

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PATOS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO

**PROJETO ESTRUTURAL DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM
CONCRETO ARMADO COM APLICAÇÃO DO *SOFTWARE* TQS®**

PATOS - PB

2024

KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO

**PROJETO ESTRUTURAL DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM
CONCRETO ARMADO COM APLICAÇÃO DO *SOFTWARE* TQS®**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador (a): Prof. MSc. Valteson da Silva Santos

PATOS - PB

2024

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

S581p Silva Sobrinho, Kleber Enrique da.
Projeto estrutural de uma residência unifamiliar em concreto armado com aplicação do software TQS® / Kleber Enrique da Silva.- Patos, 2024.
135 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior em Engenheiro Civil.)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2024.

Orientador(a): Prof. MSc. Valteson da Silva Santos.

1. Dimensionamento de estruturas 2. Software TQS®-Construção civil-Automação de cálculos estruturais 3. Concreto armado I. Título II. Santos, Valteson da Silva III. Instituto Federal da Paraíba.

CDU-693.55

KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO

**PROJETO ESTRUTURAL DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM
CONCRETO ARMADO COM APLICAÇÃO DO *SOFTWARE* TQS®**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

APROVADO EM: 30 / 09 /2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. XXXXX – Valteson da Silva Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Prof. MSc. Deividy Kaik de Lima Araujo - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Profa. Esp. Larissa Layerr Oliveira de Medeiros e Lima - Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me fortalecido ao decorrer da minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais, Judivan e Maria, pela educação e ensinamentos durante toda minha vida, pela paciência e por sempre me incentivar nessa trajetória, agradeço. Agradeço também a minha namorada e futura esposa Natália Araújo por me apoiar em todas as coisas.

Agradeço aos professores e servidores do Instituto Federal da Paraíba - Patos pelos ensinamentos que tanto contribuíram para minha formação acadêmica.

De modo especial ao Prof. MSc. Valteson da Silva Santos, pela disposição em orientar esse trabalho e pelos seus ensinamentos em sala de aula. Agradeço também aos professores Guilherme Vaz, Fernando Henrique, Weber Geovanni, Deividy Araujo e José Henrique pelos conhecimentos obtidos em projetos de pesquisa e nos programas de monitoria.

Agradeço também a Aldo Xavier, Gustavo Martins e Pedro Fernandes por terem me proporcionado o contato com a profissão de engenheiro civil.

Agradeço a todos os meus colegas pelos momentos de alegria durante trajetória.

RESUMO

O mercado da construção civil tem se beneficiado de avanços técnicos e tecnológicos, permitindo a aplicação de metodologias que conciliam sustentabilidade, durabilidade e economia. No Brasil, o concreto armado (CA) é a solução estrutural mais utilizada, destacando-se também no cenário mundial. Devido à crescente complexidade dos projetos, o uso de softwares especializados, como o TQS®, CypeCad® e AltoQi Eberick®, tornou-se indispensável na elaboração de projetos estruturais, substituindo os cálculos manuais. Nesta pesquisa, o software TQS® foi escolhido por sua popularidade em escritórios de engenharia e pela disponibilidade da versão estudantil. O processo de desenvolvimento do projeto estrutural incluiu a escolha do sistema estrutural adequado e o lançamento dos elementos, como vigas, pilares, lajes e escadas, visando otimizar suas dimensões e compatibilizá-los com a arquitetura. A utilização do software contribuiu significativamente para a eficiência do projeto, auxiliando tanto no dimensionamento quanto no detalhamento dos elementos estruturais, além de proporcionar uma análise quantitativa precisa dos materiais. O projeto em questão, uma residência unifamiliar, localizada na cidade de Malta/PB, demandou 48,09 m³ de concreto, 497,89 m² de fôrmas e 3014 kgf de aço. Apesar da eficiência proporcionada por ferramentas computacionais, o conhecimento teórico continua sendo essencial para a elaboração de bons projetos. É necessário que o engenheiro tenha domínio das disciplinas fundamentais, como resistência dos materiais e teoria das estruturas, além de validar os resultados gerados pelo software antes da execução do projeto.

Palavras-chave: Dimensionamento de estruturas; Automação de cálculos estruturais; Lançamento estrutural.

ABSTRACT

The construction industry has benefited from significant technical and technological advancements, enabling the implementation of methodologies that integrate sustainability, durability, and cost-efficiency. In Brazil, reinforced concrete (RC) remains the most widely used structural solution, standing out globally as well. Due to the increasing complexity of projects, the use of specialized software, such as TQS®, CypeCad®, and AltoQi Eberick®, has become indispensable for structural design, replacing manual calculations. In this study, TQS® software was selected due to its widespread use in engineering firms and the availability of a student version. The development process of the structural project involved selecting an appropriate structural system and designing elements such as beams, columns, slabs, and stairs, with the goal of optimizing their dimensions and ensuring compatibility with the architectural design. The use of the software significantly enhanced the project's efficiency, assisting both in the sizing and detailing of structural elements, while also providing an accurate quantitative analysis of materials. The project, a single-family residence located in Malta, PB, required 48.09 m³ of concrete, 497.89 m² of formwork, and 3014 kgf of steel. Despite the efficiency provided by computational tools, theoretical knowledge remains crucial for the development of sound designs. Engineers must possess a thorough understanding of fundamental subjects, such as material strength and structural theory, as well as validate the software-generated results before proceeding with project execution.

Keywords: Structural design; Automation of structural calculations; Structural modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Barco confeccionado a partir de argamassa e malha fina por Lambot	15
Figura 2 – Vasos de flores de Joseph Monier.....	15
Figura 3 - Treliça de Morsch e Ritter.	16
Figura 4 - Burj Khalifa: o edifício mais alto do mundo, Dubai.....	16
Figura 5 – Hidrelétrica das Três Gargantas, China.....	17
Figura 6 - Viga em concreto simples com tensões atuantes.	18
Figura 7 - Viga em concreto armado com tensões atuantes	18
Figura 8 – Esquema explicativo da subestrutura e superestrutura.....	20
Figura 9 - Execução de vigas.....	21
Figura 10 - Fluxograma do projeto estrutural da residência.....	25
Figura 11 - Arquitetura do pavimento térreo	26
Figura 12 - Arquitetura do pavimento superior	27
Figura 13 - Arquitetura da cobertura.....	27
Figura 14 - Dados gerais de identificação do edifício	29
Figura 15 - Altura dos pavimentos da edificação	30
Figura 16 - Definição do concreto usado.....	30
Figura 17 - Cobrimento nominal dos elementos estruturais	31
Figura 18 - Pesos das alvenarias definidos pela NBR 6120	32
Figura 19 - Inserindo arquiteturas no TQS	35
Figura 20 - Inserindo informações dos pilares	35
Figura 21 - Posicionamento dos pilares.....	36
Figura 22 - Visualização 3D dos pilares.....	36
Figura 23 - Inserindo informações das vigas.....	39
Figura 24 - Posicionamento das vigas	39
Figura 25 - Visualização 3D das vigas	40
Figura 26 - Inserindo informações das lajes	41
Figura 27 – Lançamento das lajes maciças.....	42
Figura 28 - Visualização 3D das lajes	42
Figura 29 – Lançamento das escadas.....	43
Figura 30 - Visualização 3D das escada	44
Figura 31 - Interface do processamento global no TQS	45
Figura 32 - Finalização do processamento global	45

Figura 33 - Interface gráfica do TQS Vigas	46
Figura 34 - Informações do dimensionamento da Viga 301	47
Figura 35 - Informações da Viga 301 ao esforço de flexão	47
Figura 36 - Detalhamento da Viga 301	48
Figura 37 – Interface gráfica do TQS Lajes	48
Figura 38 – Detalhamento das armaduras positivas principais das lajes do pavimento superior	49
Figura 39 - Interface gráfica do TQS Pilar	50
Figura 40 - Informações da Pilar P1 ao esforço de flexão	50
Figura 41 - Detalhamento do Pilar P1	51
Figura 42 - Detalhamento da armação da escada	52
Figura 43 - Consumo de concreto e fôrmas no edifício	53
Figura 44 - Consumo de aço no edifício	53
Figura 45 - Consumo de aço por bitola	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Geral	13
1.1.2 Específicos	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 HISTÓRICO DO CONCRETO ARMADO NO MUNDO	14
2.2 CONCRETO ARMADO.....	17
2.3 PRINCIPAIS ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO	19
2.3.1 Definição e dimensionamento de vigas	20
2.3.2 Definição e dimensionamento de lajes	22
2.3.2 Definição e dimensionamento de pilares	23
2.4 O USO DE <i>SOFTWARES</i> PARA PROJETOS ESTRUTURAIS.....	23
3 MÉTODOS.....	25
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	25
3.2 CONSIDERAÇÕES DO PROJETO ESTRUTURAL	28
4 RESULTADOS	29
4.1 CARREGAMENTOS.....	31
4.1.1 Carregamento devido às alvenarias.....	32
4.1.2 Carregamento da laje da caixa d'água	33
4.1.3 Carregamento do vento.....	33
4.2 LANÇAMENTO ESTRUTURAL	33
4.2.1 Pilares	34
4.2.2 Vigas.....	37
4.2.3 Lajes.....	40
4.2.4 Escadas	43
4.3 PROCESSAMENTO ESTRUTURAL	44
4.4 ANÁLISE E DETALHAMENTO DAS VIGAS	46
4.5 ANÁLISE E DETALHAMENTO DAS LAJES	48
4.6 ANÁLISE E DETALHAMENTO DOS PILARES	49
4.7 ANÁLISE E DETALHAMENTO DAS ESCADAS	51
4.8 CONSUMO DE MATERIAIS.....	52

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE A – DETALHAMENTO ESTRUTURAL	61
APÊNDICE B – MEMORIAL SIMPLIFICADO DESCRITIVO E DE CÁLCULO.....	81

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o mercado da construção civil apresenta grandes avanços técnicos e tecnológicos. A partir de pesquisas científicas que buscam acrescentar metodologias e técnicas construtivas é possível conciliar sustentabilidade, usabilidade, durabilidade e economia.

No ramo da engenharia estrutural, existem métodos construtivos já ratificados no mercado mundial, como o concreto armado (CA), estruturas metálicas e estruturas de madeira. No entanto, no Brasil, o concreto armado se destaca como a solução estrutural sendo a mais utilizada, assim como no cenário mundial (Pinheiro, Muzardo e Santos, 2004).

Como a alternativa estrutural em CA está bem consolidada, as técnicas de execução são difusas em todo o país. Além desse benefício, Carvalho e Filho (2023) relatam as vantagens do uso do CA: boa resistência às solicitações; boa trabalhabilidade; durabilidade; resulta em estruturas mais econômicas em diversas situações. Por outro lado, o concreto armado apresenta algumas desvantagens, os autores citam que: resulta em elementos com dimensões e peso maiores que o aço; faz-se necessário a utilização de fôrmas e a utilização de escoramentos.

A escolha de um sistema estrutural envolve a análise de uma série de variáveis como mão de obra, custo, disponibilidade de materiais, arquitetura da edificação, entre outros fatores importantes. Conseqüentemente, o responsável técnico designado ao processo de escolha de solução estrutural, deve evitar modismos e escolhas tendenciosas (Rabello, 2017).

Além disso, a definição do sistema estrutural é realizada por meio de um projeto estrutural compatível com a arquitetura proposta. O desenvolvimento do projeto possui como objetivo fornecer as disposições dos elementos estruturais, detalhamento de cada elemento projetado e as informações necessárias para a execução da obra (Martha, 2010).

O uso de *softwares* em projetos estruturais consiste na automatização dos procedimentos de cálculos manuais. Assim, os projetistas conseguem estudar os comportamentos das estruturas e obter uma noção da ordem de grandeza dos resultados obtidos. No entanto, é importante ressaltar que, mesmo os programas computacionais não substituem o conhecimento do engenheiro civil (Loriggio, 2016).

Em decorrência da alta demanda do mercado, o uso de soluções computacionais para a elaboração de projetos estruturais tornou-se indispensável. Não há mais espaço para que o sistema estrutural seja calculado inteiramente de forma manual, a depender da complexidade da demanda. Atualmente no mercado possuímos *softwares* específicos para a modelagem estrutural: CypeCad[®], AltoQi Eberick[®] e TQS[®].

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi escolhido o TQS[®] como ferramenta de dimensionamento da estrutura, pois é um dos mais utilizados e presentes em escritórios de engenharia do Brasil, além de disponibilizar versão estudantil.

Para padronizar a elaboração de projetos estruturais e garantir a segurança técnica das obras, existem normas técnicas específicas para o dimensionamento e execução do sistema estrutural em concreto. Essas normas asseguram que o projeto possua desempenho, que seja exequível e durável. Como exemplos, podemos citar: Eurocode 2 – *Design of Concrete Structures*; ACI 318-14 – *Building Code Requirements for Structural Concrete*; ABNT NBR 6118:2023 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, que estabelece parâmetros para o dimensionamento de projetos estruturais envolvendo o concreto simples, armado e protendido

Com base nas informações expostas, pretende-se com essa pesquisa desenvolver a análise e projeto estrutural de uma residência de padrão unifamiliar utilizando o sistema estrutural em concreto armado a partir do software TQS[®] e da NBR 6118:2023.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

- Realizar um estudo de dimensionamento de uma estrutura em concreto armado de uma residência unifamiliar utilizando o programa comercial TQS[®], seguindo a NBR 6118:2023.

1.1.2 Específicos

- Aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos nas disciplinas de projetos estruturais em concreto armado;
- Realizar o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais do edifício utilizando o *software* TQS[®];
- Elaborar a estimativa de materiais para execução da estrutura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 HISTÓRICO DO CONCRETO ARMADO NO MUNDO

O concreto convencional, empregado hoje em construções de diversas possibilidades de estruturas, é o resultado do aprimoramento do trabalho de diversas civilizações humanas. A partir das contribuições, foi possível aperfeiçoar materiais, teorias e técnicas.

Historicamente, a primeira concepção de concreto surge no Império Romano, cerca de 300 anos de cristo. O concreto da civilização romana era constituído por agregados (pedaços de pedras calcárias e mármore), cal, areia, pozolona e água. A pozolona é um material silicioso de origem vulcânica que era encontrada na época de forma abundante na região próxima ao vulcão Vesúvio (Bunder, 2016).

A Revolução Industrial teve um papel crucial no avanço da produção de ferro, e de aço em um estágio subsequente:

Há um momento na História em que o ferro passa a ser empregado com tão diversificados fins, dentre eles a construção de edifícios, que é inevitável o registro desse material como um fator essencial para as transformações de toda ordem por que passou a sociedade. Este momento é o século XIX (Gomes, 1986, p. 13).

Bastos (2006) retrata que a partir de indícios históricos acredita-se que o concreto armado (na época denominado de cimento armado) teve sua origem na França, no ano de 1849. O francês Joseph Louis Lambot foi o autor das primeiras experiências com o material. Lambot construiu um barco com argamassa e malha fina de ferro, representada na Figura 1. Apesar de funcional, as canoas não obtiveram sucesso comercial.

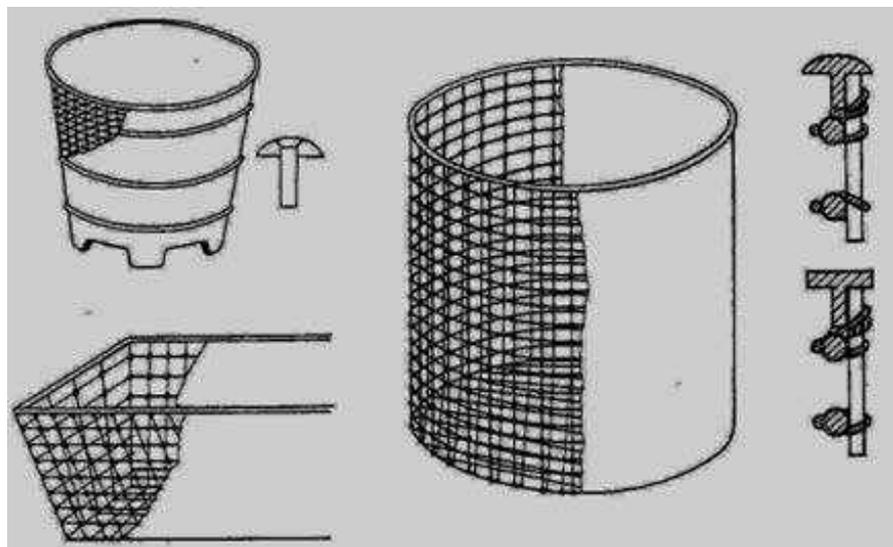
Figura 1 - Barco confeccionado a partir de argamassa e malha fina por Lambot



Fonte: Luis Fernando Kaefer, 1998.

Em 1861, Joseph Monier construiu vasos (Figura 2) destinados a plantas a partir da argamassa armada. Monier obteve em 1867, sua primeira patente para a execução de vasos feitos de cimento armado, solicitando outras no futuro para tubos e reservatórios (1868), placas (1869) e pontes no ano de 1873 (Pinheiro e Giongo, 1986).

Figura 2 – Vasos de flores de Joseph Monier.

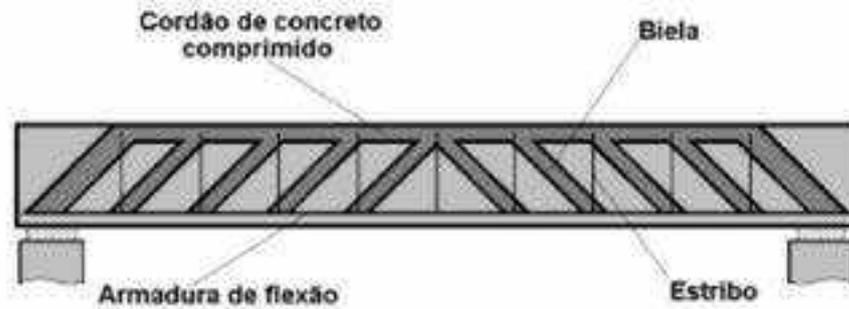


Fonte: Pedrosa e Teixeira, 2011.

Por meados de 1902, Morsch e Ritter desenvolveram, a partir da teoria do concreto armado de Koenen, a base científica sobre o dimensionamento de elementos em concreto armado. Morsch e Ritter propuseram a analogia entre uma viga de concreto e uma treliça (Figura 3) capaz de determinar a armadura de cisalhamento necessária para a diminuição das

fissuras apresentadas quando há um carregamento em uma viga de concreto armado (Carvalho e Filho, 2023).

Figura 3 - Treliça de Morsch e Ritter.



Fonte: Pinheiro, 2007.

A partir dos avanços teóricos e técnicos da utilização do concreto armado, tornou-se necessário a criação de instruções para os projetos, preparação e execução. No ano de 1904 são publicadas na Alemanha as primeiras orientações técnicas (Carvalho e Filho, 2023).

O concreto armado é amplamente utilizado no mundo devido à sua resistência e características. A versatilidade do concreto permite a construção de diversos tipos de estruturas, como: casas, prédios, reservatórios, pontes, entre outros. Exemplos da utilização do concreto armado no mundo incluem o Burj Khalifa em Dubai (Figura 4), o prédio mais alto do mundo e a hidrelétrica das Três Gargantas na China (Figura 5).

Figura 4 - Burj Khalifa: o edifício mais alto do mundo, Dubai.



Fonte: G1, 2021.

Figura 5 – Hidrelétrica das Três Gargantas, China.



Fonte: Pena, 2019.

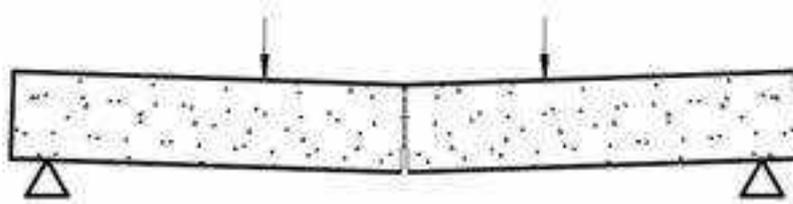
2.2 CONCRETO ARMADO

Conforme Giongo (2007), o concreto armado é um material altamente versátil que pode ser moldado diversas necessidades de formas e funções estruturais. Tal característica faz com que o concreto armado seja utilizado em diversos tipos de projetos arquitetônicos.

Os elementos estruturais em concreto armado devem resistir aos esforços de compressão pela taxa de concreto simples e resistir aos esforços de tração a partir da taxa de aço presente no elemento estrutural. De acordo com Carvalho e Filho (2023), as fibras provenientes da parcela de aço só trabalham a partir da deformação do concreto, ou seja, se não houver deformação no concreto, os esforços de tração que deveriam ser resistidos pelo aço, serão resistidos pelo concreto, porém o concreto não possui boa trabalhabilidade aos esforços de tração.

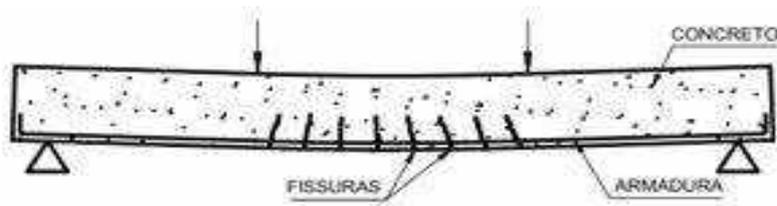
A importância da ação conjunta entre o concreto e a armadura é demonstrada na análise de uma viga de concreto simples (sem a utilização de aço), que se rompe bruscamente assim que surge a primeira fissura, após a tensão de tração atuante superar a resistência do concreto à tração. Todavia, ao ser adicionada o aço de forma adequada na região onde há tensões de tração, a resistência da viga aumenta (Bastos, 2006).

Figura 6 - Viga em concreto simples com tensões atuantes.



Fonte: Pfeil, 1989.

Figura 7 - Viga em concreto armado com tensões atuantes



Fonte: Pfeil, 1989.

A NBR 6118:2023 determina fatores de qualidade do concreto, estabelecendo uma relação entre o ambiente de exposição do concreto e a sua durabilidade. De acordo com o Quadro 1, o local da execução da estrutura gera diferentes níveis de risco de deterioração dos elementos estruturais.

Quadro 1 - Classes 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	Pequeno
III	Forte	Marinha	Grande
		Industrial	
IV	Muito forte	Industrial	Elevado
		Respingos de maré	

Fonte: Adaptado da NBR 6118:2023, 2024.

A norma também estabelece a relação entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento mínimo das armaduras a ser considerado nos cálculos e detalhamentos do projeto estrutural, conforme indicado no Quadro 2.

Quadro 2 – Correspondência entre a CAA e cobrimento nominal

Tipo de Estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	III	IV
		Cobrimento nominal (mm)			
Concreto armado	Laje	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo	30		40	50

Fonte: Adaptado da NBR 6118:2023, 2024.

No Quadro 3, a NBR 6118:2023 determina com base na classe de agressividade ambiental (CAA), pode-se determinar a relação água/cimento máxima permitida e a classe de resistência do concreto correspondente.

Quadro 3 - Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto armado

Concreto	Tipo	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$

Fonte: Adaptado da NBR 6118:2023, 2024.

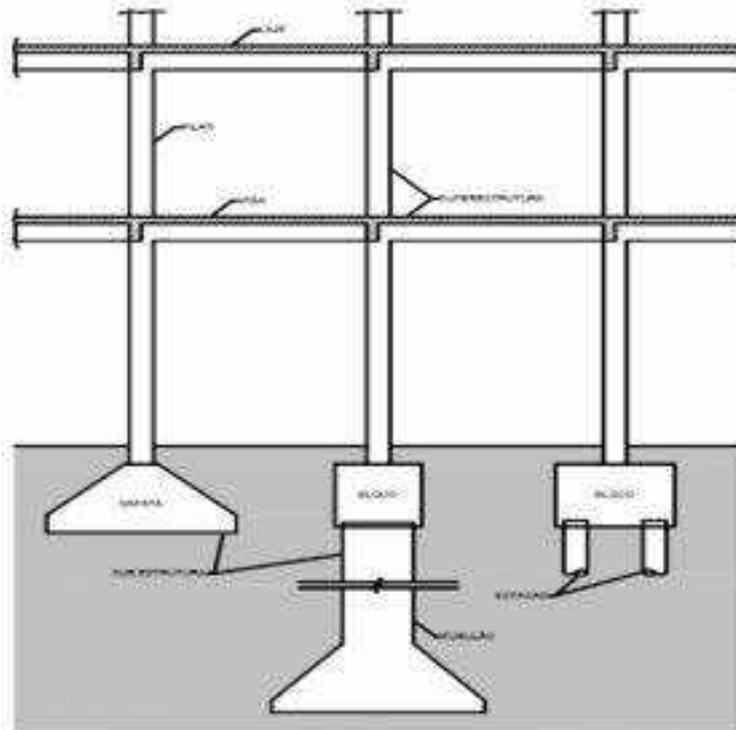
2.3 PRINCIPAIS ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO

Segundo Carvalho e Filho (2023), os elementos estruturais são componentes cujas uma ou duas dimensões são preponderantes sobre as demais, como vigas, lajes e pilares, formando assim uma estrutura. O posicionamento desses elementos é chamado de sistema estrutural. Porém alguns elementos são dependentes do posicionamento, não influenciando o material de que são feitos os elementos.

Uma estrutura é dividida em duas partes principais: a superestrutura e a subestrutura. A subestrutura, ou fundação, tem a função de transferir todas as cargas e esforços da edificação para o solo. A superestrutura, que é composta por pilares, vigas e lajes, forma a parte visível da construção e é responsável por encaminhar as forças que recebe para a subestrutura. A Figura

8 ajuda a visualizar essa divisão, destacando como cada parte contribui para o funcionamento geral da edificação (Bastos, 2016).

Figura 8 – Esquema explicativo da subestrutura e superestrutura.



Fonte: Bastos, 2016.

2.3.1 Definição e dimensionamento de vigas

As vigas são elementos lineares em que a flexão predomina. São definidos por um comprimento longitudinal (NBR 6118, 2023). A viga em uma estrutura possui a função de suportar os esforços proveniente da laje. Contudo, em edificações com vários pavimentos, as vigas recebem a carga de todos os elementos situados acima dela. Assim, as vigas distribuem os carregamentos para os apoios, normalmente são os pilares, que transferem a carga para a fundação, a qual dissipa o carregamento no solo (Bastos, 2006). A Figura 9 ilustra a execução de vigas em concreto armado.

Figura 9 - Execução de vigas



Fonte: Autor, 2024.

A NBR 6118:2023 prever que a seção transversal das vigas deve apresentar largura mínima de 12 cm e, para vigas-paredes, o mínimo aceitável é 15 cm. Para casos excepcionais, os limites podem ser reduzidos respeitando o mínimo absoluto de 10 cm, desde que as seguintes condições sejam atendidas: espaço adequado para alojamento das armaduras e suas interferências com as armaduras dos demais elementos estruturais, respeitando ainda os espaçamentos e cobrimentos preconizados pela norma, lançamento, adensamento e vibração do concreto de acordo com a ABNT NBR 14931: 2004 (NBR 6118, 2023).

De acordo com Cunha (2014), podem ser adotados os seguintes valores para a largura de vigas (b_w):

- $b_w = 12$ cm (vão ≤ 4 m);
- $b_w = 20$ cm (4 m $<$ vão ≤ 8 m);
- $b_w = 25$ a 30 cm (vão > 8 m).

Existem métodos que levam em consideração a posição da viga no lançamento estrutural. O “Método do Vão Ponderado” desenvolvido por Cunha (2014) considera a posição da viga, bem como se ela serve de apoio a outras vigas, propondo a altura da viga (h) baseada pelo seu vão (L). A Tabela 1 demonstra o método descrito.

Tabela 1 – Método do Vão Ponderado

Caso	Posição da viga	Dá apoio a outra(s) vigas (s)?	Fórmula
1	Central	Sim	$h = 14\% L$
2	Central	Não	$h = 10\% L$
3	Periférica	Sim	$h = 10\% L$
4	Periférica	Não	$h = 9\% L$

Fonte: Cunha, 2014.

De acordo com Botelho e Marchetti (2015), o pré-dimensionamento da altura de vigas pode seguir as seguintes proporções: L/10 para vigas bi apoiadas, L/12 para vigas contínuas e L/5 para vigas em balanço. No entanto, valores superiores a esses podem resultar em elementos “superdimensionados”, o que encarece o projeto e aumenta o risco de rompimento do concreto, sem aviso prévio, embora ainda haja margem de segurança em relação aos esforços suportados pelo aço.

2.3.2 Definição e dimensionamento de lajes

Segundo Bastos (2023), as lajes são consideradas elementos planos e bidimensionais, caracterizados por terem duas dimensões, como largura e o comprimento, com mesma ordem de grandeza e superiores à terceira dimensão, que é a espessura. Sua principal função é suportar o carregamento aplicado em uma edificação, que inclui pessoas, móveis, máquinas, equipamentos, paredes, veículos e outros tipos de carga, variando com a proposta da arquitetura.

As lajes podem ser classificadas em diversos tipos, de acordo com a forma de apoio e a maneira como são projetadas. Entre as alternativas, destaca-se as lajes maciças, nervuradas, protendida, cada uma com características próprias. A escolha do tipo adequado de laje é essencial para garantir a eficiência e segurança estrutural da edificação (Cunha, 2014).

Conforme o item 13.2.4.1 da ABNT NBR 6118, é necessário respeitar a espessura mínima de lajes maciças, as quais variam de acordo com o tipo de aplicação. Para coberturas sem balanço, a espessura mínima recomendada é de 7 cm, enquanto para lajes de piso não em balanço, o valor mínimo é de 8 cm. Lajes em balanço, devem possuir, no mínimo, a espessura de 10 cm, o mesmo exigido para lajes que suportem veículos com peso total igual ou inferior a 30 kN. Para veículo com peso superior a 30 kN, a espessura mínima recomendada é de 12 cm.

Araújo (2010), destaca que as lajes nervuradas são comumente empregadas para vencer vãos superiores a 8 metros. Nas suas nervuras são posicionadas armaduras longitudinais de tração, eliminando a parte do concreto da região tracionada, o que reduz o peso próprio da estrutura. Entre as nervuras são adicionados materiais inertes de baixo peso específico, que possuem a função de nivelar a parte inferior da laje, sem função estrutural.

