



**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO
OTONI - MG**

**JOÃO VITOR RODRIGUES PESSANHA
GUILHERME HIRLE FIGUEIREDO RUAS**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE LAJES MACIÇAS, NERVURADAS E
TRELIÇADAS COM O USO DO TQS**

**TEÓFILO OTONI - MG
2020**

JOÃO VITOR RODRIGUES PESSANHA
GUILHERME HIRLE FIGUEIREDO RUAS

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE LAJES MACIÇAS, NERVURADAS E
TRELIÇADAS COM O USO DO TQS**

Artigo apresentada à Faculdade Presidente
Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Aprovada em __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador Rodrigo Silva Colares
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Professor 2
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Professor 3
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Sumário

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 Objetivos gerais	6
1.2 Objetivos específicos	6
2. REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 Laje maciça.....	7
2.2 Laje nervurada	8
2.3 Laje treliçada	9
2.3.1 Laje treliçada unidirecional.....	9
2.3.2 Laje treliçada bidirecional.....	10
2.4 SINAPI.....	11
3. METODOLOGIA	12
3.1 Método de análise	14
3.2 Concepção estrutural.....	15
3.3 Materiais.....	16
3.4 Parâmetros de durabilidade	16
3.5 Definição dos elementos estruturais	16
3.6 Análise de custo da estrutura.....	17
4. RESULTADOS.....	18
4.1 Consumo de concreto.....	18
4.2 Consumo de fôrmas	19
4.3 Consumo de aço.....	19
4.4 Custo total	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
6. REFERÊNCIAS.....	22

RESUMO

A construção civil é uma área que necessita de inovações frequentes para diminuição de erros e imprevistos. Levando isso em consideração, este trabalho apresenta um edifício residencial em concreto armado, composto de três pavimentos projetado com dados baseado na cidade de Teófilo Otoni, sendo dimensionado e analisado o mesmo com quatro tipos de lajes distintas. Desde modo é analisado e comparado os resultados finais referente ao consumo de materiais e custo financeiro, apontando também vantagens e desvantagens, desse edifício com a laje maciça, nervurada, treliçada unidirecional e bidirecional. O presente artigo utilizou diversas referências, e também os softwares AUTO CAD, 3ds Studio Máx e o TQS e para análise de custo foi utilizado a tabela SINAPI. Foi constatado que, a laje nervurada apresenta um consumo menor de fôrmas, e a laje treliçada unidirecional tem um consumo de aço e concreto menor do que as demais lajes. Portanto, só a análise quantitativa dos materiais não é necessária para afirmar qual dimensionamento é mais econômico. Utilizando a tabela SINAPI foi calculado que, a estrutura com laje nervurada trapezoidal apresenta um custo menor do que as demais lajes. A análise e comparação é compreendida facilmente no final deste artigo, pois avaliando todos os dados obtidos se torna claro o entendimento de qual dimensionamento é mais econômico, e assim contribuindo positivamente para engenharia civil.

Palavras-chave: Laje, estrutura, análise, comparação, econômico.

ABSTRACT

The civil construction is a area that need of frequent innovations for error reductions and unforeseen. Taking this into account, this work presents a residential building in reinforced concrete, composed of three decks designed with data based on the city of Teófilo Otoni, being dimensioned and analyzed with four different types of slabs. This way, the final results referring to the consumption of materials and financial cost are analyzed and compared, also pointing out advantages and disadvantages, of this building with the solid, ribbed, unidirectional and bidirectional slab. This article used several references, and also softwares like AUTO CAD, 3ds Studio Max and TQS and cost analysis was used to SINAPI table. It was found that, the ribbed slab has a lower consumption of forms, and the unidirectional lattice slab has a lower consumption of steel and concrete than the other slabs. Therefore, only the quantitative analysis of the materials is not necessary to state which dimensioning is more economical. Using the SINAPI table, it was calculated that the trapezoidal ribbed slab structure has a lower cost than the other slabs. The analysis and comparison is easily understood at the end of this article, as evaluating all the data obtained, it becomes clear the understanding of which dimensioning is more economical, and thus contributing positively to civil engineering.

Keywords: Slab, structure, analysis, comparison, economical.

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é uma área de suma importância para evolução de uma nação, principalmente para o desenvolvimento econômico, pois além de suprir o déficit habitacional é também um grande gerador de empregos.

A Engenharia Civil é um setor que vive em constante avanço, visando uma melhor economia de construção, execução, qualidade, planejamento prévio com objetivo de reduzir contratempos e gastos desnecessários, tendo no final da construção um resultado de qualidade satisfatório para o cliente e gerando o menor impacto ambiental possível.

Qualquer atividade relacionada a construção civil será formada por um cronograma a ser seguido, profissionais com funções distintas, materiais e por elementos específicos no qual estes estarão presentes, a começar de uma construção completa até mesmo a uma simples reforma. E com o passar do tempo juntamente com o avanço tecnológico, o setor da construção civil vem se tornando uma área com grande emprego tecnológico em suas atividades, tais como equipamentos utilizados na construção, ou até mesmo antes na etapa de planejamento, onde há uma gama de softwares que auxiliam na criação de projetos.

De acordo com Freitas *et al.* (2014) à alguns anos atrás a atividade referente ao cálculo estrutural era feita manualmente, onde eram utilizados simples instrumentos no auxílio desta tarefa, como por exemplo calculadoras. Além disso fazia com que por ser um processo manual essa etapa se tornava demorada, pois podiam levar até semanas para a obtenção de resultados referente aos projetos. Com o passar do tempo o avanço tecnológico se tornou importante na Engenharia, principalmente nos cálculos estruturais de concreto armado.

