



**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade acadêmica de Engenharia Civil
Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso**

Estudo comparativo entre Laje nervurada bidirecional com formas de polipropileno e Laje treliçada pré-fabricada

**Aluno: Victor Gabriel Araújo Vieira
Matrícula: 116110996**

Campina Grande PB, maio de 2021

VICTOR GABRIEL ARAÚJO VIEIRA

Estudo comparativo entre Laje nervurada bidirecional com formas de polipropileno e Laje treliçada pré-fabricada

Projeto de pesquisa aplicada apresentado à Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande para encerramento do componente curricular

Orientadora: Prof. Dra. Marília Marcy Cabral de Araújo - UFCG

Campina Grande PB, maio de 2021

É concedida à Universidade Federal de Campina Grande permissão para reproduzir cópias deste Trabalho de Conclusão de Curso e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho acadêmico pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Victor Gabriel Araújo Vieira

VIEIRA, Victor Gabriel Araújo

Estudo comparativo entre laje nervurada bidirecional com formas de polipropileno e laje treliçada pré-fabricada

Campina Grande, 2021

110 p. :il

Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

1. Estruturas – Construções. I. Universidade Federal de Campina Grande. CTRN/UAEC/UFCG

VICTOR GABRIEL ARAÚJO VIEIRA

Estudo comparativo entre Laje nervurada bidirecional com formas de polipropileno e Laje treliçada pré-fabricada

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Civil.

BANCA EXAMINADORA

D.Sc. Marília Marcy Cabral de Araújo (UAEC/UFCG)

Orientadora

D.Sc Aline F. Nóbrega de Azerêdo (UAEC/UFCG)

Examinador Interno

Eng. Alanny Nicácio de Lima

Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu pai e minha mãe que sempre me deram todo suporte para estudar, e para seguir buscando meus objetivos.

Aos meus avós, de quem sempre recebi amor, carinho e cuidado.

Aos meus tios, que sempre acreditaram e torceram por mim, em especial a Tia Graça, Tio Antônio e Tia Bernadete.

A Vitor, Pedro, Bellízia e Amanda, que sempre me consideraram como irmão.

Aos meus primos, que dividi bons momentos, e que estiveram ao meu lado nos momentos bons e ruins, em especial Diego, Diógenes, Thales, Karol, Lucas e Everton.

Aos amigos que fiz no curso, que contribuíram com o meu desempenho acadêmico: Letícia, Mariana, Thúlio, Allan, Victor Hugo, Victor Marques e Júlio.

À professora Marília Marcy, minha orientadora nesse trabalho.

A todos os professores do departamento de Engenharia Civil, que compartilharam seus conhecimentos.

A todas as pessoas que me incentivaram durante minha vida.

Dedico ao meu pai e minha avó Patrícia

RESUMO

A comparação entre métodos construtivos é importante para que o executor da obra tenha conhecimento de qual o melhor método para sua obra, baseado em custos, praticabilidade, benefícios etc. Cada local tem uma realidade diferente, seja com a oferta de material, custos dos materiais, especialização da mão-de-obra etc. Entre as lajes, na cidade de Campina Grande, destacam-se dois métodos: lajes nervuradas moldadas no local com formas de polipropileno e lajes treliçadas pré-fabricadas. O presente trabalho busca comparar esses dois métodos para que possa ser uma base de avaliação de possíveis construtores na cidade, antes de decidir qual método pretende-se utilizar. Foram comparados o custo final da obra e o prazo de construção. O software TQS foi utilizado para modelagem das estruturas, enquanto o orçafascio foi utilizado para cálculo do custo. Com os resultados obtidos, pode-se verificar que as lajes pré-fabricadas tiveram custo e prazo menor, enquanto as lajes nervuradas tiveram um melhor desempenho quanto ao Estado Limite de Serviço.

Palavras-Chave: Lajes nervuradas; lajes pré-fabricadas; comparar; custo; prazo.

ABSTRACT

The comparison between construction methods is important so that the executor of the work has knowledge of the best method for his work, based on costs, practicality, benefits, etc. Each location has a different reality, be it with the supply of material, material costs, specialization of the labor force, etc. Among the slabs, in the city of Campina Grande, two methods stand out: ribbed slabs molded in place with polypropylene shapes and prefabricated lattice slabs. The present work seeks to compare these two methods so that it can be a basis for evaluating possible builders in the city, before deciding which method is intended to be used. The final cost of the work and the construction period were compared. The TQS software was used to model the structures, while the budget was used to calculate the cost. With the results obtained, it can be seen that the prefabricated slabs had a lower cost and time, while the ribbed slabs had a better performance in terms of the Service Limit State.

Key-words: Ribbed slabs; prefabricated slabs; to compare; cost; deadline.

Lista de figuras

Figura 1 - Exemplo de laje nervurada	21
Figura 2 - Escoramento metálico	24
Figura 3 - Formas de polipropileno	25
Figura 4 - Exemplos de bordas	26
Figura 5 - Exemplo de espessura equivalente	27
Figura 6 - exemplo de escoramento com pontaletes, guias, travessões e travessas	31
Figura 7 - Formas de polipropileno montadas	32
Figura 8 - laje nervurada com armadura positiva posicionada / Figura 9 - laje nervurada com todas as armaduras posicionadas	33
Figura 10 - Concretagem de laje nervurada	33
Figura 11 - orientação de como retirar os escoramentos	34
Figura 12 - Pré-laje treliçada (PLT) e Laje nervurada com pré-laje treliçada e elemento de enchimento	35
Figura 13 - Armação em formato de treliça	36
Figura 14 - Placa fina de concreto envolvendo o banzo inferior	36
Figura 15 - dimensões dos elementos de enchimento	37
Figura 16 - Representação de lajes com lajotas cerâmicas/ Figura 17 - Representação de lajes com lajotas cerâmicas	38
Figura 18 - Representação de nervura transversal/ Figura 19 - Vista em corte da nervura transversal	38
Figura 20 - Armadura complementar inferior	39
Figura 21 - Armadura de distribuição	39
Figura 22 - Armadura superior de tração	40
Figura 23 - Representação do capeamento na seção transversal	40
Figura 24 - Geometria da laje / Figura 25 - Geometria da laje	41
Figura 26 - distribuição longitudinal dos pontaletes	44
Figura 27 - distribuição transversal dos pontaletes	45
Figura 28 - Situação recomendada	46
Figura 29 - Armadura complementar	47
Figura 30 - Fluxograma resumindo a metodologia	48
Figura 31 - Interface do programa TQS	49
Figura 32 - Interface do Orçafascio	49

Figura 33 - Dimensões forma Atex 600 Capa 5 H15	50
Figura 34 - Disposição inicial das lajes	51
Figura 35 - Nova disposição das lajes	53
Figura 36 - Dimensões da cubeta "Atex 600 Capa 5 H18.....	53
Figura 37 - Momentos atuantes nas vigas	54
Figura 38 - Valores da força de compressão atuantes em cada pilar (P10-P13)	55
Figura 39 - Dimensões das vigotas e material de enchimento	73
Figura 40 - Esboço da disposição inicial das lajes treliçadas	74

Lista de tabelas

Tabela 1 - Altura total da laje em função da altura do elemento de enchimento - fonte: ArcelorMittal	37
Tabela 2 - Área Mínima e Quantidade de Armadura de Distribuição - fonte: ArcelorMittal	39
Tabela 3 - Capa mínima resistente para as alturas totais padronizadas - fonte: ArcelorMittal	41
Tabela 4 - Tipos de laje e quais cômodos engloba	51
Tabela 5 - Nova configuração dos tipos de lajes	52
Tabela 6 - Momentos máximos e mínimos nas vigas fornecidos pelo TQS	54
Tabela 7 - Carga vertical atuante sobre os pilares, calculadas pelo TQS	55
Tabela 8 - Resumo estrutural dos pilares.....	57
Tabela 9 - Quantitativo da fundação (Edifício Laje Nervurada).....	58
Tabela 10 - Quantitativo do térreo (Edifício Laje Nervurada)	58
Tabela 11 - Quantitativo do pavimento tipo 1 (Edifício Laje Nervurada)	58
Tabela 12 - Quantitativo do pavimento tipo 2 (Edifício Laje Nervurada)	58
Tabela 13 - Quantitativo do pavimento tipo 3 (Edifício laje nervurada).....	58
Tabela 14 - Quantitativo da cobertura (Edifício Laje nervurada)	59
Tabela 15 - Estrutura analítica de projeto do edifício de lajes nervurada	59
Tabela 16 - Orçamento da fundação (Edifício Laje Nervurada)	62
Tabela 17 - Orçamento do térreo (Edifício Laje Nervurada)	63
Tabela 18 - Orçamento do Tipo 1, parte 1 (Edifício Laje Nervurada)	64
Tabela 19 - Orçamento do Tipo 1, parte 2 (Edifício Laje Nervurada)	65
Tabela 20 - Orçamento do Tipo 2, parte 1 (Edifício Laje Nervurada)	66
Tabela 21 - Orçamento do Tipo 2, parte 2 (Edifício Laje Nervurada)	67
Tabela 22 - Orçamento do Tipo 3, parte 1 (Edifício Laje Nervurada)	68
Tabela 23 - Orçamento do Tipo 3, parte 2 (Edifício Laje Nervurada)	69
Tabela 24 - Orçamento da coberta, parte 1 (Edifício Laje Nervurada).....	70
Tabela 25 - Orçamento da coberta, parte 2 (Edifício Laje Nervurada).....	71
Tabela 26 - Orçamento resumido da estrutura do Edifício de Lajes nervuradas.....	72
Tabela 27 - Configuração inicial das lajes treliçadas	73
Tabela 28 - Momentos máximos e mínimos das vigas, edifício com lajes treliçadas.....	75
Tabela 29 - Carga vertical máxima sobre os pilares, para o edifício de laje treliçada	76

Tabela 30 - Resumo estrutural dos pilares (Laje treliçada)	77
Tabela 31 - Quantitativo da fundação (Edifício Laje treliçada)	78
Tabela 32 - Quantitativo do térreo (Edifício Laje Treliçada).....	79
Tabela 33 - Quantitativo do pavimento tipo 1 (Edifício laje treliçada).....	79
Tabela 34 - Quantitativo do pavimento tipo 2 (Edifício laje treliçada).....	79
Tabela 35 - Quantitativo do pavimento tipo 3 (Edifício laje treliçada).....	79
Tabela 36 - Quantitativo da cobertura (Edifício laje treliçada).....	79
Tabela 37 - Estrutura analítica de projeto da estrutura do Edifício de Laje treliçada	80
Tabela 38 - Ficha de composição própria TCC_1005	81
Tabela 39 - Ficha de composição própria TCC_1005B	81
Tabela 40 - Ficha de composição própria TCC_1105	82
Tabela 41 - Orçamento da fundação (edifício laje treliçada)	83
Tabela 42 - Orçamento da fundação (edifício laje treliçada)	84
Tabela 43 - Orçamento do pavimento tipo 1 (edifício laje treliçada).....	85
Tabela 44 - Orçamento do pavimento tipo 2 (edifício laje treliçada).....	86
Tabela 45 - Orçamento do pavimento tipo 3 (edifício laje treliçada).....	87
Tabela 46 - Orçamento da Cobertura (edifício laje treliçada).....	88
Tabela 47 - Resumo do orçamento da estrutura do Edifício de Laje treliçada.....	89
Tabela 48 - Custo total dos dois edifícios	90
Tabela 49 - Comparativo entre o gasto com laje dos dois edifícios.....	90
Tabela 50 - Ficha SINAPI 87503	91
Tabela 51 - Ficha Construtora Macedo 9041523	91
Tabela 52 - Ficha Construtora Macedo 9041545	92
Tabela 53 - Ficha SINAPI 96366	92
Tabela 54 - Orçamento da alvenaria convencional (Edifício laje nervurada).....	93
Tabela 55 - Orçamento Drywall (Edifício laje treliçada).....	93
Tabela 56 - Cálculo de dias para construir a laje do pavimento tipo 1 com cubetas.....	93
Tabela 57 - Cálculo de dias para construir a laje do pavimento tipo 1 com vigotas treliçadas	94
Tabela 58 - Peso específico dos materiais de construção - fonte: NBR 6120:1980.....	99
Tabela 59 - Valores mínimos das cargas verticais - fonte: NBR 6118:1980	100
Tabela 60 - Coeficiente $\gamma_f = \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f3}$ - fonte: NBR 6118:2014.....	101
Tabela 61 - Valores do coeficiente γ_{f2} - fonte: NBR 6118:2014.....	101

Tabela 62 - Combinações últimas - fonte: NBR 6118:2014	102
Tabela 63 - Combinações de serviço - fonte: NBR 6118:2014.....	103
Tabela 64 - Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal – fonte: NBR 6118:2014	103
Tabela 67 - valores de β_x e k_s para o aço CA 50 - fonte: puc.goias.edu.br	104
Tabela 65 - Valores mínimos para armaduras passivas aderentes - fonte: NBR 6118:2014	105
Tabela 66 - Taxas mínimas de armadura de flexão - fonte: NBR 6118:2014.....	105
Tabela 68 - Tabela de Armaduras adicionais I - fonte: Belgo.....	106
Tabela 69 - Tabela de Armaduras adicionais II - fonte: Belgo	106
Tabela 70 - Tabela de Armaduras adicionais III - fonte: Belgo	106
Tabela 71 - Tabela de Armaduras adicionais IV - fonte: Belgo.....	107
Tabela 72 - Tabela de Armaduras adicionais V - fonte: Belgo	107
Tabela 73 - Tabela de Armaduras adicionais VI - fonte: Belgo.....	108
Tabela 74 - Tabela de Armaduras adicionais VII - fonte: Belgo.....	108
Tabela 75 - Ficha SINAPI 96541	109
Tabela 76 - Ficha SINAPI 96546	109
Tabela 77 - Ficha SINAPI 96558	110
Tabela 78 - Ficha SINAPI 92759	110
Tabela 79 - Ficha SINAPI 92427	111
Tabela 80 - Ficha SINAPI 92720	111
Tabela 81 - Ficha SINAPI 96542	112
Tabela 82 - Ficha SINAPI 96557	112
Tabela 83 - Ficha SINAPI 92464	113
Tabela 84 - Ficha SINAPI 92490	113
Tabela 85 - Ficha SINAPI 92768	114
Tabela 86 - Ficha SINAPI 92725	114
Tabela 87 - Ficha SINAPI 92522	115

Lista de equações

Equação (1).....	23
Equação (2).....	27
Equação (3).....	28
Equação (4).....	28
Equação (5).....	28
Equação (6).....	28
Equação (7).....	28
Equação (8).....	28
Equação (9).....	28
Equação (10).....	29
Equação (11).....	29
Equação (12).....	29
Equação (13).....	29
Equação (14).....	29
Equação (15).....	30
Equação (16).....	30
Equação (17).....	30
Equação (18).....	31
Equação (19).....	42
Equação (20).....	42
Equação (21).....	43
Equação (22).....	43
Equação (23).....	43
Equação (24).....	54
Equação (25).....	55
Equação (26).....	56
Equação (27).....	72
Equação (28).....	72
Equação (29).....	75
Equação (30).....	76
Equação (31).....	82
Equação (32).....	82

Equação_(33).....	82
Equação_(34).....	82
Equação_(35).....	89
Equação_(36).....	89
Equação_(37).....	90
Equação_(38).....	90
Equação_(39).....	90
Equação_(40).....	92
Equação_(41).....	93
Equação_(42).....	93

Sumário

1. Introdução.....	18
1.1 Justificativa.....	20
1.2 Objetivos.....	20
1.2.1 Objetivo geral	20
1.2.2 Objetivos específicos.....	20
2. Revisão bibliográfica.....	21
2.1 Lajes nervuradas	21
2.2 Ações	22
2.3 Lajes moldadas in loco	23
2.3.1 Materiais	23
2.3.2 Cálculo.....	25
2.3.3 Execução.....	31
2.4 Lajes treliçadas pré-fabricadas	34
2.4.1 Materiais	35
2.4.2 Projeto e carregamentos.....	41
2.4.3 Execução.....	45
3. Metodologia.....	48
4. Desenvolvimento e resultados.....	50
4.1 Laje Nervurada	50
4.1.1 Concepção	50
4.1.2 Pré-dimensionamento	52
4.1.3 Dimensionamento das armaduras.....	56
4.1.4 Orçamento	59
4.2 Laje treliçada	73
4.2.1 Concepção	73
4.2.2 Pré-dimensionamento	74

4.2.3 Dimensionamento das armaduras	77
4.2.4 Orçamento	79
4.3 Comparativos.....	90
4.3.1 Custo das estruturas.....	90
4.3.2 Custo das alvenarias atuantes	91
4.3.3 Duração de construção das lajes.....	93
5. Conclusão	95
5.1 Sugestões para trabalhos futuros	96
6. Referências	97

1. Introdução

A construção civil caminha junto ao progresso da humanidade como, por exemplo, na construção de aquedutos e represas para o abastecimento hídrico, na criação de estradas para o deslocamento, na edificação de casas para habitação, na implantação de moinhos, cuja primeira função foi a moagem de grãos, mais tarde teve a função de gerar energia. A sociedade romana foi muito importante no avanço da engenharia, seja na invenção ou na melhoria de ideias das sociedades mais antigas.

A engenharia continuou evoluindo ao longo dos anos, surgiram novas invenções, novos conceitos, novas técnicas. Uma dessas técnicas é a racionalização construtiva - que, segundo Novelli (2017), é um processo de grande otimização tanto do tempo como de produtos, matérias, e o número de pessoas destinadas para a mão de obra propriamente dita. É um planejamento que tem serventia de longo prazo, e através dele, muitos outros benefícios são atingidos tanto para o cliente contratante como para a empresa e seus funcionários.

Uma das maneiras de racionalização é a utilização de materiais pré-moldados ou pré-fabricados. De acordo com a NBR 9062, pré-moldado é o elemento que é executado fora do local definitivo de utilização, produzido em condições menos rigorosas de controle de qualidade, sem a necessidade de pessoas, laboratório e instalações congêneres próprias; pré-fabricado é o elemento produzido fora do local definitivo da estrutura, em usina ou instalações análogas que disponham de pessoal e instalações laboratoriais permanentes para o controle de qualidade.

No Brasil, destaca-se o crescimento do uso de lajes pré-moldadas. As vantagens das lajes pré-moldadas ou pré-fabricadas é que elas conseguem vencer grandes vãos com quantidade mínima de altura, permitem agilidade ao andamento da obra, diminuição das etapas de produção, redução da mão de obra e facilidade na execução.

Os tipos de lajes pré-moldadas mais utilizadas são: lajes treliçadas - vigotas de concreto armado, constituídas por uma base de concreto que serve de apoio para uma treliça metálica, revestidas por tabelas de concreto ou cerâmicas, ou com placas de isopor (EPS); lajes alveolares - constituídas por painéis de concreto protendido vazados, com alvéolos longitudinais, que permitem a redução do peso da peça; lajes com vigota "T" - são as mais convencionais, constituídas por vigotas de concreto e tabelas de concreto ou cerâmicas, as

vigotas são trilhos maciços com seção transversal “T” que servem de encaixe para as tabelas, que são blocos utilizados para o revestimento da laje. (PEREIRA, 2017).

Apesar da praticidade - dessas novas técnicas construtivas, é sempre importante haver um planejamento prévio para qualquer tipo de obra. O planejamento é muito mais do que prever datas e prazos. Planejar é uma tarefa complexa, que envolve todos os aspectos da obra, desde mão de obra até os suprimentos que serão utilizados — e o planejador deve considerar cada detalhe para evitar surpresas. (MOBBUS CONSTRUÇÃO, 2016).