2.3.2 Definição e dimensionamento de pilares

Conforme a ABNT NBR 6118:2023, item 14.4.1.2, os pilares são definidos como elementos lineares de eixo reto, geralmente posicionados na vertical, nos quais predominam forças axiais de compressão. Além de sua função principal de transmitir os carregamentos da estrutura para a fundação, os pilares também estão sujeitos a esforços de flexão, originados de ações como o vento, entre outras.

De acordo com Alva (2007), os pilares geralmente são os primeiros elementos a serem posicionados em um projeto estrutural. Através do desenho de locação dos pilares, em conjunto com as sondagens do terreno, é possível definir o tipo de fundação mais adequado para a edificação.

Segundo Bastos (2006), o termo "pilar" é definido como uma "coluna sem ornamentos que constitui elemento vertical da estrutura de uma construção". De acordo com a NBR 6118, no item 13.2.3, os pilares, independentemente de sua forma, devem ter uma dimensão mínima de 19 cm. Em situações especiais, é permitida a utilização de pilares com dimensões entre 14 e 19 cm, desde que atendam às exigências estabelecidas pela norma.

2.4 O USO DE *SOFTWARES* PARA PROJETOS ESTRUTURAIIS

O desenvolvimento das soluções tecnológicas avança em ritmo acelerado, impactando diretamente nossas vidas. Além dos avanços, novas abordagens estão transformando a forma como os engenheiros estruturais analisam e projetam. Atualmente, uma das principais ferramentas são os *softwares* de análise e projeto estrutural, que são mais modernos e teoricamente mais precisos em comparação com os antigos métodos manuais (Werneck, Souza Lima, 2023).

De acordo com Kimura (2007), os primeiros *softwares* voltados para o cálculo de estruturas de concreto realizavam de forma automatizada análises estruturais simples. Atualmente, o uso de computadores impacta significativamente todas as fases de um projeto estrutural, desde sua concepção até a geração das plantas.

A TQS Informática Ltda., fundada em 1986, é uma empresa que desenvolve sistemas computacionais gráficos para engenharia estrutural. Seu primeiro programa, CAD/Vigas, auxiliava no dimensionamento e detalhamento de vigas, seguido pelo CAD/Lajes, voltado para o detalhamento de armaduras de lajes. Nos anos 90, lançou o CAD/Pilar, para cálculo, dimensionamento e detalhamento de seções genéricas de pilares. O principal sistema da empresa, o CAD/TQS, é destinado à elaboração de projetos de estruturas de concreto armado, protendido e alvenaria estrutural, abrangendo todas as etapas do projeto, desde a concepção até a emissão das plantas finais, sempre em conformidade com as normas técnicas, como a NBR 6118:2023, e os métodos usuais adotados no Brasil (Miranda e Silva, 2022).

3 MÉTODOS

Para desenvolver a solução estrutural em CA, foi necessário considerar a arquitetura e o local da obra. Trata-se de uma residência unifamiliar projetada em dois pavimentos (térreo e segundo pavimento) localizada na cidade de Malta/PB. O projeto arquitetônico foi criado no *software* AutoCAD 2025. O projeto foi desenvolvido com base no fluxograma apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Fluxograma do projeto estrutural da residência



Fonte: Adaptado de Nascimento, 2024.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Foi realizado para esse trabalho um projeto de edifício residencial unifamiliar, situado no centro da cidade de Malta, Paraíba. A edificação é composta por pavimento térreo, pavimento superior e reservatório superior, contabilizando área total de 235,425m² e altura de 9 metros, representado na Tabela 2.

Tabela 2 - Informações sobre os pavimentos

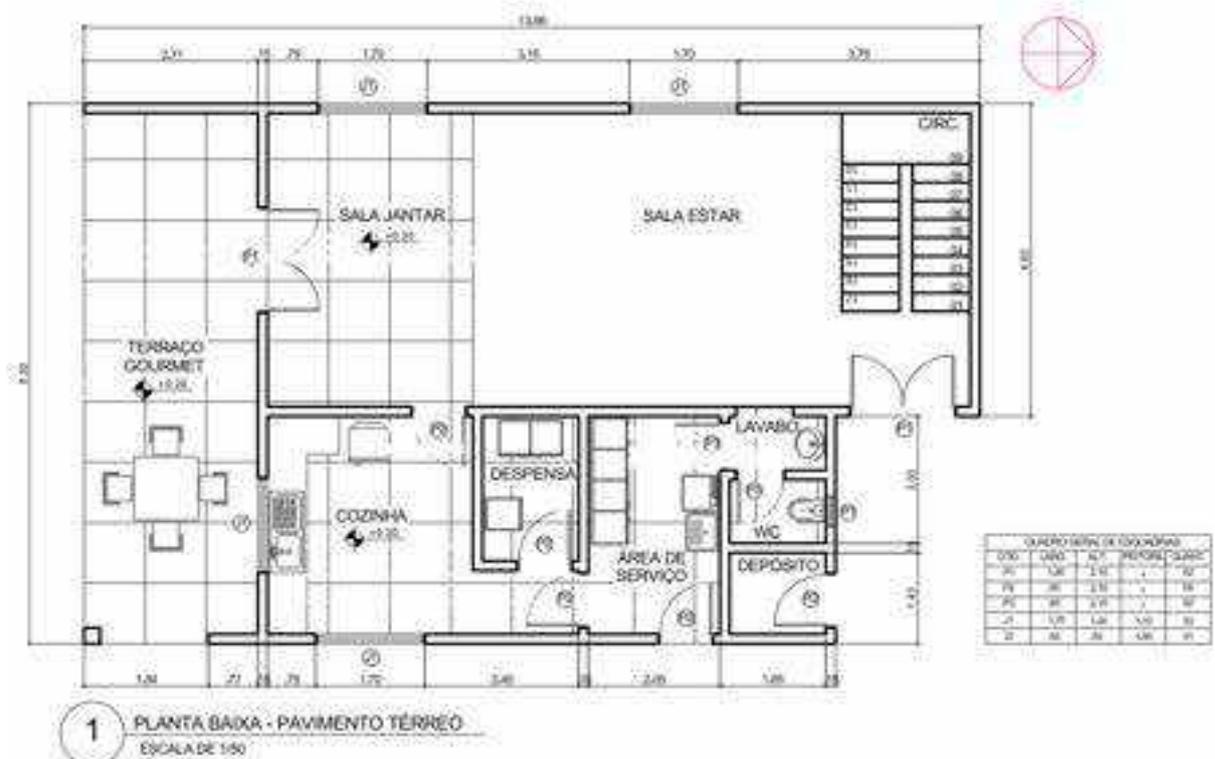
Pavimento	Pé direito (m)	Área (m ²)
Térreo	3	110,605
Superior	3	110,605
Reservatório	3	14,215
TOTAL	9	235,425

Fonte: Autor, 2024.

O pavimento térreo conta com os seguintes cômodos: terraço gourmet, cozinha, dispensa, área de serviço, hall de entrada, lavabo, sala de estar, sala de jantar, depósito, garagem

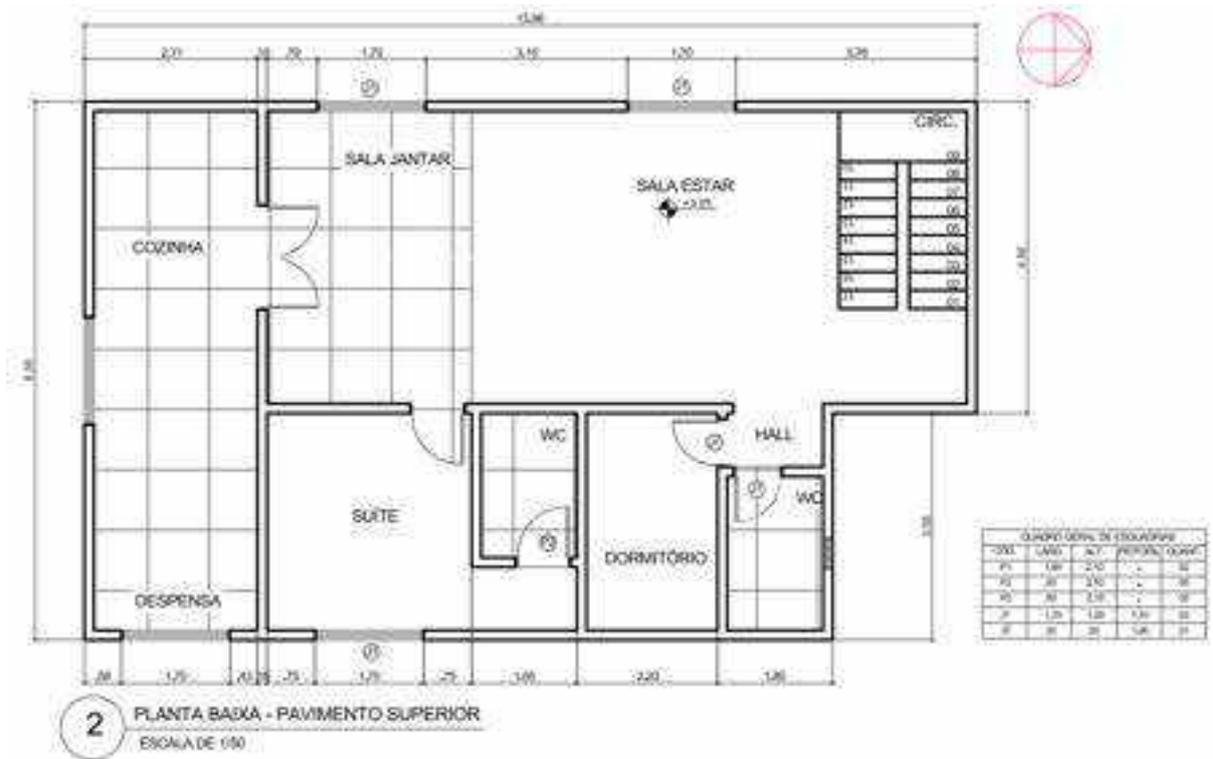
e escada de acesso ao pavimento superior. Já o pavimento superior conta com cozinha, dispensa, dormitório, hall, sala de jantar, suíte, WC, sala de estar e escada de acesso ao pavimento térreo. A cobertura da edificação e o reservatório de água será de laje lisa impermeabilizada. Demais considerações arquitetônicas estão no Figura 11, 12 e 13.

Figura 11 - Arquitetura do pavimento térreo



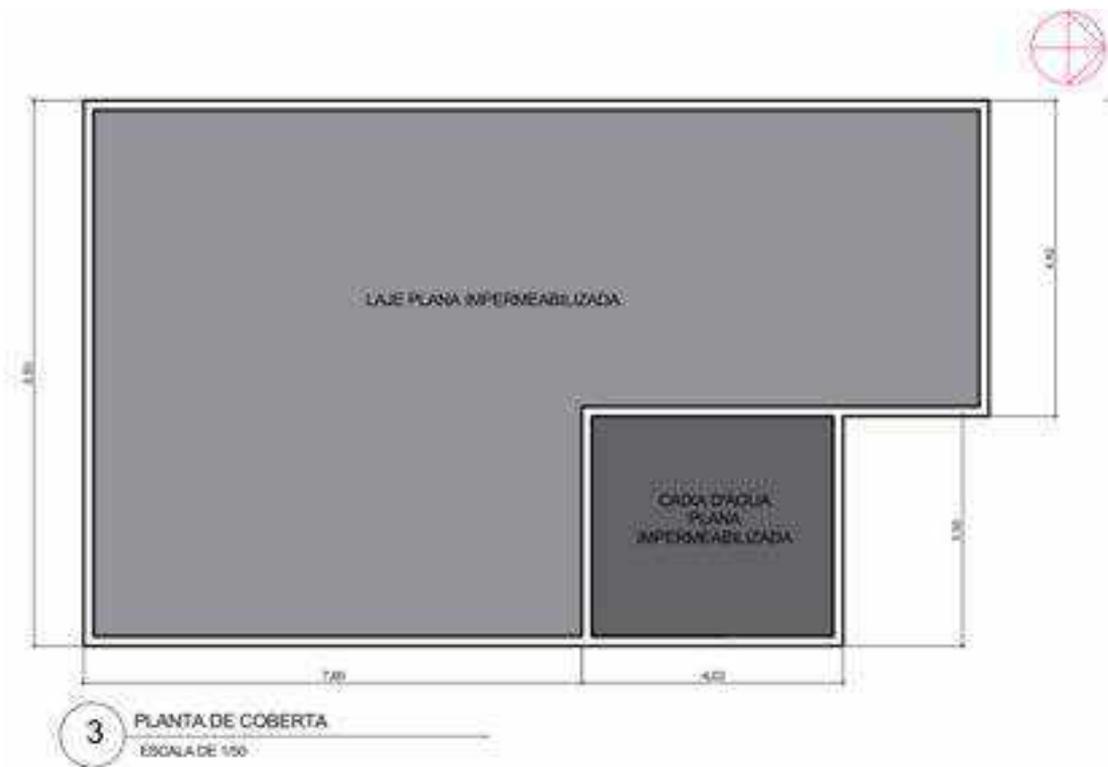
Fonte: Autor, 2024.

Figura 12 - Arquitetura do pavimento superior



Fonte: Autor, 2024.

Figura 13 - Arquitetura da cobertura



Fonte: Autor, 2024.

Tendo em posse o projeto arquitetônico, tomando como base os conhecimentos e requisitos descritos no referencial teórico, foi elaborado o projeto estrutural em concreto armado. Definiu-se para a elaboração dos projetos estruturais o dimensionamento dos elementos: laje, vigas, escadas e pilares. Para obter os cálculos finais da solução estrutural, foi necessário a utilização do *software* de dimensionamento e detalhamento de estruturas TQS 24.6 – Estudante. Com a obtenção dos projetos, juntamente com os quantitativos de aço e fôrmas, foram geradas as pranchas de detalhamento dos elementos presente na estrutura.

3.2 CONSIDERAÇÕES DO PROJETO ESTRUTURAL

Como o projeto trata-se de um estudo de caso hipotético, é necessário incluir considerações e delimitações referentes ao local da execução, materiais e carregamentos da estrutura:

- a) Não será abordado o estudo sobre as fundações do projeto, pois não é possível dimensionar o elemento sem as características geotécnicas do solo;
- b) As fundações serão consideradas como engaste perfeito, evitando assim a interação solo-estrutura;
- c) Efeitos da temperatura, dinâmicos e oscilatórios não estão inclusos;
- d) As cargas específicas dos materiais serão definidos pela NBR 6120:2019;
- e) Paredes de vedação são constituídas por blocos cerâmicos vazados de 14 cm.
- f) Caixa d'água da cobertura possui capacidade de 3.000 litros.

4 RESULTADOS

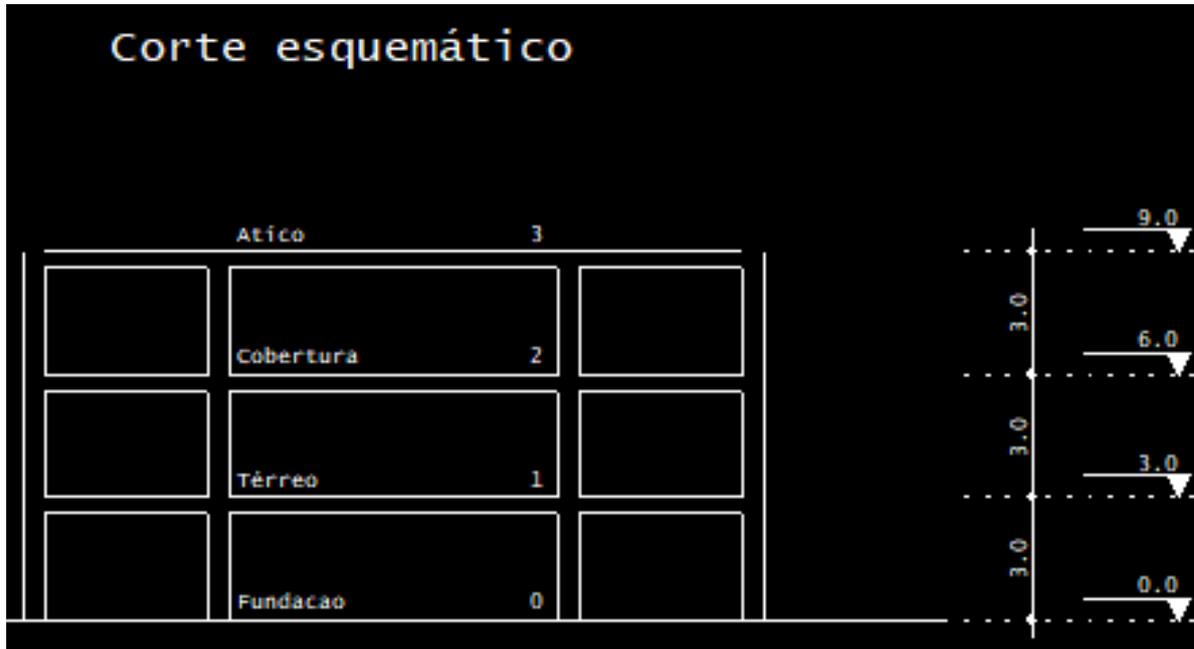
Para iniciar a modelagem estrutural, foram inseridos os dados sobre a identificação da residência, selecionando o tipo de estrutura como Concreto Armado e a norma de referência (NBR 6118:2023), conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14 - Dados gerais de identificação do edifício

Fonte: Autor, 2024.

Após identificação, foram definidas as alturas dos pavimentos entre o nível do terreno e a laje dos pavimentos térreo, superior e o reservatório da caixa d'água (ático), conforme Figura 15.

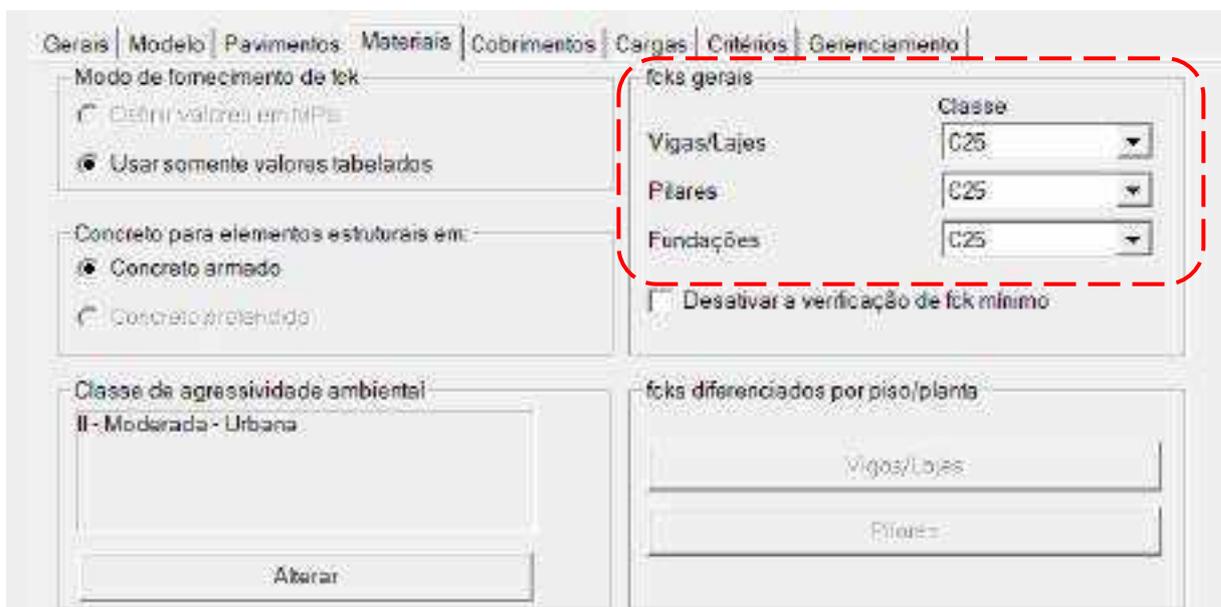
Figura 15 - Altura dos pavimentos da edificação



Fonte: Autor, 2024.

Foi definida, segundo NBR 6118:2023, a classe de agressividade ambiental II, por ser uma edificação situada em área urbana com pequeno risco de deterioração das armaduras, assim definindo a resistência característica do concreto de 25 MPa nos elementos estruturais (Figura 16).

Figura 16 - Definição do concreto usado



Fonte: Autor, 2024.

Conforme a NBR 6118:2023, os elementos estruturais possuem cobrimentos nominais específico das armaduras, definidos a partir da classe de agressividade ambiente do local onde o projeto será executado. Para a execução da residência de estudo, os cobrimentos dos elementos estruturais vigas, lajes e pilares estão definidos no TQS, de acordo com a Figura 17.

Figura 17 - Cobrimento nominal dos elementos estruturais

Cobrimentos		
Lajes	2.5	cm
Vigas	3	cm
Pilares	3	cm
Peças protendidas	3	cm

Cobrimentos de pré-moldados		
Vigas	2.5	cm
Pilares	2.5	cm

Cobrimento de elementos em contato com o solo		
Vigas e lajes	3	cm
Pilares	4.5	cm

Os cobrimentos acima são os definidos pela norma, em função da classe de agressividade e outros fatores atenuantes

Aceitar cobrimentos Cancelar

Fonte: Autor, 2024.

4.1 CARREGAMENTOS

Nessa seção serão descritos os carregamentos aplicados à modelagem estrutural no software TQS, consoante as diretrizes estabelecidas pela NBR 6120:2019 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações, exceto a carga do peso próprio dos elementos, que é considerada automaticamente pelo TQS, definindo o peso específico para o concreto armado de 25 kN/m³.

4.1.1 Carregamento devido às alvenarias

A carga da alvenaria foi distribuída diretamente sobre as vigas de cada pavimento, respeitando a arquitetura definida. Para as paredes localizadas sobre a cinta inferior, considerou-se a diferença de altura entre o pé direito (3,00 metros) e a altura de cada viga. Para o projeto, foi escolhido o bloco cerâmico vazado com paredes maciças de 14 cm sem revestimento, com peso específico de 2,0 kN/m², ilustrado na NBR 6120:2019 (Figura 17).

Figura 18 - Pesos das alvenarias definidos pela NBR 6120

Alvenaria	Espessura nominal do elemento cm	Peso - Espessura de revestimento por face kN/m ²		
		0 cm	1 cm	2 cm
ALVENARIA ESTRUTURAL				
Bloco de concreto vazado (Classes A e B - ABNT NBR 6136)	14	2,0	2,3	2,7
	19	2,7	3,0	3,4
	14	2,0	2,3	2,7
Bloco cerâmico vazado com paredes maciças (Furo vertical - ABNT NBR 15270-1)	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,4	1,8	2,2
	14	1,7	2,1	2,5
Bloco cerâmico vazado com paredes vazadas (Furo vertical - ABNT NBR 15270-1)	14	2,3	2,7	3,1
	9	1,6	2,0	2,4
	11,5	2,1	2,5	2,9
Tijolo cerâmico maciço (ABNT NBR 15270-1)	14	2,5	2,9	3,3
	19	3,4	3,8	4,2
	9	1,1	1,5	1,9
Bloco sílico-calcário vazado (Classe E - ABNT NBR 14974-1)	14	1,5	1,9	2,3
	19	1,9	2,3	2,7
	11,5	1,9	2,3	2,7
Bloco sílico-calcário perfurado (Classes E, F e G - ABNT NBR 14974-1)	14	2,1	2,5	2,9
	17,5	2,8	3,2	3,6
	6,5	1,0	1,4	1,8
ALVENARIA DE VEDAÇÃO				
Bloco de concreto vazado (Classe C - ABNT NBR 6136)	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,3	1,7	2,1
	14	1,4	1,8	2,2
	19	1,8	2,2	2,6
Bloco cerâmico vazado (Furo horizontal - ABNT NBR 15270-1)	9	0,7	1,1	1,5
	11,5	0,9	1,3	1,7
	14	1,1	1,5	1,9
Bloco de concreto celular autoclavado (Classe C25 - ABNT NBR 13438)	19	1,4	1,8	2,2
	7,5	0,5	0,9	1,3
	10	0,6	1,0	1,4
Bloco de concreto celular autoclavado (Classe C25 - ABNT NBR 13438)	12,5	0,8	1,2	1,6
	15	0,9	1,3	1,7
	17,5	1,1	1,5	1,9
Bloco de vidro (decorativo, sem resistência ao fogo)	20	1,2	1,6	2,0
	5	0,5	-	-

Fonte: ABNT NBR 6120, 2019.

4.1.2 Carregamento da laje da caixa d'água

Para a laje onde estará localizada a base do reservatório, considerou-se o peso da caixa d'água de 3.000L, escolhida a partir da necessidade de reserva de água, a impermeabilização da laje com manta asfáltica simples de 0,5 cm de espessura, conforme NBR 6120:2019, possui peso de 0,11 kN/m². Isso resulta em uma carga permanente distribuída de 0,3 tf/m² sobre a área da laje. Também foi incluída uma carga acidental específica para acesso à manutenção de 0,1 tf/m².

4.1.3 Carregamento do vento

Além disso, para fins de dimensionamento com atuação do vento na estrutura foi necessário classificar a edificação conforme a NBR 6123:2024, o terreno foi considerado plano ou fracamente acidentado ($S_1 = 1,0$), aberto com poucos obstáculos, muros, árvores, edificações baixas, fazendas, subúrbio com casas baixa (categoria de rugosidade II), maior dimensão horizontal ou vertical < 20 m (classe da edificação A) e a edificação é do tipo residência (fator estatístico - $S_3 = 1,10$).

4.2 LANÇAMENTO ESTRUTURAL

Neste item, serão descritos os procedimentos utilizados no dimensionamento do sistema estrutural em concreto armado da residência unifamiliar. A partir da área transversal do concreto, será calculada a área de aço necessária para garantir usabilidade e segurança da estrutura, como também garantir o perfeito estado para a utilização (Carvalho e Filho, 2023). Os dados necessários para inserção do edifício no *software* estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Informações inseridas na criação da modelagem

Aba alterada	Informação inserida
Modelo	Modelo IV
Pavimento	Conforme projeto arquitetônico
Materiais	Classe de concreto C25; Classe de agressividade ambiental: II – Moderada
Cobrimentos	Valores da norma
Crítérios	Padrão
Gerenciamento	Padrão

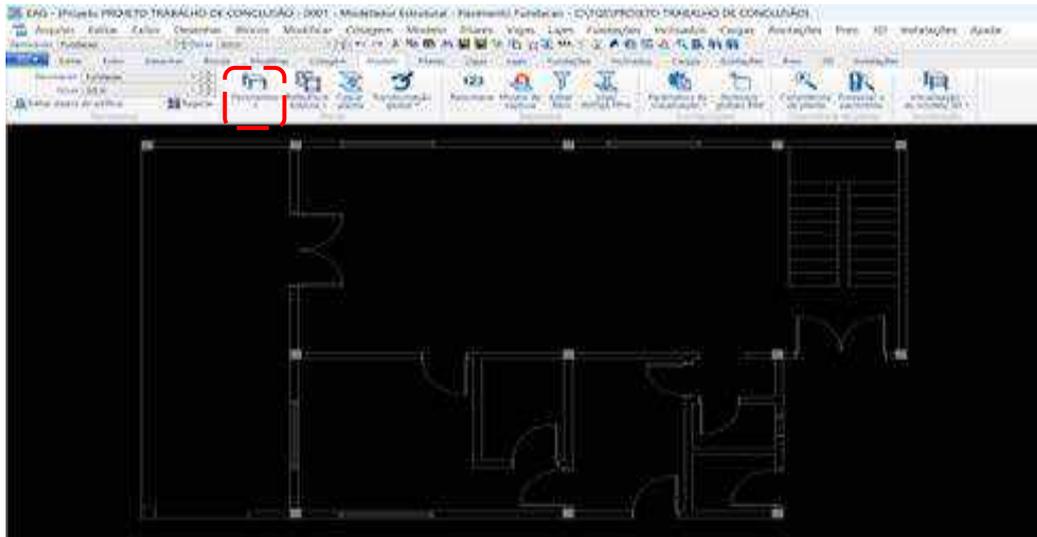
Fonte: Autor, 2024.

Por ser uma versão estudantil, o TQS possui limitações em escolhas de parâmetros, a exemplo disso vemos que o Modelo IV já é definido como padrão. Essa escolha de modelo influencia no processo de consideração dos efeitos causados na estrutura. No Modelo IV, o edifício será modelado por um pórtico espacial mais os modelos dos pavimentos (vigas contínuas ou grelhas). O pórtico é composto apenas por barras que simulam as vigas e pilares de estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado. Os esforços resultantes das ações verticais e horizontais são calculados por meio de um único modelo de pórtico espacial (ELU) e utilizados no dimensionamento de vigas e pilares. Há a possibilidade de aplicar um tratamento específico para vigas de transição e tirantes. Além disso, ocorre a transferência automática das reações das barras da laje, obtidas na modelagem por grelha, para as vigas do pórtico espacial como carregamento. A análise dos modelos revelou uma tendência de aumento na taxa média de armadura das lajes e redução na taxa média dos pilares ao se utilizar o Modelo VI em comparação com o Modelo IV. No entanto, o consumo total de aço em cada edifício foi maior com a adoção do Modelo VI, sugerindo um incremento no uso de armaduras. O volume de concreto para lajes, vigas e pilares permaneceu inalterado, independentemente da escolha entre o Modelo IV e o Modelo VI (Kristiner, 2019).

4.2.1 Pilares

Para inserirmos os pilares na modelagem, foi necessário acrescentar o modelo da arquitetura de cada pavimento no programa TQS, essa etapa é realizada pela aba Modelo – Referência Externa. Tal processo é ilustrado na Figura 19.