A estrutura de uma edificação é composta por vários elementos, tendo como principais as vigas, pilares e as lajes a qual é apresentado no artigo como assunto principal. Segundo Buzo (2017) as lajes podem ser consideradas como elementos estruturais bidimensionais horizontais e planos, recebendo as cargas verticais e perpendiculares a sua superfície, transmitindo as mesmas para os apoios.

Portanto para o cálculo de tais estruturas faz-se necessário a utilização de softwares, tornando se mais fácil o planejamento e a execução de uma obra, fazendo com que certas atividades como o cálculo estrutural seja mais prático, preciso, e reduza os erros que possam ocorrer durante o processo de construção, prevendo então certos gastos proporcionando um melhor controle econômico.

Entretanto, como toda atividade, é necessário ter um conhecimento prévio de tais ferramentas. Como exemplo de softwares empregados na construção civil temos o SketchUp,

AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, MATLAB, Revit, SAP2000, TQS, etc, cada um com suas respectivas finalidades. Por fim com o uso desses programas é possível obter um projeto com um melhor controle de qualidade.

1.1 Objetivos gerais

O artigo presente tem como objetivo apresentar uma análise comparativa de um edifício residencial em concreto armado composto de 3 pavimentos a partir de um projeto em 2D elaborado no software AUTO CAD juntamente com o auxílio do software TQS.

1.2 Objetivos específicos

- Desenvolver projeto arquitetônico de um edifício residencial composto por 3 pavimentos através do software AUTO CAD.
- Elaboração do projeto em 3D com uso do software AUTO CAD 3D e 3ds Studio Máx.
- Dimensionar a estrutura com diferentes tipos de laje utilizando o software TQS, apresentando em seguida um levantamento do consumo de materiais, como fôrmas, concreto e aço.
- Gerar orçamento através dos dados obtidos com auxílio da tabela SINAPI.
- Analisar os resultados e fazer o comparativo para cada dimensionamento, apresentando os modelos que gerem o menor e maior consumo e seus respectivos gastos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

As lajes são elementos estruturais no qual compõe uma edificação, segundo a NBR 6118:2014 elas são “Elementos de superfície plana sujeitos principalmente a ações normais a seu plano. As placas de concreto são usualmente denominadas lajes.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 203, p.75).

2.1 Laje maciça

A laje maciça é de uma tipologia mais simples e mais utilizada no setor da construção civil, sua estrutura é uma placa plana de concreto armado de espessura variável de acordo com a necessidade do projeto. Segundo Lucas apud Araújo (2003) as placas possuem espessura uniforme e são apoiadas em suas extremidades, pode-se ter como apoio vigas ou a própria alvenaria, tornando então esse tipo de laje, um modelo mais usado em edifícios residenciais que possuam vãos relativamente pequenos.

De acordo com Russowsky apud Faria (2010) este tipo de laje não é recomendada para edifícios que possuam grandes vãos, é recomendado a adotar como vão médio um valor entre 3,6 e 5m para que possa ser utilizado este modelo.

A laje maciça como qualquer outra apresenta vantagens e desvantagens como:

Vantagens

- São estruturas mais rígidas, devido a isso apresentam muitas vigas tendo como resultado o auxílio no contraventamento por ter diversos pórticos (ALBUQUERQUE, 1999).
- Nas construções é o método mais utilizado, tornando assim, a mão de obra treinada (SPOH, 2008).
- Boa capacidade de redistribuição de esforços (VIZOTTO, 2010).

Desvantagens

- Maior consumo de concreto, aço, formas e escoras (CARVALHO, 2012).
- Elevado peso próprio, causando maior número de reações de apoio (LOPES, 2012).
- Maior consumo de mão de obra como carpinteiros, serventes, pedreiros dentre outros (VIZOTTO, 2010).
- Propagação de ruído entre pavimentos (CARVALHO, 2012).
- Necessidade de maior tempo para execução de formas e para a desforma (LOPES, 2012).

2.2 Laje nervurada

A laje nervurada pode ser estabelecida como um modelo moldado in loco ou que possua nervuras pré-moldadas, apresentando sua zona de tração para momentos positivos nas nervuras. Além disso ela pode ser classificada de duas formas, tanto unidirecional quanto bidirecional.

O que difere uma da outra é que no caso da unidirecional, segundo Lucas (2010) apresentaram suas nervuras longitudinais apenas em uma única direção e as bidirecionais como o próprio nome diz, serão dispostas em duas direções.

Laje nervurada é uma alternativa construtiva com objetivo em proporcionar, maior vão como mostra a figura 1 e menor peso próprio. Segundo Oliveira (2017), este método construtivo é desenvolvido com enchimento ou fôrma, alocando as mesmas na posição onde o concreto não tem nenhuma utilidade estrutural.

Figura 1: Laje nervurada



Fonte: Atex Brasil (2018)

De acordo com André apud Araújo (2008) este tipo de laje possui uma seção transversal em “T” apresentando comportamento estático e é constituído por várias vigas unidas entre si pela mesa.

2.3 Laje treliçada

A laje treliçada tem sua estrutura composta por uma vigota pré-fabricada e possui uma armadura treliçada. Segundo Russowsky apud NBR 14859-1 (2014) as vigotas pré-fabricadas que compõe este modelo são definidas da seguinte forma:

Constituídas por concreto estrutural, executadas industrialmente fora do local de utilização definitivo da estrutura ou mesmo em canteiros de obra, sob rigorosas condições de controle de qualidade. Englobam total ou parcialmente a armadura inferior de tração, integrando parcialmente a seção de concreto da nervura longitudinal.