Tratando das lajes pré-moldadas, é importante que o responsável pela obra analise o melhor modelo a ser empregado. Alguns fatores que podem ser observados são: custo da laje, peso da laje, habilidade da mão de obra, resistência, disponibilidade dos materiais, tempo de construção, viabilidade, etc. Dessa maneira, analisando as vantagens e desvantagens de cada método, é possível escolher a melhor opção para determinada construção.

1.1 Justificativa

No Brasil, os tipos de lajes pré-moldadas mais comuns são as lajes nervuradas bidirecionais com formas de polipropileno e as lajes treliçadas. Ambas possuem suas vantagens e desvantagens, cabe ao executor da obra escolher a que melhor se adequa aos seus critérios.

Comparar sistemas construtivos é fundamental para conseguir uma redução de custos de forma responsável, considerando todos os aspectos de cada um dos sistemas, como: durabilidade, desempenho, mão de obra e matéria-prima. (MAPA DA OBRA, 2019).

A escolha do tema desse projeto de pesquisa aplicada foi motivada pela popularidade desses dois métodos, principalmente na cidade de Campina Grande, e ainda pelo crescimento da aplicação deles. Assim, pretende-se compará-los, e determinar com base científica, a melhor opção.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo comparar dois dos tipos de lajes nervuradas mais populares: lajes nervuradas bidirecionais com formas de polipropileno, e lajes treliçadas pré-fabricadas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Comparar os custos finais de cada estrutura;
- Verificar a praticidade de execução das lajes.
- Contrapor o tempo de execução das lajes
- Analisar o fornecimento de material, na cidade de Campina Grande;

2. Revisão bibliográfica

2.1 Lajes nervuradas

A NBR 6118:2014 define lajes(placas) como “elementos de superfície plana sujeitos principalmente a ações normais a seu plano. As placas de concreto são usualmente denominadas lajes”. Ainda de acordo com a NBR 6118:2014, Lajes nervuradas são as lajes cuja zona de tração para momentos positivos está localizada nas nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte.

Segundo Nolasco (2014) - As lajes podem ser diferenciadas por seu tipo de apoio e pela relação entre os seus lados. Quanto às condições de apoio as lajes podem ser denominadas: laje isolada, laje contínua, laje em balanço ou laje lisa ou cogumelo. As lajes contínuas são compostas por lajes que possuem continuidade nas bordas além dos apoios. As lajes em balanço possuem três bordas livres, ou seja, são apoiadas somente por uma de suas bordas. Já as lajes lisas e cogumelo não se apoiam sobre vigas. A relação entre os lados de uma laje determina a classificação da laje em laje armada em uma direção ou armada em duas direções – também denominada laje armada em cruz.

Bocchi Júnior (1995) divide em dois grandes grupos as lajes nervuradas: lajes nervuradas moldadas “in loco” e lajes nervuradas pré-moldadas. As lajes moldadas “in loco” são executadas totalmente na obra, na posição definitiva. Com relação às lajes pré-moldadas, parte dela é executada fora do local definitivo. A figura 1 exemplifica um modelo real de laje nervurada.

Figura 1 - Exemplo de laje nervurada



fonte: www.galvaminas.com.br

2.2 Ações

A NBR 8681:2003 trata a respeito das ações e segurança nas estruturas. O conceito de ações, segundo a norma é: “Causas que provocam esforços ou deformações nas estruturas. Do ponto de vista prático, as forças e as deformações impostas pelas ações são consideradas como se fossem as próprias ações. As deformações impostas são por vezes designadas por ações indiretas e as forças, por ações diretas.”

Ainda de acordo com a NBR 8681:2003, as ações são classificadas em três categorias, de acordo com a sua variabilidade no tempo: ações permanentes, ações variáveis e ações excepcionais.

Quanto às ações permanentes, há uma subclassificação: ações permanentes diretas - pesos próprios dos elementos da construção, pesos dos equipamentos fixos e os empuxos devidos ao peso próprio de terras não removíveis – e as ações permanentes indiretas – a protensão, os recalques de apoio e a retração dos materiais.

Para as ações variáveis, leva – se em conta as cargas acidentais das construções, a força do vento, as variações de temperatura, o atrito nos aparelhos de apoio e as pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas.

Por fim, as ações excepcionais são definidas como os efeitos resultantes de causas como explosões, choques de veículos, incêndios, enchentes ou sismos. Entretanto, os incêndios também podem ser considerados mediante uma redução da resistência dos materiais característicos da estrutura.

Com relação às ações atuantes nas lajes nervuradas, José de Moura (2019) destaca as cargas de revestimento, peso do concreto, peso do material de enchimento, sobrecarga de utilização e eventuais paredes sobre as lajes.

A Tabela 58 (em anexo), retirada da NBR 6120:1980 apresenta valores para o peso específico dos materiais de construção. Para este estudo, é relevante saber os valores relacionados aos blocos artificiais (que podem ser utilizados como enchimento) e aos revestimentos e concretos:

Com relação às cargas acidentais, a NBR 6120:1980 dispõe da Tabela 59, em anexo, que apresenta valores mínimos das cargas verticais.

A NBR 6118:2014 destaca a importância dos coeficientes de ponderação das ações (γ_f), calculados na Equação 1, e são estabelecidos nas Tabelas anexadas 60 e 61.

$$\gamma_f = \gamma_{f1} + \gamma_{f2} + \gamma_{f3} \quad (1)$$

Ainda de acordo com a NBR 6118:2014, deve ser feita a combinação das ações, para que os efeitos mais desfavoráveis à estrutura sejam determinados. A segurança em relação aos Estados Limites Últimos deve ser verificada em função de combinações últimas, assim como a verificação de segurança em relação aos Estados Limites de serviço deve ser em função das combinações de serviço.

A NBR 6118:2014 apresenta as Tabelas 62 e 63 (em anexo) para auxílio da determinação dessas combinações:

2.3 Lajes moldadas in loco

Conforme Bocchi Júnior (1995) as lajes nervuradas moldadas “in loco” são executadas exclusivamente na obra, com as nervuras e mesas preparadas na localidade definitiva, durante toda a vida útil da construção. A seguir, estão descritos os elementos constituintes desse tipo de laje

2.3.1 Materiais

Ademais, Bocchi Júnior (1995) lista os insumos utilizados na execução das lajes nervuradas moldadas no local: aço, aditivos, concreto, escoramento, fôrmas e mão de obra.

O concreto é um material heterogêneo, que é resultado da combinação de um aglomerante hidráulico com agregados e água. O cimento Portland é o aglomerante mais empregado. Os agregados, dividem-se em grãos e miúdos, sendo a pedra britada o agregado grão mais comum, quanto ao agregado miúdo mais frequente, tem-se a areia natural. (ROMANO, 2004).

O aço aplicado deve ser designado restritamente ao concreto armado. A NBR 7480:2007 estabelece as exigências na aquisição, fabricação e fornecimento das barras e fios de aço para o concreto armado. As barras de aço são geralmente utilizadas para resistir a

esforços de tração e cisalhamento, eventualmente podem resistir à compressão. Podem também ter função de distribuição, ou amarração de armaduras.

A NBR 11768:2019 define aditivos: “Produtos que adicionados em pequena quantidade a concretos de cimento Portland modificam algumas de suas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições.” As principais aplicações são: acelerador de pega, plastificantes e superfluidantes. Bocchi Júnior (2005) recomenda para lajes nervuradas aditivos plastificantes, uma vez que as dimensões reduzidas das nervuras dificultam o adensamento do concreto.

O escoramento é uma ferramenta que sustenta a edificação temporariamente, enquanto há a cura do concreto. Recomenda-se que os escoramentos sejam retirados completamente apenas após 28 dias de concretagem. Os tipos mais comuns são os escoramentos metálicos ou escoramentos de madeira. Na Figura 2, pode-se observar o escoramento metálico

Figura 2 - Escoramento metálico



fonte: bh andaimes

Nas construções em que os espaços entre as nervuras fiquem vazios, é necessário o emprego de fôrmas. De acordo com Silva (2005) têm-se optado pela utilização das formas de polipropileno (Figura 3), em detrimento às formas de madeira, uma vez que as formas de polipropileno são mais baratas, mais leves e proporcionam uma ótima precisão nas dimensões e acabamentos. A desforma é simples e manual, e ao contrário dos elementos de enchimento, não incorporam peso extra às lajes.

Figura 3 - Formas de polipropileno



fonte: atex.com.br

2.3.2 Cálculo

“A laje nervurada pode ser entendida como um elemento estrutural constituído por vigas (em uma ou em duas direções ortogonais ou não), solidarizadas pela mesa ou capa de concreto. O comportamento estático é intermediário entre o de uma grelha e o de uma laje maciça”. (BASTOS, 2005)

O item 13.2.4.2 da NBR 6118:2014 apresenta algumas recomendações para as lajes nervuradas:

“A espessura da mesa, quando não houver tubulações horizontais embutidas, deve ser maior ou igual a $1/15$ da distância entre nervuras e não menor que 3 cm.

O valor mínimo absoluto deve ser 4 cm, quando existirem tubulações embutidas de diâmetro máxi 12,5 mm.

A espessura das nervuras não deve ser inferior a 5 cm.

Nervuras com espessura menor que 8 cm não devem conter armadura de compressão.

Para o projeto das lajes nervuradas devem ser obedecidas as seguintes condições:

a) para lajes com espaçamento entre eixos de nervuras menor ou igual a 65 cm, pode ser dispensada a verificação da flexão da mesa, e para a verificação do cisalhamento da região das nervuras, permite-se a consideração dos critérios de laje;

b) para lajes com espaçamento entre eixos de nervuras entre 65 cm e 110 cm, exige-se a verificação da flexão da mesa e as nervuras devem ser verificadas ao cisalhamento como

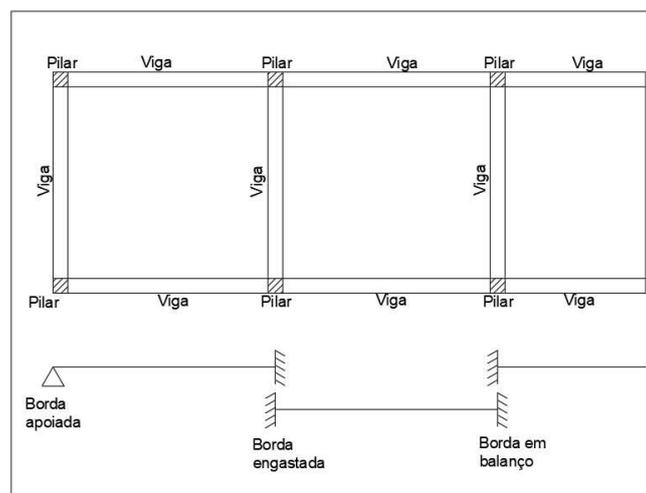
vigas; permite-se essa verificação como lajes se o espaçamento entre eixos de nervuras for até 90 cm e a largura média das nervuras for maior que 12 cm;

c) para lajes nervuradas com espaçamento entre eixos de nervuras maior que 110 cm, a mesa deve ser projetada como laje maciça, apoiada na grelha de vigas, respeitando-se os seus limites mínimos de espessura”

2.3.2.1 Vinculação das lajes

De acordo com Bocchi Júnior (1995), as lajes nervuradas podem ter suas bordas simplesmente apoiadas, engastadas ou em balanço, conforme mostra a Figura 4. Recomenda-se que bordas engastadas e em balanço sejam evitadas, uma vez que causarão momentos negativos na laje, sendo necessário assim, a disposição de armadura negativa para resistir a esses momentos.

Figura 4 - Exemplos de bordas



fonte própria

2.3.2.2 Esforços solicitantes

Bastos (2005) lista diferentes teorias para o cálculo dos esforços solicitantes e as deformações nas lajes armadas em duas direções:

- *Teoria das Placas: desenvolvida com base na Teoria da Elasticidade; podem ser determinados os esforços e as flechas em qualquer ponto da laje;*
- *Processos aproximados;*
- *Método da Linhas de Ruptura ou das Charneiras Plásticas;*
- *Métodos Numéricos, como o dos Elementos Finitos, de Contorno etc.*

Em suas instruções, Bastos (2005) lida com tabelas desenvolvidas por Barés e adaptadas por Pinheiro (1994). As tabelas servem para o cálculo dos momentos fletores em lajes retangulares com apoios nas quatro bordas. Conforme as tabelas, os momentos são calculados pela Equação 2:

$$M = \mu * \frac{p * l_x^2}{100} \quad (2)$$

Onde:

- M : momento fletor (kn.m/m);
- μ : coeficiente tabelado, de acordo com cada tipo de laje;
- p : valor da carga atuante na laje (kn/m²);
- l_x : menor vão da laje.

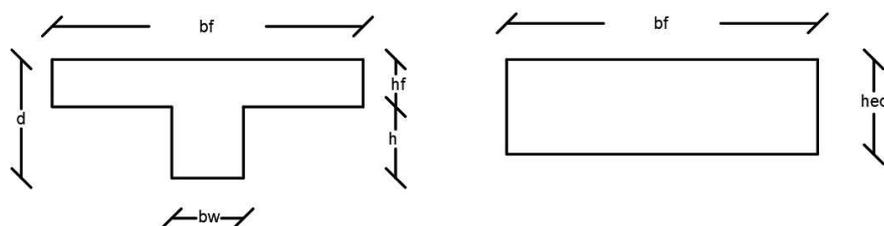
2.3.2.3 Espessura equivalente

De acordo com a NBR 6118:2014, lajes nervuradas bidirecionais podem ser calculadas como lajes maciças, com relação aos esforços solicitantes.

Para validar essa relação, é importante encontrar uma espessura equivalente da laje nervurada, como laje maciça. (RIZZATTI, 2017).

Rizzatti (2017) demonstra o método da igualdade dos momentos de inércia, que consiste em calcular uma altura equivalente para uma seção retangular, de modo que a inércia da seção retangular seja igual à seção original T. (Figura 5).

Figura 5 - Exemplo de espessura equivalente



fonte própria

2.3.2.4 Cobrimento

“o *cobrimento mínimo da armadura é o menor valor que deve ser respeitado ao longo de todo o elemento considerado e que se constitui num critério de aceitação.*” (NBR 6118:2014)

A NBR 6118:2014 também apresenta uma tabela, para determinação do cobrimento nominal, em função da classe de agressividade (Tabela anexada 64):

2.3.2.5 Armaduras de flexão

Bastos (2010) orienta um roteiro de cálculo, para encontrar as áreas de aço. O cálculo é feito com equações com coeficiente K , originalmente elaboradas para seções retangulares, entretanto, para seção T também pode-se utilizar as tabelas construídas para seções retangulares. Inicialmente, é verificada a posição da linha neutra, calculando k_c , pela Equação 3:

$$k_c = \frac{b_f * d^2}{M_d} \quad (3)$$

Com o valor de k_c , é possível determinar os valores de β_x e k_s , a partir da Tabela 65, em anexo, (exclusiva para Aço CA 50).

Conhecendo β_x e d , é possível determinar o valor de x (Equação 4):

$$x = \beta_x * d \quad (4)$$

Se $0,8 * x \leq h_f$; o cálculo pode realmente ser feito para seção retangular, com largura b_f e altura h (Equação 5).

$$A_s = k_s * \frac{M_d}{d} \quad (5)$$

Se $0,8 * x > h_f$; deve-se dividir o momento resistente em M_{1d} e M_{2d} . M_{1d} é fornecido pela área da mesa comprimida. Adota-se $0,8 x' = h_f$. Logo (Equação 6):

$$x' = \frac{h_f}{0,8} = 1,25 h_f \quad (6)$$

Variável β_x (Equação 7):

$$\beta_x = \frac{1,25 h_f}{d} \quad (7)$$

Com β_x é possível determinar o valor de k_c na Tabela 65, em seguida (Equação 8):

$$M_{1d} = \frac{(b_f - b_w) * d^2}{k_c} \quad (8)$$

Com o valor de M_{1d} é possível determinar M_{2d} (Equação 9):

$$M_{2d} = M_d - M_{1d} \quad (9)$$

Logo (Equação 10),

$$k_c = \frac{b_w * d^2}{M_{2d}} \quad (10)$$

Considerando o dimensionamento nos domínios 2 e 3 (Equações 11 e 12):

$$A_S = A_{S1} + A_{S2} \quad (11)$$

$$A_S = \frac{M_{1d}}{f_{yd}(d - 0,5h_f)} + k_s * \frac{M_{2d}}{d} \quad (12)$$

2.3.2.6 Verificação ao cisalhamento

Silva (2005) sintetiza os cálculos com relação à armadura de cisalhamento, no qual lajes com eixos entre nervuras inferiores à 65 cm podem prescindir dessa armadura, desde que o valor solicitante de cálculo obedeça a Equação 13:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1} \quad (13)$$

Sendo,

- V_{sd} : força cortante de cálculo;
- V_{Rd1} : resistência de cálculo ao cisalhamento (Equação 14)

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} * k(1,2 + 40\rho_1)] * b_w * d \quad (14)$$

Sendo,

- $\tau_{Rd} = \frac{0,25 * f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$;
- $\rho_1 = \frac{A_{S1}}{b_w * d} \leq 0,02$;
- $k = (1,6 - d) \geq 1$, com d em metros

Sendo:

- τ_{Rd} : tensão de cisalhamento resistente de cálculo limite;
- $f_{ctk,inf}$: resistência característica à tração do concreto com o valor inferior, medido por ensaios de prisma à flexão;
- A_{S1} : área da armadura de tração;
- b_w : largura mínima da seção ao longo da altura útil d.

Ainda de acordo com a síntese de Silva (2005): “a verificação da compressão diagonal do concreto em elementos sem armadura de cisalhamento deve ser feita comparando a força cortante solicitante de cálculo V_{Sd} com a resistência de cálculo V_{Rd2} ” (Equação 15).

$$V_{Rd2} = 0,5 * \alpha_{v1} * f_{cd} * b_w * 0,9 * d \quad (15)$$

Sendo:

- V_{Rd2} : força cortante resistente de cálculo, relacionada à ruína das diagonais comprimidas em elementos sem armaduras de cisalhamento;
- $\alpha_{v1} = \frac{0,7-f_{ck}}{200} \leq 0,5$
- $f_{cd} = f_{ck}/1,4$, resistência de cálculo do concreto à compressão.

Por fim, Silva (2005) destaca uma verificação simultânea necessária (Equações 16 e 17):

$$V_{sd} \leq V_{Rd2} \quad (16)$$

$$V_{sd} \leq V_{Rd3} = V_C + V_{sw} \quad (17)$$

Sendo:

- V_{sd} : força cortante de cálculo;
- V_{Rd2} : força cortante resistente de cálculo, relacionada à ruína das diagonais comprimidas em elementos sem armaduras de cisalhamento;
- V_{Rd3} : força cortante resistente de cálculo, relacionada à ruína por tração diagonal;
- V_C : parcela da força cortante absorvida por mecanismos complementares ao de treliça;
- V_{sw} : parcela resistida pela armadura transversal.

2.3.2.7 Armaduras máxima e mínima

a) Armadura mínima:

De acordo com Silva (2005), define-se a armadura mínima de modo que esta seja capaz de absorver os esforços de tração causados por um momento fletor capaz de provocar a primeira fissura na estrutura.

