



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

RENNAN DE SOUSA LINHARES

**ANÁLISE DE CUSTO DIRETO DE UMA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EXECUTADA SEM PROJETO**

CARAÚBAS

2021

RENNAN DE SOUSA LINHARES

**ANÁLISE DE CUSTO DIRETO DE UMA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EXECUTADA SEM PROJETO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Brenno Dayano Azevedo da Silveira

CARAÚBAS

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L735a Linhares, Rennan de Sousa.
Análise de custo direto de uma estrutura de
concreto armado de uma residência unifamiliar
executada sem projeto / Rennan de Sousa Linhares.
- 2021.
53 f. : il.

Orientador: Brenno Dayano Azevedo da Silveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2021.

1. Levantamento. 2. Quantitativo. 3.
Comparativo de custo. 4. Estrutural. 5.
Conhecimento empírico. I. Silveira, Brenno Dayano
Azevedo da, orient. II. Título.

RENNAN DE SOUSA LINHARES

**ANÁLISE DE CUSTO DIRETO DE UMA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EXECUTADA SEM PROJETO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 27 / maio / 2021.

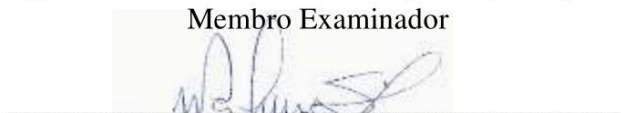
BANCA EXAMINADORA



Brenno Dayano Azevedo da Silveira, Prof. Me. (UFERSA)
Presidente



Renata de Oliveira Marinho, Prof. (IFPB)
Membro Examinador



Walney Gomes da Silva, Prof. Dr. (IFRN)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todo cuidado e todas as bênçãos derramadas, me permitindo chegar até aqui, agradeço por nunca me desamparar e por todos os aprendizados ao longo dessa caminhada, que com certeza me fizeram mais fortes e mais grato a Ele por tudo, agradeço também pela vida de cada uma das pessoas que serão aqui citadas e das que passaram por minha vida ao longo desses anos e contribuíram de alguma forma para que eu aqui chegasse.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais Rosimar Linhares e Jane Linhares, e ao meu irmão Rammon Linhares, que foram essências para que eu alcançasse essa conquista, sendo um suporte inigualável e me motivando cada dia mais a querer ser uma pessoa melhor.

Agradeço a todos os amigos que estiveram comigo desde o início dessa caminhada, em especial: Gustavo Oliveira, André Victor, André Viana, Leonardo, Daniel Oliveira, Talison Cardoso, João Gabriel, Thalys Fabrizio, Everton Santiago, Erivan Brunno, Pedro Gil, Laio Andrade e Jefferson Martins.

Agradeço aos meus companheiros de residência Gabriel Nakaharada, Gustavo Brito e Carlos Henrique por todo companheirismo e por todos os momentos especiais que vivemos.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo da caminhada, que contribuíram diretamente para essa conquista, em especial: Weverson Neri, Thiago Ruan, Larissa Martins, Yago Fernandes, Géssica Moura, Renata Marinho, Aline Barboza, Kaelly Freitas, Larissa Miranda, Naara Shiva, Júlia Pliscia, Viviane Granjeiro, Andreza Rafaella, Maria Luiza, Ygor Lima, Guilherme Barbosa, Thalyson Oriel, Daniel Queiroga, Halisson Suassuna, Anderson Mateus e Guymmann Clay.

Agradeço também de forma especial a Yanneson Marlon, Roberta Suzy, Fabrício Leite e Enos Almeida que além de toda amizade e suporte foram essenciais para o desenvolvimento do presente trabalho.

Agradeço ao meu orientador Brenno Azevedo por toda assistência e direcionamento ao longo de toda pesquisa, e a todos que compõe a banca examinadora pela disponibilidade e contribuições feitas para agregar e melhorar o presente trabalho.

*“O navio está seguro quando está no porto.
Mas não é pra isso que se fazem navios.”*
C. S. Lewis

RESUMO

Considerando a frequente ocorrência da execução de edificações em concreto armado de pequeno porte sem cálculo estrutural, baseada apenas no conhecimento empírico e o quanto isso pode afetar nos custos da obra, este trabalho tem o objetivo comparar custos diretos de uma estrutura de concreto armado de uma residência unifamiliar executada sem projeto estrutural, em relação a uma estrutura dimensionada em conformidade com as normas técnicas brasileiras. Por meio de entrevistas e visitas na residência estudada, foram obtidas as informações necessárias para entender e replicar a estrutura executada de fato, a partir disso modelou-se a estrutura já executada com ajuda do *software* REVIT. Em paralelo, para fins de análise, houve o dimensionamento da estrutura de acordo com as normas técnicas, com auxílio do *software* TQS. Após colhidos os quantitativos necessários, definiu-se a base para o levantamento dos custos diretos com referência no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), de onde determinaram-se os custos de fundações, pilares e vigas para os valores de aço, volume de concreto e área de fôrma. Os valores de custo obtidos mostraram que a estrutura executada de acordo o conhecimento empírico apresentou-se 21% mais onerosa em relação a estrutura devidamente dimensionada, conclui-se assim que a estrutura dimensionada, além de estar em acordo com as recomendações técnicas de segurança, apresenta-se mais acessível financeiramente.

Palavras-chave: Levantamento; Quantitativo; Comparativo de custo; Estrutural; Conhecimento empírico.

ABSTRACT

Considering the frequent occurrence of the execution of small reinforced concrete buildings without structural calculation, based only on empirical knowledge and how much it can affect the costs of the work, this work aims to compare the direct costs of a reinforced concrete structure of a single-family residence carried out without structural design, in relation to a structure dimensioned in accordance with Brazilian technical standards. Through interviews and visits to the studied residence, the necessary information was obtained to understand and replicate the structure actually executed, from that the structure was modeled with the help of the REVIT software. In parallel, the structure was designed according to technical standards, with the help of the TQS software. After collecting the necessary quantities, the basis for the survey of direct costs was defined with reference to the National System of Research on Costs and Indices of Civil Construction (SINAPI), from where the costs of foundations, pillars and beams were determined. steel values, concrete volume and shape area. The cost values obtained showed that the structure executed according to empirical knowledge was 21% more costly in relation to the properly dimensioned structure, thus concluding that the dimensioned structure, in addition to being in accordance with the technical safety recommendations, is presented become more affordable.

Keywords: Survey; Quantitative; Comparison of costs; Structural; Empirical knowledge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elementos que compõem o concreto armado	18
Figura 2: Componentes do concreto	18
Figura 3: Principais causas de patologias	24
Figura 4: Fluxograma da metodologia do trabalho	29
Figura 5: Esboço da arquitetura do pavimento térreo.....	31
Figura 6: Esboço da arquitetura do pavimento superior.....	31
Figura 7: Posicionamento dos pilares de acordo com a arquitetura	34
Figura 8: (a) Esboço da sapata menor em metros; (b) Esboço da sapata maior em metros	36
Figura 9: Interface do <i>software</i> e níveis utilizados.....	37
Figura 10: Imagem 3D da estrutura executada (1/3)	37
Figura 11: Imagem 3D da estrutura executada (2/3)	38
Figura 12: Imagem 3D da estrutura executada (3/3)	38
Figura 13: Corte esquemático da estrutura projetada no TQS.....	39
Figura 14: Imagem 3D da estrutura projetada (1/2)	41
Figura 15: Imagem 3D da estrutura projetada (2/2)	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores totais de consumo de aço (kg).....	44
Gráfico 2: Valores totais de consumo de concreto (m ³)	45
Gráfico 3: Valores totais de consumo de fôrmas (m ²).....	46
Gráfico 4: Custos das estruturas obtidos baseados nos valores da SINAPI	49
Gráfico 5: Custos totais das estruturas estudadas(R\$).....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Início e final de cada pilar ao longo dos níveis da estrutura	35
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações sobre as lajes da estrutura já construída.....	32
Tabela 2: Informações sobre as vigas da estrutura já construída	32
Tabela 3: Armaduras longitudinais utilizadas nos pilares	35
Tabela 4: Informações dos pavimentos projetados	39
Tabela 5: Quadro de cargas utilizadas na estrutura dimensionada no TQS	40
Tabela 6: Cobrimentos utilizados na estrutura dimensionada no TQS	40
Tabela 7: Tabela de composição e preços	41
Tabela 8: Quantitativo de aço das estruturas	43
Tabela 9: Quantitativo de concreto das estruturas.....	44
Tabela 10: Quantitativo de fôrmas das estruturas	46
Tabela 11: Planilha de custos da estrutura executada.....	47
Tabela 12: Planilha de custos da estrutura dimensionada	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Indústria da construção civil no Brasil.....	17
3.2	Concreto armado.....	17
3.2.1	Concreto	18
3.2.2	Aços para armaduras	19
3.2.3	Vantagens e desvantagens do concreto armado	20
3.2.4	Projetos estruturais em concreto armado	21
3.2.5	Elementos estruturais de um projeto de concreto armado.....	21
3.2.5.1	Pilares.....	21
3.2.5.2	Vigas	22
3.2.5.4	Fundações	22
3.2.5.4.1	<i>Fundações superficiais.....</i>	<i>23</i>
3.2.5.4.2	<i>Fundações profundas</i>	<i>23</i>
3.2.6	Problemas estruturais	23
3.2.7	Normas técnicas	25
3.2.7.1	NBR 6118	25
3.3	Orçamento.....	25
3.3.1	Orçamento na construção civil.....	26
3.3.1.1	Custos.....	26
3.3.1.1.1	<i>Custos indiretos.....</i>	<i>27</i>
3.3.1.1.2	<i>Custos diretos.....</i>	<i>27</i>
3.4	Mão de obra na construção civil	27

4	METODOLOGIA	29
4.1	Apresentação da residência.....	30
4.2	Dados coletados	32
4.2.1	Lajes.....	32
4.2.2	Vigas.....	32
4.2.3	Pilares	33
4.2.4	Fundações.....	35
4.3	Estrutura modelada no REVIT	36
4.4	Estrutura dimensionada no TQS	39
4.5	Levantamento de custos de acordo com SINAPI	41
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1	Quantitativos obtidos com ajuda dos <i>softwares</i>	43
5.1.1	Aço	43
5.1.2	Concreto	44
5.1.3	Fôrma.....	45
5.2	Custos estimados de acordo com a SINAPI	46
6	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, ainda existe uma resistência por boa parte da população no momento de analisar a necessidade de contratação de profissionais habilitados para planejar, orçar e executar suas obras. Em nosso país, há uma cultura à qual não prioriza a qualificação profissional no setor da construção civil, em detrimento a isso, a oferta de cursos profissionalizantes é consideravelmente baixa, muitas vezes, o profissional acaba adquirindo aprendizado prático na própria obra, o que multiplica práticas construtivas equivocadas.

No ano de 2015 o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR) e o Instituto Data folha desenvolveram uma pesquisa e entrevistaram mais de 2400 pessoas em 177 municípios brasileiros com intuito de definir um perfil da população no que diz respeito a contratação de profissionais para realizar suas construções ou reformas. Observou-se que 54% dos entrevistados já haviam realizado alguma obra, onde 84,5% desses não contrataram serviços de um arquiteto e urbanista ou engenheiro, a pesquisa mostra que a maioria das construções e reformas particulares realizadas no Brasil são executadas sem a assistência de profissionais especializados, desrespeitando as leis e normas vigentes no país.

A elaboração de projetos pode, além de trazer segurança aos ocupantes da edificação, apresentar melhor desempenho e durabilidade. Esses benefícios justificam a contratação de profissionais, mas além disso, estruturas devidamente projetadas baseadas em conhecimento científico podem acarretar obras com custo direto menor, esse fato pode ser um argumento a mais para conscientizar e reforçar a importância da elaboração de projetos e execução de obras com acompanhamento de profissional habilitado.

Analisando a realidade da construção civil em uma cidade do interior do estado, é bastante comum perceber obras com mão de obra não qualificada, cujas essas são executadas com base no conhecimento empírico. Em alguns cenários, por insegurança e falta de conhecimento teórico para elaboração de projetos, em específico o projeto estrutural, estes acabam configurando as seções transversais e taxa de aço de vigas e pilares, por exemplo, em excesso, o que embora esteja a favor da segurança, eleva o custo no orçamento final da construção.

Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo de comparar custos diretos de uma estrutura de concreto armado de uma residência unifamiliar executada sem projeto estrutural em relação a uma estrutura devidamente dimensionada em conformidade com as normas técnicas brasileiras.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Comparar os custos diretos de uma estrutura de concreto armado de uma residência unifamiliar executada sem projeto estrutural em relação a uma estrutura devidamente dimensionada em conformidade com as normas técnicas brasileiras.

2.2 Objetivos específicos

- Adequar projeto executado conforme às normas da ABNT NBR 6118(2014);
- Realizar levantamento dos quantitativos da estrutura de concreto armado da edificação utilizada no estudo e do projeto estrutural elaborado;
- Elaborar planilha orçamentária com base em composições de referência SINAPI.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Indústria da construção civil no Brasil

De acordo com Plefh (2018), a indústria da construção civil é classificada como um macro setor da economia nacional devido a sua extrema importância. Analisando seu desenvolvimento histórico em paralelo com a economia brasileira, verifica-se que em inúmeros momentos existiu um declínio e ascensão de forma simultânea.

Plefh (2018) observa em seu trabalho que levando-se em consideração o Valor Adicionado Bruto, em levantamento feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no período de 2000 a 2015, o setor da construção civil foi considerado a 5ª (quinta) atividade que apresenta o maior retorno para economia nacional.

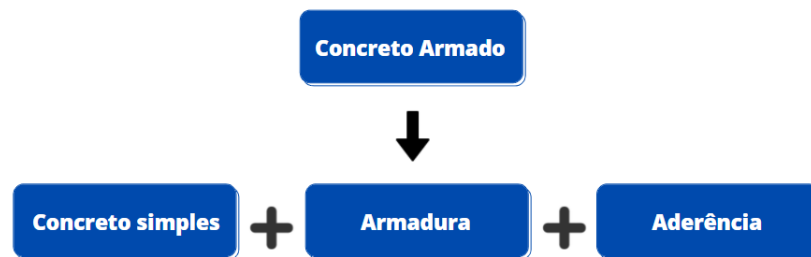
Segundo Filho, Gardino e Silva (2019), ainda é predominante no Brasil um sistema convencional de construção, isso se deve a fatores como a necessidade que outros métodos construtivos tem de planejamento melhor elaborado, e na maioria das vezes, de conhecimento técnico e mão de obra especializada, como também à cultura construtiva já estabelecida no país.

3.2 Concreto armado

Segundo a NBR 6118:2014, podemos definir elementos de concreto armado como sendo aqueles que apresentam um comportamento estrutural e dependem da aderência entre concreto e aço, e além disso não se aplica nenhum alongamento inicial das armaduras antes da concretização desta aderência.

De acordo com Deichmann (2016), o conceito de concreto armado vem da incorporação do elemento aço ao concreto, dessa forma os dois apresentam características que se complementam e se comportam como um único elemento, desde que sejam satisfeitas as condições de boa aderência de ambas as partes. A Figura 1 exemplifica a composição do concreto armado.

Figura 1: Elementos que compõem o concreto armado



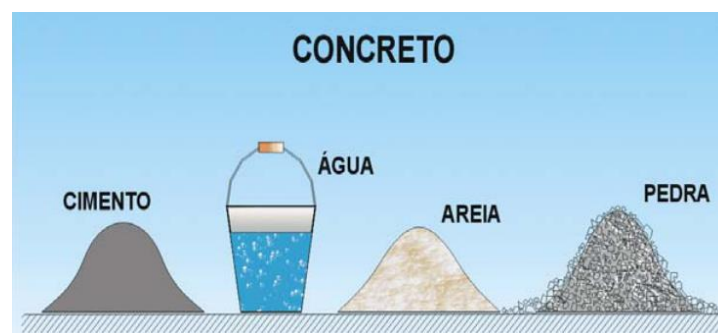
Fonte: Autoria própria, (2021)

3.2.1 Concreto

Pinheiro, Muzardo e Santos (2007) citam que o concreto é o material mais utilizado no mundo, perdendo apenas para água, ele tem média de consumo anual de uma tonelada por habitante.

Segundo Kruger e Silva (2019), o concreto é um material amplamente utilizado na construção civil, formado por uma combinação de materiais (Figura 3), são eles, cimento (aglomerante), água, areia (agregado miúdo) e brita (agregado graúdo), e dependendo da necessidade de utilização, são acrescentados também aditivos que modificam as características físicas e químicas do material.

Figura 2: Componentes do concreto



Fonte: (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2007)

Kruger e Silva (2019) afirmam ainda em seu trabalho que o material apresenta uma boa resistência a esforços de compressão, no entanto, sua resistência a esforços de tração é quase nula, dessa forma a utilização do concreto simples é bastante limitada. Quando o concreto precisa ser submetido aos esforços de tração e compressão se faz necessário a associação do

material a outro que tenha alta resistência a tração, como é o exemplo do aço, dando origem assim ao concreto armado.

Pinheiro, Muzardo e Santos (2007) observaram que, assim como a maioria dos materiais, o concreto também apresenta pontos negativos, podendo citar, por exemplo:

- Elevado peso específico ($\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$), o que aumenta o custo da obra e limita o uso do material;
- Dificuldade na execução de adaptações ou reformas;
- Apresenta boa condutividade de som e calor, prejudicando o isolamento térmico e acústico;
- Necessita de escoras que devem continuar no local até o momento que o concreto consiga alcançar a resistência apropriada.

3.2.2 Aços para armaduras

De acordo Pinheiro, Muzardo e Santos (2007), o aço é uma liga metálica constituída preponderantemente por ferro e de uma pequena parcela de carbono (em torno de 0,002% até 2%), entretanto os aços estruturais destinados à construção civil a apresentam percentual de carbono em sua composição que varia entre 0,18% a 0,25%.

Santos (2007) observa que, pelo fato do concreto simples ser frágil e não apresentar boa resistência à tração, é apropriado a combinação com o aço, obtendo-se o concreto armado, que por sua vez resiste muito bem à maioria dos esforços a que é solicitado desde que seja dimensionado e detalhado adequadamente.

Pinheiro, Muzardo e Santos (2007), apresentam em seu trabalho pontos positivos relacionados ao aço, são eles:

- Boa resistência e boa ductilidade;
- Alta resistência aos estados de tensão (tração, compressão, flexão, etc.);
- Permite trabalhar com limites de escoamento, ruptura e módulos de elasticidade bem definidos;
- Rapidez na entrega da obra devido às peças serem fabricadas em série e sua montagem ser totalmente mecanizada;
- Sistema com fácil desmontagem para substituição ou reparo apenas dos elementos comprometidos;
- Reaproveitamento parcial ou total de materiais que não apresentem mais necessidades para construção;

- Pequenas estruturas podem ser remontadas em outros locais.

De acordo com Pinheiro, Muzardo e Santos (2007), também existem pontos negativos que devem ser destacados para o uso do aço, como a baixa resistência ao fogo e baixa resistência a corrosão.

3.2.3 Vantagens e desvantagens do concreto armado

Conforme Pinheiro, Muzardo e Santos (2007), o concreto armado apresenta diversas características vantajosas, são elas:

- Boa resistência às solicitações atuantes, desde que o dimensionamento e o detalhamento das armaduras sejam feitos da forma correta;
- Elemento moldável que permite grande variabilidade de formas e de concepções arquitetônicas;
- Estrutura monolítica, por isso, quando a peça é solicitada, trabalha conjuntamente;
- Baixo custo dos materiais constituintes (água e agregados);
- Baixo custo de mão de obra, visto que, em geral, não exige profissionais com elevado nível de qualificação;
- Facilidade e rapidez de execução, principalmente se utilizarem peças pré-moldadas;
- Concreto é durável e tem função de proteger a armação contra problemas de corrosão;
- O custo com manutenção é bem reduzido, desde que a estrutura seja projetada e executada corretamente;
- Concreto possui baixa permeabilidade à água, quando executado em boas condições de plasticidade, adensamento e cura;
- Elemento seguro contra o fogo, desde que a armadura tenha cobertura suficiente;
- Resistente a choques e vibrações, efeitos térmicos, atmosféricos e desgastes mecânicos;

Segundo Reis (2018), o sistema construtivo apresenta também algumas características negativas:

- Peso próprio elevado, relativamente à resistência;
- Suscetível a problemas de fissuração;
- Velocidade de execução limitada à industrialização do processo.

3.2.4 Projetos estruturais em concreto armado

O dimensionamento de uma estrutura de concreto armado, conforme Kruger e Silva (2019), é o conjunto de atividades do projeto que determina as dimensões das peças de concreto e suas respectivas armaduras de aço, a fim de suportar as ações atuantes na edificação, bem como o detalhamento da disposição dessas armaduras no interior das peças e em suas ligações. Para o mesmo autor, este processo deve atender às recomendações das normas técnicas, de modo que a estrutura possua uma garantia adequada de segurança à ruptura e um bom desempenho sob as condições previstas de utilização.

De acordo com Paz (2017), é necessário ponderar algumas considerações para se projetar uma edificação, tais como:

- Definir o tipo de laje da edificação;
- Determinar a seção dos elementos estruturais (vigas e pilares);
- Indicar os esforços que a estrutura poderá sofrer durante sua vida útil.

Segundo Paz (2017), as estruturas de concreto armado devem ser projetadas, executadas e utilizadas de modo que tenham uma boa vida útil. Sob as condições de manutenção preventiva especificadas em projeto, estas devem apresentar aspectos de segurança, estabilidade, aptidão em serviço e aparência estética aceitável, sem exigir medidas tão severas de manutenção e reparo.

3.2.5 Elementos estruturais de um projeto de concreto armado

3.2.5.1 Pilares

De acordo com Scadelai e Pinheiro (2005), os pilares são elementos estruturais lineares de eixo reto, dispostos na vertical, nas quais forças normais de compressão prevalecem nas peças, cuja função principal é receber as ações atuantes nos diversos níveis e transferi-las até a fundação.

Scadelai e Pinheiro (2005) observa em seu trabalho que os pilares e vigas em conjunto formam os pórticos, que na maioria dos edifícios, são responsáveis por resistir aos efeitos verticais (peso próprio e sobrecarga) e horizontais (vento), garantindo a estabilidade geral da estrutura.

Segundo Moraes (2019), as ações verticais são depositadas aos pórticos através das estruturas dos pavimentos e o caminho das cargas segue a seguinte ordem: às solicitações de

cargas das lajes são transferidas para as vigas, em seguida seguem para os pilares e, destes são direcionadas para fundação. O autor ainda ressalta que as ações horizontais do vento são levadas aos pórticos pelas paredes externas.

3.2.5.2 Vigas

Conforme a NBR 6118, item 14.4.1.1, as vigas são elementos lineares em que a flexão é preponderante. Os elementos lineares são aqueles em o comprimento longitudinal suporta em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, também denominadas de barras.

Moraes (2019) reitera que, na estática, a viga pode ser denominada como sendo o elemento estrutural solicitado por forças perpendiculares ao seu eixo longitudinal, ou seja, atua no estado de tensão à flexão. Para o mesmo autor, esse elemento estrutural pode adquirir os esforços transmitidos pelas lajes, bem como o peso das paredes (em cargas uniformemente distribuídas), cargas concentradas de vigas e pilares e, posteriormente, transmitindo-as aos pilares ou vigas em que se apoia.

3.2.5.3 Lajes

De acordo com Moraes (2019), as lajes são elementos planos, dispostas na horizontal, possuindo duas dimensões bem maiores que a terceira, à qual é denominada de espessura. As lajes têm a função de receber os carregamentos atuantes no andar, sendo eles pessoas, móveis, equipamentos, etc., e transferi-los para os apoios.

O mesmo autor complementa que outra função das lajes é atuar como diafragmas horizontais rígidos, os quais distribuem as ações horizontais para todos os pilares da estrutura. Por isso, nestas condições, as lajes sofrem ação ao longo de seu plano, comportando-se como chapas.

3.2.5.4 Fundações

Um dos principais elementos de uma estrutura são as fundações, que segundo Kruger e Silva (2019), são encarregadas por transmitir a carga da edificação até o solo. A escolha do tipo de fundação depende de fatores como: (a) condições do solo e (b) cargas atuantes na fundação que vai ser executada, a fim de dissipar as cargas diretamente para o solo sem ocasionar a ruptura do mesmo.