Este tipo de laje pode ser classificado de duas formas, sendo ela a treliçada unidirecional e treliçada bidirecional. Cada modelo apresenta características distintas.

De acordo com Madsen *et al.* (2018) a laje treliçada possui algumas vantagens e desvantagens, tendo como benefício o fato de ser pré-moldada, permitir a execução de teto plano, além de apresentar um isolamento térmico e acústico maior caso seja usado o material inerte de EPS. Já suas desvantagens são devido as várias empresas no mercado com baixa fiscalização, havendo a possibilidade de apresentar não conformidades em seus produtos, o transporte também requer um cuidado maior, pois pode ocasionar microfissuras durante sua locomoção e pode também apresentar dificuldades em sua execução no caso de uma edificação com grande altura.

2.3.1 Laje treliçada unidirecional

Na laje treliçada unidirecional segundo Madsen *et al.* (2018) há a necessidade de uma armadura transversal às treliças, com a finalidade de ocasionar o travamento em nervuras.

De acordo com Silva (2019) este tipo de laje pode ser composto por fôrmas unidirecionais tendo seus esforços distribuídos em uma única direção como é mostrado na figura 2, suas nervuras são posicionadas com relação ao menor vão. Este modelo costuma ser usado em edifícios menores e de aspecto predominantemente retangular.

Figura 2: Laje treliçada unidirecional



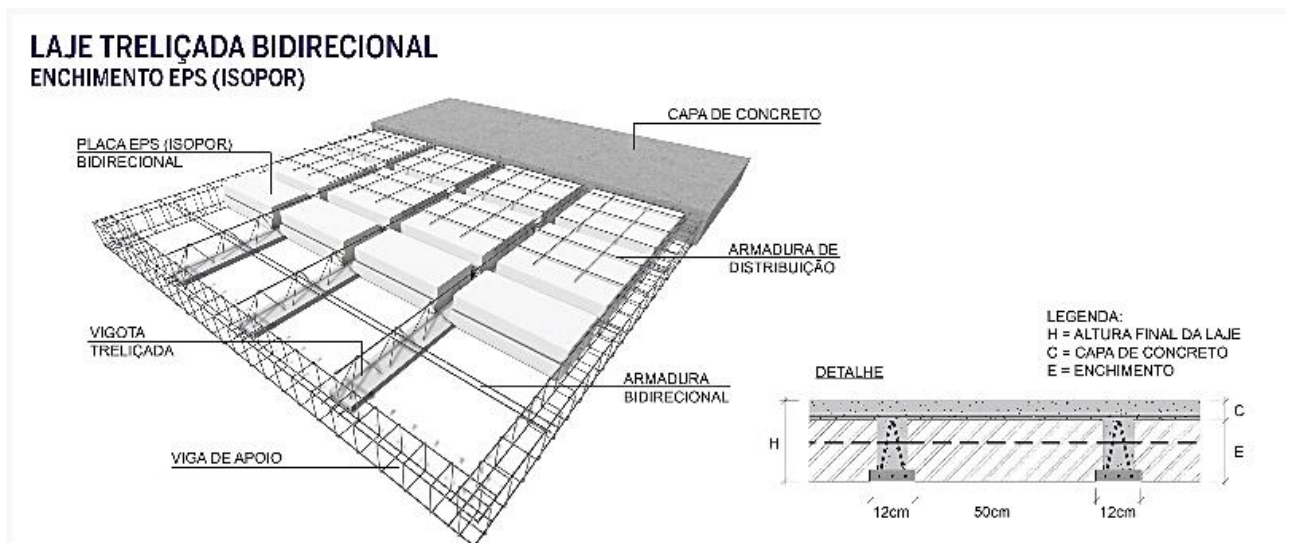
Fonte: Arquivo do autor (2017).

Pode ser executada com blocos cerâmicos ou com EPS, mais conhecido como isopor, usado como material de enchimento, esse elemento é aplicado na região em que o concreto não tem nenhuma utilidade estrutural.

2.3.2 Laje treliçada bidirecional

No caso das lajes treliçadas bidirecionais o calculista é quem irá definir o espaçamento entre nervuras. Segundo Silva (2019) a distribuição dos esforços acontecerá de forma bidirecional em casos onde as lajes apresentem um formato mais quadrado e com nervuras ortogonais. Portanto nessa circunstância é mais comum a utilização de fôrmas quadradas como é mostrado na figura 3.

Figura 3: Laje treliçada bidirecional



Fonte: Lajes Hertel (2020)

Este tipo de estrutura é mais indicado em edificações em que necessita de vãos maiores, sendo recomendado também para edifícios que apresente sua planta com um aspecto mais quadrado e repetição nas estruturas. Este modelo de laje oferece então uma resistência maior aos esforços horizontais, podendo então dispensar pilares mais robustos.

2.4 SINAPI

A Caixa Econômica Federal disponibiliza uma ferramenta conhecida como Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção (SINAPI), tal ferramenta é utilizada na elaboração de orçamentos relacionados ao setor de Engenharia Civil. Através da mesma é possível consultar preços de insumos e composições, valores estes que são atualizados mensalmente e com valores distintos referente a cada região do Brasil, possibilitando o profissional a realizar um novo orçamento através desse sistema sempre que necessário.

3. METODOLOGIA

O artigo presente teve como referência um projeto autoral elaborado no software AutoCAD de um edifício residencial conforme a figura 4, possuindo três pavimentos. Por meio deste foi feito o estudo de caso onde foram analisados e comparados os resultados referente a viabilidade, consumo de material, custo, vantagens e desvantagens para cada tipo de laje.