A NBR 6118:2014 apresenta a Tabela 66 (em anexo) que auxilia nesse cálculo de armadura mínima:

Para os valores de ρ_{min} , a NBR 6118:2014 apresenta a Tabela 67 (em anexo):

b) Armadura máxima

Para armadura máxima, a NBR 6118:2014 apresenta apenas uma condição: “A soma das armaduras de tração e de compressão ($A_s + A_s'$) não deve ter valor maior que 4% A_c ” (Equação 18).

$$A_s + A_s' \leq 0,04A_c \quad (18)$$

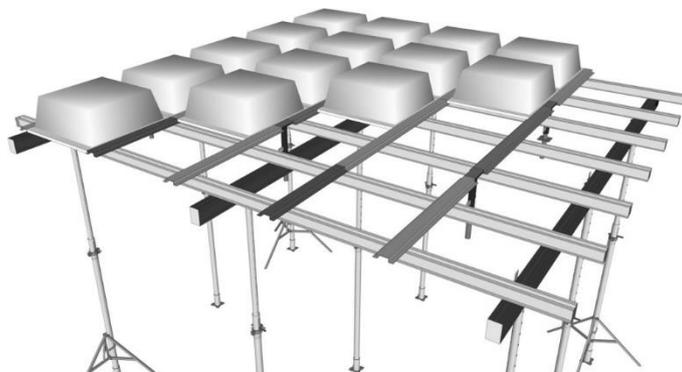
2.3.3 Execução

2.3.3.1 Colocação dos escoramentos

Conforme Silva (2005), inicialmente é feito o nivelamento e acerto do piso, que serve de apoio para as escoras. As escoras podem ser feitas de madeira, ou metálicas.

Ainda de acordo com Silva (2005), na utilização de formas de polipropileno, o escoramento é composto por pontaletes, guias, travessões e travessas (Figura 6). As formas de polipropileno apoiam-se nas travessas, que por sua vez, são apoiadas nos travessões, estes apoiados nas guias, que por fim, apoiam-se nos pontaletes.

Figura 6 - exemplo de escoramento com pontaletes, guias, travessões e travessas



fonte: www.sh.com.br

2.3.3.2 Montagem das formas

Segundo Rizzatti (2017), as fôrmas reaproveitáveis (Figura 7) contribuem bastante para diminuição do peso próprio da laje, uma vez que dispensa o uso de materiais de enchimento. Para facilitar a sua retirada sem danificar o concreto e as nervuras, é muito importante a passagem de algum desformante químico antes da concretagem.

Figura 7 - Formas de polipropileno montadas



fonte: www.aecweb.com.br

2.3.3.3 Colocação das armaduras

Silva (2005) descreve o passo-a-passo de colocação das armaduras: se não for necessária a utilização de armaduras transversais nas nervuras, deve-se colocar primeiramente a armadura longitudinal principal das nervuras. Logo após, deve ser posicionada a armadura de distribuição (na mesa da laje). Por fim, é feita disposição da armadura negativa (armadura superior).

Ainda de acordo com Silva (2005), se for necessário utilizar armadura transversal, esta deve ser amarrada por meio de arame à armadura longitudinal principal, e à armadura longitudinal construtiva, formando um conjunto. A montagem desse conjunto deve ser feita fora da nervura, em seguida, deve ser colocado na mesma.

Por fim, Silva (2005) destaca a importância do emprego de espaçadores, garantindo o cobrimento mínimo necessário à proteção das armaduras contra intempéries. As Figuras 8 e 9 exemplificam na prática esse posicionamento das armaduras:

Figura 8 - laje nervurada com armadura positiva posicionada / Figura 9 - laje nervurada com todas as armaduras posicionadas



fonte: www.escolaengenharia.com.br

2.3.3.4 Concretagem

Rizzatti (2017) classifica a concretagem como uma etapa muito importante e dinâmica na rotina da construção. Por se tratar de uma laje, o volume de concreto é grande, dependendo do tamanho da laje, o processo de concretagem pode demorar o dia todo. Por ser um trabalho longo e agitado, está sujeito a erros involuntários durante o período de concretagem.

O autor destaca, ainda, a importância de dividir bem a equipe de trabalho. Ao passo que o concreto é derramado, é indispensável o uso de vibradores para espalhar o concreto por toda laje e por todas as nervuras igualmente.

Figura 10 - Concretagem de laje nervurada



fonte: www.ufrgs.br

2.3.3.5 Cura

A cura do concreto é a técnica que visa à hidratação do concreto com o objetivo de diminuir os efeitos da evaporação prematura da água na estrutura concretada. E, como consequência, o surgimento de fissuras e trincas. (Tecnosil, 2021)

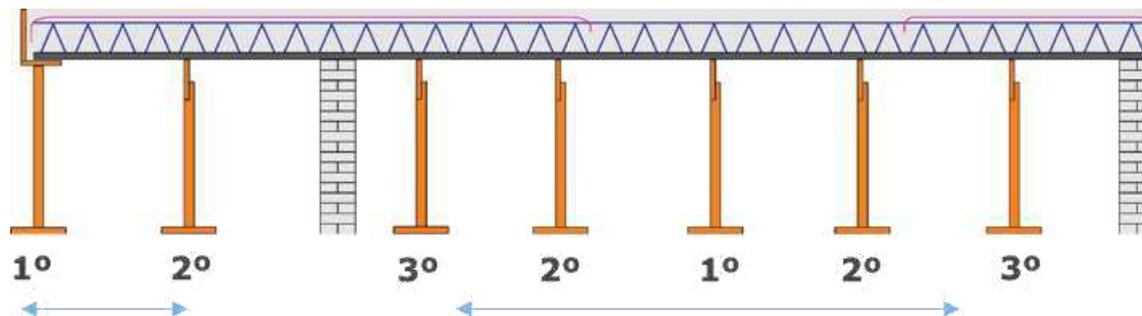
Silva (2005) afirma que a cura deve ser iniciada logo após a concretagem da laje, a fim de impedir o aparecimento de fissuras no concreto por retração. Recomenda-se que a superfície da laje seja molhada várias vezes ao dia por pelo menos 3 dias após a concretagem.

2.3.3.6 Retirada das formas e do escoramento

A retirada do escoramento deve seguir o funcionamento estrutural do painel da laje. Se a laje for biapoiada, as escoras devem começar a ser retiradas a partir do centro, em direção às extremidades dos vãos. Nas lajes em balanço, devem ser retiradas da extremidade livre para a extremidade apoiada.

Conforme Silva (2005), em edifícios com múltiplos pavimentos, o escoramento do piso inferior não deve ser retirado antes do término da laje imediatamente superior. Os escoramentos não devem ser retirados antes de pelo menos quatorze dias após a concretagem. (Figura 11).

Figura 11 - orientação de como retirar os escoramentos



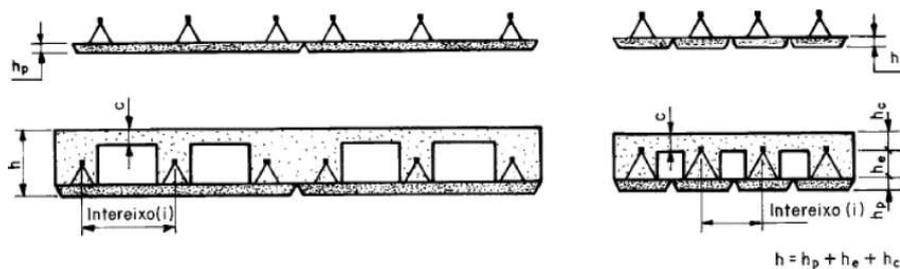
fonte: lajesmartins.com.br

2.4 Lajes treliçadas pré-fabricadas

De acordo com a NBR 14860-1/2002, a laje pré-fabricada unidirecional é formada por uma seção final maciça ou nervurada, constituída por nervuras principais longitudinais (NL) dispostas em uma única direção. Podem ser empregadas algumas nervuras transversais (NT) perpendiculares às nervuras principais.

A NBR 14860–1/2002 também conceitua pré-lajes: através das siglas PLT (pré-laje treliçada) e PLP (pré-laje protendida), como sendo placas com espessura de 3,0 cm a 5,0 cm e larguras padronizadas. São 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 a seção de concreto da nervura. O cobrimento da armadura deve obedecer ao prescrito na NBR 9062 (Figura 12)

Figura 12 - Pré-laje treliçada (PLT) e Laje nervurada com pré-laje treliçada e elemento de enchimento



Legenda:

- c é a capa;
- h é a altura total;
- h_p é a altura da pré-laje;
- h_e é a altura do elemento de enchimento;
- h_c é a altura da capa.

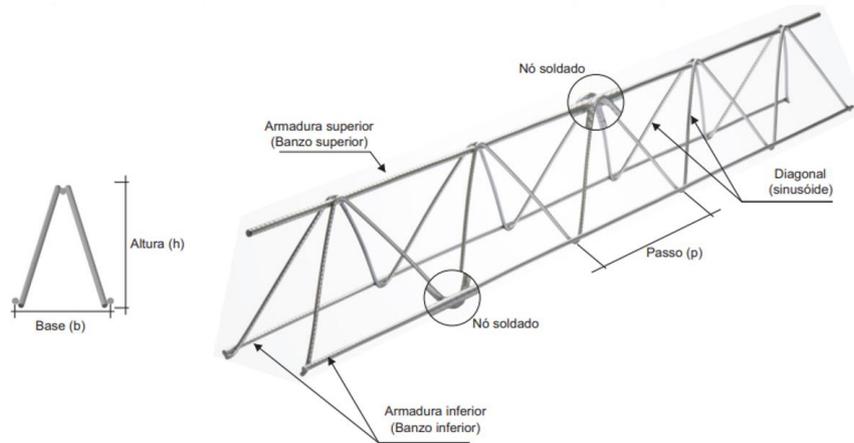
fonte: NBR 14860-1:2002

2.4.1 Materiais

2.4.1.1 Armadura treliçada

Conforme Bastos (2015), na laje treliça a armadura das nervuras tem a forma de uma treliça espacial (Figura 13). O banzo inferior é constituído por duas barras e o banzo superior por uma barra. Os banzos inferior e superior são unidos por barras diagonais inclinadas (em sinusóide), soldadas por eletrofusão. Proporcionam rigidez ao conjunto, melhoram o transporte e manuseio das vigotas já prontas e aumentam a resistência aos esforços cortantes.

Figura 13 - Armação em formato de treliça



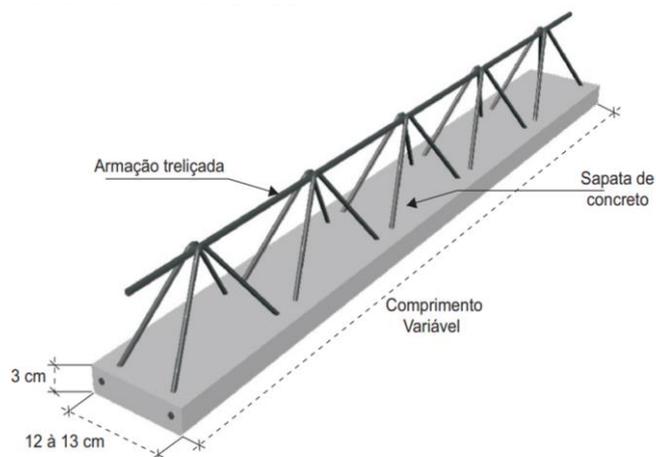
fonte: Faulim

2.4.1.2 Vigota treliçada

Segundo Bastos (2015): as vigotas ou trilhos são constituídos pela armação treliçada com o banzo inferior coberto por concreto, em forma de uma placa fina. As vigotas, em conjunto com a capa de concreto (ou mesa), fornecem a resistência necessária à laje, atuando para resistir aos momentos fletores e às forças cortantes.

Essas vigotas servem de apoio também aos blocos cerâmicos ou de isopor (EPS), constituem as nervuras principais (vigas) da laje treliçada, podem conter barras longitudinais adicionais, que proporcionam maior resistência à flexão possibilitando vencer vãos maiores. Na Figura 14, pode-se observar a representação da vigota.

Figura 14 - Placa fina de concreto envolvendo o banzo inferior



fonte: Faulim

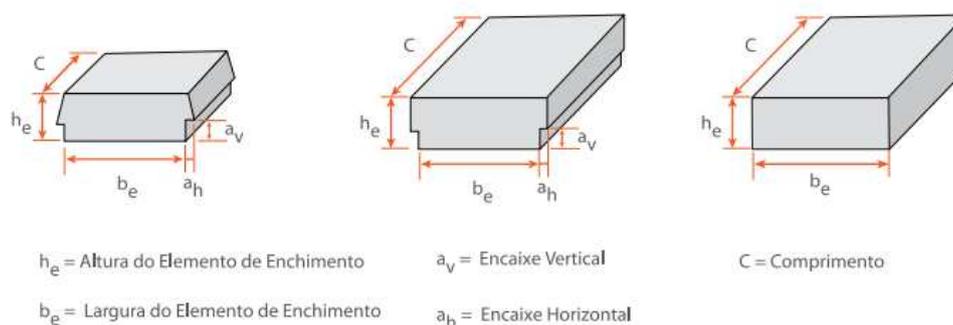
2.4.1.3 Elementos de enchimento

São componentes pré-fabricados com materiais inertes de vários tipos: EPS (isopor), cerâmico, concreto ou do tipo caixão perdido, que são contraformas de madeira ou peças de material resinado. São intercalados entre as vigotas ou sobre as pré-lajes, e suas funções principais são reduzir o volume do concreto, o peso próprio da laje e servir como forma para o concreto complementar. Não são considerados elementos resistentes a esforços nos cálculos de resistência e rigidez da laje. (ARCELORMITTAL, 2010).

Os materiais de enchimento mais utilizados atualmente são o bloco cerâmico e o EPS, sigla internacional do poliestireno expandido (isopor). Este último é um material mais leve como enchimento, porém o cerâmico tem um custo menor. Outra vantagem da utilização do EPS é seu alto grau de isolamento térmico e acústico. (ARCELORMITTAL, 2010).

Na Figura 15 estão representados os blocos de EPS, e suas dimensões.

Figura 15 - dimensões dos elementos de enchimento



fonte: ArcelorMittal

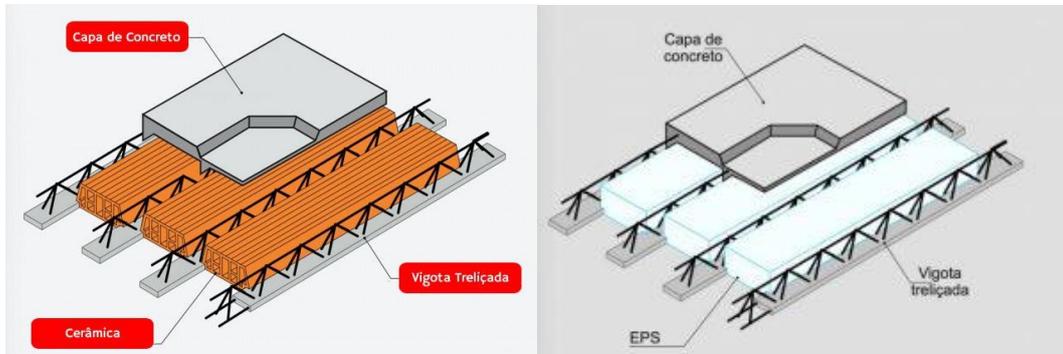
Em função das alturas padronizadas dos elementos de enchimento, as alturas totais das lajes pré-fabricadas estão descritas na Tabela 1:

Tabela 1 - Altura total da laje em função da altura do elemento de enchimento - fonte: ArcelorMittal

Altura do elemento de enchimento (he)	7,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	29,0
Altura total da laje (h)	10,0	11,0	14,0	16,0	20,0	24,0	29,0	34,0
	11,0	12,0						
	12,0	13,0	15,0	17,0	21,0	25,0	30,0	35,0

As Figuras 16 e 17 representam as lajes treliçadas com os dois tipos mais comuns de elementos de enchimento, lajota cerâmica e EPS.

Figura 16 - Representação de lajes com lajotas cerâmicas/ Figura 17 - Representação de lajes com lajotas cerâmicas

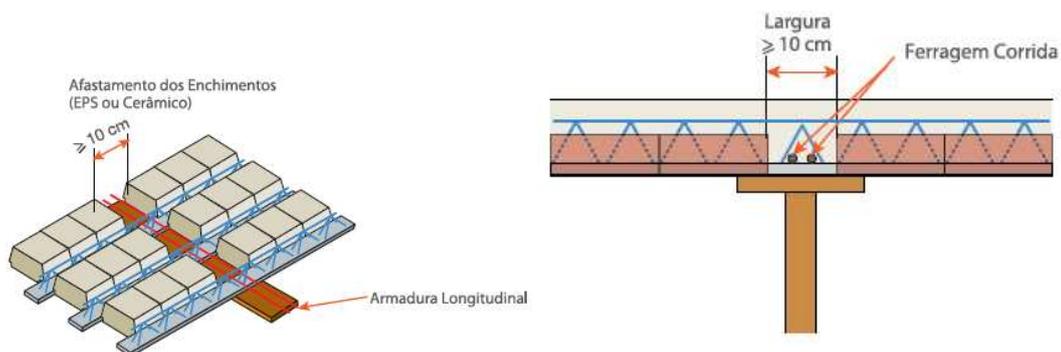


fonte: lajesrami.com.br / fonte: axialengenharia.eng.br

2.4.1.4 Nervura transversal

Segundo Bastos (2015), as nervuras transversais devem ser dispostas na direção perpendicular às nervuras principais, a cada dois metros. São construídas entre os blocos, afastados entre si para permitir a penetração do concreto e a colocação de armadura longitudinal. Essas nervuras transversais exercem a função de travamento lateral das nervuras principais, levando a uma melhor uniformidade do comportamento estrutural das nervuras, contribuindo na redistribuição dos esforços solicitantes (Figuras 18 e 19).

Figura 18 - Representação de nervura transversal/ Figura 19 - Vista em corte da nervura transversal



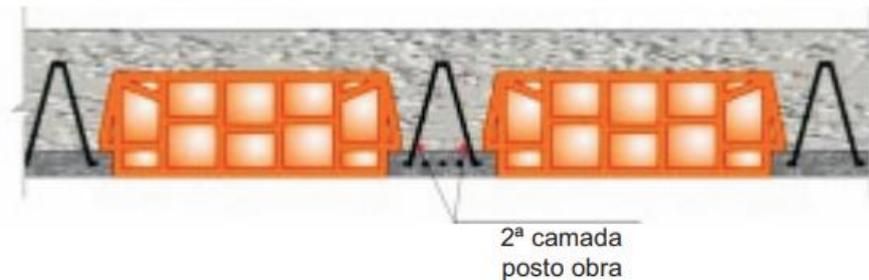
fonte: neoipsum.com.br

2.4.1.5 Armaduras complementares

Além da armação treliçada, as lajes treliçadas pode ter outros tipos de armadura, que são denominadas de armaduras complementares. Dividem-se em três grupos:

Armadura complementar inferior de tração: quando não há a possibilidade de ser acrescentada mais uma barra de aço no interior da sapata de concreto, este recurso é utilizado, respeitando o afastamento mínimo entre as barras. (FAULIM, 2010). (Figura 20).

