

**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<sup>®</sup>**

**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 m<sup>3</sup> de concreto, 497,89 m<sup>2</sup> 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 m<sup>3</sup> of concrete, 497.89 m<sup>2</sup> 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

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

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

## 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<sup>®</sup>, AltoQi Eberick<sup>®</sup> e TQS<sup>®</sup>.

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi escolhido o TQS<sup>®</sup> 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<sup>®</sup> 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<sup>®</sup>, 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<sup>®</sup>;
- 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.

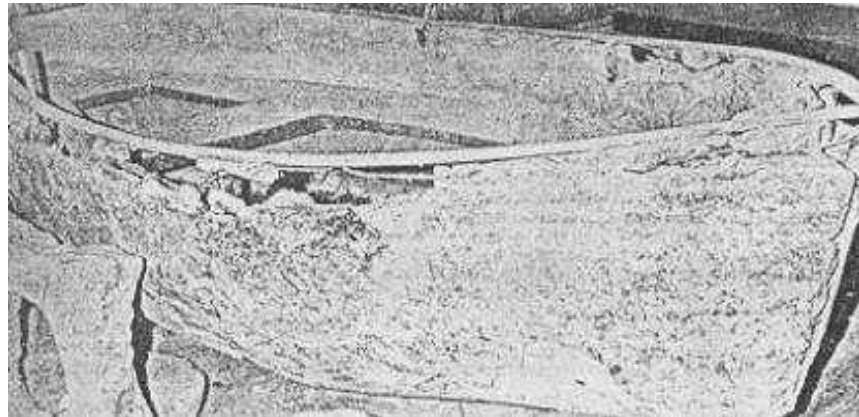
Historicamente, a primeira concepção de concreto surge no Império Romano, cerca de 300 anos de cristo. O concreto da civilização romana era constituído por agregados (pedaços de pedras calcárias e mármore), cal, areia, pozolona e água. A pozolona é um material silicioso de origem vulcânica que era encontrada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

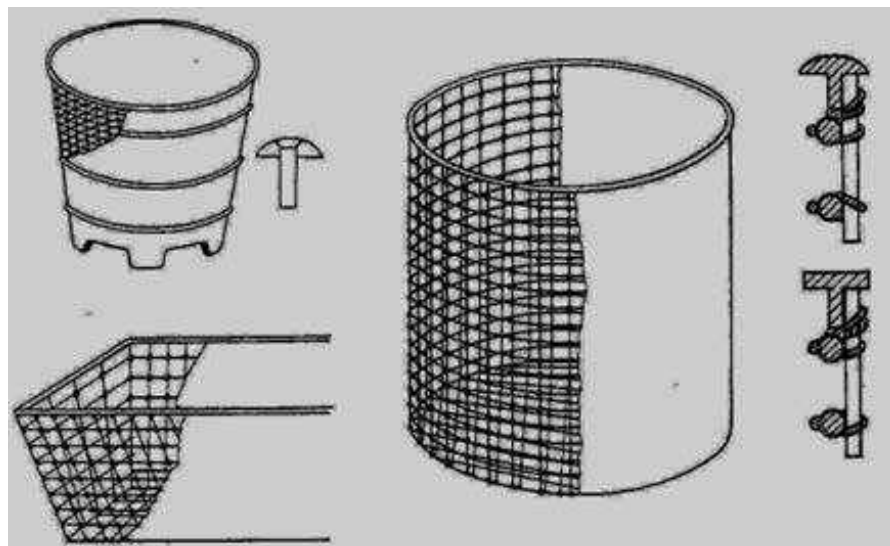
Figura 1 - Barco confeccionado a partir de argamassa e malha fina por Lambot



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.



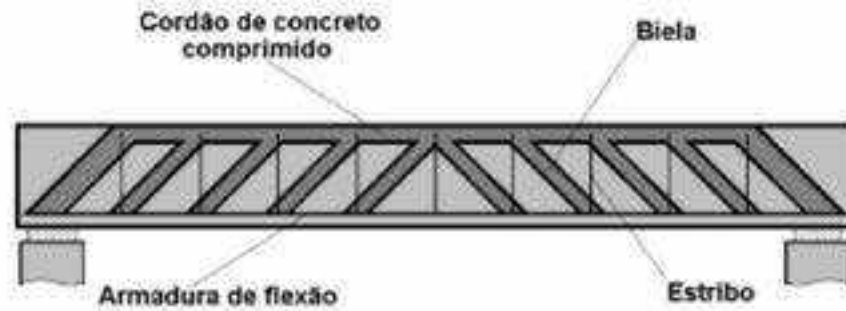
Fonte: Pedrosa e Teixeira, 2011.

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.

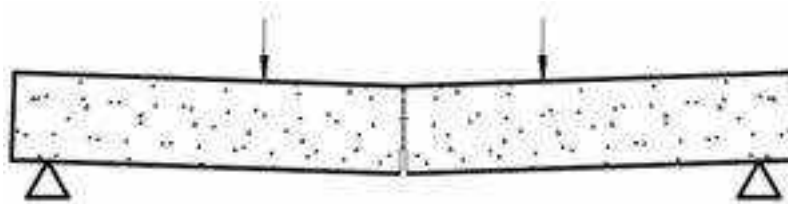
## 2.2 CONCRETO ARMADO

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.

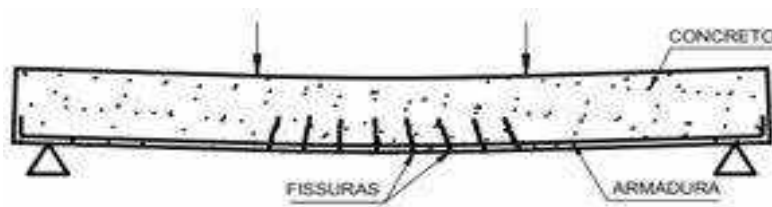
A importância da ação conjunta entre o concreto e a armadura é demonstrada na análise de uma viga de concreto simples (sem a utilização de aço), que se rompe bruscamente assim que surge a primeira fissura, após a tensão de tração atuante superar a resistência do concreto à tração. Todavia, ao ser adicionada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

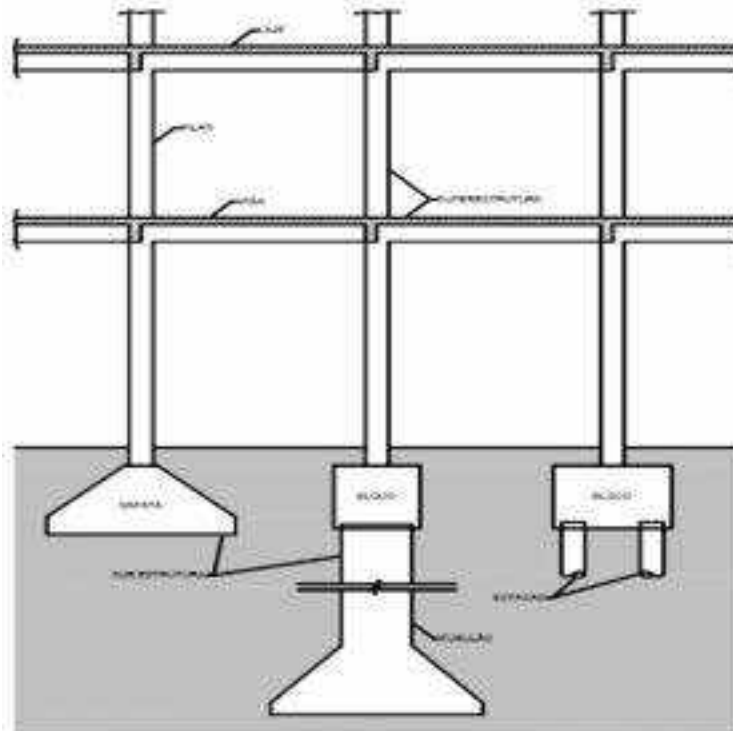
### 2.3 PRINCIPAIS ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO

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  $\leq 4$  m);
- $b_w = 20$  cm ( $4$  m  $<$  vão  $\leq 8$  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 235,425m<sup>2</sup> e altura de 9 metros, representado na Tabela 2.

Tabela 2 - Informações sobre os pavimentos

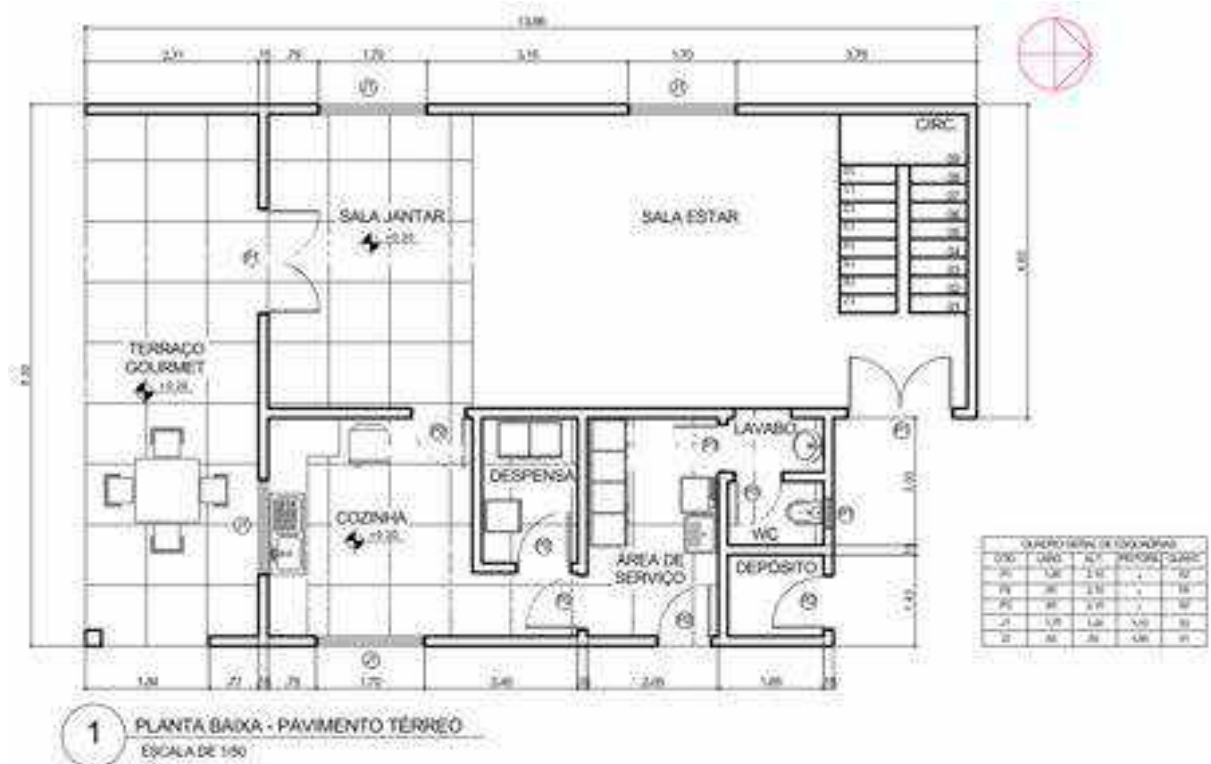
Pavimento	Pé direito (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Térreo	3	110,605
Superior	3	110,605
Reservatório	3	14,215
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>235,425</b>

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



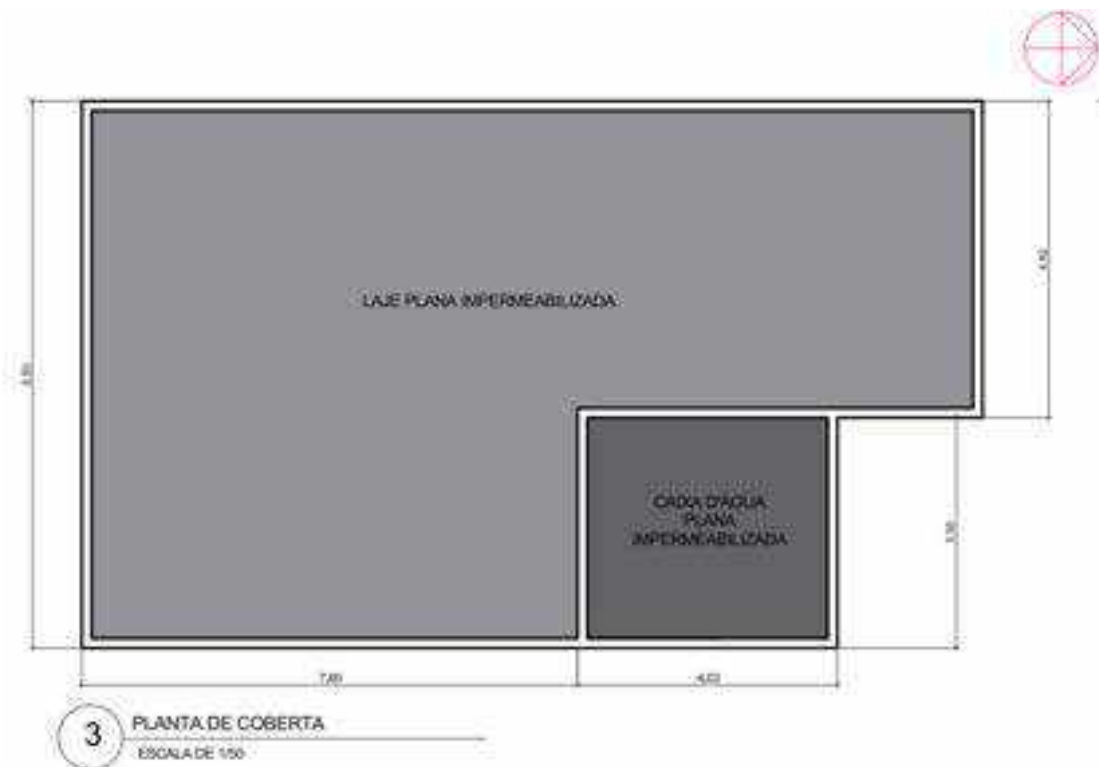
Fonte: Autor, 2024.

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

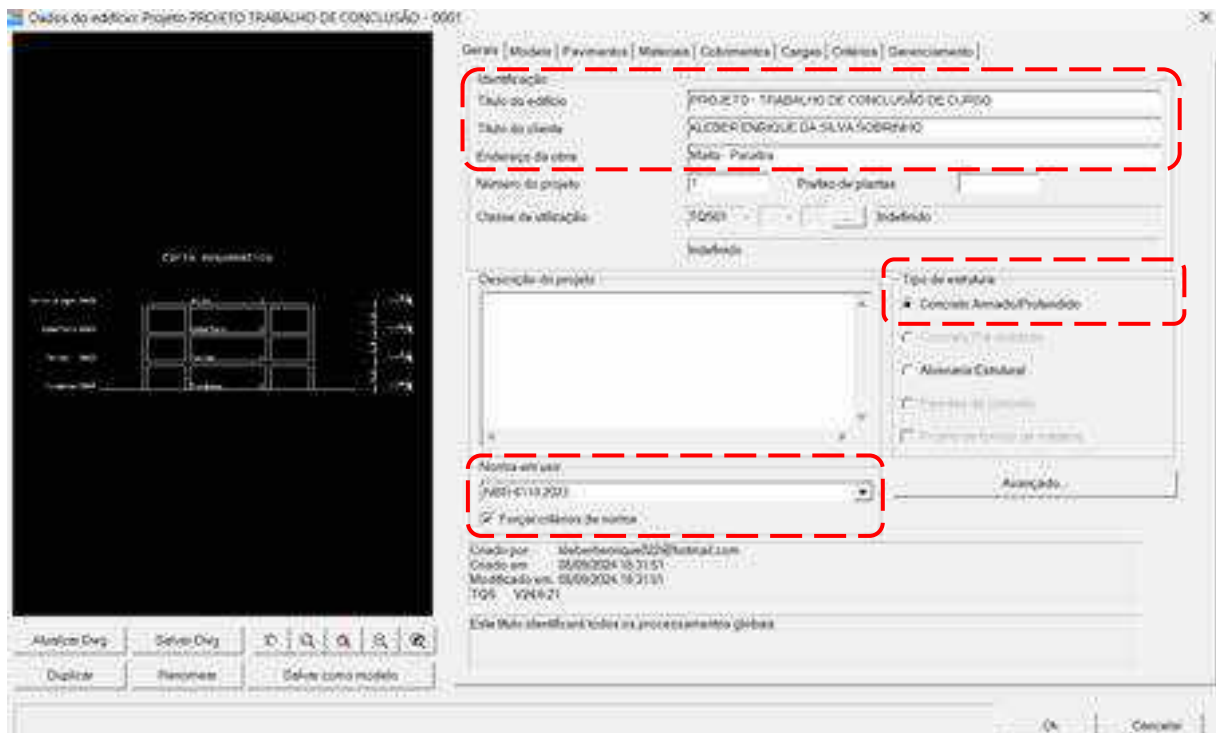
Como o projeto trata-se de um estudo de caso hipotético, é necessário incluir considerações e delimitações referentes ao local da execução, materiais e carregamentos da estrutura:

- 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.

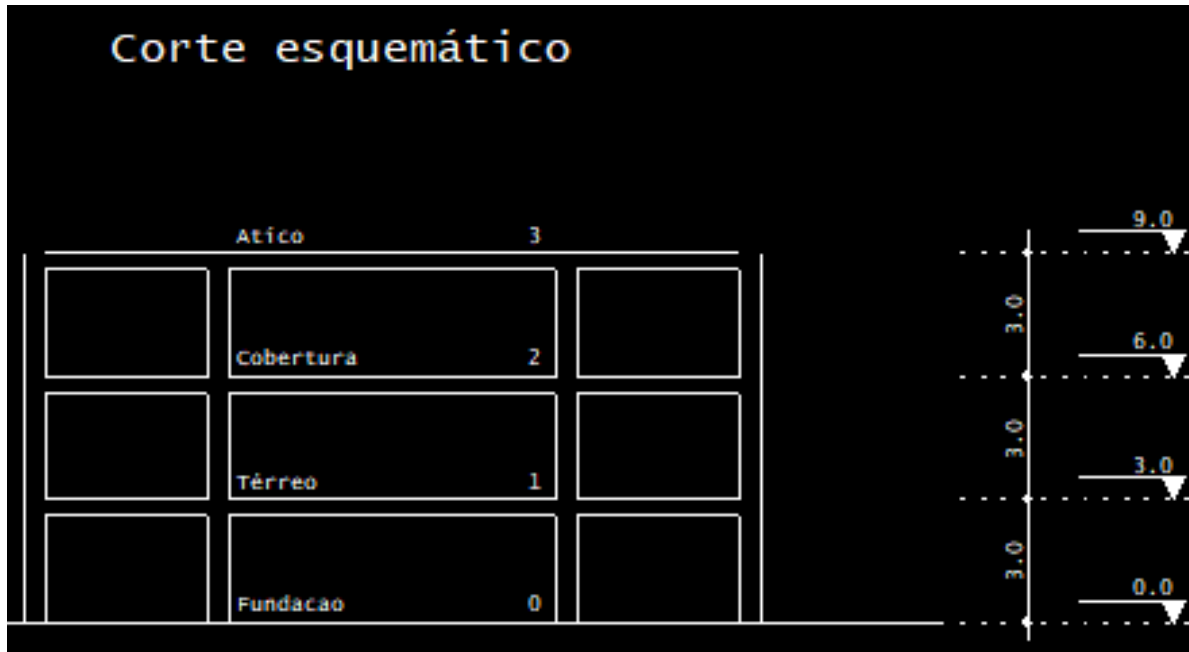
Figura 14 - Dados gerais de identificação do edifício



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.

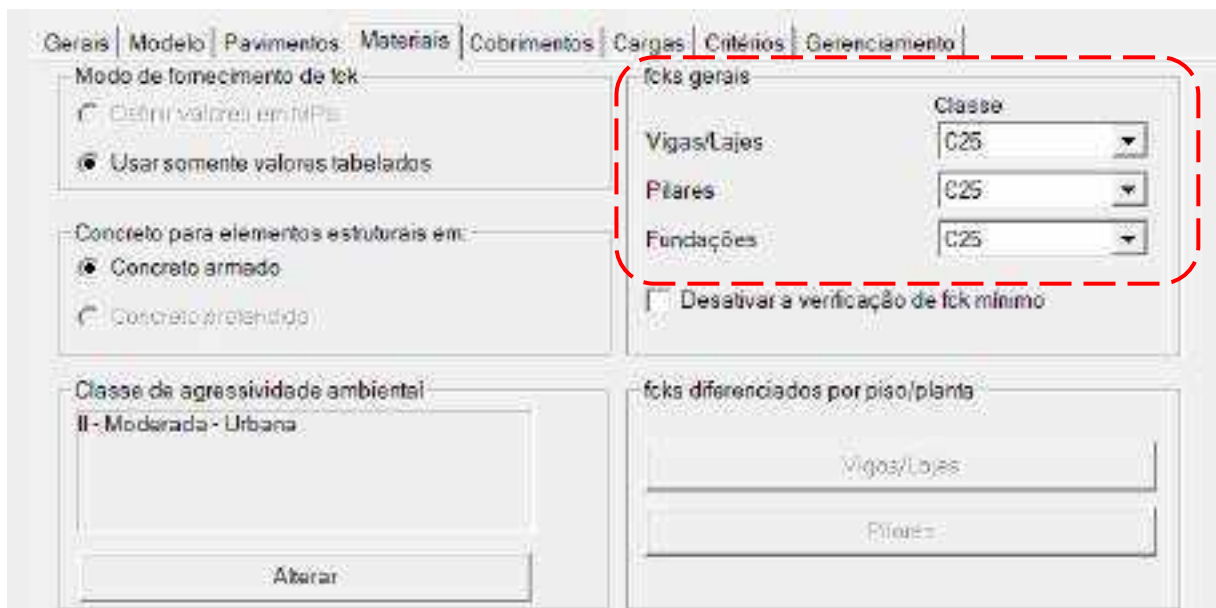
Figura 15 - Altura dos pavimentos da edificação



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/m<sup>3</sup>.