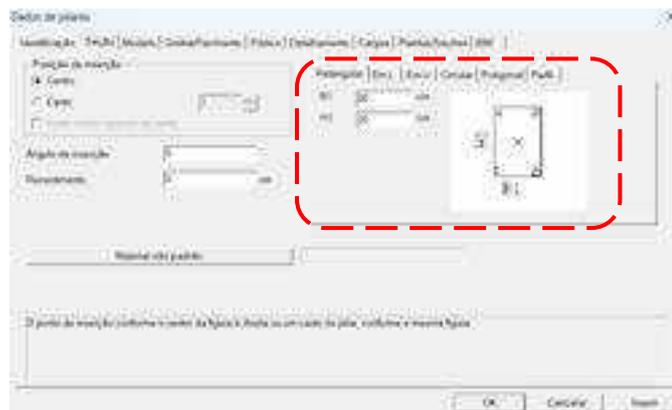
Figura 19 - Inserindo arquiteturas no TQS



Fonte: Autor, 2024.

Em seguida, foi possível gerar os dados da seção do pilar. A NBR 6118 recomenda uma seção mínima de 360 cm^2 , portanto, como pré-dimensionamento, todos os pilares serão considerados retangulares com dimensões $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$, atendendo recomendação normativa. Tais informações são adicionadas na aba Pilares – Dados atuais, representado na Figura 20.

Figura 20 - Inserindo informações dos pilares

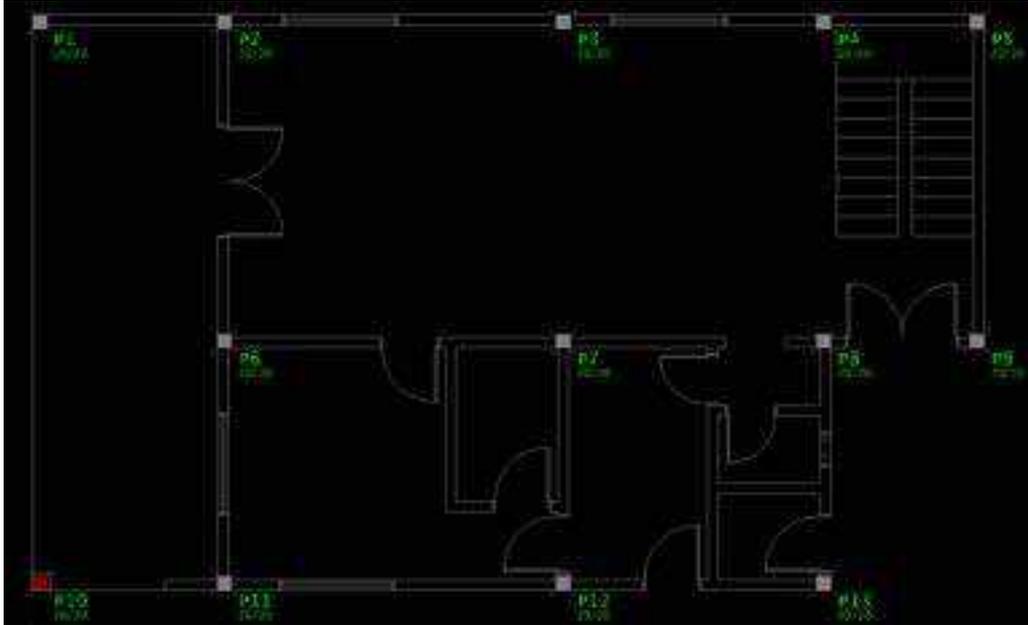


Fonte: Autor, 2024.

Por fim, foi realizado o posicionamento dos pilares, seguindo recomendações da concepção estrutural de espaçamento entre 3 e 5 metros de distância entre eles. Todos os pilares nascem do nível do solo e morrem no pavimento da cobertura, exceto aqueles que estarão

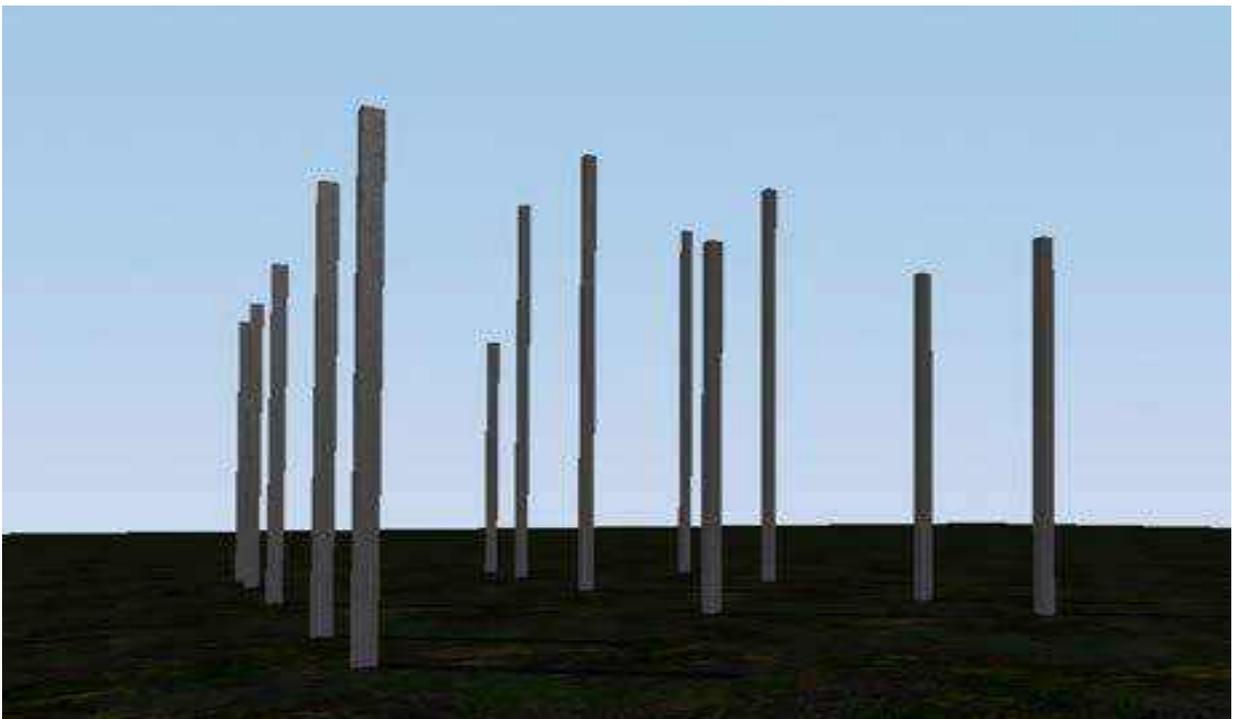
presentes no nível do reservatório. A Figura 21 representa o posicionamento dos pilares e a Figura 22 ilustra o andamento em 3D da modelagem nesta etapa.

Figura 21 - Posicionamento dos pilares



Fonte: Autor, 2024.

Figura 22 - Visualização 3D dos pilares



Fonte: Autor, 2024.

4.2.2 Vigas

Para a realização do pré-dimensionamento do elemento viga nos pavimentos, foi considerado, de acordo com a concepção estrutural, que as seções transversais seriam definidas pela relação L/10 ou L/12 e a base seria a mesma dos pilares, porém na edificação há uma viga com vão de 8,30 metros, onde necessitaria de uma seção maior. O Quadro 5, 6 e 7 apresentam as alturas das vigas no lançamento da estrutura.

Quadro 5 – Determinação da altura da viga do térreo

Viga	Trecho	Tipo de viga	Vão teórico (cm)	L/12	L/10	h (adotado)
V201	A	Contínua	271	23	27	40
	B	Contínua	497,5	41	50	40
	C	Contínua	382,5	32	38	40
	D	Contínua	225	19	23	40
V202	A	Contínua	497,5	41	50	40
	B	Contínua	382,5	32	38	40
	C	Contínua	225	19	23	40
V203	A	Contínua	271	23	27	40
	B	Contínua	497,5	41	50	40
	C	Contínua	382,5	32	38	40
V204	A	Bi apoiada	830	69	83	80
V205	A	Contínua	358	30	36	40
	B	Contínua	472	39	47	40
V206	A	Contínua	358	30	36	40
	B	Contínua	472	39	47	40
V207	A	Contínua	358	30	36	40
	B	Contínua	472	39	47	40
V208	A	Bi apoiada	472	39	47	40

Fonte: Autor, 2024.

Quadro 6 - Determinação da altura das vigas do pavimento superior

Viga	Trecho	Tipo de viga	Vão teórico (cm)	L/12	L/10	h (adotado)
V301	A	Contínua	271	23	27	40
	B	Contínua	497,5	41	50	40
	C	Contínua	382,5	32	38	40
	D	Contínua	225	19	23	40
V302	A	Contínua	497,5	41	50	40
	B	Contínua	382,5	32	38	40
	C	Contínua	225	19	23	40
V303	A	Contínua	271	23	27	40
	B	Contínua	497,5	41	50	40
	C	Contínua	382,5	32	38	40
V304	A	Bi apoiada	830	69	83	80
V305	A	Contínua	358	30	36	40
	B	Contínua	472	39	47	40
V306	A	Contínua	358	30	36	40
	B	Contínua	472	39	47	40
V307	A	Contínua	358	30	36	40
	B	Contínua	472	39	47	40
V308	A	Bi apoiada	472	39	47	40

Fonte: Autor, 2024.

Quadro 7 - Determinação da altura das vigas do reservatório

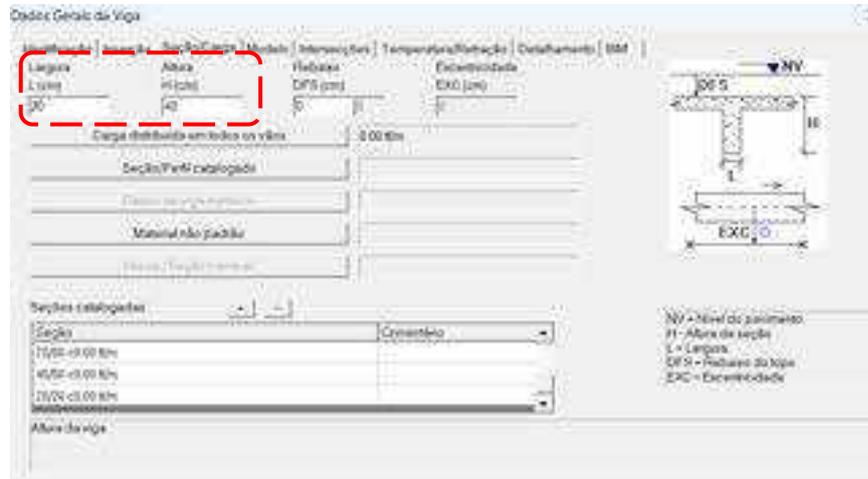
Viga	Trecho	Tipo de viga	Vão teórico (cm)	L/12	L/10	h (adotado)
V401	A	Bi apoiada	382,5	32	38	40
V402	A	Bi apoiada	382,5	32	38	40
V403	A	Bi apoiada	358	30	36	40
V404	A	Bi apoiada	358	30	36	40

Fonte: Autor, 2024.

A partir dessa determinação, podemos iniciar a modelagem das vigas no *software*. Em resumo, todas as vigas no pavimento do reservatório possuem seção transversal de 20 cm x 40 cm, as vigas do pavimento superior e térreo possuem variações nas seções de 20 cm x 40 cm, 20 cm x 40 cm e 20 cm x 80 cm.

Para inserimos tais informações no TQS, é preciso selecionar o nível do pavimento e selecionar a aba Vigas – Dados Atuais, como mostra a Figura 23.

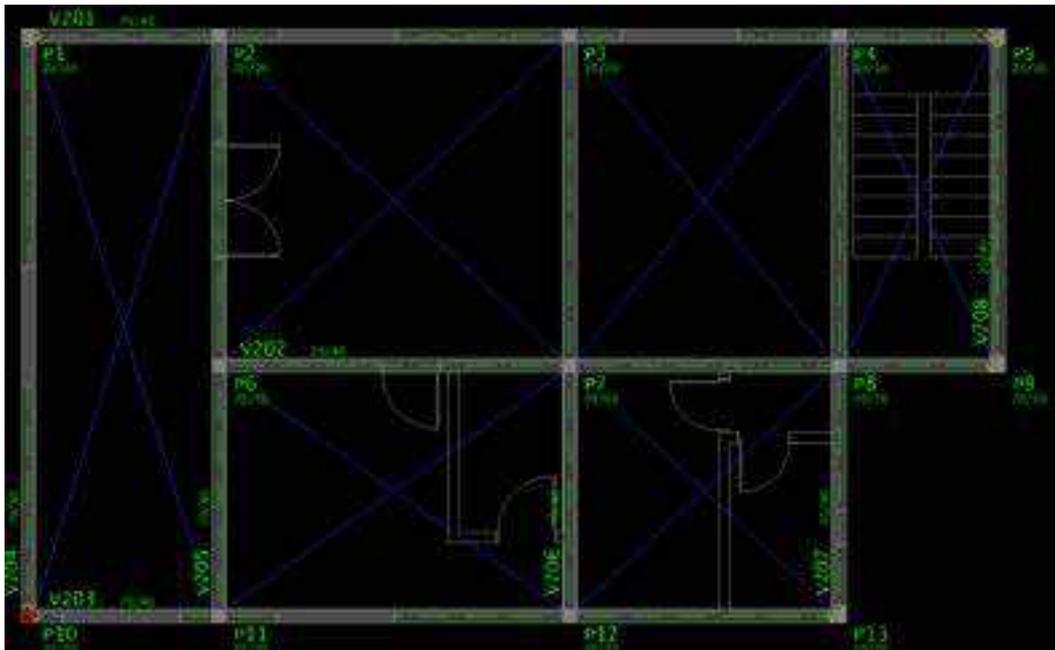
Figura 23 - Inserindo informações das vigas



Fonte: Autor, 2024.

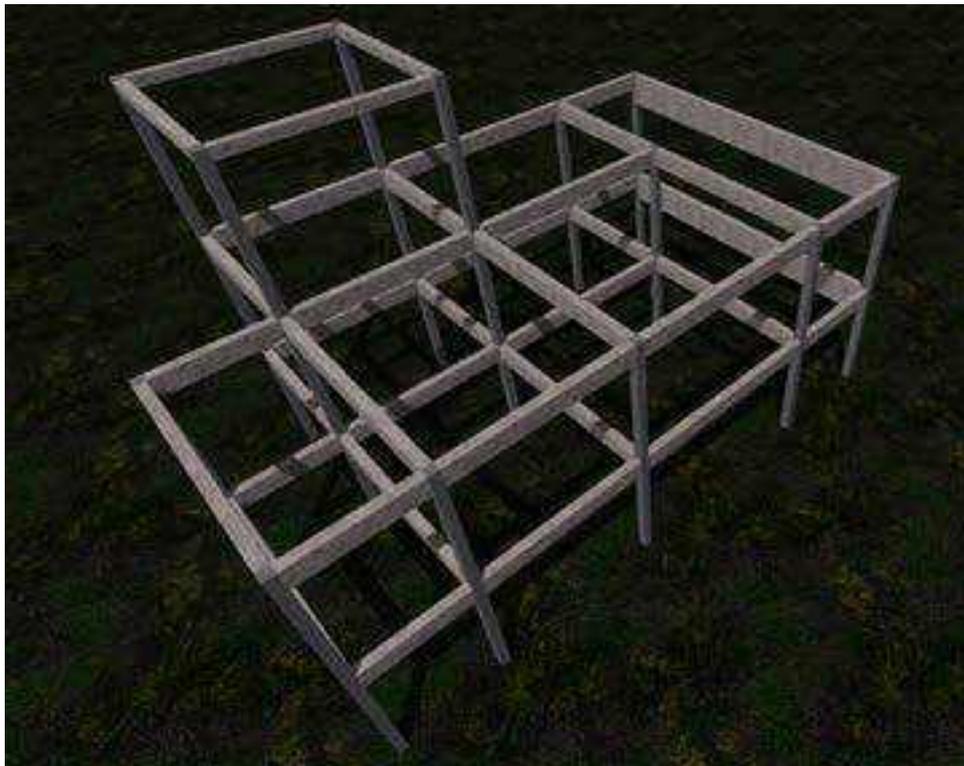
Por fim, é realizado o posicionamento das vigas, seguindo recomendações da concepção estrutural de altura aproximadamente 10% do vão entre pilares. A Figura 24 representa o posicionamento das vigas e a Figura 25 ilustra o andamento em 3D da modelagem até esta etapa.

Figura 24 - Posicionamento das vigas



Fonte: Autor, 2024.

Figura 25 - Visualização 3D das vigas



Fonte: Autor, 2024.

4.2.3 Lajes

Para realizar a inserção das lajes no edifício, é preciso definir qual o tipo de laje a ser executada e a sua espessura. Por se tratar de um edifício com poucos pavimentos, o pré-dimensionamento será feito levando em consideração a execução de lajes do tipo maciça com espessura igual a todas, 12 cm. Os carregamentos inseridos nas lajes são especificados no Quadro 8. Foi utilizado como parâmetro normativo a NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações.

Quadro 8 – Cargas nas lajes do edifício

Laje	Tipo de laje	Carga de impermeabilização (kN/m ²)	Cargas do contrapiso (kN/m ²)	Cargas variáveis (kN/m ²)	h (cm)
L201	Maciça	0	1	3	12
L202	Maciça	0	1	3	12
L203	Maciça	0	1	3	12
L204	Maciça	0	1	3	12
L205	Maciça	0	1	3	12
L206	Maciça	0	1	3	12
L301	Maciça	0,10	0	1	12
L302	Maciça	0,10	0	1	12
L303	Maciça	0,10	0	1	12
L304	Maciça	0,10	0	1	12
L305	Maciça	0,10	0	1	12
L306	Maciça	0,10	0	1	12
L401	Maciça	0,10	0	1	12

Fonte: Autor, 2024.

Para todas as lajes do pavimento térreo, foi considerado a aplicação de revestimentos de piso de edifícios residenciais e comerciais com 5 cm de espessura. Já nas lajes da cobertura e caixa d'água, foi considerado aplicação de impermeabilização com manta asfáltica simples (apenas manta com 15% de sobreposição e pintura asfáltica, sem camada de regularização nem proteção mecânica com espessura de 0,4 cm), além do carregamento para manutenção. A Figura 26 mostra a seleção da laje do tipo maciça com espessura de 12 centímetros.

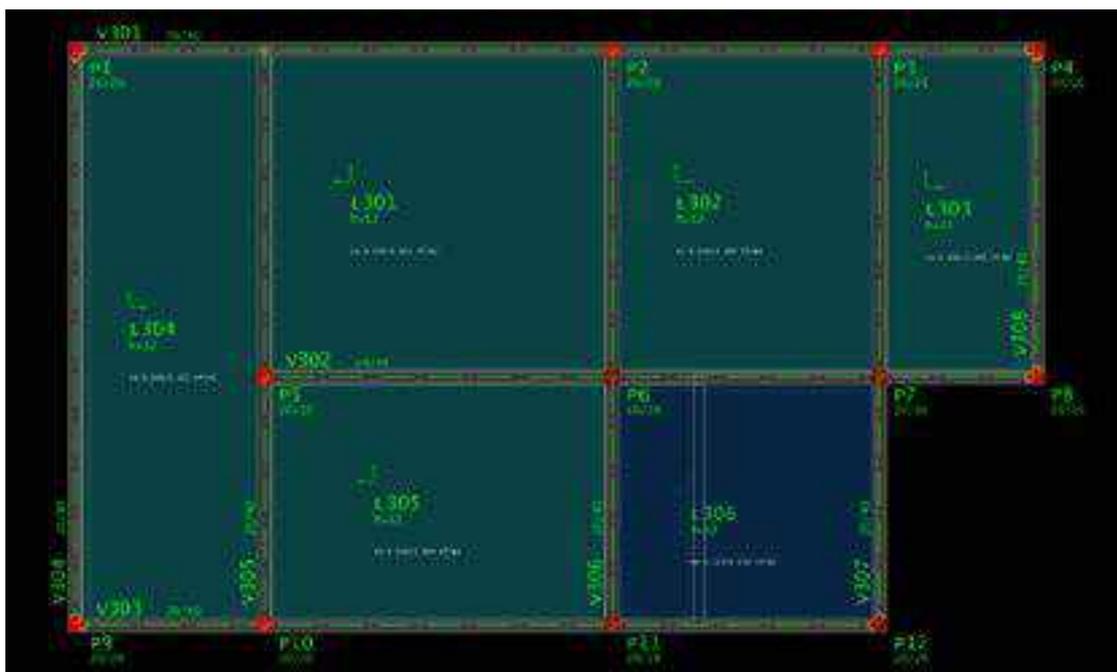
Figura 26 - Inserindo informações das lajes



Fonte: Autor, 2024.

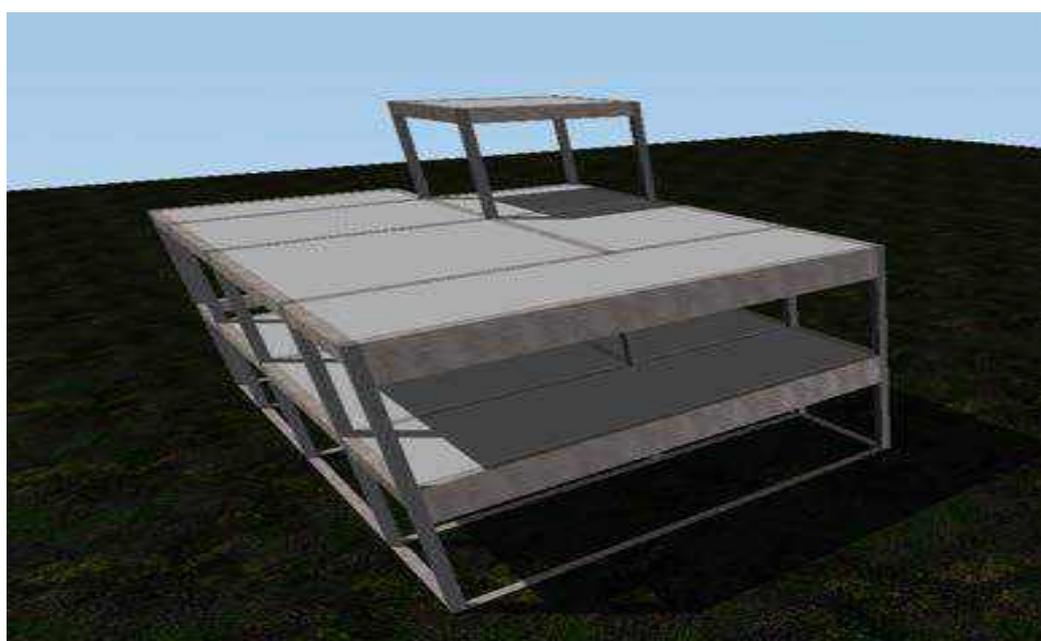
Por fim, é realizado o lançamento das lajes. A Figura 27 representa o posicionamento das lajes e a Figura 28 ilustra o andamento em 3D da modelagem até esta etapa.

Figura 27 – Lançamento das lajes maciças



Fonte: Autor, 2024.

Figura 28 - Visualização 3D das lajes

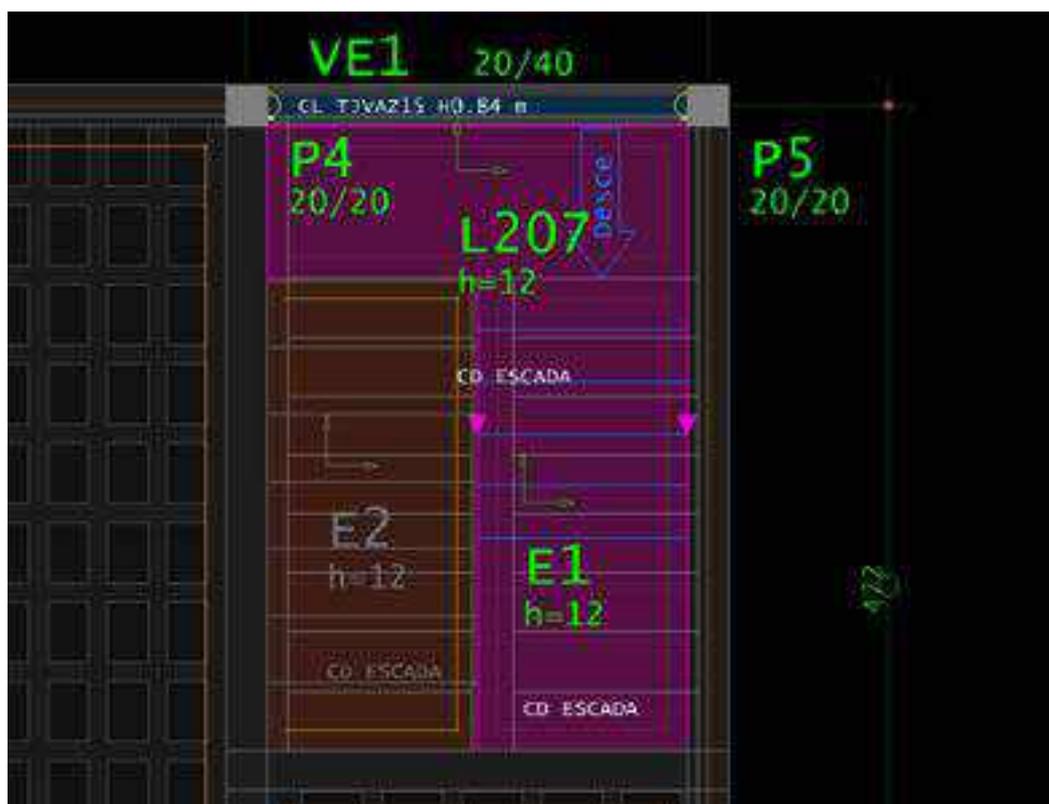


Fonte: Autor, 2024.

4.2.4 Escadas

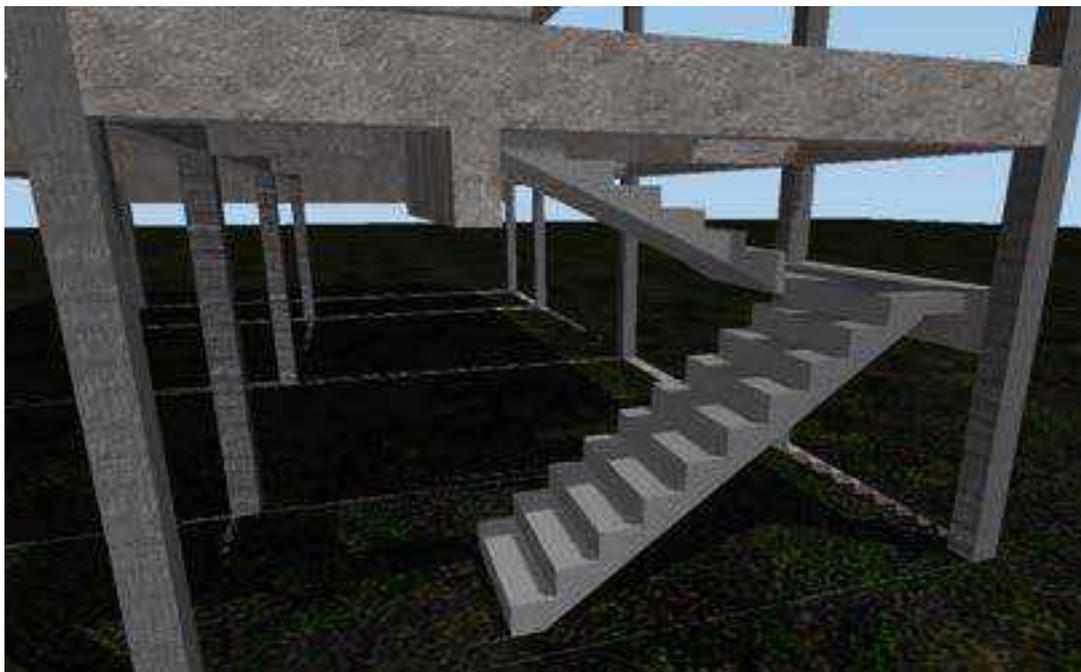
Como último elemento estrutural, a escada também deverá ser lançada ao projeto estrutural com o objetivo de possibilitar a mobilidade entre os pavimentos para os usuários da edificação. Para inserir a escada é preciso configurar no TQS a estrutura como um elemento inclinado, como ilustra a Figura 29. Após isso, é possível configurar os degraus, o patamar e a altura do patamar. No projeto, foi definido que o patamar estaria a 1,24 metros do solo. O patamar é feito de laje maciça com espessura de 12 centímetros. A Figura 30 mostra a inserção da escada como último elemento estrutural do projeto. A escada foi projetada com carga específica para o uso da escada, definida no *software*.

Figura 29 – Lançamento das escadas



Fonte: Autor, 2024.

Figura 30 - Visualização 3D das escadas

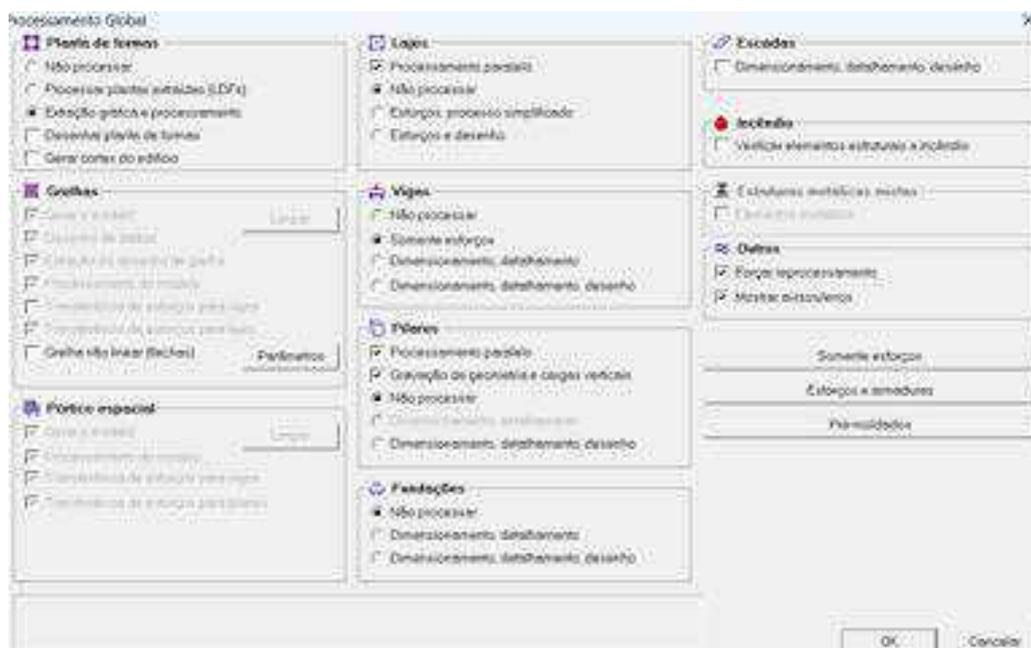


Fonte: Autor, 2024.