Figura 4: Projeto em 2D elaborado no software AutoCAD



Fonte: Os Autores (2020)

Através do projeto 2D elaborado no AutoCAD, foi feito um projeto em 3D conforme a figura 5 para uma melhor visualização do edifício, projeto no qual teve como softwares usados o AutoCAD 3D e o 3ds Stúdio Max.

Figura 5: Vista perspectiva frontal do edifício, elaborado no 3ds Studio Max



Fonte: Os Autores (2020)

Além do render frontal foi feito o render focado na vista posterior do edifício como é mostrado na figura 6. Todos os renders apresentados tem a finalidade de obter uma melhor visualização e compreensão do projeto apresentado, podendo ter uma perspectiva mais próxima da realidade de acordo com o projeto.

Figura 6: Vista perspectiva posterior do edifício, elaborado no 3ds Studio Max.



Fonte: Os Autores (2020)

3.1 Método de análise

Tem como objetivo a avaliação entre a laje maciça, nervurada e treliçada unidirecional e bidirecional visando obter como resultado a viabilidade entre os modelos. Será considerado um terreno já limpo e com nivelamento adequado, apresentando condições ideais para a execução da edificação, eliminando então as etapas antecedentes ao processo de construção e seus respectivos custos.

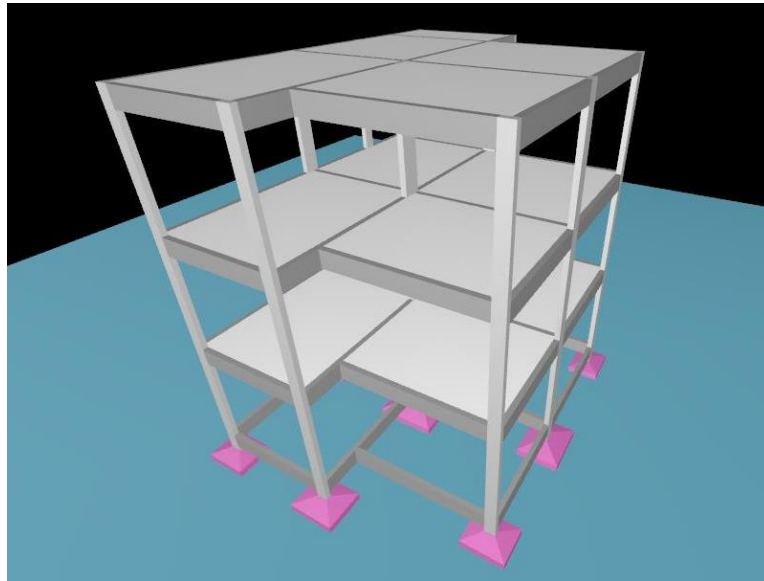
Visando o foco na parte estrutural, serão desconsiderados os elementos referentes a instalações elétricas e hidráulicas, cobertura e acabamento, pois se referem a etapas na qual não fazem parte do tema abordado.

Para a análise estrutural do edifício foi utilizado o Software TQS na versão V21.10.68, onde utilizou-se a NBR-6118:2014 como base para dimensionamento e detalhamento estrutural.

3.2 Concepção estrutural

Foi elaborado um pré-dimensionamento estrutural no TQS conforme a figura 7, com objetivo de determinar as dimensões dos elementos estruturais. Após a inserção de dados no software fez-se ajustes necessários para obtenção da geometria final e carregamento, sempre atendendo os aspectos de segurança, economia e durabilidade.

Figura 7: Esboço estrutural do projeto



Fonte: Os Autores (2020)

O edifício possui toda sua estrutura em concreto armado e quatro opções de lajes para análise com intuito de analisar seus resultados para o mesmo edifício e posteriormente obter um comparativo.

O primeiro passo foi a inserção de dados do edifício no TQS apresentando os seguintes valores como mostra na Tabela 1.

Tabela 1: Dados do edifício

Dados do Edifício				
Pavimento	Piso	Piso a piso (m)	Cota (m)	Área (m ²)
Cobertura	4	3	9	67,2
Tipo	3	3	6	67,2
Tipo	2	3	3	67,2
Térreo	1	0,6	0	7,4
Fundação	0	0	-0,6	0
TOTAL				209,0

Fonte: Os Autores (2020)

3.3 Materiais

O próximo passo é o lançamento dos materiais. Foi realizado a padronização do concreto utilizado, onde toda a análise foi feita utilizando o concreto com fck de 25 MPa para toda a estrutura e para todos os tipos de laje em estudo.

3.4 Parâmetros de durabilidade

Foi considerado no dimensionamento dos elementos estruturais a classe de agressividade ambiental no projeto como II – Moderada em um ambiente urbano com riscos de deterioração pequeno.

O cobrimento foi definido com base na Classe de Agressividade Ambiental, tendo os valores apresentados na tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Cobrimento adotado para os elementos estruturais

Elemento Estrutural	Cobrimento (cm)
Lajes convencionais (superior / inferior)	2,5 / 2,5
Lajes protendidas (superior / inferior)	3,0 / 3,0
Vigas	3,0
Pilares	3,0
Fundações	3,0

Fonte: Os Autores (2020).

Foi utilizado uma carga de vento de aproximadamente 30 m/s, um valor aproximado referente a região de Teófilo Otoni localizado em Minas Gerais. O valor topográfico no qual considera as variações do relevo do terreno teve como valor de $S_1 = 1,00$. Fator S_2 Categoria de rugosidade IV com obstáculos pouco espaçados caracterizando uma região urbana. O edifício se enquadra na classe A, pois apresenta maior dimensão horizontal ou vertical menor do que 20 metros e por ser um edifício residencial apresenta fator estático S_3 igual a 1,0.