#### 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/m<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup>		
		0 cm	1 cm	2 cm
<b>ALVENARIA ESTRUTURAL</b>				
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
	<b>ALVENARIA DE VEDAÇÃO</b>			
Bloco de concreto vazado (Classe C - ABNT NBR 6136)	6,5	1,0	1,4	1,8
	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,3	1,7	2,1
	14	1,4	1,8	2,2
Bloco cerâmico vazado (Furo horizontal - ABNT NBR 15270-1)	19	1,8	2,2	2,6
	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
	12,5	0,8	1,2	1,6
Bloco de concreto celular autoclavado (Classe C25 - ABNT NBR 13438)	15	0,9	1,3	1,7
	17,5	1,1	1,5	1,9
	20	1,2	1,6	2,0
Bloco de vidro (decorativo, sem resistência ao fogo)	8	0,8	-	-

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/m<sup>2</sup>. Isso resulta em uma carga permanente distribuída de 0,3 tf/m<sup>2</sup> sobre a área da laje. Também foi incluída uma carga acidental específica para acesso à manutenção de 0,1 tf/m<sup>2</sup>.

#### 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

<b>Aba alterada</b>	<b>Informação inserida</b>
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

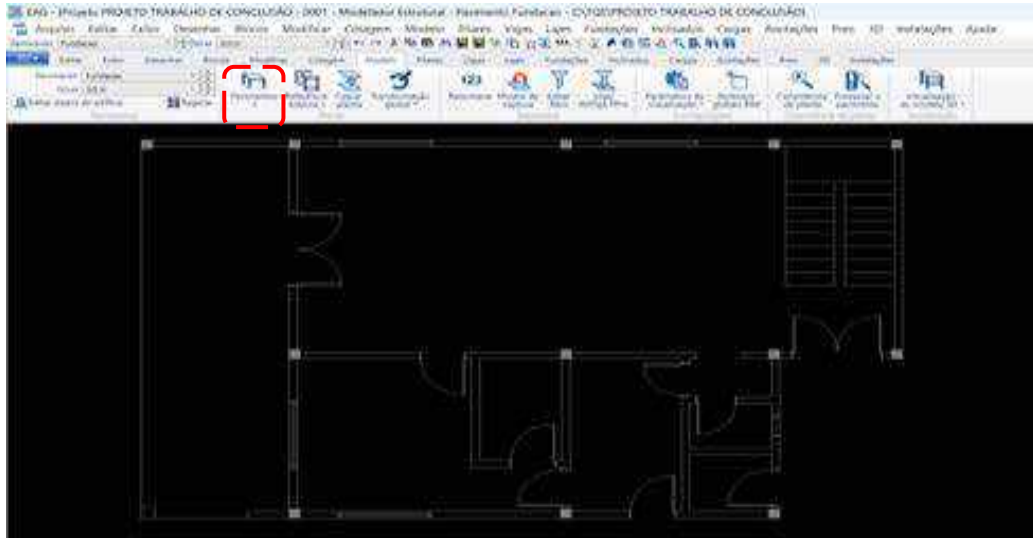
Fonte: Autor, 2024.

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  $360 \text{ cm}^2$ , 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

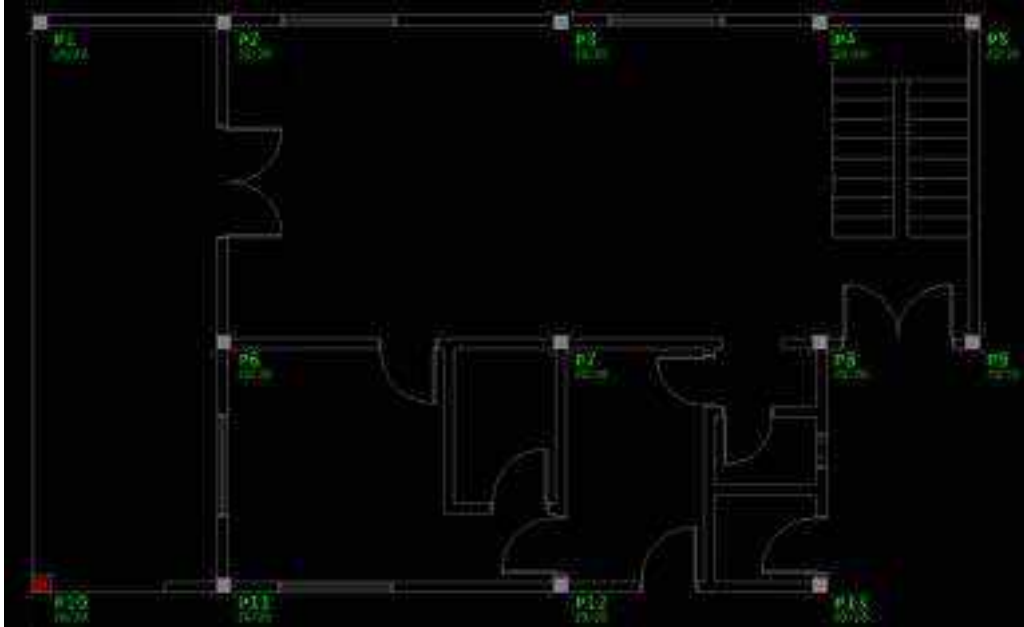


Fonte: Autor, 2024.

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

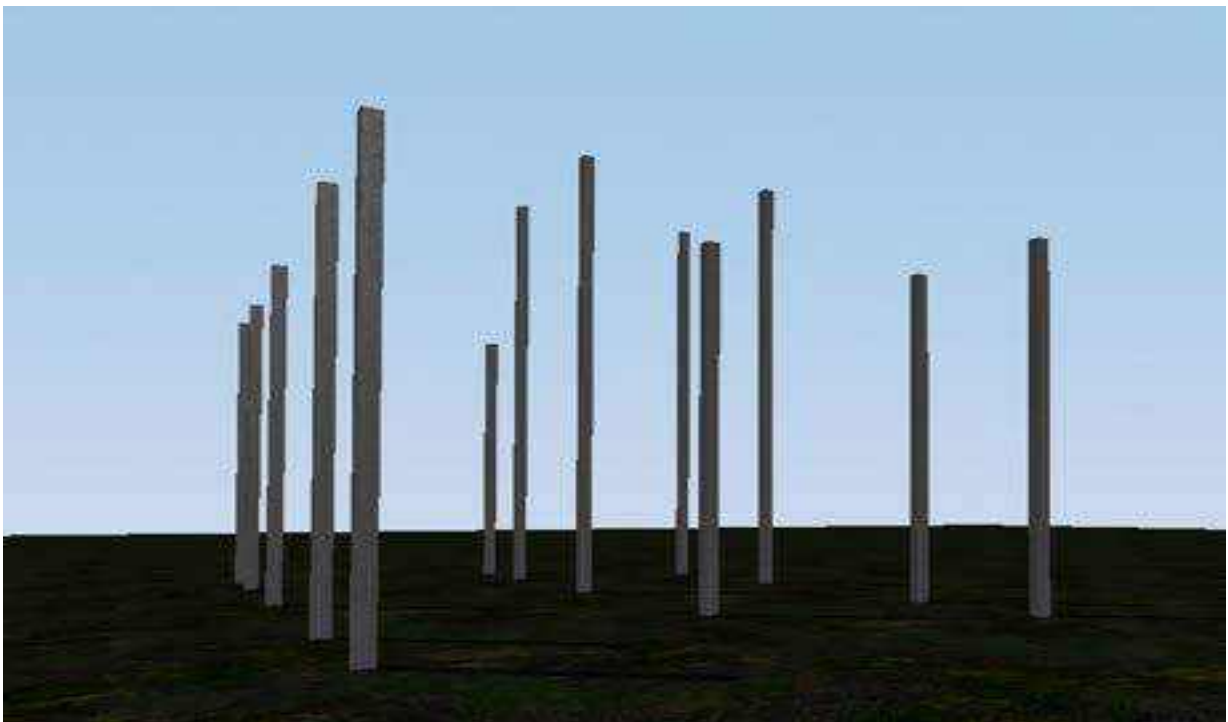
presentes no nível do reservatório. A Figura 21 representa o posicionamento dos pilares e a Figura 22 ilustra o andamento em 3D da modelagem nesta etapa.

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

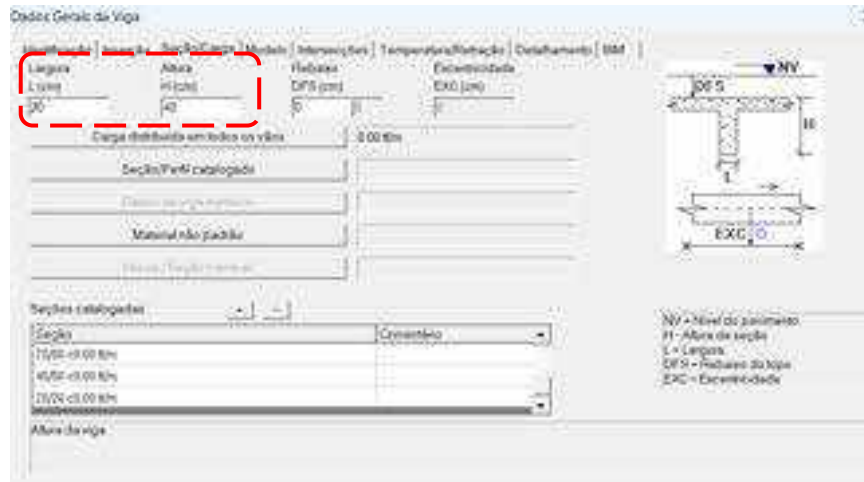
Viga	Trecho	Tipo de viga	Vão teórico (cm)	L/12	L/10	h (adotado)
V401	A	Bi apoiada	382,5	32	38	40
V402	A	Bi apoiada	382,5	32	38	40
V403	A	Bi apoiada	358	30	36	40
V404	A	Bi apoiada	358	30	36	40

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.

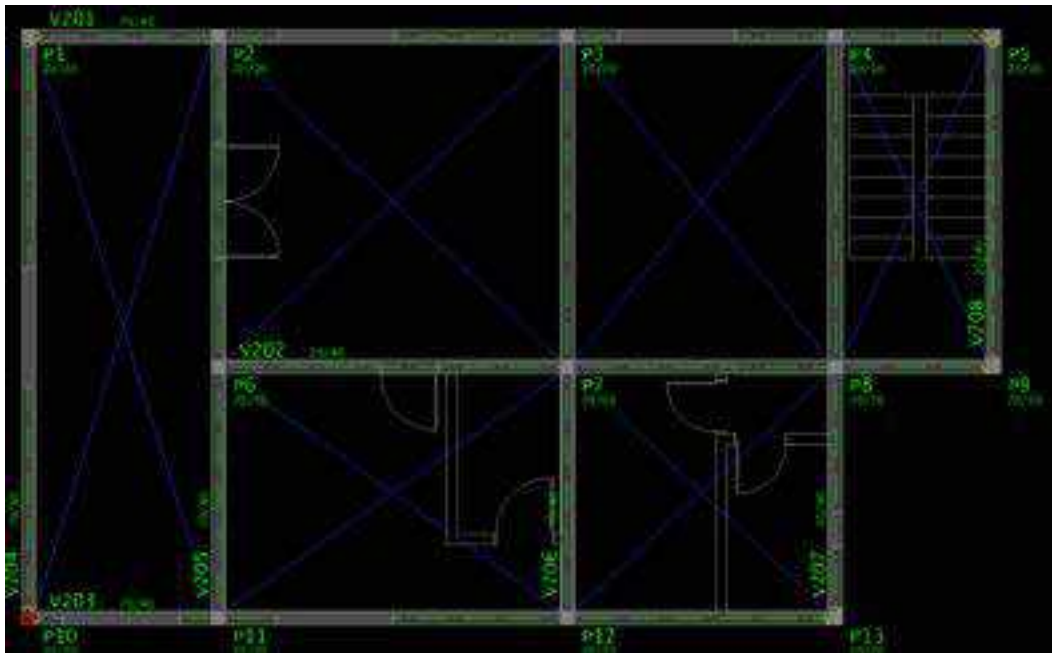
Figura 23 - Inserindo informações das vigas



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.

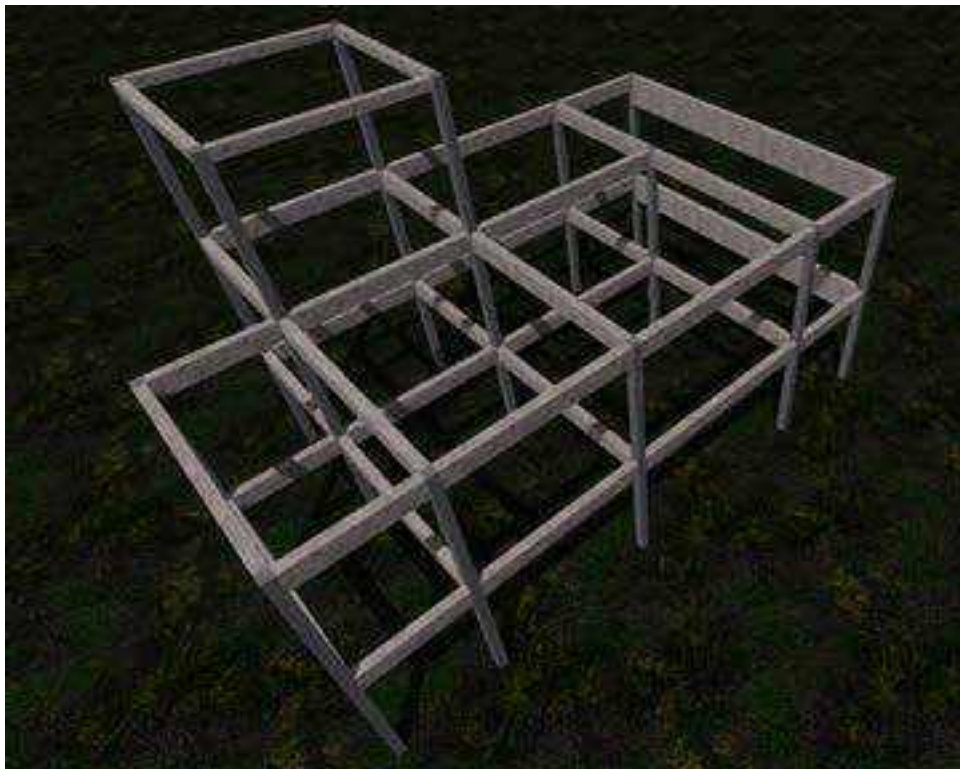
Figura 24 - Posicionamento das vigas



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.

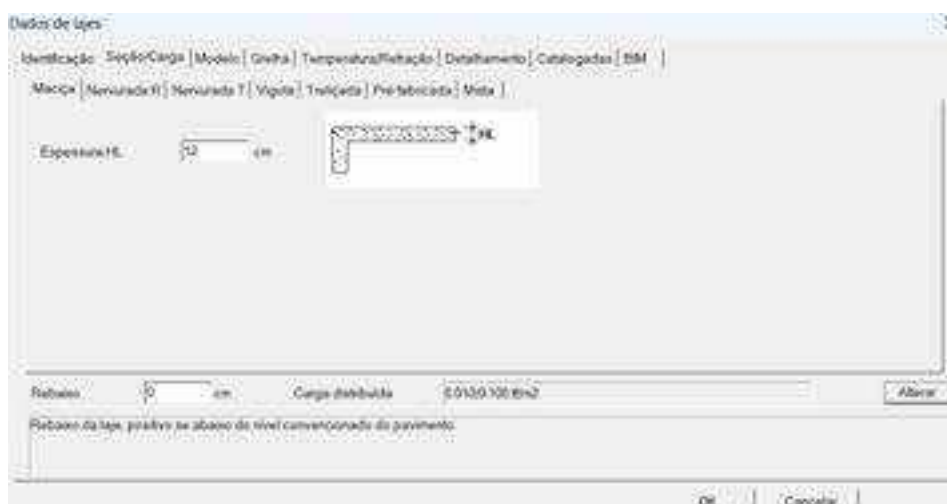
Quadro 8 – Cargas nas lajes do edifício

Laje	Tipo de laje	Carga de impermeabilização (kN/m <sup>2</sup> )	Cargas do contrapiso (kN/m <sup>2</sup> )	Cargas variáveis (kN/m <sup>2</sup> )	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.

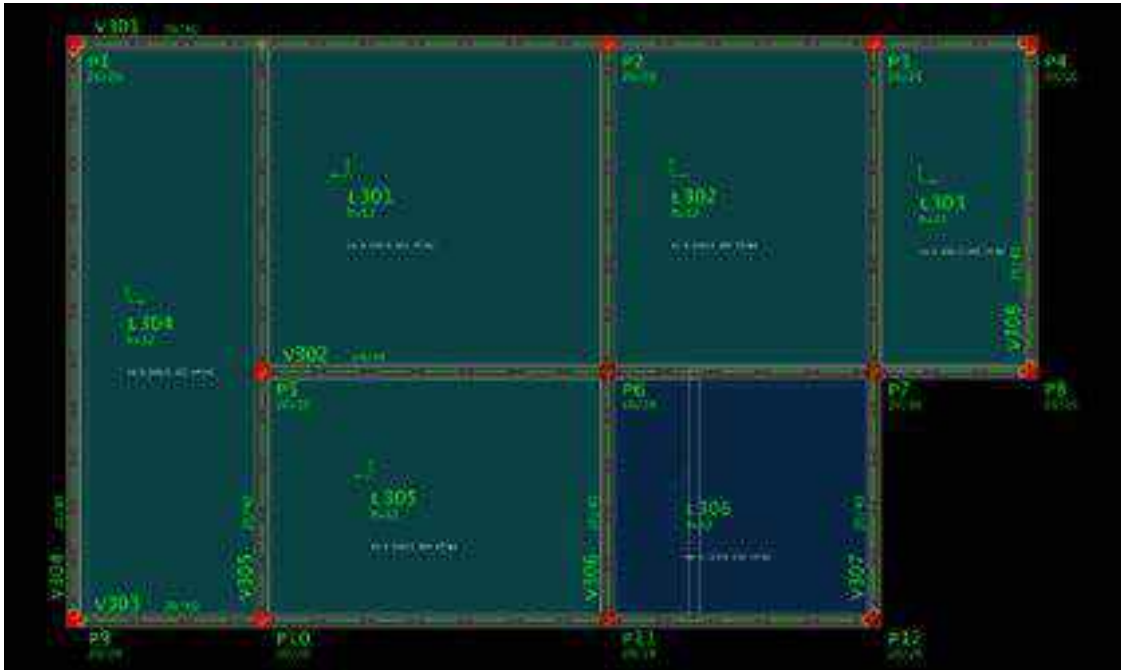
Figura 26 - Inserindo informações das lajes



Fonte: Autor, 2024.

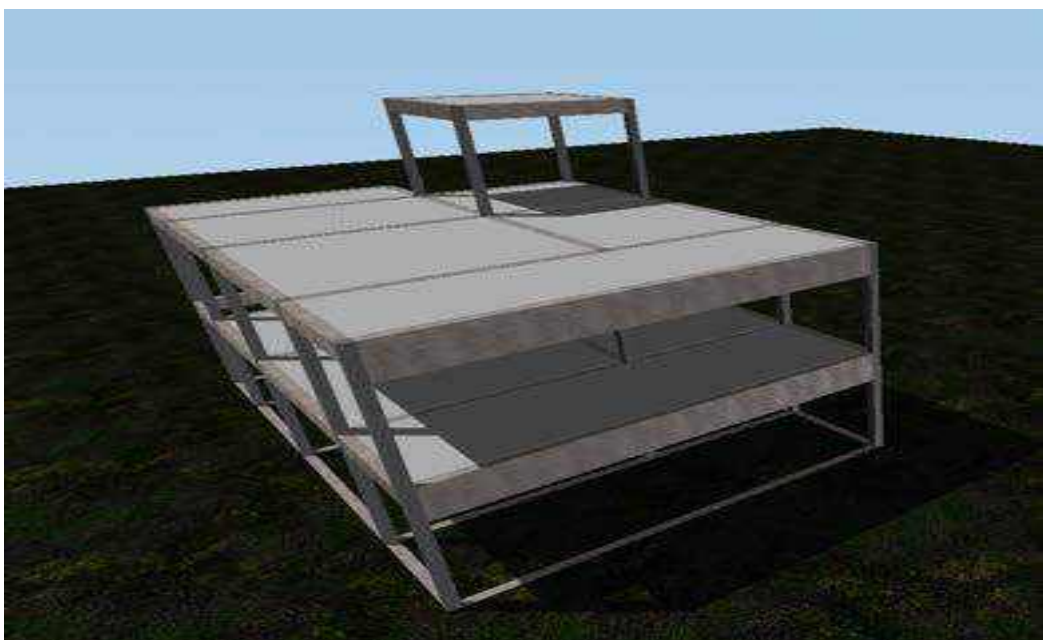
Por fim, é realizado o lançamento das lajes. A Figura 27 representa o posicionamento das lajes e a Figura 28 ilustra o andamento em 3D da modelagem até esta etapa.

Figura 27 – Lançamento das lajes maciças



Fonte: Autor, 2024.

