foi feito a sua exportação, com ifc, para o Revit, de modo a fazer a compatibilização entre as disciplinas e corrigir as interferências.

Figura 48 – Exportação do ifc



Fonte: Software Cypecad (2017), 2021

Figura 49 – Modelo estrutural exportado para o Revit, com ifc



Fonte: Software Revit (2021), 2021

Ao exportar o modelo estrutural para o Revit, com o ifc (figura 48), podemos ver que além do desenho ele também mostra várias informações sobre o elemento estrutural selecionado, como pode ser visto na tabela a esquerda da figura 49.

4.2 Sobreposição dos projetos

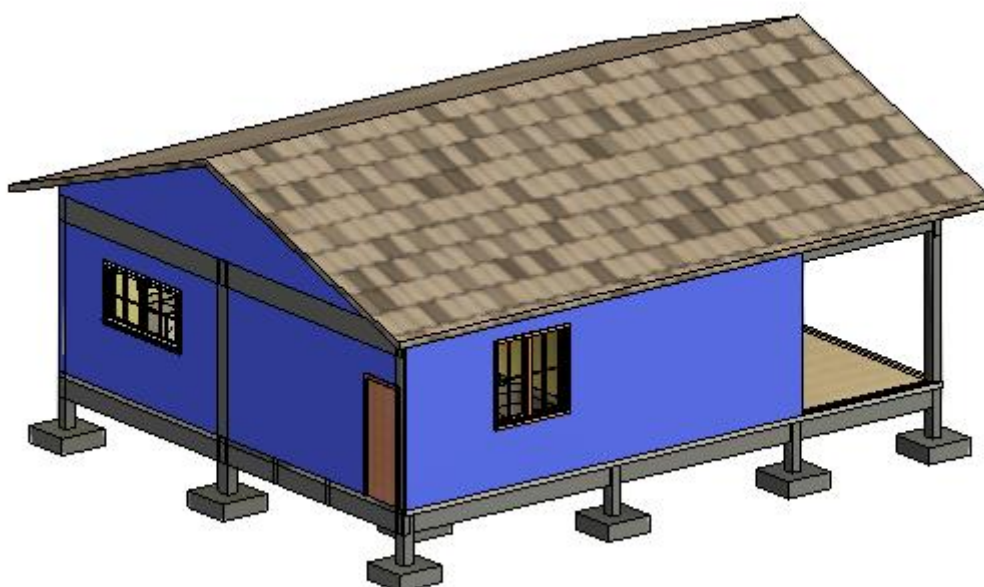
Tendo, tanto o projeto estrutural quanto o projeto arquitetônico no Revit, são feitos a sobreposição (figuras 50 e 51) entre eles para fazer a checagem das interferências e as correções.

Figura 50 – Sobreposição dos projetos 2D



Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 51 – Sobreposição dos projetos 3D



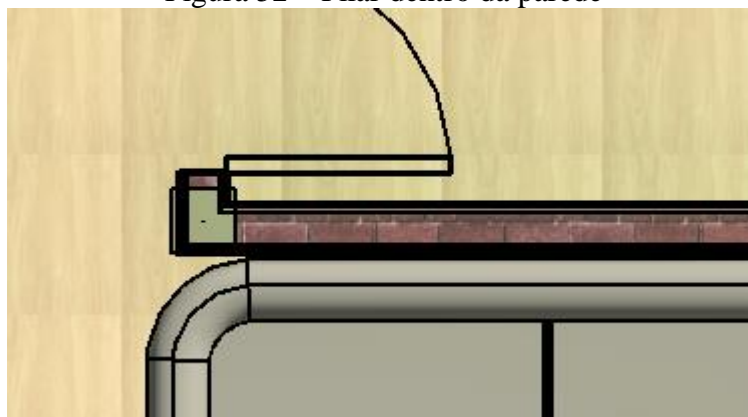
Fonte: Software Revit (2021), 2021

Ao comparar as figuras 13 e 15 com as figuras 50 e 51, podemos perceber nestas últimas a presença dos elementos estruturais.

4.3 Checagem das interferências

Ao fazer a sobreposição podemos verificar 2 principais interferências: pilar dentro da parede (figura 52) e viga dentro da parede (figura 53).

Figura 52 – Pilar dentro da parede



Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 53 – Viga dentro da parede

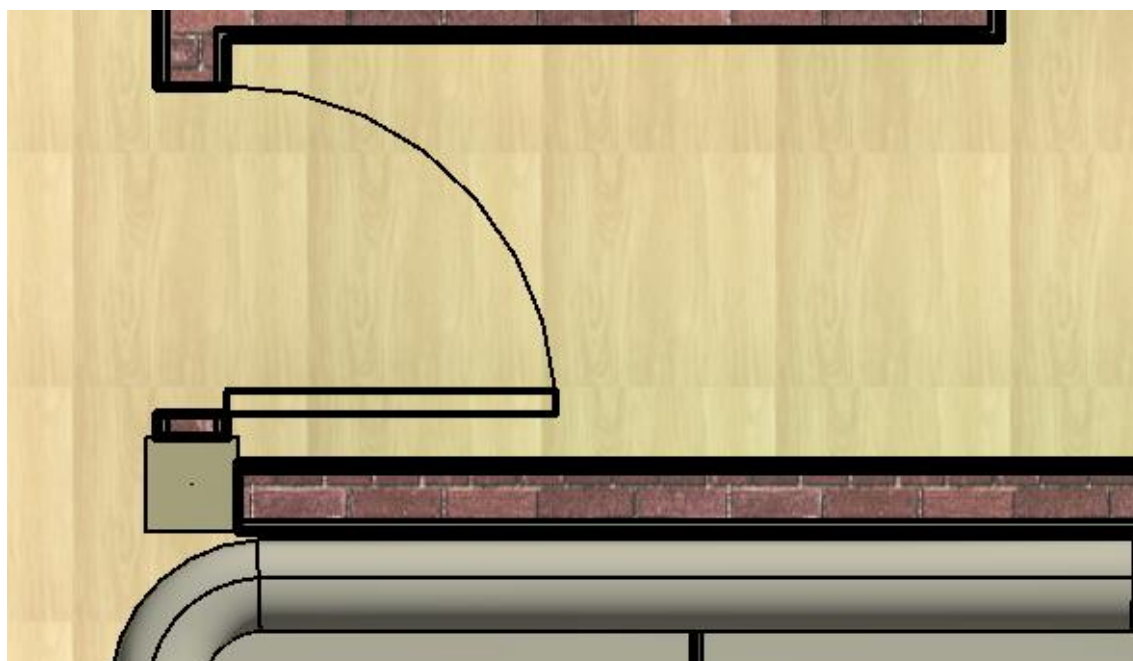


Fonte: Software Revit (2021), 2021

4.4 Correção das interferências

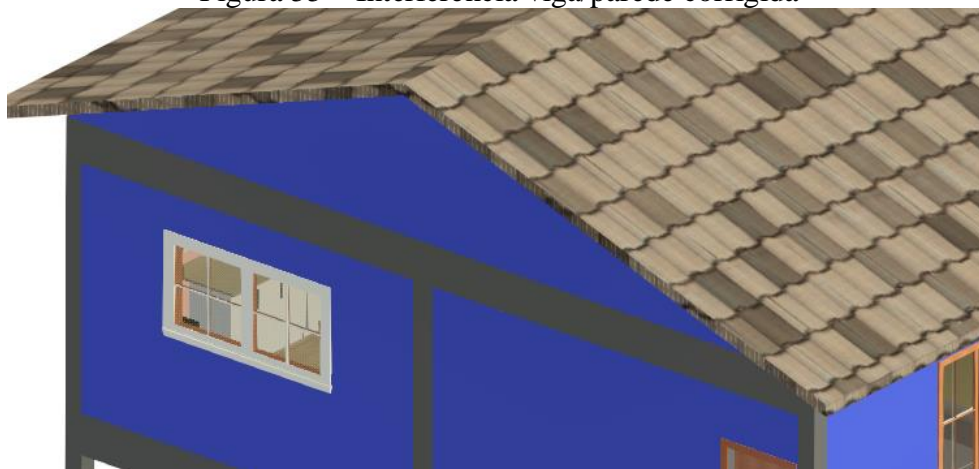
Ao verificar as interferências foram feitas as devidas correções, na figura 54 podemos ver a correção dos pilares dentro das paredes e na figura 55 podemos ver a correção das vigas dentro das paredes

Figura 54 – Interferência pilar/parede corrigida



Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 55 – Interferência viga/parede corrigida

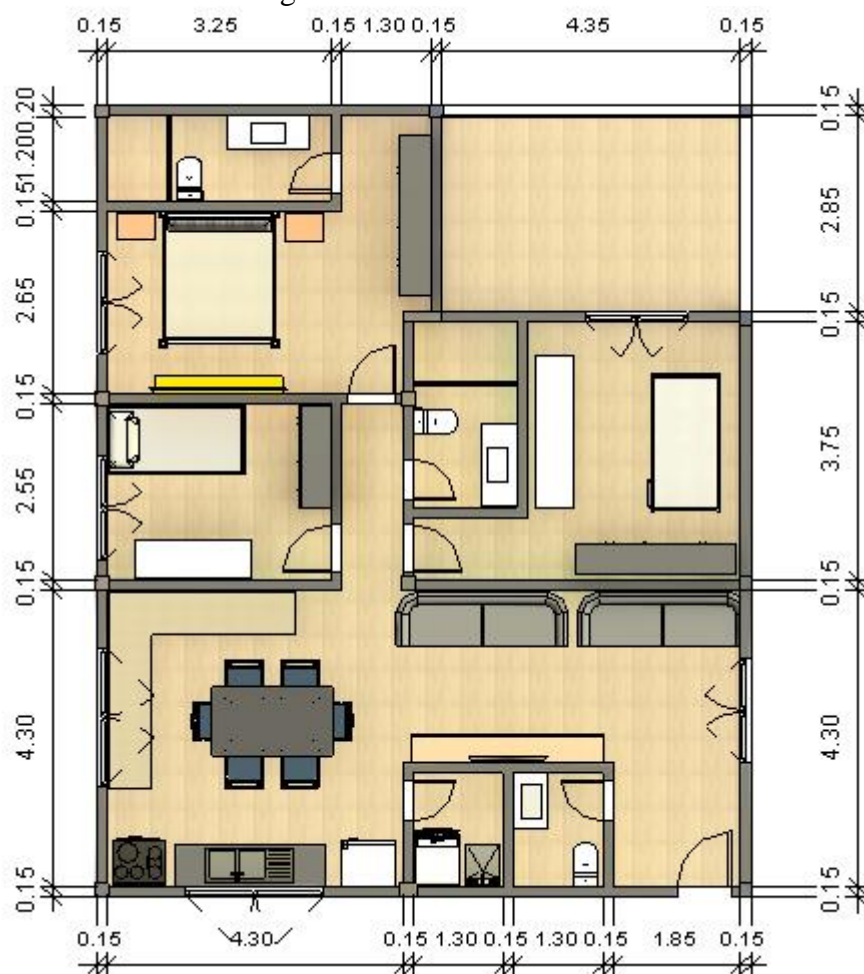


Fonte: Software Revit (2021), 2021

4.5 Integração entre os projetos finalizados

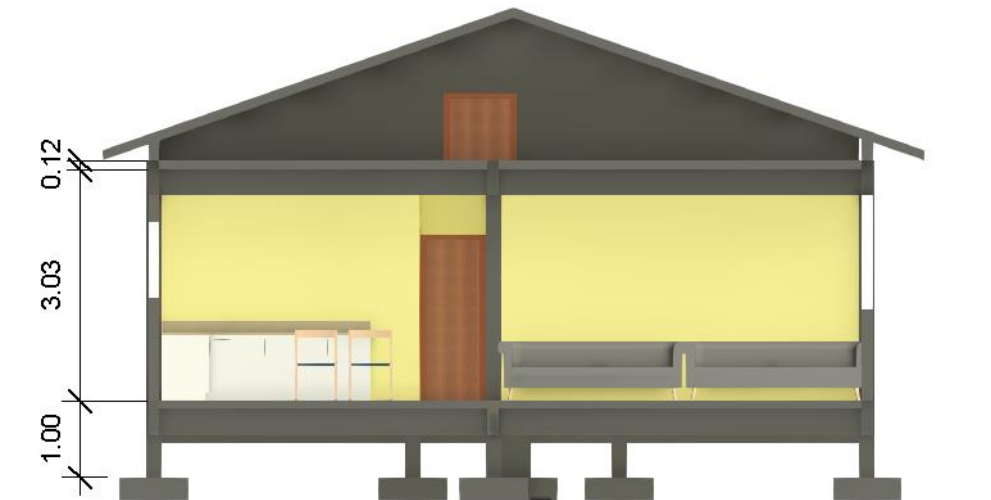
Nas imagens abaixo podemos ver as plantas, cortes e o modelo 3D do projeto finalizado.

Figura 56 – Planta nível térreo



Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 57 – Corte 1



Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 58 – Corte 2



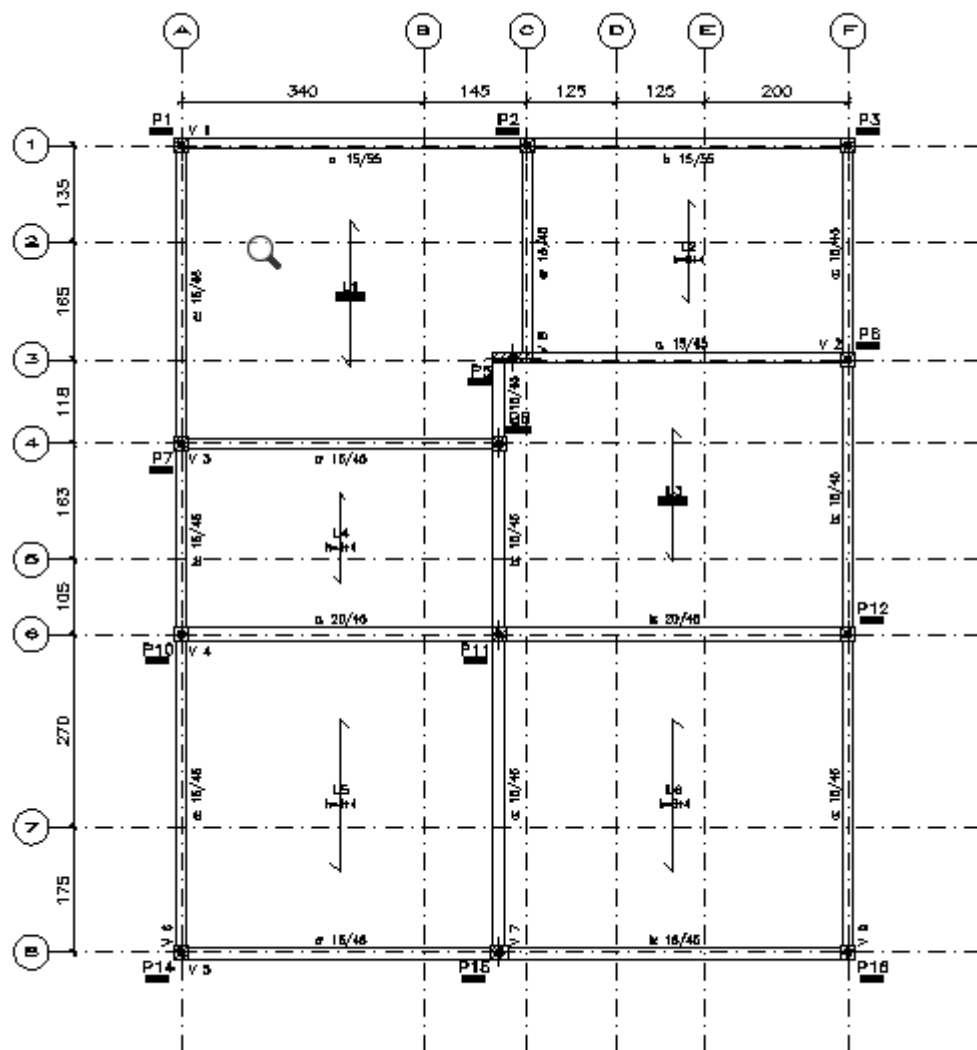
Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 59 – Modelo 3D