3.2.5.4.1 Fundações superficiais

As fundações superficiais são “elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação” (PORTO; FENANDES, 2015).

Dentre as características desses tipos de fundações, Porto e Fernandes (2015) destacam que estas fundações possuem custo menor e execução menos complicada em relação as demais; estão, geralmente, à uma profundidade mínima de dois metros e são utilizadas quando o solo possui boa resistência. Segundo Kruger e Silva (2019), os tipos de fundações superficiais mais comuns são as sapatas isoladas, associadas ou corridas, radier e baldrame, sendo cada uma empregada conforme às condições do terreno.

3.2.5.4.2 Fundações profundas

As fundações profundas, segundo Porto e Fernandes (2015), são elementos estruturais em que as cargas são transmitidas ao solo através da sua base, através do atrito entre sua superfície lateral e o solo, ou pelos dois métodos, com profundidade de assentamento superior ao dobro da menor medida em planta do elemento.

Para Kruger e Silva (2019), as fundações profundas podem ser moldadas *in loco* ou pré-moldadas. Sendo as fundações moldadas *in loco* quando se faz a perfuração do solo com utilização de equipamentos adequados e, posteriormente, executado o elemento de fundação e, as fundações pré-moldadas, quando são cravadas no próprio terreno por um equipamento específico.

O autor ainda complementa que este tipo de fundação é indicado quando a resistência ideal do solo se encontra em uma profundidade muito considerável. “Os tipos de fundações profundas mais utilizadas são: tubulão, estacas e caixões” (KRÜGER; SILVA, 2019).

3.2.6 Problemas estruturais

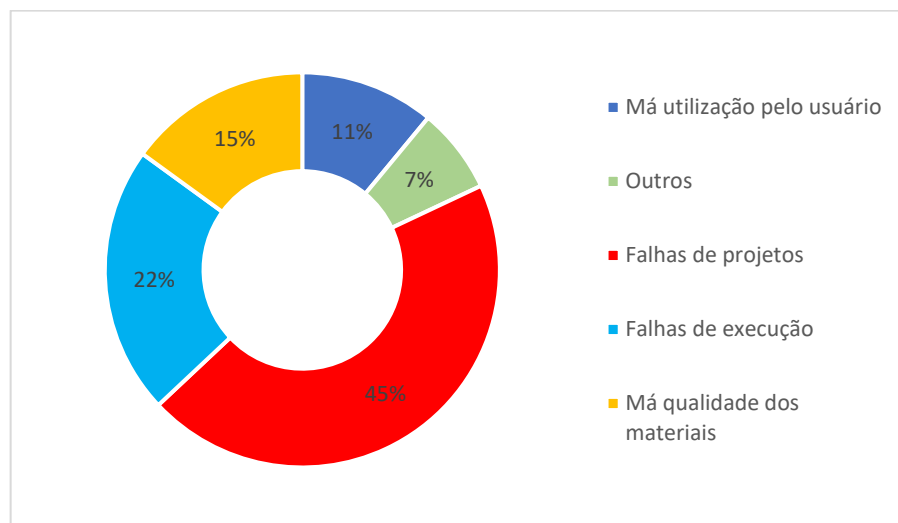
De acordo com Arivabene (2015), com o crescimento da construção, muitas estruturas apresentam desempenho insatisfatório, devido a falhas involuntárias, imperícias, utilização de materiais inadequados, envelhecimento natural, erros de projetos, dentre outros fatores que contribuem para deterioração das estruturas.

Patologia das Estruturas, segundo Arivabene (2015), é o campo da engenharia das construções que estuda as origens, manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência dos defeitos e dos sistemas de degradação das estruturas. Nesse contexto, destaca-se o concreto, o material predominante na construção de estruturas de concreto; tais estruturas irão delimitar o possível surgimento de manifestações patológicas, bem como a intensidade das mesmas.

Em seu trabalho, Pitelli e Marco (2019) aponta que um elevado percentual dos problemas patológicos nas edificações é originado ainda na fase de planejamento e projeto. Ainda de acordo com o autor, essas falhas são, geralmente, mais agravantes do que às relacionadas à qualidade dos materiais e aos métodos construtivos. Essas falhas são decorrentes, na maioria das vezes, pela falta de investimento dos proprietários, sejam eles públicos ou privados, em projetos de qualidade, necessitando de adaptações durante a fase de execução e implicando em problemas funcionais e estruturais.

A Figura 4 expõe os percentuais das causas das manifestações patológicas em uma edificação, segundo Pitelli e Marco (2019).

Figura 3: Principais causas de patologias



Fonte: Adaptado de Pitelli e Marco (2019)

Outro fator que contribuem para o surgimento de problemas patológicos é através da utilização errônea ou falta de um programa de manutenção adequado. “Os problemas patológicos ocasionados por manutenção inadequada, ou pela ausência total de manutenção, têm sua origem ligada ao desconhecimento técnico, na incompetência e em problemas econômicos” (ARIVABENE, 2015).

Conforme Iantas (2010), com a falta de manutenção, as manifestações patológicas começam a se manifestar na estrutura da edificação, e futuramente, essas anomalias vão se agravando e podem se tornar em problemas de difíceis correções.

3.2.7 Normas técnicas

De acordo com a matéria do Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) as normas técnicas, ou normas regulamentadoras ABNT, dispõem requisitos de qualidade, desempenho e segurança para todas as áreas. Para construção civil, as normas ABNT instituem procedimentos, especificam a forma de medição de alguns objetos e determinam as características e métodos para realização de ensaios.

Conforme a ABNT observa, utilizar e seguir as recomendações das normas técnicas, apresenta grandes vantagens, tais como: (a) aumento da rentabilidade, (b) melhoria na qualidade dos serviços, (c) progresso em sua imagem no mercado e (d) evitam acidentes e doenças e outras situações inseguras para os usuários.

3.2.7.1 NBR 6118

De acordo com a NBR 6118 (2014), esta norma regulamenta os requisitos básicos para o projeto de estruturas de concreto, seja ele simples, armado ou protendido, exceto aquelas estruturas que englobam concreto leve, pesado ou outros especiais. “Estabelece requisitos gerais a serem atendidos pelo projeto como um todo, bem como os requisitos específicos relativos a cada uma de suas etapas” NBR 6118 (2014).

3.3 Orçamento

Orçamento é a determinação dos gastos necessários para o desenvolvimento de um projeto, segundo Limmer (1997). Para a realização do orçamento, segue-se um plano de execução pré-estabelecido, com o intuito de transpor, em termos quantitativos, os gastos efetuados. “O orçamento é caracterizado como um instrumento cujo objetivo principal é orientar o processo de tomada de decisões econômicas de uma empresa” (ZDANOWICZ, 1984).

Vivian (2014) afirma que um orçamento preciso é realizado através de um trabalho bem executado, seguindo critérios técnicos, utilizando informações confiáveis e um bom julgamento

do orçamentista. Ainda segundo a mesma autora, pode-se até gerar orçamentos precisos, porém, não totalmente exatos, isto porque o verdadeiro custo de uma obra é virtualmente impossível de se fixar de antemão. “O que o orçamento realmente envolve é uma estimativa de custos em função da qual o construtor irá atribuir seu preço de venda - este, sim, bem estabelecido” (MATTOS, 2006).

3.3.1 Orçamento na construção civil

Segundo Avila, Librelotto e Lopes (2003), na construção civil, o orçamento pode ser considerado por meio do detalhamento e levantamento dos custos dos insumos, equipamentos e utensílios, mão de obra e afins, aproximando-se ao custo real para execução de um determinado empreendimento. De acordo com Vivian (2014) é importante considerar as informações sobre orçamento de uma obra, uma vez que, é através dos valores encontrados que o estudo de viabilidade da execução do projeto poderá ser definido, ainda na fase de anteprojeto.

Para Mattos (2006), devem-se determinar os custos diretos e indiretos e, ao final, deverão ser adicionados os impostos e lucro para definição do preço de venda, ou seja, o orçamento final. Os custos diretos são mão de obra de operários, materiais e equipamentos e, os custos indiretos, são equipes de supervisão e apoio, despesas gerais do canteiro de obras, taxas, etc.

3.3.1.1 Custos

Conforme Mattos (2006), o custo total de uma obra é obtido por meio da definição dos custos de cada serviço constituinte da obra e, cabe ao orçamentista, a correta identificação e levantamento destes serviços. O autor ainda inclui que esse levantamento deve se embasar nas medidas precisas fornecidas no projeto ou em algumas estimativas.

A composição de custos, segundo Mattos (2006), pode ser determinada mediante índices e experiências da empresa contratada. Outra forma de obtenção da composição de custos é através de publicações especializadas, como é exemplo a Tabela de Composições de Preços para orçamentos (TCPO) - publicada pela Editora Pini, a qual é considerada a publicação mais completa e utilizada.

3.3.1.1.1 Custos indiretos

De acordo com Parga (2003) e Tisaka (2006), os custos indiretos são aqueles que dão suporte para que o serviço seja realizado. São custos indiretos de uma obra: (a) honorários da diretoria, (b) mão de obra administrativa (c) encargos sociais da mão de obra administrativa, (d) despesas de telefone, energia, aluguel, da sede da empresa, (e) despesas com visitas técnicas, orçamento de propostas e contratos, (f) imposto de renda e (g) anotação de responsabilidade técnica.

3.3.1.1.2 Custos diretos

Para Parga (2003) e Tisaka (2006), os custos diretos são aqueles que estão ligados aos serviços que se executam na obra, os quais são: os custos de materiais e equipamentos destinados em cada um dos serviços, abrangendo também, as despesas necessárias para infraestrutura. (PARGA, 2003; TISAKA, 2006).

Freitas (2016) destacam que,

A mensuração da composição dos custos diretos é realizada através de custos unitários, onde os índices de serviços (quantidade de cada insumo requerida para a realização de uma unidade do serviço) são multiplicados aos seus valores (provenientes da cotação de preços e da aplicação dos encargos sobre a hora-base do trabalhador) (FREITAS, 2016, p. 43).

De acordo com Mattos (2006), é preciso aplicar, sobre os custos diretos, um fator representante dos custos indiretos, lucro e impostos imprevistos sobre a construção, dessa forma, ter-se-á como diluir os custos total da construção. Esse fator de majoração, dado em porcentagem, é denominado de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

3.4 Mão de obra na construção civil

Schwartzman e Castro (2013) conceitua mão de obra como o trabalho manual destinado, geralmente, na produção de indústrias, como também para se referir ao trabalhador de qualquer empresa. “Na construção civil, a modalidade predominante é a mão de obra do tipo direta, devido à produção e emprego do uso dos seus processos, tanto na produção dos insumos, quanto na execução dos processos” (SILVA et al., 2020)

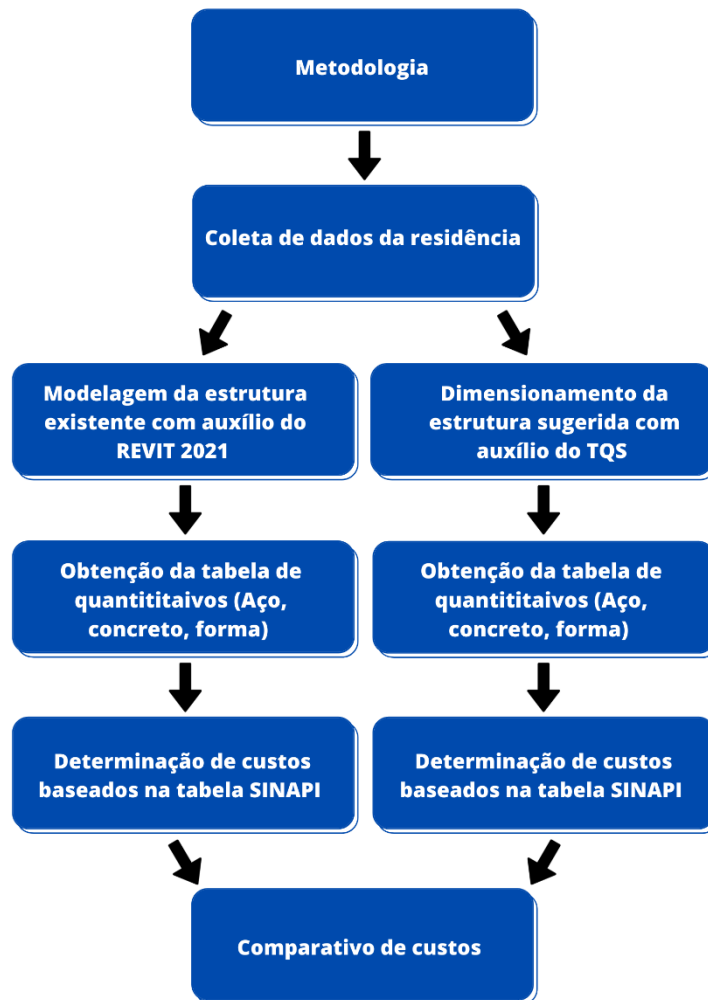
Segundo Silva et al. (2020), a construção civil no Brasil ainda sofre por possuir uma cultura de atraso no ramo industrial, utilizando técnicas rudimentares, em que os materiais são processados no próprio canteiro de obras.