Figura 28 - Visualização 3D das lajes

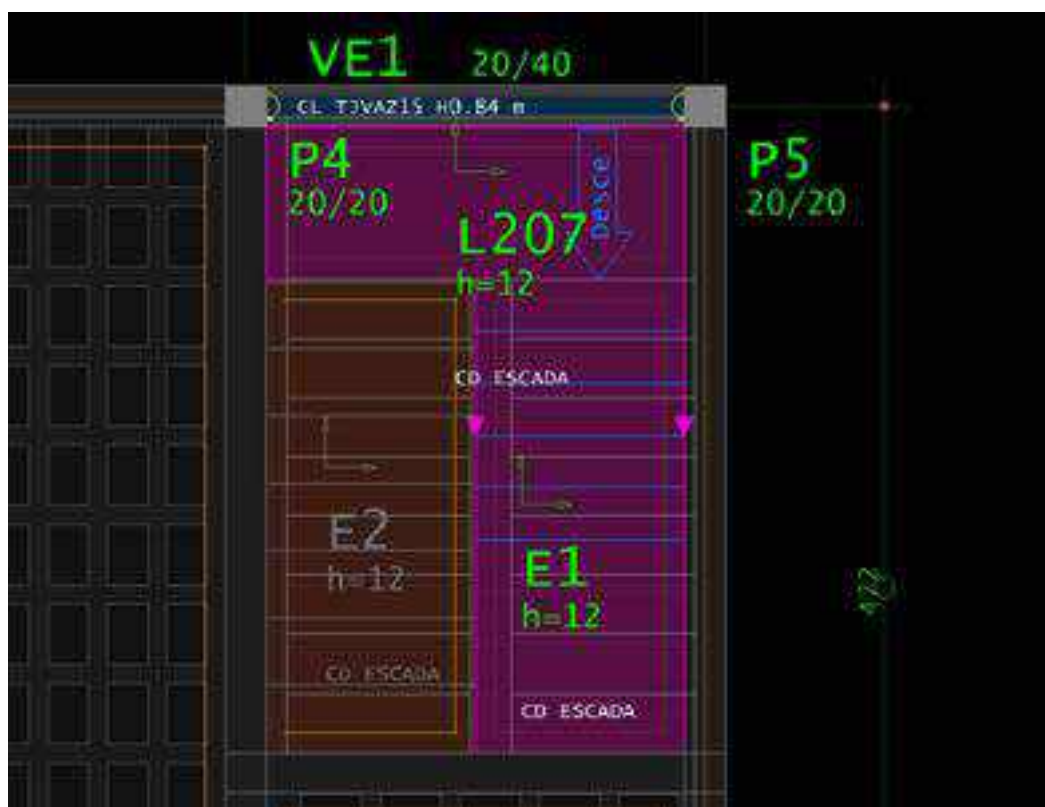


Fonte: Autor, 2024.

#### 4.2.4 Escadas

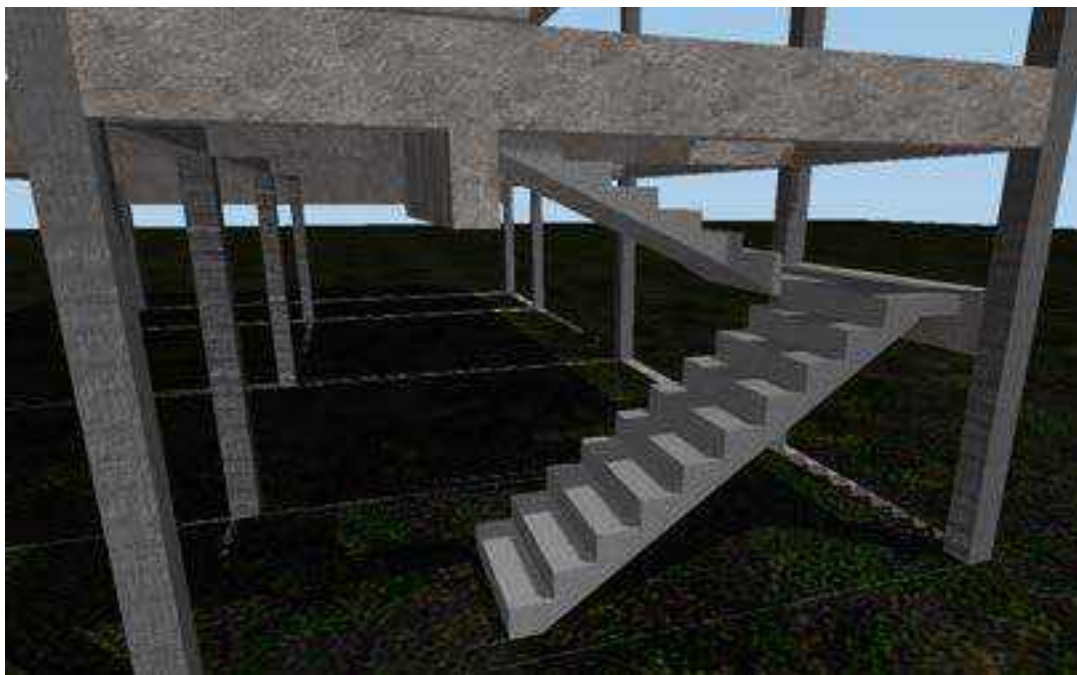
Como último elemento estrutural, a escada também deverá ser lançada ao projeto estrutural com o objetivo de possibilitar a mobilidade entre os pavimentos para os usuários da edificação. Para inserir a escada é preciso configurar no TQS a estrutura como um elemento inclinado, como ilustra a Figura 29. 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

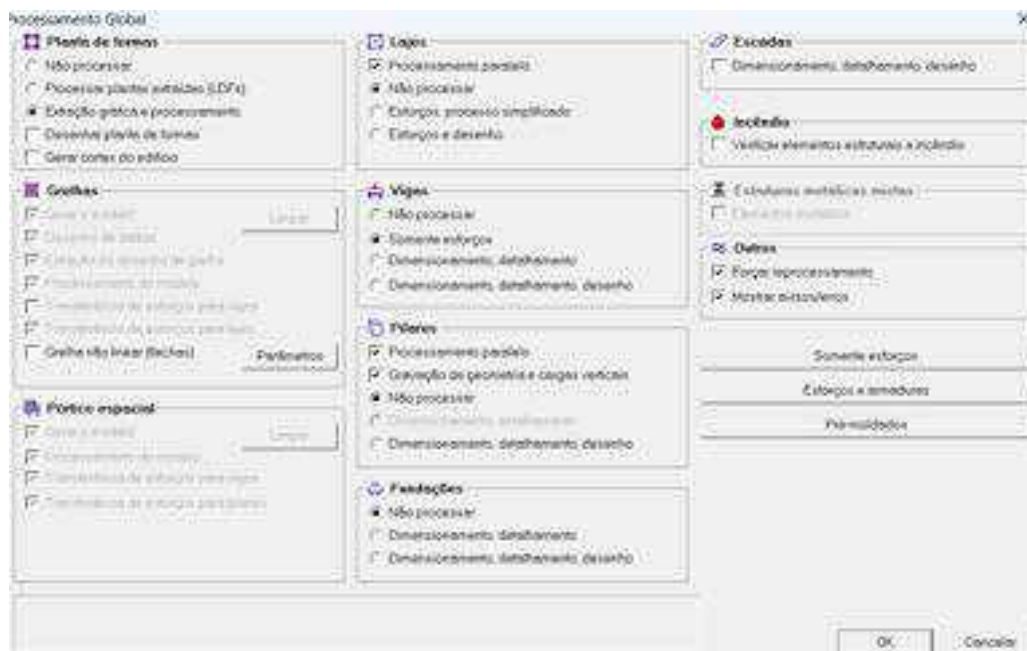


Fonte: Autor, 2024.

#### 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

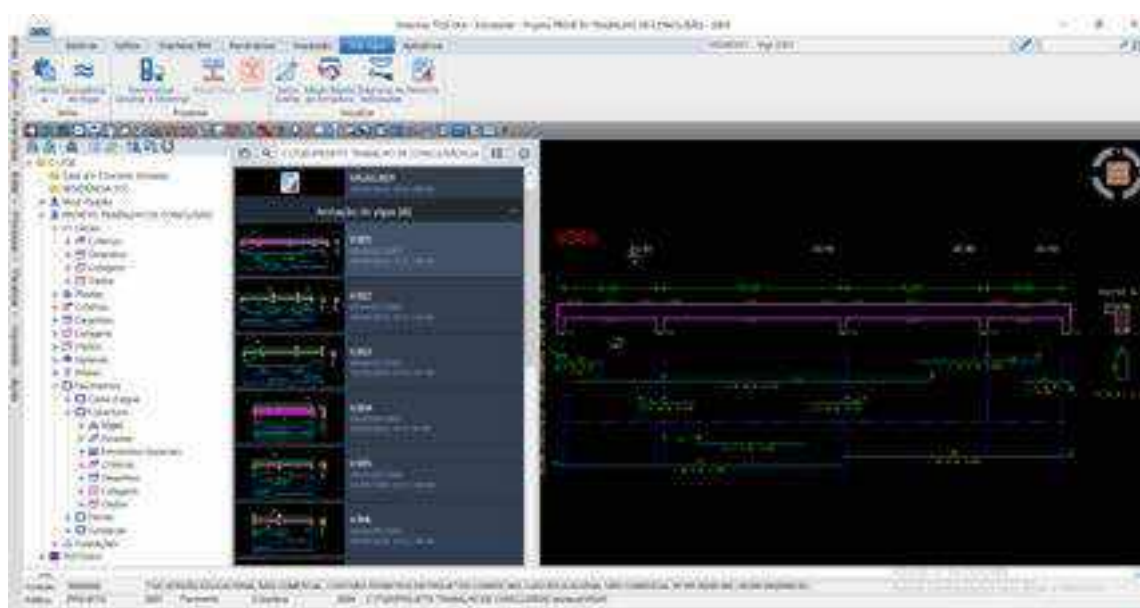


Fonte: Autor, 2024.

#### 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.

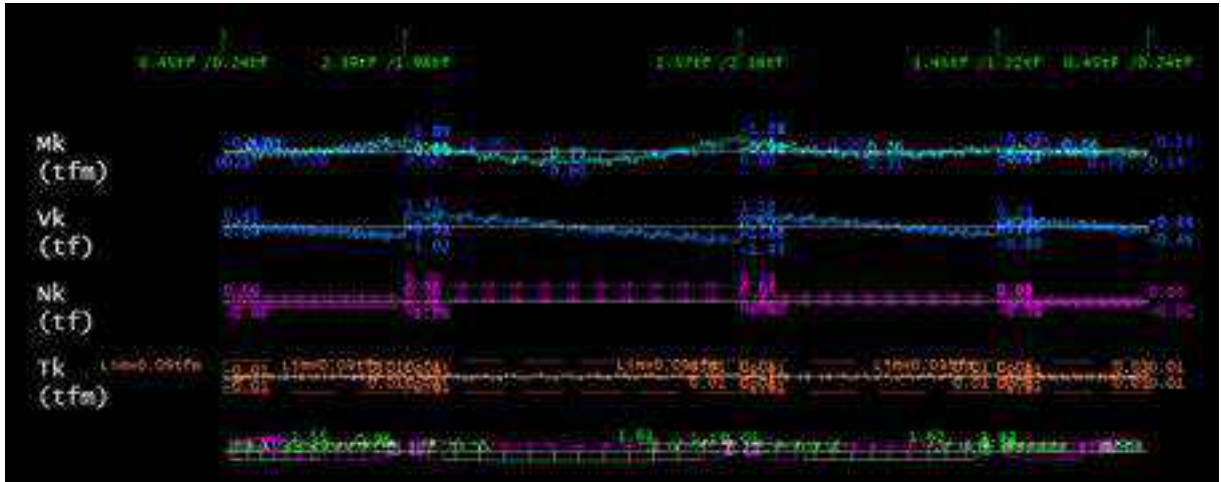
Figura 33 - Interface gráfica do TQS Vigas



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

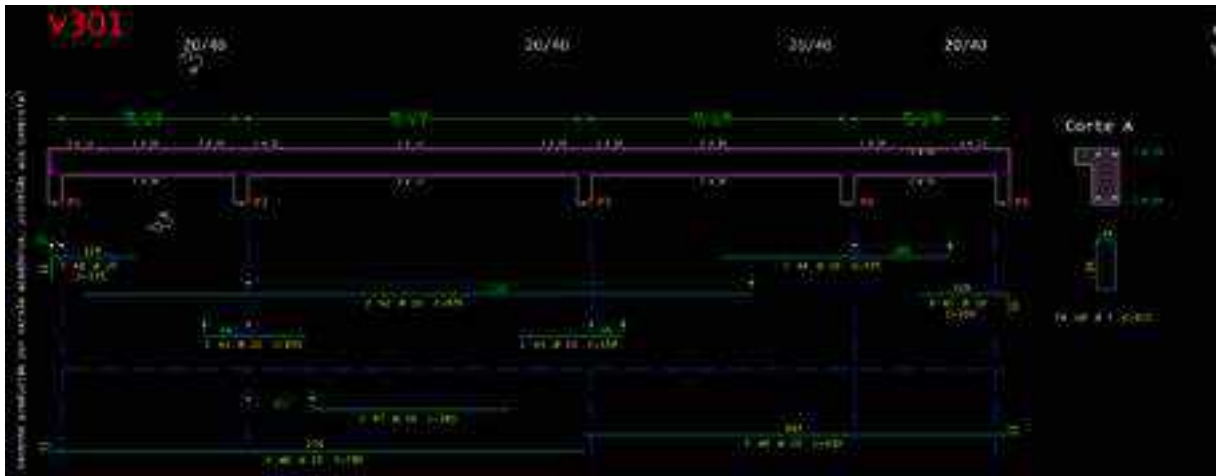
Flexão											
Vão	L (cm)	Seção (cm)	H/L (%)	$\rho_s$ (%)	$A_{s,max}$ (M+)			$A_{s,max}$ (M-)			Flecha (L/Δ)
					n	Ø (mm)	$A_s$	n	Ø (mm)	$A_s$	
1	271	20 x 40	14,76	0,39 a 0,58	2	10	-	2	10	-	12596,899
2	497,5	20 x 40	8,04	0,29 a 0,49	3	10	-	3	10	-	3881,412
2	382,5	20 x 40	10,46	0,34 a 0,41	2	10	-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

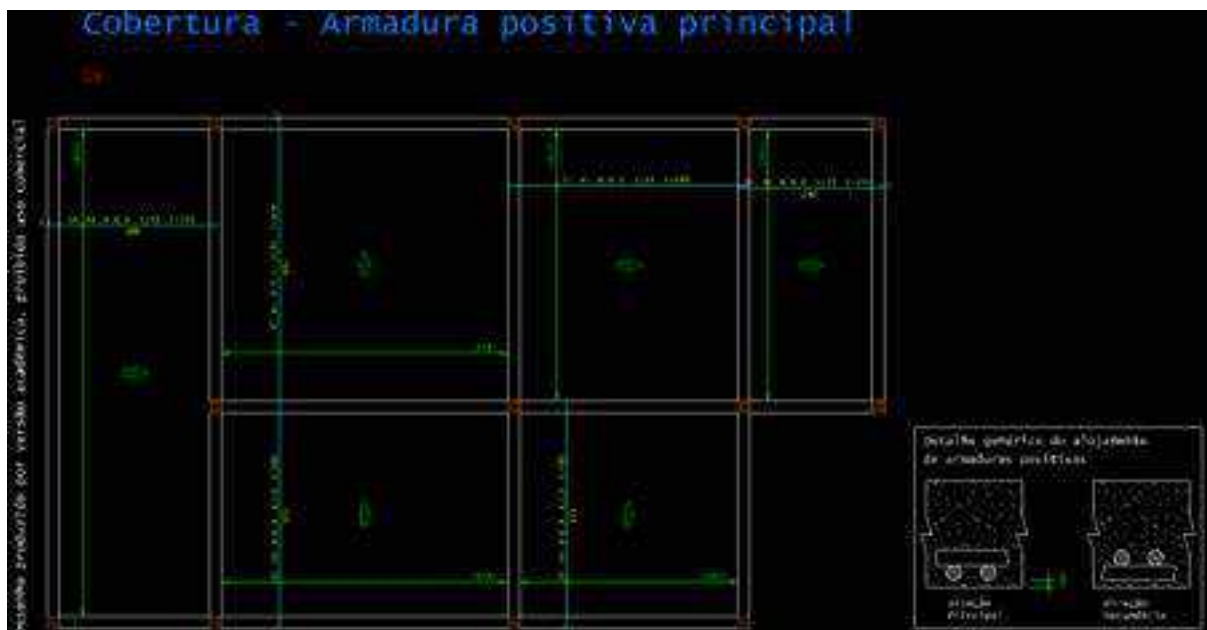
Figura 37 – Interface gráfica do TQS Lajes



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

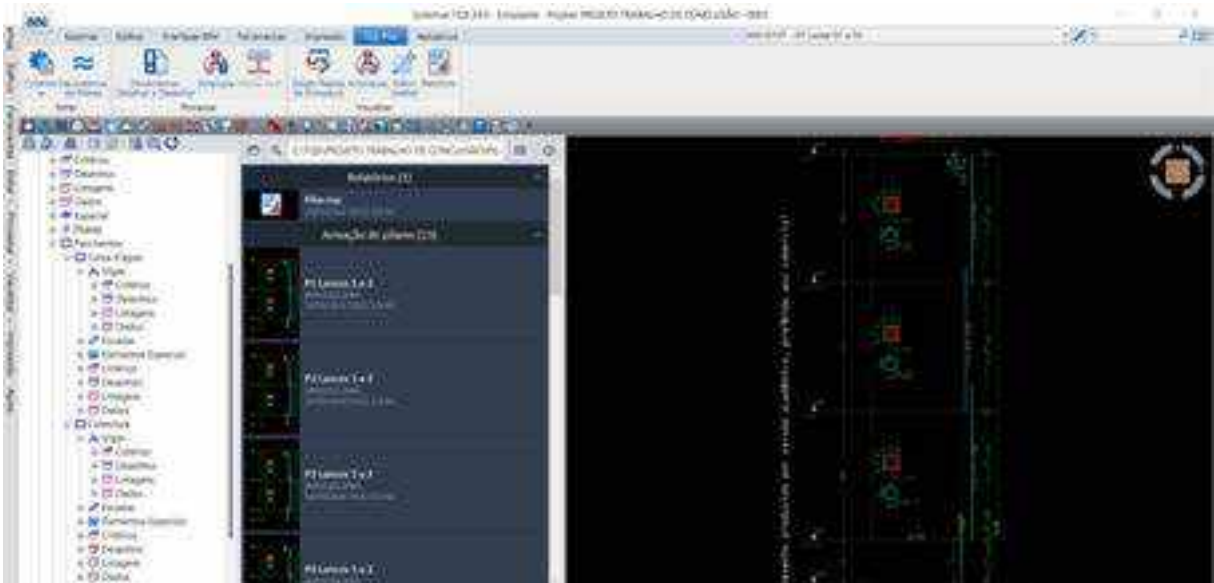


Fonte: Autor, 2024.

#### 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 esbeltez, 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					$\nu$	$\rho_{\text{geom}}(\%)$	Esbeltez		$C_{\text{eff}}(m)$	$\rho_{\text{geom}}$	2ª Ordem
		Formato (mm)	Área (m²)	$\beta$	$M_{\text{max}}$	$A_{\text{arm}}$	$\rho_{\text{geom}}$	$\rho_{\text{arm}}(\%)$			$\lambda_x$	$\lambda_y$			
2	Galéxia	2000	-4000	4	18	319	0,79	1,07	0,001+0,001	11,2	12 < 20	12 < 20	25	1	P1 < 2ª ord.
3	Silene	2000	-4000	4	18	319	0,79	1,07	0,001+0,001	11,2	12 < 20	12 < 20	25	1	P1 < 2ª ord.

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

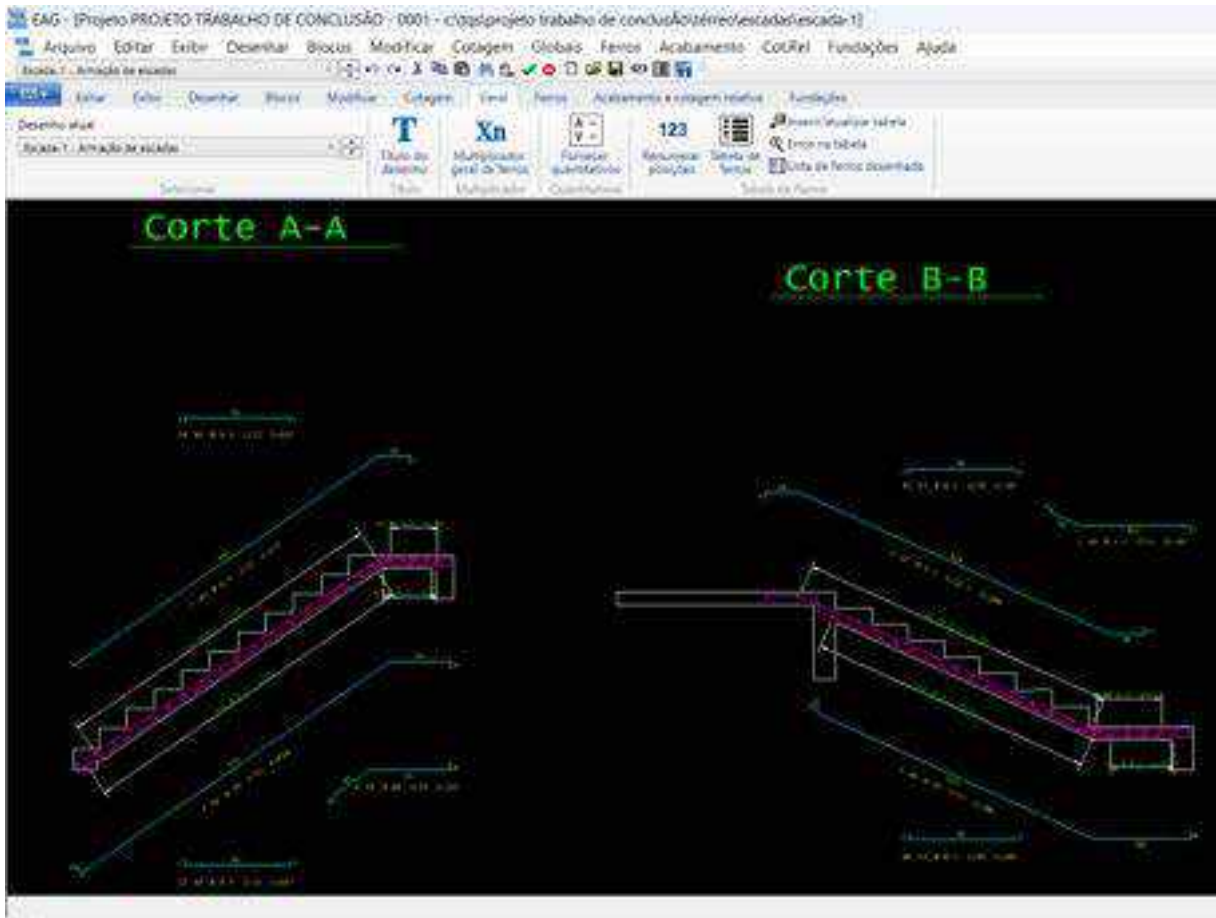


Fonte: Autor, 2024.