3.5 Definição dos elementos estruturais

Após a definição dos dados principais foi feito a definição da estrutura da edificação. O lançamento das estruturas é realizado de forma gráfica podendo ser adicionado pilares, vigas e lajes, todo o processo é executado de maneira simples tornando a tarefa ágil e obtendo uma melhor produtividade. Todo o lançamento estrutural foi seguindo o projeto base 2D elaborado

no AutoCAD. Após então o lançamento de toda estrutura diferenciando apenas o tipo de laje foi gerado o memorial, sendo este utilizado para análise comparativa. Os dados referentes a cada tipo de laje serão apresentados posteriormente.

3.6 Análise de custo da estrutura

Após a concepção dos relatórios quantitativos obtidos através do software TQS, foi desenvolvido quatro planilhas referente ao orçamento com objetivo de apurar o custo da estrutura. O orçamento foi baseado em dados apresentados na tabela SINAPI, ferramenta utilizada em orçamentos no setor da construção civil. Teve como base de cálculo os principais elementos da estrutura, tais como pilares, vigas e lajes. As planilhas apresentam em sua estrutura fonte, código do serviço, serviço, unidade de medida, quantitativo, valor unitário e valor total, como é mostrado nos apêndices A, B, C e D, apêndices estes no qual se referem a cada estrutura com seu modelo de laje específico.

4. RESULTADOS

Baseado no dimensionamento, foram elaboradas as tabelas apresentadas a seguir com objetivo de obter um comparativo relacionado ao material utilizado na estrutura do edifício de acordo com cada tipo de laje.

É visto que foram calculadas estrutura com laje nervurada, maciça, treliçada unidirecional e bidirecional. Entretanto cada laje resulta em quantidades distintas de materiais, e assim é possível identificar qual laje resulta numa estrutura mais econômica.

A laje nervurada apresenta um consumo de forma menor do que as demais analisadas. Entretanto os modelos treliçados apresentam um consumo de aço e concreto menor do que as lajes maciça e nervurada. Porém, o fato de um modelo estrutural apresentar um consumo menor de determinado material, não significa que esta estrutura será a mais econômica financeiramente, pois os resultados obtidos se referem a toda estrutura, incluindo pilares, vigas e lajes.

4.1 Consumo de concreto

Conforme a tabela 3 dentre os diferentes tipos de laje, é visto que a estrutura com a tipologia nervurada apresenta um maior consumo de concreto tendo uma grande diferença quando comparada com os demais modelos estruturais.

Tabela 3: Consumo de concreto

Consumo de Concreto	
Tipos de laje	Consumo m ³
Maciça	37,4
Nervurada seção trapezoidal	51,7
Treliçada unidirecional	34,8
Treliçada bidirecional	36

Fonte: Os Autores (2020)

Através dessa análise pode-se presumir também que a edificação executada apresentando laje nervurada, devido ao maior consumo de concreto, apresentará uma sobrecarga na sua edificação, pois quanto maior o consumo de concreto maior será o seu peso estrutural, influenciando então em toda a sua estrutura.

4.2 Consumo de fôrmas

Através da tabela 4 abaixo, observamos os resultados referente ao consumo de fôrmas, tendo a edificação com laje maciça classificada com o maior consumo. As demais edificações com outros modelos de lajes tiveram um consumo consideravelmente abaixo com relação a laje maciça, porém apresentam um valor próximo entre elas.

Tabela 4: Consumo de fôrmas

Consumo de Fôrmas	
Tipos de laje	Consumo m²
Maciça	480,2
Nervurada seção trapezoidal	265,1
Treliçada unidirecional	293,1
Treliçada bidirecional	291,1

Fonte: Os Autores (2020)

Na estrutura com laje maciça o consumo elevado das fôrmas se deve ao fato de que é necessário a montagem de um tabuleiro inteiro para sua armação, porém como benefício, posteriormente essas formas poderão ser usadas na execução dos pavimentos seguintes.

4.3 Consumo de aço

A tabela 5 a seguir representa o consumo de aço, apresentando a estrutura com laje nervurada novamente como a edificação que possui maior consumo, e tem-se a edificação com laje treliçada unidirecional como a estrutura com menor consumo deste material.

Tabela 5: Consumo de aço

Consumo de aço	
Tipos de laje	Consumo (kg)
Maciça	3294,4
Nervurada seção trapezoidal	4673,4
Treliçada unidirecional	2388,5
Treliçada bidirecional	2547

Fonte: Os Autores (2020)

Apesar de seu consumo elevado, a laje nervurada ainda é considerada uma boa opção, pois é ideal para vencer grandes vãos e mesmo apresentando um consumo maior de aço de toda a estrutura, o peso referente a sua laje ainda é menor que as demais opções.

4.4 Custo total

De acordo com as tabelas anteriores referente a quantidade de material e dados do SINAPI, foi possível a elaboração de um orçamento conforme a tabela 6, apresentando o custo total referente a estrutura de cada projeto com seu tipo de laje específico.

Tabela 6: Custo final da estrutura

TIPO DE ESTRUTURA	CUSTO TOTAL
Laje maciça	R\$ 53.355,99
Laje nervurada	R\$ 46.984,24
Laje treliçada unidirecional	R\$ 56.948,33
Laje treliçada bidirecional	R\$ 56.423,04

Fonte: Os Autores (2020)

Como mostra a tabela acima, a estrutura com lajes treliçadas apresentou um custo maior com relação as demais estruturas, tornando o modelo com laje nervurada a mais viável devido ao seu custo financeiro menor, mesmo que tenha apresentando um consumo elevado de determinados materiais, pois o valor dos elementos necessário para a execução desta estrutura foi menor se comparado com os dos demais modelos, sendo então um fator importante na redução do custo, além de suas outras vantagens a qual esse tipo de laje proporciona.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os diversos tipos de lajes utilizados na edificação interferem de forma direta no consumo de material total para a execução da edificação.