Silva et al. (2020) destaca em seu trabalho a elevada sensibilidade às variações econômicas e dificuldades de implantação e utilização de ferramentas atualizadas de gestão e qualidade são explicadas pelo fato do baixo nível de investimento, modernização e inovações tecnológicas que a construção civil aborda desde a fase de concepção de projeto até o encerramento da obra.

4 METODOLOGIA

Para metodologia deste trabalho, seguiu-se a ordem dos fatos apresentada na Figura 4.

Figura 4: Fluxograma da metodologia do trabalho



Fonte: Autoria própria, (2021)

Inicialmente para a elaboração do presente trabalho, foi avaliada uma residência unifamiliar de médio padrão construída na cidade de Catolé do Rocha/PB. A primeira fonte de informação foi proveniente de uma vistoria local, onde pôde-se realizar um levantamento de campo a fim de adquirir todas as dimensões e informações relevantes da edificação já construída.

Esta inspeção ocorreu no dia 17 de março de 2021, sob autorização do dono e proprietário da residência estudada.

Posteriormente, realizou-se uma entrevista com o responsável da obra, onde foram coletadas informações importantes sobre a estrutura executada, sendo elas: (1) armaduras

utilizadas em todos os elementos estruturais, (2) dimensões de vigas e pilares, (3) tipos e dimensões de lajes e fundações.

Em seguida, com todos as informações necessárias coletadas, foi desenvolvida a modelagem da estrutura existente no *software* REVIT 2021, onde foi possível obter os quantitativos de volume de concreto, área de fôrmas e quantidade de aço.

Elaborou-se um modelo em pórtico espacial da residência com auxílio do *software* TQS, utilizado para elaboração de projetos estruturais de edificações de concreto armado, seguindo às recomendações da NBR 6118(2014) e, em seguida, extraídos os quantitativos da nova estrutura dimensionada.

Por último, foi desenvolvido um comparativo em uma planilha de custos diretos, elaborada com auxílio de *software* de planilha eletrônica, com composições de referência SINAPI, baseada nos resultados encontrados de volume de concreto, área de fôrmas e quantidade de aço, das vigas, pilares e fundações do projeto dimensionado em relação à estrutura existente.

4.1 Apresentação da residência

A residência unifamiliar em análise trata-se de um sobrado localizado na Rua Estevan Diniz, no Bairro Elesbão Gonçalves, na cidade de Catolé do Rocha, no interior do estado da Paraíba, Brasil.

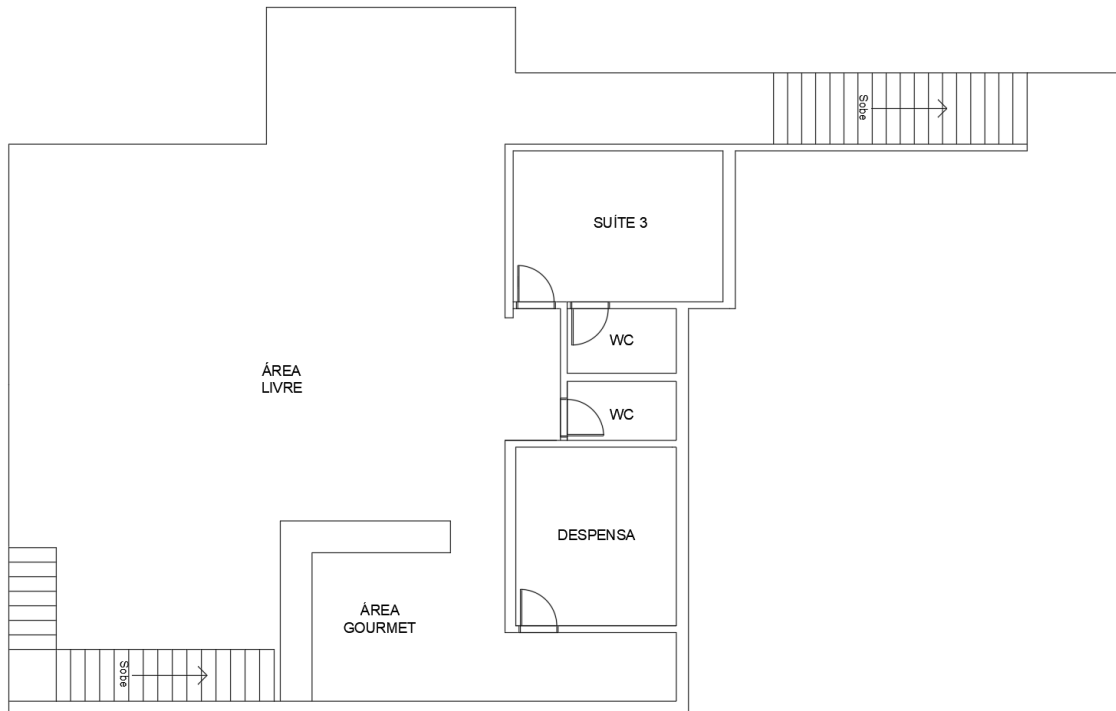
A obra foi iniciada em meados de outubro de 2016 e concluída em novembro de 2017, contando com uma área construída de 477,1 m².

Sua arquitetura possui a seguinte composição:

- Pavimento térreo, Figura 5, é constituído por uma suíte, despensa, banheiro social, área gourmet e uma ampla área livre;
- Pavimento superior, Figura 6, encontram-se duas suítes, cozinha, sala, varada, um quarto, banheiro social e o hall de entrada.

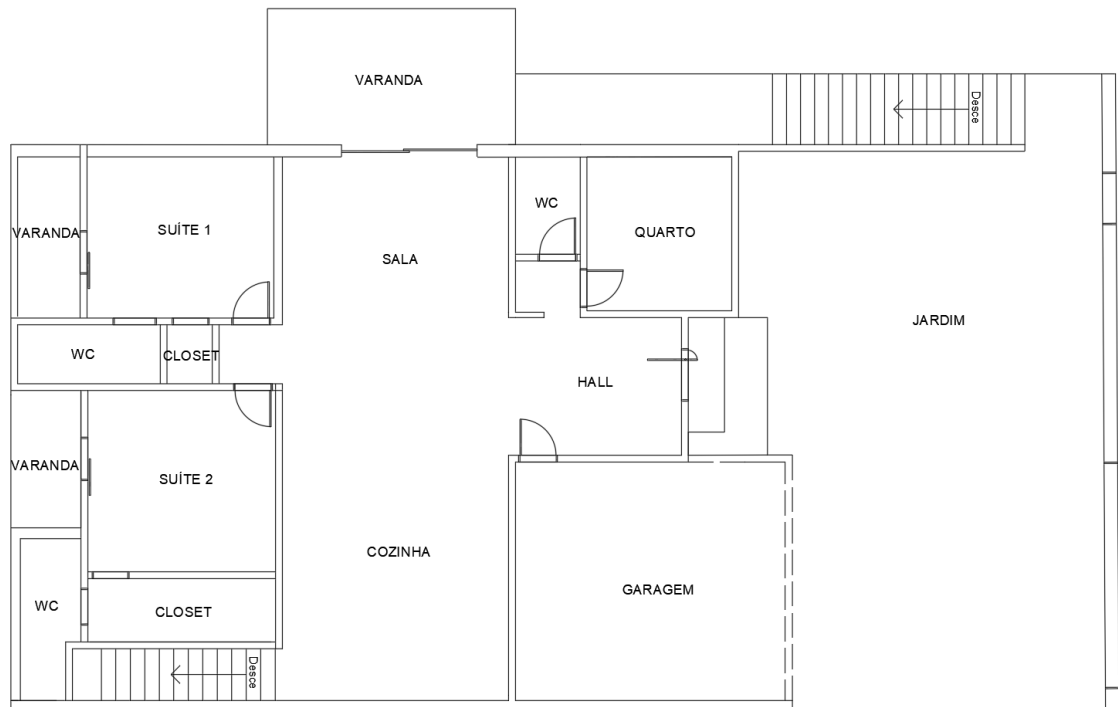
É importante salientar que a edificação foi construída sobre solo rochoso e que o nível da rua está alinhado com o pavimento superior, dessa forma, o pavimento térreo se encontra abaixo do nível de entrada da casa, essa opção de configuração da residência se deu por opção do cliente com objetivo de compatibilizar a topografia do terreno em desnível com a arquitetura.

Figura 5: Esboço da arquitetura do pavimento térreo



Fonte: Autoria própria, (2021)

Figura 6: Esboço da arquitetura do pavimento superior



Fonte: Autoria própria, (2021)

4.2 Dados coletados

As informações sobre a estrutura existente foram obtidas por meio de entrevista com o responsável pela obra, que também foi responsável pela concepção e determinação da estrutura.

4.2.1 Lajes

A estrutura conta com 6 níveis de lajes executadas em vigotas treliçadas de 8 cm, blocos cerâmicos de enchimento, capa de concreto e malha de aço. As informações sobre as lajes estão organizadas na Tabela 1.

Tabela 1: Informações sobre as lajes da estrutura já construída

Laje	Tipo	N _h (m)	H _l (cm)	H _c (cm)	Ø _m (mm)
Garagem	Pré-fabricada	2,6	15	7	6,3
Superior	Pré-fabricada	3,1	15	7	6,3
Cobertura garagem	Pré-fabricada	6,2	12	4	5
Cobertura	Pré-fabricada	6,53	12	4	5
Base da Caixa d'água	Pré-fabricada	6,53	12	7	6,3
Pé direito duplo	Pré-fabricada	8,81	12	4	5
Cobertura Caixa d'água	Pré-fabricada	9,03	12	4	5

* N_h - Nível da laje em relação a base do terreno

* H_l - Altura da laje

* H_c - Altura da capa de concreto

* Ø_m - Espessura do aço utilizado na malha

Fonte: Autoria própria, (2021)

4.2.2 Vigas

As vigas apresentam configurações iguais de acordo com o nível em que são utilizadas, por exemplo, todas as vigas baldrame são idênticas, levando em consideração os parâmetros de dimensão da seção transversal e armadura utilizada.

É válido ressaltar que todas as vigas foram construídas com cobrimento de 2,5 cm, e apresentam armadura transversal em aço CA-60 de 5 mm com espaçamento de 15 cm entre estribos.

Na Tabela 2, pode-se observar as informações pertinentes às vigas, de acordo com o pavimento em que ela foi utilizada.