#### 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
<b>TOTAL</b>	<b>3.60</b>	<b>19.93</b>	<b>23.21</b>	<b>0.00</b>	<b>1.35</b>	<b>72.00</b>	<b>221.21</b>	<b>197.46</b>	<b>0.00</b>	<b>7.22</b>

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
<b>TOTAL</b>	<b>251.35</b>	<b>411</b>	<b>1222</b>	<b>1300</b>	<b>0</b>	<b>81</b>

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

Fonte: Autor, 2024.

Figura 45 - Consumo de aço por bitola

Consumo de aço por bitola (kgf)												
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
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>463</b>	<b>1243</b>	<b>63</b>	<b>959</b>	<b>131</b>	<b>134</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

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 m<sup>3</sup> de concreto, 497,89 m<sup>2</sup> 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](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](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.

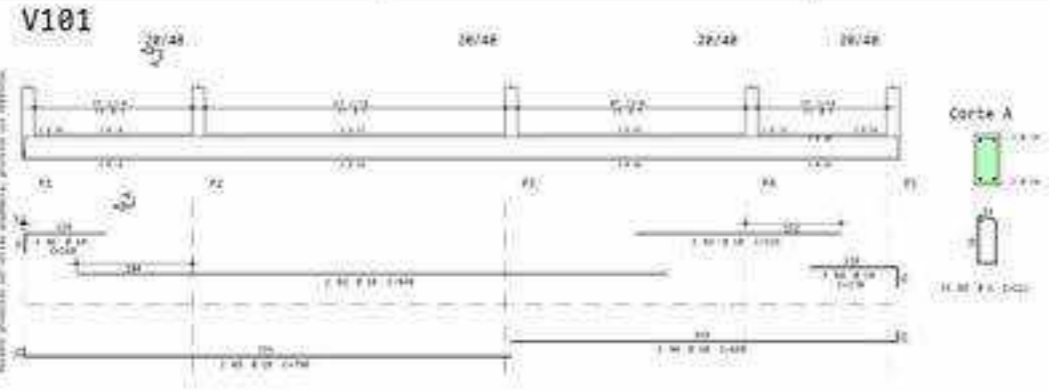
PENA, Rodolfo F. Alves. **10 maiores hidrelétricas do mundo**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/as-maiores-hidreletricas-mundo.htm> Acesso em 13 de ago. de 2024

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

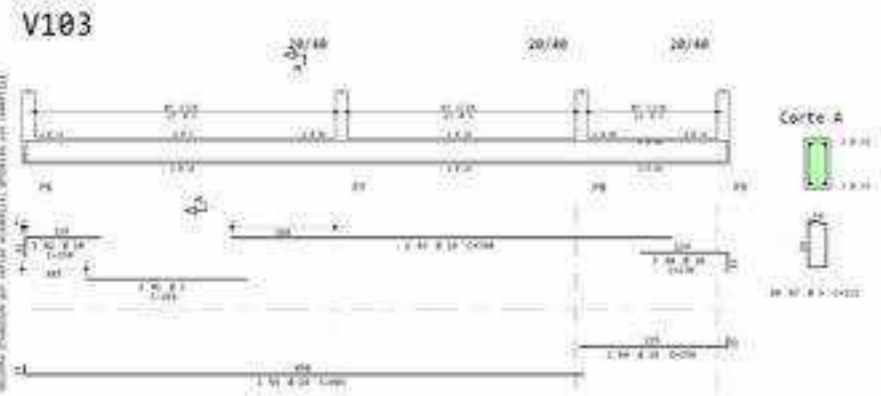
**APÊNDICE A – DETALHAMENTO ESTRUTURAL**



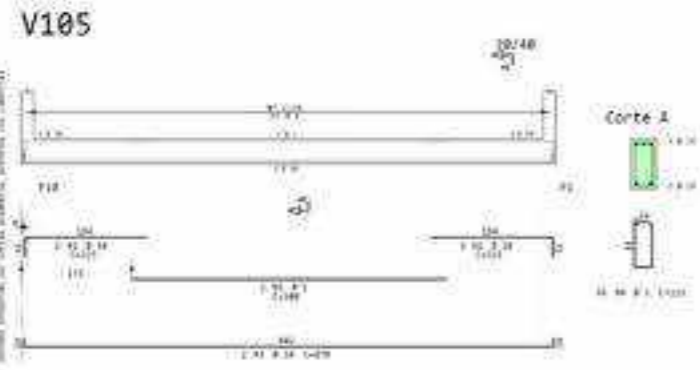
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



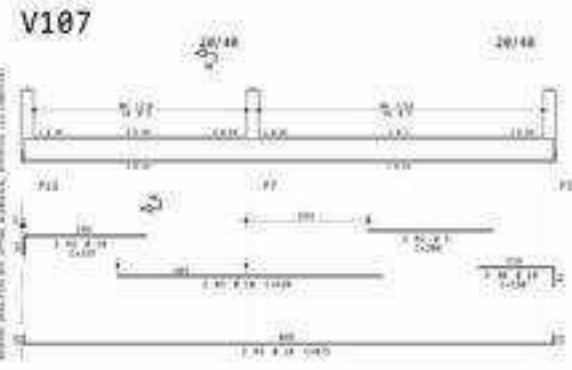
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



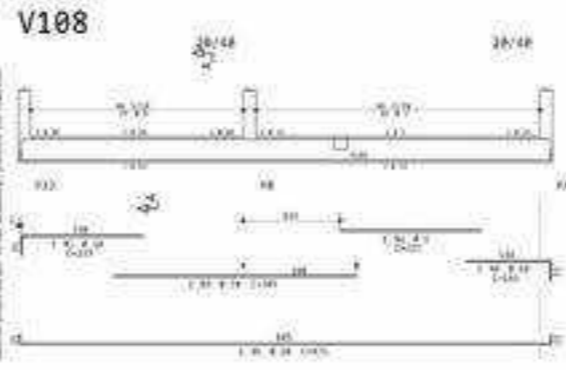
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



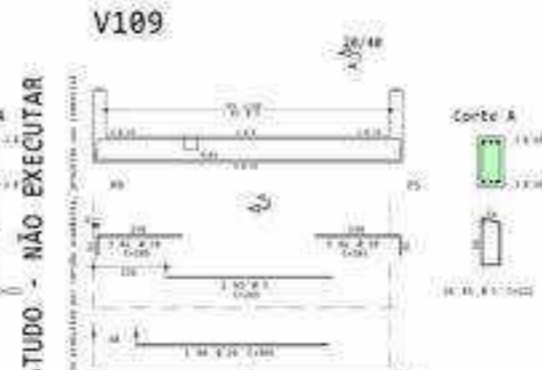
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



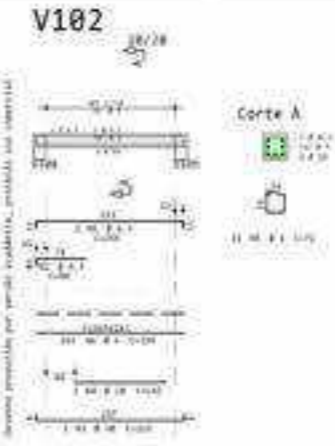
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



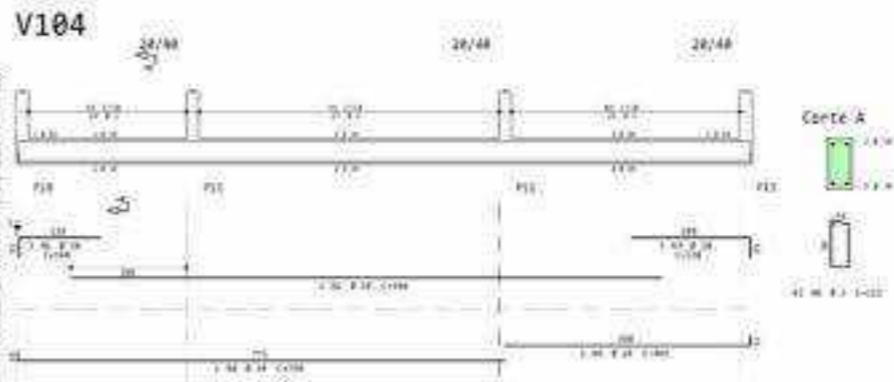
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



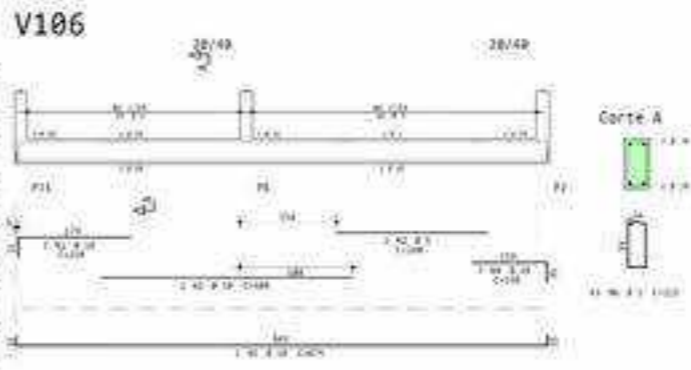
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

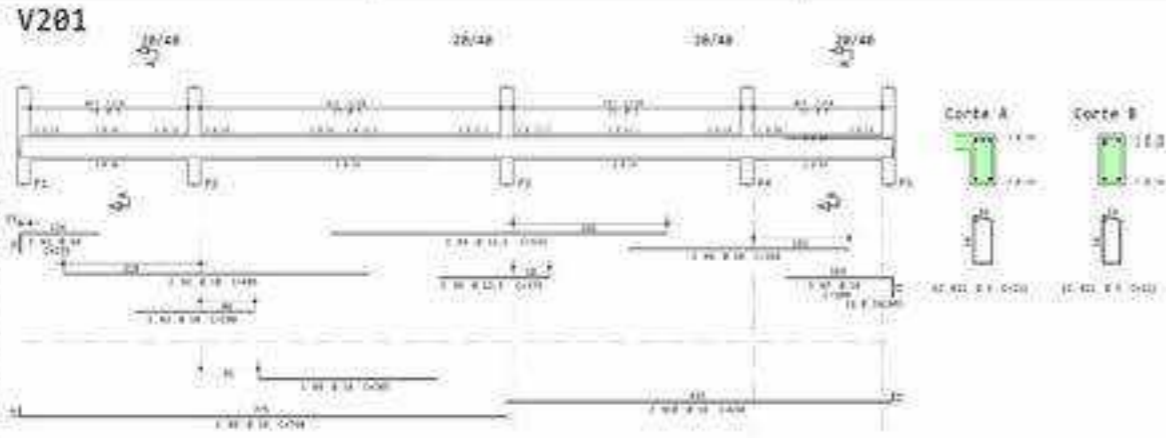
ACQ	PON	MT	QUANT	COMPRIMENTO	TOTAL

0001
<b>KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO</b>
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
001
V101 / V102 / V103 / V104 V105 / V106 / V107 / V108 V109
00



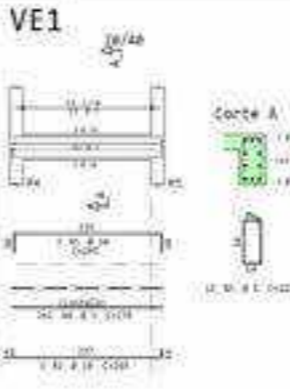
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



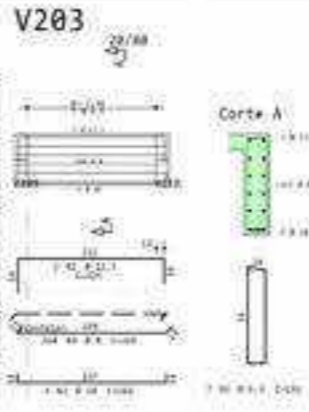
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



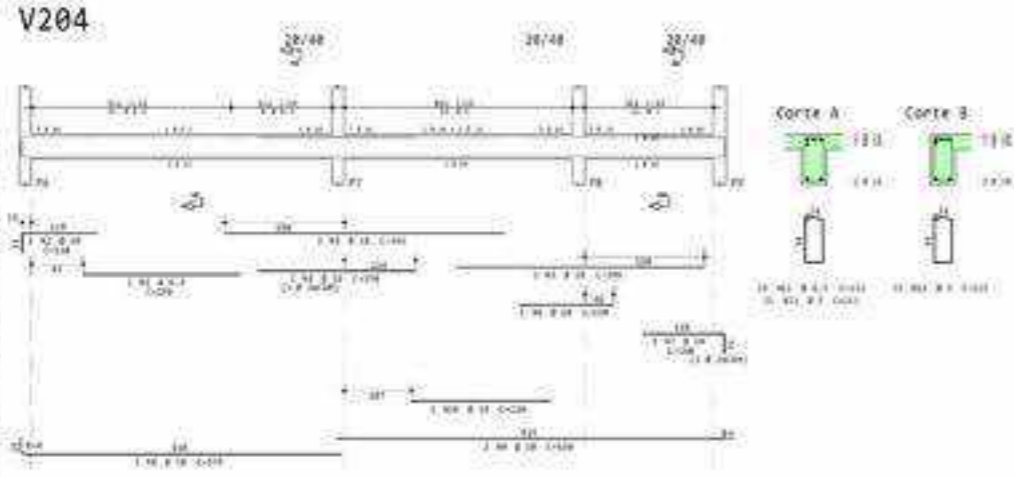
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



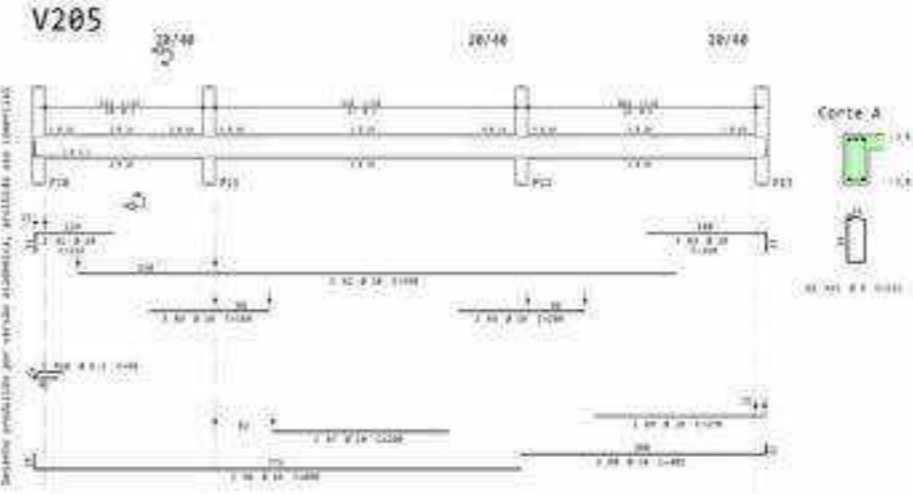
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



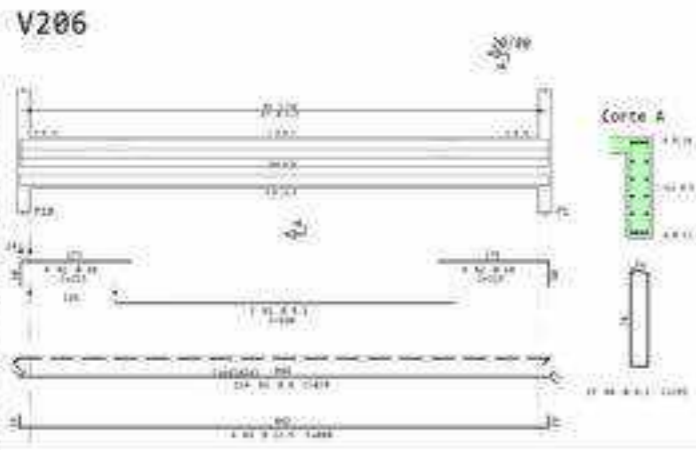
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



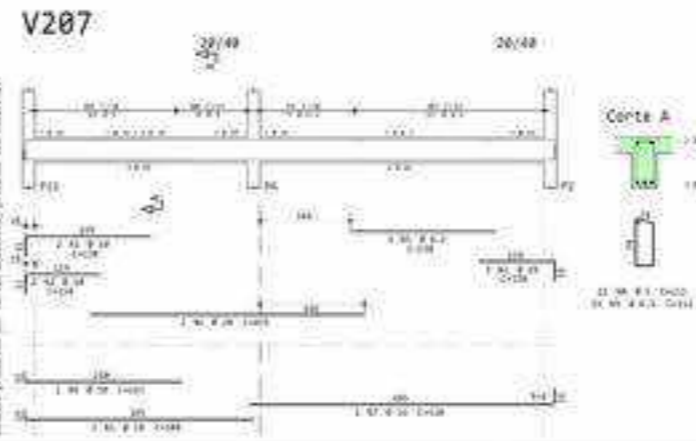
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**

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

COTA	QTD	UNID	COMENTÁRIO	TOTAL	
				QTD	UNID
V201	1	m			
V202	1	m			
V203	1	m			
V204	1	m			
V205	1	m			
V206	1	m			
V207	1	m			
VE1	1	m			
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>m</b>			

0801

**KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO**

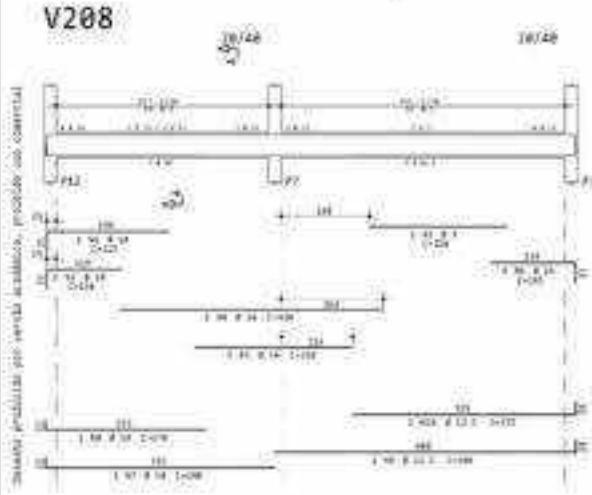
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

003

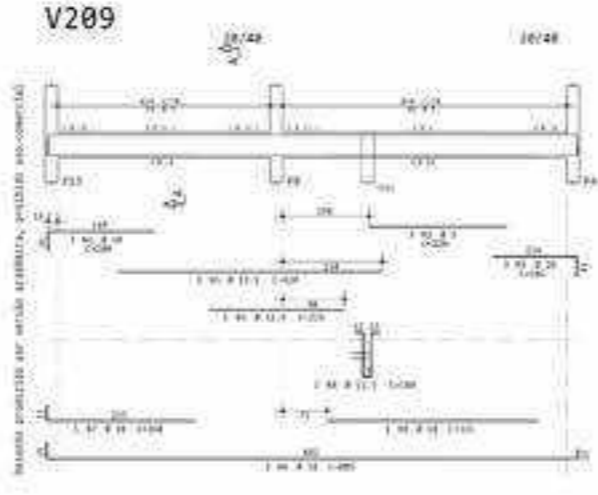
V201 / V202 / V204 / V205  
V206 / V207 / VE1

00

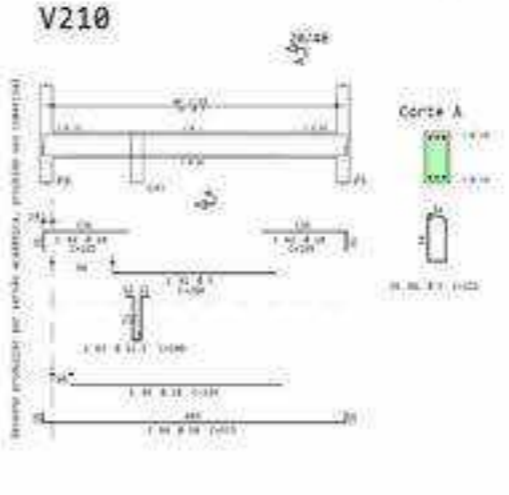
# ESTUDO - NÃO EXECUTAR



# ESTUDO - NÃO EXECUTAR



# ESTUDO - NÃO EXECUTAR



NUNCA EXECUTAR POR VENDA ACIDENTAL, PROIBIDA ADE CORTES!