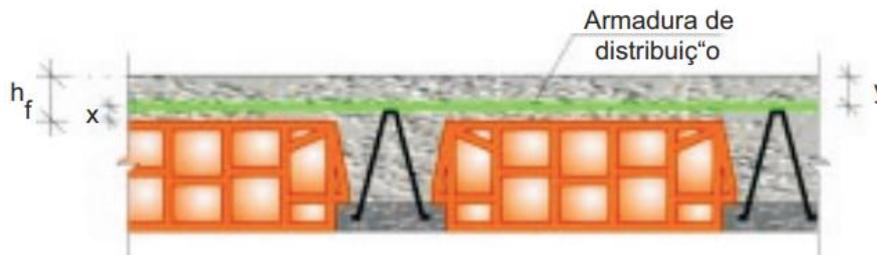
Figura 20 - Armadura complementar inferior



fonte: Faulim

Armadura de distribuição: é posicionada na capa de concreto e transversal às vigotas, tem duas funções básicas: flexão da capa e cisalhamento da ligação mesa – nervuras. (FAULIM, 2010). (Figura 21 e Tabela 2).

Figura 21 - Armadura de distribuição



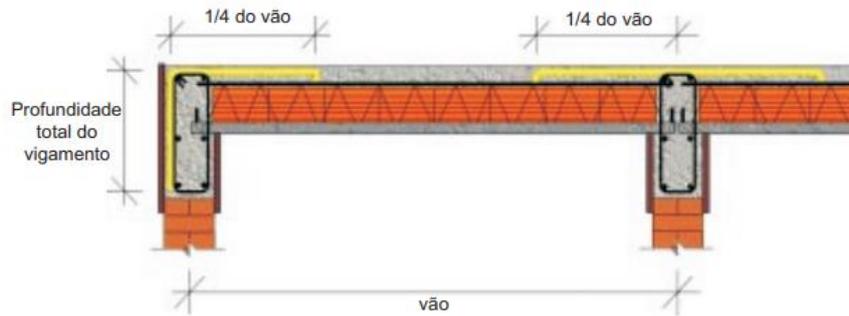
fonte: Faulim

Tabela 2 - Área Mínima e Quantidade de Armadura de Distribuição - fonte: ArcelorMittal

Aço	Área mínima	N° de barras/m	
		Φ 5,0 mm	Φ 6,3 mm
CA 25	0,9 cm ² /m	5	3
CA 50, CA 60	0,6 cm ² /m	3	3
Tela soldada	0,61 cm ² /m	Q61	

Armadura superior de tração: é posicionada na capa de concreto e longitudinal às vigotas, desempenha duas funções: combate à fissuração (sempre) e combate os esforços de tração causados pelo momento fletor negativo. (FAULIM, 2010). (Figura 22).

Figura 22 - Armadura superior de tração



fonte: Faulim

2.4.1.6 Capeamento

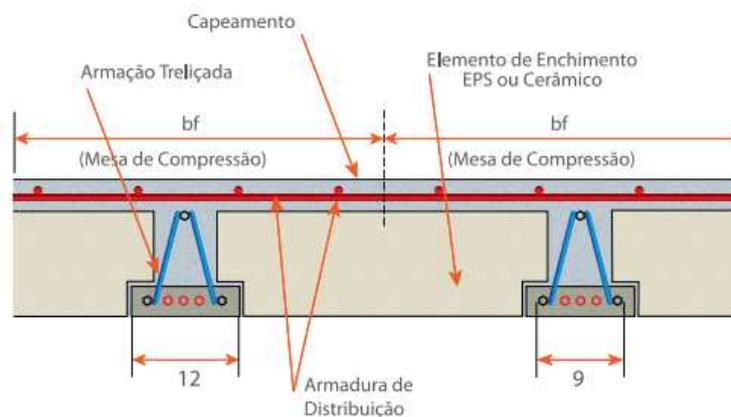
Elemento estrutural que compõe a mesa da nervura, deve resistir aos esforços de compressão da laje em serviço, além disso, distribui as cargas nas nervuras. (ARCELORMITTAL, 2010).

As indicações principais são:

- Altura mínima: 3 cm;
- Em edifícios de múltiplos andares, a altura mínima é de 5 cm;
- Capeamento deverá ter espessura indicada na planta de montagem;
- As superfícies das lajotas e das vigotas devem ser molhadas antes de lançar o concreto.

A Figura 23 retrata o capeamento, e a Tabela 3 apresenta valores mínimos para a capa.

Figura 23 - Representação do capeamento na seção transversal



fonte: ArcelorMittal

Tabela 3 - Capa mínima resistente para as alturas totais padronizadas - fonte: ArcelorMittal

Altura total da laje (cm)	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	16,0	17,0	20,0	21,0	24,0	25,0	29,0	30,0	34,0
Espessura mínima da capa resistente (cm)	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0

2.4.2 Projeto e carregamentos

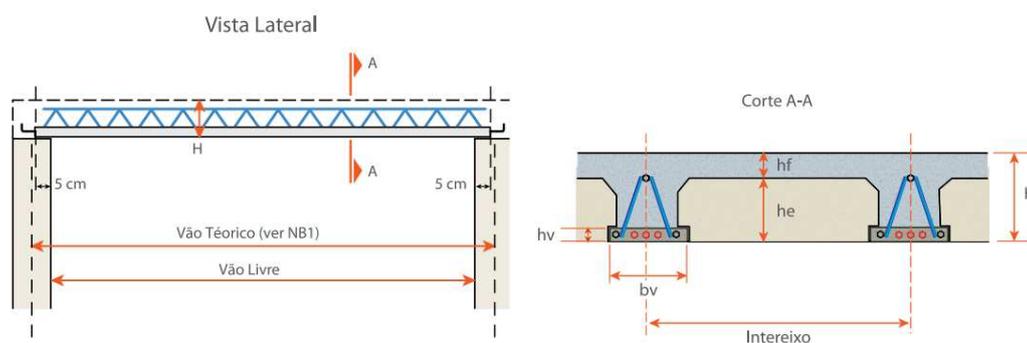
Empresas fabricantes das vigotas treliçadas, desenvolveram tabelas que fornecem as quantidades de armadura positiva a serem dispostas na sapata de concreto dos trilhos e o valor do peso próprio para cada geometria.

Se as condições de geometria, carregamento e materiais empregados, forem bem observadas, podem ser utilizadas com segurança as tabelas de armaduras adicionais.

2.4.2.1 Geometria

As figuras 24 e 25 mostram os cortes longitudinal e transversal da laje, e definem as dimensões dos elementos.

Figura 24 - Geometria da laje / Figura 25 - Geometria da laje



fonte: ArcelorMittal

- H – Altura total da laje
- hf – Altura da capa de concreto da laje
- he – Altura do enchimento
- bv – Largura da base da vigota
- hv – Altura da base da vigota

2.4.2.2 Dimensionamento à flexão

Com relação à flexão, devem ser considerados os momentos abaixo da linha neutra da laje (momento positivo) e momentos acima da linha neutra da laje (momentos negativos).

Momento positivo

Silva (2005) simplifica as considerações quanto o dimensionamento à flexão, é importante que inicialmente seja determinado o momento máximo atuante nas nervuras. Recomenda-se que este momento seja calculado como um elemento linear isolado, ou seja, como uma viga biapoiada ou contínua. O momento positivo máximo que atua nas nervuras é obtido pela Equação 19:

$$M_{Máx} = \frac{(g + q) * \lambda^2}{8} \quad (19)$$

Onde:

g: ação permanente atuante na nervura, por metro linear;

q: ação variável atuante na nervura, por metro linear;

λ : vão teórico da nervura, geralmente admitido como a distância entre eixos das vigotas.

Por fim, Silva (2005) destaca que no cálculo de lajes com vigotas treliçadas, é adotada a seção “T”. Esta é mais resistente aos momentos positivos que negativos, uma vez que o volume de concreto na face inferior da seção, é bem menor que na face superior.

Conhecendo o momento positivo máximo, Flório (2004), indica a Equações 20, para o dimensionamento da armadura de flexão:

$$A_s = \frac{M_d}{K_z * d * f_{yd}} \quad (20)$$

Sendo,

M_d : Momento solicitante de cálculo;

D: Distância do centro de gravidade da armadura, até a fibra mais comprimida do concreto;

f_{yd} : Tensão de escoamento do aço, corrigida à favor da segurança;

$$K_z = 1 - 0,5 * K_x * \lambda$$

$$K_x = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{2 * K_{md}}{\alpha_c}}}{\lambda}$$

$$K_{md} = \frac{M_d}{b_w * d^2 * f_{cd}}$$

λ : se $20 \leq f_{ck} \leq 50$; $\lambda = 0,8$

α_c : se $20 \leq f_{ck} \leq 50$; $\alpha_c = 0,85$

b_w : largura da seção, no caso das vigotas, utiliza-se a distância entre eixos;

f_{cd} : resistência de cálculo do concreto, corrigida a favor da segurança.

Entretanto, se a linha neutra da seção estiver dentro da nervura, o momento será resistido pela alma e pela mesa. Carvalho e Figueiredo (2001) mostram como determinar a parcela do momento resistida por cada componente da seção, a partir da área de aço (Equações 21 e 22):

$$A_s = \frac{M_1}{\left(d - \frac{h_f}{2}\right) * f_{yd}} + \frac{M_d - M_1}{K_z * d * f_{yd}} \quad (21)$$

$$M_1 = (b_f - b_w) * h_f * \left(d - \frac{h_f}{2}\right) * 0,85 * f_{cd} \quad (22)$$

Onde:

h_f : altura da mesa

b_f : largura da mesa, no caso das vigotas, utiliza-se a distância entre eixos;

Momento negativo

Flório (2004) indica que para o cálculo do momento fletor negativo resistente, é considerada a área abaixo da linha neutra. A distância da linha neutra à borda mais comprimida é dada pela Equação 23:

$$x = \left(\frac{3,5}{3,5 + \varepsilon_{yd}}\right) * d \quad (23)$$

Onde:

ε_{yd} : deformação específica de escoamento do aço;

Com o valor de x , é possível determinar o momento resistente:

$$M_d = (0,85 * f_{cd} * b_w * 0,8 * x) * (d - 0,4 * x)$$

2.4.2.3 Tabelas de armaduras adicionais

Como forma de simplificar os cálculos para dimensionar as lajes, muitos fornecedores de vigotas pré-fabricadas, desenvolveram tabelas que facilitam a escolha das dimensões.

Em anexo estão as tabelas de armadura adicional (Tabelas 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74), que foram elaboradas de acordo com as seguintes condições: (BELGO, 2010)

Materiais utilizados:

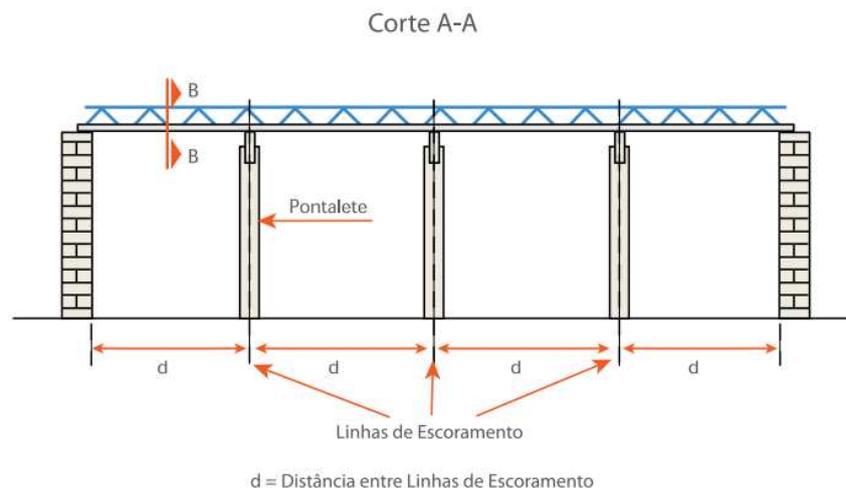
- Concreto: $f_{ck} > 20 \text{ Mpa}$ (200 kgf/cm^2)
- Armadura adicional em aço CA 60 ($f_{yk} = 600 \text{ Mpa}$) = 60 kgf/mm^2
 $\varnothing = 4,2 \text{ mm}$ $\varnothing = 5,0 \text{ mm}$ $\varnothing = 6,0 \text{ mm}$ $\varnothing = 8,0 \text{ mm}$
- Armadura adicional em aço CA 50 ($f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$) = 50 kgf/mm^2
 $\varnothing = 6,3 \text{ mm}$ $\varnothing = 5/16''$ $\varnothing = 10,0 \text{ mm}$ $\varnothing = 12,5 \text{ mm}$
- Elemento de enchimento: Cerâmico = 600 kgf/m^3 e EPS = 12 a 25 kgf/m^3

Cargas acidentais: de acordo com a NBR 6120 (tópico 2.2 deste projeto).

Condição estrutural: lajes unidirecionais com apoio simples.

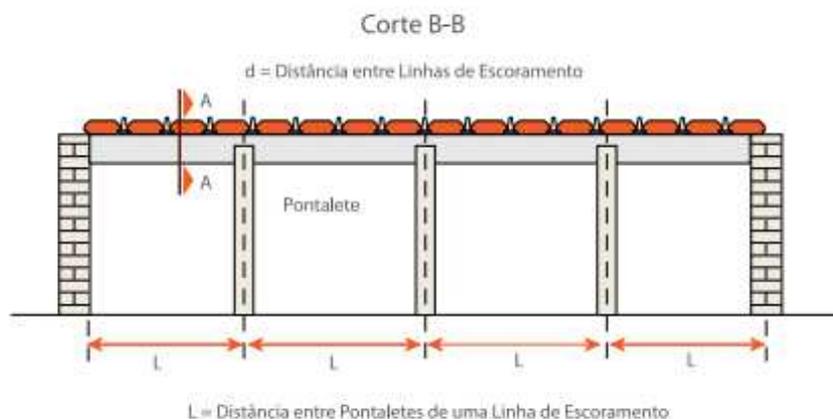
Escoramento: as tabelas também fornecem as distâncias entre pontaletes nas duas direções entre as linhas de escoras e entre os pontaletes da mesma linha de escora. (Figuras 26 e 27).

Figura 26 - distribuição longitudinal dos pontaletes



fonte: ArcelorMittal

Figura 27 - distribuição transversal dos pontaletes



fonte: ArcelorMittal

2.4.3 Execução

O fornecedor ArcelorMittal(2010), resume e explica as etapas da execução das construções com lajes treliçadas em 9 fases: transporte e manuseio; escoramento; nervuras transversais; posicionamento em serviço; vigotas justapostas; colocação dos elementos de enchimento; armadura complementar; concretagem e descimbramento.

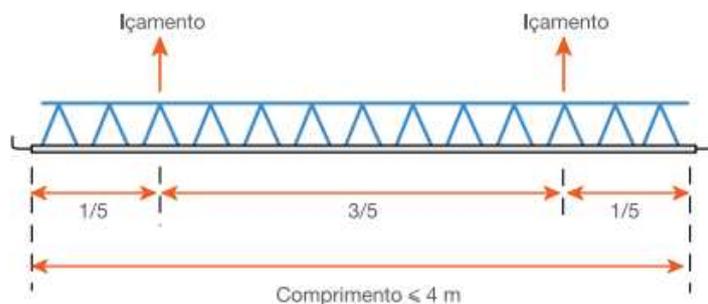
Pode-se unir algumas etapas, e dividir em menos fases: transporte e manuseio; escoramento; posicionamento de ferragens e elementos de enchimento; concretagem e descimbramento.

2.4.3.1 Transporte e manuseio

É desaconselhável transportar as vigotas pelas extremidades, uma vez que o posicionamento o dos pontos de içamento das vigotas é fundamental para garantir a integridade dos fios superiores pois são eles que irão garantir a autoportância ao sistema. (ARCELORMITTAL,2010).

O transporte ideal é com o içamento feito em dois pontos, a 1/5 do vão a partir da extremidade. Deve-se também ter cuidado em posicionar o içamento no encontro entra as diagonais e os fios superiores, conforme Figura 28. (ARCELORMITTAL,2010).

Figura 28 - Situação recomendada



fonte: ArcelorMittal

2.4.3.2 Escoramento

De acordo com Flório (2004), é necessário o escoramento pois a laje não conta com a resistência oferecida pela capa. Dessa maneira, é permitido que a laje suporte as cargas. Essas escoras devem estar apoiadas sobre base firme, bem contraventadas, e, se necessário, permitindo aplicação de contra – flecha. Ainda segundo o autor, para uma altura de 8 cm, recomenda-se 1,1 m de espaçamento entre escoras.

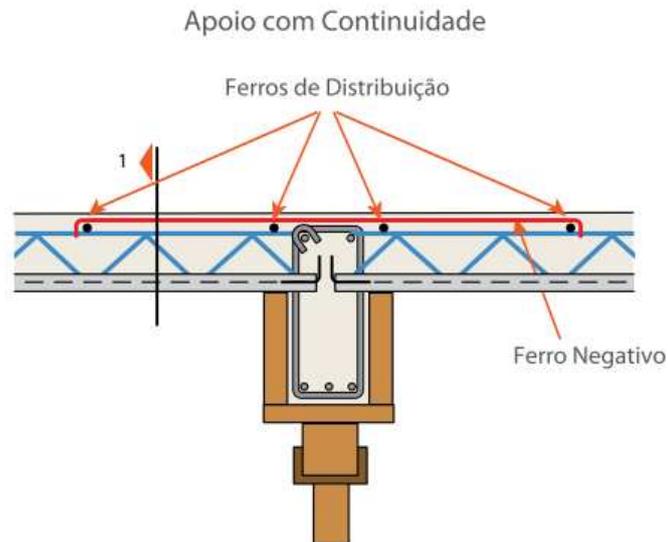
Nessa etapa é importante ter cuidado com o nivelamento, sendo necessário a verificação de altura em cada ponto do escoramento, uma vez que, pequenas diferenças de altura podem ocasionar desníveis não previstos em projeto, fazendo necessário um reajuste na fase de acabamento, o que pode onerar a obra desnecessariamente.

2.4.3.3 Posicionamento de ferragens e elementos de enchimento

Schneider (2020) afirma que inicialmente as vigotas treliçadas devem ser posicionadas. Em algumas circunstâncias, é possível que seja necessário o uso de equipamento específico para o içamento das peças.

Schneider (2020) cita, ainda, a adição de armaduras complementares (Figura 29) como armaduras negativas e ferros de distribuição, juntamente à essas armaduras, devem ser posicionadas as instalações elétricas e hidráulicas, por isso, é importante que nessa parte, já se tenha em mãos os projetos complementares.

Figura 29 - Armadura complementar



Fonte: ArcelorMittal

2.4.3.4 Concretagem

É semelhante a etapa de concretagem das lajes nervuradas moldadas “in loco”, é importante ter certeza de que a laje está preparada para ser concretada, e não há nenhum serviço pré-concretagem faltando. Uma pequena diferença em relação às lajes moldadas no local, é que nas lajes com vigotas pré fabricadas, a quantidade armaduras a serem conferidas antes da concretagem é um pouco menor, o que gera menos preocupações.