Tabela 2: Informações sobre as vigas da estrutura já construída

Viga	S_t (cmxcm)	A_l	A_p
Baldrame	19 x 20	4 Ø 8.0 mm	S/A
Intermediária	19 x 20	4 Ø 8.0 mm	S/A
Garagem	20 x 90	4 Ø 12.5 mm	6 Ø 8.0 mm
Superior	20 x 60	4 Ø 12.5 mm	4 Ø 8.0 mm
Cobertura garagem	15 x 35	4 Ø 8.0 mm	S/A
Cobertura	15 x 35	4 Ø 8.0 mm	S/A
Platibanda	15 x 25	4 Ø 8.0 mm	S/A

* S_t - Seção transversal

* A_l - Armadura longitudinal

* A_p - Armadura de Pele

* S/A – Sem armadura

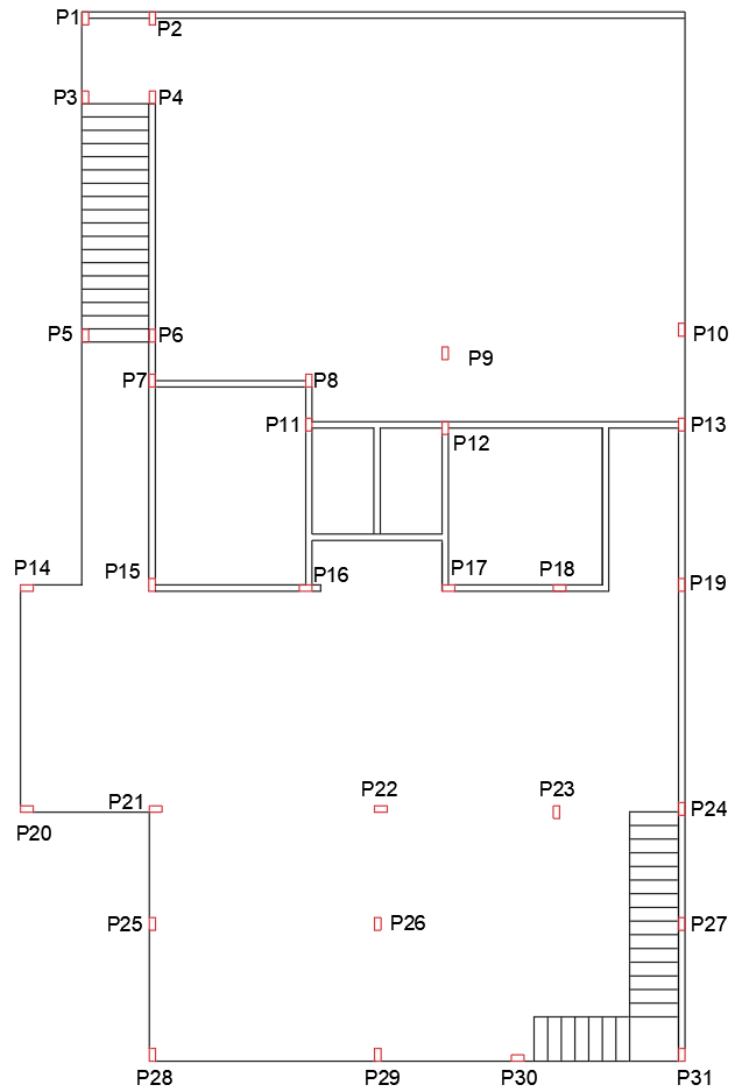
Fonte: Autoria própria, (2021)

Além das vigas mencionadas anteriormente, também existe a presença de “vigas chata” (termo coloquial), que consiste em uma viga que tem a mesma espessura da laje e é concretada juntamente com esta. Este tipo de elemento está localizado sob as paredes que estão dispostas nas lajes do pavimento superior e que não contam com uma viga superior sob elas, esses elementos apresentam dimensão de 20x15 cm e têm armadura longitudinal de 4 Ø 12,5 mm, além de não utilizarem armadura transversal.

4.2.3 Pilares

Os pilares foram construídos com cobrimento de 2,5 cm, e utilizam armadura transversal em aço CA-60 de 5 mm com espaçamento de 15 cm entre estribos. Na estrutura foram utilizados 31 pilares, que estão dispostos de acordo com o esboço da Figura 7.

Figura 7: Posicionamento dos pilares de acordo com a arquitetura



Fonte: Autoria própria, (2021)

Na Tabela 3 estão apresentadas as informações sobre as armaduras longitudinais empregadas em cada elemento estrutural do tipo pilar. Observa-se que alguns pilares foram construídos com mais de uma disposição de armadura, isso acontece porque esses pilares tiveram uma mudança de armação ao passar do pavimento térreo para o pavimento superior, mesmo não havendo variação de seção transversal.

Tabela 3: Armaduras longitudinais utilizadas nos pilares

Pilares	Dimensão	A _L
P1-P6	15 X 30	4 Ø 10,0 mm
P9	16 X 50	6 Ø 12,5 mm e Ø 10,0 mm
P11, P13, P18, P23	27 X 35	6 Ø 12,5 mm
P7, P8, P12, P15-P18, P21, P23	27 X 35	6 Ø 12,5 mm e 4 Ø 10,0 mm
P19, 24	27 X 40	6 Ø 12,5 mm
P10, P27, P30, P31	27 x 40	6 Ø 12,5 mm e Ø 10,0 mm
P14, P20	35 X 55	8 Ø 12,5 mm
P22	26 X 28	6 Ø 12,5 mm e Ø 10,0 mm
P25	27 X 27	6 Ø 12,5 mm e Ø 10,0 mm
P26, P29	22 X 40	6 Ø 12,5 mm e Ø 10,0 mm
P28	27 X 31	6 Ø 12,5 mm

* A_L - Armadura longitudinal

Fonte: Autoria própria, (2021)

Para melhor compreensão do arranjo dos pilares na estrutura da edificação, o Quadro 1 foi desenvolvido para informar onde cada pilar se inicia (nasce) e finaliza (morre).

Quadro 1: Início e final de cada pilar ao longo dos níveis da estrutura

Pilar	Início	Final
P5, P6	Fundação	Térreo
P1-P4, P11, P13, P14, P20, P28	Fundação	Superior
P9, P10	Fundação	Cobertura Garagem
P22, P26	Fundação	Cobertura
P7, P15, P21, P25, P27, 28-31	Fundação	Platibanda
P8, P12, P16, P17	Fundação	Pé direito duplo
P18, P19, P23, P24	Fundação	Caixa d'água

Fonte: Autoria própria, (2021)

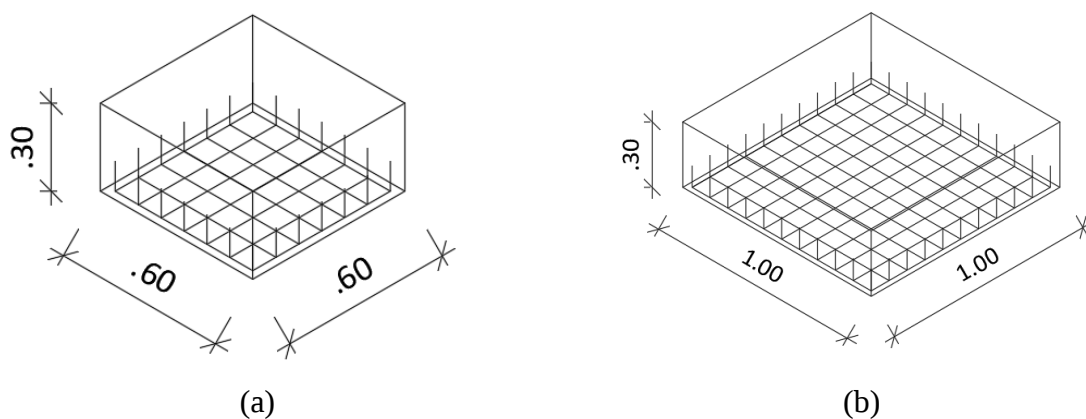
4.2.4 Fundações

Na execução da obra não se realizou o ensaio de sondagem para investigação do subsolo, como é recomendado. As fundações utilizadas foram do tipo sapata, todas alocadas a uma profundidade de 1 metro abaixo do nível do solo, onde foi encontrada uma base firme.

Os elementos foram executados com cobrimento de 2,5 cm os seguintes padrões:

- Uma sapata menor, Figura 8(a), (utilizada apenas nos pilares de 1 a 6, que são os pilares da escada externa) que tem dimensão 60x60 cm, 30 cm de espessura e armadura de $\varnothing 10.0$ mm a cada 9 cm para as duas direções;
- Uma sapata maior, Figura 8(b), (utilizada nos outros pilares da residência, ou seja, do pilar 7 ao 31) que tem dimensão 100x100 cm, 30 cm de espessura e armadura de $\varnothing 10.0$ mm a cada 9,5 cm para as duas direções.

Figura 8: (a) Esboço da sapata menor em metros; (b) Esboço da sapata maior em metros

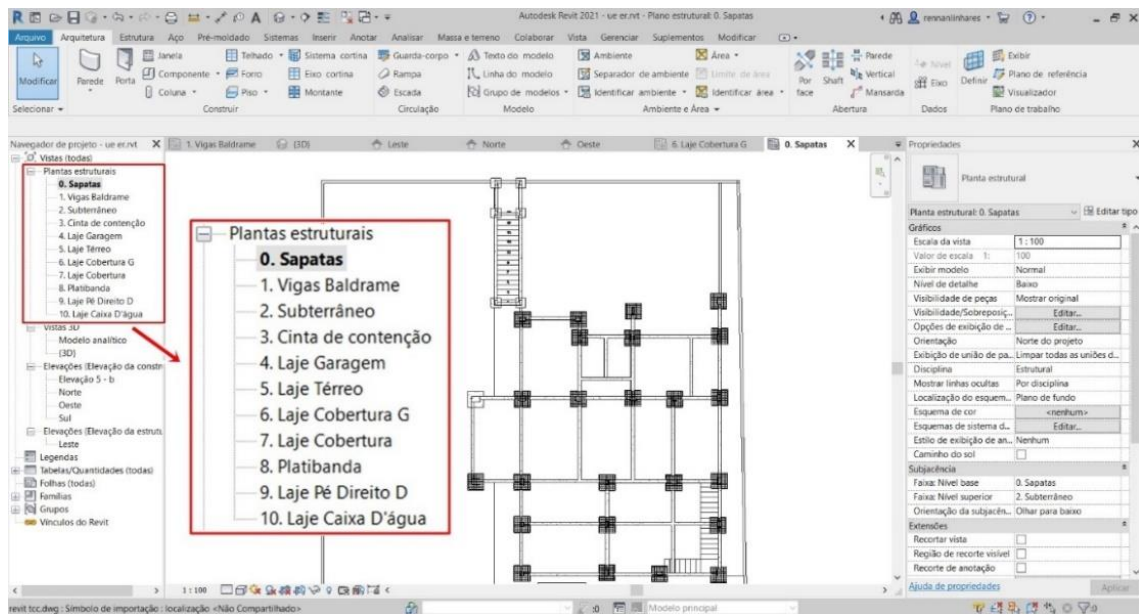


Fonte: Autoria própria, (2021)

4.3 Estrutura modelada no REVIT

A estrutura descrita ao longo de tópico 4.2 foi modelada no Revit 2021 a fim de obter os quantitativos. Na Figura 9 pode-se observar a interface do *software* com as plantas utilizados para modelagem da estrutura.

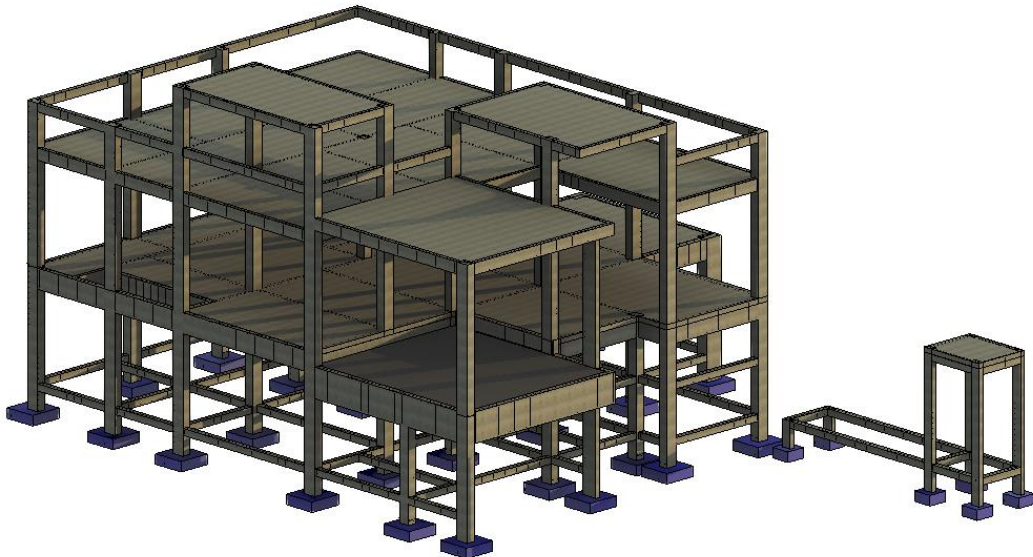
Figura 9: Interface do *software* e plantas utilizadas



Fonte: Autoria própria, (2021)