ACQ	MTR	MTR	QUANT	COMPLEMENTOS	
				MTR	QUANT
V208	10,00	10,00	1	10,00	1
V209	10,00	10,00	1	10,00	1
V210	10,00	10,00	1	10,00	1
<b>TOTAL</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>3</b>	<b>30,00</b>	<b>3</b>

0001

**KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO**

**PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO**

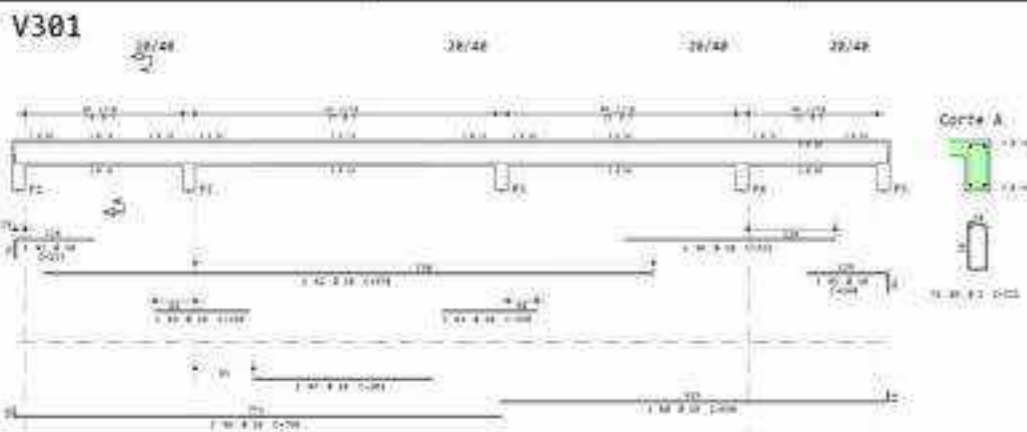
004

V208 / V209 / V210

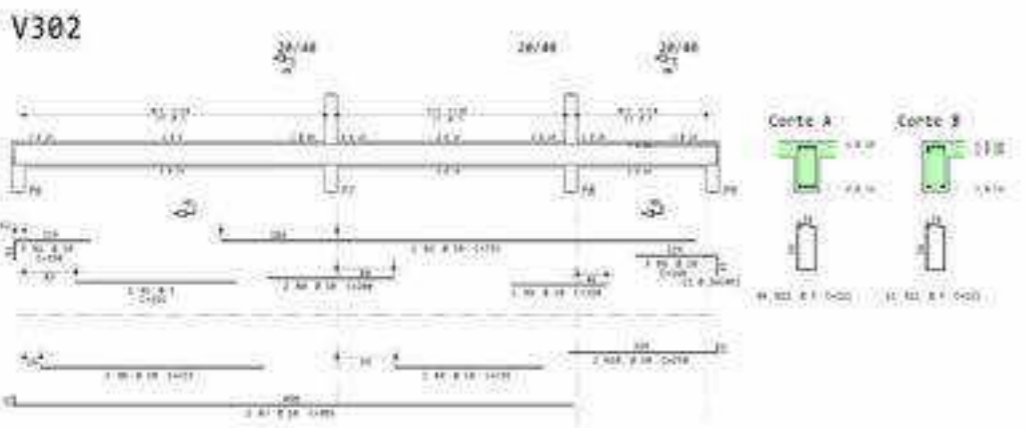
00

PROJETO DE ARQUITETURA - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

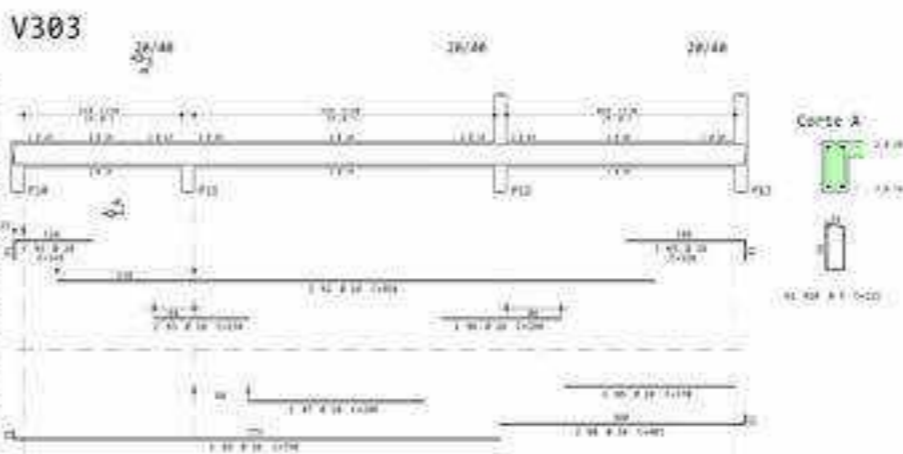
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**



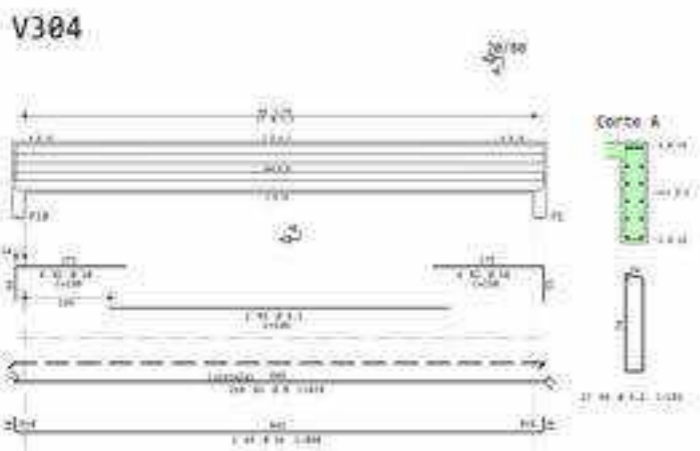
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**



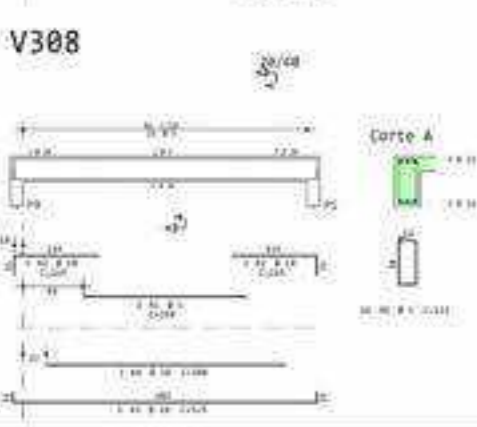
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**



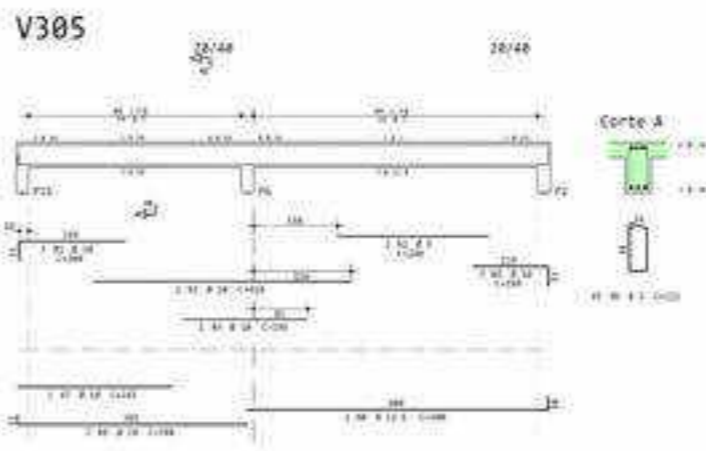
**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**



**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**



**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**



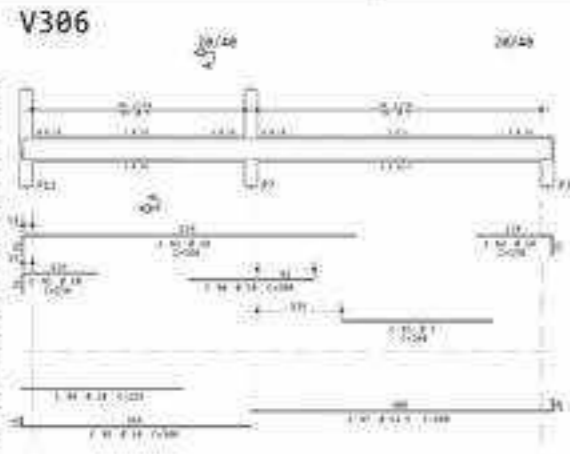
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

ALOS	VRS	VST	DWAY	COMPONENTES	
				VST	TOTAL
V301	00000000	00000000	00000000	00	00
V302	00000000	00000000	00000000	00	00
V303	00000000	00000000	00000000	00	00
V304	00000000	00000000	00000000	00	00
V305	00000000	00000000	00000000	00	00
V308	00000000	00000000	00000000	00	00
TOTAL				00	00

Nome: _____ Matr. nº: _____ Curso: _____	0001
KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	0005
V301 / V302 / V303 / V304 V305 / V308	00

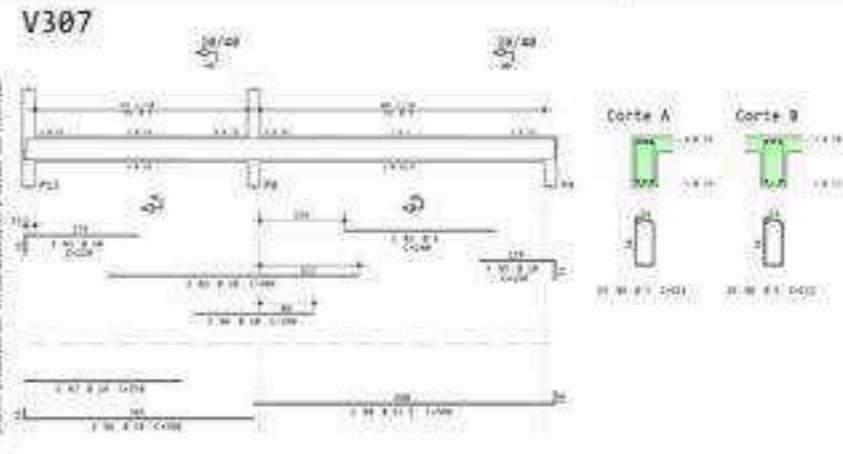
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Desenho produzido por sistema automatizado, baseado em inteligência artificial.



ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Desenho produzido por sistema automatizado, baseado em inteligência artificial.



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

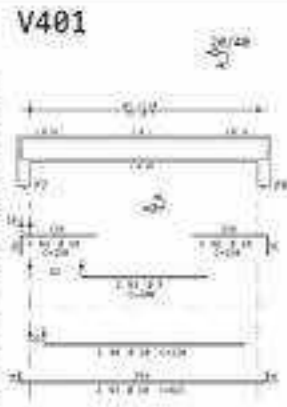
  

RESUMO DE AÇO			
ACO	QTD	COMPR.	VALOR
V306	100	100	100
V307	100	100	100
TOTAL			200

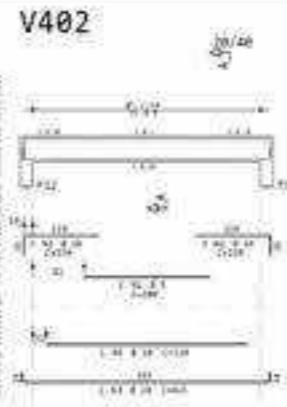
0001	
<b>KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO</b>	
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO	
V306 / V307	00

Projeto executado em AutoCAD 2014. Arquivo: V306\_V307.dwg

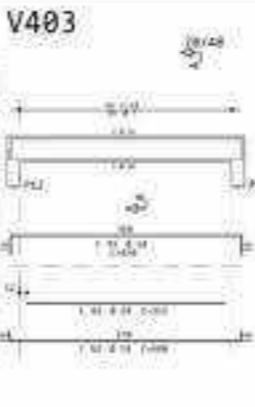
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



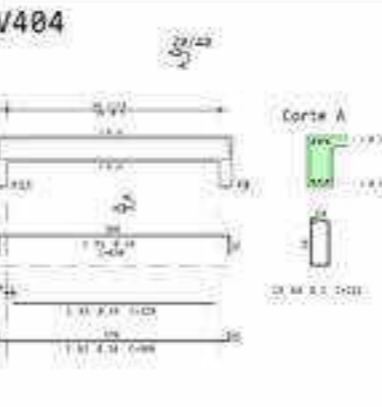
ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ESTUDO - NÃO EXECUTAR



ITEM	QTD	UNID	VALOR	COMPRIMOS	
				UNIT	TOTAL
V401	1	m	1,00		1,00
V402	1	m	1,00		1,00
V403	1	m	1,00		1,00
V404	1	m	1,00		1,00
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>m</b>	<b>4,00</b>		<b>4,00</b>

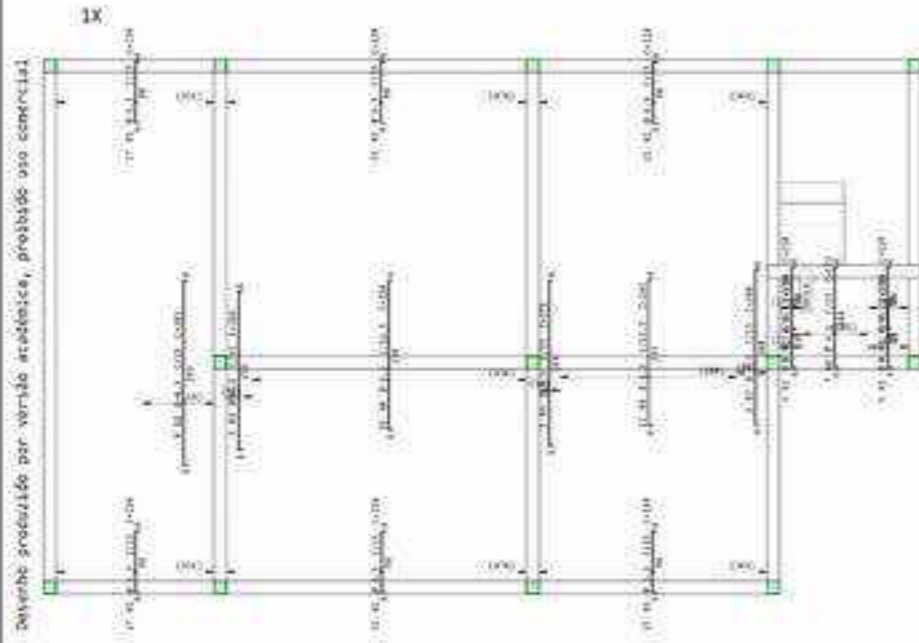
MOMENTO W (kg)			
400	800	1200	1600
800	1600	2400	3200
1200	2400	3600	4800
1600	3200	4800	6400

0001	
KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO	
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO	
V401 / V402 / V403 / V404	00



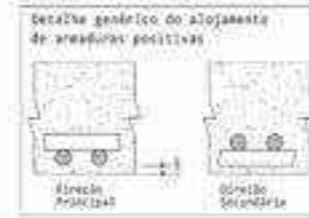
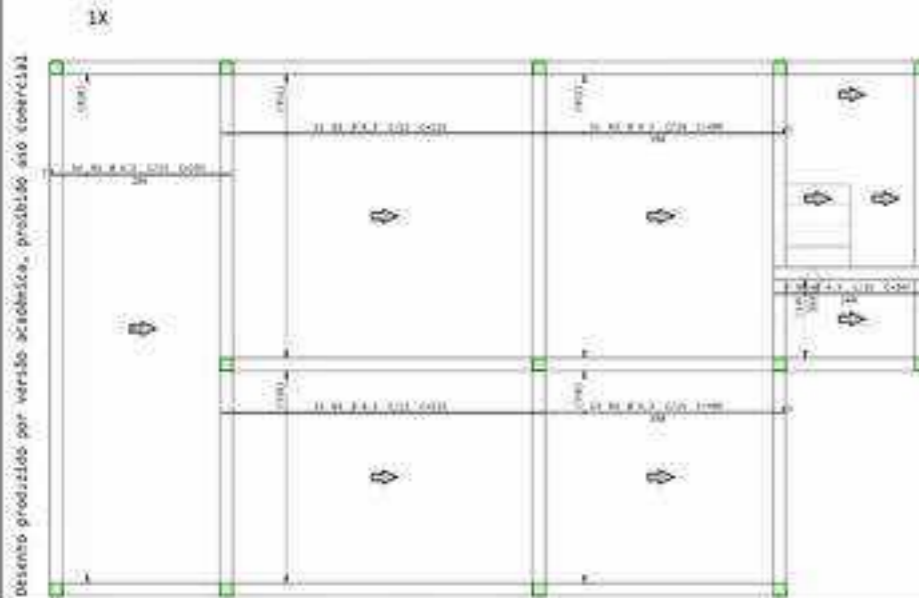
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Térreo - Armadura negativa secundaria



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

Térreo - Armadura positiva principal



ESTUDO - NÃO EXECUTAR

0881

**KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO**

PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

0889

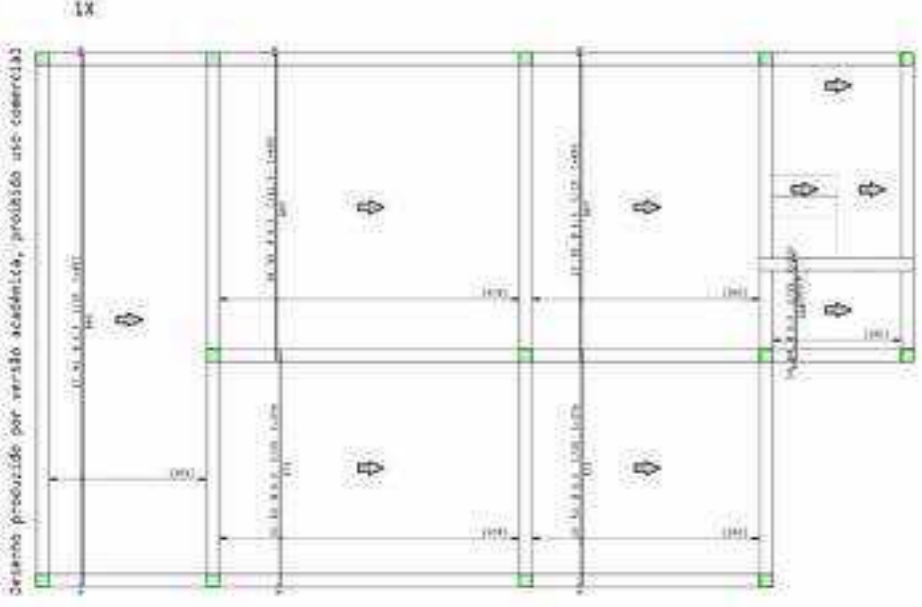
Térreo - Armadura negativa secundaria

Térreo - Armadura positiva principal

08

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Térreo - Armadura positiva secundaria



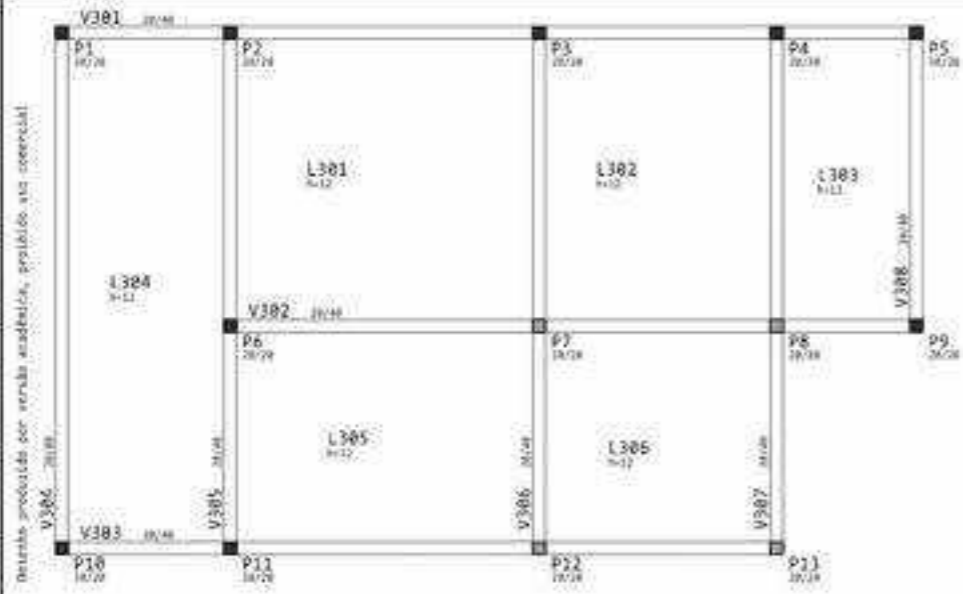
ACO	EST	QUANT	COMPRIMENTO	UNID	TOTAL
AC01	EST1	1	1,00	M	1,00
AC02	EST2	1	1,00	M	1,00
AC03	EST3	1	1,00	M	1,00
AC04	EST4	1	1,00	M	1,00
AC05	EST5	1	1,00	M	1,00
AC06	EST6	1	1,00	M	1,00
AC07	EST7	1	1,00	M	1,00
AC08	EST8	1	1,00	M	1,00
AC09	EST9	1	1,00	M	1,00
AC10	EST10	1	1,00	M	1,00
AC11	EST11	1	1,00	M	1,00
AC12	EST12	1	1,00	M	1,00
AC13	EST13	1	1,00	M	1,00
AC14	EST14	1	1,00	M	1,00
AC15	EST15	1	1,00	M	1,00
AC16	EST16	1	1,00	M	1,00
AC17	EST17	1	1,00	M	1,00
AC18	EST18	1	1,00	M	1,00
AC19	EST19	1	1,00	M	1,00
AC20	EST20	1	1,00	M	1,00
AC21	EST21	1	1,00	M	1,00
AC22	EST22	1	1,00	M	1,00
AC23	EST23	1	1,00	M	1,00
AC24	EST24	1	1,00	M	1,00
AC25	EST25	1	1,00	M	1,00
AC26	EST26	1	1,00	M	1,00
AC27	EST27	1	1,00	M	1,00
AC28	EST28	1	1,00	M	1,00
AC29	EST29	1	1,00	M	1,00
AC30	EST30	1	1,00	M	1,00
AC31	EST31	1	1,00	M	1,00
AC32	EST32	1	1,00	M	1,00
AC33	EST33	1	1,00	M	1,00
AC34	EST34	1	1,00	M	1,00
AC35	EST35	1	1,00	M	1,00
AC36	EST36	1	1,00	M	1,00
AC37	EST37	1	1,00	M	1,00
AC38	EST38	1	1,00	M	1,00
AC39	EST39	1	1,00	M	1,00
AC40	EST40	1	1,00	M	1,00
AC41	EST41	1	1,00	M	1,00
AC42	EST42	1	1,00	M	1,00
AC43	EST43	1	1,00	M	1,00
AC44	EST44	1	1,00	M	1,00
AC45	EST45	1	1,00	M	1,00
AC46	EST46	1	1,00	M	1,00
AC47	EST47	1	1,00	M	1,00
AC48	EST48	1	1,00	M	1,00
AC49	EST49	1	1,00	M	1,00
AC50	EST50	1	1,00	M	1,00
AC51	EST51	1	1,00	M	1,00
AC52	EST52	1	1,00	M	1,00
AC53	EST53	1	1,00	M	1,00
AC54	EST54	1	1,00	M	1,00
AC55	EST55	1	1,00	M	1,00
AC56	EST56	1	1,00	M	1,00
AC57	EST57	1	1,00	M	1,00
AC58	EST58	1	1,00	M	1,00
AC59	EST59	1	1,00	M	1,00
AC60	EST60	1	1,00	M	1,00
AC61	EST61	1	1,00	M	1,00
AC62	EST62	1	1,00	M	1,00
AC63	EST63	1	1,00	M	1,00
AC64	EST64	1	1,00	M	1,00
AC65	EST65	1	1,00	M	1,00
AC66	EST66	1	1,00	M	1,00
AC67	EST67	1	1,00	M	1,00
AC68	EST68	1	1,00	M	1,00
AC69	EST69	1	1,00	M	1,00
AC70	EST70	1	1,00	M	1,00
AC71	EST71	1	1,00	M	1,00
AC72	EST72	1	1,00	M	1,00
AC73	EST73	1	1,00	M	1,00
AC74	EST74	1	1,00	M	1,00
AC75	EST75	1	1,00	M	1,00
AC76	EST76	1	1,00	M	1,00
AC77	EST77	1	1,00	M	1,00
AC78	EST78	1	1,00	M	1,00
AC79	EST79	1	1,00	M	1,00
AC80	EST80	1	1,00	M	1,00
AC81	EST81	1	1,00	M	1,00
AC82	EST82	1	1,00	M	1,00
AC83	EST83	1	1,00	M	1,00
AC84	EST84	1	1,00	M	1,00
AC85	EST85	1	1,00	M	1,00
AC86	EST86	1	1,00	M	1,00
AC87	EST87	1	1,00	M	1,00
AC88	EST88	1	1,00	M	1,00
AC89	EST89	1	1,00	M	1,00
AC90	EST90	1	1,00	M	1,00
AC91	EST91	1	1,00	M	1,00
AC92	EST92	1	1,00	M	1,00
AC93	EST93	1	1,00	M	1,00
AC94	EST94	1	1,00	M	1,00
AC95	EST95	1	1,00	M	1,00
AC96	EST96	1	1,00	M	1,00
AC97	EST97	1	1,00	M	1,00
AC98	EST98	1	1,00	M	1,00
AC99	EST99	1	1,00	M	1,00
AC100	EST100	1	1,00	M	1,00