4.3 PROCESSAMENTO ESTRUTURAL

Após modelagem da estrutura no *software*, é possível avaliar se as condições do dimensionamento estão coerentes com as cargas previstas no projeto. Se houver erros de estabilidade global e/ou modelagem, o processamento global é interrompido e aponta os erros do projetista. Além dessas funções, essa etapa é responsável por dimensionar e detalhar as armaduras dos elementos estruturais a partir do ELU e ELS. A Figura 31 mostra as opções disponibilizadas pelo programa.

Figura 31 - Interface do processamento global no TQS



Fonte: Autor, 2024

Para o processamento foram selecionados a “Extração gráfica e processamento, desenho da planta de formas e cortes do edifício” na seção Planta de Formas; na seção Lajes foi selecionada o item “Esforços e desenho”; nas seções Vigas e Pilares foi escolhido o item “Dimensionamento, detalhamento, desenho”; na seção Fundações foi escolhido para não processar; na seção Escadas foi escolhido o item Dimensionamento, detalhamento, desenho. Por fim, o resultado do Processamento Global está ilustrado na Figura 32.

Figura 32 - Finalização do processamento global

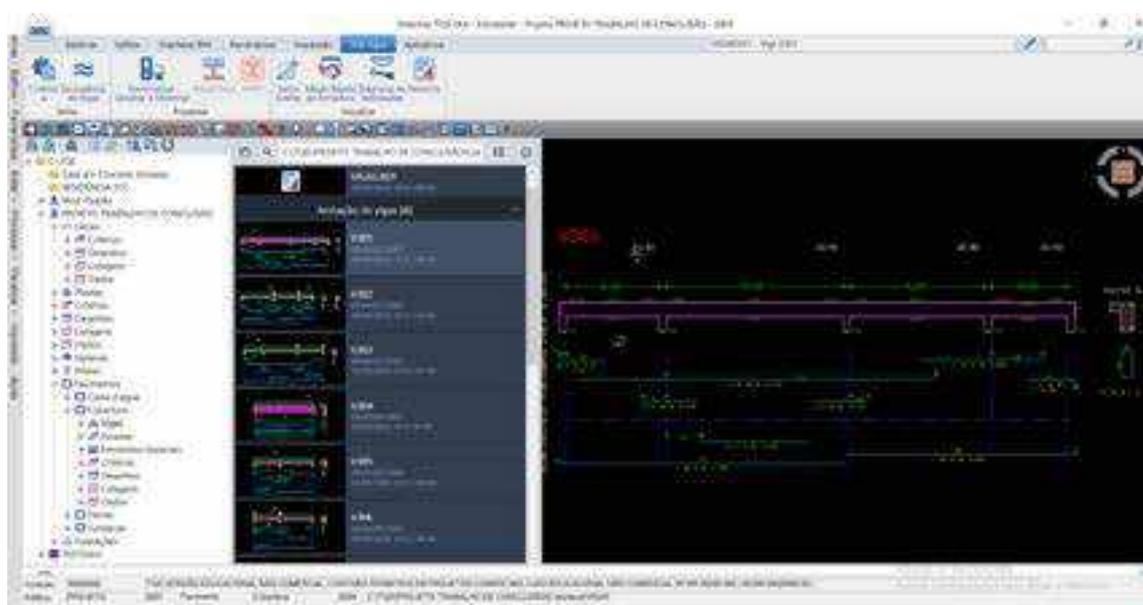


Fonte: Autor, 2024.

4.4 ANÁLISE E DETALHAMENTO DAS VIGAS

Essa etapa consiste na verificação das armaduras dimensionadas a partir do processamento global. É importante verificar se a solução proposta pela TQS é correta e se permite otimização na sua execução. A Figura 33 mostra a interface do painel TQS Vigas, seção exclusiva para análise do detalhamento gerado inicialmente.

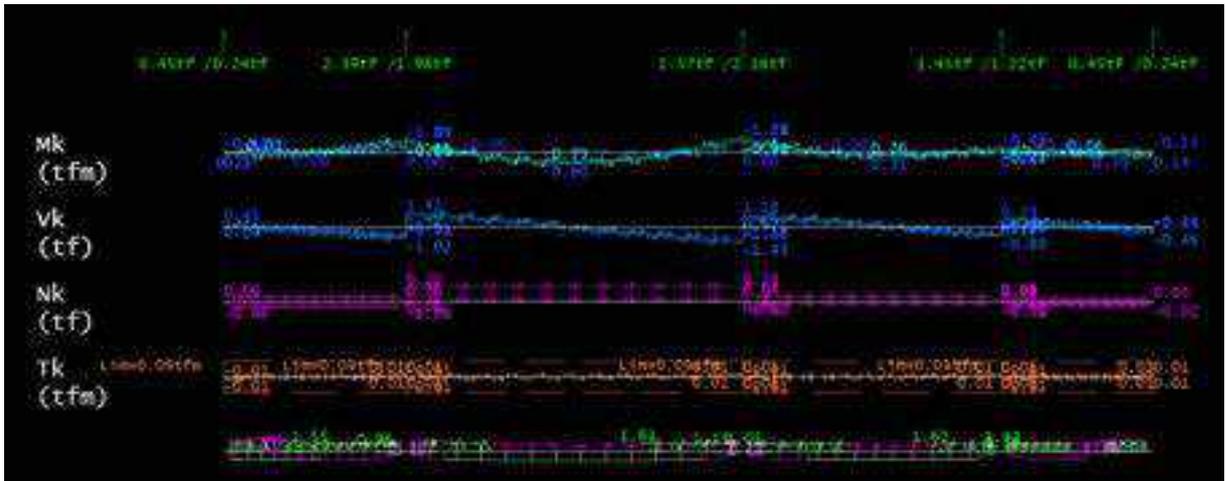
Figura 33 - Interface gráfica do TQS Vigas



Fonte: Autor, 2024.

Na seção Diagrama de Solicitações é possível verificar os diagramas de momento fletor, esforço normal e esforço cortante de cada viga lançada na modelagem. Além disso, é possível analisar qual a área de aço necessária no elemento e a área de aço dimensionada pelo *software*. A Figura 34 ilustra os diagramas e as áreas de aço calculadas ao decorrer do elemento da Viga 301.

Figura 34 - Informações do dimensionamento da Viga 301



Fonte: Autor, 2024.

Na aba Relatório é disponibilizado informações sobre o esforço à flexão em cada viga do edifício. As informações presentes são sobre a relação entre altura e comprimento dos vãos das vigas, quantidade de armaduras, taxa geométrica de armadura longitudinal, diâmetro da armadura, entre outros (Figura 35).

Figura 35 - Informações da Viga 301 ao esforço de flexão

Flexão											
Vão	L (cm)	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	$A_{s,max}$ (M+)			$A_{s,max}$ (M-)			Flecha (L/Δ)
					n	Ø (mm)	A_s	n	Ø (mm)	A_s	
1	271	20 x 40	14,76	0,39 a 0,58	2	10	-	2	10	-	12596,899
2	497,5	20 x 40	8,04	0,29 a 0,49	3	10	-	3	10	-	3881,412
2	382,5	20 x 40	10,46	0,34 a 0,41	2	10	-	2	10	-	13379,166
4	225	20 x 40	17,78	0,38 a 0,49	2	10	-	2	10	-	21530,994

Fonte: Autor, 2024.

Por fim, o TQS gera o detalhamento das barras longitudinais e transversais das vigas. A Figura 36 mostra o detalhamento da Viga 301. Demais vigas estarão presentes no Apêndice A dessa pesquisa.

Figura 36 - Detalhamento da Viga 301



Fonte: Autor, 2024.

4.5 ANÁLISE E DETALHAMENTO DAS LAJES

Essa etapa consiste na verificação das armaduras positivas e negativas dimensionadas a partir do processamento global. É importante verificar se a solução proposta pela TQS é correta e se permite otimização na sua execução. A Figura 37 mostra a interface do painel TQS Lajes - Grelhas, seção exclusiva para análise do detalhamento gerado inicialmente. Por se tratar de laje do tipo maciça, é selecionado o item Geração de desenhos.

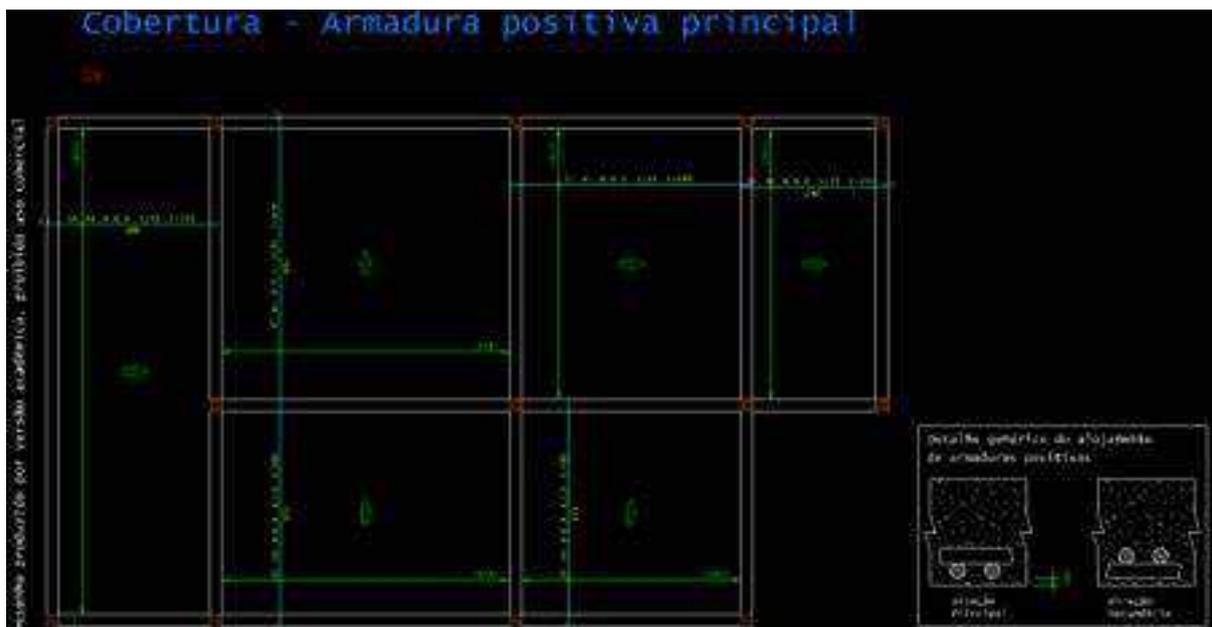
Figura 37 – Interface gráfica do TQS Lajes



Fonte: Autor, 2024.

Por fim, o TQS gera o detalhamento das barras longitudinais e transversais das lajes. A Figura 38 mostra o detalhamento das armaduras positivas principais da laje do pavimento superior. Demais lajes estarão presentes no Apêndice A dessa pesquisa.

Figura 38 – Detalhamento das armaduras positivas principais das lajes do pavimento superior

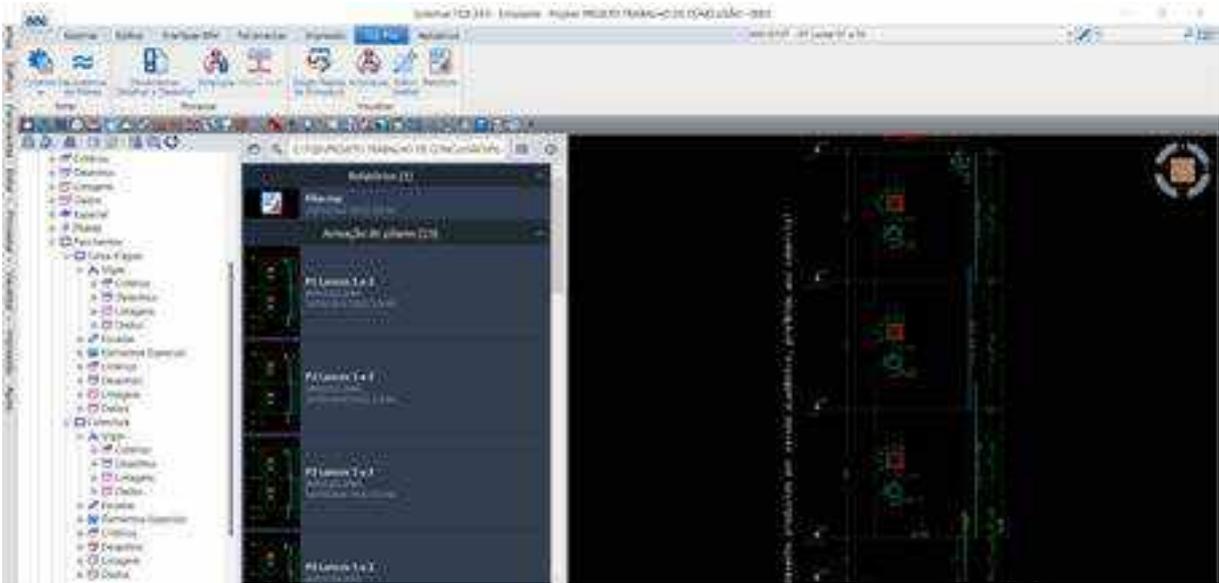


Fonte: Autor, 2024.

4.6 ANÁLISE E DETALHAMENTO DOS PILARES

Essa etapa consiste na verificação das armaduras dimensionadas a partir do processamento global. É importante verificar se a solução proposta pela TQS é correta e se permite otimização na sua execução. A Figura 39 mostra a interface do painel TQS Pilar, seção exclusiva para análise do detalhamento gerado inicialmente.

Figura 39 - Interface gráfica do TQS Pilar



Fonte: Autor, 2024.

Na aba Relatório é disponibilizado informações sobre o esforço à flexão em cada pilar do edifício. As informações presentes são sobre os índices de esbelteza, quantidade de armaduras, taxa geométrica de armadura longitudinal, diâmetro da armadura, entre outros (Figura 40).

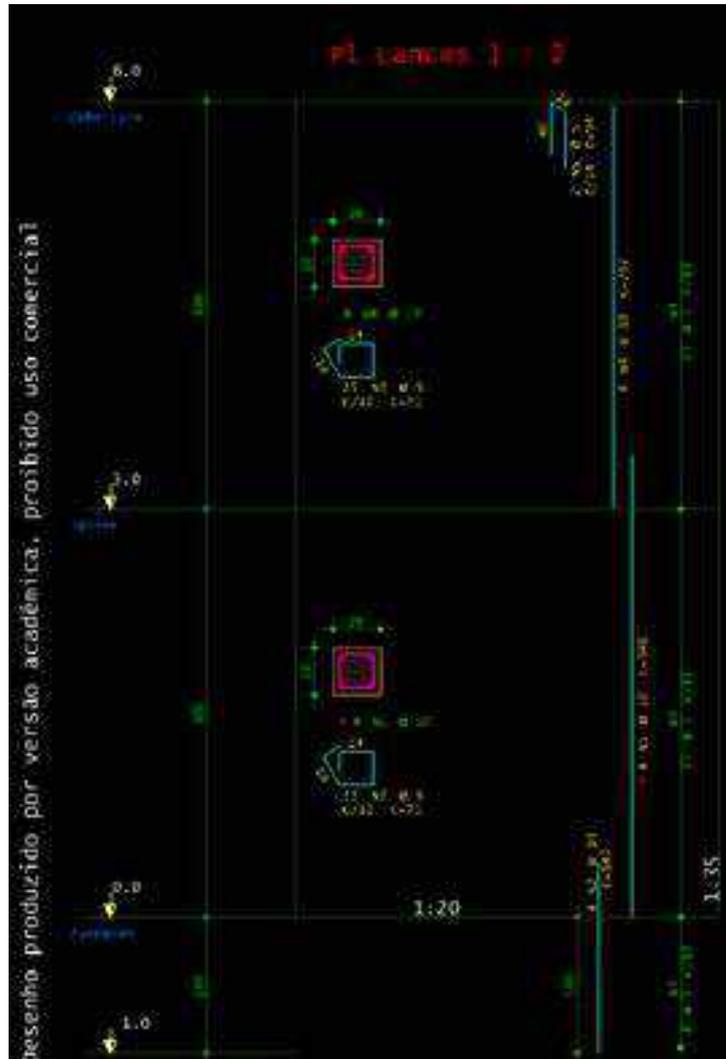
Figura 40 - Informações da Pilar P1 ao esforço de flexão

Linha	Pavimento	Seção		Armadura longitudinal					ν	$\rho_{lateral}$	Esbelteza		$C_{60} \text{ (MPa)}$	f_{yd}	2ª Ordem
		Formato (mm)	Área (cm²)	n	M_{max}	A_{lmax}	ρ_{long}	ρ_{max}			λ_x	λ_y			
2	Galéxia	2000	-4000	4	18	319	0,79	1,07	0,001+0,001	11,2	12 ≤ 12	25	1	PI C+apex	
3	Silva	2000	-4000	4	18	319	0,79	1,07	0,001+0,001	11,2	12 ≤ 12	25	1	PI C+apex	

Fonte: Autor, 2024.

Após isso, o TQS gera o detalhamento das barras longitudinais e estribos dos pilares. A Figura 35 mostra o detalhamento do Pilar P1. Demais detalhamentos dos pilares estarão presentes no Apêndice A dessa pesquisa.

Figura 41 - Detalhamento do Pilar P1

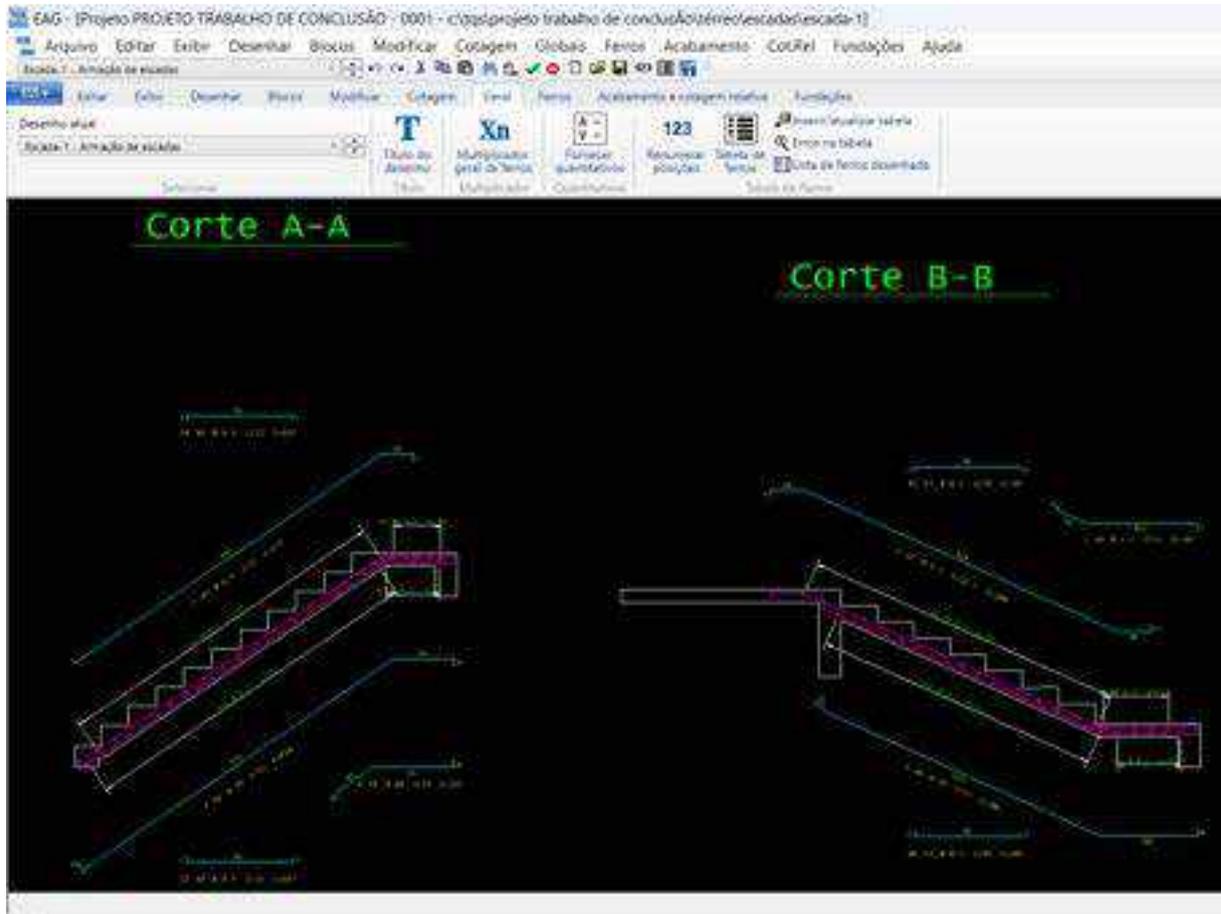


Fonte: Autor, 2024.

4.7 ANÁLISE E DETALHAMENTO DAS ESCADAS

Essa etapa consiste na verificação das armaduras dimensionadas a partir do processamento global. É importante verificar se a solução proposta pela TQS é correta e se permite otimização na sua execução. Por se tratar de uma laje inclinada, a concepção de dimensionamento é a mesma da laje maciça. A Figura 42 mostra o detalhamento gerado pelo *software*.

Figura 42 - Detalhamento da armação da escada



Fonte: Autor, 2024.

4.8 CONSUMO DE MATERIAIS

Por fim, o TQS processa o consumo de quantitativo de fôrmas e aço para a execução da edificação, além de gerar um orçamento preliminar. O quantitativo de materiais é essencial na execução de um projeto estrutural, pois permite um controle preciso dos custos, auxiliando na estimativa financeira e evitando desperdícios. Além disso, facilita o planejamento logístico e a gestão de estoque, garantindo a disponibilidade dos insumos no momento adequado e otimizando a execução da obra. Com o quantitativo correto, a equipe consegue realizar o trabalho de forma eficiente, minimizando erros e reduzindo o desperdício de materiais, o que contribui para a sustentabilidade da obra. Além disso, assegura que a construção siga fielmente o projeto, garantindo qualidade e segurança na estrutura final. Como o objetivo do estudo é apenas o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais, a aba de orçamento não

estará presente nessa pesquisa. É possível detalhar os dados por tipo de material, por pavimento, por bitola de aço, entre outras opções. A Figura 43, 44 e 45 mostram o resumo do consumo de concreto e fôrmas, concreto e o consumo de aço por bitola. Além dos quantitativos, o programa também gera um memorial de cálculo e descritivo (Apêndice B).

Figura 43 - Consumo de concreto e fôrmas no edifício

Consumo

Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Concreto (m3)					Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa d'água	0.48	1.12	0.98	0.00	0.00	9.60	12.89	12.25	0.00	0.00
Cobertura	1.56	6.30	11.51	0.00	0.00	31.20	65.20	95.96	0.00	0.00
Térreo	1.56	6.79	10.71	0.00	1.35	31.20	71.33	89.25	0.00	7.22
Fundacao	0.00	5.73	0.00	0.00	0.00	0.00	71.79	0.00	0.00	0.00
Sapatas/Blocos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	3.60	19.93	23.21	0.00	1.35	72.00	221.21	197.46	0.00	7.22

Fonte: Autor, 2024.

Figura 44 - Consumo de aço no edifício

Consumo de aço

Pavimento/Pasta	Área (m2)	Aço (kgf)				
		Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa d'água	15.21	41	70	68	0	0
Cobertura	110.60	138	372	616	0	0
Térreo	111.01	232	495	616	0	81
Fundacao	14.53	0	286	0	0	0
TOTAL	251.35	411	1222	1300	0	81

O consumo de aço nas escadas está incluído na coluna Outros.

Fonte: Autor, 2024.

Figura 45 - Consumo de aço por bitola

Pasta	Bitola (mm)											
	3.2	4.2	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	32	48
Caixa d'água	0	0	50	44	0	85	0	0	0	0	0	0
Cobertura	0	0	171	563	27	307	29	28	0	0	0	0
Térreo	0	0	165	634	36	361	102	105	21	0	0	0
Fundacao	0	0	77	2	0	207	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	463	1243	63	959	131	134	21	0	0	0

Fonte: Autor, 2024.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho trata-se de uma pesquisa realizada sobre o desenvolvimento de um projeto estrutural utilizando o software TQS. Durante o estudo, foi analisado o processo de concepção estrutural, que teve início com a seleção da arquitetura e a escolha do sistema estrutural mais adequado. O lançamento dos elementos estruturais, como vigas, pilares, lajes e escadas, foi realizado com o objetivo de otimizar suas dimensões e garantir a compatibilidade com a arquitetura.

Durante o desenvolvimento do projeto, foi possível vivenciar alguns aspectos da execução de um projeto estrutural. É notório que a experiência do projetista favorece para uma boa concepção estrutural.

A utilização de *softwares* em projetos de engenharia contribui para a formação do profissional, ainda que esteja na graduação. Todavia, o uso de modelos computacionais em projetos não substitui o conhecimento teórico necessário. É importante que o projetista possua compreensão prévia dos elementos abordados no programa para a realização de um bom projeto estrutural. Para esta pesquisa, foi necessário conhecer as funcionalidades do TQS, além de contar com conhecimentos sobre as disciplinas específicas vistas durante a graduação, como mecânica geral, resistência dos materiais, teoria das estruturas, concreto armado e desenho de arquitetura.

O uso do *software* TQS facilitou a realização do lançamento da estrutural e verificação dos elementos, tornando o desenvolvimento do projeto mais eficiente. No entanto, é importante possuir a validação do engenheiro para a conferência dos resultados e assim seguir para a execução do projeto. Além do lançamento estrutural, o TQS também auxilia na geração do dimensionamento e detalhamento de vigas, lajes, pilares e escadas, um processo esse importante para avaliar o quantitativo dos materiais. No caso estudado, a residência unifamiliar conta com o consumo de 48,09 m³ de concreto, 497,89 m² de fôrmas e 3.014 kgf de aço.

Sugere-se para outras pesquisas que busquem a análise de projetos estruturais, a inclusão do dimensionamento das fundações necessárias na edificação, com o objetivo de concretizar o lançamento da estrutura em concreto armado. Além disso, sugere-se a utilização de soluções orçamentárias, incluindo otimização de materiais, para avaliar o custo final dos materiais e mão de obra necessárias para a execução da edificação. Também é possível comparar os custos entre outros sistemas estruturais, como: estrutura em aço, concreto

protendido, alvenaria estrutural, entre outras soluções possíveis no âmbito da engenharia estrutural.

Por fim, conclui-se que o objetivo geral e os objetivos específicos foram bem atendidos utilizando o TQS para o dimensionamento de uma estrutura em concreto armado.

REFERÊNCIAS

ALVA, G. M. S. Concepção estrutural de edifícios em concreto armado. 2007. 23 p. Departamento de Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

ARAÚJO, J. M. Curso de concreto armado. 3ª edição. Rio Grande: DUNAS, 2010. 395 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120. **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 2019.

BASTOS, P. S. S. Fundamentos do concreto armado. Bauru: Universidade Estadual Paulista – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2006. 92 p. Apostila

BASTOS, P. S. Lajes de concreto armado. Bauru: Universidade Estadual Paulista – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2021. 109 p. Apostila. sem autor. EXEMPLO de um projeto completo de um edifício de concreto armado. Professor PUC Goiás, 2001. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Lajes.pdf/>. Acesso: 10/09/2024.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. Concreto armado, eu te amo. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2015. v.2.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado Segundo a NBR 6118:2023**. 5. ed. São Carlos: Edufscar, 2023. 479 p.

CUNHA, J. Estruturas de concreto armado. Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, 198 p. Apostila, 2014.

FERREIRA WERNECK, Camilla Muniz; DE SOUZA, Vitor Figueira; DE LIMA, Weslen Neri. ANÁLISE COMPARATIVA DE CÁLCULO ESTRUTURAL ENTRE OS SOFTWARES EBERICK E TQS. **Simpósio**, [S.l.], n. 11, p. 1, may 2023. ISSN 2317-5974. Disponível em: <https://revista.ugb.edu.br/index.php/simposio/article/view/2709>. Acesso em: 18 set. 2024.

GIONGO, J. S. **Concreto armado: Projeto estrutural de edifícios**. Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2007. 176p

KAEFER, L. F. **A Evolução do Concreto Armado**. São Paulo, 1998. Disponível em: <<https://www.feb.unesp.br/lutt/Concreto%20Protendido/HistoriadoConcreto.pdf>> Acesso em: 01 ago. 2024.

KIMURA, Alio. **Informática aplicada em estruturas de concreto armado: cálculo de edifícios com o uso de sistemas computacionais**. São Paulo: PINI, 2007.

KRISTINER, Isabel. **Análise comparativa com enfoque na estabilidade global de edifícios de múltiplos pavimentos utilizando o modelo iv e o modelo vi do software cad/tqs**. 2019. 84 f. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade do Vale de Taquari, Lajeado, 2019.

LEONHARDT, Fritz; MONNIG Eduard. **Construções de concreto: princípios básicos do dimensionamento de estruturas de concreto armado**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

LORIGGIO, Daniel Domingues. **Reflexões sobre o projeto de estruturas de concreto armado utilizando recursos computacionais**. Revista Estrutura, v.1, p. 62-68. jul. 2016. Disponível em: <http://abece.com.br/Revista_estrutura/Edicao1> Acesso em: 08 ago. 2021.

MARTHA, L. F. **Análise de Estruturas**. 1. ed. [s.l.] CAMPUS, 2010.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo: Editora Pini, 2006. 286 p.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: Microestrutura, propriedades e Materiais**. São Paulo: Editora Ibracon, 2008.

MENEZES, A. H. N. et al. **Metodologia científica teoria e aplicação na educação a distância**. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolia, 2019.