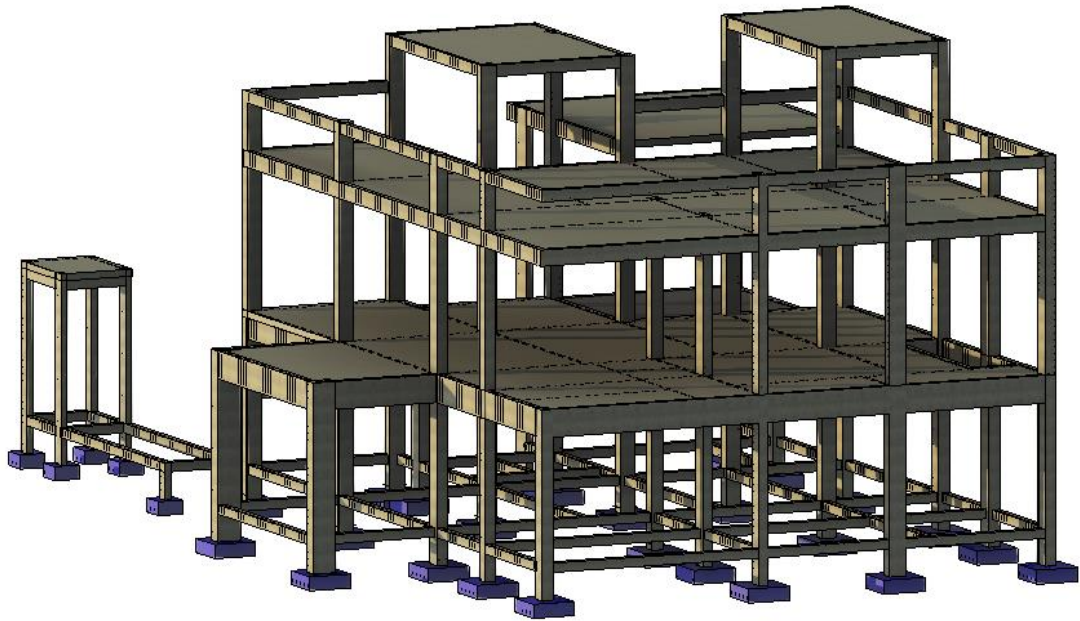
A estrutura desenvolvida com auxílio do *software* pode ser observada nas Figuras 10, 11 e 12.

Figura 10: Imagem 3D da estrutura executada (1/3)



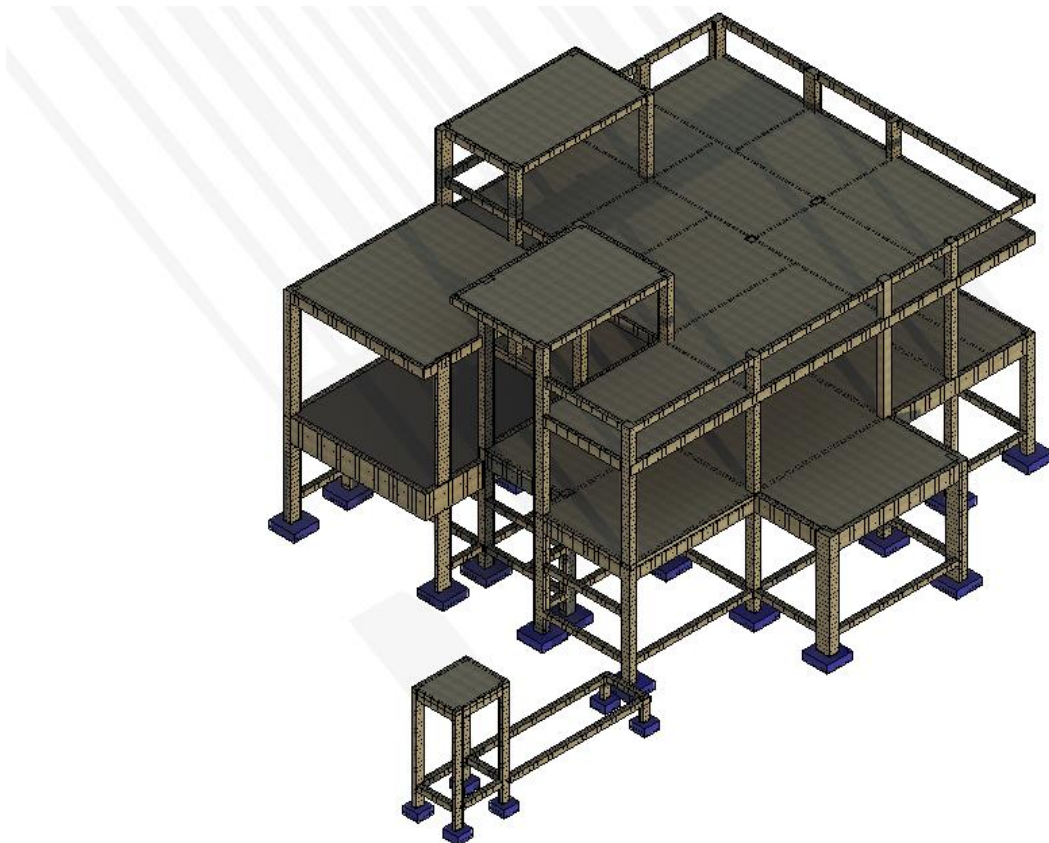
Fonte: Autoria própria, (2021)

Figura 11: Imagem 3D da estrutura executada (2/3)



Fonte: Autoria própria, (2021)

Figura 12: Imagem 3D da estrutura executada (3/3)



Fonte: Autoria própria, (2021)

4.4 Estrutura dimensionada no TQS

Em paralelo com a modelagem da estrutura construída no REVIT, iniciou-se o processo de projetar a estrutura no TQS. A princípio foram mantidas as posições dos pilares, conforme apresentados na Figura 7, alterando-se apenas as dimensões de acordo com um pré-dimensionamento inicial.

O projeto desenvolvido no *software* de dimensionamento foi constituído por 5 pavimentos: 1 pavimento de subsolo, 1 térreo, 1 pavimento intermediário/tipo, 1 pavimento de cobertura e 1 pavimento para o ático. A Tabela 4 apresenta os detalhes de cada um dos pavimentos.

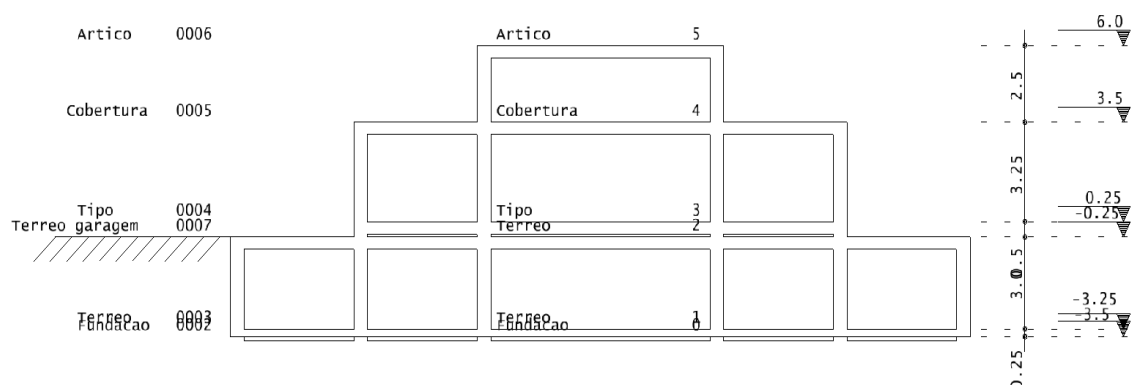
Tabela 4: Informações dos pavimentos projetados

Pavimentos	Piso a Piso (m)	Cota (m)	Área (m ²)
Ático	2,5	6	19,51
Cobertura	3,25	3,5	193,35
Tipo	0,5	0,25	218,62
Térreo garagem	3	-0,25	18,32
Térreo	0,25	-3,25	27,3
Fundação	0	-3,5	0
TOTAL	---	---	477,1

Fonte: Autoria própria, (2021)

Na Figura 13 pode-se observar um corte esquemático do edifício. Nele é possível visualizar as distâncias entre pavimentos, cotas e nomenclaturas utilizadas.

Figura 13: Corte esquemático da estrutura projetada no TQS



Fonte: Autoria própria, (2021)

O valor da resistência característica do concreto utilizado nos elementos da estrutura foi de 25 MPA e as cargas das paredes e solicitações empregadas nas lajes para o dimensionamento foram determinados de acordo com às recomendações da NBR 6120(2019), a qual especifica às ações para o cálculo da estrutura de edificações, tais valores estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5: Quadro de cargas utilizadas na estrutura dimensionada no TQS

Cargas de Paredes (tf/m)		
	Permanente	Variável
Paredes	0,5	0
Cargas de Lajes (tf/m²)		
	Permanente	Variável
Pavimento		
Tipo	0,125	0,15
Base da Garagem	0,125	0,4
Base da Caixa d'água	0,01	1,32
Cobertura	0,01	0,05
Ático	0,01	0,05

Fonte: Autoria própria, (2021)

Além disso, como o solo característico do local é majoritariamente rochoso, para efeito de cálculo das fundações adotou-se uma resistência de 3 kgf/cm².

Em relação ao cobrimento utilizado nos elementos estruturais, estabeleceu-se classe de agressividade ambiental II de acordo com NBR 6118(2014). Na Tabela 6 são apresentados os valores de cobrimento utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

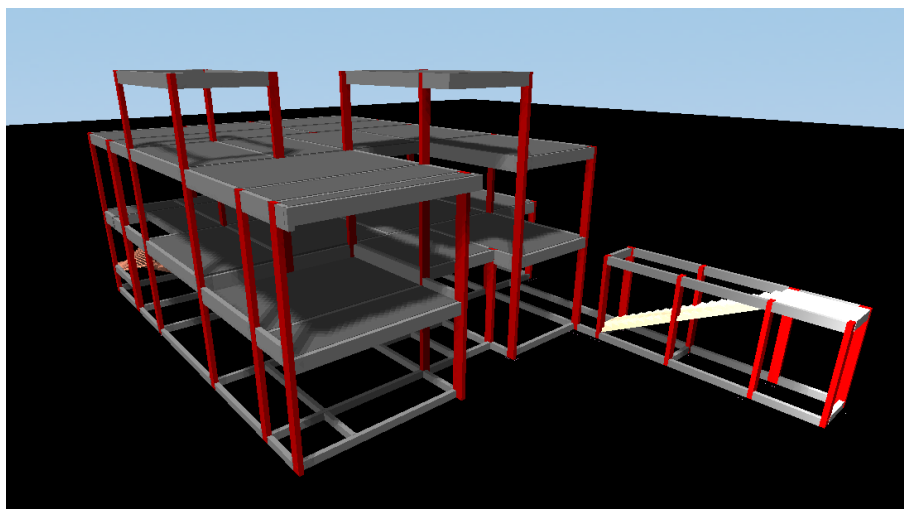
Tabela 6: Cobrimentos utilizados na estrutura dimensionada no TQS

Elemento Estrutural	Cobrimento (cm)
Lajes convencionais (superior / inferior)	2,5 / 2,5
Vigas	3
Pilares	3
Fundações	3

Fonte: Autoria própria, (2021)

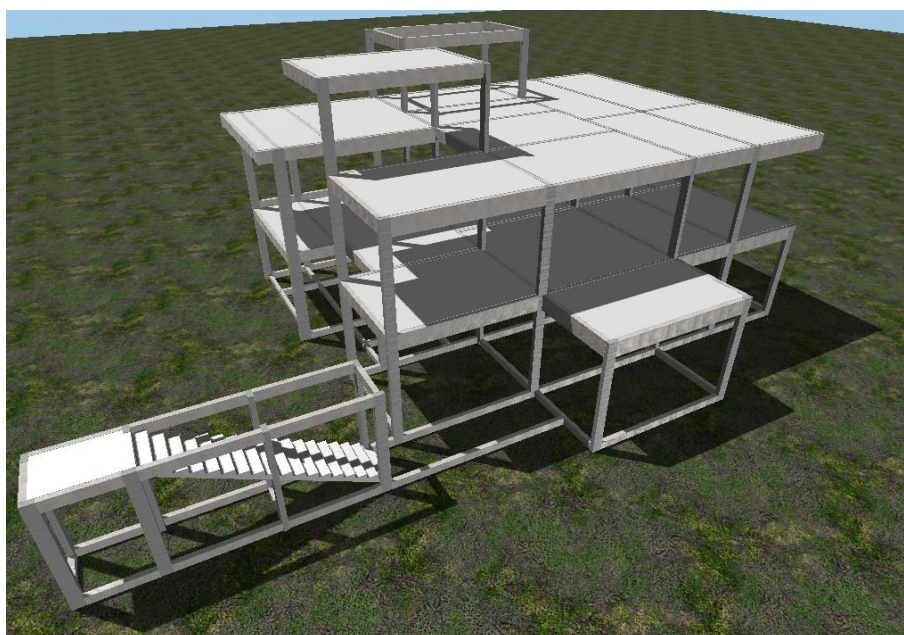
O programa computacional forneceu especificações das fôrmas, detalhamentos, dimensões e armaduras de lajes, vigas e pilares, volume de materiais utilizados (fôrmas, concreto, armaduras), além de uma lista com os esforços atuantes e os resultados dos cálculos efetuados. A estrutura projetada pode ser observada nas Figuras 14 e 15, respectivamente.