0001	
KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO	
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
010	
Térreo - Armadura positiva secundaria	
00	



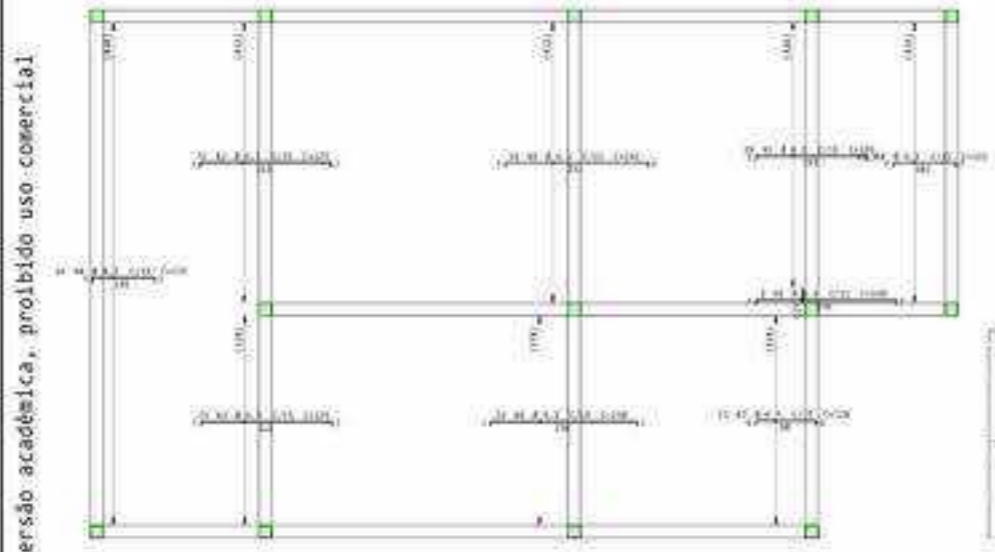
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

ESTUDO - NÃO EXECUTAR



Cobertura - Armadura negativa principal

IX



Descrição	Quantidade	Comprimento		Peso
		Medida	Teor.	
Armadura principal	12	12,00	12,00	1200
Armadura secundária	12	12,00	12,00	1200
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>24,00</b>	<b>24,00</b>	<b>2400</b>

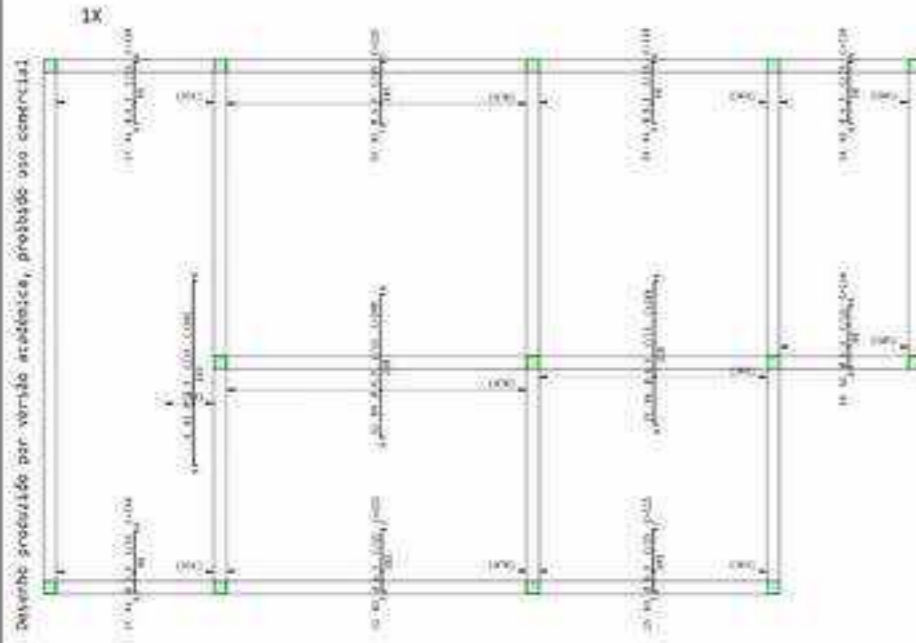
  

RESUMO DE CANTOS			
Armadura	Quantidade	Comprimento	Peso
Armadura principal	12	12,00	1200
Armadura secundária	12	12,00	1200
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>24,00</b>	<b>2400</b>

PROJETO	0001
PROJETADE	KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO
PROJETO	PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
FECHA	01/11
ESCALA	00

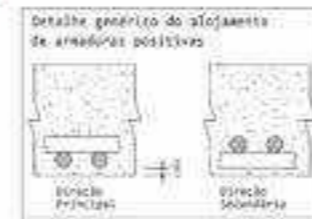
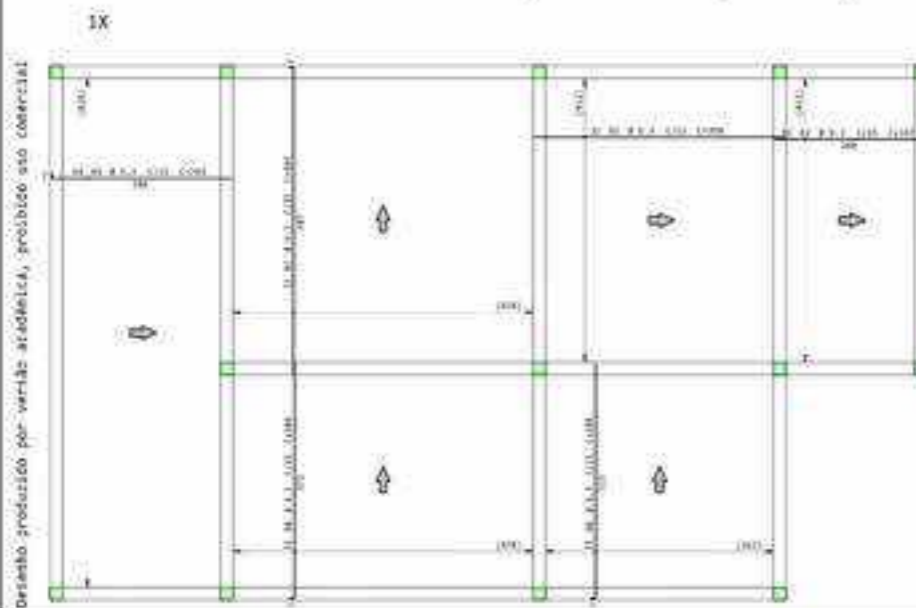
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

### Cobertura - Armadura negativa secundaria



QUANTIDADE	COMPRIMENTO		QUANT	VOLUME
	UNIT	TOTAL		
Cobertura - Armadura negativa secundaria	100	100	100	100
Cobertura - Armadura positiva principal	100	100	100	100
<b>TOTAL</b>				

### Cobertura - Armadura positiva principal



ESTUDO - NÃO EXECUTAR

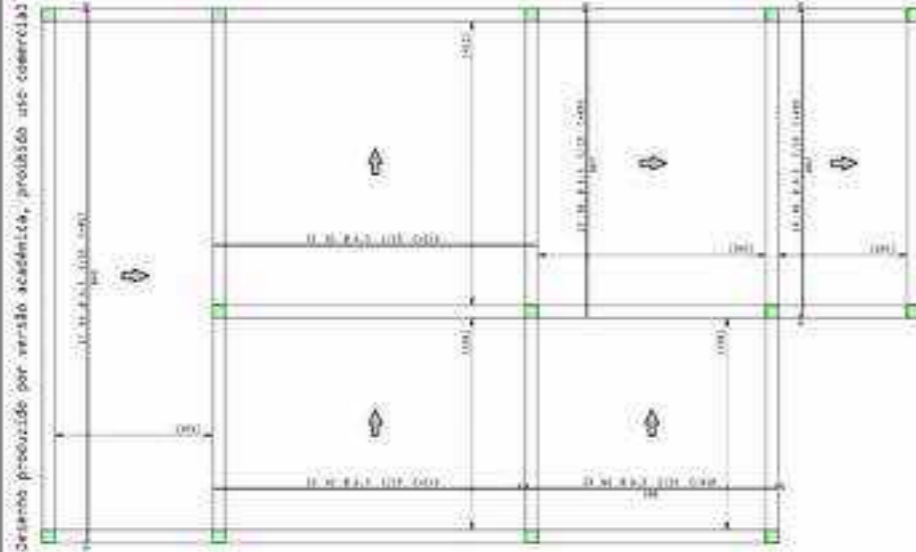
0001
<b>KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO</b>
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
012
00

REPRODUÇÃO DESTE PROJETO É PROIBIDA SEM A AUTORIZAÇÃO DO AUTOR

**ESTUDO - NÃO EXECUTAR**

**Cobertura - Armadura positiva secundaria**

1X



ACO	VAR	QTY	COMPRIMENTO	UNID	TOTAL
Cobertura	Armadura positiva secundária			m	
100	1	4.5	22	m	99.00
100	2	4.5	22	m	99.00
100	3	4.5	22	m	99.00
100	4	4.5	22	m	99.00
100	5	4.5	22	m	99.00
100	6	4.5	22	m	99.00
100	7	4.5	22	m	99.00
100	8	4.5	22	m	99.00
100	9	4.5	22	m	99.00
100	10	4.5	22	m	99.00
100	11	4.5	22	m	99.00
100	12	4.5	22	m	99.00
100	13	4.5	22	m	99.00
100	14	4.5	22	m	99.00
100	15	4.5	22	m	99.00
100	16	4.5	22	m	99.00
100	17	4.5	22	m	99.00
100	18	4.5	22	m	99.00
100	19	4.5	22	m	99.00
100	20	4.5	22	m	99.00
100	21	4.5	22	m	99.00
100	22	4.5	22	m	99.00
100	23	4.5	22	m	99.00
100	24	4.5	22	m	99.00
100	25	4.5	22	m	99.00
100	26	4.5	22	m	99.00
100	27	4.5	22	m	99.00
100	28	4.5	22	m	99.00
100	29	4.5	22	m	99.00
100	30	4.5	22	m	99.00
100	31	4.5	22	m	99.00
100	32	4.5	22	m	99.00
100	33	4.5	22	m	99.00
100	34	4.5	22	m	99.00
100	35	4.5	22	m	99.00
100	36	4.5	22	m	99.00
100	37	4.5	22	m	99.00
100	38	4.5	22	m	99.00
100	39	4.5	22	m	99.00
100	40	4.5	22	m	99.00
100	41	4.5	22	m	99.00
100	42	4.5	22	m	99.00
100	43	4.5	22	m	99.00
100	44	4.5	22	m	99.00
100	45	4.5	22	m	99.00
100	46	4.5	22	m	99.00
100	47	4.5	22	m	99.00
100	48	4.5	22	m	99.00
100	49	4.5	22	m	99.00
100	50	4.5	22	m	99.00
100	51	4.5	22	m	99.00
100	52	4.5	22	m	99.00
100	53	4.5	22	m	99.00
100	54	4.5	22	m	99.00
100	55	4.5	22	m	99.00
100	56	4.5	22	m	99.00
100	57	4.5	22	m	99.00
100	58	4.5	22	m	99.00
100	59	4.5	22	m	99.00
100	60	4.5	22	m	99.00
100	61	4.5	22	m	99.00
100	62	4.5	22	m	99.00
100	63	4.5	22	m	99.00
100	64	4.5	22	m	99.00
100	65	4.5	22	m	99.00
100	66	4.5	22	m	99.00
100	67	4.5	22	m	99.00
100	68	4.5	22	m	99.00
100	69	4.5	22	m	99.00
100	70	4.5	22	m	99.00
100	71	4.5	22	m	99.00
100	72	4.5	22	m	99.00
100	73	4.5	22	m	99.00
100	74	4.5	22	m	99.00
100	75	4.5	22	m	99.00
100	76	4.5	22	m	99.00
100	77	4.5	22	m	99.00
100	78	4.5	22	m	99.00
100	79	4.5	22	m	99.00
100	80	4.5	22	m	99.00
100	81	4.5	22	m	99.00
100	82	4.5	22	m	99.00
100	83	4.5	22	m	99.00
100	84	4.5	22	m	99.00
100	85	4.5	22	m	99.00
100	86	4.5	22	m	99.00
100	87	4.5	22	m	99.00
100	88	4.5	22	m	99.00
100	89	4.5	22	m	99.00
100	90	4.5	22	m	99.00
100	91	4.5	22	m	99.00
100	92	4.5	22	m	99.00
100	93	4.5	22	m	99.00
100	94	4.5	22	m	99.00
100	95	4.5	22	m	99.00
100	96	4.5	22	m	99.00
100	97	4.5	22	m	99.00
100	98	4.5	22	m	99.00
100	99	4.5	22	m	99.00
100	100	4.5	22	m	99.00

0001

**KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO**

PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

013

Cobertura - Armadura positiva secundária

00

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

ESTUDO - NÃO EXECUTAR

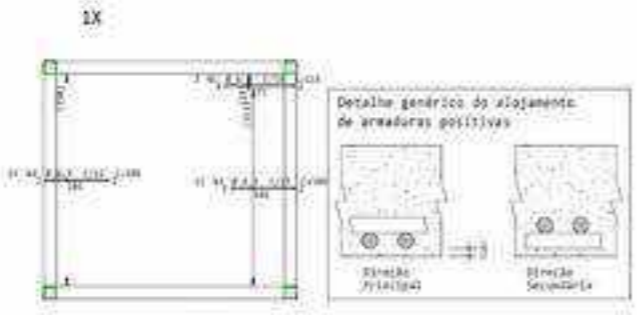
ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

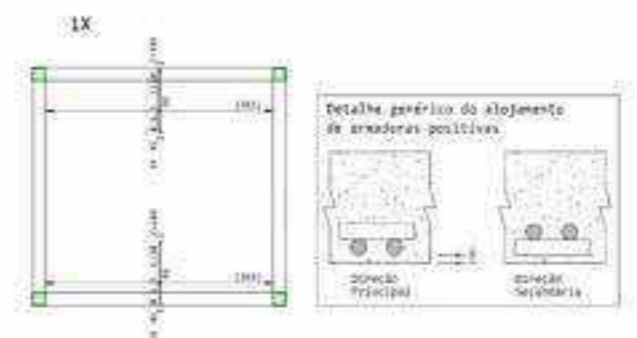


ACO	QTD	QTD	QTD	COMPARATIVO	TOTAL
UN	UN	UN	UN	UN	UN
CAIXA D'ÁGUA - ARMADURA NEGATIVA PRINCIPAL	20	20	20	20	20
CAIXA D'ÁGUA - ARMADURA NEGATIVA SECUNDARIA	20	20	20	20	20
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

Caixa d'água - Armadura negativa principal

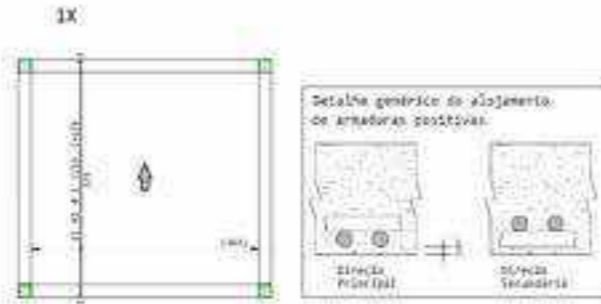


Caixa d'água - Armadura negativa secundaria

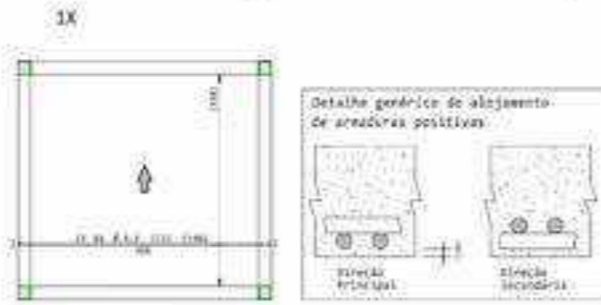


0001	00
KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO	
PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
014	
Caixa d'água - Armadura negativa principal	
Caixa d'água - Armadura negativa secundaria	

Caixa d'água - Armadura positiva principal



Caixa d'água - Armadura positiva secundaria



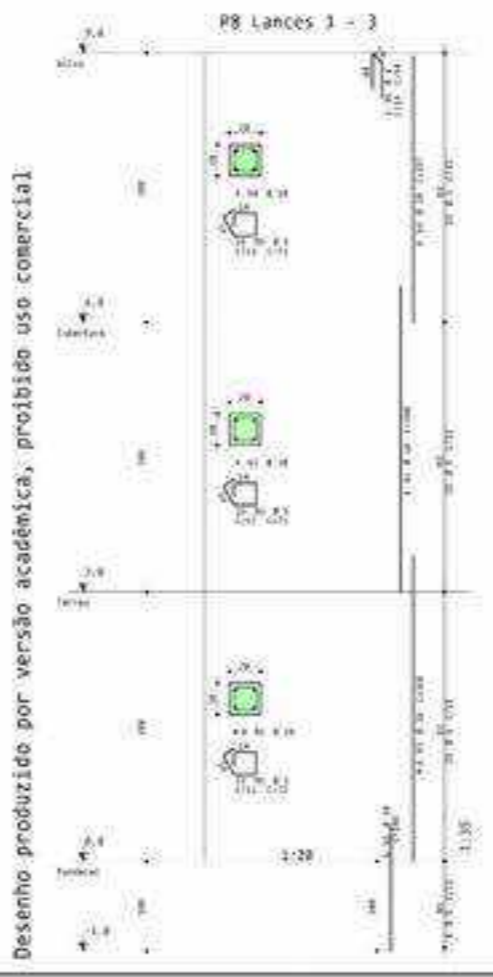
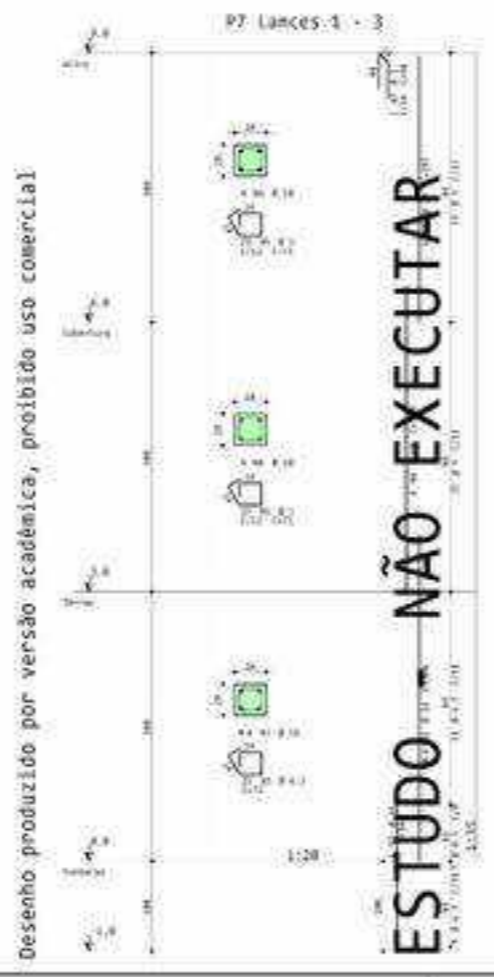
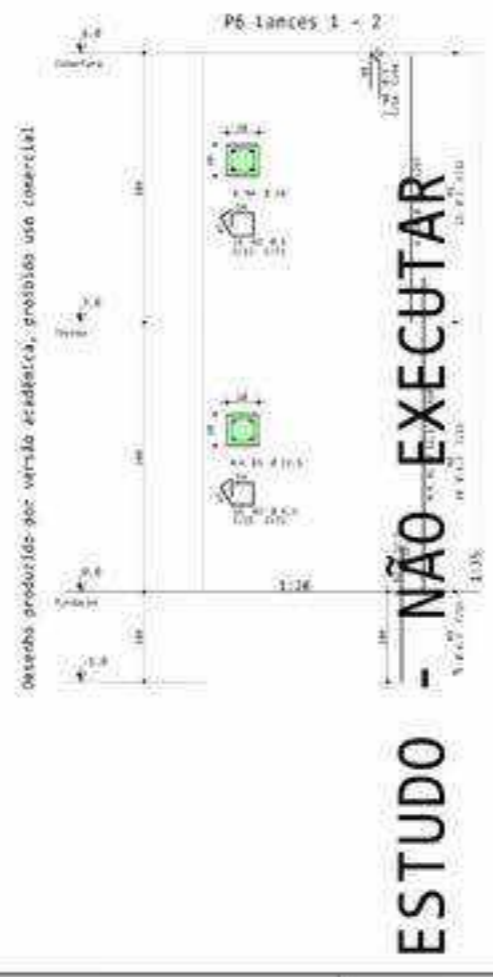
ACO	PRE	EST	CONC	CONCRETO	TOTAL
0.8	1.0			0.8	1.8
1.0	0.8			1.0	1.8