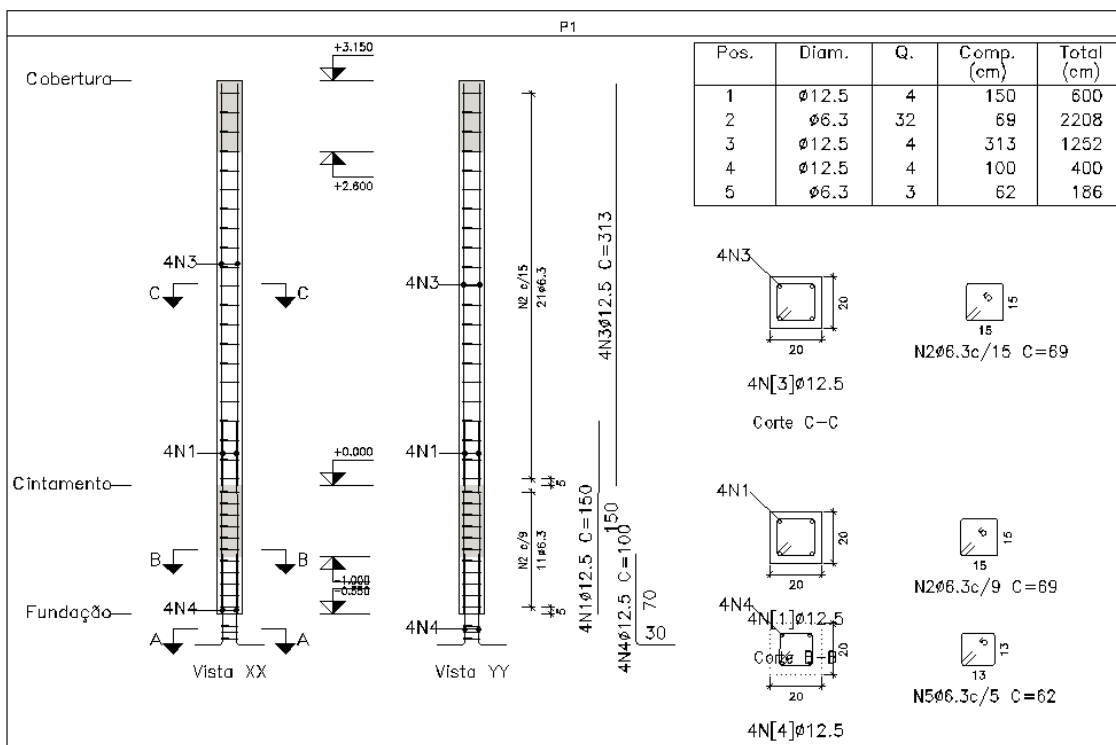
Fonte: Software Revit (2021), 2021

Figura 61 – forma cobertura



Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

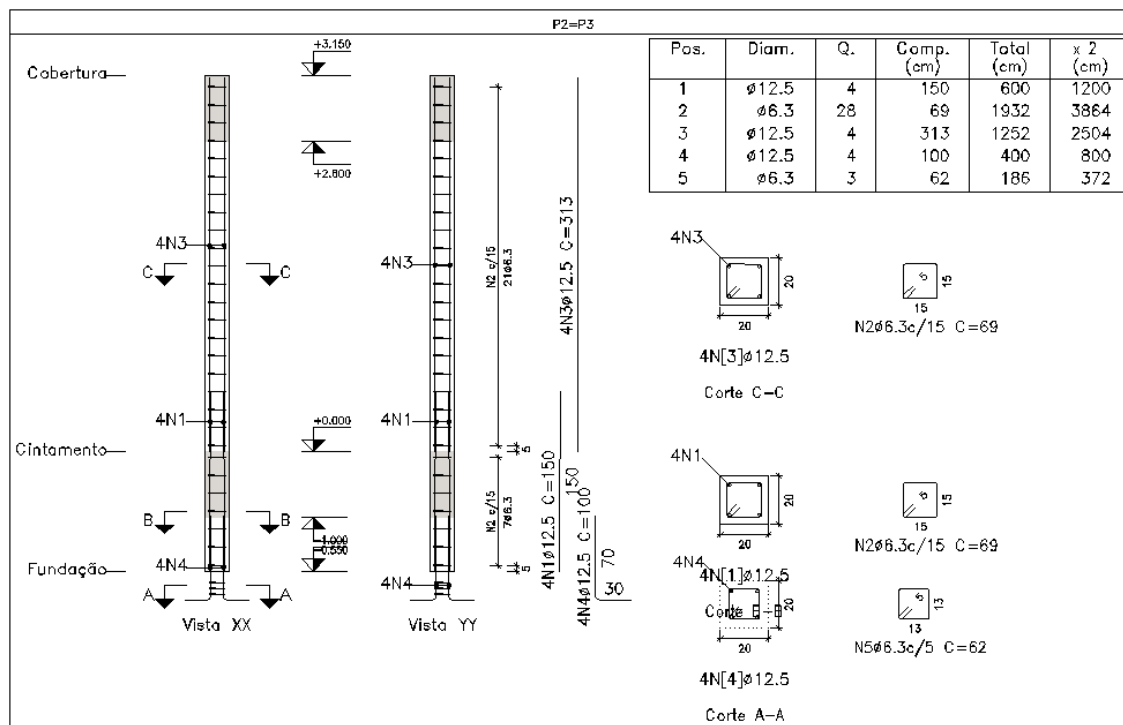
Figura 62 - Armadura Pilar P1



Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

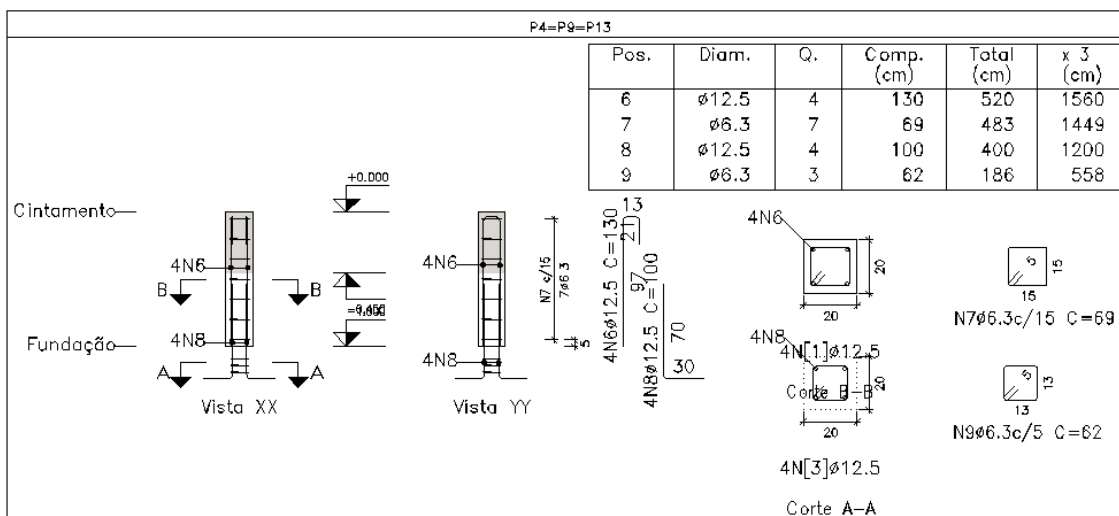


Figura 63 – Armadura Pilares P2 e P3



Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021



Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

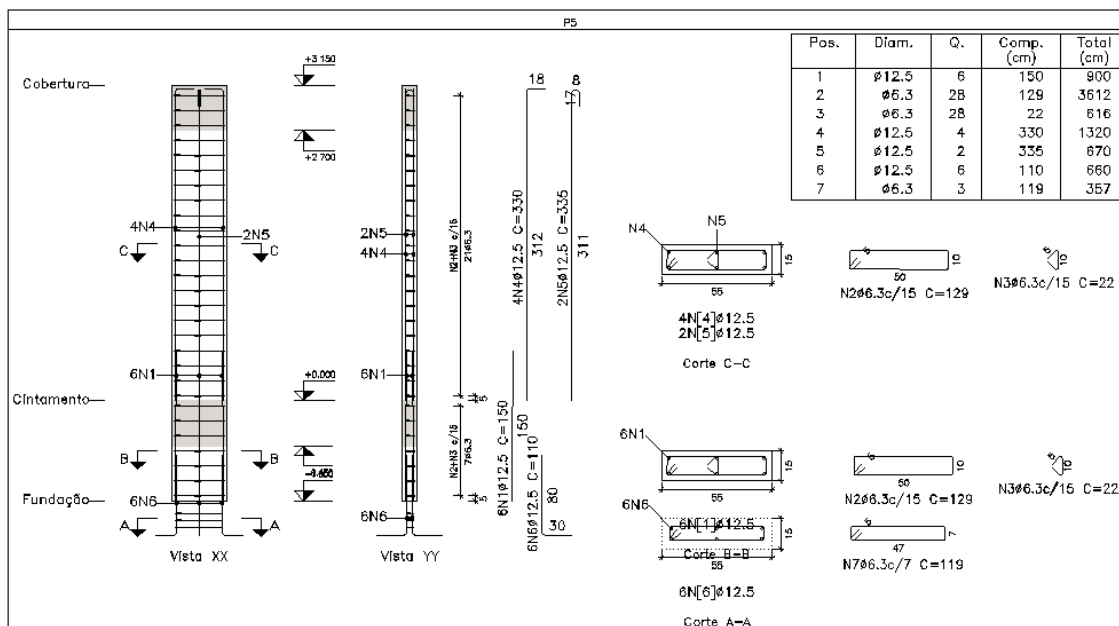
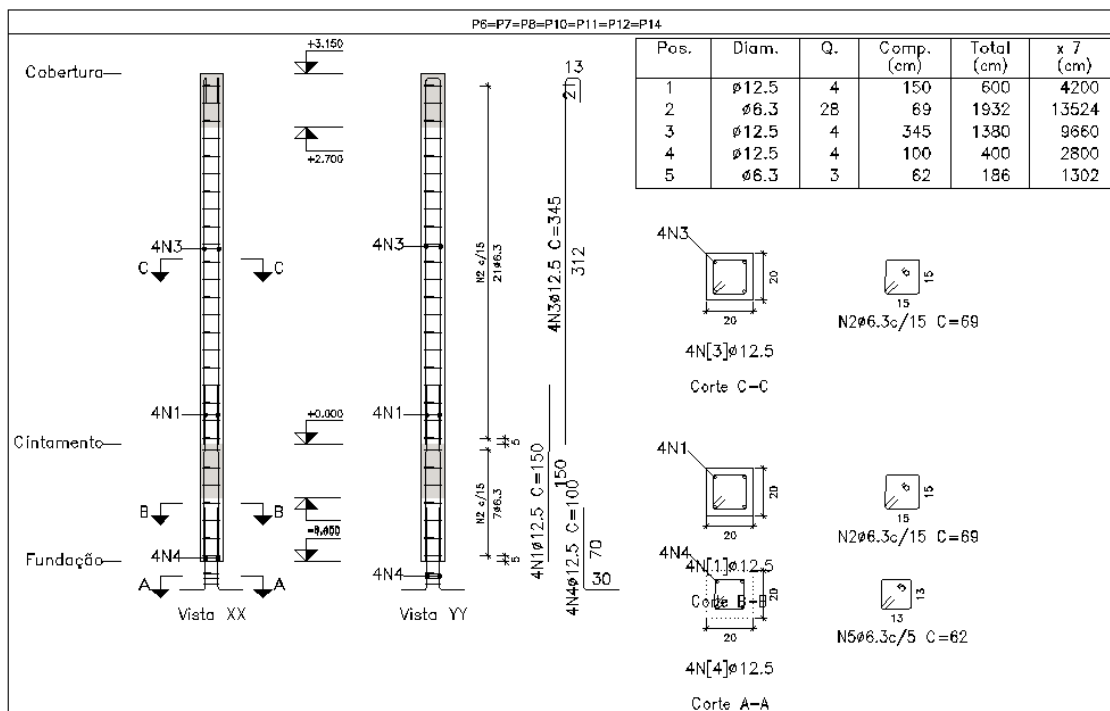




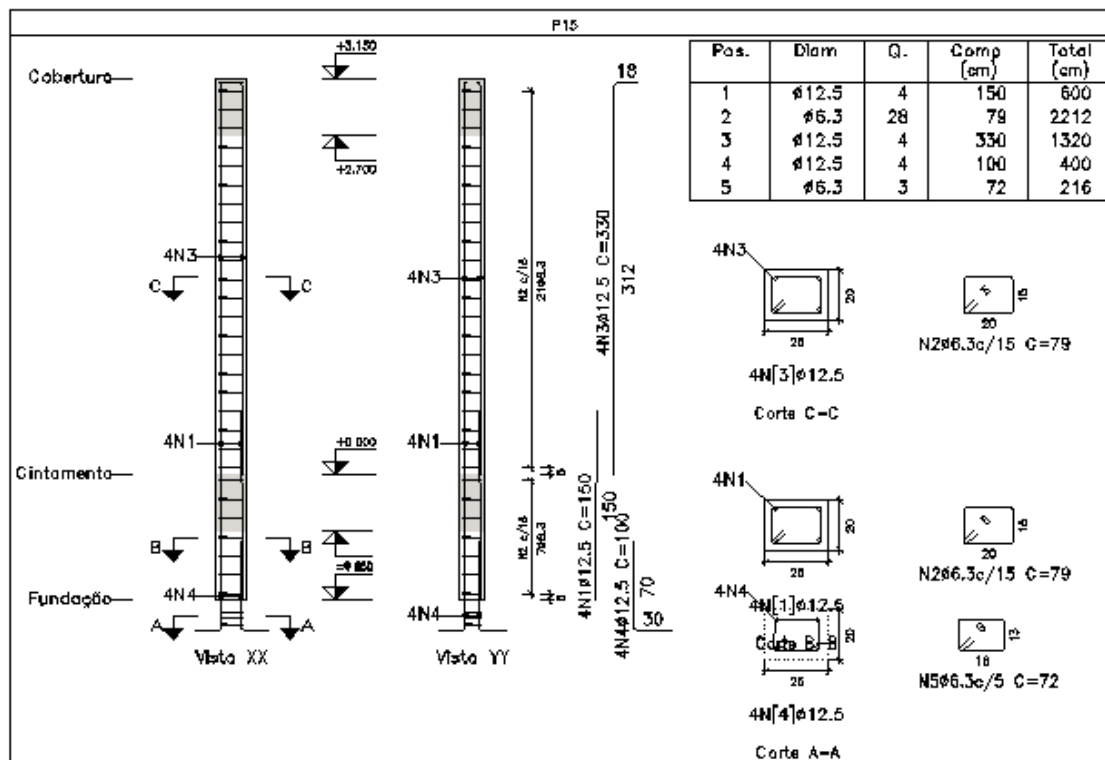
Figura 66 – Armadura Pilares P6, P7, P8, P10, P11, P12 e P14



Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

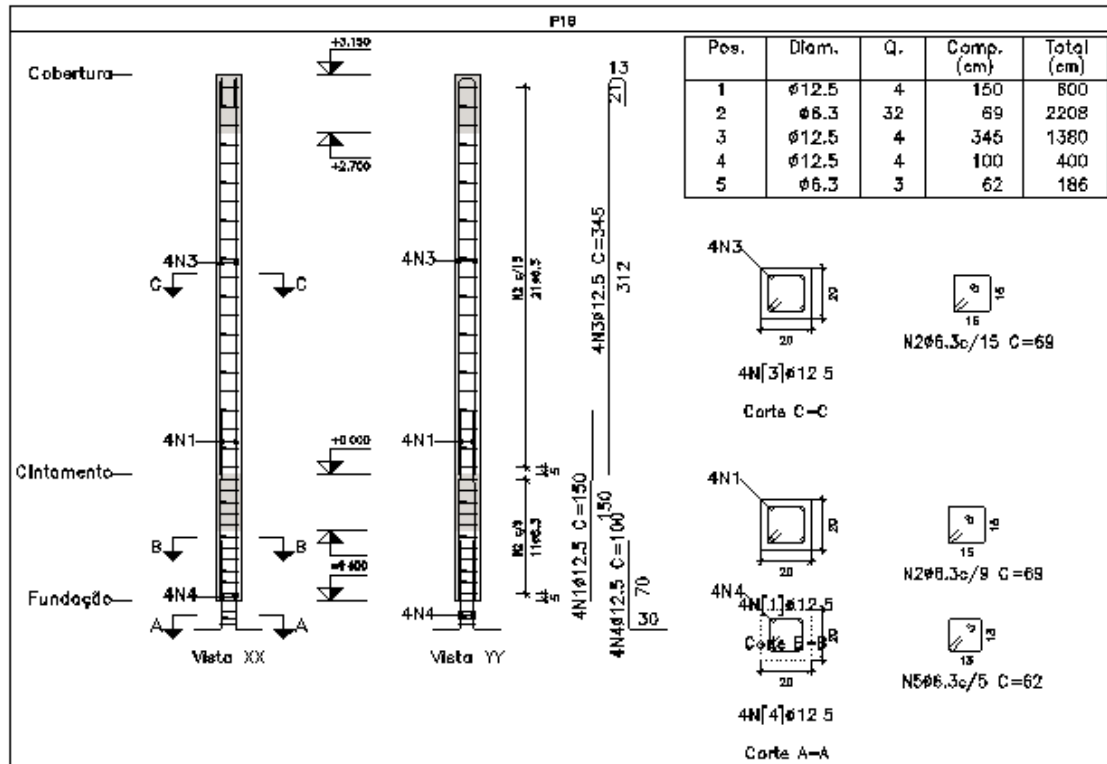


Figura 67 – Armadura Pilar 15



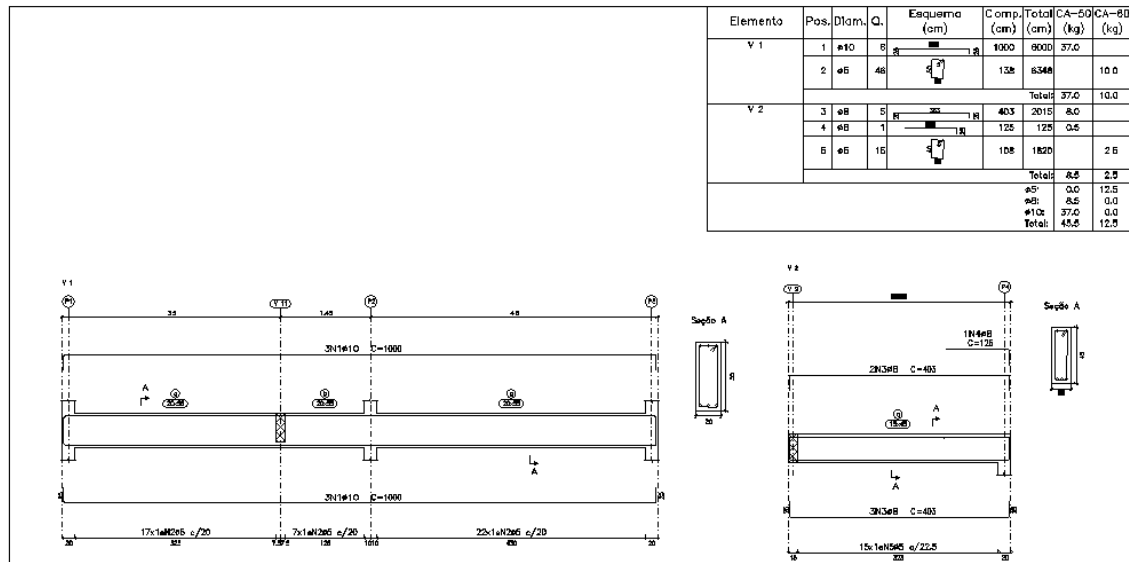
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 68 – Armadura Pilar 16



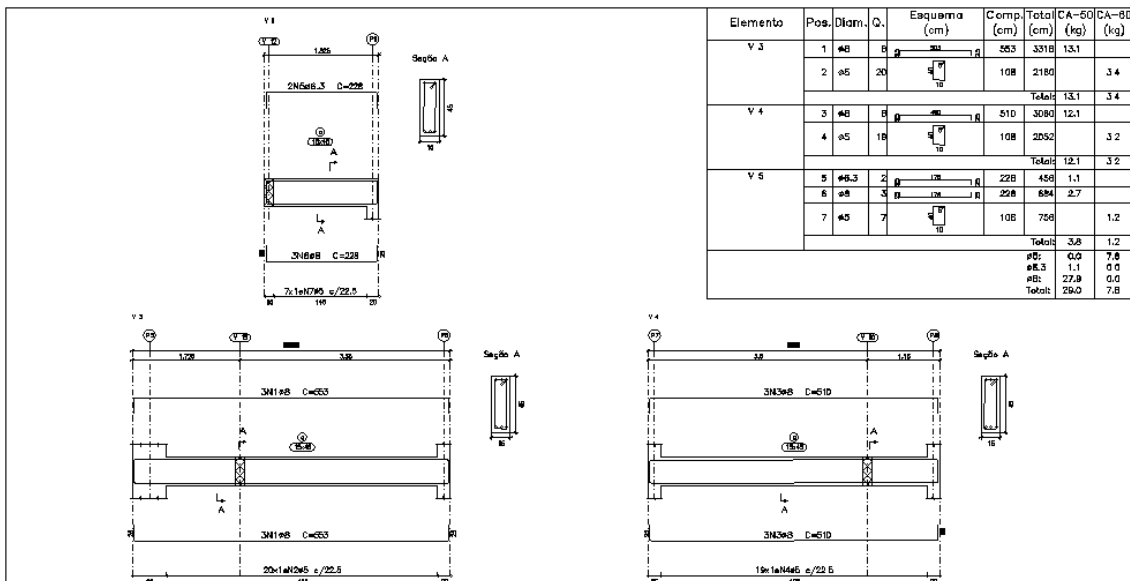
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 69 – armadura vigas V1 e V2 - cintamento



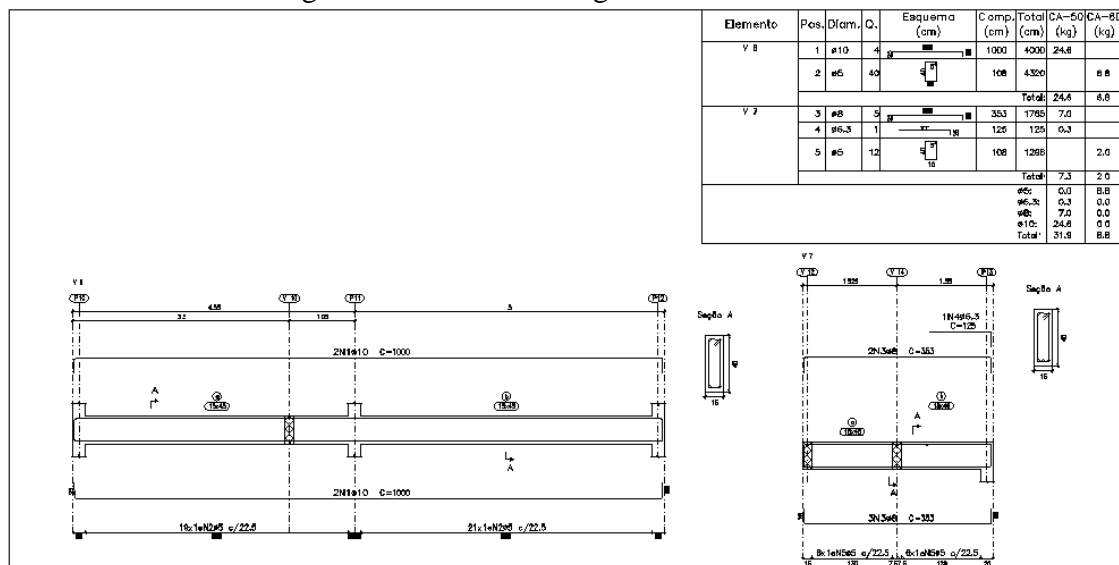
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 70 – Armadura vigas V3, V4 e V5 - cintamento



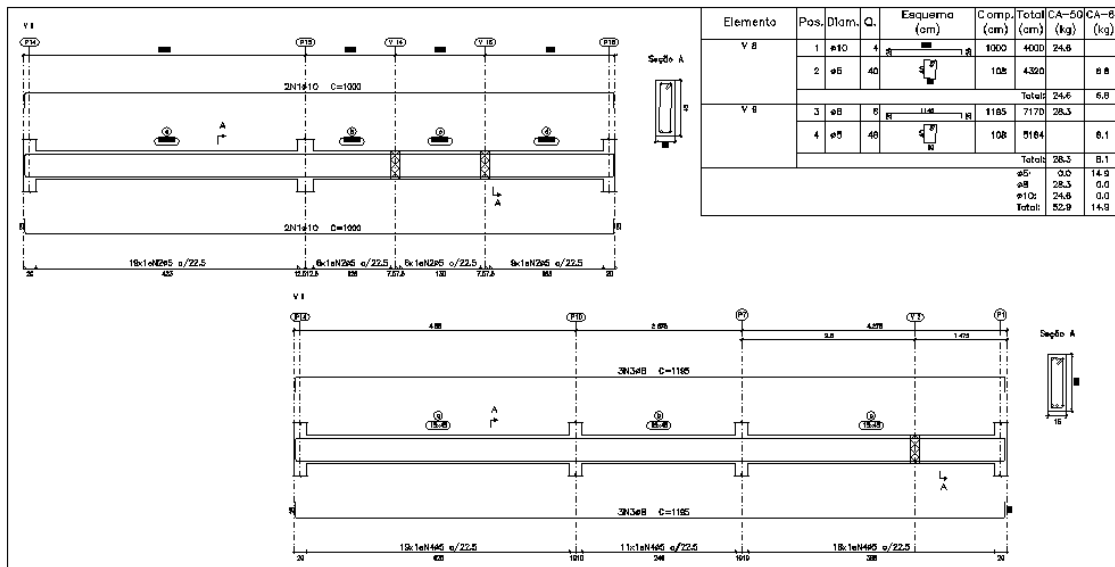
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 71 – Armadura vigas V6 e V7 - cintamento



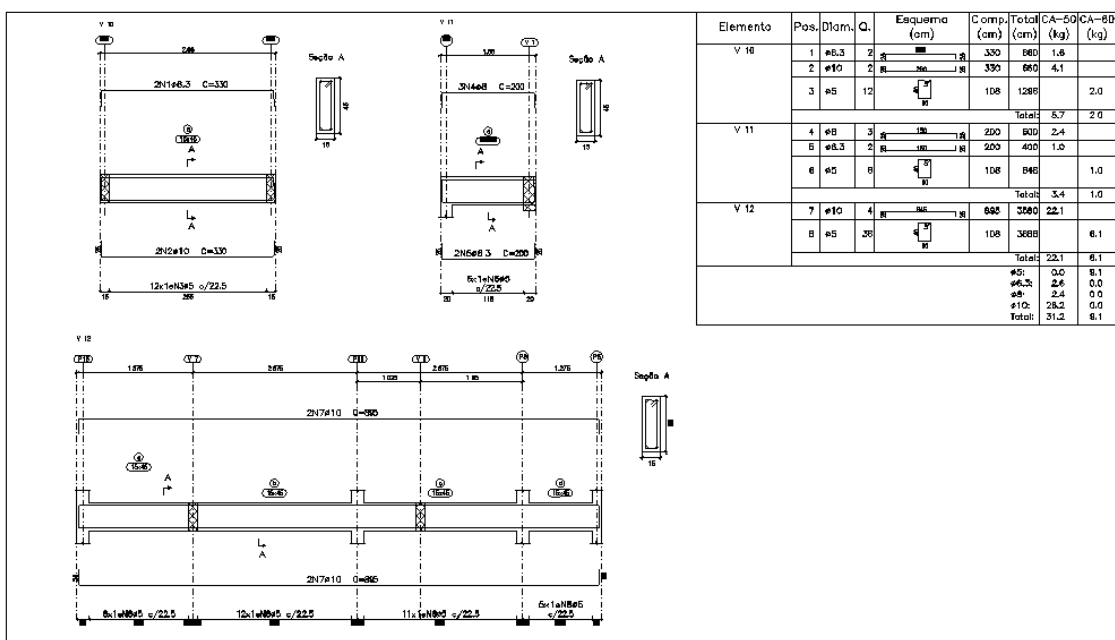
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 72 – Armadura vigas V8 e V9 – cintamento



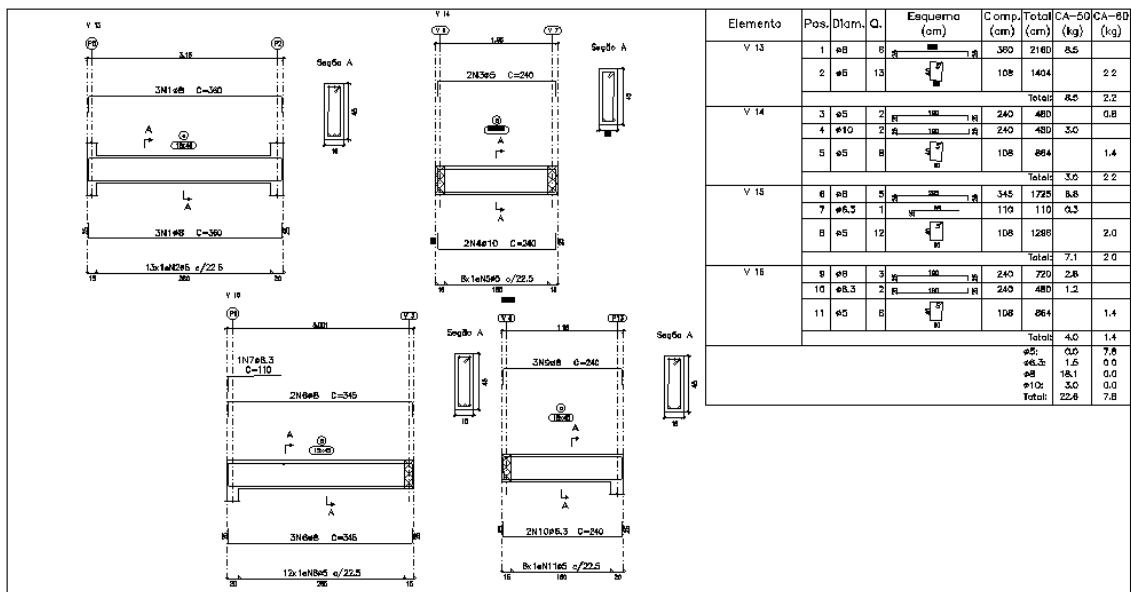
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 73 – Armadura vigas V10, V11 e V12 – cintamento