Figura 14: Imagem 3D da estrutura projetada (1/2)



Fonte: Autoria própria, (2021)

Figura 15: Imagem 3D da estrutura projetada (2/2)



Fonte: Autoria própria, (2021)

4.5 Levantamento de custos de acordo com SINAPI

A Tabela 7 foi adaptada das informações contidas na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), a partir do mês de março de 2021 para o estado da Paraíba (PB), esta servirá como base para obtenção dos preços das novas estruturas dimensionadas.

Tabela 7: Tabela de composição e preços

Descrição	Código	Unidade	Preço
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92775	Kg	18,07
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92776	kg	17,32
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92777	kg	16,42
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92778	kg	14,73
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92779	kg	12,42
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92780	kg	11,83
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	92781	kg	13,3
CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	94971	m³	354,57
MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	92419	m²	58,03
MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	92455	m²	123,64
FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA RA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	150,9	m²	150,9

Fonte: Autoria própria, (2021)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de quantitativos obtidos através da modelagem no Revit 2021 da estrutura construída em relação a estrutura proposta no *software* TQS estão detalhadas ao longo do tópico 5.1.

Em todos as tabelas e imagens apresentadas ao longo dos resultados utilizou-se a nomenclatura “EXISTENTE” pra se referir a estrutura executada e “SUGERIDO” para se referir a estrutura projetada.

5.1 Quantitativos obtidos com ajuda dos *softwares*

5.1.1 Aço

A Tabela 8 apresenta o quantitativo de aço utilizado em cada estrutura e a distribuição dos diâmetros das barras de aço utilizadas, os valores são apresentados em quilogramas (kg).

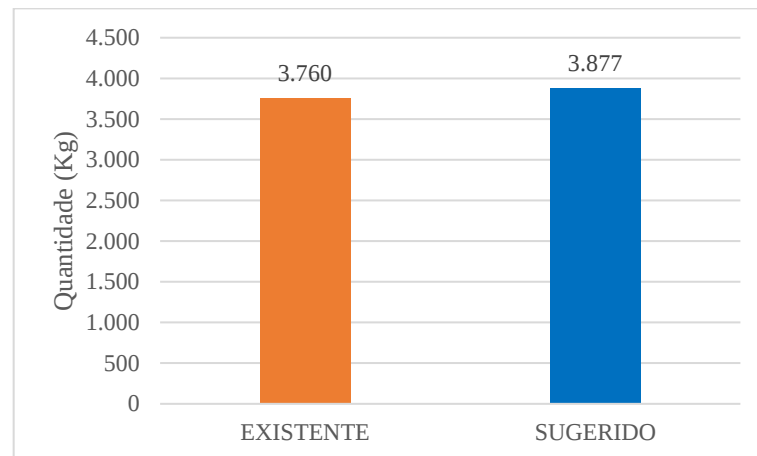
Tabela 8: Quantitativo de aço das estruturas

Ø (mm)	Quantidade (kg)	
	EXISTENTE	SUGERIDO
5	785	708
6,3	0	384
8	851	622
10	705	1431
12,5	1419	435
16	0	108
20	0	189
TOTAL	3.760	3.877

Fonte: Autoria própria, (2021)

No Gráfico 1 estão contidos os valores totais do consumo de aço, nota-se que este consumo é relativamente semelhante. O consumo total de aço na estrutura projetada (sugerida) foi de 3877 kg, enquanto que para estrutura executada foi de 3760 kg. Neste caso, vê-se que o consumo de aço da nova estrutura dimensionada apresentou ser superior (cerca de 3,11%) ao consumo da outra estrutura.

Gráfico 1: Valores totais de consumo de aço (kg)



Fonte: Autoria própria, (2021)

Pagnussatti e Silva (2005) realizaram trabalho semelhante comparando custos de uma estrutura residencial térrea, com área de 113,45 m² e para o estudo encontrou-se um diferenças nos valores totais de aço da ordem de 27,68% da estrutura construída para a projetada. Logo, ao comparar os resultados obtidos neste trabalho, nota-se que o consumo e aço aparece superior na estrutura projetada, o que é o inverso do encontrado no resultado da pesquisa de Pagnussatti e Silva.

5.1.2 Concreto

Pode-se observar na Tabela 9, as informações de quantitativos de volume de concreto de acordo com os elementos. Percebe-se que o volume de concreto utilizado nos pilares chega a ser superior ao dobro do que foi obtido no dimensionamento da estrutura sugerida.

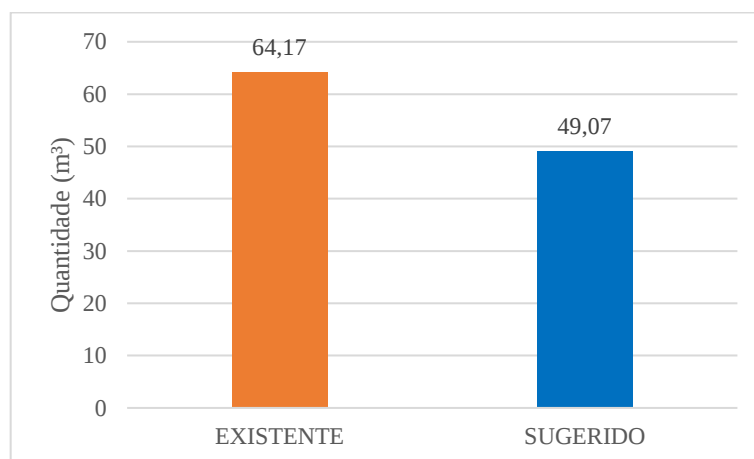
Tabela 9: Quantitativo de concreto das estruturas

Concreto (m ³)				
Estrutura	Pilares	Vigas	Fundações	TOTAL
EXISTENTE	20,9	35,12	8,15	64,17
SUGERIDO	9,85	31,61	7,61	49,07

Fonte: Autoria própria, (2021)

Conforme é apresentado no Gráfico 2, vê-se que o volume de concreto para estrutura projetada foi de 49,07 m³ e para estrutura já executada foi em média 64,17 m³, ou seja, a estrutura existente apresenta consumo 30,75% superior em relação à devidamente dimensionada.

Gráfico 2: Valores totais de consumo de concreto (m³)



Fonte: Autoria própria, (2021)

Furtado (2012) desenvolveu uma pesquisa semelhante, onde se comparou os custos diretos entre uma estrutura de concreto armado de pequeno porte dimensionada de acordo com a NBR 6118 e outras estruturas definidas segundo o conhecimento empírico, sem cálculo estrutural, realizadas por profissionais de canteiros de obras. Os resultados encontrados para consumo de concreto apresentaram-se 12,65%, em média, superior nas propostas empiricamente obtidas. Para a residência estudada neste trabalho (estrutura executada), percebe-se que o consumo de concreto também foi superior ao consumo obtido para nova estrutura sugerida.

5.1.3 Fôrma

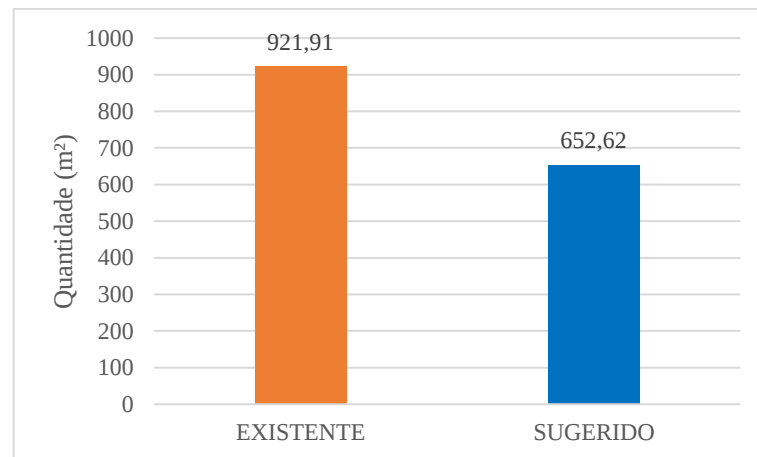
É apresentado na Tabela 10 os valores referentes as áreas de fôrmas utilizadas nas estruturas estudadas, nota-se que em todos os elementos a estrutura executada apresenta valores superiores, ficando mais evidente nas fundações, onde esse valor chega ser quase o triplo de área de fôrmas utilizadas na estrutura dimensionada.

Tabela 10: Quantitativo de fôrmas das estruturas

Fôrmas (m ²)				
Estrutura	Pilares	Vigas	Fundações	Total
EXISTENTE	275,32	575,11	71,48	921,91
SUGERIDO	192,1	436,07	24,45	652,62

Fonte: Autoria própria, (2021)

De acordo com o que é apresentado no Gráfico 3, o consumo de fôrmas para estrutura executada foi 921,91 m² e para nova estrutura dimensionada foi de 652,62 m². Percebe-se que o consumo total de fôrmas da estrutura executada foi 41,21% superior ao da estrutura projetada (sugerida).

Gráfico 3: Valores totais de consumo de fôrmas (m²)

Fonte: Autoria própria, (2021)

Os resultados se apresentam em concordância com o trabalho de Pagnussatti e Silva (2005) onde os resultados de áreas de fôrma utilizadas são 17,6% superiores na estrutura já executada em relação a projetada.

5.2 Custos estimados de acordo com a SINAPI

Com base em composições de referência SINAPI, foram elaboradas as Tabelas 11 e 12, onde estão descritos os custos da estrutura executada e da estrutura devidamente dimensionada segundo as normas brasileiras, respectivamente.

Tabela 11: Planilha de custos da estrutura executada

Descrição	Unidade	Preço	Quantidade	Valor (R\$)
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 5,0 mm - montagem.	kg	18,07	785	14184,95
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 8,0 mm - montagem.	kg	16,42	851	13973,42
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 10,0 mm – montagem.	kg	14,73	705	10384,65
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 12,5 mm – montagem.	kg	12,42	1419	17623,98
Concreto fck = 25mpa, traço 1:2,1:2,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 600 l.	m³	354,57	64,17	22752,757
Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares, pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações.	m²	58,03	275,32	15976,82
Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento com garfo de madeira, pé-direito simples, em chapa de madeira resinada, 4 utilizações.	m²	123,64	575,11	71106,6
Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para sapata, em chapa de madeira compensada resinada, e=17 mm, 4 utilizações.	m²	150,9	71,43	10778,787
TOTAL				176781,96

Fonte: Autoria própria, (2021)