Através do estudo foi possível observar que o consumo de concreto e aço, para a estrutura com laje nervurada são superiores aos demais modelos, entretanto a estrutura com lajes treliçadas apesar de apresentarem um consumo de material abaixo dos demais modelos, sua execução resultou em um custo maior, resultados estes que são importantes para decisão de qual modelo de laje usar, porém na situação estudada torna se mais viável o uso de uma estrutura com laje nervurada, de acordo com o orçamento realizado com a tabela SINAPI, pois além de atender as necessidades, apresenta menor preço.

Com tudo é importante ressaltar que o estudo foi realizado através do projeto apresentado anteriormente e com auxílio de software e tabelas destinadas ao cálculo estrutural, onde provou ser importante o seu uso em um dimensionamento estrutural e etapa orçamentária. A utilização destas ferramentas torna possível o pré-dimensionamento, permitindo analisar diferentes estruturas para o projeto e obter dados importantes, além disso estimar o gasto e com isso escolher uma estrutura que atenda às necessidades, tenha qualidade, segurança e que seja econômica.

É importante que o profissional faça uso de softwares e planilhas destinados a essa atividade, pois através destes torna-se mais prático o cálculo estrutural, economizando tempo e obtendo resultados que permitam prever erros que possam comprometer a estrutura e a segurança de seus usuários e através disso fazer um dimensionamento adequado e econômico financeiramente.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A.T. Análise de alternativas estruturais para edifícios em concreto armado. 1999.100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

BUZO, Henrique Afonso Garcia. Estudo do comportamento de diafragma rígido de lajes maciças. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CARVALHO, R. S.; PINHEIRO, L. M. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado. Pini, 2009.

FREITAS, AHC de et al. Cálculos estruturais em concreto armado: Comparativo entre o cálculo manual e com auxílio do software. Revista Pensar Engenharia, v. 2, n. 2, p. 1-19, 2014.

LOPES, André Felipe de Oliveira. Estudo comparativo entre lajes nervuradas moldadas no local com fôrmas de polipropileno e lajes pré-fabricadas treliçadas. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

MADSEN, Rodrigo Braz Horta; PORTO, Thiago Bomjardim. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE LAJES NERVURADAS ATEX X LAJES NERVURADAS TRELIÇADAS. Revista Engenharia em Ação UniToledo, v. 3, n. 2, 2018.

MARÇAL, A. R. Estudo de lajes de concreto armado: Comparativo de cálculo entre lajes treliçadas e maciças, utilizando método elástico. 2014. 55 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) –Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, RS. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_ANA%20RUSSOWSKY%20MARCAL.pdf. Acesso em, v. 11, 2018.

SILVA, Lucas Pergher. Estudo comparativo entre lajes nervuradas e maciças em função dos vãos entre apoios. 2010.

SILVA, Márcio Gomes da et al. Estudo comparativo entre sistemas estruturais de lajes maciças e nervuradas moldadas in loco em um edifício comercial. 2019.

SINAPI, SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO: Relatórios de Insumos e Composições. 2020.

Apêndice A- Tabela de custo por unidade de consumo referente ao projeto com laje maciça

ITEM	CÓDIGO	FONTE	SERVIÇO	UNID.	VALORES		
					QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1			SUPERESTRUTURA				
1.1			CONCRETO ARMADO - PILARES				R\$ 14.527,68
1.1.1	92263	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m ²	102	R\$ 84,69	R\$ 8.638,38
1.1.2	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	126	R\$ 9,53	R\$ 1.200,78
1.1.3	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	16	R\$ 8,77	R\$ 140,32
1.1.4	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	344	R\$ 7,15	R\$ 2.459,60
1.1.5	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	41	R\$ 5,98	R\$ 245,18
1.1.6	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	69	R\$ 5,62	R\$ 387,78
1.1.7	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPa, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m ³	5,1	R\$ 285,42	R\$ 1.455,64
1.2			CONCRETO ARMADO - VIGAS				R\$ 22.713,78
1.2.1	92265	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m ²	189	R\$ 66,26	R\$ 12.523,14
1.2.2	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	192	R\$ 9,53	R\$ 1.829,76
1.2.3	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	3	R\$ 8,77	R\$ 26,31
1.2.4	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	22	R\$ 8,08	R\$ 177,76
1.2.5	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO	kg	558	R\$ 7,15	R\$ 3.989,70

			DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015				
1.2.6	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	105	R\$ 5,98	R\$ 627,90
1.2.7	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	12,4	R\$ 285,42	R\$ 3.539,21
1.3			CONCRETO ARMADO - FUNDAÇÃO				R\$ 4.874,46
1.3.1	96541	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	m²	10,1	R\$ 118,06	R\$ 1.192,41
1.3.2	96545	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	60	R\$ 9,26	R\$ 555,60
1.3.3	96546	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	203	R\$ 8,09	R\$ 1.642,27
1.3.4	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	5,2	R\$ 285,42	R\$ 1.484,18
1.4			CONCRETO ARMADO - LAJE				R\$ 11.240,07
1.4.1	92510	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	m³	179,2	R\$ 32,33	R\$ 5.793,54
1.4.2	92768	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	54	R\$ 8,48	R\$ 457,92
1.4.3	92769	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	111	R\$ 7,97	R\$ 884,67
1.4.4	92770	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	3	R\$ 7,48	R\$ 22,44
1.4.5	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	kg	14,3	R\$ 285,42	R\$ 4.081,51

CUSTO TOTAL**R\$ 53.355,99**

Fonte: SINAPI Abril (2020).