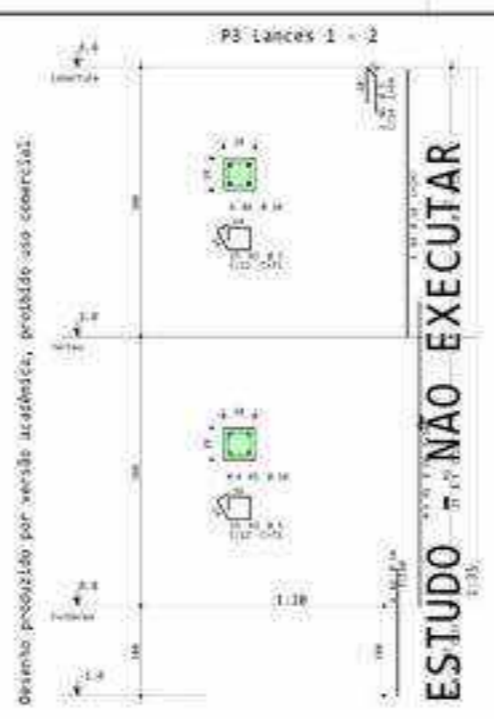
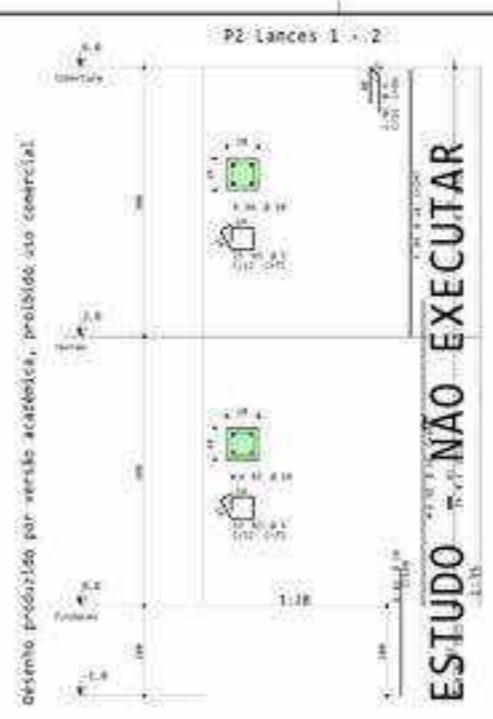
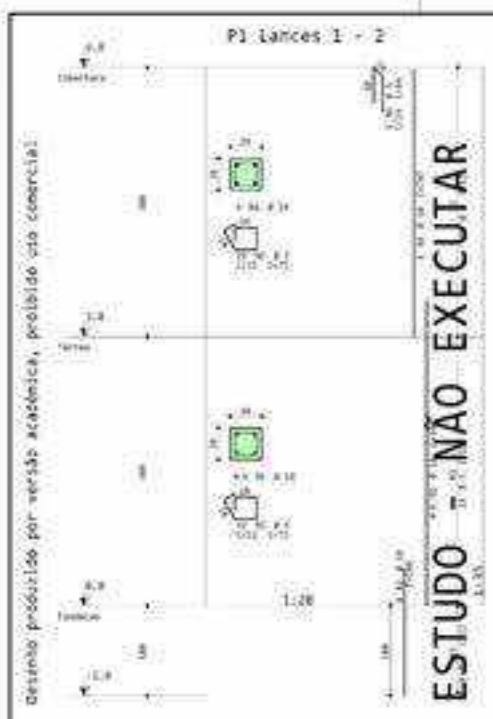
RECURSOS DE AÇO		PREÇO	
ACO	EST	CONC	PREÇO
0.8	1.0		
1.0	0.8		

<p>Projeto - Trabalho de Conclusão de Curso</p> <p>KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO</p> <p>PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO</p>		<p>0001</p> <p>015</p> <p>00</p>
---	--	----------------------------------

### ESTUDO - NÃO EXECUTAR



### ESTUDO - NÃO EXECUTAR



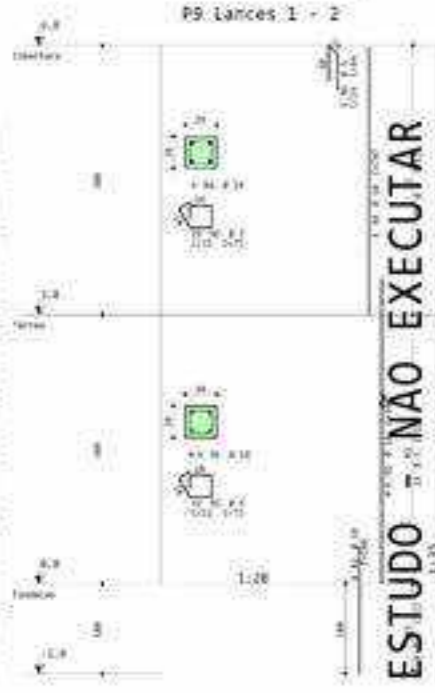
Nome: KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO  
 Matrícula: 0881  
 Projeto: PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
 Disciplina: PROJETO DE ARQUITETURA  
 Semestre: 08  
 Data: 20/04/2014

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

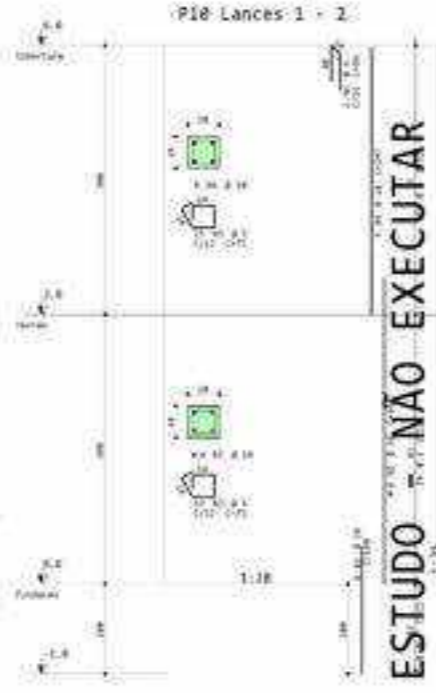
PROJETO	DISCIPLINA	SEMESTRE	DATA	COMENTÁRIOS	TOTAL
P1 Lances 1 - 2	PROJETO DE ARQUITETURA	08	20/04/2014		100
P2 Lances 1 - 2	PROJETO DE ARQUITETURA	08	20/04/2014		100
P3 Lances 1 - 2	PROJETO DE ARQUITETURA	08	20/04/2014		100
P4 Lances 1 - 2	PROJETO DE ARQUITETURA	08	20/04/2014		100
P5 Lances 1 - 2	PROJETO DE ARQUITETURA	08	20/04/2014		100
P6 Lances 1 - 2	PROJETO DE ARQUITETURA	08	20/04/2014		100
P7 Lances 1 - 3	PROJETO DE ARQUITETURA	08	20/04/2014		100
P8 Lances 1 - 3	PROJETO DE ARQUITETURA	08	20/04/2014		100
<b>TOTAL</b>					<b>800</b>

# ESTUDO - NÃO EXECUTAR

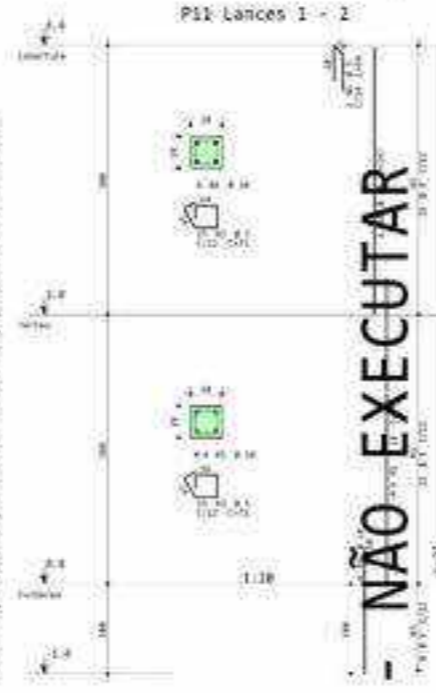
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

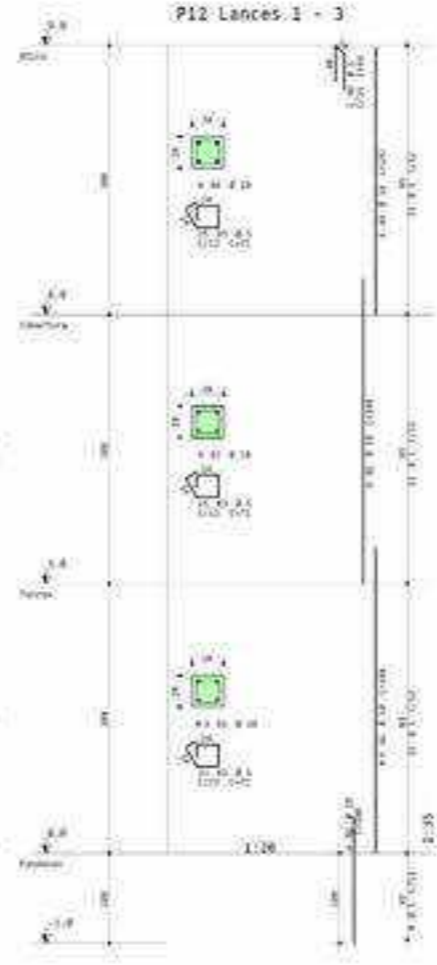


Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



# ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Nome: \_\_\_\_\_  
 Matr. nº: \_\_\_\_\_  
 Nome do Projeto: \_\_\_\_\_  
**KLEBER ENRIQUE DA SILVA SOBRINHO**  
**PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
 Matr. nº: \_\_\_\_\_  
 Matr. nº: \_\_\_\_\_  
 Matr. nº: \_\_\_\_\_

ANO	SEM	DISCIPLINA	NOTA	CONCEITO	TOTAL
P9 LANCES 1 - 2	1	ARQUITETURA	8,0	B	80,0
P9 LANCES 1 - 2	2	ARQUITETURA	8,0	B	80,0
P10 LANCES 1 - 2	1	ARQUITETURA	8,0	B	80,0
P10 LANCES 1 - 2	2	ARQUITETURA	8,0	B	80,0
P11 LANCES 1 - 2	1	ARQUITETURA	8,0	B	80,0
P11 LANCES 1 - 2	2	ARQUITETURA	8,0	B	80,0
P12 LANCES 1 - 3	1	ARQUITETURA	8,0	B	80,0
P12 LANCES 1 - 3	2	ARQUITETURA	8,0	B	80,0
P12 LANCES 1 - 3	3	ARQUITETURA	8,0	B	80,0
<b>TOTAL</b>					<b>2400,0</b>





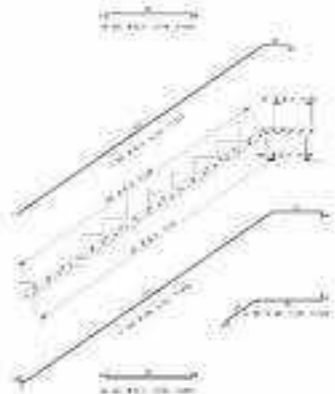
# ESTUDO - NÃO EXECUTAR

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

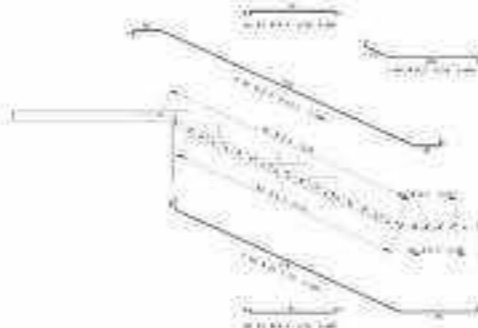
## Planta Escada-1 - Térreo



Corte A-A



Corte B-B



PROJETO	PROJETO	PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO	PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO	PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO	PROJETO	PROJETO

PROJETO	PROJETO	PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO	PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO	PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO	PROJETO	PROJETO

**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	
DESCRICHÃO 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
<b>ESTABILIDADE GLOBAL.....</b>	<b>12</b>
Listagem completa dos parâmetros de instabilidade.....	13
Classificação da estrutura.....	14
<b>COMPORTAMENTO EM SERVIÇO - ELS.....</b>	<b>14</b>
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
<b>PARÂMETROS QUALITATIVOS.....</b>	<b>15</b>
Esbeltez do edifício.....	15
Padronização de elementos.....	16
Densidade de pilares e vãos médios.....	16
<b>MEMORIAL DE CÁLCULO DAS VIGAS.....</b>	<b>17</b>
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
<b>Cobertura.....</b>	<b>27</b>
V301.....	27
V302.....	28
V303.....	29
V304.....	30
V305.....	30
V306.....	31
V307.....	31
V308.....	32
<b>Caixa d'água.....</b>	<b>32</b>
V401.....	32
V403.....	33
V404.....	33
<b>MEMORIAL DE CÁLCULO DOS PILARES.....</b>	<b>35</b>
<b>Listagem de resultados por pilar.....</b>	<b>35</b>
<b>Legenda.....</b>	<b>35</b>
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 <sup>2</sup> )
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
<b>TOTAL</b>	---	---	<b>251,35</b>

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:

	$\alpha E$	$Ecs$ (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 <sup>3</sup> )	$n_1$
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 <sup>3</sup> )	$n_1$
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 <sup>2</sup> )	Permanente (tf/m <sup>2</sup> )	Acidental (tf/m <sup>2</sup> )
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

LAEPRO	Combinações a/ flechas em lajes protendidas	0
--------	---	---

### Lista de combinações no modelo global

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

```

1001=1000+0.0000
1002=1000+0.0000+0.0000
1003=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1004=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1005=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1006=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1007=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1008=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1009=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1010=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1011=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1012=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1013=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1014=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1015=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1016=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1017=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1018=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1019=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1020=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1021=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1022=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1023=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1024=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1025=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1026=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1027=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1028=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1029=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1030=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1031=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1032=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1033=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1034=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1035=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1036=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1037=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1038=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1039=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1040=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1041=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1042=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1043=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1044=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1045=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1046=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1047=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1048=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1049=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1050=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1051=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1052=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1053=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1054=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1055=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1056=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1057=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1058=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1059=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1060=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1061=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1062=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1063=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1064=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1065=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1066=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1067=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1068=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1069=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1070=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1071=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1072=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1073=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1074=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1075=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1076=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1077=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1078=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1079=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1080=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1081=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1082=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1083=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1084=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1085=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1086=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1087=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1088=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1089=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1090=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1091=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1092=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1093=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1094=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1095=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1096=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1097=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1098=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1099=1000+0.0000+0.0000+0.0000
1100=1000+0.0000+0.0000+0.0000

```

## MODELO ESTRUTURAL

### Explicações

Na análise estrutural do edifício foi utilizado o 'Modelo 4' do sistema TQS. Este modelo consiste em dois modelos de cálculo:

- Modelo de grelha para os pavimentos;
- Modelo de pórtico espacial para a análise global.

O edifício será modelado por um único pórtico espacial mais os modelos dos pavimentos. O pórtico será composto apenas por barras que simulam as vigas e pilares da estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado ao modelo. Os efeitos oriundos das ações verticais e horizontais nas vigas e pilares serão calculados com o pórtico espacial.

Nas lajes, somente os efeitos gerados pelas ações verticais serão calculados. Nos pavimentos simulados por grelha de lajes, os esforços resultantes das barras de lajes sobre as vigas serão transferidas como cargas para o pórtico espacial, ou seja, há uma 'certa' integração entre ambos os modelos (pórtico e grelha). Para os demais tipos de modelos de pavimentos, as cargas das lajes serão transferidas para o pórtico por meio de quinhos de carga.

Tratamento especial para vigas de transição e que suportam tirantes pode ter sido considerado e são apontados no item 'Critérios de projeto'. A flexibilização das ligações viga-pilar, a separação de modelos

## 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>Fundacao</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>Fundacao</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.

### Critérios 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	Ang	WTk	W	Clav	W	WEL	WEL	Alfa	Gamma	Dir
4	22,5	226,7	3,2	3,2	22,5	2,1	2,1	1,000	2,121	R
5	30,0	226,7	3,2	3,2	30,0	2,1	2,1	1,000	2,121	R
6	37,5	226,7	3,2	3,2	37,5	2,1	2,1	1,000	2,121	R
7	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,1	2,1	1,000	2,121	R
8	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,1	2,1	1,000	2,121	R

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

Caso	Ang	WTk	W	Clav	W	WEL	WEL	Alfa	Gamma	Dir
4	22,5	226,7	3,2	3,2	22,5	2,000	2,000	1,000	2,121	R
5	30,0	226,7	3,2	3,2	30,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
6	37,5	226,7	3,2	3,2	37,5	2,000	2,000	1,000	2,121	R
7	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
8	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
9	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
10	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
11	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
12	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
13	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
14	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
15	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
16	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
17	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
18	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
19	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R

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

Caso	Ang	WTk	W	Clav	W	WEL	WEL	Alfa	Gamma	Dir
4	22,5	226,7	3,2	3,2	22,5	2,000	2,000	1,000	2,121	R
5	30,0	226,7	3,2	3,2	30,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
6	37,5	226,7	3,2	3,2	37,5	2,000	2,000	1,000	2,121	R
7	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
8	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
9	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
10	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
11	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
12	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
13	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
14	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
15	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
16	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
17	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
18	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R
19	45,0	226,7	3,2	3,2	45,0	2,000	2,000	1,000	2,121	R

Observações (OPORTUNAS):

#####

Caso não foi considerado para a verificação da estabilidade na combinação de cargas de vento por não ser considerada para a combinação de estabilidade na combinação de cargas de vento.

## Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

proveniente desta análise sob o parâmetro  $\gamma_{d1}$  de 1,00.

Observações para os casos nos quais  $\gamma_{d1} < 1,00$ :  
O parâmetro  $\gamma_{d1}$  deve ser aplicado à carga que a estrutura a de-  
ve suportar.

Observações para os casos nos quais  $\gamma_{d1} > 1,00$ :  
O fator momento de segurança das cargas mortuais deve de modo  
qualitativo ser aplicado à carga sobre o caso 2 (propriedade  
edifício) e deve ser adotado o valor de carga de vento superior  
nesta situação.

Para análise de estabilidade de equilíbrio de edifício com  
elementos estruturais, este coeficiente deve ser considerado igual a unity.

### Classificação da estrutura

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

- Parâmetro adotado na análise do edifício (GammaZ): 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

Letras	Valor
U100	Caso de listagem de 100
U101	Máximo deslocamento horizontal (máximo) absoluto (m)
U102	Valor relativo a altura total do edifício
U103	Valor de deslocamento relativo (máximo)
U104	Máximo deslocamento horizontal entre pisos (m)
U105	Valor relativo ao pavimento de referência
U106	Observações (U101-U105) - queda de fatores, por significância a seguir

Deslocamentos máximos

Caso	U101	U102	U103
1	0,18	0,1333	100
2	0,28	0,1333	
3	0,31	0,1333	
4	0,40	0,1333	
5	0,49	0,1333	

Instabilidade máxima entre pisos

Caso	Piso	U104	U105	U106
1	0	0,10	0,1250	100
2	1	0,10	0,1250	
3	1	0,10	0,1250	
4	1	0,08	0,1111	
5	2	0,13	0,1333	100

Observações: (U101-U106)

Observações para os casos nos quais  $\gamma_{d1} < 1,00$ :  
Caso de listagem com deslocamento máximo absoluto

Observações para os casos nos quais  $\gamma_{d1} > 1,00$ :  
Caso de listagem com deslocamento relativo máximo



### 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

TÍTULO: V205		PROFESSOR: F. L.	ANEXO: ANEXO II	CURSO: ENFERMAGEM	DISCIPLINA: CÁLCULO	SEMESTRE: 2º	ANO: 2012				
<b>Objetivo Geral:</b> O aluno deverá ser capaz de aplicar os procedimentos de cálculo com o uso de planilhas eletrônicas.											
<b>Objetivos Específicos:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">- Identificar o conceito de função.</td> <td style="border: none;">- Reconhecer a importância da função na modelagem matemática.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">- Reconhecer os tipos de função.</td> <td style="border: none;">- Aplicar os procedimentos de cálculo de juros simples e compostos.</td> </tr> </table>								- Identificar o conceito de função.	- Reconhecer a importância da função na modelagem matemática.	- Reconhecer os tipos de função.	- Aplicar os procedimentos de cálculo de juros simples e compostos.
- Identificar o conceito de função.	- Reconhecer a importância da função na modelagem matemática.										
- Reconhecer os tipos de função.	- Aplicar os procedimentos de cálculo de juros simples e compostos.										
<b>Conteúdo Programático:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">- Função: Definição, domínio e imagem.</td> <td style="border: none;">- Funções: Identificação e representação.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">- Função linear e afim.</td> <td style="border: none;">- Funções: Gráficos e interpretação.</td> </tr> </table>								- Função: Definição, domínio e imagem.	- Funções: Identificação e representação.	- Função linear e afim.	- Funções: Gráficos e interpretação.
- Função: Definição, domínio e imagem.	- Funções: Identificação e representação.										
- Função linear e afim.	- Funções: Gráficos e interpretação.										
<b>Atividade Avaliativa:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">- Prova escrita.</td> <td style="border: none;">- Trabalho em grupo.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">- Apresentação de slides.</td> <td style="border: none;">- Participação em aula.</td> </tr> </table>								- Prova escrita.	- Trabalho em grupo.	- Apresentação de slides.	- Participação em aula.
- Prova escrita.	- Trabalho em grupo.										
- Apresentação de slides.	- Participação em aula.										