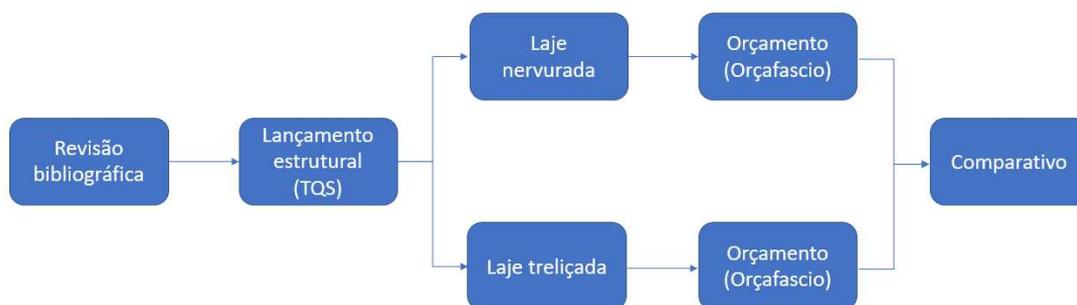
2.4.3.5 Descimbramento

É uma etapa semelhante à que ocorre com lajes nervuradas moldadas “in loco”. Entretanto, os fabricantes fazem algumas ressalvas: a desforma não pode ocorrer antes de 18 dias da concretagem, além disso, em edifícios com múltiplos pavimentos, a retirada do escoramento do piso inferior não pode ser feita antes de terminar a execução da laje superior. O escoramento não deve ser retirado antes de o carpinteiro terminar o serviço de cobertura do telhado. Com relação ao sentido da desforma, deve seguir às mesmas recomendações para lajes nervuradas.

3. Metodologia

Pretende-se fazer dois projetos estruturais de um edifício de 3 andares. O primeiro projeto deve ser feito utilizando lajes do tipo nervurada com cubetas, e o segundo projeto, utilizando lajes com vigotas treliçadas pré-fabricadas. A Figura 30 resume um pouco, como deve ser o desenvolvimento.

Figura 30 - Fluxograma resumindo a metodologia



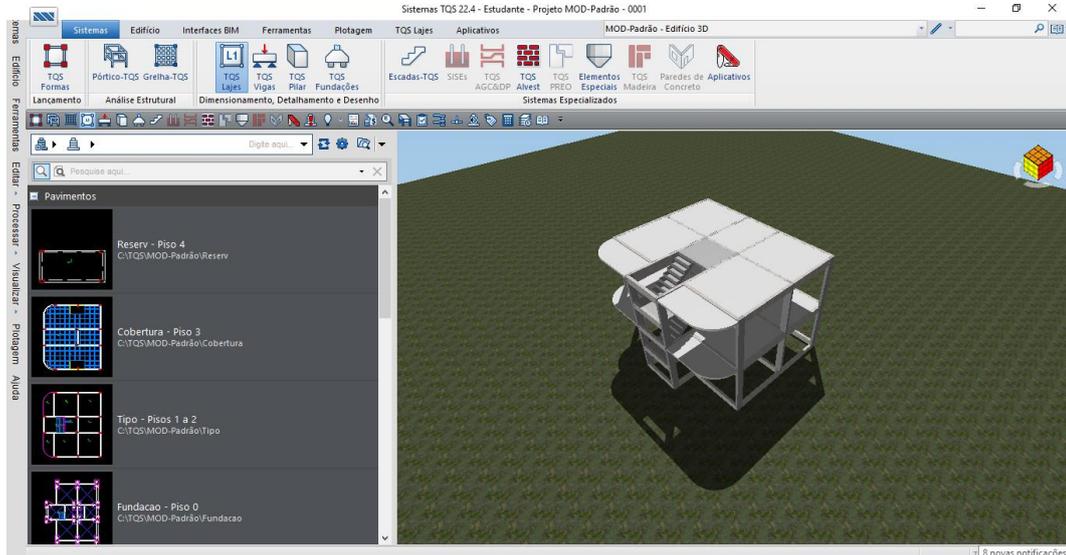
Para cada tipo de projeto, devem ser retirados os quantitativos de aço, concreto, formas e – para o caso de laje treliçada – materiais de enchimento e vigotas treliçadas. Esses quantitativos devem ser retirados de todos os elementos estruturais (lajes, vigas, pilares e sapatas), pois, além de verificar os custos destas lajes, também é importante verificar o quanto elas acarretariam acréscimos para a estrutura completa.

A arquitetura do projeto foi retirada do livro “Projeto Estrutural de Edifícios de Concreto Armado”, ARAÚJO, José Milton de. Algumas alterações foram feitas no projeto original. Foi diminuída a quantidade de pavimentos do edifício, para que fosse possível ser feito o projeto deste no software de dimensionamento, uma vez que o software em questão, tem licença apenas para projetos de no máximo 5 pavimentos.

O software de dimensionamento utilizado será o TQS, versão 22. A licença do software é estudantil, e por isso, tem algumas limitações: número máximos de pavimentos: 5, número máximo de vigas por pavimento: 35, número máximo de lajes por pavimento: 30, número máximo de pilares: 35. Com o TQS é possível fazer um pré-dimensionamento da estrutura, processando apenas os esforços, feito o pré-dimensionamento, o TQS calcula as armaduras necessárias para cada elemento estrutural, e gera seus desenhos. Em cada cálculo do TQS, este leva em consideração a norma escolhida pelo projetista, que podem ser

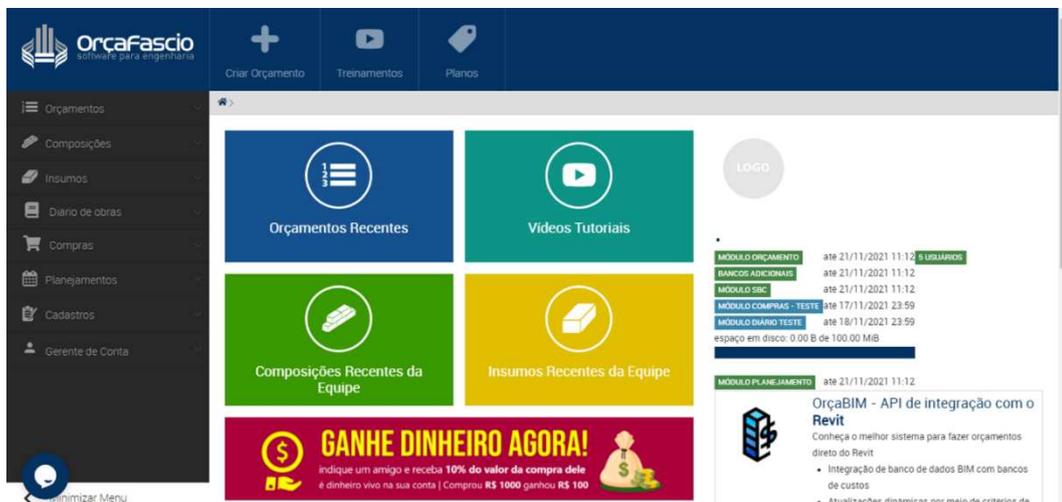
internacionais, ou nacionais, nesse projeto, será utilizada a NBR 6118:2018. A Figura 31 apresenta a interface do programa.

Figura 31 - Interface do programa TQS



Após a elaboração do projeto estrutural, e levantamento dos quantitativos dos materiais deste projeto, deve ser feito o orçamento deste. Para isso, será utilizado outro software, o *Orçafascio*®. Este software possui várias bases de dados, de todos os lugares do país. Nesse projeto, a base de dados utilizada será a do SINAPI -PB, com fichas de composição de armação, montagens de forma e concretagem. Em algumas fichas de concretagem, será necessário fazer alteração no insumo do concreto, uma vez que a resistência do concreto na ficha pode ser diferente da resistência utilizada em projeto. A Figura 32 apresenta a interface do *Orçafascio*.

Figura 32 - Interface do Orçafascio



4. Desenvolvimento e resultados

4.1 Laje Nervurada

4.1.1 Concepção

O software TQS possui um banco de dados com vários tipos de cubetas, de variados fabricantes. O fabricante escolhido foi a Atex, pois, foi o que possuía a maior variedade de opções no TQS. O tipo de cubeta pré-definido foi o “Atex 600 Capa 5 H15”, foi escolhido por ser o tipo mais leve deste fabricante, e que teria o menor consumo de concreto. As dimensões são mostradas na Figura 33:

Figura 33 - Dimensões forma Atex 600 Capa 5 H15

Capa	Altura da nervura	Enchimento
cm	cm	tf/m ³
5	15	0
Formas:	Horizontal	Vertical
Tamanho médio	52.1	52.1 cm
Espaçamento superior	9.8	9.8 cm
Espaçamento inferior	6	6 cm
Inércia	10290	10290 cm ⁴
Volume de forma	41000	cm ³

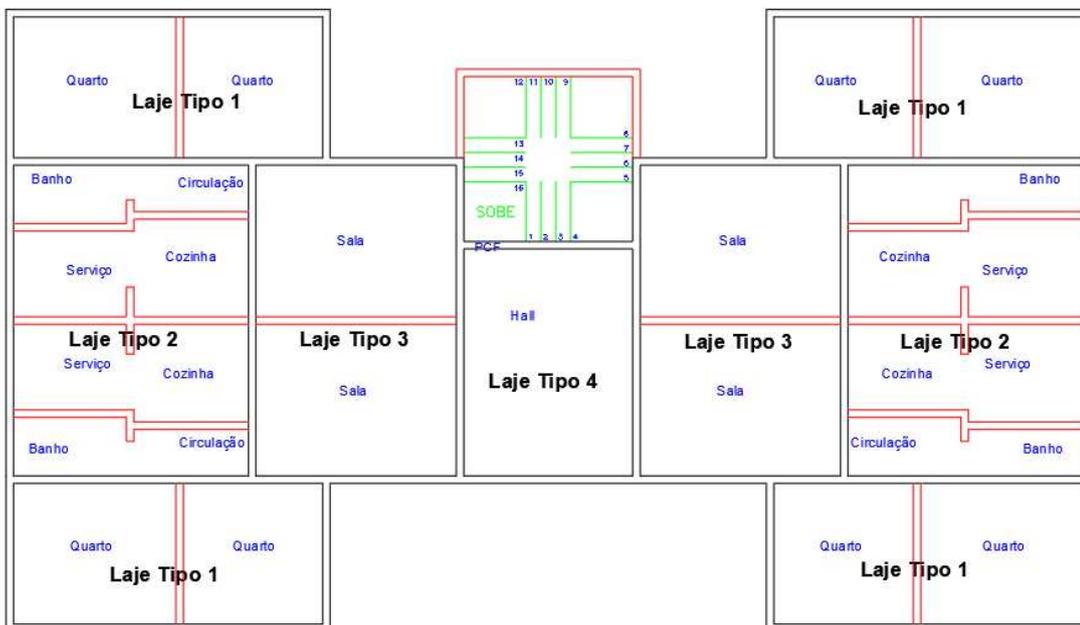
Fonte: TQS

Inicialmente, o pavimento tipo foi dividido em 9 lajes, entretanto, por ser um edifício com 4 apartamentos simétricos e espelhados, pode-se simplificar cada pavimento em apenas 4 tipos diferentes de laje, uma vez que haveria repetição de distâncias e cargas de alvenaria. A laje tipo 1 englobando os dois quartos de cada apartamento e repetindo-se 4 vezes; a laje tipo 2 englobaria banheiro, circulação, serviço e cozinha de dois apartamentos, repetindo-se 2 vezes. A laje tipo 3, englobaria as salas de 2 apartamentos, repetindo-se 2 vezes. Por fim, a laje tipo 4 estaria na área comum entre os apartamentos, não havendo repetição. A Tabela 4, e a Figura 34 ajudam a entender esta configuração:

Tabela 4 - Tipos de laje e quais cômodos engloba

Configuração inicial				
Laje	Distância horizontal (m)	Distância vertical (m)	Cômodos	Repetições
Tipo 1	6,17	2,84	Quartos 1 e 2 de um apartamento	4
Tipo 2	4,69	6,27	Banheiro, serviço, circulação e cozinha de dois apartamentos	2
Tipo 3	4,00	6,27	Sala de dois apartamentos	2
Tipo 4	3,37	4,58	Hall	1

Figura 34 - Disposição inicial das lajes



Os pilares, com algumas exceções foram posicionados em encontros de vigas, suas dimensões iniciais foram de 16x25 cm. A resistência do concreto deve ser de 25 Mpa. A dimensão de 16 centímetros foi escolhida por razões arquitetônicas (esconder o pilar dentro da parede) e para atender uma recomendação da NBR 6118:2014, que impõe que a bitola tenha diâmetro superior a 10 mm e inferior a 1/8 do menor lado do pilar. Com dimensão mínima de 16 cm, tem-se $16/8 = 2$ cm, logo, a bitola máxima é de 20 mm.

As vigas foram posicionadas nos limites de cada laje, buscou-se colocá-las sob paredes, para receber as cargas destas diretamente. Para evitar excentricidade desnecessária no pilar, a base da viga tem justamente a dimensão do menor lado do pilar: 16 centímetros. Assim como nos pilares, a resistência do concreto deve ser de 25 Mpa.

4.1.2 Pré-dimensionamento

Antes de processar a estrutura no software de dimensionamento, foram calculadas as cargas atuantes no edifício. Para a carga de alvenaria, foi utilizada a Tabela 58 deste projeto. A alvenaria foi dividida em dois tipos: a que está diretamente sobre as vigas, e a que está sobre laje. Sabe-se o pé-esquerdo do pavimento tipo é 2,75 m; assim, estimando uma espessura de 20 cm para as lajes, e altura de 40 cm para vigas, tem-se altura de parede de 2,55 m sobre laje, e 2,35 m sobre vigas. Os materiais constituintes da parede são: tijolo furado (13 KN/m³), com espessura de 9 cm, e argamassa de cimento e areia (21 KN/m³) Assim:

- Carga de tijolo sobre viga = $13 * 0,09 * 2,35 = 2,75$ KN/m
- Carga de tijolo sobre laje = $13 * 0,09 * 2,55 = 2,98$ KN/m
- Carga de argamassa sobre viga = $19 * 0,06 * 2,35 = 2,68$ KN/m
- Carga de argamassa sobre laje = $19 * 0,06 * 2,55 = 2,91$ KN/m
- **Carga de alvenaria sobre viga = $2,75 + 2,68 = 5,43$ KN/m = 0,543 Tf/m**
- **Carga de alvenaria sobre laje = $2,98 + 2,91 = 5,89$ KN/m = 0,589 Tf/m**

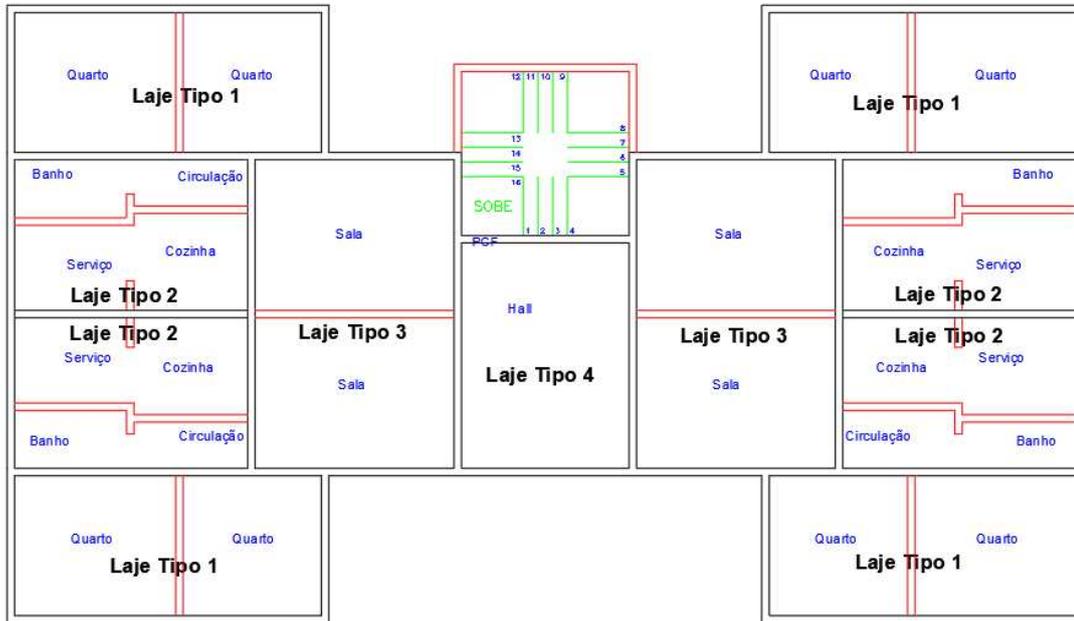
Para a carga de utilização, utilizou-se a Tabela 59, em anexo, e o valor escolhido foi de 1,5 KN/m² (Edifícios residenciais – dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro).

Lançando as cargas atuantes na estrutura e processando esta no TQS, foi verificado o Estado Limite de Serviço (ELS) máximo, notando uma flecha altíssima na laje tipo 2. Desta forma, para contornar tal problema, a laje foi dividida em mais duas lajes, simétricas. Totalizando 11 lajes, conforme pode ser verificado na Tabela 5 e na Figura 35:

Tabela 5 - Nova configuração dos tipos de lajes

Configuração após pré-dimensionamento				
Laje	Distância horizontal (m)	Distância vertical (m)	Cômodos	Repetições
Tipo 1	6,17	2,84	Quartos 1 e 2 de um apartamento	4
Tipo 2	4,69	3,06	Banheiro, serviço, circulação e cozinha de um apartamento	4
Tipo 3	4,00	6,27	Sala de dois apartamentos	2
Tipo 4	3,37	4,58	Hall	1

Figura 35 - Nova disposição das lajes



Mesmo com a nova disposição, algumas lajes ainda apresentaram uma flecha superior ao limite ($L/250$ – como recomenda a NBR 6118-2014). Por isso, foi alterada a dimensão da nervura, passou-se a utilizar o tipo “Atex 600 Capa 5 H18”. As novas dimensões são mostradas a seguir na Figura 36:

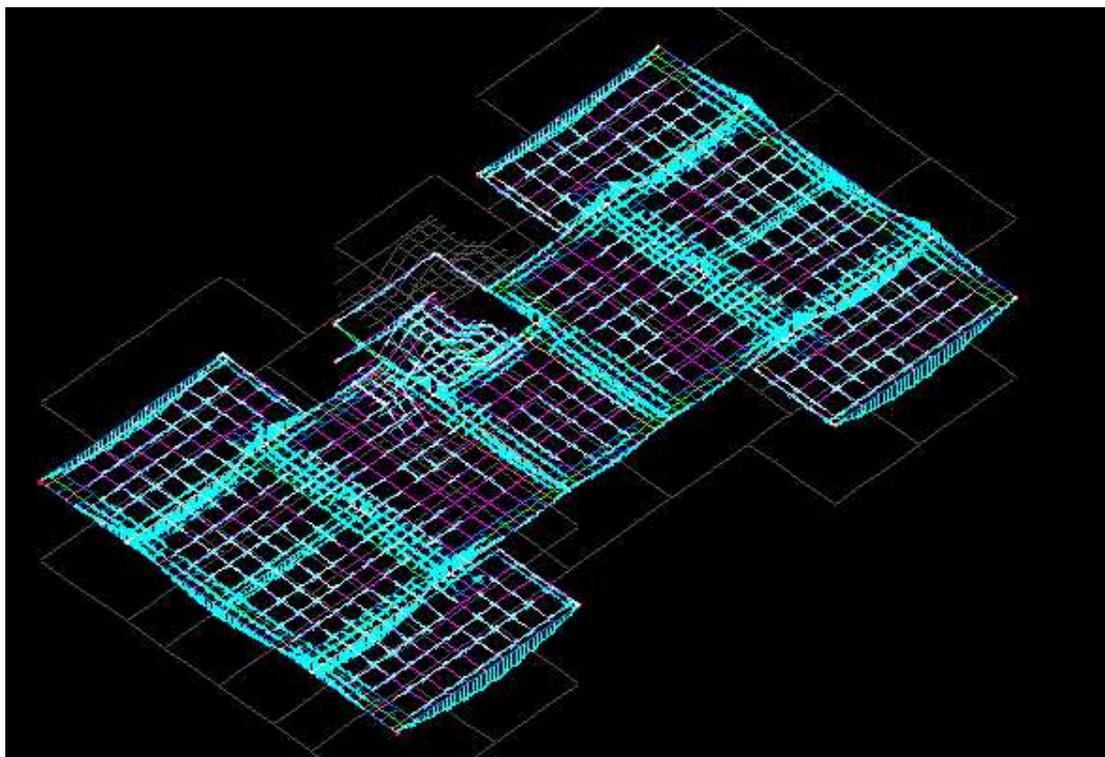
Figura 36 - Dimensões da cubeta "Atex 600 Capa 5 H18

Capa	Altura da nervura	Enchimento
cm	cm	tf/m ³
5	18	0
Formas:	Horizontal	Vertical
Tamanho médio	49.75	49.75 cm
Espaçamento superior	12.5	12.5 cm
Espaçamento inferior	8	8 cm
Inércia	18954	18954 cm ⁴
Volume de forma	45000	cm ³

fonte: TQS

Para as vigas, foram verificados os momentos máximos e mínimos nas combinações mais desfavoráveis, fornecidos pelo TQS.