Apêndice B- Tabela de custo por unidade de consumo referente ao projeto com laje nervurada.

ITEM	CÓDIGO	FONTE	SERVIÇO	UNID.	VALORES		
					QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1			SUPERESTRUTURA				
1.1			CONCRETO ARMADO - PILARES				R\$ 14.991,42
1.1.1	92263	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m ²	102	R\$ 84,69	R\$ 8.638,38
1.1.2	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	113	R\$ 9,53	R\$ 1.076,89
1.1.3	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	36	R\$ 8,77	R\$ 315,72
1.1.4	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	318	R\$ 7,15	R\$ 2.273,70
1.1.5	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	79	R\$ 5,98	R\$ 472,42
1.1.6	92765	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	121	R\$ 6,27	R\$ 758,67
1.1.7	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m ³	5,1	R\$ 285,42	R\$ 1.455,64
1.2			CONCRETO ARMADO - VIGAS				R\$ 16.230,75
1.2.1	92265	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m ²	153,1	R\$ 66,26	R\$ 10.144,41
1.2.2	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	190	R\$ 9,53	R\$ 1.810,70
1.2.3	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	3	R\$ 8,77	R\$ 26,31
1.2.4	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	27	R\$ 8,08	R\$ 218,16
1.2.5	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO	kg	527	R\$ 7,15	R\$ 3.768,05

			DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015				
1.2.6	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	44	R\$ 5,98	R\$ 263,12
1.3			CONCRETO ARMADO - FUNDAÇÃO				R\$ 4.874,46
1.3.1	96541	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	m²	10,1	R\$ 118,06	R\$ 1.192,41
1.3.2	96545	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	60	R\$ 9,26	R\$ 555,60
1.3.3	96546	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	203	R\$ 8,09	R\$ 1.642,27
1.3.4	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	5,2	R\$ 285,42	R\$ 1.484,18
1.4			CONCRETO ARMADO - LAJE				R\$ 10.887,61
1.4.1	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	29	R\$ 285,42	R\$ 8.277,18
1.4.2	92768	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	42	R\$ 8,48	R\$ 356,16
1.4.3	92769	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	67	R\$ 7,97	R\$ 533,99
1.4.4	92770	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	9	R\$ 7,48	R\$ 67,32
1.4.5	92771	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	6	R\$ 6,67	R\$ 40,02
1.4.6	92772	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	287	R\$ 5,62	R\$ 1.612,94

CUSTO TOTAL**R\$ 46.984,24**

Fonte: SINAPI Abril (2020).

Apêndice C- Tabela de custo por unidade de consumo referente ao projeto com laje treliçada bidirecional.

ITEM	CÓDIGO	FONTE	SERVIÇO	UNID.	VALORES		
					QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1			SUPERESTRUTURA				
1.1			CONCRETO ARMADO - PILARES				R\$ 14.002,71
1.1.1	92263	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m²	102	R\$ 84,69	R\$ 8.638,38
1.1.2	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	128	R\$ 9,53	R\$ 1.219,84
1.1.3	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	14	R\$ 8,77	R\$ 122,78
1.1.4	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	343	R\$ 7,15	R\$ 2.452,45
1.1.5	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	19	R\$ 5,98	R\$ 113,62
1.1.6	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	5,1	R\$ 285,42	R\$ 1.455,64
1.2			CONCRETO ARMADO - VIGAS				R\$ 21.700,46
1.2.1	92265	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m²	181	R\$ 66,26	R\$ 11.993,06
1.2.2	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	191	R\$ 9,53	R\$ 1.820,23
1.2.3	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	2	R\$ 8,77	R\$ 17,54
1.2.4	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	32	R\$ 8,08	R\$ 258,56
1.2.5	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	526	R\$ 7,15	R\$ 3.760,90

1.2.6	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	52	R\$ 5,98	R\$ 310,96
1.2.7	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	12,4	R\$ 285,42	R\$ 3.539,21
1.3			CONCRETO ARMADO - FUNDAÇÃO				R\$ 4.874,46
1.3.1	96541	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	m²	10,1	R\$ 118,06	R\$ 1.192,41
1.3.2	96545	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	60	R\$ 9,26	R\$ 555,60
1.3.3	96546	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	203	R\$ 8,09	R\$ 1.642,27
1.3.4	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	5,2	R\$ 285,42	R\$ 1.484,18
1.4			CONCRETO ARMADO - LAJE				R\$ 15.845,41
1.4.1	3746	SINAPI	LAJE PRE-MOLDADA TRELICADA (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 6,00 M (SEM COLOCACAO)	m²	186	R\$ 67,39	R\$ 12.534,54
1.4.2	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	11,6	R\$ 285,42	R\$ 3.310,87

CUSTO TOTAL**R\$ 56.423,04**

Fonte: SINAPI Abril (2020).

Apêndice D- Tabela de custo por unidade de consumo referente ao projeto com laje treliçada unidirecional.