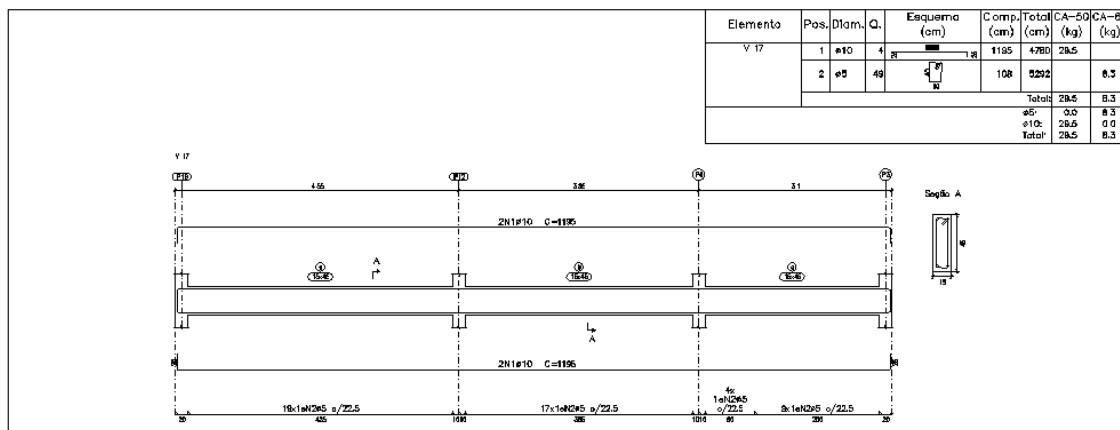
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 74 – armadura vigas V13, V14, V15 e V16 – cintamento



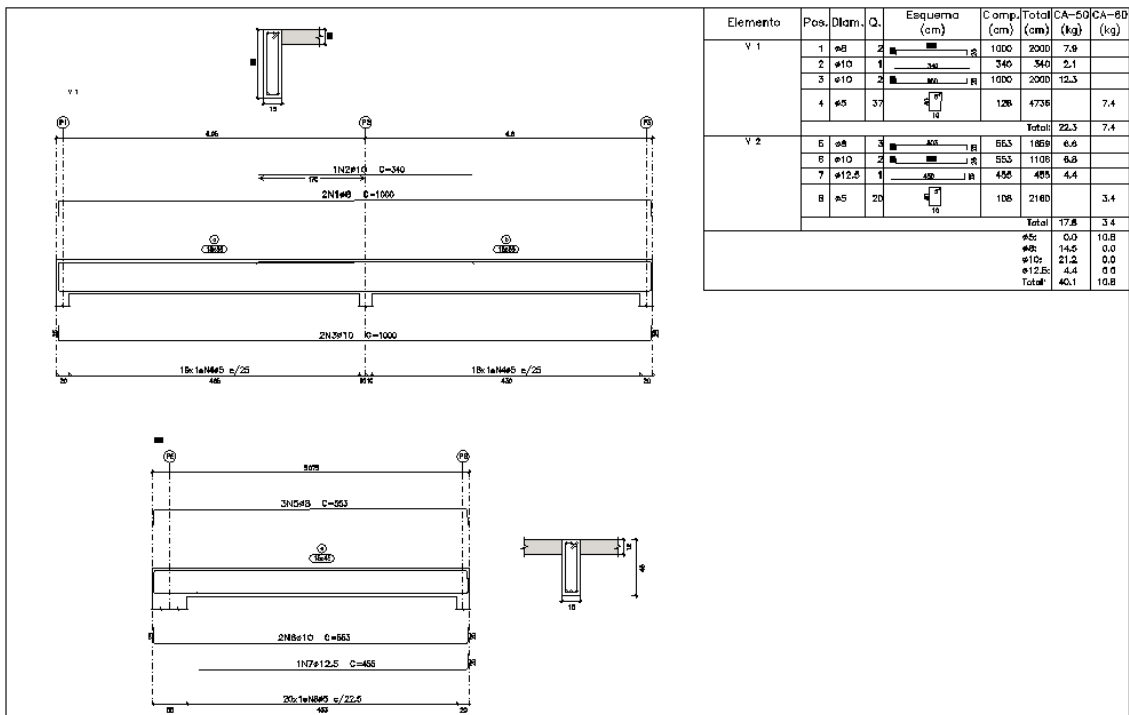
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 75 – armadura viga V17 – cintamento



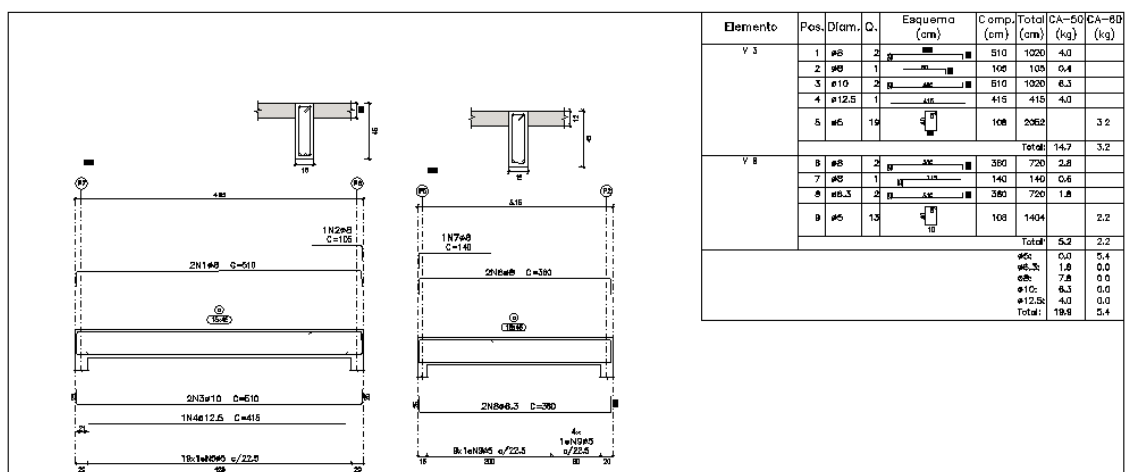
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 76 – Armadura vigas V1 e V2 – cobertura



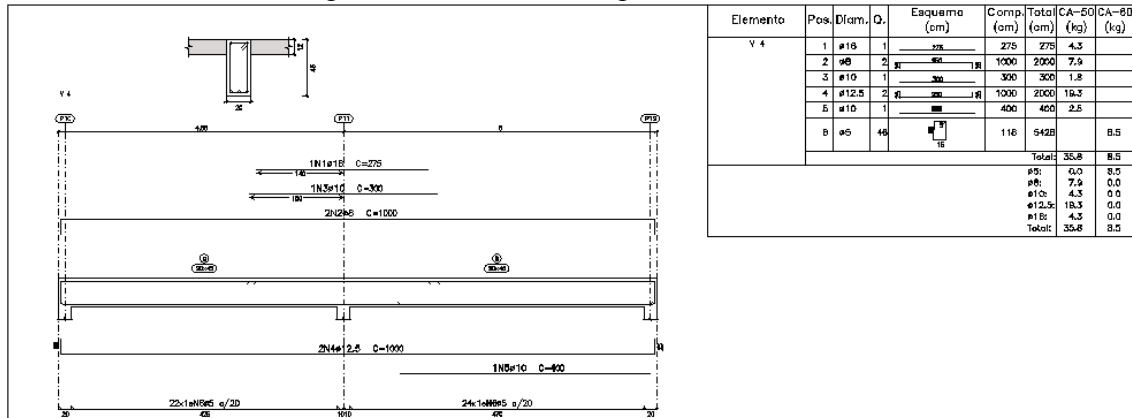
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 77 – Armadura vigas V3 e V8 – cobertura



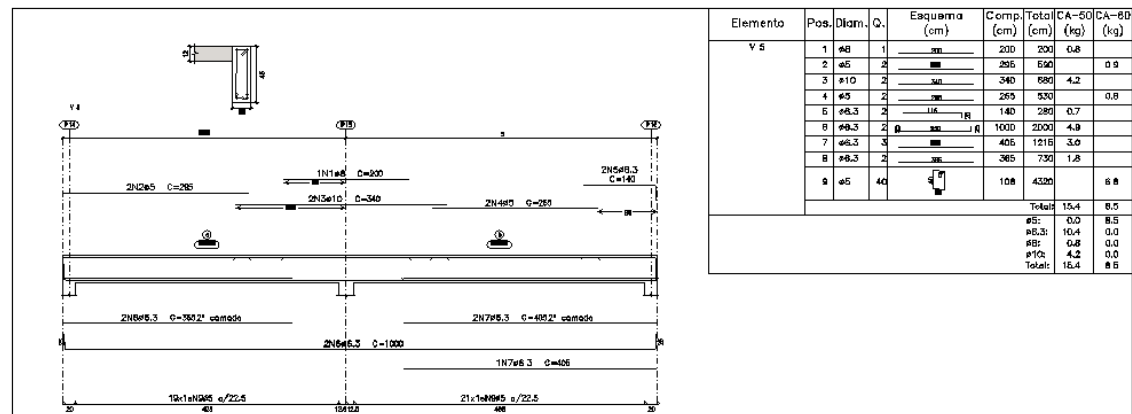
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 78 – Armadura viga V4 – cobertura



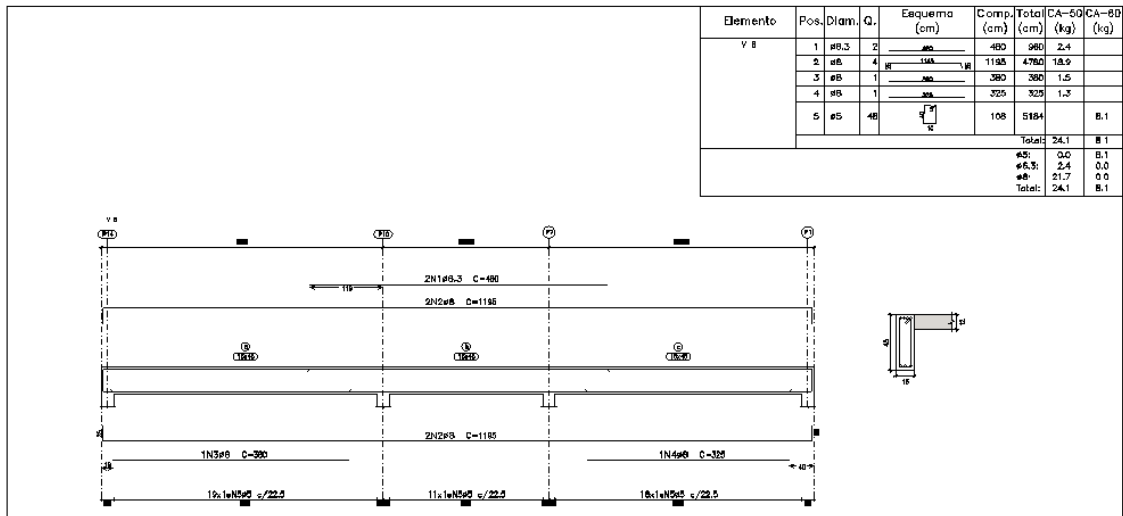
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 79 – Armadura viga V5 – cobertura



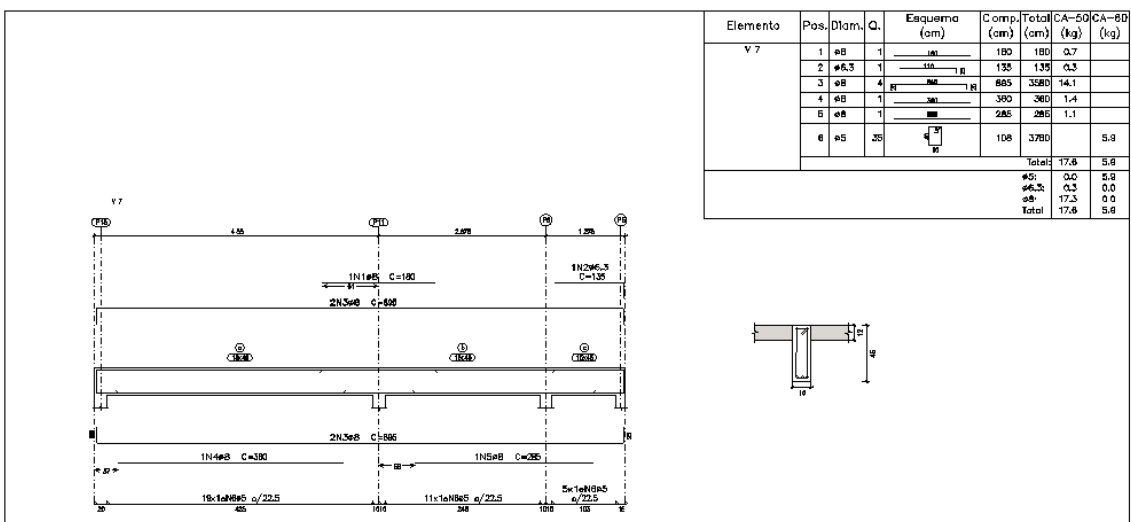
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 80 – Armadura viga V6 – cobertura



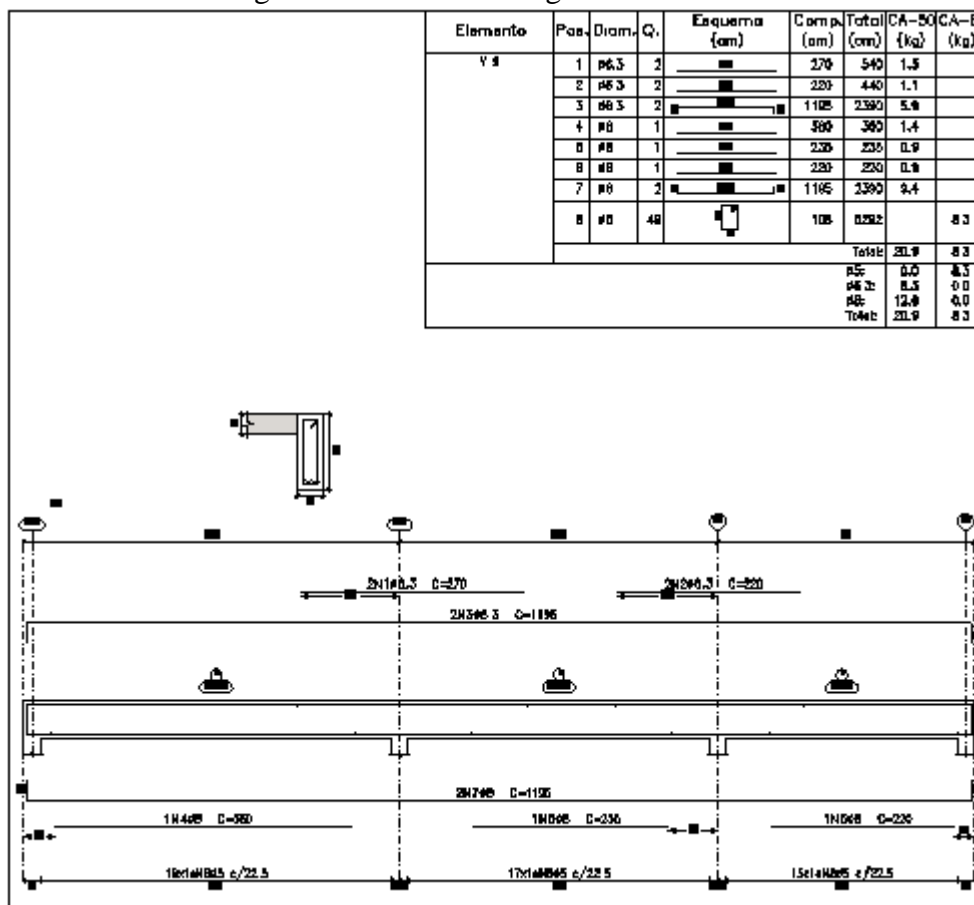
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 81 – Armadura viga V7 – cobertura