Figura 37 - Momentos atuantes nas vigas



Fonte: TQS

Tabela 6 - Momentos máximos e mínimos nas vigas fornecidos pelo TQS

Momentos máximos e mínimos vigas - pavimento tipo								
Viga	Mmáx (tf*m)	Mmín (tf*m)	Viga	Mmáx (tf*m)	Mmín (tf*m)	Viga	Mmáx (tf*m)	Mmín (tf*m)
V1	5,12	0	V8	2,29	0	V15	0,44	-0,82
V2	5,12	0	V9	5,02	-6,34	V16	2,26	-5,25
V3	0,66	0	V10	5,13	0	V17	2,71	-3,82
V4	4,91	-6,64	V11	5,13	0	V18	0,42	-0,89
V5	4,91	-6,64	V12	2,54	-3,09	V19	0,42	-0,89
V6	5,13	0	V13	1,75	-3,31	V20	1,76	-3,37
V7	2,29	0	V14	0,44	-0,82	V21	2,56	-3,09

Com os valores máximos e mínimos dos momentos em cada viga, obtidos pelo TQS, como mostrado na Figura 37 e indicados na Tabela 6, foi possível determinar a altura destas, através da fórmula do KMD (Equação 24):

$$kmd = \frac{M_d}{b_w * d^2 * f_{cd}} \quad (24)$$

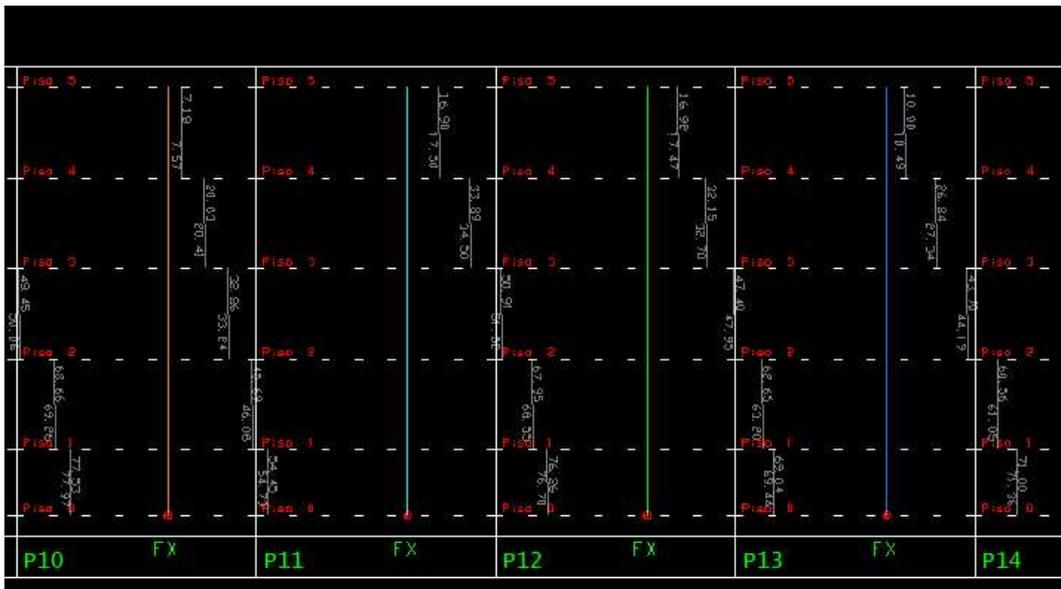
Para o KMD limite entre os domínios 2 e 3, tem-se um valor de 0,158, a largura (b_w) também é fixa (16 cm), o f_{cd} é dado em função do f_{ck} do concreto (25 Mpa). Com estes

valores fixados, tem-se a altura da viga apenas em função do momento máximo ou mínimo aplicados nela (Equação 25):

$$d_{min} \geq \sqrt{\frac{|M_{dmáx}|}{b_w * kmd * f_{cd}}} \quad (25)$$

Por conveniência, esses valores foram calculados no Excel. Com a altura mínima verificada, as dimensões das vigas foram ajustadas no TQS. Após novo processamento, verificou-se que algumas vigas ainda apresentavam flechas maiores que o valor recomendado pela NBR 6118 ($\Delta < L/250$). Dessa maneira, as vigas que apresentaram deslocamentos superior ao limite, tiveram as alturas aumentadas de 5 em 5 centímetros, até que a flecha limite fosse respeitada.

Figura 38 - Valores da força de compressão atuantes em cada pilar (P10-P13)



Fonte: TQS

Tabela 7 - Carga vertical atuante sobre os pilares, calculadas pelo TQS

Carga vertical máxima sobre os pilares								
Pilar	Tipo	Nmáx (tf)	Pilar	Tipo	Nmáx (tf)	Pilar	Tipo	Nmáx (tf)
P1	Canto	19,57	P9	Extremidade	75,83	P17	Extremidade	36,39
P2	Canto	24,18	P10	Extremidade	55,87	P18	Extremidade	36,9
P3	Canto	23,14	P11	Extremidade	85,2	P19	Extremidade	72,9
P4	Canto	19,2	P12	Extremidade	65,06	P20	Extremidade	56,36
P5	Canto	14	P13	Extremidade	71,42	P21	Canto	18,2
P6	Canto	10,9	P14	Extremidade	71,45	P22	Canto	23,07
P7	Extremidade	54,97	P15	Extremidade	56,82	P23	Canto	23,86
P8	Extremidade	73,4	P16	Extremidade	71,12	P24	Canto	18,78

Para os pilares, estes foram divididos em pilares intermediários, pilares de extremidade e pilares de canto. Com o valor da força de compressão atuante em cada pilar, fornecido pelo TQS, como pode ser observado na Figura 38 e na Tabela 7, a partir da combinação mais desfavorável, foi calculada a área de concreto para cada pilar (Equação 26).

$$A_c = \frac{\alpha * \gamma_n * N_d}{0,85 * f_{cd} + 0,84} \quad (26)$$

- $\alpha = 1,3$ (intermediário); $\alpha = 1,6$ (extremidade); $\alpha = 1,8$ (canto).
- $\gamma_n = 1,15$ – devido ao menor lado ser 16 cm.

Com a área de concreto mínima calculada no Excel, foi possível determinar o valor da dimensão maior do pilar, foi fixado também que este valor seria múltiplo de 5, uma vez que pensando em sua execução, este valor não implicaria em complicações no canteiro de obras.

Com o pré-dimensionamento feito de lajes, vigas e pilares feitos, foi possível processar o edifício no software para que este dimensiona-se as armaduras necessárias, além de gerar os desenhos dos elementos estruturais.

4.1.3 Dimensionamento das armaduras.

Logo após o processamento, o software indicou um erro em alguns pilares. Em alguns trechos, as taxas de armaduras eram superiores aos 4% máximos indicados pela NBR 6118:2014. Por isso, os pilares P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P16, P17, P18 e P19 tiveram seus lados maiores aumentados em 5 centímetros. Mesmo após novo processamento, P9, P11, P12 e P19 continuaram com taxa de armadura superior ao limite. Assim, mais uma vez, seus lados foram aumentados em mais 5 centímetros. Na Tabela 8 está o resumo estrutural dos pilares, fornecido pelo TQS, sendo:

- σ : Tensão de Cálculo (Carga Vertical: Combinação 1 TQS PILAR)
- v : Força normal adimensional
- λ : Índice de esbeltez
- ρ : Taxa geométrica de armadura
- Taxa de aço: Massa de aço por volume de concreto

Tabela 8 - Resumo estrutural dos pilares

Pilar	Lances	Seção (cm)	σ (kgf/cm ²)	ν	λ	ρ	Taxa de aço (kgf/m ³)
P1	1 a 5	16X25	10.1 a 81.8	0.06 a 0.46	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P2	1 a 5	16X25	12.2 a 97.1	0.07 a 0.54	26 a 60	0.79 a 2.01	147.7
P3	1 a 5	16X25	11.8 a 94.8	0.07 a 0.53	26 a 60	0.79 a 2.01	147.7
P4	1 a 5	16X25	10 a 81.2	0.06 a 0.45	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P5	1 a 5	16X25	8.9 a 79.7	0.05 a 0.45	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P6	1 a 5	16X25	13.3 a 95	0.07 a 0.53	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P7	1 a 5	16X35	23.1 a 163.7	0.13 a 0.92	18 a 60	0.56 a 2.87	192.9
P8	1 a 5	16X50	23.9 a 158.9	0.13 a 0.89	13 a 60	0.59 a 3.14	210.0
P9	1 a 5	16X55	22.7 a 148.5	0.13 a 0.83	12 a 60	0.54 a 2.28	167.1
P10	1 a 5	16X35	22.8 a 162	0.13 a 0.91	18 a 60	0.56 a 2.87	192.9
P11	1 a 5	16X55	33.2 a 149	0.19 a 0.83	12 a 60	0.54 a 2.28	167.1
P12	1 a 5	16X50	36.5 a 147	0.2 a 0.82	13 a 60	0.59 a 2.36	197.9
P13	1 a 5	16X45	24.9 a 166	0.14 a 0.93	14 a 60	0.65 a 2.79	199.6
P14	1 a 5	16X45	24.6 a 166.1	0.14 a 0.93	14 a 60	0.65 a 2.79	199.6
P15	1 a 5	16X35	23.1 a 164.2	0.13 a 0.92	18 a 60	0.56 a 2.87	192.9
P16	1 a 5	16X50	23.5 a 154.9	0.13 a 0.87	13 a 60	0.59 a 2.51	181.8
P17	1 a 5	16X30	33 a 131.7	0.18 a 0.74	21 a 60	0.65 a 1.53	125.6
P18	1 a 5	16X30	33.9 a 132.5	0.19 a 0.74	21 a 60	0.65 a 1.53	125.6
P19	1 a 5	16X50	23.9 a 157.5	0.13 a 0.88	13 a 60	0.59 a 3.14	210.0
P20	1 a 5	16X35	22.8 a 163.1	0.13 a 0.91	18 a 60	0.56 a 2.87	192.9
P21	1 a 5	16X25	10.4 a 81.2	0.06 a 0.45	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P22	1 a 5	16X25	12.3 a 96.6	0.07 a 0.54	26 a 60	0.79 a 2.01	137.0
P23	1 a 5	16X25	12 a 94.6	0.07 a 0.53	26 a 60	0.79 a 2.01	137.0
P24	1 a 5	16X25	10.3 a 81	0.06 a 0.45	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1

Para as vigas não houve problemas quanto a taxa de armadura, as alterações quanto ao ELS foram feitas ainda no pré-dimensionamento. Dessa forma, as armaduras geradas no processamento não foram alteradas, e foram utilizadas no projeto.

Para as lajes, foram geradas as armaduras de flexão negativa e positiva. Assim como nas vigas, o deslocamento máximo foi verificado no pré-dimensionamento, de modo que, as

armaduras geradas pelo software não foram alteradas, e, portanto, foram utilizadas no projeto.

Com relação às fundações, por se tratar, de um software com licença acadêmica, não é possível alterar os valores de resistência no solo, entretanto, por se tratar de um projeto apenas para estudos, não há problemas em se ter um valor pré-fixado na resistência do solo. Considerando esse valor fixado, foram calculadas as cargas nas sapatas, e geradas as armaduras destas.

Com todas as armaduras geradas, foi gerado o quantitativo de materiais em cada pavimento, os materiais importantes para o orçamento da estrutura são: aço, concreto e formas. As Tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14 mostram esses valores:

Tabela 9 - Quantitativo da fundação (Edifício Laje Nervurada)

FUNDAÇÃO									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
SAPATAS	0	0	0	510	153	0	0	16,23	33,00

Tabela 10 - Quantitativo do térreo (Edifício Laje Nervurada)

PAVIMENTO TÉRREO									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	13	96	0	48	44	792	94	2,72	49,36
Vigas	200	8	145	143	120	353	0	11,27	147,8

Tabela 11 - Quantitativo do pavimento tipo 1 (Edifício Laje Nervurada)

PAVIMENTO TIPO 1									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	21	105	0	62	61	401	184	3,74	67,87
Vigas	119	39	38	317	52	113	18	9,85	102,56
Lajes	91	246	270	276	123	927	0	28,55	0

Tabela 12 - Quantitativo do pavimento tipo 2 (Edifício Laje Nervurada)

PAVIMENTO TIPO 2									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	32	74	0	93	200	0	0	3,74	67,87
Vigas	113	44	40	315	28	144	20	9,85	102,56
Lajes	91	259	278	270	106	930	0	28,55	0

Tabela 13 - Quantitativo do pavimento tipo 3 (Edifício laje nervurada)

PAVIMENTO TIPO 3									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	87	0	0	218	0	0	0	3,74	67,87
Vigas	114	44	40	311	40	130	20	9,85	102,56
Lajes	91	259	278	270	106	930	0	28,55	0

Tabela 14 - Quantitativo da cobertura (Edifício Laje nervurada)

COBERTURA									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	95	0	0	188	0	0	0	3,74	67,87
Vigas	137	4	33	302	69	22	0	10,01	105,74
Lajes	93	339	319	271	28	715	0	28,4	15,29

Há consumo de forma de lajes na cobertura, pois a laje da caixa d'água é do tipo maciça.

4.1.4 Orçamento

O orçamento foi feito com o auxílio do Orçafascio. Para base de dados, foram utilizadas as fichas de composição do SINAPI/PB, atualizadas em março de 2021. A estrutura analítica de projeto foi dividida conforme a Tabela 15:

Tabela 15 - Estrutura analítica de projeto do edifício de lajes nervurada

1.0	FUNDAÇÃO	
	1.1	FORMAS
	1.2	ARMAÇÃO
2.0	TÉRREO	
	2.1	PILARES
		2.1.1 ARMAÇÃO
		2.1.2 FORMAS
		2.1.3 CONCRETAGEM
	2.2	VIGAS BALDRAME
		2.2.1 FORMAS
		2.2.2 ARMAÇÃO
		2.2.3 CONCRETAGEM
3.0	PAVIMENTO TIPO 1	
	3.1	PILARES
		3.1.1 ARMAÇÃO
		3.1.2 FORMAS
		3.1.3 CONCRETAGEM
	3.2	VIGAS
		3.2.1 FORMAS E ESCORAMENTO
		3.2.2 ARMAÇÃO
	3.3	LAJE
		3.3.1 FORMAS E ESCORAMENTO
		3.3.2 ARMAÇÃO
		3.3.3 CONCRETAGEM
4.0	PAVIMENTO TIPO 2	
	4.1	PILARES
		4.1.1 ARMAÇÃO

	4.1.2	FORMAS
	4.1.3	CONCRETAGEM
	4.2	VIGAS
	4.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO
	4.2.2	ARMAÇÃO
	4.3	LAJE
	4.3.1	FORMAS E ESCORAMENTO
	4.3.2	ARMAÇÃO
	4.3.3	CONCRETAGEM
5.0	PAVIMENTO TIPO 3	
	5.1	PILARES
	5.1.1	ARMAÇÃO
	5.1.2	FORMAS
	5.1.3	CONCRETAGEM
	5.2	VIGAS
	5.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO
	5.2.2	ARMAÇÃO
	5.3	LAJE
	5.3.1	FORMAS E ESCORAMENTO
	5.3.2	ARMAÇÃO
	5.3.3	CONCRETAGEM
6.0	COBERTA	
	6.1	PILARES
	6.1.1	ARMAÇÃO
	6.1.2	FORMAS
	6.1.3	CONCRETAGEM
	6.2	VIGAS
	6.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO
	6.2.2	ARMAÇÃO
	6.3	LAJE
	6.3.1	FORMAS E ESCORAMENTO
	6.3.2	ARMAÇÃO
	6.3.3	CONCRETAGEM

Nas Tabelas anexadas 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, estão as fichas de composição, do SINAPI-PB, utilizadas para fazer este orçamento:

As fichas de composição das Tabelas 75, 76 e 77, representam, respectivamente, os serviços de montagem e desmontagem de formas, armação e concretagem das sapatas.

A ficha de composição do SINAPI 96547 também foi utilizada no orçamento, mas, como essa ficha é uma derivação da Tabela anexada 76, modificando apenas a bitola do aço e a produtividade da mão de obra, ela não foi mostrada nesse memorial.

A ficha 96558, mostrada na Tabela anexada 77, originalmente tem como insumo o concreto de resistência C30, mas, neste projeto estrutural, as sapatas foram dimensionadas com o concreto de resistência C35, sendo necessário fazer este ajuste na ficha de composição, inserindo o insumo 11145 (Concreto usinado bombeável, classe de resistência C35).

As Tabelas anexadas 78, 79, 80 descrevem, respectivamente, os serviços de armação, montagem e desmontagem de formas, e concretagem dos pilares, são fundamentais para este orçamento deste elemento estrutural. A Tabela 27 foi utilizada também para o serviço de armação das vigas.

As fichas 92760, 92761, 92762, 92763, 92764, 92765 também são utilizadas no orçamento, mas, como essas fichas são derivações da ficha 92759, mostrada na Tabela 78, modificando apenas a bitola do aço e a produtividade da mão de obra, elas não serão mostradas nesse memorial.

Para descrição e orçamento dos serviços de montagem e desmontagem das formas, armação e concretagem de vigas baldrame, foram utilizadas as Tabelas 81, 82 e 83.

Nas vigas, além do serviço de armação, descrito na Tabela 78, há o serviço de escoramento, montagem e desmontagem das formas, conforme a Tabela 83.

Com relação às lajes nervuradas, foram utilizados os serviços das Tabelas 84, 85 e 86, que são, respectivamente: montagem e desmontagem de forma, armação e concretagem de lajes e vigas.

A ficha 92725, mostrada na Tabela 86, originalmente tem como insumo o concreto de resistência C20, mas, neste projeto estrutural, as lajes foram dimensionadas com o concreto de resistência C25, sendo necessário fazer este ajuste na ficha de composição, inserindo o insumo 1527 (concreto usinado bombeável, classe de resistência C25).

No pavimento cobertura, a laje da caixa d'água deve ser feita em laje maciça, assim, a ficha de composição da Tabela 87 (anexo), descreve o serviço de montagem e desmontagem de forma da laje da caixa d'água.