ITEM	CÓDIGO	FONTE	SERVIÇO	UNID.	VALORES		
					QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1			SUPERESTRUTURA				
1.1			CONCRETO ARMADO - PILARES				R\$ 14.609,72
1.1.1	92263	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m²	102	R\$ 84,69	R\$ 8.638,38
1.1.2	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	123	R\$ 9,53	R\$ 1.172,19
1.1.3	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	19	R\$ 8,77	R\$ 166,63
1.1.4	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	330	R\$ 7,15	R\$ 2.359,50
1.1.5	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	57	R\$ 5,98	R\$ 340,86
1.1.6	92765	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	76	R\$ 6,27	R\$ 476,52
1.1.7	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m³	5,1	R\$ 285,42	R\$ 1.455,64
1.2			CONCRETO ARMADO - VIGAS				R\$ 21.961,24
1.2.1	92265	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	m²	183	R\$ 66,26	R\$ 12.125,58
1.2.2	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	191	R\$ 9,53	R\$ 1.820,23
1.2.3	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	2	R\$ 8,77	R\$ 17,54
1.2.4	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	28	R\$ 8,08	R\$ 226,24

1.2.5	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	550	R\$ 7,15	R\$ 3.932,50
1.2.6	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	37	R\$ 5,98	R\$ 221,26
1.2.7	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	14	R\$ 5,62	R\$ 78,68
1.2.8	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m ³	12,4	R\$ 285,42	R\$ 3.539,21
1.3			CONCRETO ARMADO - FUNDAÇÃO				R\$ 4.874,46
1.3.1	96541	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	m ²	10,1	R\$ 118,06	R\$ 1.192,41
1.3.2	96545	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	60	R\$ 9,26	R\$ 555,60
1.3.3	96546	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	203	R\$ 8,09	R\$ 1.642,27
1.3.4	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m ³	5,2	R\$ 285,42	R\$ 1.484,18
1.4			CONCRETO ARMADO - LAJE				R\$ 15.502,91
1.4.1	3746	SINAPI	LAJE PRE-MOLDADA TRELICADA (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 6,00 M (SEM COLOCACAO)	m ²	186	R\$ 67,39	R\$ 12.534,54
1.4.2	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	m ³	10,4	R\$ 285,42	R\$ 2.968,37

CUSTO TOTAL**R\$ 56.948,33**

Fonte: SINAPI Abril (2020).

FICHA DE ACOMPANHAMENTO

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

FICHA DE ACOMPANHAMENTO INDIVIDUAL DE ORIENTAÇÃO DE TCC

Atividade: Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo/Monografia.		
Curso: <u>Engenharia Civil</u> Período: <u>10</u> ° Semestre: <u>01</u> ° Ano: <u>2020</u>		
Professor (a): <u>Rodrigo Silva Colares</u>		
Acadêmico: <u>João Vitor Rodrigues Remanha / Guilherme Antônio F. Pires</u>		
Tema: <u>Análise comparativa entre lajes maciças, nervuradas e treliçadas com o uso do vts.</u>		Assinatura do aluno
Data(s) do(s) atendimento(s)	Horário(s)	
<u>16/03/2020</u>	<u>20:00</u>	<u>João Vitor Rodrigues Remanha</u>
<u>20/04/2020</u>	<u>19:00</u>	<u>Guilherme Antônio F. Pires</u>
<u>03/05/2020</u>	<u>19:40</u>	<u>João Vitor Rodrigues Remanha</u>
<u>10/06/2020</u>	<u>20:30</u>	<u>João Vitor Rodrigues Remanha</u>
<u>07/07/2020</u>	<u>18:30</u>	<u>João Vitor Rodrigues Remanha</u>
Descrição das orientações:		

Considerando a concordância com o trabalho realizado sob minha orientação, AUTORIZO O DEPÓSITO do Trabalho de Conclusão de Curso do (a) Acadêmico

(a) João Vitor Rodrigues Remanha / Guilherme Antônio F. Pires

Rodrigo Silva Colares

Assinatura do Professor

RELATÓRIO DE PLÁGIO

CopySpider Scholar | Análise

scholar.copyspider.net/view/showStudyInCS3.php?&cfa=f7910c5f5507d2c8392372f8e3bca4ca10544551&changeLang=pt_br

Português Login

Exportar relatório Exportar relatório PDF Visualizar Gerador de Referência Bibliográfica (ABNT, Vancouver)

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE LAJES MACIÇAS, NERVURADAS E TRELIÇADAS COM O USO DO TQS JOÃO VITOR RODRIGUES PESSANHA E GUILHERME HIRLE FIGUEIREDO RUAS_ENGENHARIA CIVIL.docx (13/07/2020):

Documentos candidatos

- archdaily.com.br/br/... [0,68%]
- vivadecora.com.br/re... [0,66%]
- escolaengenharia.com... [0,45%]
- tatu.com.br/pdf_novo... [0,38%]
- unipacdeuberaba.edu... [0,11%]
- unit.br/se/nutricao [0,04%]
- meiacolher.com/2016/... [0,04%]
- pt.scribd.com/docume... [0%]

Arquivo de entrada: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE LAJES MACIÇAS, NERVURADAS E TRELIÇADAS COM O USO DO TQS JOÃO VITOR RODRIGUES PESSANHA E GUILHERME HIRLE FIGUEIREDO RUAS_ENGENHARIA CIVIL.docx (3797 termos)

Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)
archdaily.com.br/br/...	Visualizar 1823	38	0,68
vivadecora.com.br/re...	Visualizar 1362	34	0,66
escolaengenharia.com...	Visualizar 840	21	0,45
tatu.com.br/pdf_novo...	Visualizar 2270	23	0,38
unipacdeuberaba.edu...	Visualizar 721	5	0,11
unit.br/se/nutricao	Visualizar 640	2	0,04
meiacolher.com/2016/...	Visualizar 1059	2	0,04

Parece que o documento foi removido do site ou

CURSO AVANÇADO BORA na OBRA TURMA 15
GARANTIA 15 DIAS
Faça parte da Turma 15 do BNO
Sua melhor chance de fazer parte do curso mais completo pra quem atua com projetos e obras BORA na OBRA

15:45 13/07/2020