Tabela 12: Planilha de custos da estrutura dimensionada

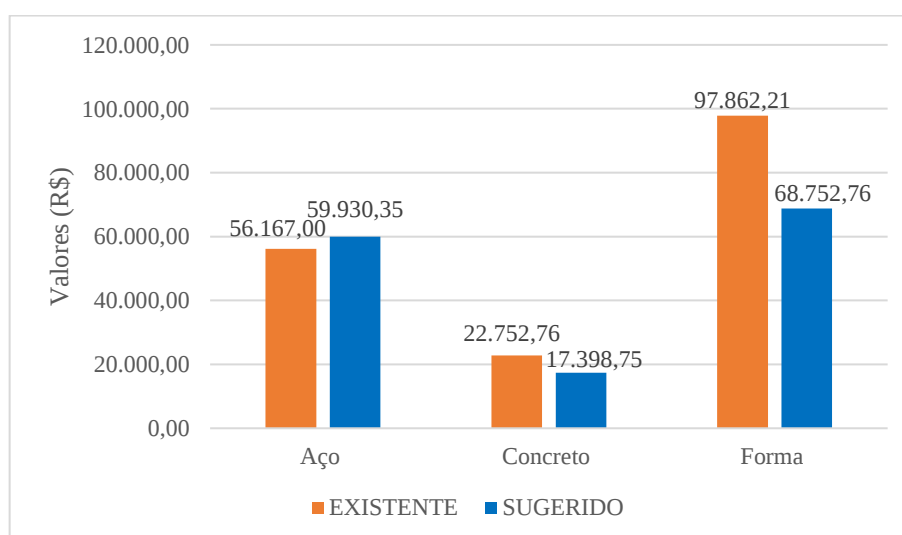
Descrição	Unidade	Preço	Quantidade	Valor (R\$)
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-60 de 5,0 mm - montagem.	kg	18,07	708	12793,56
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 6,3 mm - montagem.	kg	17,32	384	6650,88
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 8,0 mm - montagem.	kg	16,42	622	10213,24
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 10,0 mm - montagem.	kg	14,73	1431	21078,63
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 12,5 mm - montagem.	kg	12,42	435	5402,7
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 16,0 mm - montagem.	kg	11,83	108	1277,64
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 20,0 mm - montagem.	kg	13,3	189	2513,7
Concreto fck = 25mpa, traço 1:2,1:2,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 600 l.	m³	354,57	49,07	17398,75

Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares, pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 4 utilizações.	m²	58,03	192,1	11147,563
Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento com garfo de madeira, pé-direito simples, em chapa de madeira resinada, 4 utilizações.	m²	123,64	436,07	53915,695
Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para sapata, em chapa de madeira compensada resinada, e=17 mm, 4 utilizações.	m²	150,9	24,45	3689,505
TOTAL				146081,86

Fonte: Autoria própria, (2021)

No Gráfico 4 são apresentados os custos das duas estruturas de forma mais detalhada, nota-se que o custo de aço se apresenta 6,7% superior na estrutura dimensionada em relação à projetada, entretanto, o inverso acontece ao analisar os valores de concreto e fôrma, que se apresentam 30,77% e 42,34%, respectivamente, superiores na estrutura executada.

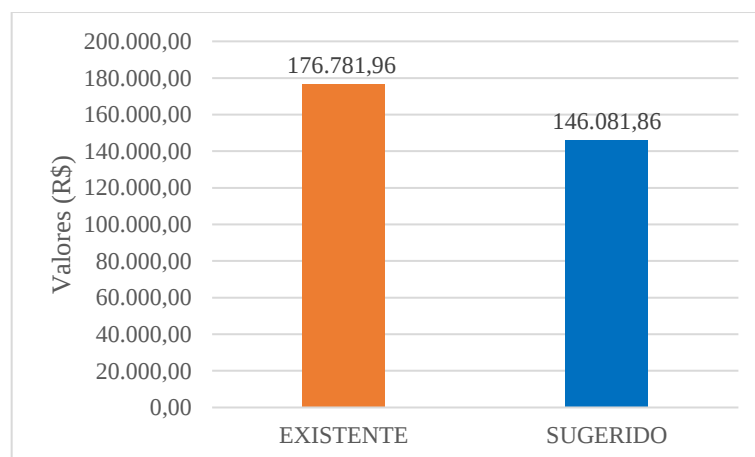
Gráfico 4: Custos das estruturas obtidos baseados nos valores da SINAPI



Fonte: Autoria própria, (2021)

Pode-se observar no Gráfico 5 que o custo total da estrutura executada foi 21% superior ao custo total da estrutura projetada, chegando a uma diferença de custos diretos superior a 30 mil reais.

Gráfico 5: Custos totais das estruturas estudadas (R\$)



Fonte: Autoria própria, (2021)

Tais resultados se assemelham ao que foi percebido nos trabalhos de Furtado (2012) e Pagnussatti e Silva (2005), em que os custos diretos totais foram, respectivamente, 33,53% e 11,73% superiores das estruturas executadas com embasamento empírico em relação às estruturas que foram devidamente dimensionadas segundo às normas vigentes.

6 CONCLUSÃO

Conforme os resultados apresentados para o estudo em questão, ao final deste trabalho pode-se concluir que:

- Os custos totais com aço na estrutura projetada (sugerida) foram 6,7% superior ao da estrutura executada;
- Os custos totais com concreto na estrutura executada foram 30,77% superior ao da estrutura projetada (sugerida);
- Os custos totais com formas na estrutura executada foram 42,34% superior ao da estrutura projetada (sugerida);
- O custo total da estrutura executada foi 21% superior ao da estrutura sugerida, apresentando uma economia na ordem de R\$ 30.700,10.

Recomenda-se para trabalhos futuros acerca do tema desenvolvido na pesquisa:

- Mais opções de estruturas dimensionadas por profissionais capacitados, para que se tenha um valor médio de custos, o que validaria ainda mais os resultados;
- Uma otimização da estrutura projetada, visando analisar as diferenças das concepções e valores finais para a mesma residência.

Dessa forma, pode-se concluir que é necessária a contratação de um profissional habilitado para desenvolvimento de projetos e administração de obras, e deve ser visto como um investimento, pois os serviços prestados aumentam a lucratividade diminuindo os gastos totais. Este fato se contrapõe a ideia de boa parte da população, que vê a contratação de profissionais como um gasto adicional, e assim opta por construir ou reformar contratando pessoas que não são capacitadas para desenvolver esse tipo de serviço, fazendo com que as obras acabem sendo consideravelmente mais onerosas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto De Estruturas De Concreto - Procedimento. 3 ed. Rio de Janeiro, 2014. 238 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações - Procedimento. 2 ed. Rio de Janeiro, 2019. 60 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações – Procedimento. 3 ed. Rio de Janeiro, 2019. 108 p.
- AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O C. **Orçamento de Obras**: Construção civil. 1º Edição. Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/210025/Avila_Librelotto_Lopes_Orcamento.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 de abril de 2021.
- ARIVABENE, A. C. **Patologias em estruturas de concreto armado**: estudo de caso. Revista On-line IPOG Especialize, v. 01, p. 1–22, 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu/30032291/Patologias_em_Estruturas_de_Concreto_Armado_Estudo_de_Caso_Patologias_em_Estruturas_de_Concreto_Armado_Estudo_de_Caso> Acesso em: 15 de abril de 2021.
- CAU, CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **O maior diagnóstico sobre arquitetura e urbanismo já feito no brasil** - Como o brasileiro constrói. Disponível em: <<http://www.cau.br.gov.br/pesquisa2015/como-o-brasileiro-constroi/>> Acesso em: 01 de maio, 2021
- DEICHMANN, A. **Projeto estrutural em concreto armado de uma residência unifamiliar de dois pavimentos**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/171374>> Acesso em: 15 de abril de 2021.
- FILHO, J. B. V. DE A.; GARDINO, P. H. C.; SILVA, G. G. DA. **Comparativo de custo estrutural de uma residência unifamiliar entre os sistemas construtivo convencional em concreto armado e o sistema light steel framing**. UNIVÉRTIX, Matipó, 2019. Disponível em: <<https://fave.univertix.net/wp-content/uploads/2019/11/A145-C1.pdf>> Acesso em: 16 de abril de 2021.
- FREITAS, L. W. DE. **Análise estrutural de um edifício em concreto armado e proposta de um novo projeto estrutural** – Estudo de caso. Varginha, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/154/1/Analise_Estrutural_de_um_Edificio_em_Concreto_Armado_e_Proposta_de_um_Novo_Projeto_Estrutural_-_Estudo_de_Caso.pdf> Acesso em: 15 de abril de 2021.
- FURTADO, B. F. **Estrutura de concreto armado de pequeno porte: comparativo técnico e de custos diretos entre dimensionamento segundo a nbr 6118/2007 e através de definições empíricas sem cálculo estrutural**. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/79753>> 16 de abril de 2021.
- IANTAS, L. **Estudo de Caso**: Análise de Patologias Estruturais em Edificação de Gestão Pública. Curitiba, 2010. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34354/IANTAS%2C%20LAUREN%20CRISTINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 18 de abril 2021
- IMPORTÂNCIA/BENEFÍCIOS. Elaborado pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/importancia-beneficios>. Acesso em: 20 de abril de 2021.
- KRÜGER, M. A.; SILVA, G. DA. **Projeto Estrutural De Uma Residência De Dois Pavimentos**. IGNIS: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia de Informação, v. 8, n. 2, p. 21–37, 2019.

- LIMMER, C. V. **Planejamento, Orcamentação e Controle de Projetos e Obras**. 1º ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editoras S.A, 1997.
- MATTOS, A. D. **Como preparar Orçamentos de Obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. 3º ed. São Paulo.: Editora Pini, 2006.
- MORAES, L. G. DE. **A Importância De Um Planejamento Estrutural**. UNIARA, Araraquara, , 2019. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/tcc_final_revisao.pdf> 16 de abril de 2021.
- PAGNUSSATTI, D.; SILVA, D. DOS S. DA. **Análise da estrutura de uma residência executada sem projeto estrutural em comparação com os resultados do dimensionamento da mesma de acordo com a NBR 6118:2003**. UNESC, Santa Catarina, 2005. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/78/1/Artigo-DagobertoPagnussatti.pdf>> Acesso em: 21 de abril de 2021.
- PARGA, P. **Cálculo do preço de venda na construção civil**. 2ª Edição, Editora Pini, São Paulo, 2003. 152 p.
- PAZ, R. S. DA; BELLEI, P.; BARBISAN, A. O. **Comparativo De Custos Entre Estruturas De Aço E Concreto Armado Em Xanxerê - SC**. UCEFF, Chapecó, 2017.
- PINHEIRO, L. M.; MUZARDO, C. D.; SANTOS, S. P. **Fundamentos do Concreto e Projeto de Edifícios** Universidade de São Paulo (USP), Departamento de Engenharia de Estruturas. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/Apost_EESC_USP_Libanio.pdf> Acesso em: 18 de abril de 2021.
- PITELLI, G. T.; MARCO, G. DE. **Patologias em estruturas de concreto armado estudo de caso**. Revista On-line IPOG Especialize, v. 01, p. 20, 2019. Disponível em: <<https://semanaacademica.com.br/artigo/patologias-em-estruturas-de-concreto-armado>> Acesso em: 15 de abril de 2021.
- PLEFH, L. F. G. **Desempenho da construção civil na economia brasileira entre os anos de 2000 e 2015**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/19509>> Acesso em: 10 de abril de 2021.
- PORTO, T. B.; FENANDES, D. S. G. F. **Curso Basico de Concreto Armado** - n. 1º ed. Oficina Textos, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://souexatas.eng.br/wp-content/uploads/2017/08/CURSO-BÁSICO-DE-CONCRETO-ARMADO.pdf>> Acesso em: 12 de abril de 2021.
- REIS, R. H. DE F. **Análise comparativa de custos e exigência de mão de obra entre as técnicas contrutivas de concreto armado e alvenaria estrutural em um empreendimento do programa minha casa minha vida**. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018. Disponível em: <<http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1329>> Acesso em: 18 de abril de 2021.
- SANTOS, R. S. DOS. **Comparativo entre estruturas de aço e concreto armado**. Unidade São Francisco, Itatiba, 2007. Disponível em: <<http://lyceumononline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1050.pdf>> Acesso em: 18 de abril de 2021.
- SCADELAI, M. A.; PINHEIRO, L. M. **Estruturas de concreto**. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/ec802/Pilares/16Pilares.pdf>>
- SCHWARTZMAN, S.; Castro, C. M. (2013). **Ensino, formação profissional e a questão da mão de obra**. Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação, 21(80), 563-623. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-403620130003000010&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 20 abr. 2021.
- SILVA, M. DO S. V. DA et al. **O perfil da mão de obra na indústria de construção civil**

em Juazeiro do Norte, Brasil Profile of construction industry workforce in Juazeiro do Norte, Brazil. Juazeiro do Norte, 2020.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução.** 1ª Edição, Editora Pini, São Paulo, 2006. 368 p.

VIVIAN, D. C. **Estudo comparativo para orçamentação de uma residência unifamiliar de padrão baixo.** UNIJUÍ, Ijuí, 2014. Disponível em:

<<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/2934>> Acesso em: 12 de abril de 2021.

ZDANOWICZ, J. E. **Orçamento operacional: uma abordagem pratica.** 2. ed. Porto Alegre. Sagra, 1984.