### V205

TÍTULO: V205		PROFESSOR: F. L.	ANEXO: ANEXO II	CURSO: ENFERMAGEM	DISCIPLINA: CÁLCULO	SEMESTRE: 2º	ANO: 2012				
<b>Objetivo Geral:</b> O aluno deverá ser capaz de aplicar os procedimentos de cálculo com o uso de planilhas eletrônicas.											
<b>Objetivos Específicos:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">- Identificar o conceito de função.</td> <td style="border: none;">- Reconhecer a importância da função na modelagem matemática.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">- Reconhecer os tipos de função.</td> <td style="border: none;">- Aplicar os procedimentos de cálculo de juros simples e compostos.</td> </tr> </table>								- Identificar o conceito de função.	- Reconhecer a importância da função na modelagem matemática.	- Reconhecer os tipos de função.	- Aplicar os procedimentos de cálculo de juros simples e compostos.
- Identificar o conceito de função.	- Reconhecer a importância da função na modelagem matemática.										
- Reconhecer os tipos de função.	- Aplicar os procedimentos de cálculo de juros simples e compostos.										
<b>Conteúdo Programático:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">- Função: Definição, domínio e imagem.</td> <td style="border: none;">- Funções: Identificação e representação.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">- Função linear e afim.</td> <td style="border: none;">- Funções: Gráficos e interpretação.</td> </tr> </table>								- Função: Definição, domínio e imagem.	- Funções: Identificação e representação.	- Função linear e afim.	- Funções: Gráficos e interpretação.
- Função: Definição, domínio e imagem.	- Funções: Identificação e representação.										
- Função linear e afim.	- Funções: Gráficos e interpretação.										
<b>Atividade Avaliativa:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">- Prova escrita.</td> <td style="border: none;">- Trabalho em grupo.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">- Apresentação de slides.</td> <td style="border: none;">- Participação em aula.</td> </tr> </table>								- Prova escrita.	- Trabalho em grupo.	- Apresentação de slides.	- Participação em aula.
- Prova escrita.	- Trabalho em grupo.										
- Apresentação de slides.	- Participação em aula.										



## Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

V208

Alga: 204 - 2020

Projeto (Projeto) / Alga: 1 / Área: Botânica (Botânica) / Curso: Botânica / Disciplina: Botânica

Nome do Alga: 204 - 2020		Disciplina: Botânica		Projeto (Projeto) / Alga: 1		Área: Botânica		Curso: Botânica		Disciplina: Botânica	
Alga:	204 - 2020	Disciplina:	Botânica	Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica
Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica				
Disciplina:	Botânica										
Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica				

Nome do Alga: 204 - 2020		Disciplina: Botânica		Projeto (Projeto) / Alga: 1		Área: Botânica		Curso: Botânica		Disciplina: Botânica	
Alga:	204 - 2020	Disciplina:	Botânica	Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica
Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica				
Disciplina:	Botânica										
Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica				

V309

Alga: 204 - 2020

Projeto (Projeto) / Alga: 1 / Área: Botânica (Botânica) / Curso: Botânica / Disciplina: Botânica

Nome do Alga: 204 - 2020		Disciplina: Botânica		Projeto (Projeto) / Alga: 1		Área: Botânica		Curso: Botânica		Disciplina: Botânica	
Alga:	204 - 2020	Disciplina:	Botânica	Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica
Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica				
Disciplina:	Botânica										
Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica				

Nome do Alga: 204 - 2020		Disciplina: Botânica		Projeto (Projeto) / Alga: 1		Área: Botânica		Curso: Botânica		Disciplina: Botânica	
Alga:	204 - 2020	Disciplina:	Botânica	Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica
Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica				
Disciplina:	Botânica										
Projeto (Projeto):	1	Área:	Botânica	Curso:	Botânica	Disciplina:	Botânica				

### Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEMORIAL DESCRITIVO												
PROJETO	AL	OP	Vol	PROJ	PRO	OP	PROJ	PRO	OP	PROJ	PRO	OP
111,042	0	402	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32
T. D. R. C. A. P. - AL												
111,042	0	402	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32
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
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

### V210

MEMORIAL DESCRITIVO												
PROJETO	AL	OP	Vol	PROJ	PRO	OP	PROJ	PRO	OP	PROJ	PRO	OP
111,042	0	402	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32
T. D. R. C. A. P. - AL												
111,042	0	402	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32
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
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

### VEI

MEMORIAL DESCRITIVO												
PROJETO	AL	OP	Vol	PROJ	PRO	OP	PROJ	PRO	OP	PROJ	PRO	OP
111,042	0	402	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32
T. D. R. C. A. P. - AL												
111,042	0	402	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32
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
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

### Cobertura

MEMORIAL DESCRITIVO												
PROJETO	AL	OP	Vol	PROJ	PRO	OP	PROJ	PRO	OP	PROJ	PRO	OP
111,042	0	402	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32
T. D. R. C. A. P. - AL												
111,042	0	402	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32	0	40	0,38	14,32
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
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



Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Table with 3 columns: Item, Description, Value. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Plan 2: [Technical drawing description and notes]

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Plan 3: [Technical drawing description and notes]

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

V303

Plan 4: [Technical drawing description and notes]

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

Plan 5: [Technical drawing description and notes]

Table with 4 columns: Description, Value, Date, and Name. Rows include '1. Apoio de 0.30', '2. Exp. de 1.00', and '3. Apoio de 1.00'.

### Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Proj. de Resumo = 0,0			Proj. Res. = 0,0			Proj. Res. = 0,0		
Proj. de Res. Res. = 0,0			Proj. Res. Res. = 0,0			Proj. Res. Res. = 0,0		
CLASSIFICACAO -	01	02	Var	Proj	Res	Res	Res	Res
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T E X T O D A S								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M E M O R I A L								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

#### V304

Proj. de Res. = 0,0

Proj. Res. = 0,0

Proj. de Resumo = 0,0			Proj. Res. = 0,0			Proj. Res. = 0,0		
Proj. de Res. Res. = 0,0			Proj. Res. Res. = 0,0			Proj. Res. Res. = 0,0		
CLASSIFICACAO -	01	02	Var	Proj	Res	Res	Res	Res
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T E X T O D A S								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M E M O R I A L								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

#### V305

Proj. de Res. = 0,0

Proj. Res. = 0,0

Proj. de Resumo = 0,0			Proj. Res. = 0,0			Proj. Res. = 0,0		
Proj. de Res. Res. = 0,0			Proj. Res. Res. = 0,0			Proj. Res. Res. = 0,0		
CLASSIFICACAO -	01	02	Var	Proj	Res	Res	Res	Res
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T E X T O D A S								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M E M O R I A L								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C O N C L U S A O								
101,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Calculadoras programadas de modo de gradua... Projeto: V306... Detalhes: 02 - Detalhe: 04... Tabela com dados de materiais, armaduras, e custos.

V306

Projeto: V306... Detalhes: 02 - Detalhe: 04... Tabela com dados de materiais, armaduras, e custos.

V307

Projeto: V307... Detalhes: 02 - Detalhe: 04... Tabela com dados de materiais, armaduras, e custos.

### Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Cód. de Resposta = 000		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0	
Cód. de Resposta = 000		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0	
CLASSIFICACAO	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
CLASSIFICACAO	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
T. D. R. O. C. A. S.	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
T. D. R. O. C. A. S.	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
DESC. APENAS	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
DESC. APENAS	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000

### V300

Cód. de Resposta = 000		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0	
Cód. de Resposta = 000		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0	
CLASSIFICACAO	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
CLASSIFICACAO	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
T. D. R. O. C. A. S.	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
T. D. R. O. C. A. S.	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
DESC. APENAS	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
DESC. APENAS	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000

### Caixa d'agua

#### V401

Cód. de Resposta = 000		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0	
Cód. de Resposta = 000		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0		F. Descrição = 0.0	
CLASSIFICACAO	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
CLASSIFICACAO	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
T. D. R. O. C. A. S.	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
T. D. R. O. C. A. S.	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
DESC. APENAS	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000
DESC. APENAS	01	07	040	000	000	000	000	000	000	000	000



**Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

REAC. ANEXO	NO.	Descrição	Relatório	Tempo	DDDY	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	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

MEMORIAL DE CÁLCULO DOS PILARES

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento dos pilares:

Listagem de resultados por pilar

Legenda

\*\*Nota 1\*\*

Este Cálculo considera o pilar de concreto armado com o eixo principal e eixo de inércia de momento de inércia menor. Para dimensionamento, esta consideração é a que resulta a maior demanda de armadura de aço, porém dimensionando a fibra de fibra inferior, por verificação. Considerando como duas condições de armadura reais, para a fibra, um comprimento de 27,0m e outra de 30,0m, de comprimento inicial adotado de 30,0m, por esta fibra foi adotada a configuração de 27,0m como referência. Para o comprimento de fibra de momento de inércia menor, de 27,0m, a fibra sempre adotada de 30,0m, mas a listagem com o comprimento mais detalhado foi feita com apoio que necessita de 30,0m, pois foi a mesma a utilizada no 27,0m. A parcela do comprimento entre um eixo e outro adotada na fibra não é utilizada automaticamente para fixar o eixo de fibra, significando o tempo de projeto sempre de 30,0m, pois sempre adotamos a total independência de eixos para o dimensionamento, até quando não se faz necessário de eixos de eixos e momentos, quando se utiliza 30,0m.

\*\*Nota 2\*\*

Este Cálculo considera o pilar de concreto armado com o eixo principal e eixo de inércia de momento de inércia menor. Para dimensionamento, esta consideração é a que resulta a maior demanda de armadura de aço, porém dimensionando a fibra de fibra inferior, por verificação. Considerando como duas condições de armadura reais, para a fibra, um comprimento de 27,0m e outra de 30,0m, de comprimento inicial adotado de 30,0m, por esta fibra foi adotada a configuração de 27,0m como referência. Para o comprimento de fibra de momento de inércia menor, de 27,0m, a fibra sempre adotada de 30,0m, mas a listagem com o comprimento mais detalhado foi feita com apoio que necessita de 30,0m, pois foi a mesma a utilizada no 27,0m. A parcela do comprimento entre um eixo e outro adotada na fibra não é utilizada automaticamente para fixar o eixo de fibra, significando o tempo de projeto sempre de 30,0m, pois sempre adotamos a total independência de eixos para o dimensionamento, até quando não se faz necessário de eixos de eixos e momentos, quando se utiliza 30,0m.

- (E) - Dimensão efetiva do pilar de concreto armado
- (M) - Quantidade de aço (dimensionado de acordo)
- (M<sub>1</sub>) - Momento de flexão na base
- (M<sub>2</sub>) - Momento de flexão no topo

P1

Dados de Cálculo do Dimensionamento									
LANÇA	DIR	TIPO	NOZ	NOZ	NOZ	NOZ	NOZ	NOZ	NOZ
4	1	20	20	20	20	20	20	20	20
<p>VALORES CÁLCULO DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS</p> <p>Dimensão (m) 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00</p> <p>Quantidade de Aço (kg) 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000</p> <p>Tempo (h) 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00</p>									

P10

Dados de Cálculo do Dimensionamento									
LANÇA	DIR	TIPO	NOZ	NOZ	NOZ	NOZ	NOZ	NOZ	NOZ
4	1	20	20	20	20	20	20	20	20
<p>VALORES CÁLCULO DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS DEPENDÊNCIAS</p> <p>Dimensão (m) 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00 30,00</p> <p>Quantidade de Aço (kg) 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000</p> <p>Tempo (h) 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00</p>									

**Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Disciplina	Cod	Nome	C.H.	Créd	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co				
Disciplinas	1	2013	2013	2,0	4	20,0	5,0	4	2	0	8,18	8,0	1,00	40,0	40,0							
						12,5	6,3	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
						16,2	8,1	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
						20,0	10,0	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
						25,0	12,5	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
<b>SUMÁRIO GERAL DO DEPARTAMENTO DE ACADÊMICO DE CIÊNCIAS - 18/05/18 - 0021/13 - Engenharia - 2019.008</b>																						
Coordenador(a) Profª Dra. Sônia Maria de Azevedo - 4004/13												Coordenador	4004/13	Engenh.	Engenh.	Engenh. Gerais						
Vice-coordenador(a) Prof. Dr. Sônia Maria de Azevedo - 4004/13												Vice-coordenador	4004/13	Engenh.	Engenh.	Engenh. Gerais						
Tecnologia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia												Tecnologia	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.
Estrutura												Estrutura	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	

**P11**

ETAPAS/11

Ano: 21

Exatidão de Cálculo do Dimensionamento

Disciplina	Cod	Nome	C.H.	Créd	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co				
Disciplinas	1	2113	2113	2,0	4	20,0	5,0	4	2	0	8,18	8,0	1,00	40,0	40,0							
						12,5	6,3	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
						16,2	8,1	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
						20,0	10,0	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
						25,0	12,5	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
<b>SUMÁRIO GERAL DO DEPARTAMENTO DE ACADÊMICO DE CIÊNCIAS - 18/05/18 - 0021/13 - Engenharia - 2019.008</b>																						
Coordenador(a) Profª Dra. Sônia Maria de Azevedo - 4004/13												Coordenador	4004/13	Engenh.	Engenh.	Engenh. Gerais						
Vice-coordenador(a) Prof. Dr. Sônia Maria de Azevedo - 4004/13												Vice-coordenador	4004/13	Engenh.	Engenh.	Engenh. Gerais						
Tecnologia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia												Tecnologia	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.
Estrutura												Estrutura	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	

**P12**

ETAPAS/12

Ano: 22

Exatidão de Cálculo do Dimensionamento

Disciplina	Cod	Nome	C.H.	Créd	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co	Pré	Co				
Disciplinas	1	2013	2013	2,0	4	20,0	5,0	4	2	0	8,18	8,0	1,00	40,0	40,0							
						12,5	6,3	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
						16,2	8,1	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
						20,0	10,0	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
						25,0	12,5	4	2	0	8,18	8,0	1,00									
<b>SUMÁRIO GERAL DO DEPARTAMENTO DE ACADÊMICO DE CIÊNCIAS - 18/05/18 - 0021/13 - Engenharia - 2019.008</b>																						
Coordenador(a) Profª Dra. Sônia Maria de Azevedo - 4004/13												Coordenador	4004/13	Engenh.	Engenh.	Engenh. Gerais						
Vice-coordenador(a) Prof. Dr. Sônia Maria de Azevedo - 4004/13												Vice-coordenador	4004/13	Engenh.	Engenh.	Engenh. Gerais						
Tecnologia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia - Engenharia												Tecnologia	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.
Estrutura												Estrutura	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	Engenh.	



### Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Item	Qtd	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total
10.5	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.6	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.7	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.8	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>
<b>Subtotal (R\$)</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>
<b>Taxa</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Taxa</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>

T4

T4.1

T4.1.1

Item	Qtd	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total
10.5	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.6	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.7	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.8	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>
<b>Subtotal (R\$)</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>
<b>Taxa</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Taxa</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>

T5

T5.1

T5.1.1

Item	Qtd	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total
10.5	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.6	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.7	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.8	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>
<b>Subtotal (R\$)</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>
<b>Taxa</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Taxa</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>

T6

T6.1

T6.1.1

Item	Qtd	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total	Valor Unit	Valor Total
10.5	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.6	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.7	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
10.8	4	2,0	8,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>
<b>Subtotal (R\$)</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>
<b>Taxa</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Taxa</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>32,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>	<b>1,00</b>	<b>16,00</b>



### Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.3	11.3	12.3
Matrícula	Classificação	Teoria	Exercícios	Trabalho	Projeto	Exatidão	Compreensão	Comunicação	Atitude	Trabalho em Equipe	Outros
2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

P2

PROJETO

2022

Relatório de Trabalho de Conclusão de Curso

1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.3	11.3	12.3
Matrícula	Classificação	Teoria	Exercícios	Trabalho	Projeto	Exatidão	Compreensão	Comunicação	Atitude	Trabalho em Equipe	Outros
2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2024	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2025	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

P8

PROJETO

2022

Relatório de Trabalho de Conclusão de Curso

1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.3	11.3	12.3
Matrícula	Classificação	Teoria	Exercícios	Trabalho	Projeto	Exatidão	Compreensão	Comunicação	Atitude	Trabalho em Equipe	Outros
2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2024	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2025	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Tipagem: Elementos; Escala: Escalas; S.I.: S.I.;  
 1:1  
 A 1:1 A 1:1 A 1:1 A 1:1  
 Arquivo:

**P9**

ESTADO: P9

Modelo de Cálculo do Dimensionamento

ÁREA	Área	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo
ESTRUTURA	20,5	20,5	9,0	4	2	0	4,16	3,9	36,3	35,0		2,3	20,5
CONCRETO (C)	12,0	9,0	4	2	0	4,16	2,2	15,2					20,5
ACRÉSCIMO	1,0	1,0	4	2	0	4,16	2,2	1,0					20,5
TELA	20,5	9,0	4	2	0	4,16	3,9	35,0					20,5
ALUMÍNIO	12,0	9,0	4	2	0	4,16	2,2	15,2					20,5
ACRÉSCIMO	1,0	1,0	4	2	0	4,16	2,2	1,0					20,5
ALUMÍNIO	1,0	1,0	4	2	0	4,16	2,2	1,0					20,5
TOTAL	25,0	20,5	9,0	4	2	0	5,32	3,9	41,3	35,0		2,3	25,0
CONCRETO (C)	12,0	9,0	4	2	0	4,16	2,2	15,2					20,5
ACRÉSCIMO	1,0	1,0	4	2	0	4,16	2,2	1,0					20,5
ALUMÍNIO	1,0	1,0	4	2	0	4,16	2,2	1,0					20,5
TOTAL	25,0	20,5	9,0	4	2	0	5,32	3,9	41,3	35,0		2,3	25,0
CONCRETO (C)	12,0	9,0	4	2	0	4,16	2,2	15,2					20,5
ACRÉSCIMO	1,0	1,0	4	2	0	4,16	2,2	1,0					20,5
ALUMÍNIO	1,0	1,0	4	2	0	4,16	2,2	1,0					20,5
TOTAL	25,0	20,5	9,0	4	2	0	5,32	3,9	41,3	35,0		2,3	25,0

**Seleção de bitolas de pilares**

**Legenda**

- 0100 - Estabilidade de Rocha (massa) - dados estatísticos
- 1000 - Base de suporte (módulo-pilares)
- 2000 - Área do concreto de enchimento
- 3000 - Módulo de Elasticidade
- 4000 - Perímetro total (bitolas) (A x L)
- 5000 - Área de suporte (módulo-pilares)
- 6000 - Taxa de Armadura de aço
- 7000 - Área de concreto de enchimento
- 8000 - Dependência de módulo
- 9000 - Taxa de aço (área de aço)
- 10000 - Comprimento total (módulo-pilares)
- 11000 - Taxa de Armadura (módulo-pilares)
- 12000 - Taxa de Armadura (módulo-pilares)
- 13000 - Taxa de Armadura (módulo-pilares)
- 14000 - Taxa de Armadura (módulo-pilares)
- 15000 - Taxa de Armadura (módulo-pilares)
- 16000 - Taxa de Armadura (módulo-pilares)
- 17000 - Taxa de Armadura (módulo-pilares)
- 18000 - Taxa de Armadura (módulo-pilares)
- 19000 - Taxa de Armadura (módulo-pilares)

**P1**

ESTADO: P1

Área	Área	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo		
2 - Concreto	20,5	20,5	400,0	4	1,0	8,8	3,5	0,75	3,0	22,0	20,0	3,0	20,5
3 - Aço	20,5	20,5	400,0	4	1,0	8,8	3,5	0,75	3,0	22,0	20,0	3,0	20,5

**P10**

ESTADO: P10

Área	Área	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo	Área	Módulo		
2 - Concreto	20,5	20,5	400,0	4	1,0	8,8	3,5	0,75	3,0	22,0	20,0	3,0	20,5
3 - Aço	20,5	20,5	400,0	4	1,0	8,8	3,5	0,75	3,0	22,0	20,0	3,0	20,5

### Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

#### P11

MEM0111													Folha 11 de 1000 1 4 2				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	At	Taux	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	3,8	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	3,8	19,3	32	8.179,8

#### P12

MEM0112													Folha 12 de 1000 1 4 2				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	At	Taux	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	3,8	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	3,8	19,3	32	8.180,0
1	Trabalho	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,8	19,3	32	8.279,8

#### P13

MEM0113													Folha 13 de 1000 1 4 2				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	At	Taux	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	3,8	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	3,8	19,3	32	8.180,0
1	Trabalho	20,4	20	400,0	4	15,0	8,8	3,2	0,79	5,4	12,0	8	35,0	3,8	19,3	32	8.200,0

#### P2

MEM0110													Folha 2 de 1000 1 4 2				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	At	Taux	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	3,8	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	3,8	19,3	32	8.200,0

#### P3

MEM0111													Folha 3 de 1000 1 4 2				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	At	Taux	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	3,8	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	3,8	19,3	32	8.200,0

#### P4

MEM0112													Folha 4 de 1000 1 4 2				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	At	Taux	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	3,8	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	3,8	19,3	32	8.200,0

#### P5

MEM0113													Folha 5 de 1000 1 4 2				
Item	Título	Unid	Quant	Unid	Atividade	At	Taux	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	3,8	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	3,8	19,3	32	8.200,0

### Memorial Descritivo - PROJETO - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

P6

PLANO 07											Linha 7 (Linha) 1 2 3		
Item	Título	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Total	
2	Observação	20,0	00	400,0	8.000,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	
3	Material	20,0	20	400,0	8.000,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	

P7

PLANO 07											Linha 7 (Linha) 1 2 3		
Item	Título	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Total	
2	Observação	20,0	00	400,0	8.000,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	
3	Material	20,0	20	400,0	8.000,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	

P8

PLANO 08											Linha 8 (Linha) 1 2 3		
Item	Título	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Total	
2	Observação	20,0	00	400,0	8.000,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	
3	Material	20,0	20	400,0	8.000,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	

P9

PLANO 09											Linha 9 (Linha) 1 2 3		
Item	Título	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Unit	Valor Total	Qtd	Unid	Valor Total	
2	Observação	20,0	00	400,0	8.000,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	
3	Material	20,0	20	400,0	8.000,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	

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 armaduras  
 complementares para esforços de tração em pontos localizados de 30cm e  
 maiores, no entanto, em função da geometria do aço e das solicitações.

#### 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 armaduras  
 complementares para esforços de tração em pontos localizados de 30cm e  
 maiores, no entanto, em função da geometria do aço e das solicitações.  
 Quando

FE for menor equivalente local para dimensionamento, por parte de  
 uma seção de aço sob compressão e tração desequilibrada, na seção  
 será utilizada, dentro tanto do caso de compressão  
 ou tração, o método ABRILHADA para a tração e tração  
 (ABRILHADA).

ABRILHADA e não se consideram solicitações para fundações e  
 sapatas de concreto armado.

Nota: Arquivos disponíveis para download:

001 - Método empírico ABRILHADA para dimensionamento de aço (ABRILHADA) (1011-CP10)

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-&Delta; 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-&Delta; 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 ( $\phi_{ft}$ ).

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  $k\alpha$ )
      - (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) | Cobrimento externo cm (3) default           |           |  |  |
|    | i)  | 3.000000  |  |  |
| c) | Cobrimento 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.



	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	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

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