MIRANDA, Walzenira Parente; SILVA, Antonio Cleiton Lopes da. “O papel do engenheiro no uso de softwares para cálculo estrutural / The role of engineers in the use of structural calculations softwares”. *Brazilian Journal of Development*, vol. 8, nº 1, janeiro de 2022, p. 3681–98. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.34117/bjdv8n1-242>.

NASCIMENTO, Júlio César Monteiro. **ANÁLISE E PROJETO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PADRÃO PP-B EM CONCRETO ARMADO UTILIZANDO O SOFTWARE TQS®**. 2023. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/52960/1/TCC_J%c3%9aLIO_C%c3%89ZAR_MONTEIRO_NASCIMENTO.pdf> Acesso em: 07 set. 2024.

PINHEIRO, MUZARDO e SANTOS, Fundamentos do concreto e projeto de edifícios – Monografia apresentada a USP – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos - USP – EESC – Dep. Eng. de Estruturas, 2004.

Prédio mais alto do mundo, Burj Khalifa tem quase 5x a altura do novo maior edifício de São Paulo; veja lista. G1, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2021/06/19/predio-mais-alto-do-mundo-burj-khalifa-tem-quase-5x-a-altura-do-novo-maior-edificio-de-sao-paulo-veja-lista.ghtml> Acesso em 20 set. 2024.

REBELLO, Y.C. P. **Bases para projeto estrutural na arquitetura**. 6. ed. São Paulo: Ziguarte Editora, 2017

SILVA, G. G. **Arquitetura de ferro no Brasil**. São Paulo: Nobel, 1986.

PFEIL, W. **Concreto armado**, v. 1, 2 e 3, 5a ed., Rio de Janeiro, Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1989.

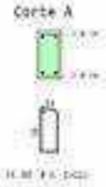
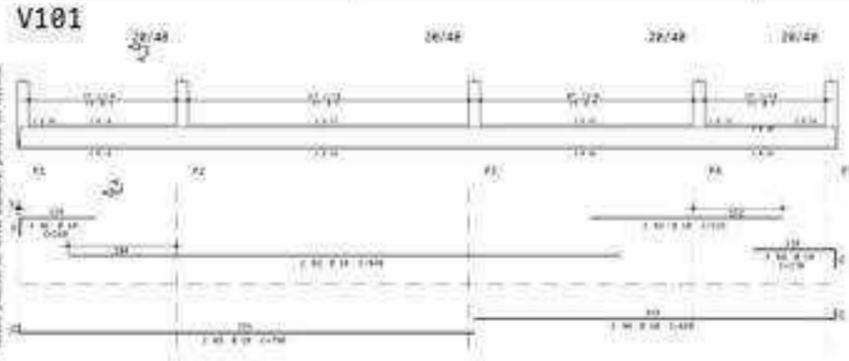
PEDROSA, M. A. P; TEIXEIRA, J. C. **O Desenvolvimento da Técnica do Concreto Armado no Final do Século XIX e Início do Século XX**. Concreto Armado no Final do Século XIX e Início do Século XX, 2011. Disponível em: <https://concretoarmadosecxx.blogspot.com/2011/> Acesso em: 05 ago. 2024.

PENA, Rodolfo F. Alves. **10 maiores hidrelétricas do mundo**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/as-maiores-hidreletricas-mundo.htm> Acesso em 13 de ago. de 2024

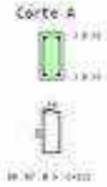
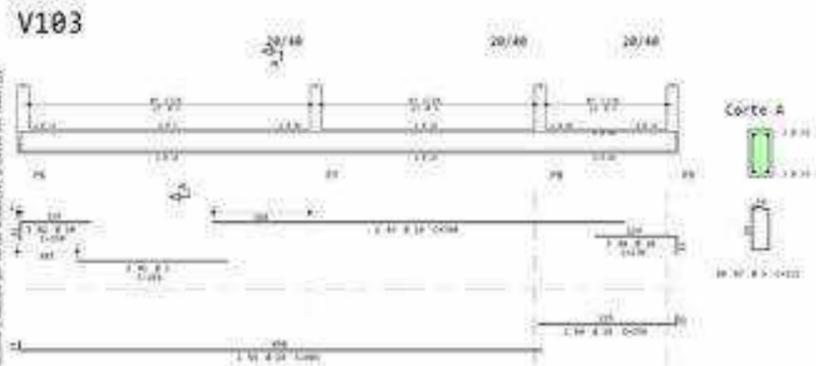
PINHEIRO, M. L. **Fundamentos do Concreto e Projetos de Edifício**. São Carlos, 2007.

APÊNDICE A – DETALHAMENTO ESTRUTURAL

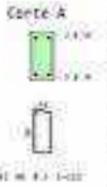
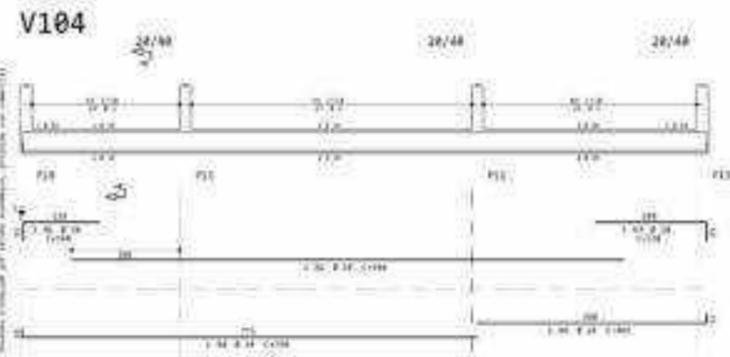
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



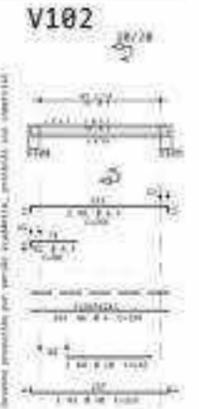
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



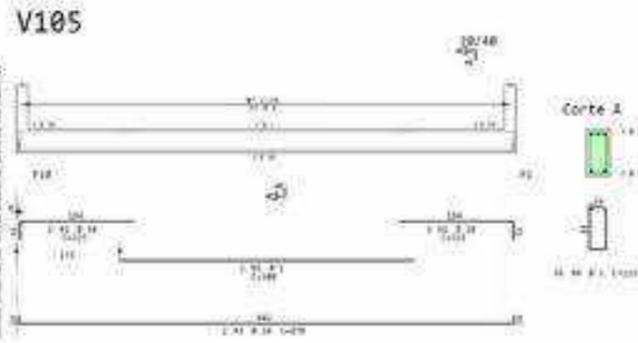
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



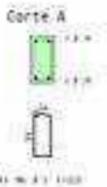
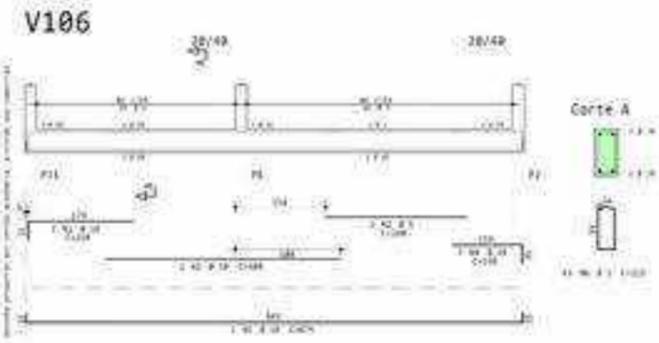
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



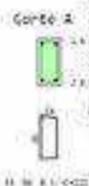
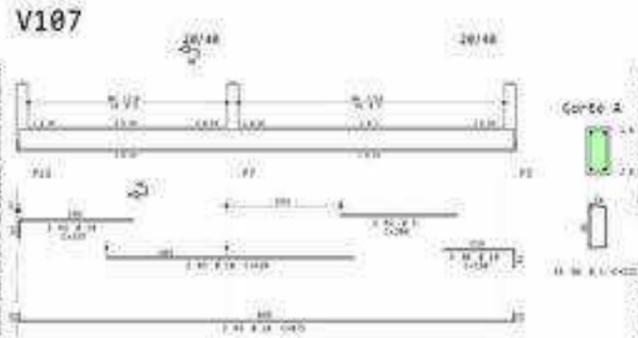
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



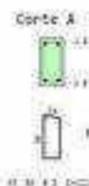
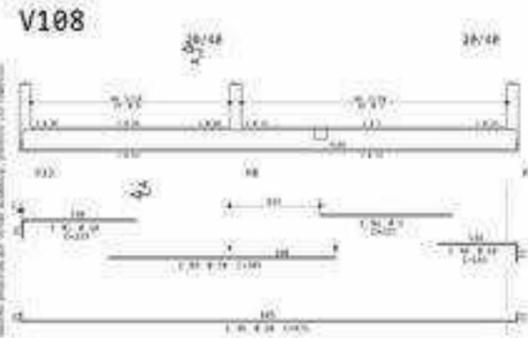
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



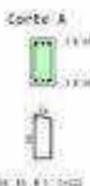
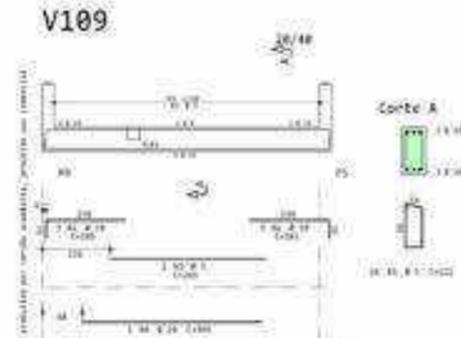
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



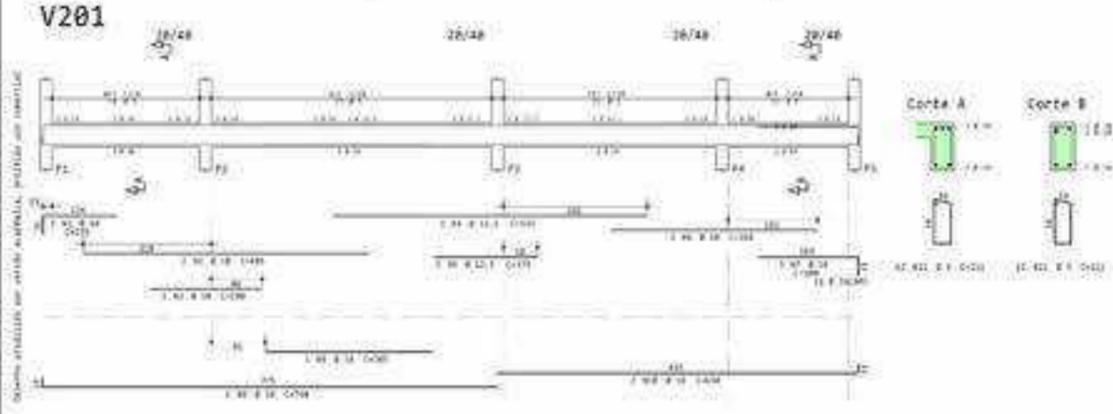
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

ITEM	DESCR. DE MATERIAIS	UNID.	QUANT.	COTAÇÃO	VALOR	TOTAL
V101						
V102						
V103						
V104						
V105						
V106						
V107						
V108						
V109						
TOTAL						

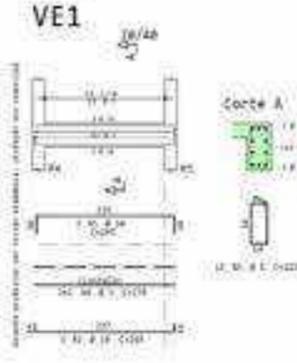
ITEM	DESCR. DE MATERIAIS	UNID.	QUANT.	COTAÇÃO	VALOR	TOTAL
V101						
V102						
V103						
V104						
V105						
V106						
V107						
V108						
V109						
TOTAL						

Nome: Nº: 0001
 KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO
 PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
 V101 / V102 / V103 / V104
 V105 / V106 / V107 / V108
 V109
 Nº: 00

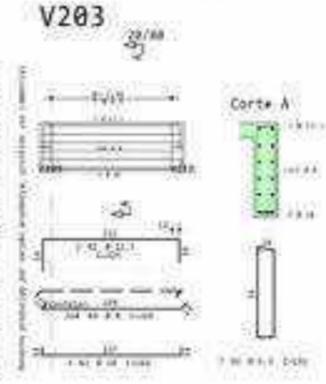
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



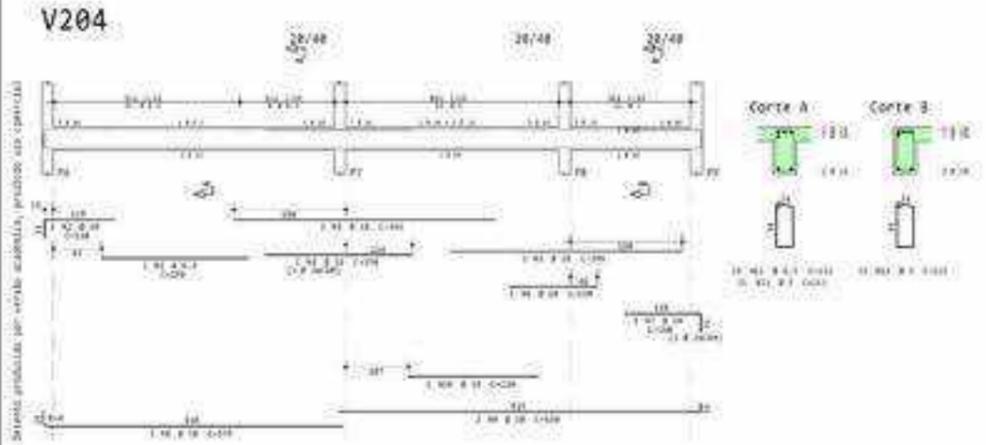
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



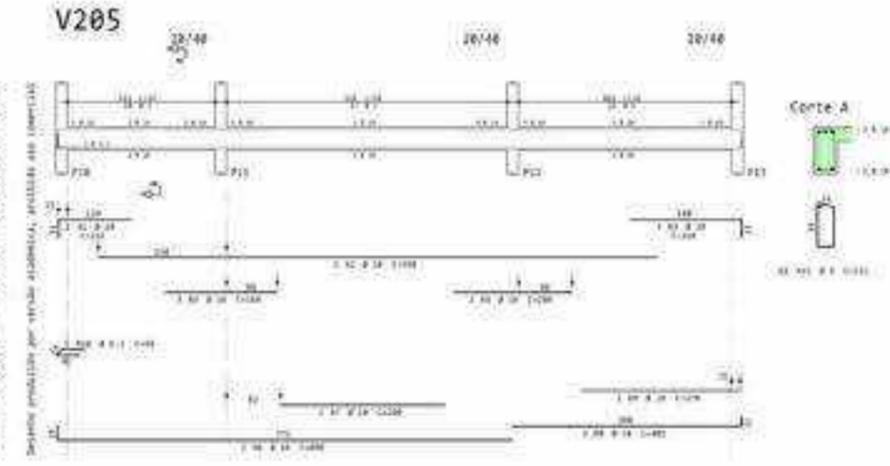
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



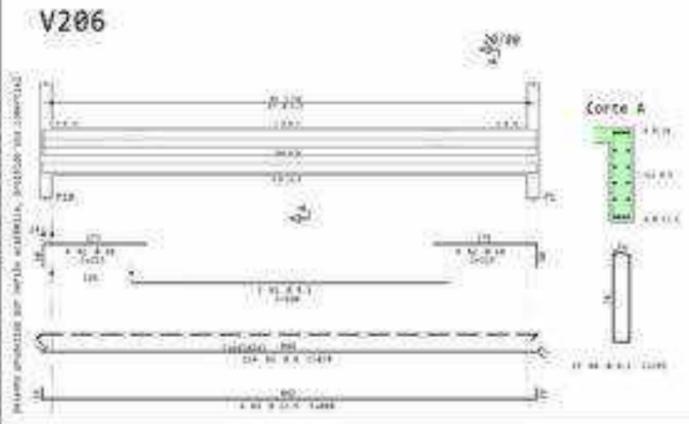
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



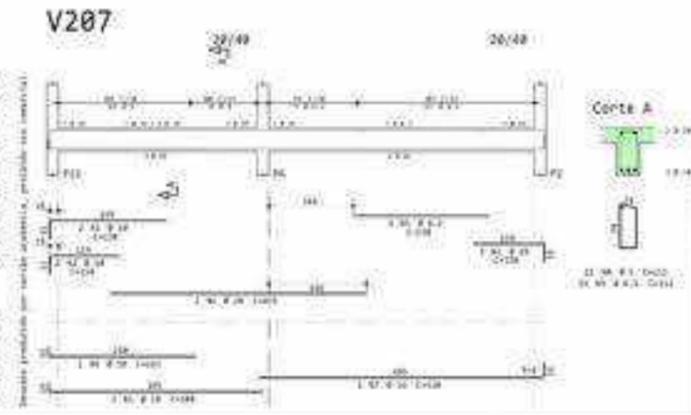
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

QTD	UNID	DESCR	COMPRIMENTO	TOTAL
1	m	V201	10,00	10,00
1	m	V203	10,00	10,00
1	m	V204	10,00	10,00
1	m	V205	10,00	10,00
1	m	V206	10,00	10,00
1	m	V207	10,00	10,00
1	m	VE1	10,00	10,00
1	m	V208	10,00	10,00
1	m	V209	10,00	10,00
1	m	V210	10,00	10,00
1	m	V211	10,00	10,00
1	m	V212	10,00	10,00
1	m	V213	10,00	10,00
1	m	V214	10,00	10,00
1	m	V215	10,00	10,00
1	m	V216	10,00	10,00
1	m	V217	10,00	10,00
1	m	V218	10,00	10,00
1	m	V219	10,00	10,00
1	m	V220	10,00	10,00
1	m	V221	10,00	10,00
1	m	V222	10,00	10,00
1	m	V223	10,00	10,00
1	m	V224	10,00	10,00
1	m	V225	10,00	10,00
1	m	V226	10,00	10,00
1	m	V227	10,00	10,00
1	m	V228	10,00	10,00
1	m	V229	10,00	10,00
1	m	V230	10,00	10,00
1	m	V231	10,00	10,00
1	m	V232	10,00	10,00
1	m	V233	10,00	10,00
1	m	V234	10,00	10,00
1	m	V235	10,00	10,00
1	m	V236	10,00	10,00
1	m	V237	10,00	10,00
1	m	V238	10,00	10,00
1	m	V239	10,00	10,00
1	m	V240	10,00	10,00
1	m	V241	10,00	10,00
1	m	V242	10,00	10,00
1	m	V243	10,00	10,00
1	m	V244	10,00	10,00
1	m	V245	10,00	10,00
1	m	V246	10,00	10,00
1	m	V247	10,00	10,00
1	m	V248	10,00	10,00
1	m	V249	10,00	10,00
1	m	V250	10,00	10,00
1	m	V251	10,00	10,00
1	m	V252	10,00	10,00
1	m	V253	10,00	10,00
1	m	V254	10,00	10,00
1	m	V255	10,00	10,00
1	m	V256	10,00	10,00
1	m	V257	10,00	10,00
1	m	V258	10,00	10,00
1	m	V259	10,00	10,00
1	m	V260	10,00	10,00
1	m	V261	10,00	10,00
1	m	V262	10,00	10,00
1	m	V263	10,00	10,00
1	m	V264	10,00	10,00
1	m	V265	10,00	10,00
1	m	V266	10,00	10,00
1	m	V267	10,00	10,00
1	m	V268	10,00	10,00
1	m	V269	10,00	10,00
1	m	V270	10,00	10,00
1	m	V271	10,00	10,00
1	m	V272	10,00	10,00
1	m	V273	10,00	10,00
1	m	V274	10,00	10,00
1	m	V275	10,00	10,00
1	m	V276	10,00	10,00
1	m	V277	10,00	10,00
1	m	V278	10,00	10,00
1	m	V279	10,00	10,00
1	m	V280	10,00	10,00
1	m	V281	10,00	10,00
1	m	V282	10,00	10,00
1	m	V283	10,00	10,00
1	m	V284	10,00	10,00
1	m	V285	10,00	10,00
1	m	V286	10,00	10,00
1	m	V287	10,00	10,00
1	m	V288	10,00	10,00
1	m	V289	10,00	10,00
1	m	V290	10,00	10,00
1	m	V291	10,00	10,00
1	m	V292	10,00	10,00
1	m	V293	10,00	10,00
1	m	V294	10,00	10,00
1	m	V295	10,00	10,00
1	m	V296	10,00	10,00
1	m	V297	10,00	10,00
1	m	V298	10,00	10,00
1	m	V299	10,00	10,00
1	m	V300	10,00	10,00

0801

KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO

PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

005

V201 / V203 / V204 / V205
V206 / V207 / VE1

00

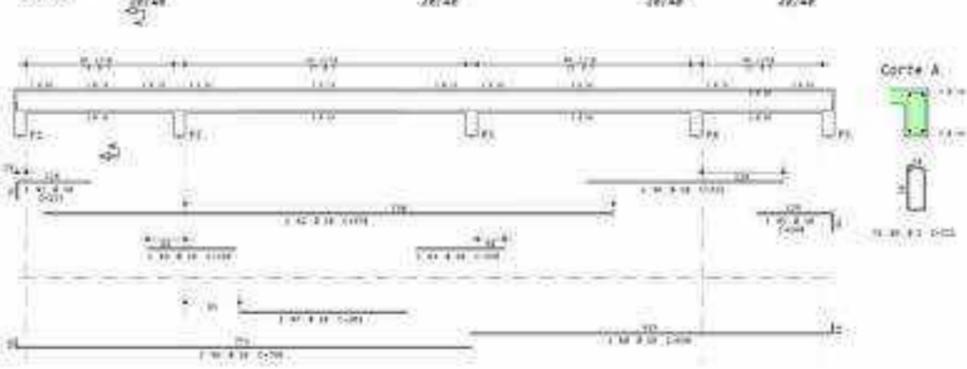
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

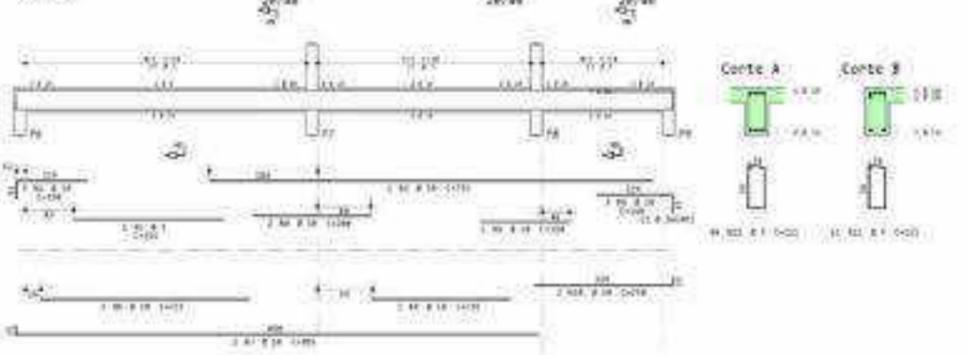
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

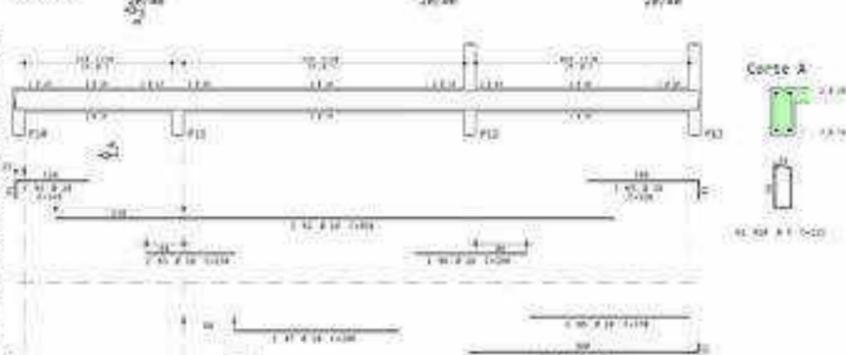
V301



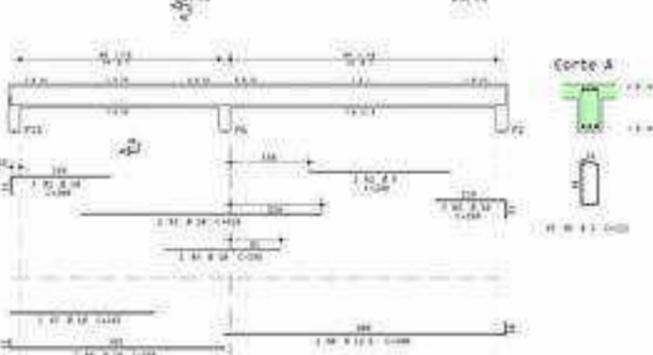
V302



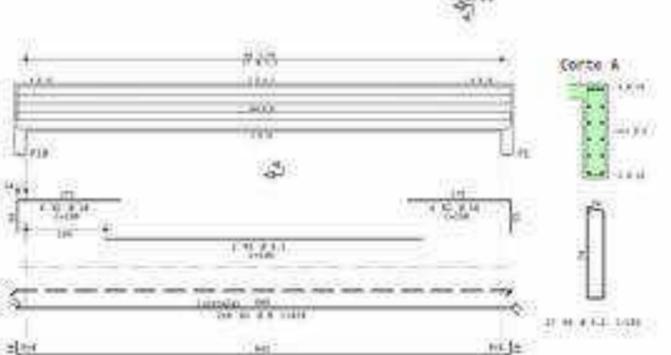
V303



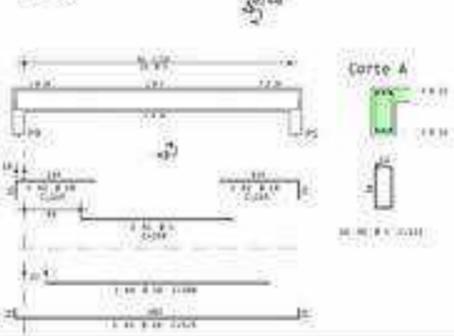
V305



V304



V308



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

ALC	COL	COR	CONC	CONTENHENTE	
				QUANT	TOTAL
V301				1	1
V302				1	1
V303				1	1
V304				1	1
V305				1	1
V308				1	1
TOTAL				6	6

0001

KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO

PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

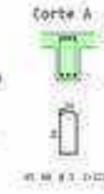
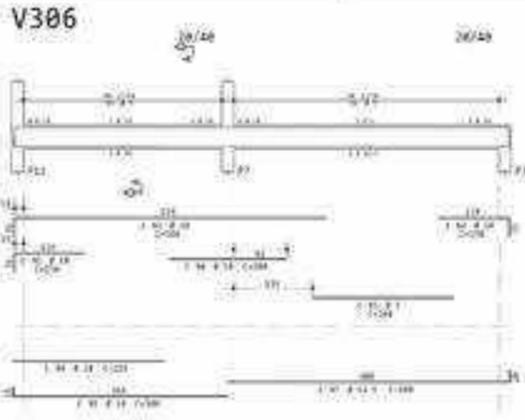
005

V301 / V302 / V303 / V304
V305 / V308

00

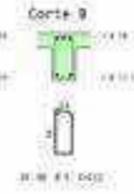
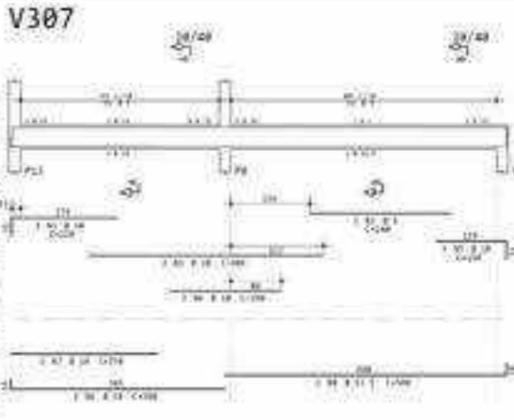
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Desenho produzido por sistema automatizado, baseado em informações



ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Desenho produzido por sistema automatizado, baseado em informações

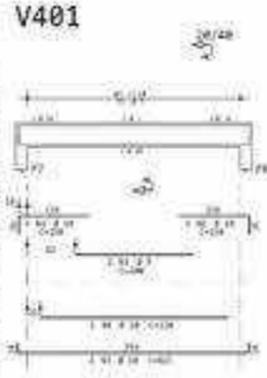


ACO	QTD	QTD	QTD	COMPRIMENTO	
				UNIT	TOTAL
V306	100	100	100	100	100
V307	100	100	100	100	100
TOTAL				200	200

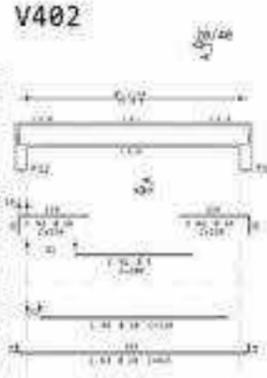
RESUMO DE AÇO			
ACO	QTD	COMPR.	VALOR
V306	100	100	100
V307	100	100	100
TOTAL	200	200	200

Projeto: Autor: Data:		0001
KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO		0005
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO		00
V306 / V307		00

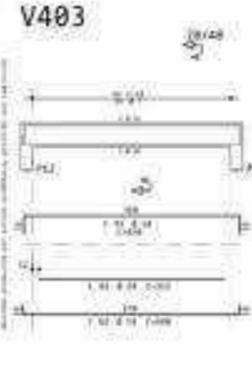
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



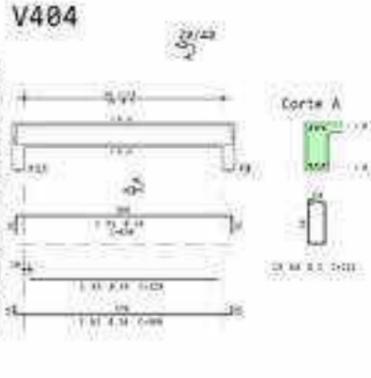
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ITEM	QUANTIDADE	UNID.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL	COMENTÁRIOS
V401	1	m	10,50	10,50	
V402	1	m	10,50	10,50	
V403	1	m	10,50	10,50	
V404	1	m	10,50	10,50	
TOTAL	4	m	42,00	42,00	