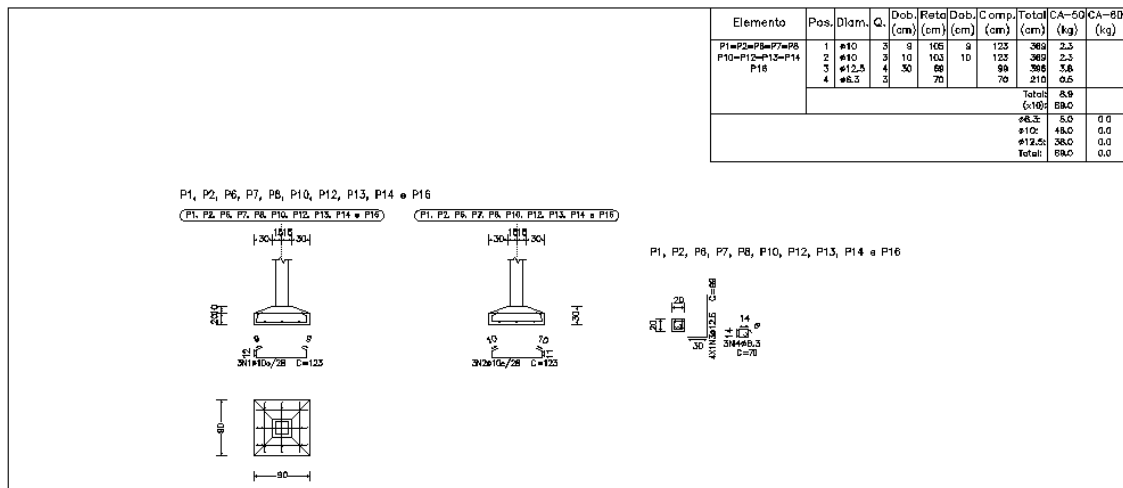
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 82 – Armadura viga V9 – cobertura



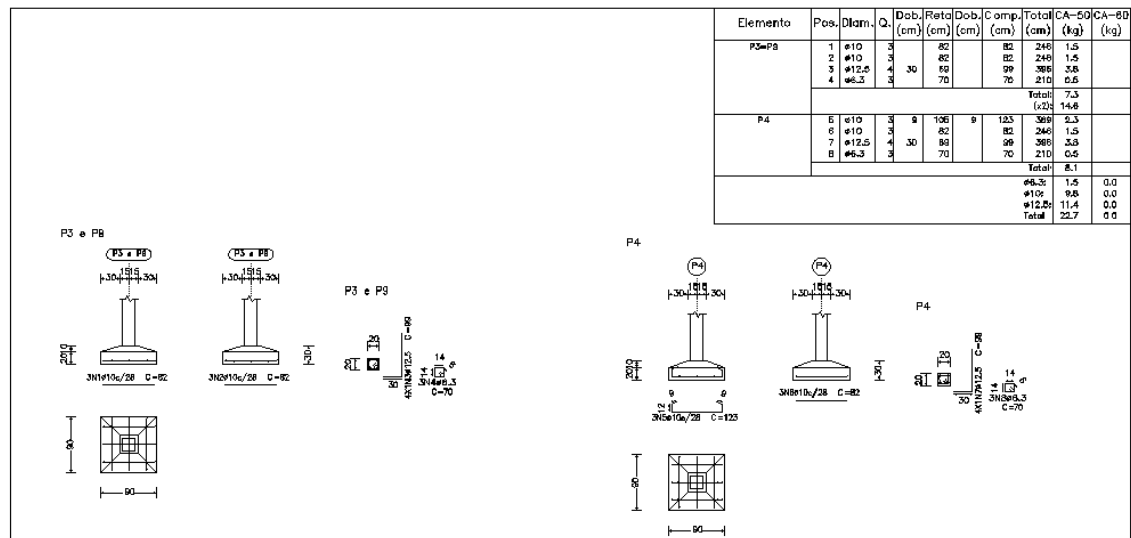
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 83 – Armadura das sapatas referentes aos pilares P1, P2, P6, P7, P8, P10, P12, P13, P14 e P16



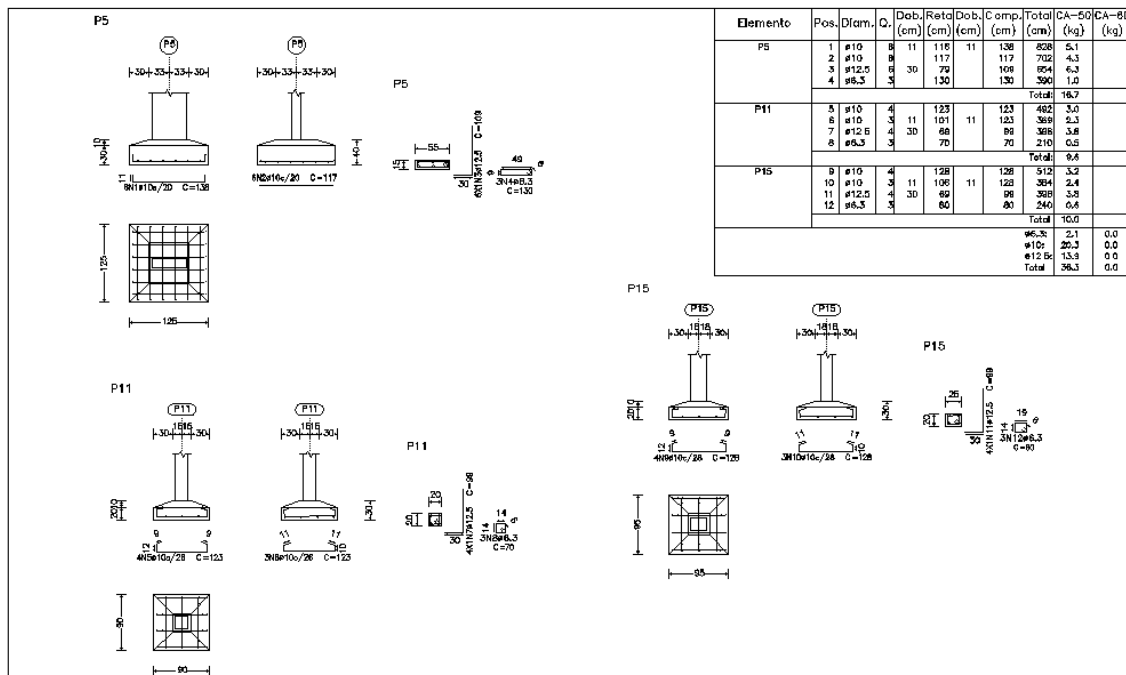
Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 84 – Armadura das sapatas referentes aos pilares P3, P4 e P9



Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

Figura 85 – Armadura das sapatas referentes aos pilares P5, P11 e P15



Fonte: Software AutoCAD (2019), 2021

6 MEMÓRIA DE CÁLCULO RESUMIDA

Todos os dados deste capítulo foram importados do Cypecad

6.1.- VERSÃO DO PROGRAMA E NÚMERO DA LICENÇA

Versão: 2017

Número de licença: 20172

6.2.- DADOS GERAIS DA ESTRUTURA

Projeto: Casa em concreto armado de 1 pavimento

Chave: TCC-novo-R1

6.3.- NORMAS CONSIDERADAS

Concreto: ABNT NBR 6118:2014

Aços dobrados: ABNT NBR 14762: 2010

Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2008

Categoria de uso: Edificações residenciais

6.4.- AÇÕES CONSIDERADAS



6.4.1.- Verticais

Piso	S.C.U (kN/m ²)	C. permanentes (kN/m ²)
Cobertura	1.5	0.0
Cintamento	1.5	0.5
Fundação	0.0	0.0

6.4.2.- Vento

Sem ação de vento

6.4.3.- Sismo

Sem ação de sismo

6.4.4.- Hipóteses/ações de carga

Automáticas	Peso próprio Cargas permanentes Sobrecarga
-------------	--------------------------------------------------

6.4.5.- Relatório de cargas

Cargas especiais introduzidas (em kN, kN/m e kN/m²)

Grupo	Hipótese	Tipo	Valor	Coordenadas
Cintamento	Cargas permanentes	Linear	5.30	(2.03,12.00) (6.88,12.00)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(6.88,9.00) (6.88,11.98)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(11.38,9.00) (6.68,9.01)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(2.03,7.80) (2.03,11.98)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(2.03,5.13) (2.03,7.80)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(2.03,0.68) (2.03,5.13)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(2.03,0.65) (6.48,0.65)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(6.48,0.65) (7.93,0.65)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(7.93,0.65) (9.38,0.65)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(9.38,0.65) (11.38,0.65)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(6.48,0.68) (6.48,5.13)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(2.03,5.10) (6.48,5.10)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(2.03,7.80) (6.48,7.80)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(6.48,5.13) (6.48,7.80)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(6.48,5.10) (11.38,5.10)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(11.38,0.68) (11.38,5.13)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(11.38,5.13) (11.38,8.98)
	Cargas permanentes	Linear	5.30	(6.48,7.80) (6.48,9.00)
	Cargas permanentes	Linear	5.90	(2.03,10.60) (5.43,10.60)
	Cargas permanentes	Linear	5.90	(5.43,10.63) (5.43,11.98)
	Cargas permanentes	Linear	5.90	(5.43,5.10) (5.43,7.80)



Grupo	Hipótese	Tipo	Valor	Coordenadas
	Cargas permanentes	Linear	5.90	(6.48,6.15) (8.13,6.15)
	Cargas permanentes	Linear	5.90	(8.13,6.18) (8.13,9.01)
	Cargas permanentes	Linear	5.90	(6.48,2.45) (7.93,2.45)
	Cargas permanentes	Linear	5.90	(7.93,2.45) (9.38,2.45)
	Cargas permanentes	Linear	5.90	(7.93,0.65) (7.93,2.45)
	Cargas permanentes	Linear	5.90	(9.38,0.65) (9.38,2.43)
Cobertura	Cargas permanentes	Linear	1.95	(2.03,11.98) (6.88,11.98)
	Cargas permanentes	Linear	1.95	(6.88,11.98) (11.38,11.98)
	Cargas permanentes	Linear	1.95	(2.03,0.65) (6.48,0.65)
	Cargas permanentes	Linear	1.95	(6.48,0.65) (11.38,0.65)
	Cargas permanentes	Superficial	11.40	(7.09,10.22) (7.01,9.86) (7.07,9.58)
				(7.18,9.39) (7.37,9.23) (7.56,9.15)
				(7.84,9.13) (8.15,9.23) (8.44,9.57)
				(8.50,9.83) (8.45,10.17) (8.27,10.42)
	Cargas permanentes	Superficial	11.40	(8.06,10.56) (7.81,10.62) (7.56,10.60)
				(7.34,10.50) (7.19,10.37)

6.5.- ESTADOS LIMITES

E.L.U. Concreto E.L.Util Fissuração. Concreto E.L.U. Concreto em fundações	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
Tensões sobre o terreno Deslocamentos	Ações características

6.6.- SITUAÇÕES DE PROJETO

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

- **Com coeficientes de combinação**

- **Sem coeficientes de combinação**

- Onde:

G_k Ação permanente



- P_k Acção de pré-esforço
 Q_k Acção variável
 γ_G Coeficiente parcial de segurança das acções permanentes
 γ_P Coeficiente parcial de segurança da acção de pré-esforço
 $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da acção variável principal
 $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das acções variáveis de acompanhamento
 $\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da acção variável principal
 $\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das acções variáveis de acompanhamento

6.6.1.- Coeficientes parciais de segurança (γ) e coeficientes de combinação (ψ)

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

E.L.U. Concreto: ABNT NBR 6118:2014

E.L.U. Concreto em fundações: ABNT NBR 6118:2014

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.400	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.400	1.000	0.500

E.L.Util Fissuração. Concreto: ABNT NBR 6118:2014

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.400	0.300

Tensões sobre o terreno

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Deslocamentos

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000



6.6.2.- Combinações

■ Nomes das ações

PP Peso próprio

CP Cargas permanentes

Qa Sobrecarga

■ E.L.U. Concreto

■ E.L.U. Concreto em fundações

Comb.	PP	CP	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.400	1.400	
3	1.000	1.000	1.400
4	1.400	1.400	1.400

■ E.L.Util Fissuração. Concreto

Comb.	PP	CP	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	0.400

■ Tensões sobre o terreno

■ Deslocamentos

Comb.	PP	CP	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000

6.7.- DADOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS E PISOS

Grupo	Nome do grupo	Piso	Nome piso	Altura	Cota
2	Cobertura	2	Cobertura	3.15	3.15
1	Cintamento	1	Cintamento	1.00	0.00
0	Fundação				-1.00

6.8.- DADOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PILARES-PAREDES E CORTINAS

8.1.- Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ângulo do pilar em graus sexagesimais

Dados dos pilares



Referência	Coord(P.Fixo)	GI- GF	Vinculação exterior	Ang.	Ponto fixo	Altura de apoio
P1	(2.03, 11.98)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P2	(6.88, 11.98)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P3	(11.38, 11.98)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P4	(5.43, 10.53)	0-1	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P5	(6.68, 9.00)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.40
P6	(11.38, 8.98)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P7	(2.03, 7.80)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P8	(6.48, 7.80)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P9	(8.13, 6.28)	0-1	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P10	(2.03, 5.13)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P11	(6.48, 5.13)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P12	(11.38, 5.13)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P13	(9.38, 2.33)	0-1	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P14	(2.03, 0.68)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P15	(6.48, 0.68)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30
P16	(11.38, 0.68)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.30

6.9.- DIMENSÕES, COEFICIENTES DE ENGASTAMENTO E COEFICIENTES DE FLAMBAGEM PARA CADA PISO

Pilar	Pis o	Dimensõe s (cm)	Coeficiente de engastamento		Coeficiente de flambagem		Coeficiente de rigidez axial
			Ext.Superior	Ext.Inferior	X	Y	
P3, P1, P7, P10, P14, P16, P12, P6, P11, P8, P2	2	20x20	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
	1	20x20	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
P15	2	25x20	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
	1	25x20	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
P5	2	55x15	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
	1	55x15	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
P4, P9, P13	1	20x20	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00

6.10.- RELATÓRIO DE PANOS

Tipos de lajes consideradas

Nome	Descrição
B12	LAJE DE VIGOTAS DE CONCRETO Altura do bloco/molde: 8 cm Espessura camada de compressão: 4 cm Entre-eixos: 38 cm Bloco/Molde: Cerâmica Largura da nervura: 15 cm Volume de concreto: 0.088 m ³ /m ² Peso próprio: 2.042 kN/m ² Incremento da largura da nervura: 2 cm Verificação da flecha: Como vigota armada



6.11.- LAJES E ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO

-Tensão admissível em combinações fundamentais: 0.245 MPa

-Tensão admissível em combinações acidentais: 0.368 MPa

6.12.- MATERIAIS UTILIZADOS

6.12.1.- Concretos

Elemento	Concreto	f_{ck} (MPa)	γ_c	Natureza	Agregado Tamanho máximo (mm)	E_c (MPa)
Elementos de fundação	C30, con.desfav.	30	1.54	Granito	15	26838
Pisos	C30, con.desfav.	30	1.54	Granito	15	26838
Pilares e pilares-paredes	C30, con.desfav.	30	1.54	Granito	15	26838
Cortinas	C20, em geral	20	1.40	Granito	15	21287

6.12.2.- Aços por elemento

6.12.2.1.- Aços em barras

Elemento	Aço	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	CA-50 e CA-60	500 a 600	1.15

6.12.2.2.- Aços em perfis

Tipo de aço para perfis	Aço	Limite elástico (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)
Aço dobrado	CF-26	260	200
Aço laminado	A-36	250	200