Com as fichas de composição, e os quantitativos, foi possível orçar a obra. O orçamento foi dividido por pavimentos, conforme as Tabelas 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25:

Tabela 16 - Orçamento da fundação (Edifício Laje Nervurada)

1.0 FUNDAÇÃO						Total	R\$ 18.817,00
1.1 FORMAS						Total	R\$ 4.979,70
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
1.1.1	96541	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES	m ²	33,00	R\$ 150,90	R\$ 4.979,70	
1.2 ARMAÇÃO						Total	R\$ 9.461,52
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
1.2.1	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM	kg	510,00	R\$ 14,79	R\$ 7.542,90	
1.2.2	96547	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM	kg	153,00	R\$ 12,54	R\$ 1.918,62	
1.3 CONCRETAGEM						Total	R\$ 4.375,78
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
1.3.1	96558	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 35 MPA, COM USO DE BOMBA ▢ LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m ³	10,23	R\$ 427,74	R\$ 4.375,78	

Tabela 17 - Orçamento do térreo (Edifício Laje Nervurada)

2.0	Térreo					Total	R\$ 45.088,74
2.1	PILARES					Total	R\$ 16.124,45
2.1.1	ARMAÇÃO					Total	R\$ 13.102,71
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
2.1.1.1	92759	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	kg	13,00	R\$ 15,85	R\$ 206,05	
2.1.1.2	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 6,3 MM	kg	96,00	R\$ 15,63	R\$ 1.500,48	
2.1.1.3	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 10,0 MM	kg	48,00	R\$ 13,78	R\$ 661,44	
2.1.1.4	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 12,5 MM	kg	44,00	R\$ 11,74	R\$ 516,56	
2.1.1.5	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 16,0 MM	kg	792,00	R\$ 11,36	R\$ 8.997,12	
2.1.1.6	92765	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 20,0 MM	kg	94,00	R\$ 12,99	R\$ 1.221,06	
2.1.2	FORMAS					Total	R\$ 1.951,20
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
2.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	49,36	R\$ 39,53	R\$ 1.951,20	
2.1.3	CONCRETAGEM					Total	R\$ 1.070,54
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
2.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	2,72	R\$ 393,58	R\$ 1.070,54	
2.2	VIGAS BALDRAME					Total	R\$ 28.964,29
2.2.1	FORMAS					Total	R\$ 10.498,23
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
2.2.1.1	96542	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES	m²	147,8	71,03	R\$ 10.498,23	
2.2.2	ARMAÇÃO					Total	R\$ 13.975,30
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
2.2.2.1	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM	kg	200,00	18,02	R\$ 3.604,00	
2.2.2.2	96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	8,00	17,27	R\$ 138,16	
2.2.2.3	96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM	kg	145,00	16,42	R\$ 2.380,90	
2.2.2.4	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM	kg	143,00	14,79	R\$ 2.114,97	
2.2.2.5	96547	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM	kg	120,00	12,54	R\$ 1.504,80	
2.2.2.6	96548	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM	kg	353,00	11,99	R\$ 4.232,47	
2.2.3	CONCRETAGEM					Total	R\$ 4.490,76
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
2.2.3.1	96557	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 25 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	11,27	398,47	R\$ 4.490,76	

Tabela 18 - Orçamento do Tipo 1, parte 1 (Edifício Laje Nervurada)

3.0	PAVIMENTO TIPO 1					Total	R\$ 76.034,25
3.1	PILARES					Total	R\$ 14.644,91
3.1.1	ARMAÇÃO					Total	R\$ 10.490,02
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
3.1.1.1	92759	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	kg	21,00	R\$ 15,85	R\$ 332,85	
3.1.1.2	92760	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	kg	105,00	R\$ 15,63	R\$ 1.641,15	
3.1.1.3	92762	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	kg	62,00	R\$ 13,78	R\$ 854,36	
3.1.1.4	92763	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	kg	61,00	R\$ 11,74	R\$ 716,14	
3.1.1.5	92764	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	kg	401,00	R\$ 11,36	R\$ 4.555,36	
3.1.1.6	92765	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	kg	184,00	R\$ 12,99	R\$ 2.390,16	
3.1.2	FORMAS					Total	R\$ 2.682,90
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
3.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	67,87	R\$ 39,53	R\$ 2.682,90	
3.1.3	CONCRETAGEM					Total	R\$ 1.471,99
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
3.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	3,74	R\$ 393,58	R\$ 1.471,99	
3.2	VIGAS					Total	R\$ 16.057,01
3.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO					Total	R\$ 6.488,97
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
3.2.1.1	92464	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	102,56	63,27	R\$ 6.488,97	
3.2.2	ARMAÇÃO					Total	R\$ 9.568,04
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
3.2.2.1	92759	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	kg	119,00	R\$ 15,85	R\$ 1.886,15	
3.2.2.2	92760	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	kg	39,00	R\$ 15,63	R\$ 609,57	
3.2.2.3	92761	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	kg	38,00	R\$ 15,16	R\$ 576,08	
3.2.2.4	92762	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	kg	317,00	R\$ 13,78	R\$ 4.368,26	
3.2.2.5	92763	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	kg	52,00	R\$ 11,74	R\$ 610,48	
3.2.2.6	92764	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	kg	113,00	R\$ 11,36	R\$ 1.283,68	
3.2.2.7	92765	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	kg	18,00	R\$ 12,99	R\$ 233,82	

Tabela 19 - Orçamento do Tipo 1, parte 2 (Edifício Laje Nervurada)

3.3		LAJES				Total	R\$45.332,32
3.3.1		FORMAS E ESCORAMENTO				Total	R\$ 6.137,28
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
3.3.1.1	92490	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	191,79	R\$ 32,00	R\$ 6.137,28	
3.3.2		ARMAÇÃO				Total	R\$24.214,82
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
3.3.2.1	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	kg	91	14,75	R\$ 1.342,25	
3.3.2.2	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	246	14,79	R\$ 3.638,34	
3.3.2.3	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	270	14,5	R\$ 3.915,00	
3.3.2.4	92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	276	13,27	R\$ 3.662,52	
3.3.2.5	92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	123	11,34	R\$ 1.394,82	
3.3.2.6	92773	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	927	11,07	R\$10.261,89	
3.3.3		CONCRETAGEM				Total	R\$14.980,22
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
3.3.3.1	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M²	m³	38,4	390,11	R\$14.980,22	

Tabela 20 - Orçamento do Tipo 2, parte 1 (Edifício Laje Nervurada)

4.0	PAVIMENTO TIPO 2						Total	R\$ 70.988,86
4.1	PILARES						Total	R\$ 9.448,25
4.1.1	ARMAÇÃO						Total	R\$ 5.293,36
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
4.1.1.1	92759	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	kg	32,00	R\$ 15,85	R\$ 507,20		
4.1.1.2	92760	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	kg	74,00	R\$ 15,63	R\$ 1.156,62		
4.1.1.3	92762	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	kg	93,00	R\$ 13,78	R\$ 1.281,54		
4.1.1.4	92763	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	kg	200,00	R\$ 11,74	R\$ 2.348,00		
4.1.2	FORMAS						Total	R\$ 2.682,90
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
4.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	67,87	R\$ 39,53	R\$ 2.682,90		
4.1.3	CONCRETAGEM						Total	R\$ 1.471,99
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
4.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	3,74	R\$ 393,58	R\$ 1.471,99		
4.2	VIGAS						Total	R\$ 16.139,20
4.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO						Total	R\$ 6.488,97
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
4.2.1.1	92464	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	102,56	63,27	R\$ 6.488,97		
4.2.2	ARMAÇÃO						Total	R\$ 9.650,23
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
4.2.2.1	92759	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	kg	113,00	R\$ 15,85	R\$ 1.791,05		
4.2.2.2	92760	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	kg	44,00	R\$ 15,63	R\$ 687,72		
4.2.2.3	92761	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	kg	40,00	R\$ 15,16	R\$ 606,40		
4.2.2.4	92762	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	kg	315,00	R\$ 13,78	R\$ 4.340,70		
4.2.2.5	92763	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	kg	28,00	R\$ 11,74	R\$ 328,72		
4.2.2.6	92764	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	kg	144,00	R\$ 11,36	R\$ 1.635,84		
4.2.2.7	92765	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	kg	20,00	R\$ 12,99	R\$ 259,80		

Tabela 21 - Orçamento do Tipo 2, parte 2 (Edifício Laje Nervurada)

4.3		LAJES				Total	R\$45.401,40
4.3.1		FORMAS E ESCORAMENTO				Total	R\$ 6.137,28
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
4.3.1.1	92490	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	191,79	R\$ 32,00	R\$ 6.137,28	
4.3.2		ARMAÇÃO				Total	R\$24.283,90
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
4.3.2.1	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	kg	91	14,75	R\$ 1.342,25	
4.3.2.2	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	259	14,79	R\$ 3.830,61	
4.3.2.3	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	278	14,5	R\$ 4.031,00	
4.3.2.4	92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	270	13,27	R\$ 3.582,90	
4.3.2.5	92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	106	11,34	R\$ 1.202,04	
4.3.2.6	92773	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	930	11,07	R\$10.295,10	
4.3.3		CONCRETAGEM				Total	R\$14.980,22
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
4.3.3.1	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M²	m³	38,4	390,11	R\$14.980,22	

Tabela 22 - Orçamento do Tipo 3, parte 1 (Edifício Laje Nervurada)

5.0	PAVIMENTO TIPO 3						Total	R\$ 70.021,06
5.1	PILARES						Total	R\$ 8.537,88
5.1.1	ARMAÇÃO						Total	R\$ 4.382,99
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
5.1.1.1	92759	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	kg	87,00	R\$ 15,85	R\$ 1.378,95		
5.1.1.2	92762	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	kg	218,00	R\$ 13,78	R\$ 3.004,04		
5.1.2	FORMAS						Total	R\$ 2.682,90
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
5.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	67,87	R\$ 39,53	R\$ 2.682,90		
5.1.3	CONCRETAGEM						Total	R\$ 1.471,99
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
5.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	3,74	R\$ 393,58	R\$ 1.471,99		
5.2	VIGAS						Total	R\$ 16.081,77
5.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO						Total	R\$ 6.488,97
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
5.2.1.1	92464	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	102,56	63,27	R\$ 6.488,97		
5.2.2	ARMAÇÃO						Total	R\$ 9.592,80
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
5.2.2.1	92759	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	kg	114,00	R\$ 15,85	R\$ 1.806,90		
5.2.2.2	92760	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	kg	44,00	R\$ 15,63	R\$ 687,72		
5.2.2.3	92761	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	kg	40,00	R\$ 15,16	R\$ 606,40		
5.2.2.4	92762	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	kg	311,00	R\$ 13,78	R\$ 4.285,58		
5.2.2.5	92763	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	kg	40,00	R\$ 11,74	R\$ 469,60		
5.2.2.6	92764	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	kg	130,00	R\$ 11,36	R\$ 1.476,80		
5.2.2.7	92765	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	kg	20,00	R\$ 12,99	R\$ 259,80		

Tabela 23 - Orçamento do Tipo 3, parte 2 (Edifício Laje Nervurada)

5.3		LAJES				Total	R\$45.401,40
5.3.1		FORMAS E ESCORAMENTO				Total	R\$ 6.137,28
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
5.3.1.1	92490	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	191,79	R\$ 32,00	R\$ 6.137,28	
5.3.2		ARMAÇÃO				Total	R\$24.283,90
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
5.3.2.1	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	kg	91,00	14,75	R\$ 1.342,25	
5.3.2.2	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	259,00	14,79	R\$ 3.830,61	
5.3.2.3	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	278,00	14,5	R\$ 4.031,00	
5.3.2.4	92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	270,00	13,27	R\$ 3.582,90	
5.3.2.5	92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	106,00	11,34	R\$ 1.202,04	
5.3.2.6	92773	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	930,00	11,07	R\$10.295,10	
5.3.3		CONCRETAGEM				Total	R\$14.980,22
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
5.3.3.1	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M²	m³	38,4	390,11	R\$14.980,22	

Tabela 24 - Orçamento da cobertura, parte 1 (Edifício Laje Nervurada)

6.0	COBERTA/CAIXA D'ÁGUA						Total	R\$ 66.654,78
6.1	PILARES						Total	R\$ 8.251,28
6.1.1	ARMAÇÃO						Total	R\$ 4.096,39
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.1.1.1	92759	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	kg	95,00	R\$ 15,85	R\$ 1.505,75		
6.1.1.2	92762	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	kg	188,00	R\$ 13,78	R\$ 2.590,64		
6.1.2	FORMAS						Total	R\$ 2.682,90
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	67,87	R\$ 39,53	R\$ 2.682,90		
6.1.3	CONCRETAGEM						Total	R\$ 1.471,99
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	3,74	R\$ 393,58	R\$ 1.471,99		
6.2	VIGAS						Total	R\$ 14.645,96
6.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO						Total	R\$ 6.690,17
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.2.1.1	92464	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	105,74	63,27	R\$ 6.690,17		
6.2.2	ARMAÇÃO						Total	R\$ 7.955,79
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.2.2.1	92759	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	kg	137,00	R\$ 15,85	R\$ 2.171,45		
6.2.2.2	92760	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	kg	4,00	R\$ 15,63	R\$ 62,52		
6.2.2.3	92761	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	kg	33,00	R\$ 15,16	R\$ 500,28		
6.2.2.4	92762	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	kg	302,00	R\$ 13,78	R\$ 4.161,56		
6.2.2.5	92763	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	kg	69,00	R\$ 11,74	R\$ 810,06		
6.2.2.6	92764	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	kg	22,00	R\$ 11,36	R\$ 249,92		

Tabela 25 - Orçamento da cobertura, parte 2 (Edifício Laje Nervurada)

6.3 LAJES						Total	R\$43.757,54
6.3.1 FORMAS E ESCORAMENTO						Total	R\$ 5.933,62
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
6.3.1.1	92490	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	176,5	R\$ 32,00	R\$ 5.648,00	
6.3.1.2	92522	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	15,29	R\$ 18,68	R\$ 285,62	
6.3.2 ARMAÇÃO						Total	R\$22.839,80
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
6.3.2.1	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	kg	93,00	14,75	R\$ 1.371,75	
6.3.2.2	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	339,00	14,79	R\$ 5.013,81	
6.3.2.3	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	319,00	14,5	R\$ 4.625,50	
6.3.2.4	92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	271,00	13,27	R\$ 3.596,17	
6.3.2.5	92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	28,00	11,34	R\$ 317,52	
6.3.2.6	92773	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	715,00	11,07	R\$ 7.915,05	
6.3.3 CONCRETAGEM						Total	R\$14.984,13
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
6.3.3.1	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M²	m³	38,41	390,11	R\$14.984,13	

A Tabela 26 apresenta o orçamento de forma resumida:

Tabela 26 - Orçamento resumido da estrutura do Edifício de Lajes nervuradas

1.0	FUNDAÇÃO		R\$ 18.817,00
	1.1	SAPATAS	R\$ 18.817,00
2.0	TÉRREO		R\$ 45.088,72
	2.1	PILARES	R\$ 16.124,44
	2.2	VIGAS BALDRAME	R\$ 28.964,28
3.0	PAVIMENTO TIPO 1		R\$ 76.034,23
	3.1	PILARES	R\$ 14.644,90
	3.2	VIGAS	R\$ 16.057,01
	3.3	LAJES	R\$ 45.332,32
4.0	PAVIMENTO TIPO 2		R\$ 70.988,84
	4.1	PILARES	R\$ 9.448,24
	4.2	VIGAS	R\$ 16.139,20
	4.3	LAJES	R\$ 45.401,40
5.0	PAVIMENTO TIPO 3		R\$ 70.021,04
	5.1	PILARES	R\$ 8.537,87
	5.2	VIGAS	R\$ 16.081,77
	5.3	LAJES	R\$ 45.401,40
6.0	COBERTA		R\$ 66.654,75
	6.1	PILARES	R\$ 8.251,27
	6.2	VIGAS	R\$ 14.645,95
	6.3	LAJES	R\$ 43.757,53
TOTAL			R\$ 347.604,58

Calculando os gastos apenas com a laje, tem-se (Equação 27):

$$Gasto_{lajes} = 45332,32 + 45401,40 + 45401,40 + 43757,53$$

$$Gasto_{lajes} = R\$ 179.892,65 \quad (27)$$

Comparando com o custo total da estrutura (Equação 28):

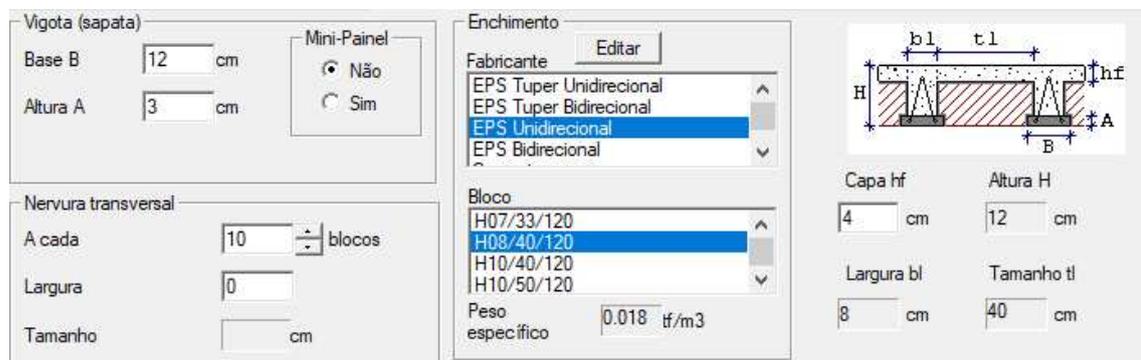
$$Gasto\% = \frac{179892,65}{347604,58} = 51,75\% \quad (28)$$

4.2 Laje treliçada

4.2.1 Concepção

O tipo de vigota escolhido inicialmente, foi o de altura de 8 cm, podendo ser utilizadas treliças do modelo TB 8L, ou TB 8M. Por consequência, o enchimento de EPS também deve ter altura de 8 cm, e a capa de concreto utilizada, deve ser de 4 cm. Assim, a espessura total inicial da laje é de 12 cm. A Figura 39, extraída do TQS, mostra estas dimensões.