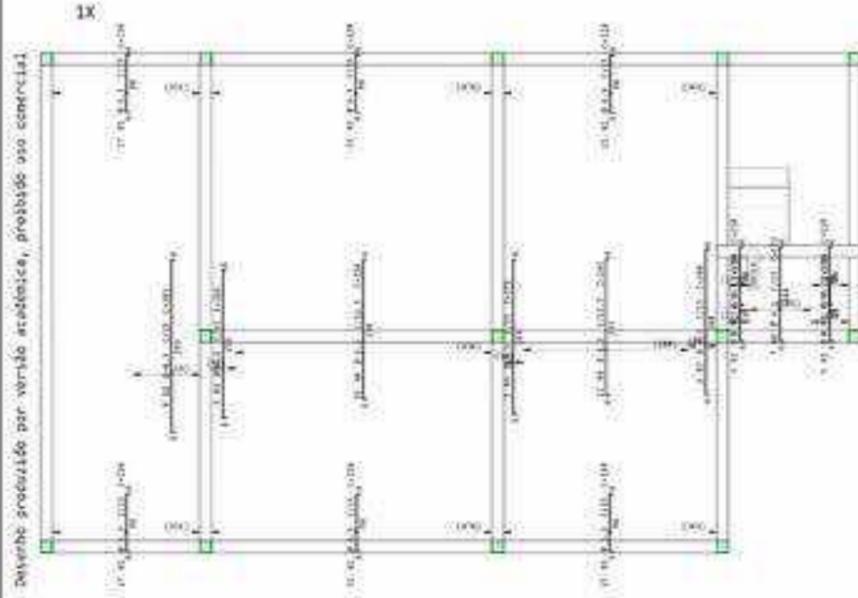
MOMENTO W (Kg)			
400	500	600	700
00	00	00	00
00	00	00	00

Proj. nº	0001
Proj. nº	0001
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO	007
V401 / V402 / V403 / V404	00

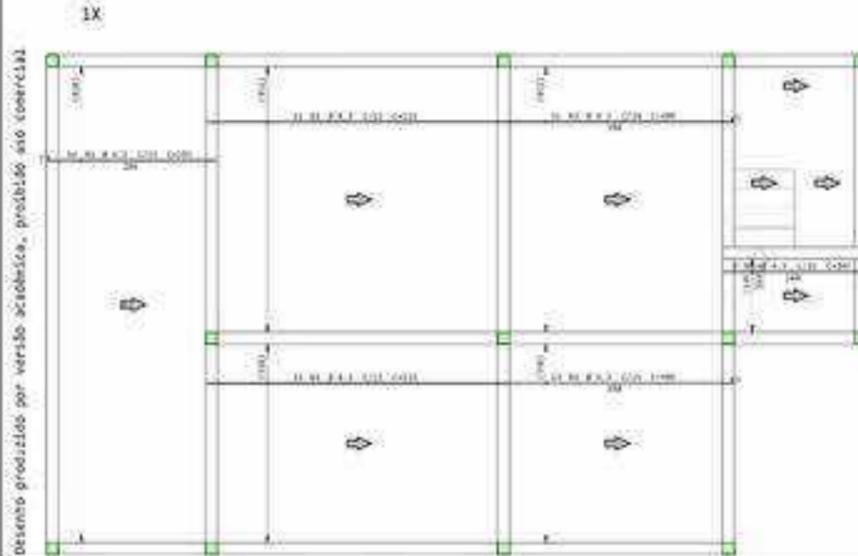
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Térreo - Armadura negativa secundaria



Térreo - Armadura positiva principal



ITEM	QTD	UNID	VALOR	TOTAL	
				UNIT	TOTAL
Térreo - Armadura negativa secundaria					
1	1	m	100	100	1000
2	1	m	100	100	1000
3	1	m	100	100	1000
4	1	m	100	100	1000
5	1	m	100	100	1000
6	1	m	100	100	1000
7	1	m	100	100	1000
8	1	m	100	100	1000
9	1	m	100	100	1000
10	1	m	100	100	1000
11	1	m	100	100	1000
12	1	m	100	100	1000
13	1	m	100	100	1000
14	1	m	100	100	1000
15	1	m	100	100	1000
16	1	m	100	100	1000
17	1	m	100	100	1000
18	1	m	100	100	1000
19	1	m	100	100	1000
20	1	m	100	100	1000
21	1	m	100	100	1000
22	1	m	100	100	1000
23	1	m	100	100	1000
24	1	m	100	100	1000
25	1	m	100	100	1000
26	1	m	100	100	1000
27	1	m	100	100	1000
28	1	m	100	100	1000
29	1	m	100	100	1000
30	1	m	100	100	1000
31	1	m	100	100	1000
32	1	m	100	100	1000
33	1	m	100	100	1000
34	1	m	100	100	1000
35	1	m	100	100	1000
36	1	m	100	100	1000
37	1	m	100	100	1000
38	1	m	100	100	1000
39	1	m	100	100	1000
40	1	m	100	100	1000
41	1	m	100	100	1000
42	1	m	100	100	1000
43	1	m	100	100	1000
44	1	m	100	100	1000
45	1	m	100	100	1000
46	1	m	100	100	1000
47	1	m	100	100	1000
48	1	m	100	100	1000
49	1	m	100	100	1000
50	1	m	100	100	1000
51	1	m	100	100	1000
52	1	m	100	100	1000
53	1	m	100	100	1000
54	1	m	100	100	1000
55	1	m	100	100	1000
56	1	m	100	100	1000
57	1	m	100	100	1000
58	1	m	100	100	1000
59	1	m	100	100	1000
60	1	m	100	100	1000
61	1	m	100	100	1000
62	1	m	100	100	1000
63	1	m	100	100	1000
64	1	m	100	100	1000
65	1	m	100	100	1000
66	1	m	100	100	1000
67	1	m	100	100	1000
68	1	m	100	100	1000
69	1	m	100	100	1000
70	1	m	100	100	1000
71	1	m	100	100	1000
72	1	m	100	100	1000
73	1	m	100	100	1000
74	1	m	100	100	1000
75	1	m	100	100	1000
76	1	m	100	100	1000
77	1	m	100	100	1000
78	1	m	100	100	1000
79	1	m	100	100	1000
80	1	m	100	100	1000
81	1	m	100	100	1000
82	1	m	100	100	1000
83	1	m	100	100	1000
84	1	m	100	100	1000
85	1	m	100	100	1000
86	1	m	100	100	1000
87	1	m	100	100	1000
88	1	m	100	100	1000
89	1	m	100	100	1000
90	1	m	100	100	1000
91	1	m	100	100	1000
92	1	m	100	100	1000
93	1	m	100	100	1000
94	1	m	100	100	1000
95	1	m	100	100	1000
96	1	m	100	100	1000
97	1	m	100	100	1000
98	1	m	100	100	1000
99	1	m	100	100	1000
100	1	m	100	100	1000

0001

KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO

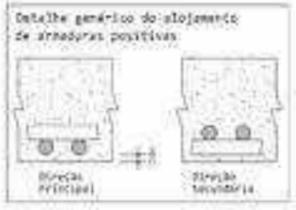
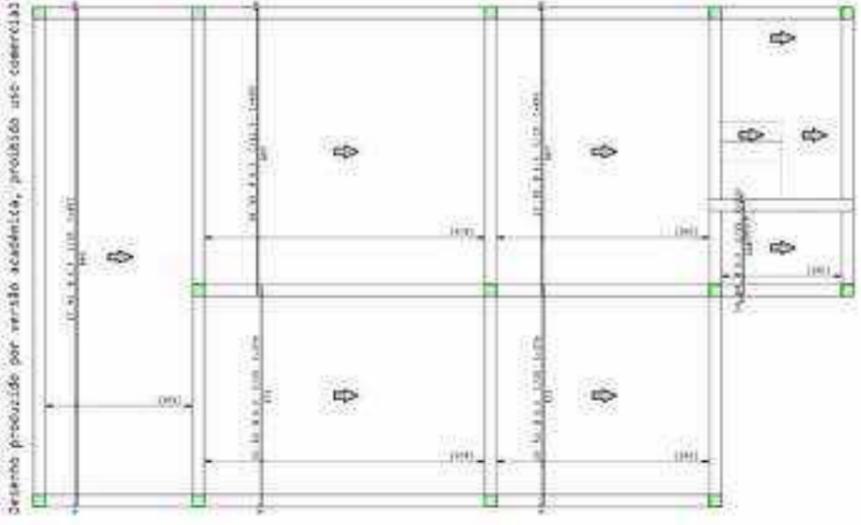
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

0009

00

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Térreo - Armadura positiva secundaria



ACO		EST		QUAD		COMPLEMENTOS	
UN	TOTAL	UN	TOTAL	UN	TOTAL	UN	TOTAL
TABELA: ARMADURA POSITIVA SECUNDARIA							
ACO	1	EST	1	QUAD	1	COMPLEMENTOS	1
UN	1000	UN	1000	UN	1000	UN	1000
TOTAL	1000	TOTAL	1000	TOTAL	1000	TOTAL	1000

RESUMO DE ACO			
ACO	EST	QUAD	TOTAL
100	100	100	300
TOTAL	100	100	300

0001

KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO

PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

010

Térreo - Armadura positiva secundaria

00

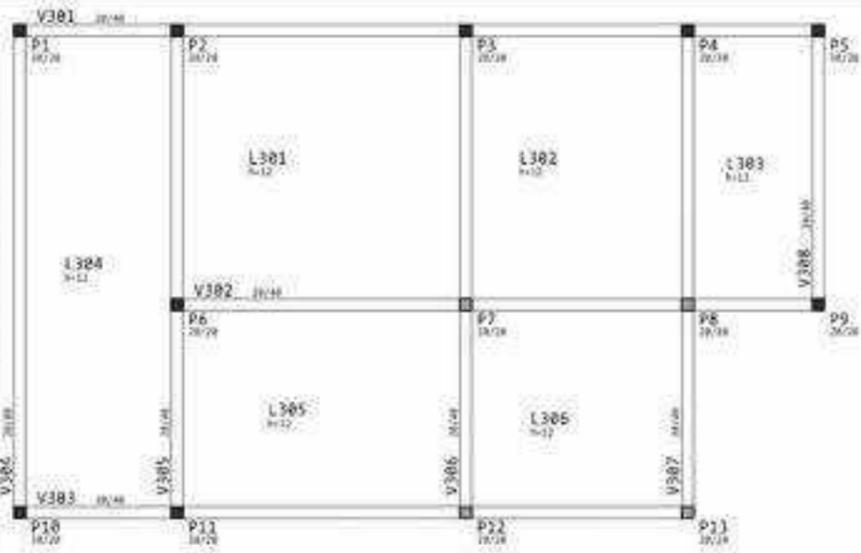
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

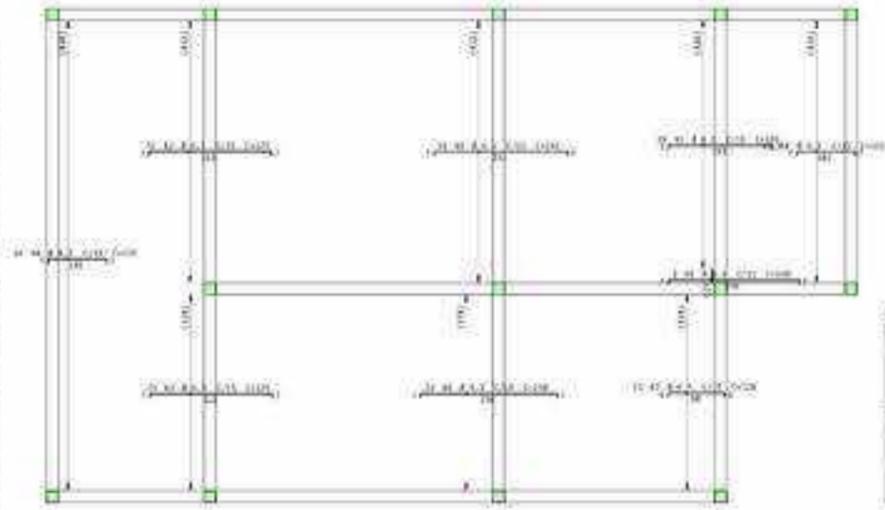
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Cobertura - Armadura negativa principal

1X



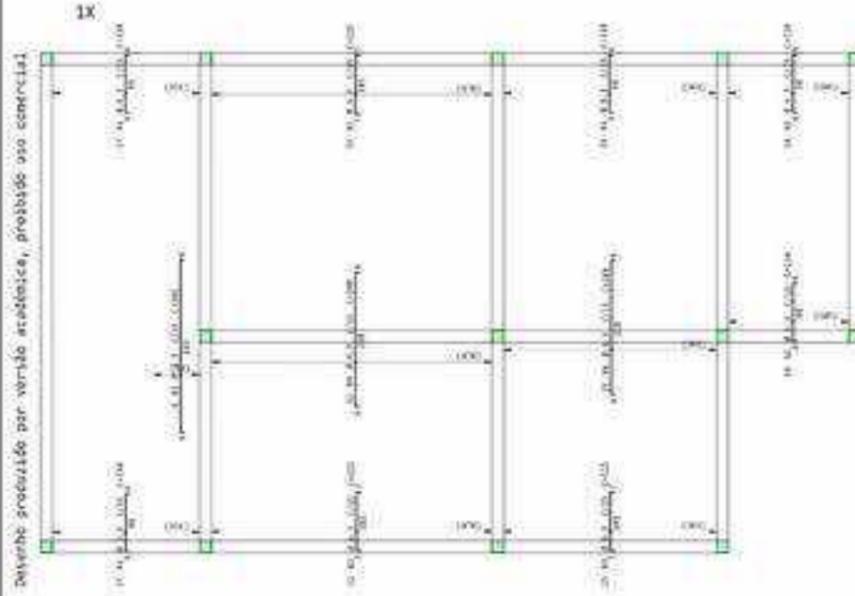
REF	POS	QT	QUANT	CARGAMENTO	
				NET	TOTAL
L301	Armadura	negativa	100	100	100
L302	Armadura	negativa	100	100	100
L303	Armadura	negativa	100	100	100
L304	Armadura	negativa	100	100	100
L305	Armadura	negativa	100	100	100
TOTAL			500	500	500

RESUMO DE AÇO			
ACI	SI	COMB	MSO
100	100	100	100
TOTAL	100	100	100

PROJETO	0001
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	011
Cobertura - Armadura negativa principal	00

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

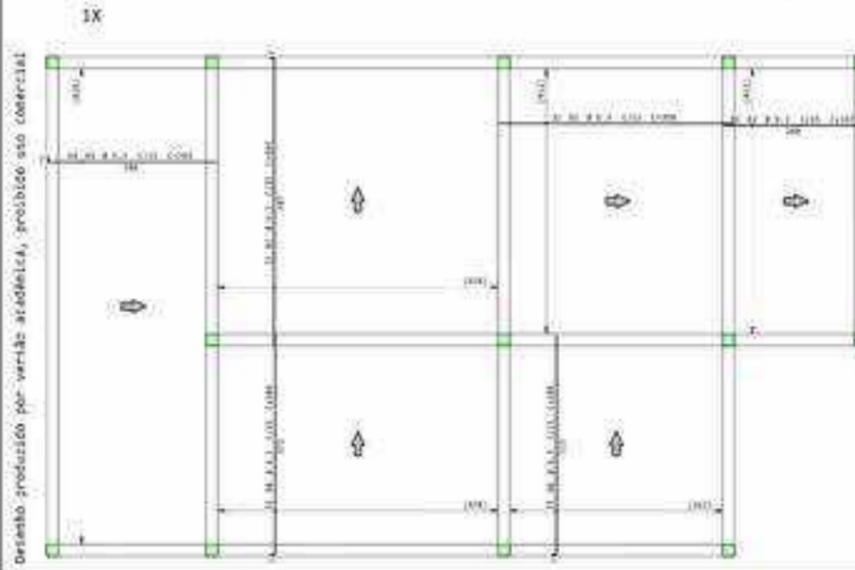
Cobertura - Armadura negativa secundaria



QUANT.	CANT.	ESPEC.	MATERIAIS	COMPRIMENTO	
				UNIT.	TOTAL
100	1	A-1	100	100	10000
100	1	A-2	100	100	10000
100	1	A-3	100	100	10000
100	1	A-4	100	100	10000
100	1	A-5	100	100	10000
100	1	A-6	100	100	10000
100	1	A-7	100	100	10000
100	1	A-8	100	100	10000
100	1	A-9	100	100	10000
100	1	A-10	100	100	10000
100	1	A-11	100	100	10000
100	1	A-12	100	100	10000
100	1	A-13	100	100	10000
100	1	A-14	100	100	10000
100	1	A-15	100	100	10000
100	1	A-16	100	100	10000
100	1	A-17	100	100	10000
100	1	A-18	100	100	10000
100	1	A-19	100	100	10000
100	1	A-20	100	100	10000
100	1	A-21	100	100	10000
100	1	A-22	100	100	10000
100	1	A-23	100	100	10000
100	1	A-24	100	100	10000
100	1	A-25	100	100	10000
100	1	A-26	100	100	10000
100	1	A-27	100	100	10000
100	1	A-28	100	100	10000
100	1	A-29	100	100	10000
100	1	A-30	100	100	10000
100	1	A-31	100	100	10000
100	1	A-32	100	100	10000
100	1	A-33	100	100	10000
100	1	A-34	100	100	10000
100	1	A-35	100	100	10000
100	1	A-36	100	100	10000
100	1	A-37	100	100	10000
100	1	A-38	100	100	10000
100	1	A-39	100	100	10000
100	1	A-40	100	100	10000
100	1	A-41	100	100	10000
100	1	A-42	100	100	10000
100	1	A-43	100	100	10000
100	1	A-44	100	100	10000
100	1	A-45	100	100	10000
100	1	A-46	100	100	10000
100	1	A-47	100	100	10000
100	1	A-48	100	100	10000
100	1	A-49	100	100	10000
100	1	A-50	100	100	10000

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

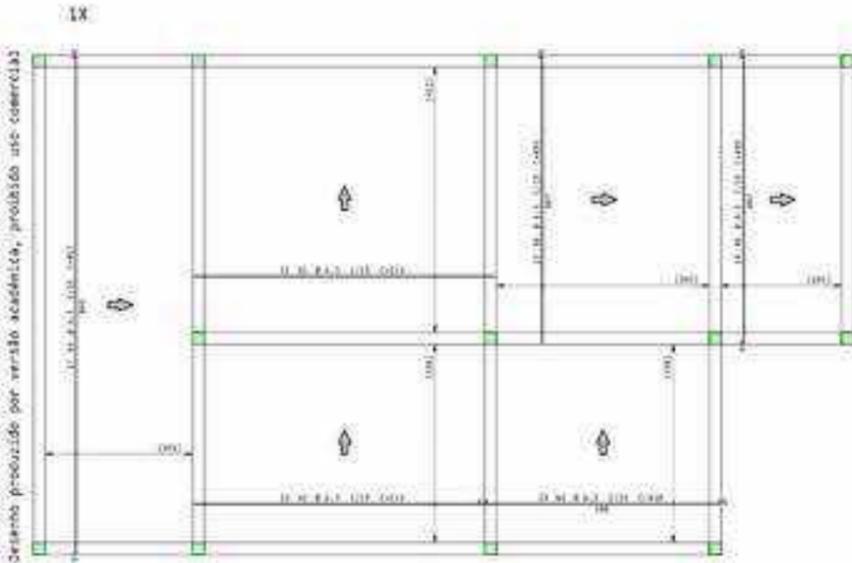
Cobertura - Armadura positiva principal



0001	0001
KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO	
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
00	00
Cobertura - Armadura negativa secundaria	
Cobertura - Armadura positiva principal	

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Cobertura - Armadura positiva secundaria



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



ACO	QTD	QTD	QTD	QTD	QTD	QTD
ACO	QTD	QTD	QTD	QTD	QTD	QTD
ACO	1	1	1	1	1	1
ACO	1	1	1	1	1	1
ACO	1	1	1	1	1	1
ACO	1	1	1	1	1	1
ACO	1	1	1	1	1	1

ACO	QTD	QTD	QTD	QTD	QTD	QTD
ACO	1	1	1	1	1	1
ACO	1	1	1	1	1	1
ACO	1	1	1	1	1	1
ACO	1	1	1	1	1	1
ACO	1	1	1	1	1	1

Projeto	0001
Projeto - Trabalho de Conclusão de Curso	013
Cobertura - Armadura positiva secundaria	00

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

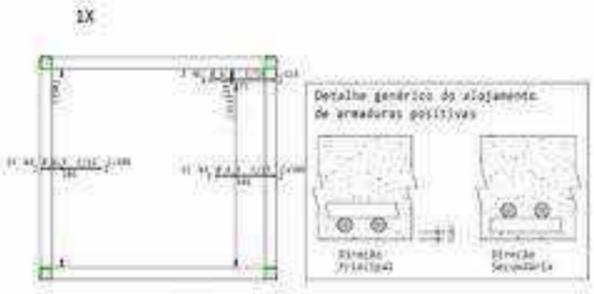
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

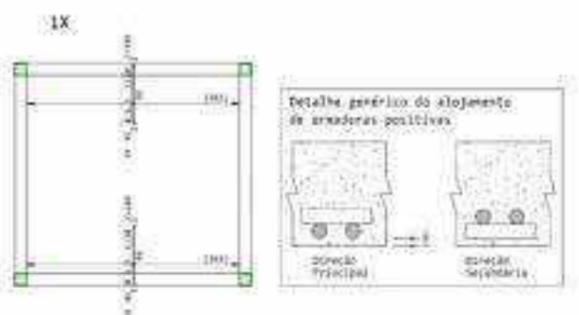


ACO	QTD	QTD	QTD	QTD	COMPARATIVO	TOTAL
UN	UN	UN	UN	UN	UN	UN
CAIXA D'ÁGUA - ARMADURA NEGATIVA PRINCIPAL	20	20	20	20	20	20
CAIXA D'ÁGUA - ARMADURA NEGATIVA SECUNDARIA	20	20	20	20	20	20
TOTAL	40	40	40	40	40	40

Caixa d'água - Armadura negativa principal



Caixa d'água - Armadura negativa secundaria

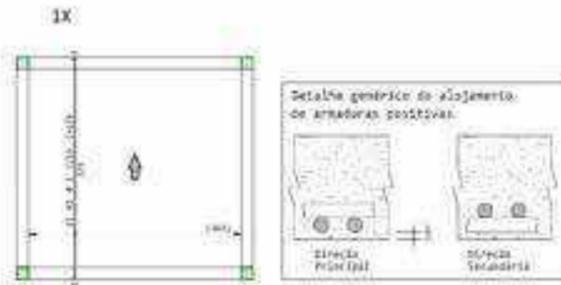


0001	00
KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO	
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
014	
Caixa d'água - Armadura negativa principal	
Caixa d'água - Armadura negativa secundaria	

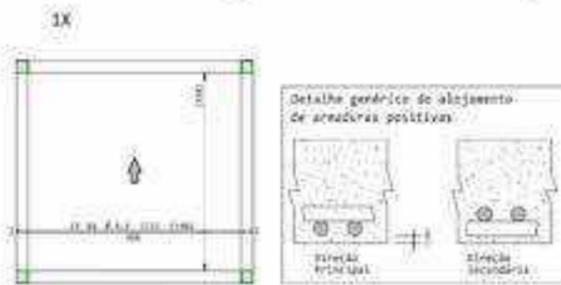
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Caixa d'água - Armadura positiva principal



Caixa d'água - Armadura positiva secundaria



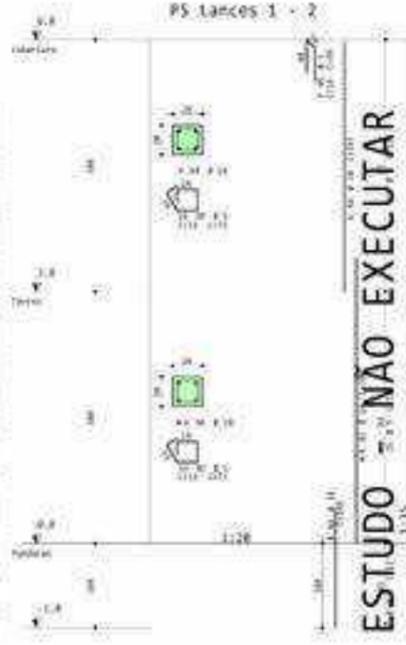
ACO	PRE	EST	CONCR	CONCRETO	TOTAL
kg	m³	m³	m³	kg	kg
Caixa d'água - Armadura positiva principal					
Caixa d'água - Armadura positiva secundaria					
TOTAL					

RESUMO DE ACO		PREÇO	
ACO	EST	CONCR	PREÇO
kg	m³	m³	kg
100	1,1	10	10
PREÇO TOTAL	PREÇO	PREÇO	11,147
PREÇO TOTAL	PREÇO	PREÇO	22,327

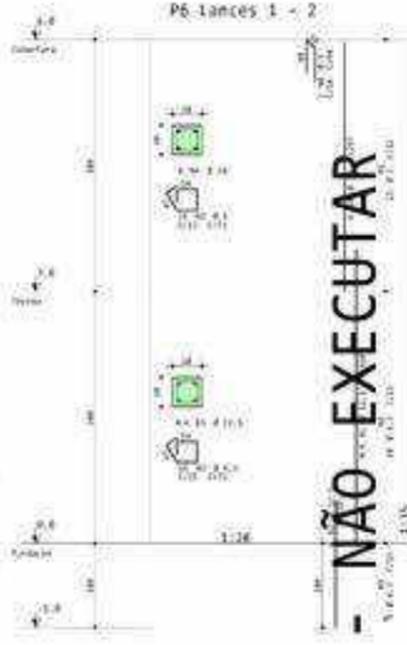
<p>Projeto: 0001</p> <p>PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO</p>	
<p>Caixa d'água - Armadura positiva principal</p> <p>Caixa d'água - Armadura positiva secundaria</p>	<p>00</p>

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

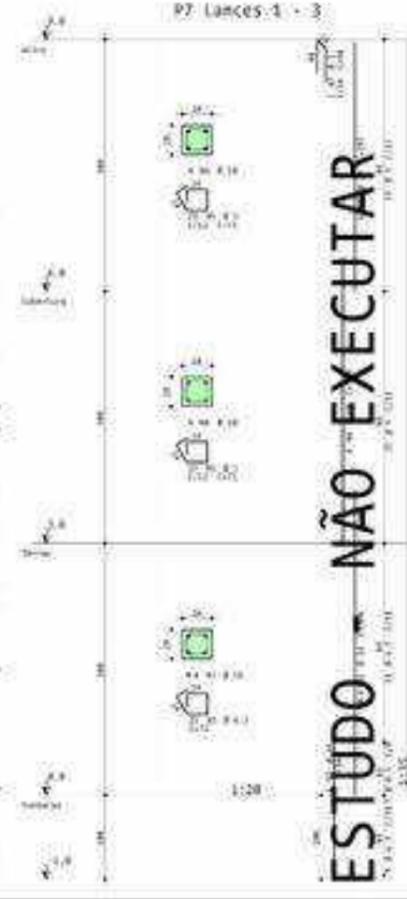
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



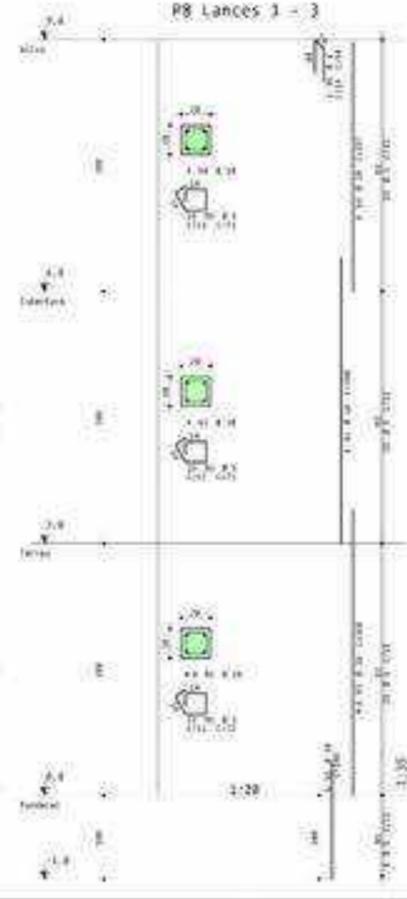
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

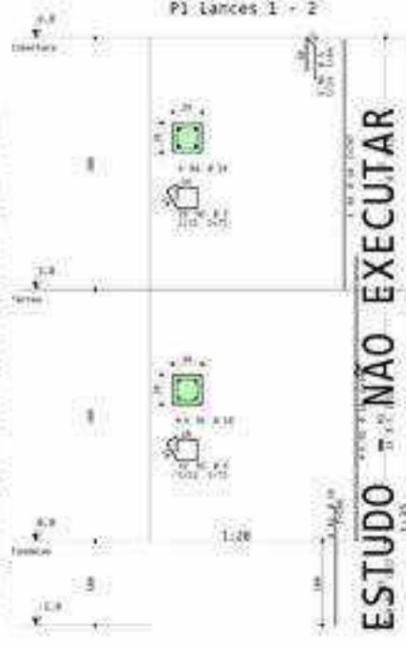


Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

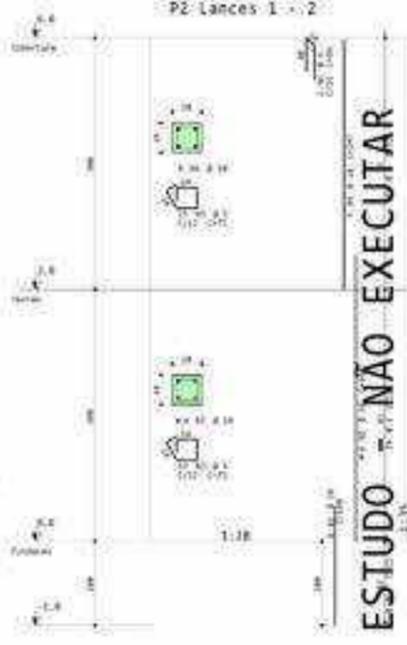


ESTUDO - NÃO EXECUTAR

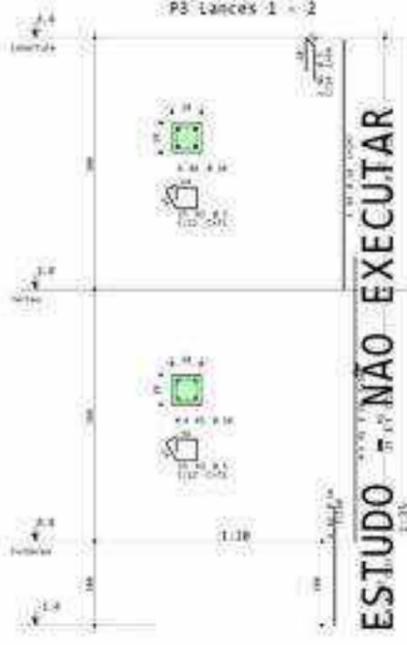
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Nome: KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO
 Matrícula: 0001
 Projeto - Trabalho de Conclusão de Curso: 016
 Disciplina: 00
 Data: 15/08/2014

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

PROJETO	DISCIPLINA	PROFESSOR	ALUNO	DATA	COMENTÁRIOS	TOTAL
P1 Lances 1 - 2						100
P2 Lances 1 - 2						100
P3 Lances 1 - 2						100
P4 Lances 1 - 2						100
P5 Lances 1 - 2						100
P6 Lances 1 - 2						100
P7 Lances 1 - 3						100
P8 Lances 1 - 3						100
TOTAL						800

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Este estudo não possui caráter de garantia, o mesmo não se aplica para fins de licitação ou contratação.