6.13.- VERIFICAÇÃO DA FUNDAÇÃO

Referência: P1		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		



Referência: P1		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.10173 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.253098 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 248.2 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 218.6 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 12.61 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 13.03 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 19.23 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 19.91 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 550 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P1:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.0011	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.0011	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Armadura inferior direção X:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa



Referência: P1		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 32 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 11 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P2		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.132729 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.196887 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 792.6 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 1291.9 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 14.06 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 13.18 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		



Referência: P2		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Na direção X:	Cortante: 20.31 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 18.84 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata: - Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 825.8 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação: - P2:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Calculado: 0.0011	
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0007	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0006	Passa
Diâmetro mínimo das barras: - Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 22 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 32 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 32 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 32 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 32 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	



Referência: P2		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P3		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0399267 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.0505215 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 1567.8 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 3165.6 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 3.55 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 3.31 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 5.10 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 4.71 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 221 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P3:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001	Passa



Referência: P3		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Mínimo: 0.0002	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.0011	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.0011	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 11 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P4		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0626859 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.170988 MPa	Passa



Referência: P4		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 72.0 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 248.8 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 7.44 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 4.75 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 12.56 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 7.46 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais:	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 189.4 kN/m ²	Passa
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Altura mínima:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Mínimo: 15 cm	Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P4:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Mínimo: 0.001		
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão:		
<i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>		
Calculado: 0.0011		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0004	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0003	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Mínimo: 10 mm	Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Máximo: 30 cm		
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
Mínimo: 10 cm		
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa



Referência: P4		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estruturas de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 22 cm Calculado: 32 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 11 cm Calculado: 32 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 11 cm Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 11 cm Calculado: 11 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:		
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P5		
Dimensões: 125 x 125 x 40 / 30		
Soldados: Xi:Ø10c/20 Yi:Ø10c/20		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0802458 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.125862 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 387.0 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 3963.0 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 16.76 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 21.58 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 0.00 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 26.68 kN	Passa



Referência: P5		
Dimensões: 125 x 125 x 40 / 30		
Soldados: Xi:Ø10c/20 Yi:Ø10c/20		
Verificação	Valores	Estado
Compressão oblíqua na sapata: - Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 366.9 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação: - P5:	Mínimo: 12 cm Calculado: 34 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Calculado: 0.0011	
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0003	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0004	Passa
Diâmetro mínimo das barras: - Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 20 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 20 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 11 cm Calculado: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 11 cm Calculado: 22 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	



Referência: P5		
Dimensões: 125 x 125 x 40 / 30		
Soldados: Xi:Ø10c/20 Yi:Ø10c/20		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 11 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P6		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0972171 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.167457 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 380.3 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 1062.8 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 11.48 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 9.70 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 16.97 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 13.93 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 594.2 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P6:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa



Referência: P6		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Calculado: 0.0011	
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0006	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0005	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 32 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 11 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P7		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.108989 MPa	Passa



Referência: P7		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.207972 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 314.3 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 803.0 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 13.73 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 11.47 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 20.50 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 16.58 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 671.1 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P7:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>		
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0007	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0006	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Armadura inferior direção X:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa



Referência: P7		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 32 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 22 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P8		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.082404 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.167162 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 191.2 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 1406.9 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 11.53 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 7.90 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		



Referência: P8		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Na direção X:	Cortante: 17.56 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 11.28 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata: - Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 497.8 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação: - P8:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Calculado: 0.0011	
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0006	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0004	Passa
Diâmetro mínimo das barras: - Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 32 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 11 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	



Referência: P8		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P9		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0410058 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.0959418 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 695.6 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 104.3 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 3.00 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 5.45 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 4.51 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 8.73 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 161.3 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P9:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001	Passa



Referência: P9		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Calculado: 0.0011	
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0002	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0003	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 11 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P10		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.101435 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.207972 MPa	Passa



Referência: P10		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 304.2 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 583.4 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 13.05 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 11.26 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 19.52 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 16.48 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais:	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 621.3 kN/m ²	Passa
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Altura mínima:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Mínimo: 15 cm	Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P10:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Mínimo: 0.001		
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão:		
<i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>		
Calculado: 0.0011		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0006	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0005	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Mínimo: 10 mm	Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
Máximo: 30 cm		
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras:		
<i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
Mínimo: 10 cm		
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa



Referência: P10		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estruturas de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 32 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 11 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P11		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/26 Yi:Ø10c/26		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.240836 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.291161 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 9096.9 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 1277.1 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 21.82 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 24.19 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 30.41 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 34.53 kN	Passa



Referência: P11		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/26 Yi:Ø10c/26		
Verificação	Valores	Estado
Compressão oblíqua na sapata: - Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 1531.1 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação: - P11:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.0011	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.0011	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Calculado: 0.0012	
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0011	Passa
Diâmetro mínimo das barras: - Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 26 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 26 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 26 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 26 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 32 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 25 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 22 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa



Referência: P11		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/26 Yi:Ø10c/26		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P12		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.125274 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.186979 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 526.2 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 2408.0 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 14.03 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 11.71 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 20.50 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 16.58 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 777.7 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P12:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa



Referência: P12		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Calculado: 0.0011	
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0007	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0006	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 22 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 32 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 32 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 32 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 32 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P13		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0920178 MPa	Passa



Referência: P13		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.276151 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 80.1 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 102.4 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 8.65 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 7.90 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 14.81 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 13.24 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 232.7 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P13:	Mínimo: 14 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0004 Calculado: 0.0011	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.0011	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Armadura inferior direção X:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa



Referência: P13		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 32 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 11 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P14		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0770085 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.183153 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 259.3 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 287.8 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 9.67 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 9.46 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		



Referência: P14		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Na direção X:	Cortante: 14.72 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 14.32 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata: - Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 428.8 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação: - P14:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Mínimo: 0.0005	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.0011	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.0011	Passa
Diâmetro mínimo das barras: - Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 32 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 22 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	



Referência: P14		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Referência: P15		
Dimensões: 95 x 95 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.149406 MPa	Passa
- Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.265459 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 817.0 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 453.2 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 17.48 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 21.29 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 24.33 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 34.34 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 925.5 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- P15:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001	Passa



Referência: P15		
Dimensões: 95 x 95 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Calculado: 0.0011	
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0008	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0009	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
- Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 23 cm Calculado: 33 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 23 cm Calculado: 33 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		



Referência: P16 Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20 Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>		
-Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.086328 MPa	Passa
-Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.202478 MPa	Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		
- Na direção X:	Reserva segurança: 229.5 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 336.6 %	Passa
Flexão na sapata:		
- Na direção X:	Momento: 11.27 kN·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: 10.24 kN·m	Passa
Cortante na sapata:		
- Na direção X:	Cortante: 17.17 kN	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 15.40 kN	Passa
Compressão oblíqua na sapata: -Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5844.1 kN/m ² Calculado: 490.1 kN/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação: -P16:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Mínimo: 0.0005	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.0011	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.0011	Passa
Diâmetro mínimo das barras: - Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa



Referência: P16		
Dimensões: 90 x 90 x 30 / 20		
Soldados: Xi:Ø10c/28 Yi:Ø10c/28		
Verificação	Valores	Estado
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 28 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 28 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 32 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 22 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 22 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 21 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 21 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		

6.14.- VERIFICAÇÃO DOS PILARES

P1

Secção de betão														
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myv (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	2.6	8.7	8.7	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	31.5	-0.8	0.3	0.2	-0.9
		Ext.Inferior	Passa	Passa	3.5	12.7	12.7	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	35.1	1.5	0.8	0.2	-0.9
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	53.3	42.0	53.3	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	95.0	-6.9	6.6	-25.3	-27.1
		Ext.Inferior	Passa	Passa	53.3	31.6	53.3	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	95.7	5.3	-4.8	-25.3	-27.1
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	24.7	31.6	31.6	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	95.7	5.3	-4.8	-25.3	-27.1



Secção de betão														
Tramo	Dimens ão (cm)	Posição	Verificações				Esforços desfavoráveis							Estac o
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Apro v. (%)	Naturez a	Verif .	N (kN)	Mxx (kN· m)	Myy (kN· m)	Qx (kN)	
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Oa														

P2

Secção de betão															
Tramo	Dimens ão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estad o
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Apro v. (%)	Natureza	Verif .	N (kN)	Mxx (kN· m)	Myy (kN· m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	3.8	19.9	19.9	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	82.1	-0.1	-1.5	1.8	-0.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	6.9	24.7	24.7	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	85.6	0.2	3.1	1.8	-0.1	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	47.8	24.4	47.8	AP ⁽³⁾	Q	122.3	-2.1	-3.5	13.4	-8.4	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	143.0	-2.2	-3.5	13.4	-8.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	36.2	24.1	36.2	AP ⁽³⁾	Q	122.9	1.7	2.5	13.4	-8.4	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	143.6	1.7	2.6	13.4	-8.7	
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	10.6	24.1	24.1	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	143.6	1.7	2.6	13.4	-8.7	Passa
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4-PP+1.4-CP+1.4-Qa ⁽³⁾ 1.4-PP+1.4-CP															

P3

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações				Esforços desfavoráveis							Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Apro v. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	7.8	10.5	10.5	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	23.2	0.2	-1.9	2.0	0.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	7.8	17.9	17.9	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	26.7	-0.6	3.3	2.0	0.3	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	0 m	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	1.3	17.9	17.9	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	26.7	-0.6	3.3	2.0	0.3	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	5.5	5.9	5.9	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	37.8	-0.4	-0.6	2.5	-1.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.5	6.1	6.1	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	38.4	0.2	0.5	2.5	-1.3	Passa
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	1.9	6.1	6.1	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	38.4	0.2	0.5	2.5	-1.3	Passa
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4-PP+1.4-CP+1.4-Qa															



P4

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	71.9	17.9	71.9	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	32.2	1.9	-3.7	16.5	8.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	71.9	28.0	71.9	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	32.9	-2.6	5.4	16.5	8.2	Passa
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	12.3	28.0	28.0	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	32.9	-2.6	5.4	16.5	8.2	Passa
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa															

P5

Secção de betão															
Tramo	Dimens ão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estad o
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Apro v. (%)	Naturez a	Verif .	N (kN)	Mxx (kN· m)	Myy (kN· m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0 - 3.15 m)	55x15	Ext.Superior	Pass a	Pass a	36. 4	43. 7	43.7	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	88.2	-0.4	30.4	- 14.2	- 0.2	Passa
		Ext.Inferior	Pass a	Pass a	32. 5	15. 8	32.5	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	95.9	0.2	-7.8	- 14.2	- 0.2	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	55x15	Ext.Superior	Pass a	Pass a	87. 0	16. 8	87.0	AP ⁽³⁾	Q	130. 6	1.2	12.6	- 33.8	3.8	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	154. 8	1.3	12.3	- 32.2	4.0	
		Ext.Inferior	Pass a	Pass a	43. 7	13. 5	43.7	AP ⁽³⁾	Q	132. 2	-0.8	-5.9	- 33.8	3.8	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	156. 3	-0.9	-5.4	- 32.2	4.0	
Fundação	55x15	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	14. 9	13. 5	14.9	AP ⁽³⁾	Q	132. 2	-0.8	-5.9	- 33.8	3.8	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	156. 3	-0.9	-5.4	- 32.2	4.0	
Notas: (1) A verificação não é necessária (2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa (3) 1.4·PP+1.4·CP															

P6

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações				Esforços desfavoráveis							Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	14.9	25.0	25.0	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	51.1	0.3	-4.7	3.8	0.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	14.9	29.3	29.3	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	54.8	-0.5	5.6	3.8	0.3	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	68.3	25.4	68.3	AP ⁽³⁾	Q	85.1	-2.3	-5.5	16.6	-6.9	Passa



Secção de betão																
Tramo	Dimens ão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estac o		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Apro v. (%)	Naturez a	Verif .	N (kN)	Mxx (kN· m)	Myy (kN· m)	Qx (kN)		Qy (kN)	
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	102. 6	-2.3	-5.2	15. 8	- 7.1		
		Ext.Inferior	Pass a	Pass a	66. 4	19. 8	66.4	AP ⁽³⁾	Q	85.9	1.5	3.7	16. 6	- 6.9		Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	103. 3	1.6	3.5	15. 8	- 7.1		
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	12. 0	19. 8	19.8	AP ⁽³⁾	Q	85.9	1.5	3.7	16. 6	- 6.9	Passa	
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	103. 3	1.6	3.5	15. 8	- 7.1		
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa ⁽³⁾ 1.4·PP+1.4·CP																

P7

Secção de betão															
Tramo	Dimens ão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estad o	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Apro v. (%)	Naturez a	Verif .	N (kN)	Mxx (kN· m)	Myy (kN· m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Pass a	Pass a	7.2	17.7	17.7	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	48.8	-0.1	3.0	-1.9	-0.1	Passa
		Ext.Inferior	Pass a	Pass a	7.2	15.2	15.2	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	52.5	0.1	-2.0	-1.9	-0.1	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Pass a	Pass a	93.6	33.5	93.6	AP ⁽³⁾	Q	98.5	3.5	6.9	-21.7	10.3	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	116.0	3.6	6.8	-21.4	10.7	
		Ext.Inferior	Pass a	Pass a	88.6	25.6	88.6	AP ⁽³⁾	Q	99.3	-2.2	-5.0	-21.7	10.3	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	116.7	-2.3	-4.9	-21.4	10.7	
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	16.0	25.6	25.6	AP ⁽³⁾ AP, SCU ⁽²⁾	Q N,M	99.3 116.7	-2.2 -2.3	-5.0 -4.9	-21.7 -21.4	10.3 10.7	Passa
Notas: (1) A verificação não é necessária (2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa (3) 1.4·PP+1.4·CP															

P8

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Apro v. (%)	Natureza	Verif .	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	14.8	24.5	24.5	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	31.0	-0.4	-4.6	3.8	-0.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	14.8	29.8	29.8	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	34.7	0.5	5.6	3.8	-0.3	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	92.2	30.3	92.2	AP ⁽³⁾	Q,N,M	71.9	-1.4	-7.7	23.5	-4.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.1	21.8	92.1	AP ⁽³⁾	Q	72.7	1.1	5.2	23.5	-4.4	Passa



Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Apro v. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	86.6	1.1	5.1	22.8	-4.6	
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	15.9	21.8	21.8	AP ⁽³⁾	Q	72.7	1.1	5.2	23.5	-4.4	Passiva
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	86.6	1.1	5.1	22.8	-4.6	
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa ⁽³⁾ 1.4·PP+1.4·CP															

P9

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	48.9	11.4	48.9	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	27.3	2.7	-0.8	3.1	12.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	49.3	17.1	49.3	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	28.1	-4.0	0.9	3.1	12.2	Passa
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	8.4	17.1	17.1	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	28.1	-4.0	0.9	3.1	12.2	Passa
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa															

P10

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	2.3	12.4	12.4	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	44.1	-0.6	1.1	-0.6	-0.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.3	13.3	13.3	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	47.8	1.2	-0.6	-0.6	-0.7	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	96.5	33.7	96.5	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	107.3	-3.9	6.8	-21.4	-12.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.7	26.6	92.7	AP ⁽³⁾	Q	93.1	2.9	-4.9	-20.8	-12.2	Passa
							AP, SCU ⁽²⁾	N,M	108.1	3.0	-5.0	-21.4	-12.5		
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	16.5	26.6	26.6	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	108.1	3.0	-5.0	-21.4	-12.5	Passa
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa ⁽³⁾ 1.4·PP+1.4·CP															



P11

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	0.9	36.2	36.2	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	151.4	-0.2	0.0	0.3	-0.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	0.9	39.2	39.2	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	155.1	0.6	1.0	0.3	-0.3	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	32.1	40.0	40.0	AP ⁽³⁾	Q	209.0	-4.3	-0.9	2.3	-13.3	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	265.5	-4.4	-1.0	2.5	-13.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	27.5	42.4	42.4	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	266.3	3.2	0.4	2.5	-13.9	Passa
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	9.4	42.4	42.4	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	266.3	3.2	0.4	2.5	-13.9	Passa
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4-PP+1.4-CP+1.4-Qa ⁽³⁾ 1.4-PP+1.4-CP															