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



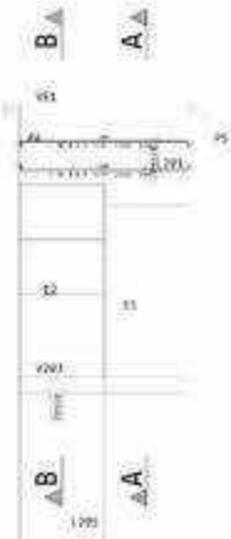
ANO	PER	EST	ORÇAM	COMPROMISSO	RECURSOS
				INSTR	DISPON
2013	1	1	1	100	100
2014	1	1	1	100	100
2015	1	1	1	100	100
2016	1	1	1	100	100
2017	1	1	1	100	100
2018	1	1	1	100	100
2019	1	1	1	100	100
2020	1	1	1	100	100
2021	1	1	1	100	100
2022	1	1	1	100	100
2023	1	1	1	100	100
2024	1	1	1	100	100
2025	1	1	1	100	100
2026	1	1	1	100	100
2027	1	1	1	100	100
2028	1	1	1	100	100
2029	1	1	1	100	100
2030	1	1	1	100	100
TOTAL				3000	3000

CONTINENTE		0001
PROJETO		018
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		00
P13 LANCES 1 - 3		00

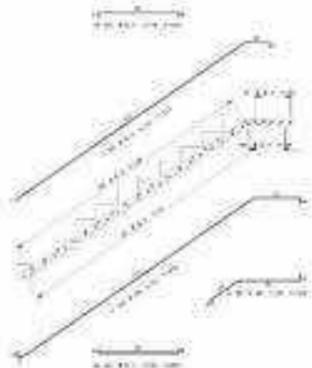
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

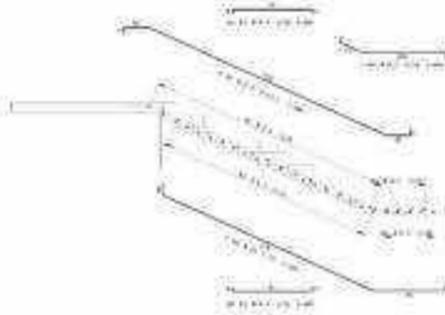
Planta Escada-1 - Térreo



Corte A-A



Corte B-B



PROFESSOR	COORDENADOR	PROFESSOR	PROFESSOR

Nome	0001
Matrícula	0001
Nome do Aluno	0001
Nome do Projeto	0001
Nome do Trabalho	0001
Nome do Curso	0001
Nome do Departamento	0001
Nome do Instituto	0001
Nome do Campus	0001
Nome do Curso	0001
Nome do Departamento	0001
Nome do Instituto	0001
Nome do Campus	0001

APÊNDICE B – MEMORIAL SIMPLIFICADO DESCRITIVO E DE CÁLCULO



MEMORIAL SIMPLIFICADO

DESCRITIVO E DE CÁLCULO

Elaborado por:

TQS VERSÃO EDUCACIONAL NÃO COMERCIAL

USO NÃO PERMITIDO EM PROJETOS COMERCIAIS



Índice	
DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO.....	6
Corte esquemático.....	6
Localização.....	6
Perspectivas da estrutura.....	6
NORMA EM USO.....	6
SOFTWARE UTILIZADO.....	6
MATERIAIS.....	6
Concreto.....	6
Módulo de elasticidade.....	7
Aço de armadura passiva.....	7
Aço de armadura ativa.....	7
PARÂMETRO DE DURABILIDADE.....	7
Classe de agressividade.....	7
Cobrimentos gerais.....	7
Cobrimentos diferenciados por pavimentos.....	8
AÇÕES E COMBINAÇÕES.....	8
Carga vertical.....	8
Vento.....	8
Desaprumo global.....	9
Empuxo.....	9
Incêndio.....	9
Cargas adicionais.....	9
Carregamentos nos pavimentos.....	9
Resumo de combinações no modelo global.....	9
Lista de combinações no modelo global.....	10
MODELO ESTRUTURAL.....	10
Explicações.....	10
Modelo estrutural dos pavimentos.....	11
Modelo estrutural global.....	11
Critérios de projeto.....	11
Modelo ELU.....	12
Modelo ELS.....	12
Consideração das fundações.....	12
Modelo 3D.....	12

Índice	
Esforços de cálculo.....	12
ESTABILIDADE GLOBAL.....	12
Listagem completa dos parâmetros de instabilidade.....	13
Classificação da estrutura.....	14
COMPORTAMENTO EM SERVIÇO - ELS.....	14
Deslocamentos do modelo estrutural global.....	14
Listagem completa dos deslocamentos do modelo global do edifício.....	14
Análise dinâmica do modelo estrutural global.....	15
Flecha máxima dos pavimentos.....	15
Isovalores.....	15
Análise dinâmica dos pavimentos.....	15
PARÂMETROS QUALITATIVOS.....	15
Esbeltez do edifício.....	15
Padronização de elementos.....	16
Densidade de pilares e vãos médios.....	16
MEMORIAL DE CÁLCULO DAS VIGAS.....	17
Relatório geral de vigas.....	17
Legenda.....	17
Fundação.....	17
V101.....	17
V102.....	18
V103.....	18
V104.....	19
V105.....	20
V106.....	20
V107.....	20
V108.....	21
V109.....	21
Terreo.....	22
V201.....	22
V203.....	23
V204.....	23
V205.....	24
V206.....	25

Índice	
V207.....	25
V208.....	26
V209.....	26
V210.....	27
VE1.....	27
Cobertura.....	27
V301.....	27
V302.....	28
V303.....	29
V304.....	30
V305.....	30
V306.....	31
V307.....	31
V308.....	32
Caixa d'água.....	32
V401.....	32
V403.....	33
V404.....	33
MEMORIAL DE CÁLCULO DOS PILARES.....	35
Listagem de resultados por pilar.....	35
Legenda.....	35
P1.....	35
P10.....	35
P11.....	36
P12.....	36
P13.....	37
P2.....	37
P3.....	37
P4.....	38
P5.....	38
P6.....	38
P7.....	39
P8.....	39
P9.....	40

Índice	
Seleção de bitolas de pilares.....	40
Legenda.....	40
P1.....	40
P10.....	40
P11.....	41
P12.....	41
P13.....	41
P2.....	41
P3.....	41
P4.....	41
P5.....	41
P6.....	42
P7.....	42
P8.....	42
P9.....	42
MEMORIAL DE CÁLCULO DAS FUNDAÇÕES.....	43
Legenda.....	43
CRITÉRIOS PROJETO - GERENCIADOS.....	44
Critérios gerais.....	44
Ações.....	44
Análise Estrutural.....	45
Dimensionamento, detalhamento e desenho.....	47
Critérios do PREO.....	51
Modelagem.....	51
Detalhamento Geral.....	52
Detalhamento Vigas.....	52
Detalhamento Pilares.....	52
Detalhamento consoles.....	53
FIGURAS COMPLEMENTARES.....	54

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO é constituído por 3 pavimentos: 0 pavimentos de subsolo; 0 térreo(s); 2 pavimentos intermediários/tipos; 0 pavimentos de cobertura; 1 pavimentos para o ático. A seguir é apresentado um quadro com detalhes de cada um destes pavimentos.

Pavimentos	Piso a Piso (m)	Cota (m)	Área (m ²)
Caixa d'água	3,00	9,00	15,21
Cobertura	3,00	6,00	110,60
Térreo	3,00	3,00	111,01
Fundação	0,00	0,00	14,53
TOTAL	---	---	251,35

A altura total do edifício é de 9.0 m.

Corte esquemático

A seguir é apresentado um corte esquemático do edifício. Nele é possível visualizar as distâncias entre pavimento, cotas e nomenclaturas utilizadas:

#PARA COMPLETAR O TEXTO, ADICIONE TEXTOS, FIGURAS E/OU TABELAS AQUI.

Localização

O país onde o edifício está localizado é: Brasil

#PARA COMPLETAR O TEXTO, ADICIONE TEXTOS, FIGURAS E/OU TABELAS AQUI.

Perspectivas da estrutura

#PARA COMPLETAR O TEXTO, ADICIONE TEXTOS, FIGURAS E/OU TABELAS AQUI.

NORMA EM USO

Na análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais deste edifício foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

NBR-6118-2023.

SOFTWARE UTILIZADO

Para a análise estrutural e dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o sistema TQS na versão V24.6.21.

MATERIAIS

Concreto

A seguir são apresentados os valores de fck utilizados para cada um dos elementos estruturais, para cada um dos pavimentos:

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Pavimento	Lojes (MPa)	Vigas (MPa)	Fundações (MPa)
Caixa d'água	25	25	25
Cobertura	25	25	25
Térreo	25	25	25
Fundacao	25	25	25

Piso	Pavimento	fck do pilar (MPa)
3	Caixa d'água	25
2	Cobertura	25
1	Térreo	25
0	Fundacao	25

Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade utilizado para cada um dos concretos utilizados é listado a seguir:

	αE	Ecs (MPa)	Eci (MPa)	Gc (MPa)
C0	1	0	0	0
C25	1	24150	28000	10063

Aço de armadura passiva

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tipo de barra	E_s (MPa)	f_{yk} (MPa)	Massa específica (kgf/m ³)	n_1
CA-25	210000	250	7850	1,00
CA-50	210000	500	7850	2,25
CA-60	210000	600	7850	1,40

Aço de armadura ativa

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tipo de barra	E_p (MPa)	f_{pyk} (MPa)	f_{ptk} (MPa)	Massa específica (kgf/m ³)	n_1
CP190-12,7	200000	1750	1900	7850	1,0

PARÂMETRO DE DURABILIDADE

Classe de agressividade

Para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais foi considerada a seguinte Classe de Agressividade Ambiental no projeto:

Cobrimentos gerais

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente.

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

A seguir são apresentados os valores de cobrimento utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

Elemento Estrutural	Cobrimento (cm)
Lajes convencionais (superior / inferior)	2.5 / 2.5
Lajes protendidas (superior / inferior)	3.5 / 3.5
Vigas	3,0
Pilares	3,0
Fundações	3,0

Cobrimentos diferenciados por pavimentos

A seguir são apresentados os valores de cobrimentos diferenciados utilizados nos pavimentos. Caso os valores apresentados sejam zero (0), o valor geral foi utilizado:

Pavimento	Vigas (cm)	Laje Inf. (cm)	Laje Sup. (cm)	Laje Prot. Inf. (cm)	Laje Prot. Sup. (cm)
Caixa d'água	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cobertura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Térreo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fundação	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

AÇÕES E COMBINAÇÕES

Carga vertical

A seguir são apresentadas as cargas médias utilizadas em cada um dos pavimentos para o dimensionamento da estrutura.

A carga média de um pavimento é a razão entre as todas as cargas verticais características (peso-próprio, permanentes ou acidentais) pela área total estimada do pavimento.

Pavimento	Peso Próprio (tf/m ²)	Permanente (tf/m ²)	Acidental (tf/m ²)
Caixa d'água	0,36	0,01	0,08
Cobertura	0,41	0,04	0,09
Térreo	0,42	0,39	0,26
Fundação	1,11	1,79	0,05

As cargas apresentadas foram obtidas do modelo dos pavimentos e não apresentam o peso próprio dos pilares.

Vento

A seguir são apresentados os fatores de cálculo utilizados para definição das ações de vento incidentes sobre a estrutura.

- Velocidade básica: 30 m/s;
- Fator topográfico (S1): 1,0;

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

- Categoria de rugosidade (S2): II - Terrenos abertos com poucos obstáculos. Árvores, edificações baixas, zonas costeiras, vegetação rala, pradaria;
- A - Maior dimensão horizontal ou vertical < 20,0 m;
- Fator estatístico (S3): 1,10 - Edificações onde se exige maior segurança. Hospitais, quartéis, forças de segurança, comunicação, etc.

Na tabela que se segue são apresentados os valores de coeficiente de arrasto, área de projeção do edifício e pressão calculada com os fatores apresentados anteriormente:

Caso	Ângulo (°)	Coef. arrasto	Área (m²)	Pressão (tf/m²)
5	90	1,00	95,8	0,056
6	270	1,00	95,8	0,056
7	0	1,00	62,3	0,056
8	180	1,00	62,3	0,056
9	45	1,00	102,3	0,056

Desaprumo global

Nenhum caso de desaprumo global foi considerado na análise estrutural do edifício.

Empuxo

Nenhum caso de empuxo foi considerado na análise estrutural do edifício.

Incêndio

TRRF: 120,0

Cargas adicionais

Nenhum caso adicional foi considerado na análise estrutural do edifício.

Carregamentos nos pavimentos

Outros carregamentos considerados nos modelos dos pavimentos são apresentados a seguir:

Pavimento	Temperatura	Retração	Protensão	Dinâmica
Caixa d'água	Não	Não	Não	Não
Cobertura	Não	Não	Não	Não
Térreo	Não	Não	Não	Não
Fundação	Não	Não	Não	Não

Resumo de combinações no modelo global

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

Tipo	Descrição	N. Combinações
ELU1	Verificações de estado limite último - Vigas e lajes	24
ELU2	Verificações de estado limite último - Pilares e fundações	24
FOGO	Verificações em situação de incêndio	2
ELS	Verificações de estado limite de serviço	14
COMBFLU	Cálculo de fluência (método geral)	2

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

específicos para análises ELU e ELS e os coeficientes de não-linearidade física também são apontados a seguir.

Modelo estrutural dos pavimentos

A análise do comportamento estrutural dos pavimentos foi realizada através de modelos de grelha ou pórtico plano. Nestes modelos as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos pilares existentes.

A seguir são apresentados o tipo de modelo estrutural utilizado em cada um dos pavimentos:

<i>Pavimento</i>	<i>Descrição do Modelo</i>	<i>Modelo Estrutural</i>
<i>Caixa d'água</i>	Modelo de lajes planas	Grelha (3 graus de liberdade)
<i>Cobertura</i>	Modelo de lajes planas	Grelha (3 graus de liberdade)
<i>Térreo</i>	Modelo de lajes planas	Pórtico (6 graus de liberdade)
<i>Fundação</i>	Modelo de lajes planas	Pórtico (6 graus de liberdade)

Os esforços obtidos dos modelos estruturais dos pavimentos foram utilizados para o dimensionamento das lajes à flexão e cisalhamento.

Nestes modelos foi utilizado o módulo de elasticidade secante do concreto. A seguir são apresentados os valores utilizados para cada um dos pavimentos:

<i>Pavimento</i>	<i>Módulo de elasticidade adotado (MPa)</i>
<i>Caixa d'água</i>	24150
<i>Cobertura</i>	24150
<i>Térreo</i>	24150
<i>Fundação</i>	24150

Modelo estrutural global

No modelo de pórtico foram incluídos todos os elementos principais da estrutura, ou seja, pilares e vigas, além da consideração do diafragma rígido formado nos planos de cada pavimento (lajes). A rigidez à flexão das lajes foi desprezada na análise de esforços horizontais (vento).

Os pórticos espaciais foram modelados com todos os pavimentos do edifício, para a avaliação dos efeitos das ações horizontais e os efeitos de redistribuição de esforços em toda a estrutura devido aos carregamentos verticais.

As cargas verticais atuantes nas vigas e pilares do pórtico foram extraídas de modelos de grelha de cada um dos pavimentos.

Foram utilizados dois modelos de pórtico espacial em cada etapa construtiva: um específico para análises de Estado Limite Último - ELU e outro para o Estado Limite de Serviço - ELS. As características de cada um destes modelos são apresentadas a seguir.

Crerios de projeto

A seguir são apresentadas algumas considerações de projeto utilizadas para a análise estrutura do edifício em questão:

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

- Flexibilização das ligações viga/pilar: Sim;
- Modelo enrijecido para viga de transição: Sim
- Método para análise de 2ª. Ordem global: GamaZ
- Análise por efeito incremental: Não
- Análise com interação fundação-estrutura: Não

Modelo ELU

O modelo ELU foi utilizado para obtenção dos esforços necessários para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais.

Nos elementos de concreto moldado in-loco foram utilizados os coeficientes de não linearidade física conforme apresentados na tabela a seguir:

Elemento estrutural Moldado in-loco	Coef. NLF
Pilares	0,80
Vigas	0,40
Lajes	0,30

O módulo de elasticidade utilizado no modelo foi o secante, de acordo com o fck do elemento estrutural (já apresentado anteriormente).

Modelo ELS

O modelo ELS foi utilizado para análise de deslocamento do edifício. Neste modelo a inércia utilizada para os elementos estruturais foi a bruta.

Consideração das fundações

Todas as fundações foram consideradas rigidamente conectadas à base.

Modelo 3D

#PARA COMPLETAR O TEXTO, ADICIONE TEXTOS E FIGURAS AQUI.

Esforços de cálculo

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais.

No dimensionamento das armaduras das vigas é utilizada uma envoltória de esforços solicitantes de todas as combinações pertencentes ao grupo ELU1. Para o dimensionamento de armaduras dos pilares são utilizadas todas as hipóteses de solicitações (combinações do grupo ELU2); neste conjunto de combinações são aplicadas as reduções de sobrecarga, caso o projeto esteja utilizando este artifício.

ESTABILIDADE GLOBAL

A seguir são apresentados os principais parâmetros de instabilidade obtidos da análise estrutural do edifício.

Parâmetro	Valor
GamaZ	1,07

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FAVt	1,07
Alfa	0,72

Na tabela anterior são apresentados somente os valores máximos obtidos para os coeficientes:

GamaZ é o parâmetro para avaliação da estabilidade de uma estrutura. Ele NÃO considera os deslocamentos horizontais provocados pelas cargas verticais (calculado p/ casos de vento), conforme definido no item 15.5.3 da NBR 6118.

FAVt é o fator de amplificação de esforços horizontais que pode considerar os deslocamentos horizontais gerados pelas cargas verticais (calculado p/ combinações ELU com a mesma formulação do GamaZ).

Alfa é o parâmetro de instabilidade de uma estrutura reticulada conforme definido pelo item 15.5.2 da NBR 6118.

Listagem completa dos parâmetros de instabilidade

A seguir são apresentados a listagem completa dos parâmetros de instabilidade para as combinações apresentadas anteriormente:

Resultado da estabilidade (GamaZ) para as combinações de cargas de vento

Caso	Age	UWR	Al	Cbrv	pl	Wp	GamaZ	Alfa	Obs
4	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
4	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
4	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
4	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
4	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72

Resultado da estabilidade (GamaZ) para as combinações de caso - cargas e Dejos

Caso	Age	UWR	Al	Cbrv	pl	Wp	GamaZ	Alfa	Obs
13	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
17	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
18	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
19	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
20	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
21	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
22	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
23	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
24	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
25	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
26	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
27	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
28	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
29	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
30	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
31	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
32	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
33	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
34	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
35	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
36	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
37	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
38	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
39	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
40	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72

Resultado da estabilidade (FAVt) para as combinações de caso - cargas e Dejos

Caso	Age	UWR	Al	Cbrv	pl	Wp	FAVt	Alfa	Obs
4	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
17	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
18	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
19	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
20	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
21	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
22	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
23	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
24	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
25	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
26	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
27	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
28	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
29	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
30	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
31	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
32	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
33	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
34	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
35	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
36	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
37	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
38	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
39	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72
40	22	226,7	3,2	3,2	22,1	2,1	1,000	1,000	0,72

Observações (OBSERVAÇÕES):
 =====
 Para saber mais sobre como gerar o relatório detalhado para cada caso, consulte o manual de utilização do software de estabilidade.
 Para mais detalhes de métodos, consulte o manual de métodos.

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

proceder esta análise sob o processo 7.2.111a.

Observações para os casos em questão:
O parâmetro λ foi determinado através da expressão a seguir.

Observações para os casos em questão:
O fator momento secundário das cargas mortuárias não foi considerado devido à baixa taxa de ocupação.
A diferença λ decorre pelo menor valor de taxa de ocupação desta situação.

Para análise de estabilidade de segunda ordem adotado um elemento estrutural, onde o fator não considerado (indeterminado).

Classificação da estrutura

Baseado nos valores apresentados acima, a estrutura pode ser avaliada da seguinte forma:

- Parâmetro adotado na análise do edifício (GamaZ): 1,07;
- Tipo da estrutura (Alfa): 0,72.

COMPORTEAMENTO EM SERVIÇO - ELS

Deslocamentos do modelo estrutural global

Para o edifício em questão os temos os seguintes valores:

- Altura total do edifício - H: 9,0 m;
- Altura entre pisos - Hi: 3,0 m.

Listagem completa dos deslocamentos do modelo global do edifício

A seguir são apresentados a listagem completa dos parâmetros de instabilidade para as combinações apresentadas anteriormente:

Depende para a listagem de deslocamentos relativos

Legenda	Valor
ELAS	Caso de listagem de ELS
ELAS-EL	Módulo de elasticidade (pre/conv) plastificado (post-conv)
ELAS	Valor relativo à altura total do edifício
ELAS-EL	Valor de deslocamento relativo (relativo)
ELAS-EL	Valor relativo ao pavimento de referência
Obs	Observações (E/EC-1), queda de fôrça, por significação a seguir.

Deslocamentos relativos			
Caso	Ux (m)	Uy (m)	Uz (m)
1	0,18	0,1104	0,04
2	0,28	0,1104	0,04
3	0,31	0,1104	0,04
4	0,40	0,1104	0,04
5	0,49	0,1104	0,04

Instabilidade relativa entre pisos			
Caso	Piso	Ux (m)	Uy (m)
1	0	0,12	0,02975
2	1	0,07	0,02975
3	1	0,10	0,02975
4	1	0,08	0,02975
5	2	0,13	0,02975

Observações importantes

Observações para os casos em questão:
Caso de listagem de ELS deslocamento relativo não adotado.

Observações para os casos em questão:
Caso de listagem de ELS deslocamento relativo não adotado.

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Com os resultados obtidos pela análise estrutural obteve-se os seguintes valores de deslocamentos horizontais do modelo estrutural global:

Deslocamento	Valor máxima (cm)	Referência(cm)
Topo do edifício (cm)	(H / 2780) 0.32	(H / 1700) 0.53
Entre pisos (cm)	(Hi / 2368) 0.13	(Hi / 850) 0.35

Os valores de referência utilizados são prescritos pelo NBR 6118 através do item 13.3.

Análise dinâmica do modelo estrutural global

Para o edifício em questão os temos os seguintes valores:

Caso	Acelerações X (m/s ²)	Acelerações Y (m/s ²)	Percepção humana
5	0,000	0,000	Imperceptível
6	0,000	0,000	Imperceptível
7	0,000	0,000	Imperceptível
8	0,000	0,000	Imperceptível
9	0,000	0,000	Imperceptível

A escala de conforto utilizada segue os seguintes passos: Imperceptível - Perceptível - Incômoda - Muito Incômoda - Intolerável.

Flecha máxima dos pavimentos

A seguir são apresentadas as flechas máximas de todas as lajes em todos os pavimentos:

#PARA COMPLETAR O TEXTO, ADICIONE TEXTOS, FIGURAS E/OU TABELAS AQUI.

Isovalores

A seguir são apresentados diagramas de isovalores de flecha para os pavimentos do edifício:

#PARA COMPLETAR O TEXTO, ADICIONE TEXTOS, FIGURAS E/OU TABELAS AQUI.

Análise dinâmica dos pavimentos

A seguir são apresentados os resultados da análise dinâmica dos pavimentos:

#PARA COMPLETAR O TEXTO, ADICIONE TEXTOS, FIGURAS E/OU TABELAS AQUI.

PARÂMETROS QUALITATIVOS

Esbeltez do edifício

A seguir é apresentada a esbeltez do edifício e da torre (caso exista).

	Número de pisos	Esbeltez
Torre Tipo	3	1,06
Edifício	4	1,41

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na tabela anterior, 'torre tipo' é a parte do edifício que está acima do primeiro pavimento 'Tipo' ou 'Primeiro', conforme indicado no esquema do edifício.

A esbeltez é a razão da altura pela menor dimensão do edifício.

Padronização de elementos

A seguir são apresentados os elementos e suas variações para cada um dos pavimentos:

Pavimentos	Pilares	Vigas	Lajes
Caixa d'água	4 / 1	4 / 1	1 / 1
Cobertura	13 / 1	8 / 2	6 / 1
Térreo	13 / 1	10 / 3	9 / 1
Fundação	13 / 1	9 / 2	0 / 0

Na tabela anterior são apresentados os números de elementos do pavimento e o número de variações (seções ou espessuras diferentes).

Densidade de pilares e vãos médios

A seguir é apresentada a densidade de pilares e vãos médios das vigas e lajes.

Pavimentos	Densidade de pilares (m^2)	Vigas (m)	Lajes (m)
Caixa d'água	3,8	3,5	3,6
Cobertura	8,5	3,9	3,4
Térreo	8,5	3,7	2,5
Fundação	1,1	3,8	0,0

A densidade de pilares é a razão da área do pavimento pelo número de pilares existentes neste pavimento.

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

VIA		VAL		VAL		VAL		VAL		VAL		VAL	
01	21	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
02	22	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
03	23	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

V108

VIA		VAL		VAL		VAL		VAL		VAL		VAL	
01	21	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
02	22	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
03	23	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

V109

VIA		VAL		VAL		VAL		VAL		VAL		VAL	
01	21	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
02	22	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
03	23	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

<p>MEMORIAL DESCRITIVO</p> <p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											

Térreo

V201

Projeto de Reforma e Ampliação do Laboratório de Física da Escola Estadual de Física de São Carlos

<p>MEMORIAL DESCRITIVO</p> <p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											

<p>MEMORIAL DESCRITIVO</p> <p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											

<p>MEMORIAL DESCRITIVO</p> <p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											

<p>MEMORIAL DESCRITIVO</p> <p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											
<p>PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA ESCOLA ESTADUAL DE FÍSICA DE SÃO CARLOS</p>											

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

T A B E L A D E		Q1	Q2	Tax	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q38	Q39	Q40	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q48	Q49	Q50	Q51	Q52	Q53	Q54	Q55	Q56	Q57	Q58	Q59	Q60	Q61	Q62	Q63	Q64	Q65	Q66	Q67	Q68	Q69	Q70	Q71	Q72	Q73	Q74	Q75	Q76	Q77	Q78	Q79	Q80	Q81	Q82	Q83	Q84	Q85	Q86	Q87	Q88	Q89	Q90	Q91	Q92	Q93	Q94	Q95	Q96	Q97	Q98	Q99	Q100								
MEM. ANEXO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
MEM. ANEXO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

V205

T A B E L A D E		Q1	Q2	Tax	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q38	Q39	Q40	Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q48	Q49	Q50	Q51	Q52	Q53	Q54	Q55	Q56	Q57	Q58	Q59	Q60	Q61	Q62	Q63	Q64	Q65	Q66	Q67	Q68	Q69	Q70	Q71	Q72	Q73	Q74	Q75	Q76	Q77	Q78	Q79	Q80	Q81	Q82	Q83	Q84	Q85	Q86	Q87	Q88	Q89	Q90	Q91	Q92	Q93	Q94	Q95	Q96	Q97	Q98	Q99	Q100								
MEM. ANEXO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
MEM. ANEXO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEMORIAL DESCRITIVO														
PROJETO	AL	DF	VAL	PROJ	PRO									
111,000	0	402	0,38	14,32	1	40	0,4	7,1	0,1	1,1	14,3	2	1,3	1,1
TÍTULOS														
PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

V210

MEMORIAL DESCRITIVO														
PROJETO	AL	DF	VAL	PROJ	PRO									
111,000	0	402	0,38	14,32	1	40	0,4	7,1	0,1	1,1	14,3	2	1,3	1,1
TÍTULOS														
PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

VE1

MEMORIAL DESCRITIVO														
PROJETO	AL	DF	VAL	PROJ	PRO									
111,000	0	402	0,38	14,32	1	40	0,4	7,1	0,1	1,1	14,3	2	1,3	1,1
TÍTULOS														
PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Cobertura

MEMORIAL DESCRITIVO														
PROJETO	AL	DF	VAL	PROJ	PRO									
111,000	0	402	0,38	14,32	1	40	0,4	7,1	0,1	1,1	14,3	2	1,3	1,1
TÍTULOS														
PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ	PROJ
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Cód. de Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0																																																																																																
Cód. de Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0																																																																																																
CLASSIFICACAO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
TOTAL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
DESC. APENAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

V304

Cód. de Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0																																																																																																
Cód. de Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0																																																																																																
CLASSIFICACAO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
TOTAL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
DESC. APENAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

V305

Cód. de Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0																																																																																																
Cód. de Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0		F. Resposta = 0,0																																																																																																
CLASSIFICACAO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
TOTAL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
DESC. APENAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

--- Delimitações geométricas de modo de grade e traçado espacial --- Estrut. de PDS --- Delimit. de Delimit. de

V306

Proj. de: V306 (V306) (Proj. de: V306) (Proj. de: V306)

--- Delimitações geométricas de modo de grade e traçado espacial --- Estrut. de PDS --- Delimit. de Delimit. de

ITEM	QTD	UNID	VAL																	
1	1	m ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1	m ²	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
3	1	m ²	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

V306

Proj. de: V306 (V306) (Proj. de: V306) (Proj. de: V306)

--- Delimitações geométricas de modo de grade e traçado espacial --- Estrut. de PDS --- Delimit. de Delimit. de

V307

Proj. de: V307 (V307) (Proj. de: V307) (Proj. de: V307)

--- Delimitações geométricas de modo de grade e traçado espacial --- Estrut. de PDS --- Delimit. de Delimit. de

ITEM	QTD	UNID	VAL																	
1	1	m ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1	m ²	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
3	1	m ²	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

V307

Proj. de: V307 (V307) (Proj. de: V307) (Proj. de: V307)

--- Delimitações geométricas de modo de grade e traçado espacial --- Estrut. de PDS --- Delimit. de Delimit. de

ITEM	QTD	UNID	VAL																	
1	1	m ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1	m ²	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
3	1	m ²	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Technical drawing showing a cross-section of a structure with dimensions and material specifications. Includes labels like 'V398' and 'Caixa d'água'. The drawing shows a rectangular structure with various internal and external dimensions, material grades, and reinforcement details.