P12

Secção de betão															
Tramo	Dimens ão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estad o
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Apro v. (%)	Naturez a	Verif .	N (kN)	Mxx (kN· m)	Myy (kN· m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Pass a	Pass a	12. 2	22. 9	22.9	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	63.3	0.2	-3.9	3.1	0.2	Passa
		Ext.Inferior	Pass a	Pass a	12. 2	26. 8	26.8	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N, M	67.0	-0.4	4.6	3.1	0.2	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Pass a	Pass a	65. 1	26. 4	65.1	AP ⁽³⁾	Q	111. 7	-1.4	-5.5	16. 6	- 4.1	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	134. 5	-1.4	-5.3	16. 0	- 4.3	
		Ext.Inferior	Pass a	Pass a	62. 7	21. 9	62.7	AP ⁽³⁾	Q	112. 5	0.9	3.6	16. 6	- 4.1	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	135. 3	0.9	3.5	16. 0	- 4.3	
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	11. 4	21. 9	21.9	AP ⁽³⁾	Q	112. 5	0.9	3.6	16. 6	- 4.1	Passa
								AP, SCU ⁽²⁾	N,M	135. 3	0.9	3.5	16. 0	- 4.3	
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4-PP+1.4-CP+1.4-Qa ⁽³⁾ 1.4-PP+1.4-CP															

P13

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	98.6	26.5	98.6	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	39.7	-3.7	-4.3	19.0	-16.8	Passa



Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	98.6	40.6	98.6	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	40.5	5.5	6.1	19.0	-16.8	Passa
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	16.8	40.6	40.6	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	40.5	5.5	6.1	19.0	-16.8	Passa
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa															

P14

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	2.9	8.5	8.5	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	27.0	0.2	1.1	-0.7	0.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.5	8.6	8.6	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	30.7	-0.3	-0.9	-0.7	0.2	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	95.3	34.7	95.3	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	73.8	5.7	5.4	-17.4	17.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.3	24.7	95.3	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	74.6	-3.7	-4.2	-17.4	17.2	Passa
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	16.3	24.7	24.7	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	74.6	-3.7	-4.2	-17.4	17.2	Passa
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa															

P15

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0 - 3.15 m)	25x20	Ext.Superior	Passa	Passa	1.2	16.0	16.0	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	85.5	0.7	0.0	0.2	0.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	1.2	17.5	17.5	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	90.1	-1.3	0.5	0.2	0.7	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	25x20	Ext.Superior	Passa	Passa	91.3	36.7	91.3	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	180.2	9.0	4.8	-15.9	27.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	89.6	29.7	89.6	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	181.1	-6.2	-3.9	-15.9	27.6	Passa
Fundação	25x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	16.8	29.7	29.7	AP, SCU ⁽²⁾	Q, N, M	181.1	-6.2	-3.9	-15.9	27.6	Passa
Notas: ⁽¹⁾ A verificação não é necessária ⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa															



P16

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0 - 3.15 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	8.6	15.6	15.6	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	32.1	0.8	-2.5	2.1	0.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	8.9	21.2	21.2	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	35.8	-1.5	3.2	2.1	0.9	Passa
Cintamento (-1 - 0 m)	20x20	Ext.Superior	Passa	Passa	39.4	39.6	39.6	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	84.5	5.2	-7.3	22.0	16.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	39.4	26.8	39.4	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	85.2	-3.8	4.8	22.0	16.4	Passa
Fundação	20x20	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	18.3	26.8	26.8	AP, SCU ⁽²⁾	Q,N,M	85.2	-3.8	4.8	22.0	16.4	Passa

Notas:
⁽¹⁾ A verificação não é necessária
⁽²⁾ 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa

6.15 – VERIFICAÇÃO DAS VIGAS

Cintamento

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{St}	TV _{St}	T _{Disp.st}	T _{Geom.st}	T _{Arm.st}	
a: P1 - V 11	Passa	Passa	'0.257 m' η = 19.7	'1.980 m' η = 33.1	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 33.1
b: V 11 - P2	Passa	Passa	'1.019 m' η = 22.3	'0.938 m' η = 38.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 38.4
c: P2 - P3	Passa	Passa	'0.257 m' η = 7.9	'P2' η = 30.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 30.4
a: P5 - P6	Passa	Passa	'0.207 m' η = 38.6	'P5' η = 81.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 81.5
a: P7 - P8	Passa	Passa	'4.044 m' η = 39.5	'4.013 m' η = 65.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 65.8
a: P10 - P11	Passa	Passa	'4.044 m' η = 40.9	'4.013 m' η = 77.3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 77.3
b: P11 - P12	Passa	Passa	'0.207 m' η = 29.4	'P11' η = 76.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 76.0
b: V 14 - P13	Passa	Passa	'1.069 m' η = 25.6	'V 14' η = 44.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 44.9
a: P14 - P15	Passa	Passa	'4.019 m' η = 26.2	'4.019 m' η = 76.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 76.8
b: P15 - V 14	Passa	Passa	'0.207 m' η = 39.6	'P15' η = 88.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 88.0
c: V 14 - V 16	Passa	Passa	'0.000 m' η = 12.3	'0.650 m' η = 62.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 62.0
d: V 16 - P16	Passa	Passa	'1.619 m' η = 30.6	'V 16' η = 58.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 58.6
a: P14 - P10	Passa	Passa	'4.044 m' η = 25.7	'3.946 m' η = 50.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 50.7
b: P10 - P7	Passa	Passa	'2.269 m' η = 14.3	'2.166 m' η = 42.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 42.6
c: P7 - P1	Passa	Passa	'3.769 m' η = 36.5	'3.656 m' η = 66.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 66.5
a: P15 - V 7	Passa	Passa	'0.207 m' η = 36.6	'1.394 m' η = 71.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 71.0
b: V 7 - P11	Passa	Passa	'2.294 m' η = 32.4	'V 7' η = 71.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 71.0
c: P11 - P8	Passa	Passa	'0.207 m' η = 22.3	'P11' η = 55.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 55.4
d: P8 - P5	Passa	Passa	'0.819 m' η = 7.0	'1.025 m' η = 15.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 15.2
a: P5 - P2	Passa	Passa	'0.207 m' η = 15.6	'P5' η = 20.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 20.2



Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T _{Disp.sl}	T _{Geom.sl}	T _{Arm.sl}	
a: P9 - V 3	Passa	Passa	'0.207 m' η = 17.7	'P9' η = 25.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 25.8
a: P16 - P12	Passa	Passa	'4.044 m' η = 25.7	'3.946 m' η = 51.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 51.2
b: P12 - P6	Passa	Passa	'0.207 m' η = 22.5	'P12' η = 49.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 49.8

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xs}	TV _{ys}	T _{Disp.st}	T _{Geom.st}	T _{Arm.st}	
a: V 9 - P4	Passa	Passa	'3.019 m' η = 21.7	'0.915 m' η = 38.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 38.9
a: V 12 - P9	Passa	Passa	'0.183 m' η = 5.8	'1.217 m' η = 11.3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 11.3
a: V 12 - V 14	Passa	Passa	'0.167 m' η = 16.5	'1.094 m' η = 44.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 44.7
a: V 6 - V 4	Passa	Passa	'0.207 m' η = 13.8	'0.938 m' η = 34.1	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 34.1
a: P4 - V 1	Passa	Passa	'0.207 m' η = 10.6	'P4' η = 19.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 19.4
a: V 8 - V 7	Passa	Passa	'0.207 m' η = 8.1	'0.525 m' η = 15.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 15.2
a: V 8 - P13	Passa	Passa	'1.394 m' η = 16.1	'1.321 m' η = 39.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 39.8
c: P6 - P3	Passa	Passa	'0.207 m' η = 5.9	'P6' η = 23.1	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 23.1

Notação:

Disp.: Disposições relativas às armaduras

Arm.: Armadura mínima e máxima

Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)

N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)

T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.

T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.

T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.

TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.

TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua

TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua

TV_{xs}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.

TV_{ys}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.

T_{Disp.st}: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.

T_{Geom.st}: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.

T_{Arm.st}: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.

x: Distância à origem da barra

η: Coeficiente de aproveitamento (%)

N.P.: Não procede

-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.):

⁽¹⁾ A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.

⁽²⁾ A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.

⁽³⁾ Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	W _{k,F,sup.}	W _{k,F,lat.Dir.}	W _{k,F,inf.}	W _{k,F,lat.Esq.}	σ _s	
a: P1 - V 11	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.31 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
b: V 11 - P2	x: 1.275 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
c: P2 - P3	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.457 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: V 9 - P4	x: 3.225 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.245 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA



Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,lat.Esq.}$	σ_s	
a: P5 - P6	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.12 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: P7 - P8	x: 4.25 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.31 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: V 12 - P9	x: 1.475 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.7 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: P10 - P11	x: 4.25 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.31 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
b: P11 - P12	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.35 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: V 12 - V 14	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.3 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
b: V 14 - P13	x: 1.275 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: P14 - P15	x: 4.225 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.113 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
b: P15 - V 14	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.25 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Passa	PASSA
c: V 14 - V 16	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.892 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
d: V 16 - P16	x: 1.825 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: P14 - P10	x: 4.25 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.125 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
b: P10 - P7	x: 2.475 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.238 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
c: P7 - P1	x: 3.975 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.363 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: V 6 - V 4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.275 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: P15 - V 7	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.6 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
b: V 7 - P11	x: 2.5 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
c: P11 - P8	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.183 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
d: P8 - P5	x: 1.025 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: P5 - P2	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.4 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: V 8 - V 7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.825 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: P9 - V 3	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.704 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: P16 - P12	x: 4.25 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.125 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
b: P12 - P6	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.825 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA



Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)						Estado
	$W_{k,F, sup.}$	$W_{k,F, Lat. Dir.}$	$W_{k,F, inf.}$	$W_{k,F, Lat. Esq.}$	σ_s	-	
a: P4 - V 1	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA
a: V 8 - P13	x: 1.6 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA
c: P6 - P3	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA

Notação:

$W_{k,F, sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
 $W_{k,F, Lat. Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
 $W_{k,F, inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
 $W_{k,F, Lat. Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
 σ_s : Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
N.P.: Não procede
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.):

⁽¹⁾ A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.

⁽²⁾ A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.

⁽³⁾ Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Verificações de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q, lim}$ $f_{i,Q, lim} = L/350$	No tempo infinito (Quase permanente) $f_{T, max} \leq f_{T, lim}$ $f_{T, lim} = L/250$	Ativa (Característica) $f_{A, max} \leq f_{A, lim}$ $f_{A, lim} = \text{Min.}(10.00, L/500)$	Estado
a: P1 - V 11	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 13.29 mm	$f_{T, max}$: 0.43 mm $f_{T, lim}$: 18.60 mm	$f_{A, max}$: 0.34 mm $f_{A, lim}$: 9.30 mm	PASSA
b: V 11 - P2	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 13.29 mm	$f_{T, max}$: 0.29 mm $f_{T, lim}$: 18.60 mm	$f_{A, max}$: 0.23 mm $f_{A, lim}$: 9.30 mm	PASSA
c: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 12.29 mm	$f_{T, max}$: 0.06 mm $f_{T, lim}$: 15.51 mm	$f_{A, max}$: 0.02 mm $f_{A, lim}$: 1.23 mm	PASSA
a: V 9 - P4	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 9.21 mm	$f_{T, max}$: 0.40 mm $f_{T, lim}$: 12.90 mm	$f_{A, max}$: 0.34 mm $f_{A, lim}$: 6.45 mm	PASSA
a: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 12.36 mm	$f_{T, max}$: 0.71 mm $f_{T, lim}$: 17.30 mm	$f_{A, max}$: 0.60 mm $f_{A, lim}$: 8.65 mm	PASSA
a: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q, lim}$: 12.14 mm	$f_{T, max}$: 0.74 mm $f_{T, lim}$: 17.00 mm	$f_{A, max}$: 0.63 mm $f_{A, lim}$: 8.50 mm	PASSA
a: V 12 - P9	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 4.21 mm	$f_{T, max}$: 0.03 mm $f_{T, lim}$: 5.90 mm	$f_{A, max}$: 0.02 mm $f_{A, lim}$: 2.95 mm	PASSA
a: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 12.14 mm	$f_{T, max}$: 0.64 mm $f_{T, lim}$: 17.00 mm	$f_{A, max}$: 0.54 mm $f_{A, lim}$: 8.50 mm	PASSA
b: P11 - P12	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 13.43 mm	$f_{T, max}$: 0.67 mm $f_{T, lim}$: 18.80 mm	$f_{A, max}$: 0.56 mm $f_{A, lim}$: 9.40 mm	PASSA
a: V 12 - V 14	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 7.79 mm	$f_{T, max}$: 0.31 mm $f_{T, lim}$: 10.90 mm	$f_{A, max}$: 0.26 mm $f_{A, lim}$: 5.45 mm	PASSA
b: V 14 - P13	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 7.79 mm	$f_{T, max}$: 0.30 mm $f_{T, lim}$: 10.90 mm	$f_{A, max}$: 0.25 mm $f_{A, lim}$: 5.45 mm	PASSA
a: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q, lim}$: 12.07 mm	$f_{T, max}$: 0.43 mm $f_{T, lim}$: 16.90 mm	$f_{A, max}$: 0.36 mm $f_{A, lim}$: 8.45 mm	PASSA



Verificações de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	No tempo infinito (Quase permanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Ativa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = \text{Mín.}(10.00, L/500)$	Estado
b: P15 - V 14	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.36 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.66 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 18.70 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.56 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 9.35 \text{ mm}$	PASSA
c: V 14 - V 16	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.36 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.03 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 18.70 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.87 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 9.35 \text{ mm}$	PASSA
d: V 16 - P16	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.36 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.95 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 18.70 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.81 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 9.35 \text{ mm}$	PASSA
a: P14 - P10	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.14 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.55 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 17.00 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.46 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 8.50 \text{ mm}$	PASSA
b: P10 - P7	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 7.07 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.02 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 9.90 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.02 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 4.95 \text{ mm}$	PASSA
c: P7 - P1	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 11.36 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.59 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 15.90 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.49 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 7.95 \text{ mm}$	PASSA
a: V 6 - V 4	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 7.29 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.28 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 10.20 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.23 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 5.10 \text{ mm}$	PASSA
a: P4 - V 1	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 3.29 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 4.60 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 2.30 \text{ mm}$	PASSA
a: P15 - V 7	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.14 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.77 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 17.00 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.64 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 8.50 \text{ mm}$	PASSA
b: V 7 - P11	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.14 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.83 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 17.00 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.69 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 8.50 \text{ mm}$	PASSA
c: P11 - P8	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 7.07 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.06 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 8.66 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.05 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 4.30 \text{ mm}$	PASSA
d: P8 - P5	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 2.93 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 4.10 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 2.05 \text{ mm}$	PASSA
a: P5 - P2	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 8.00 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.11 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 11.20 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.09 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 5.60 \text{ mm}$	PASSA
a: V 8 - V 7	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 4.71 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.06 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 6.60 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.05 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 3.30 \text{ mm}$	PASSA
a: P9 - V 3	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 7.57 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.18 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 10.60 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.15 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 5.30 \text{ mm}$	PASSA
a: V 8 - P13	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 4.57 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.03 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 6.40 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.02 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 3.20 \text{ mm}$	PASSA
a: P16 - P12	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 12.14 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.51 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 17.00 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.42 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 8.50 \text{ mm}$	PASSA
b: P12 - P6	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 10.43 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.24 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 14.60 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.20 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 7.30 \text{ mm}$	PASSA
c: P6 - P3	$f_{i,Q}: 0.00 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 8.00 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.01 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 3.41 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.02 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 2.10 \text{ mm}$	PASSA

Cobertura

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TN _{Mx}	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T _{r,Disp.sl}	T _{r,Geom.st}	T _{r,Arm.st}	
a: P1 - P2	Passa	Passa	'4.394 m' $\eta = 38.9$	'4.270 m' $\eta = 82.7$	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 82.7$
b: P2 - P3	Passa	Passa	'0.257 m' $\eta = 36.5$	'P2' $\eta = 82.0$	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 82.0$



Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T,Disp. _{sl}	T,Geom. _{st}	T,Arm. _{st}	
a: P5 - P6	Passa	Passa	'0.207 m' η = 74.0	'1.915 m' η = 89.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 89.6
a: P7 - P8	Passa	Passa	'0.207 m' η = 48.5	'1.800 m' η = 88.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 88.0
a: P10 - P11	Passa	Passa	'4.044 m' η = 56.0	'4.044 m' η = 88.1	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 88.1
b: P11 - P12	Passa	Passa	'0.207 m' η = 68.9	'2.290 m' η = 88.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 88.8
a: P14 - P15	Passa	Passa	'4.019 m' η = 42.4	'4.019 m' η = 90.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 90.7
b: P15 - P16	Passa	Passa	'0.207 m' η = 46.9	'2.265 m' η = 93.3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 93.3
a: P14 - P10	Passa	Passa	'4.044 m' η = 8.4	'1.518 m' η = 19.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 19.2
b: P10 - P7	Passa	Passa	'0.207 m' η = 4.3	'P10' η = 15.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 15.9
b: P11 - P8	Passa	Passa	'0.207 m' η = 9.6	'2.166 m' η = 24.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 24.2
c: P8 - P5	Passa	Passa	'0.819 m' η = 17.2	'0.769 m' η = 29.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	PASSA η = 29.7

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T,Disp. _{sl}	T,Geom. _{st}	T,Arm. _{st}	-	
c: P7 - P1	Passa	Passa	'0.207 m' η = 7.3	'1.656 m' η = 16.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 16.2
a: P15 - P11	Passa	Passa	'4.044 m' η = 8.9	'1.518 m' η = 19.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 19.2
a: P5 - P2	Passa	Passa	'0.207 m' η = 8.2	'P5' η = 21.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 21.7
a: P16 - P12	Passa	Passa	'4.044 m' η = 7.8	'3.946 m' η = 19.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 19.6
b: P12 - P6	Passa	Passa	'0.207 m' η = 6.5	'P12' η = 20.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 20.5
c: P6 - P3	Passa	Passa	'0.207 m' η = 3.2	'P6' η = 9.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA η = 9.9

Notação:

Disp.: Disposições relativas às armaduras

Arm.: Armadura mínima e máxima

Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)

N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)

T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.

T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.

T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.

TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.

TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua

TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua

TV_{xSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.

TV_{ySt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.

T,Disp._{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.

T,Geom._{st}: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.

T,Arm._{st}: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.

x: Distância à origem da barra

η: Coeficiente de aproveitamento (%)

N.P.: Não procede

-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.):

⁽¹⁾ A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.

⁽²⁾ A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.

⁽³⁾ Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.



Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 4.65 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.8 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
b: P2 - P3	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.65 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
a: P5 - P6	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.915 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.965 m Passa	PASSA
a: P7 - P8	x: 4.25 m Passa	N.P. ⁽³⁾	x: 2.18 m Passa	N.P. ⁽³⁾	x: 1.04 m Passa	PASSA
a: P10 - P11	x: 4.25 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.42 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.044 m Passa	PASSA
b: P11 - P12	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.67 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.1 m Passa	PASSA
a: P14 - P15	x: 4.225 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.61 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.153 m Passa	PASSA
b: P15 - P16	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.645 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Passa	PASSA
a: P14 - P10	x: 4.25 m Passa	N.P. ⁽³⁾	x: 1.821 m Passa	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA
b: P10 - P7	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
b: P11 - P8	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.475 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
c: P8 - P5	x: 1.025 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA
c: P6 - P3	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.75 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	PASSA

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)						Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,lat.Esq.}$	σ_s	-	
c: P7 - P1	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.988 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA
a: P15 - P11	x: 4.25 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.821 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA
a: P5 - P2	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.05 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA
a: P16 - P12	x: 4.25 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.821 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA
b: P12 - P6	x: 0 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.129 m Passa	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	PASSA

Notação:

$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
 $W_{k,F,lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
 $W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
 $W_{k,F,lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
 σ_s : Armaduras longitudinais mínimas
 x : Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
 $N.P.$: Não procede
 $-$: -



Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.):

⁽¹⁾ A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.

⁽²⁾ A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.

⁽³⁾ Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Verificações de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	No tempo infinito (Quase permanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Ativa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = \text{Mín.}(10.00, L/500)$	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.16 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.29 mm	$f_{T,max}$: 0.94 mm $f_{T,lim}$: 18.60 mm	$f_{A,max}$: 0.66 mm $f_{A,lim}$: 9.30 mm	PASSA
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 9.38 mm	$f_{T,max}$: 0.43 mm $f_{T,lim}$: 16.34 mm	$f_{A,max}$: 0.32 mm $f_{A,lim}$: 8.23 mm	PASSA
a: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 2.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.36 mm	$f_{T,max}$: 5.52 mm $f_{T,lim}$: 17.30 mm	$f_{A,max}$: 5.57 mm $f_{A,lim}$: 8.65 mm	PASSA
a: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 3.37 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.14 mm	$f_{T,max}$: 6.50 mm $f_{T,lim}$: 17.00 mm	$f_{A,max}$: 6.53 mm $f_{A,lim}$: 8.50 mm	PASSA
a: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.22 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.87 mm	$f_{T,max}$: 0.99 mm $f_{T,lim}$: 15.49 mm	$f_{A,max}$: 0.68 mm $f_{A,lim}$: 7.74 mm	PASSA
b: P11 - P12	$f_{i,Q}$: 1.85 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.43 mm	$f_{T,max}$: 3.82 mm $f_{T,lim}$: 18.80 mm	$f_{A,max}$: 3.68 mm $f_{A,lim}$: 9.40 mm	PASSA
a: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.15 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.65 mm	$f_{T,max}$: 0.89 mm $f_{T,lim}$: 16.27 mm	$f_{A,max}$: 0.67 mm $f_{A,lim}$: 8.14 mm	PASSA
b: P15 - P16	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.36 mm	$f_{T,max}$: 1.58 mm $f_{T,lim}$: 18.70 mm	$f_{A,max}$: 1.20 mm $f_{A,lim}$: 9.35 mm	PASSA
a: P14 - P10	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.14 mm	$f_{T,max}$: 0.35 mm $f_{T,lim}$: 17.00 mm	$f_{A,max}$: 0.15 mm $f_{A,lim}$: 8.50 mm	PASSA
b: P10 - P7	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.07 mm	$f_{T,max}$: 0.07 mm $f_{T,lim}$: 9.90 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 4.95 mm	PASSA
c: P7 - P1	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.36 mm	$f_{T,max}$: 0.27 mm $f_{T,lim}$: 15.90 mm	$f_{A,max}$: 0.11 mm $f_{A,lim}$: 7.95 mm	PASSA
a: P15 - P11	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.14 mm	$f_{T,max}$: 0.34 mm $f_{T,lim}$: 17.00 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 8.50 mm	PASSA
b: P11 - P8	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.14 mm	$f_{T,max}$: 0.12 mm $f_{T,lim}$: 19.80 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 9.07 mm	PASSA
c: P8 - P5	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 2.93 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 4.10 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 2.05 mm	PASSA
a: P5 - P2	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 8.00 mm	$f_{T,max}$: 0.01 mm $f_{T,lim}$: 3.85 mm	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 3.50 mm	PASSA
a: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.14 mm	$f_{T,max}$: 0.29 mm $f_{T,lim}$: 17.00 mm	$f_{A,max}$: 0.12 mm $f_{A,lim}$: 8.50 mm	PASSA
b: P12 - P6	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.43 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 4.81 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 7.30 mm	PASSA
c: P6 - P3	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 8.00 mm	$f_{T,max}$: 0.07 mm $f_{T,lim}$: 11.20 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 5.60 mm	PASSA



7 CONCLUSÃO

Através deste projeto foi possível pôr em prática os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Estruturas de concreto armado (Concreto I e II) e arquitetura.

Podemos concluir que a tecnologia BIM tem facilitado muito a verificação de erros e a integração entre as disciplinas de modo a otimizar a obra, evitando prejuízos.

Outro ponto que cabe destacar é que embora o cálculo tenha sido todo elaborado através de um software é necessário ter um conhecimento técnico e normativo, isto fica evidente no pré-dimensionamento dos elementos estruturais uma vez que não foram usadas seções (tanto de pilar quanto de viga) de dimensionamentos absurdos, e também cabe ao profissional interpretar os erros que podem ocorrer no momento em que é feito o dimensionamento.

Anexo I – Catálogo da Engemolde



Tabelas de Vãos Máximos para Lajes Treliçadas (LT) Unidirecional com Cerâmica

TIPO	BI-APOIADA Carga (Ação) Adicional Total (p) - KN/m² (carga acidental(q) + carga permanente adicional (g) ⁽¹⁾)							APOIADA / ENGASTADA Carga (Ação) Adicional Total (p) - KN/m² (carga acidental(q) + carga permanente adicional (g) ⁽¹⁾)							BI-ENGASTADA Carga (Ação) Adicional Total (p) - KN/m² (carga acidental(q) + carga permanente adicional (g) ⁽¹⁾)						
	1,0	2,0	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0	1,0	2,0	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0	1,0	2,0	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
LT 10 (7+3)	4,30	4,10	4,01	3,67	3,18	2,68	2,41	4,92	4,67	4,56	3,95	3,41	2,85	2,54	5,37	5,09	4,86	4,49	3,85	3,21	2,66
LT 11 (7+4)	4,56	4,37	4,28	4,04	3,50	2,95	2,65	5,18	4,95	4,84	4,36	3,76	3,14	2,81	5,55	5,30	5,19	4,61	3,97	3,30	2,94
LT 11 (8+3)	4,78	4,57	4,47	4,19	3,64	3,06	2,75	5,40	5,15	5,04	4,52	3,90	3,26	2,91	5,79	5,51	5,39	4,79	4,12	3,43	3,06
LT 12 (8+4)	5,04	4,84	4,75	4,58	3,97	3,35	3,01	5,69	5,44	5,34	4,95	4,27	3,58	3,20	6,00	5,83	5,71	5,26	4,53	3,77	3,36
LT 16 (12+4)	6,02	6,01	6,00	5,85	5,30	4,47	4,01	6,76	6,52	6,41	6,21	5,75	4,82	4,31	7,26	7,00	6,88	6,66	6,00	5,12	4,58
LT 20 (16+4)	7,17	6,95	6,85	6,67	6,28	5,59	5,02	8,02	7,76	7,65	7,44	6,88	6,00	5,43	8,60	8,33	8,21	7,98	7,36	6,16	5,78
LT 25 (20+5)	8,45	8,24	8,14	7,95	7,70	6,66	6,00	9,40	9,15	9,04	8,83	8,54	7,27	6,52	10,00	9,87	9,74	9,51	9,20	7,78	6,97

Informações técnicas das lajes treliçadas (LT) com EPS - UNIDIRECIONAL

TIPO	Altura total da laje (h) (cm)	Altura do elemento de enchimento (he) (cm)	Capa de concreto (C) (cm)	Ação permanente de peso próprio (KN/m²)	Concreto para capeamento (C) e nervuras (NL) (m³/m²)
LT 10 (7+3)	10	7	3	1,53	0,040
LT 11 (7+4)	11	7	4	1,77	0,050
LT 11 (8+3)	11	8	3	1,70	0,045
LT 12 (8+4)	12	8	4	1,94	0,055
LT 15 (12+3)	15	12	3	2,17	0,057
LT 16 (12+4)	16	12	4	2,42	0,067
LT 20 (16+4)	20	16	4	2,94	0,080
LT 25 (20+5)	25	20	5	3,57	0,102

Normas Técnicas (ABNT)

NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento;
NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;
NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
NBR 14859-1 - Laje Pré-Fabricada - Requisitos - Parte 1: Lajes unidirecionais;
NBR 14859-2 - Laje Pré-Fabricada - Requisitos - Parte 2: Lajes bidirecionais;
NBR 14860-1 - Laje Pré-Fabricada Pré-Laje - Requisitos - Parte 1: Lajes unidirecionais;
NBR 14860-2 - Laje Pré-Fabricada Pré-Laje - Requisitos - Parte 2: Lajes bidirecionais;
NBR 14862 - Armaduras treliçadas eletrosoldadas - Requisitos.

Considerações

- 1 Previsto o valor de 0,50 KN/m² de carga de revestimento como carga permanente adicional;
- 2 Para lajes bidirecionais, outras alturas e cargas (ações), consulte o Departamento Técnico da ENGEMOLDE;
- 3 LT - Laje treliçada unidirecional (NBR - 14859-1);
- 4 Concreto de capeamento estrutural classe C25 (Fck ≥ 25MPa);
- 5 1,0 KN/m² = 100 kgf/m²;
- 6 Vão máximo em metros;
- 7 Para LT 10 (7+3) e LT 11 (7+4), considerar um entreixo de 45cm, para demais lajes considerar entreixo de 38cm;
- 8 O cálculo, dimensionamento e demais definições são elaborados pela ENGEMOLDE no projeto das lajes.



(Foto esquerda)
Lajes treliçadas
Novo Centro de Pesquisas da Petrobras – CENPES - RJ
Consórcio Novo Cenpes
(OAS / Carioca / Construcap / Schahin / Construbase)

(foto direita)
Pré-lajes
Storage Tanks
CSA - companhia Siderúrgica do Atlântico
Consórcio OAS / Engevix / Steuler



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento - elaboração. 2007. São Paulo: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. 1994. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos - Elaboração. 2015. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações - elaboração. 2010. São Paulo: ABNT, 2010.

ENGEMOLDE. **Catálogo de Laje Treliçada (LT) com cerâmica**. Disponível em: <http://www.engemolde.com.br/uploads/produtos/laje_trelicada_ceramica.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021.

SANTOS, N. V. **Compatibilização de projetos estruturais de edificações via metodologia BIM – integração entre softwares de modelagem e dimensionamento de projeto**. Projeto de Graduação. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2019

ANDRADE, R. V. **Projeto estrutural automatizado de uma edificação em concreto armado**. Projeto de Graduação. Universidade Veiga de Almeida, UVA, Rio de Janeiro, 2017.

SOFTWARE CYPECAD - VERSÃO 2017.

SOFTWARE REVIT – VERSÃO 2021.

SOFTWARE AUTOCAD – VERSÃO 2019.

APRENDA O QUE É O IFC E QUAL A SUA IMPORTÂNCIA PARA O BIM. Makebim, 2017. Disponível em: < <https://www.makebim.com/2017/02/14/aprenda-o-que-e-o-ifc-e-qual-a-sua-importancia-para-o-bim/>>. Acesso em: 16 novembro 2021

O CONCEITO BIM (*BUILDING INFORMATION MODEL*). Saepto, [2015?]. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/saepto/saepto-2/conheca-o-projeto/o-conceito-bim-building-information-model/>>. Acesso em: 16 novembro 2021

SOFTWARE DE BIM MULTIDISCIPLINAR PARA PROJETOS COORDENADOS E DE MAIOR QUALIDADE. Autodesk, [2015?]. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview>>. Acesso em: 16 novembro 2021



CYPECAD SOFTWARE PARA CÁLCULO ESTRUTURAL. Autodesk, [2015?].
Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview>>. Acesso em:
16 novembro 2021