V398

Technical drawing showing a cross-section of a structure with dimensions and material specifications. Includes labels like 'V400' and 'Caixa d'água'. The drawing shows a rectangular structure with various internal and external dimensions, material grades, and reinforcement details.

Caixa d'água

V401

Technical drawing showing a cross-section of a structure with dimensions and material specifications. Includes labels like 'V401' and 'Caixa d'água'. The drawing shows a rectangular structure with various internal and external dimensions, material grades, and reinforcement details.

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

REAC. ANEXO	NO.	Descrição	Relatório	Tempo	DDDY	Nota												
	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

P13

ETAPAS
com. 13

										Estrutura de Cálculo do Desempenhamento		
ITEM	QUANT	UNID	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	VALOR UNIT	VALOR TOTAL						
Materiais												
4.1	1	20,0	20,0	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MATERIAL CIMENTO PORTLAND 4250KG (CIMENTO) = 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24												
Cimento (kg) (CIMENTO) Quantidade Valor Unit Valor Total												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tipos de Cimento Cimento Cimento 4250												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Materiais												
4.1	2	20,0	20,0	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MATERIAL CIMENTO PORTLAND 4250KG (CIMENTO) = 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24												
Cimento (kg) (CIMENTO) Quantidade Valor Unit Valor Total												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tipos de Cimento Cimento Cimento 4250												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Materiais												
4.1	1	20,0	20,0	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MATERIAL CIMENTO PORTLAND 4250KG (CIMENTO) = 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24												
Cimento (kg) (CIMENTO) Quantidade Valor Unit Valor Total												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tipos de Cimento Cimento Cimento 4250												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

P2

ETAPAS
com. 2

										Estrutura de Cálculo do Desempenhamento		
ITEM	QUANT	UNID	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	VALOR UNIT	VALOR TOTAL						
Materiais												
4.1	1	20,0	20,0	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MATERIAL CIMENTO PORTLAND 4250KG (CIMENTO) = 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24												
Cimento (kg) (CIMENTO) Quantidade Valor Unit Valor Total												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tipos de Cimento Cimento Cimento 4250												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Materiais												
4.1	2	20,0	20,0	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MATERIAL CIMENTO PORTLAND 4250KG (CIMENTO) = 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24												
Cimento (kg) (CIMENTO) Quantidade Valor Unit Valor Total												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tipos de Cimento Cimento Cimento 4250												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

P3

ETAPAS
com. 3

										Estrutura de Cálculo do Desempenhamento		
ITEM	QUANT	UNID	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	VALOR UNIT	VALOR TOTAL						
Materiais												
4.1	1	20,0	20,0	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MATERIAL CIMENTO PORTLAND 4250KG (CIMENTO) = 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24												
Cimento (kg) (CIMENTO) Quantidade Valor Unit Valor Total												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tipos de Cimento Cimento Cimento 4250												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Materiais												
4.1	1	20,0	20,0	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MATERIAL CIMENTO PORTLAND 4250KG (CIMENTO) = 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24 - 18,00/24												
Cimento (kg) (CIMENTO) Quantidade Valor Unit Valor Total												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tipos de Cimento Cimento Cimento 4250												
18,00	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Disciplina	Classificação	Teoria	Exercícios	Exat	Prat	Trab. Prático	Proj	Def. Final	Def. Inicial	Def. Final	Def. Inicial
Matr. II	A	15,0	15,0	1	1						
Matr. II 20,0 20,0 20,0 20,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 15,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 15,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 20,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 20,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 SALARIO GASTOS DEPENDENCIA ANCIOS CRATERIA 18/05/20 18/05/20 18/05/20 2007,000 Cobrança (at) (18/05) Salário Dependência 8466,91 8466,91 8466,91 2,00 1,00 2,00 1,00 2,00 1,00 Titulo Classific. Teoria Exat Pr. Pr. Def. Final Def. A 2,0 15,0 1 1 1											

P2

Matr. II
Def. A

Relatório de Avaliação de Desempenho

Disciplina	Classificação	Teoria	Exercícios	Exat	Prat	Trab. Prático	Proj	Def. Final	Def. Inicial	Def. Final	Def. Inicial
Matr. II	A	15,0	15,0	1	1						
Matr. II 20,0 20,0 20,0 20,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 15,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 15,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 20,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 20,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 SALARIO GASTOS DEPENDENCIA ANCIOS CRATERIA 18/05/20 18/05/20 18/05/20 2007,000 Cobrança (at) (18/05) Salário Dependência 8466,91 8466,91 8466,91 2,00 1,00 2,00 1,00 2,00 1,00 Titulo Classific. Teoria Exat Pr. Pr. Def. Final Def. A 2,0 15,0 1 1 1											

P8

Matr. II
Def. A

Relatório de Avaliação de Desempenho

Disciplina	Classificação	Teoria	Exercícios	Exat	Prat	Trab. Prático	Proj	Def. Final	Def. Inicial	Def. Final	Def. Inicial
Matr. II	A	15,0	15,0	1	1						
Matr. II 20,0 20,0 20,0 20,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 15,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 15,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 20,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 20,0 6,0 4 2 0 8,00 2,0 1,00 10,0 10,0 20,0 20,0 SALARIO GASTOS DEPENDENCIA ANCIOS CRATERIA 18/05/20 18/05/20 18/05/20 2007,000 Cobrança (at) (18/05) Salário Dependência 8466,91 8466,91 8466,91 2,00 1,00 2,00 1,00 2,00 1,00 Titulo Classific. Teoria Exat Pr. Pr. Def. Final Def. A 2,0 15,0 1 1 1											

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

P9

ESTADO: RJ

Projeto de Cálculo de Dimensionamento

Item	Descrição	Quantidade	Medida	Valor Unitário	Valor Total	Valor Médio	Valor Mínimo	Valor Máximo
1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
3	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
4	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
6	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
7	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000
8	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
9	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000
10	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000

Seleção de bitolas de pilares

- Legenda**
- 1000 = 1000mm de comprimento (bitola retangular)
 - 1001 = Área de concreto de núcleo (transversal)
 - 1002 = Núcleo de aço
 - 1003 = Perímetro médio (bitola 1001 x 1001)
 - 1004 = Área total de concreto (C.C. total)
 - 1005 = Área de Armadura de aço
 - 1006 = Área do concreto
 - 1007 = Dependência do núcleo
 - 1008 = Área do núcleo de aço
 - 1009 = Dependência do núcleo de aço
 - 1010 = Perímetro do núcleo de aço
 - 1011 = 2ª Área (Área total) com área do núcleo de aço (C.C. total)
 - 1012 = Dependência (Área dependência) com núcleo (dependência)
 - 1013 = Dependência (Área dependência) com núcleo
 - 1014 = Dependência (Área dependência) com núcleo (dependência)
 - 1015 = Dependência (Área dependência) com núcleo (dependência)
 - 1016 = Dependência (Área dependência) com núcleo (dependência)
 - 1017 = Dependência (Área dependência) com núcleo (dependência)
 - 1018 = Dependência (Área dependência) com núcleo (dependência)
 - 1019 = Dependência (Área dependência) com núcleo (dependência)
 - 1020 = Dependência (Área dependência) com núcleo (dependência)

P1

ESTADO: RJ

Item	Descrição	Quantidade	Medida	Valor Unitário	Valor Total	Valor Médio	Valor Mínimo	Valor Máximo
1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
3	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000

P10

ESTADO: RJ

Item	Descrição	Quantidade	Medida	Valor Unitário	Valor Total	Valor Médio	Valor Mínimo	Valor Máximo
1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
3	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

P11

MEM0111													FAMO 11 - LANCAM 1, 4, 5				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	Preço	Taxa	Emp	C	PP	Out	Cost	T	Sal	W	Outro	
1	Coque	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0
1	Trabalho	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.179,8

P12

MEM0112													FAMO 12 - LANCAM 1, 4, 5				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	Preço	Taxa	Emp	C	PP	Out	Cost	T	Sal	W	Outro	
1	Coque	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0
1	Trabalho	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.180,0

P13

MEM0113													FAMO 13 - LANCAM 1, 4, 5				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	Preço	Taxa	Emp	C	PP	Out	Cost	T	Sal	W	Outro	
1	Coque	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0
1	Trabalho	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.180,0

P2

MEM0110													FAMO 2 - LANCAM 1, 4, 5				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	Preço	Taxa	Emp	C	PP	Out	Cost	T	Sal	W	Outro	
1	Coque	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0
1	Trabalho	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0

P3

MEM0111													FAMO 3 - LANCAM 1, 4, 5				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	Preço	Taxa	Emp	C	PP	Out	Cost	T	Sal	W	Outro	
1	Coque	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0
1	Trabalho	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0

P4

MEM0112													FAMO 4 - LANCAM 1, 4, 5				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	Preço	Taxa	Emp	C	PP	Out	Cost	T	Sal	W	Outro	
1	Coque	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0
1	Trabalho	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0

P5

MEM0113													FAMO 5 - LANCAM 1, 4, 5				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	Preço	Taxa	Emp	C	PP	Out	Cost	T	Sal	W	Outro	
1	Coque	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0
1	Trabalho	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,0	19,3	32	8.200,0

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

P6

PLANO 06											Linha 1 (Linha) 1 2 3	
Item	Título	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Total
1	Material	100	kg	1,00	100,00	100	kg	1,00	100,00	100	kg	100,00
2	Mano de obra	20,0	h	15,0	300,00	20,0	h	15,0	300,00	20,0	h	300,00
3	Material	20,0	kg	10,0	200,00	20,0	kg	10,0	200,00	20,0	kg	200,00

P7

PLANO 07											Linha 1 (Linha) 1 2 3	
Item	Título	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Total
1	Material	100	kg	1,00	100,00	100	kg	1,00	100,00	100	kg	100,00
2	Mano de obra	20,0	h	15,0	300,00	20,0	h	15,0	300,00	20,0	h	300,00
3	Material	20,0	kg	10,0	200,00	20,0	kg	10,0	200,00	20,0	kg	200,00

P8

PLANO 08											Linha 1 (Linha) 1 2 3	
Item	Título	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Total
1	Material	100	kg	1,00	100,00	100	kg	1,00	100,00	100	kg	100,00
2	Mano de obra	20,0	h	15,0	300,00	20,0	h	15,0	300,00	20,0	h	300,00
3	Material	20,0	kg	10,0	200,00	20,0	kg	10,0	200,00	20,0	kg	200,00

P9

PLANO 09											Linha 1 (Linha) 1 2 3	
Item	Título	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Total
1	Material	100	kg	1,00	100,00	100	kg	1,00	100,00	100	kg	100,00
2	Mano de obra	20,0	h	15,0	300,00	20,0	h	15,0	300,00	20,0	h	300,00
3	Material	20,0	kg	10,0	200,00	20,0	kg	10,0	200,00	20,0	kg	200,00

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEMORIAL DE CÁLCULO DAS FUNDAÇÕES

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento das fundações

Legenda

ABRILHADA

Este programa utiliza o MÉTODO EMPÍRICO DAS BARRAS DE AÇO E
 DIMENSIONAMENTO ABRILHADA PARA CÁLCULO DAS BARRAS DE AÇO E DO
 AÇO COMO UM ELEMENTO FLEXIONAL APICADO. Considera-se, para o
 dimensionamento do aço, a força normal equivalente (FE), seja positiva,
 dentro ou fora do comprimento transferido.
 Não se considera o efeito de detalhamento de armadura
 complementar para esforços de tração em pontos localizados de 30cm e
 equivalentes, no entanto, em função da geometria do aço e das soldaduras.

ABRILHADA

Este programa utiliza o MÉTODO EMPÍRICO DAS BARRAS DE AÇO E
 DIMENSIONAMENTO ABRILHADA PARA CÁLCULO DAS BARRAS DE AÇO E DO
 AÇO COMO UM ELEMENTO FLEXIONAL APICADO. Considera-se, para o
 dimensionamento do aço, a força normal equivalente (FE), seja positiva,
 dentro ou fora do comprimento transferido.
 Não se considera o efeito de detalhamento de armadura
 complementar para esforços de tração em pontos localizados de 30cm e
 equivalentes, no entanto, em função da geometria do aço e das soldaduras,
 quando:

FE: Força normal equivalente local para dimensionamento, por barra, e
 sendo efetiva nos locais de aplicação e fixação dos pontos, na direção
 para a direita, dentro ou fora do comprimento
 FE: Força normal equivalente local para aplicação de pontos, para a direita
 (para a esquerda)

ABRILHADA: Aço e tipo de armadura necessárias para fundação e
 sapatas (quando houver).

FE: Força normal equivalente para dimensionamento

FE: Força normal equivalente para aplicação de pontos (para a direita)

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CRITÉRIOS PROJETO - GERENCIADOS

A seguir são apresentados alguns dos critérios de projeto utilizados.

Crítérios gerais

- a) Norma em uso
 - i) NBR-6118-2023
- b) Verificação de fck mínimo
 - i) Desativa
- c) Verificação de cobrimentos mínimos
 - i) Desativa
- d) Verificação de dimensões mínimas
 - i) Verifica segunda a ABNT NBR 6118
- e) Permite rebaixo de pilar
 - i) Não permite

Ações

- a) Separação de cargas permanentes e variáveis
 - i) Com separação
- b) Caso 1 agrupa outros casos
 - i) Casos de 2 a 4
- c) Consideração de peso-próprio de lajes
 - i) Sim
- d) Consideração de peso-próprio de vigas
 - i) Sim
- e) Carga estimada em viga de transição
 - i) Entre a carga estimada pelo pórtico e a definida pelo engenheiro, usar o valor de maior módulo.
- f) Permite cálculo c/ altura de alvenaria igual a zero
 - i) Não
- g) Vento
 - i) Número total de casos de vento
 - (1) 5
 - ii) Velocidade básica (Vo)
 - (1) 30
 - iii) Coeficiente de arrasto (menor valor)
 - (1) 1
 - iv) Túnel de vento
 - (1) Correção dos momentos torsões
 - (a) Sim
- h) Ponderadores
 - i) Ponderador do peso-próprio
 - (1) 1,4
 - ii) Ponderador das demais ações permanentes (CV)
 - (1) 1,4
 - iii) Ponderador das ações variáveis (CV)

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

(1) 1,4

Análise Estrutural

- a) Modelo global do edifício
 - i) Modelo de vigas e pilares, flexibilizado conforme critérios
- b) Modelo para viga de transição
 - i) Modelo adicional com vigas de transição enrijecidas
- c) Trechos rígidos:
 - i) Método p/ definir extensão de apoio
 - (1) em função da altura da viga
 - ii) Multiplicador da altura da viga p/ extensão de apoio
 - (1) 0,3
- d) Pórtico espacial
 - i) Vigas
 - (1) Consideração de seção T
 - (a) Calcular inércia das vigas com seção T em todo o vão
 - (2) Inércia p/ vigas s/ rigidez à torção
 - (a) 100
 - (3) Fator de engastamento parcial em vigas
 - (a) 1
 - ii) Pilares
 - (1) Majoração da rigidez axial p/ efeitos construtivos
 - (a) Considera majoração da rigidez axial
 - (2) Multiplicador da rigidez axial p/ efeitos construtivos
 - (a) 3
 - (3) Pilares não-retangulares c/ eixos principais
 - (a) Calcula
 - iii) Ligações viga-pilar
 - (1) Flexibilização de ligações
 - (a) Sim
 - (2) Multiplicador de largura de apoio p/ coeficiente de mola
 - (a) 3
 - (3) Divisor de coeficiente de mola
 - (a) Sim
 - (4) Offset-rígido
 - (a) Sim
 - iv) Separação de modelos para ELU e ELS
 - (1) Sim
 - v) Modelo ELU
 - (1) Não-linearidade física p/ vigas
 - (a) 0,4
 - (2) Não-linearidade física p/ pilares
 - (a) 0,8
 - (3) Não-linearidade física p/ lajes
 - (a) 0,3

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

- vi) Modelo ELS
 - (1) Não-linearidade física p/ lajes
 - {a} 1
- vii) Transferência de esforços
 - (1) Transferência dos esforços de 2ª ordem (GamaZ)
 - {a} Sim
 - (2) Transferência de força normal para vigas
 - {a} Sim
 - (3) Tolerância p/ transferência de forças das grelhas
 - {a} 0
 - (4) Tolerância p/ transferência de momentos das grelhas
 - {a} 0
- e) Grelha
 - i) Vigas
 - (1) Consideração da seção T em vigas
 - {a} Calcular inércia das vigas com seção T em todo o vão
 - (2) Inércia p/ vigas s/ rigidez à torção
 - {a} 100
 - (3) Fator de engastamento parcial em vigas
 - {a} 1
 - ii) Apoios (restrições)
 - (1) Apoio de vigas em pilares
 - {a} Modelo p/ o apoio de vigas em pilares
 - (i) Elástico independente
 - {b} Multiplicador de largura de apoio p/ coeficiente de mola
 - (i) 1
 - {c} Divisor de coeficiente de mola
 - (i) 4
 - (2) Modelo p/ o apoio de nervuras em pilares
 - {a} Sim
 - (3) Modelo p/ o apoio de lajes maciças em pilares
 - {a} Sim
 - iii) Lajes nervuradas
 - (1) Considera seção T para nervuras
 - {a} Sim
 - (2) Plastificação de nervuras apoiadas em vigas
 - {a} Não
 - iv) Lajes maciças (planas)
 - (1) Divisor de inércia à torção em barras de lajes
 - {a} 6
 - (2) Consideração de Wood&Armer
 - {a} Sim
 - (3) Espaçamento de barras em X
 - {a} 35
 - (4) Espaçamento de barras em Y

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

- (a) 35
- (5) Plastificação de barras de lajes apoiadas em vigas
 - (a) Sim
- v) Multiplicador p_f deformação lenta
 - (1) 2,5
- f) Estabilidade global
 - i) Cálculo de $Gama_2$ com valores de cálculo
 - (1) Esforços de cálculo.
 - ii) Considera deslocamentos horizontais gerados por cargas verticais
 - (1) Sim
- g) Análise P-Delta
 - i) Análise em 2 passos
 - (1) P-Δ em 2 passos
 - ii) Multiplicador de esforços pós-análise
 - (1) 1
- h) Deslocamentos laterais do edifício
 - i) Verifica deslocamentos laterais do edifício
 - (1) ABNT NBR 6118
 - ii) Considera efeitos das cargas verticais
 - (1) Não
 - iii) P-Delta na avaliação dos deslocamentos laterais
 - (1) Não adota análise P-Δ na avaliação dos deslocamentos laterais
 - iv) Limites
 - (1) Deslocamento máximo no topo do edifício
 - (a) 1700
 - (2) Deslocamento máximo entre pisos
 - (a) 850
- i) Grade não-linear
 - i) Análise p_f todas combinações ELS
 - (1) Adota todas combinações ELS definidas
 - ii) Número total de incrementos de carga
 - (1) 12
 - iii) Consideração da fissuração
 - (1) Considera fissuração à flexão e à torção
 - iv) Consideração da fluência
 - (1) Correção do diagrama tensão-deformação do concreto pelos coeficientes de fluência (ϕ_{ft}).

Dimensionamento, detalhamento e desenho

- a) Lajes
 - i) Flexão composta
 - (1) Verifica flexão composta normal
 - (a) Sim
 - (2) Força pequena a ser desprezada
 - (a) 50

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

- ii) Verifica armadura mínima
 - (1) Sempre que a armadura de flexão tiver valores menores que a armadura mínima recomendada pela NBR 6118, este valor de norma será adotado.
 - iii) Norma p/ verificação ao cisalhamento
 - (1) Dimensionamento de acordo com a ABNT NBR 6118 vigente
 - iv) Norma p/ verificação à punção
 - (1) 5
 - v) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1,4
 - vi) Homogeneização de faixas de armaduras
 - (1) Porcentagem mínima de média ponderada p/ M(-)
 - (a) 50
 - (2) Porcentagem mínima de média ponderada p/ M(+)
 - (a) 80
- b) Vigas
- i) Norma p/ cálculo
 - (1) Dimensionamento de acordo com a ABNT NBR 6118:2014
 - ii) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1,4
 - iii) Cálculo de esforços
 - (1) Redução de momentos negativos
 - (a) Cálculo de esforços solicitantes em regime elástico.
 - iv) Flexão
 - (1) Armadura mínima
 - (a) Limite p/ armadura mínima
 - (i) O limite é definido de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118
 - (b) Seção T para cálculo de $M_{1d,min}$ e $A_{s,min}$
 - (i) Armadura mínima e Momento mínimo ($M_{1d,min}$) calculados considerando seção T.
 - (2) Alojamento de barras sem simetria
 - (a) Aloja as barras na seção transversal em diversas camadas, sem a preocupação de fazer uma distribuição simétrica.
 - (3) Armadura que chega em apoio extremo
 - (a) 2
 - (4) Verificação de ductilidade

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

- (a) Verifica limites de redistribuição de $M(-)$, plastificação, nos extremos dos vãos e impõe critérios de ductilidade no dimensionamento das seções transversais conforme prescrições da NBR 6118:2003. É realizada a limitação da posição relativa da Linha Neutra na seção transversal e, conseqüentemente, aumento da armadura de compressão.
 - (5) Ancoragem positiva
 - (a) Ancoragem nos apoios extremos
 - (i) Ancoragem da armadura positiva combinando com grampos, calculados por processo exato quando o comprimento do apoio é pequeno perante o raio de dobra da barra. É válido também para vãos internos com faces inferiores não coincidentes.
 - (b) Bitola que chega no apoio extremo
 - (i) A condição acima não é verificada.
 - v) Cisalhamento e Torção
 - (1) Modelo de cálculo
 - (a) Modelo I
 - (2) Limite $p/$ desprezar torção
 - (a) 5
 - vi) Armadura lateral
 - (1) Dimensionamento da armadura lateral
 - (a) Dimensionamento da armadura lateral segundo ABNT NBR 6118:2003 (2007)
 - (2) Altura mínima para colocação de $A_{s,lat}$
 - (a) 60
 - vii) Furo em viga
 - (1) Largura máxima do furo
 - (a) 0
 - (2) Cortante $p/$ cálculo de suspensão
 - (a) 0
- c) Pilares
- i) Norma para cálculo
 - (1) 6
 - ii) Ponderadores $p/$ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1,4
 - iii) Índices de esbeltez limites
 - (1) Limite $p/$ 2ª ordem aproximada ($1/r$ e κ)
 - (a) 90
 - (2) Limite $p/$ 2ª ordem c/ N, M, $1/r$
 - (a) 140
 - iv) Definição dos comprimentos equivalentes
 - (1) Comprimento equivalente calculado de eixo a eixo das vigas.

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

- v) Transformação de FCO em FCN
 - (1) Não se alternam os esforços da flexão composta oblíqua para dimensionamento.
- vi) Percentagens limites de armadura
 - (1) Percentagem limite de armadura mínima
 - (a) 0,4
 - (2) Percentagem limite de armadura máxima
 - (a) 8
- vii) Grampos
 - (1) Grampos verticais no último pavimento
 - (a) Sim
 - (2) Desenho de grampos em forma de S
 - (a) Desenho dos grampos em forma de "S".
- viii) Consideração de peso-próprio
 - (1) Sim
- ix) Pilares-parede
 - (1) Esbeltez limite p/ desprezar efeitos localizados
 - (a) 35
 - (2) Avaliação dos efeitos locais de 2ª ordem
 - (a) Sim
 - (3) Percentagem mínima de estribos
 - (a) 25
- x) Seleção de bitolas no lance
 - (1) % limite p/ seleção no lance
 - (a) 15
 - (2) Número de bitolas a mais p/ seleção no lance
 - (a) 3
- d) Fundações
 - i) Sapatas
 - (1) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (a) Ponderador da resistência do concreto
 - (i) 1,4
 - (b) Ponderador da resistência do aço
 - (i) 1,15
 - (c) Ponderador das solicitações
 - (i) 1,4
 - (d) Coeficiente adicional de segurança
 - (i) 1,2
 - (e) Coeficiente de segurança ao tombamento
 - (i) 1,5
 - (f) Coeficiente de segurança ao deslizamento
 - (i) 1,5
 - ii) Blocos sobre estacas
 - (1) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (a) Ponderador da resistência do concreto
 - (i) 1,4

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

- (b) Ponderador da resistência do aço
 - (i) 1,15
- (c) Ponderador das solicitações
 - (i) 1,4
- (d) Coeficiente adicional de segurança
 - (i) 1,2
- (2) Blocos quadrados
 - (a) Igualar armaduras pela maior
 - (i) iguala armaduras pela maior
 - (b) Diferença máxima entre as dimensões
 - (i) 9
- (3) Blocos de 7 a 24 estacas
 - (a) Método de Cálculo - Bloco Rígido
 - (i) Método CEB-FIP (recomendado)
 - (b) % de armadura principal detalhada
 - (i) 125
- e) Escadas
 - i) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1,4
 - ii) Homogeneização de armaduras
 - (1) Porcentagem mínima p/ M(-)
 - (a) 50
 - (2) Porcentagem mínima p/ M(+)
 - (a) 80
 - iii) Cálculo de armadura mínima
 - (1) O limite é definido de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118

Critérios do PRED

Modelagem

- 1) Comprimento máximo de elemento pré-moldado
 - a) 1200.000000
 - b) Peso máximo de elemento pré-moldado
 - (i) 24.000000
 - c) Extensão relativa do apoio da viga no consolo
 - (i) 0.666700
- 2) Dimensionamento
 - a) Engastamento padrão de vigas
 - (i) 0.000000
 - b) Engastamento lateral padrão de vigas
 - (i) 0.000000

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Detalhamento Geral

- a) GamaC Concreto
 - i) 1.400000
- b) GamaS Aço
 - i) 1.150000
- c) GamaS Aço Protendido
 - i) 1.150000
- d) GamaF Ações
 - i) 1.400000
- e) GamaC Concreto (ato da protensão)
 - i) 1.200000
- f) GamaS Aço Convencional (ato da protensão)
 - i) 1.150000
- g) GamaS Aço Protendido (ato da protensão)
 - i) 1.150000
- h) GamaF Ações (ato da protensão)
 - i) 1.000000
- i) Comprimento do ferro da usina
 - i) 1200.000000

Detalhamento Vigas

- a) Altura de solidarização padrão (cm)
 - i) 5.000000
- b) Espessura aparelhos de apoio (cm)
 - i) 1.000000
- c) Folga vigas (cm)
 - i) 2.000000

Detalhamento Pilares

- a) Espaçamento de estribos geral cm
 - i) 15.000000
- b) Espaçamento de estribos região do consolo
 - i) 5.000000
- c) Espaçamento de estribos região da fundação
 - i) 10.000000

2) Detalhamento Lajes

- a) Distância de lajes pré-moldadas a pilares
 - i) 1.000000
- b) Distância de apoio de lajes s / vigas
 - i) 10.000000
- c) Combinação para pré - dimensionamento, {1}AtoPro{2}COPerm{3}CFreq{4}CTNM
 - i) 1
- d) Multiplicador do esforço para pré-dimensionamento
 - i) 1.200000
- e) Divisor do vão que define deslocamento limite
 - i) 250.000000

Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Detalhamento consolos

- | | | | | |
|----|--|-----------|---------------|-----|
| a) | Norma de referência p/detalhamento | {0} | NBR9062:1985, | {1} |
| | NBR9062:2001,NBR9062:2006,NBR9062:2014 | | | |
| | i) | 1 | | |
| b) | GamaN consolo | | | |
| | i) | 1.200000 | | |
| c) | Força horizontal mínima/força vertical | | | |
| | i) | 0.165000 | | |
| d) | Bitola mínima tirante, mm | | | |
| | i) | 12.500000 | | |
| e) | GamaS aço alternativo | | | |
| | i) | 1.250000 | | |
- 2) Detalhamento Cálices
- | | | | | |
|----|---|-----------|--|--|
| a) | Cálice e pilar (1) liso (2) rugoso NBR-9062 | | | |
| | i) | 1 | | |
| b) | Cobrimto externo cm (3) default | | | |
| | i) | 3.000000 | | |
| c) | Cobrimto interno cm (1) default | | | |
| | i) | 1.000000 | | |
| d) | Espessura mínima parede cm | | | |
| | i) | 10.000000 | | |



Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FIGURAS COMPLEMENTARES

A seguir são apresentadas as figuras do projeto.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Patos - Código INEP: 25281925
	Br 110, S/N, Alto da Tubiba, CEP 58700-000, Patos (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0006-80 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

2024_tcc_khsilvasobrinho

Assunto:	2024_tcc_khsilvasobrinho
Assinado por:	Valteson Silva
Tipo do Documento:	Relatório
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Documento Original

Documento assinado eletronicamente por:

- **Valteson da Silva Santos, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CBEC-PT**, em 28/10/2024 22:42:36.

Este documento foi armazenado no SUAP em 06/11/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1301953

Código de Autenticação: accd512ce5