Figura 39 - Dimensões das vigotas e material de enchimento



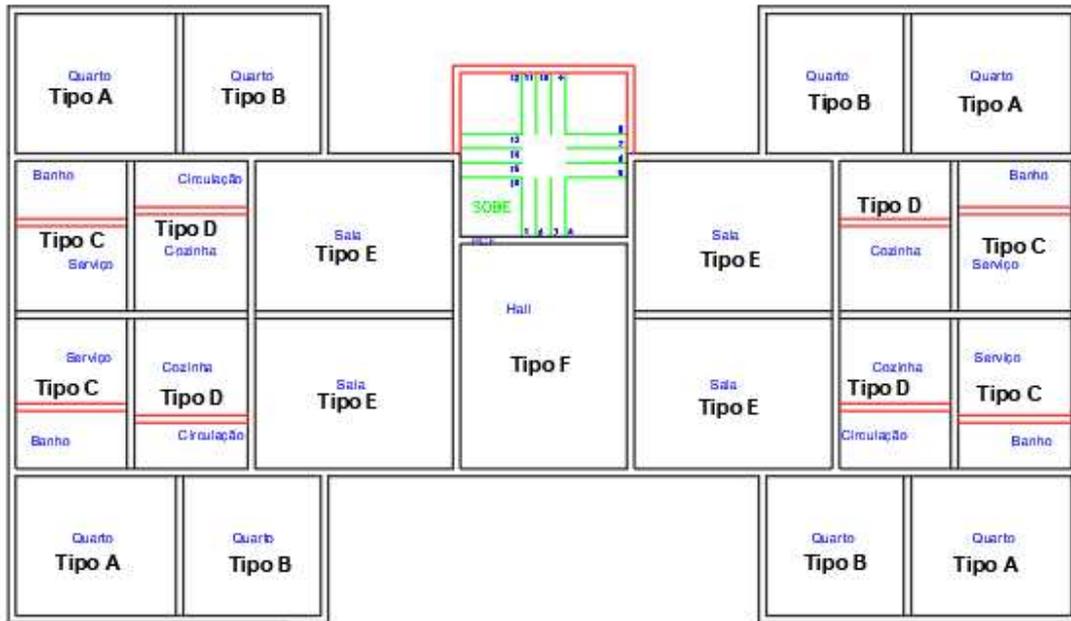
Fonte: TQS

Inicialmente, o pavimento foi dividido em 21 lajes, entretanto, as dimensões e cargas repetem-se em 6 tipos diferentes de laje, cada tipo engloba um ou dois cômodos diferentes, alterando suas distâncias, e cargas de alvenaria sobre a laje. A Tabela 27 e a Figura 40 ajudam a exemplificar essas distâncias e os cômodos que cada laje engloba:

Tabela 27 - Configuração inicial das lajes treliçadas

Configuração inicial				
Laje	Distância horizontal (m)	Distância vertical (m)	Cômodos	Repetições
Tipo A	3,24	2,84	Quarto 1, de um apartamento	4
Tipo B	2,78	2,84	Quarto 2, de um apartamento	4
Tipo C	2,25	3,06	Banheiro e serviço de um apartamento	4
Tipo D	2,29	3,06	Circulação e cozinha de uma apartamento	4
Tipo E	4,00	3,06	Sala de um apartamento	4
Tipo F	3,37	4,58	Hall	1

Figura 40 - Esboço da disposição inicial das lajes treliçadas



A orientação das vigotas deve ser sempre em direção do menor vão, uma vez que os momentos e flechas tendem a ser menores.

Com relação a vigas e pilares, a concepção foi a mesma. Pilares com dimensões iniciais de 16x25 cm, e posicionamento em encontros de vigas. Já as vigas, foram posicionadas sob paredes, com algumas exceções, além disso, a base da viga deve ter dimensão de 16 cm.

4.2.2 Pré-dimensionamento

As cargas atuantes no edifício são iguais às cargas atuantes no edifício de lajes nervuradas. Carga de utilização: 1,5 KN/m² (Edifícios residenciais – dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro), carga de alvenaria sobre vigas: 5,43 KN/m, carga de alvenaria sobre lajes: 5,89 KN/m.

Lançando as cargas atuantes na estrutura e processando esta no TQS, foi verificado o estado limite de serviço máximo. As lajes do tipo A e B apresentaram flecha um pouco superior ao valor máximo permitido pela norma, nas lajes tipo E e F foi notada uma flecha com valor muito alto, bem superior ao máximo permitido. Com relação às lajes C e D, observou-se que exatamente sob as paredes, as flechas nas lajes apresentavam valores discrepantes de outros pontos da laje, e superior ao permitido.

Buscou-se inicialmente uma solução para os tipos C e D, para isso, foi mudada a direção das vigotas, que apontavam em direção ao menor vão. Essa mudança foi pensada assim, para que as vigotas ficassem em sentido transversal à parede que estava sobre a laje, dessa forma, a carga desta seria distribuída em cada vigota, não sobrecarregando apenas uma.

Entretanto, após novo processamento, verificou-se que as flechas nas lajes C e D aumentaram, sendo necessário uma nova solução. Outra solução seria por uma viga sob cada parede, dividindo assim cada laje em mais duas lajes. Entretanto, por limitações na licença estudantil do software, que limita o número de lajes por pavimento, a solução não foi possível ser executada. Por fim, a solução final foi substituir as paredes que estão sobre a laje por paredes de drywall, que tem peso de 22 KG/m², para uma alvenaria de 2,55 m, tem-se (Equação 29):

$$P_{dw} = 22 * 10 * 2,55 = 561 \text{ KN/m} = 0,56 \text{ tf/m} \quad (29)$$

Feito o novo processamento, com cargas de paredes drywall, verificou-se que as lajes tipo C e D apresentaram flecha inferior ao limite. Para solucionar os problemas das lajes tipo A, B, E e F, foi necessário alterar a espessura da laje, para isso, modificou-se a altura da treliça, para 12 centímetros, que conseqüentemente aumentou a altura do enchimento para 12 centímetros também. A capa de concreto foi mantida em 4 cm, assim a laje teria espessura de 16 cm.

Para pré-dimensionamento das vigas, o cálculo foi semelhante ao feito com as lajes nervuradas. Com os momentos máximos e mínimos calculados pelo software (Tabela 28), pode ser calculada a altura mínima da viga, pela Equação 30.

Tabela 28 - Momentos máximos e mínimos das vigas, edifício com lajes treliçadas

Momentos máximos e mínimos vigas - pavimento tipo								
Viga	Mmáx (tf*m)	Mmín (tf*m)	Viga	Mmáx (tf*m)	Mmín (tf*m)	Viga	Mmáx (tf*m)	Mmín (tf*m)
V1	6,58	0	V10	6,58	0	V19	2,8	-4,88
V2	6,58	0	V11	6,58	0	V20	3,07	-3,88
V3	0,86	0	V12	0,4	-0,72	V21	1,05	0
V4	1,79	-2,2	V13	2,05	0	V22	1,22	0
V5	1,79	-2,2	V14	1,18	0	V23	0,63	-2,2
V6	4,09	0	V15	1,18	0	V24	1,18	0
V7	4,39	-5,46	V16	0,63	-2,2	V25	1,18	0
V8	4,39	-5,46	V17	1,05	0	V26	2,05	0
V9	3,53	-4,58	V18	1,22	0	V27	0,4	-0,72

$$d_{min} \geq \sqrt{\frac{|M_{dm\acute{a}x}|}{b_w * kmd * f_{cd}}} \quad (30)$$

Sendo:

- $Kmd = 0,158$
- $Bw = 16 \text{ cm}$
- $Fcd = 17,86 \text{ MPA}$

Após novo processamento global da estrutura, com as alturas das vigas corrigidas pelos momentos máximos, e espessura da laje aumentada para 16 cm, verificou-se que as flechas das lajes tipos E e F estavam ainda ligeiramente superiores ao máximo permitido. Entretanto, não houve alteração nessas lajes. As alterações foram feitas nas vigas que estavam apoiando-as, uma vez que o deslocamento na viga estava contribuindo para que o deslocamento nas lajes fosse superior ao limite. Com as alturas das vigas aumentadas, foi realizado mais um processamento da estrutura, sendo assim constatado que todas as lajes e vigas passaram em relação ao estado limite de serviço.

Com relação aos pilares, o cálculo foi semelhante ao que foi feito para lajes nervuradas. Divisão entre pilares intermediários, pilares de extremidade e pilares de canto. Após isso, foi calculada a área de concreto, a partir da força de compressão atuante no pilar, sendo a área mínima de 360 cm². Na Tabela 29, é possível visualizar os tipos de pilares e as forças normais a estes.

Tabela 29 - Carga vertical máxima sobre os pilares, para o edifício de laje treliçada

Carga vertical máxima sobre os pilares											
Pilar	Tipo	Nmáx (tf)	Pilar	Tipo	Nmáx (tf)	Pilar	Tipo	Nmáx (tf)	Pilar	Tipo	Nmáx (tf)
P1	Canto	22,04	P8	Extremidade	33,79	P15	Extremidade	25,9	P22	Extremidade	45,91
P2	Canto	23,88	P9	Extremidade	24,77	P16	Intermediário	63,64	P23	Extremidade	48,02
P3	Canto	23,55	P10	Extremidade	24,22	P17	Intermediário	64,57	P24	Extremidade	19,38
P4	Canto	22,08	P11	Extremidade	34,42	P18	Extremidade	26,07	P25	Canto	22,35
P5	Canto	18,2	P12	Extremidade	20,86	P19	Extremidade	19,09	P26	Canto	23,97
P6	Canto	21,79	P13	Extremidade	67,02	P20	Extremidade	47,86	P27	Canto	23,64
P7	Extremidade	20,4	P14	Extremidade	57,16	P21	Extremidade	45,57	P28	Canto	22,16

Com o pré-dimensionamento feito de lajes, vigas e pilares feitos, foi possível processar o edifício no software para que este dimensiona-se as armaduras necessárias, além de gerar os desenhos dos elementos estruturais.

4.2.3 Dimensionamento das armaduras

Logo após o processamento, o software indicou um erro em alguns pilares. Em alguns trechos, as taxas de armaduras eram superiores aos 4% máximos indicados pela NBR 6118:2014. Por isso, os pilares P13, P14, P16, P17, P20, P21, P22, P23 tiveram seus lados maiores aumentados em 5 centímetros. Mesmo após novo processamento, P13, P14, P16, P20 e P23 continuaram com taxa de armadura superior ao limite, assim, mais uma vez, seus lados foram aumentados em mais 5 centímetros. A Tabela 30 apresenta o resumo estrutural dos pilares, fornecido pelo TQS, sendo:

- σ : Tensão de Cálculo (Carga Vertical: Combinação 1 TQS PILAR)
- v : Força normal adimensional
- λ : Índice de esbeltez
- ρ : Taxa geométrica de armadura
- Taxa de aço: Massa de aço por volume de concreto

Tabela 30 - Resumo estrutural dos pilares (Laje treliçada)

Pilar	Lances	Seção (cm)	σ (kgf/cm ²)	v	λ	ρ	Taxa de aço (kgf/m ³)
P1	1 a 5	16X25	11.3 a 90.8	0.06 a 0.51	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P2	1 a 5	16X25	11.7 a 96.3	0.07 a 0.54	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P3	1 a 5	16X25	11.4 a 94.2	0.06 a 0.53	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P4	1 a 5	16X25	11.4 a 91.8	0.06 a 0.51	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P5	1 a 5	16X25	8.8 a 75.2	0.05 a 0.42	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P6	1 a 5	16X25	12.8 a 94.5	0.07 a 0.53	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P7	1 a 5	16X25	9.9 a 86.3	0.06 a 0.48	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P8	1 a 5	16X25	18.2 a 143.8	0.1 a 0.8	26 a 60	0.79 a 3.14	209.8
P9	1 a 5	16X25	13.7 a 106	0.08 a 0.59	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P10	1 a 5	16X25	13.7 a 104.8	0.08 a 0.59	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P11	1 a 5	16X25	18.6 a 145.8	0.1 a 0.82	26 a 60	0.79 a 3.14	209.8
P12	1 a 5	16X25	10 a 87.8	0.06 a 0.49	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P13	1 a 5	16X45	48.2 a 165.4	0.27 a 0.93	14 a 60	0.65 a 3.49	243.4
P14	1 a 5	16X40	47.2 a 151	0.26 a 0.85	16 a 60	0.74 a 2.51	194.1
P15	1 a 5	16X25	15.3 a 112.7	0.09 a 0.63	26 a 60	0.79 a 2.01	137.0

P16	1 a 5	16X45	21.4 a 152.9	0.12 a 0.86	14 a 60	0.65 a 2.23	165.5
P17	1 a 5	16X40	24.7 a 174.5	0.14 a 0.98	16 a 60	0.74 a 3.14	222.0
P18	1 a 5	16X25	15.3 a 113.4	0.09 a 0.63	26 a 60	0.79 a 2.01	137.0
P19	1 a 5	16X25	9.7 a 81.3	0.05 a 0.46	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P20	1 a 5	16X35	18.9 a 145.6	0.11 a 0.82	18 a 60	0.56 a 2.15	160.7
P21	1 a 5	16X30	48.4 a 157.7	0.27 a 0.88	21 a 60	0.65 a 3.93	255.4
P22	1 a 5	16X30	49.2 a 159	0.28 a 0.89	21 a 60	0.65 a 3.93	255.4
P23	1 a 5	16X35	19.1 a 146.5	0.11 a 0.82	18 a 60	0.56 a 2.24	178.4
P24	1 a 5	16X25	9.9 a 83.1	0.06 a 0.47	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P25	1 a 5	16X25	11.4 a 90.3	0.06 a 0.51	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1
P26	1 a 5	16X25	12.2 a 100.7	0.07 a 0.56	26 a 60	0.79 a 1.23	121.9
P27	1 a 5	16X25	12.1 a 100	0.07 a 0.56	26 a 60	0.79 a 1.23	111.1
P28	1 a 5	16X25	11.7 a 92	0.07 a 0.52	26 a 60	0.79 a 0.79	98.1

Para as vigas não houve problemas quanto a taxa de armadura, as alterações quanto ao ELS foram feitas ainda no pré-dimensionamento. Dessa forma, as armaduras geradas no processamento não foram alteradas, e foram utilizadas no projeto. Assim como foi feito para a laje nervurada.

Para as lajes, foram geradas as armaduras de flexão negativa e positiva. Assim como nas vigas, o deslocamento máximo foi verificado no pré-dimensionamento, dessa maneira, as armaduras geradas pelo software não foram alteradas, e foram utilizadas no projeto. Da mesma forma que ocorreu com a laje nervurada.

Para as fundações, as cargas do solo já estavam pré-definidas pelo software, não sendo possível alterá-las. Considerando essa carga de solo fixada, foram calculadas as cargas nas sapatas, e geradas as armaduras destas.

Com todas as armaduras geradas, foi gerado o quantitativo de materiais em cada pavimento, os materiais importantes para o orçamento da estrutura são: aço, concreto e formas. As Tabelas 31, 32, 33, 34, 35 e 36 mostram esses valores:

Tabela 31 - Quantitativo da fundação (Edifício Laje treliçada)

FUNDAÇÃO									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Sapatas	0	0	0	817	0	0	0	21,85	42,00

Tabela 32 - Quantitativo do térreo (Edifício Laje Treliçada)

PAVIMENTO TÉRREO									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	36	56	0	129	0	483	100	2,56	49,92
Vigas	194	3	162	250	111	70	0	11,21	148,11

Tabela 33 - Quantitativo do pavimento tipo 1 (Edifício laje treliçada)

PAVIMENTO TIPO 1									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	47	55	0	140	0	161	0	3.52	68.64
Vigas	167	1	81	357	60	85	0	11.24	127.24
Lajes	30	129	0	0	0	0	0	10.96	0

Tabela 34 - Quantitativo do pavimento tipo 2 (Edifício laje treliçada)

PAVIMENTO TIPO 2									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	63	28	0	183	75	32	0	3.52	68.64
Vigas	167	1	79	363	60	85	0	11.24	127.24
Lajes	30	129	0	0	0	0	0	10.96	0

Tabela 35 - Quantitativo do pavimento tipo 3 (Edifício laje treliçada)

PAVIMENTO TIPO 3									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	81	3	0	226	14	0	0	3.52	68.64
Vigas	167	1	79	373	55	68	0	11.24	127.24
Lajes	30	129	0	0	0	0	0	10.96	0

Tabela 36 - Quantitativo da cobertura (Edifício laje treliçada)

Coberta/ Caixa d'água									
Bitola	Ø 5.0 (kgf)	Ø 6.3 (kgf)	Ø 8.0 (kgf)	Ø 10.0 (kgf)	Ø 12.5 (kgf)	Ø 16.0 (kgf)	Ø 20.0 (kgf)	Concreto (m³)	Forma (m²)
Pilares	86	7	0	188	21	0	0	3.52	68.64
Vigas	172	3	93	270	72	59	0	11.56	130.50
Lajes	30	175	0	155	0	0	0	13.11	15.29

4.2.4 Orçamento

O orçamento foi feito com o auxílio do orçafascio. Para base de dados, foram utilizadas as fichas de composição do SINAPI/PB, atualizadas em março de 2021. A estrutura analítica de projeto foi dividida da seguinte maneira, conforme a Tabela 37:

Tabela 37 - Estrutura analítica de projeto da estrutura do Edifício de Laje treliçada

1.0	FUNDAÇÃO	
1.1	FORMAS	
1.2	ARMAÇÃO	
2.0	TÉRREO	
2.1	PILARES	
2.1.1	ARMAÇÃO	
2.1.2	FORMAS	
2.1.3	CONCRETAGEM	
2.2	VIGAS BALDRAME	
2.2.1	FORMAS	
2.2.2	ARMAÇÃO	
2.2.3	CONCRETAGEM	
3.0	PAVIMENTO TIPO 1	
3.1	PILARES	
3.1.1	ARMAÇÃO	
3.1.2	FORMAS	
3.1.3	CONCRETAGEM	
3.2	VIGAS	
3.2.1	FORMAS	
3.2.2	ARMAÇÃO	
3.3	LAJE	
3.3.1	MONTAGEM VIGOTAS E ENCHIMENTO	
3.3.2	ARMAÇÃO	
3.3.3	CONCRETAGEM	
4.0	PAVIMENTO TIPO 2	
4.1	PILARES	
4.1.1	ARMAÇÃO	
4.1.2	FORMAS	
4.1.3	CONCRETAGEM	
4.2	VIGAS	
4.2.1	FORMAS	
4.2.2	ARMAÇÃO	
4.3	LAJE	
4.3.1	MONTAGEM VIGOTAS E ENCHIMENTO	
4.3.2	ARMAÇÃO	
4.3.3	CONCRETAGEM	
5.0	PAVIMENTO TIPO 3	
5.1	PILARES	
5.1.1	ARMAÇÃO	
5.1.2	FORMAS	
5.1.3	CONCRETAGEM	
5.2	VIGAS	
5.2.1	FORMAS	
5.2.2	ARMAÇÃO	
5.3	LAJE	
5.3.1	MONTAGEM VIGOTAS E ENCHIMENTO	
5.3.2	ARMAÇÃO	
5.3.3	CONCRETAGEM	
6.0	COBERTA	
6.1	PILARES	
6.1.1	ARMAÇÃO	
6.1.2	FORMAS	
6.1.3	CONCRETAGEM	
6.2	VIGAS	
6.2.1	FORMAS	
6.2.2	ARMAÇÃO	
6.3	LAJE	
6.3.1	MONTAGEM VIGOTAS E ENCHIMENTO	
6.3.2	ARMAÇÃO	
6.3.3	CONCRETAGEM	

As fichas de composição utilizadas são praticamente as mesmas que foram utilizadas para laje nervurada. As fichas estão descritas nas Tabelas 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86 e 87. A Tabela 84 não foi utilizada nesse caso, pois é exclusiva de laje nervurada. O SINAPI possui apenas uma ficha generalizada para laje treliçada, o que não é suficiente para este orçamento. Assim, foi necessário criar duas fichas para a montagem da laje treliçada, além de uma ficha intermediária para montagem da lajota, conforme descrito nas Tabelas 38, 39 e 40:

Tabela 38 - Ficha de composição própria TCC_1005

PRÓPRIA	TCC_1005	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12	UNIDADE: M ²		TOTAL:	R\$82,55
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,82	0,501	R\$ 9,93
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,354	R\$ 5,52
PRÓPRIO	TCC_1105	Vigota treliçada, com treliça TR12645	M	R\$ 17,06	2,08	R\$35,48
SINAPI	10749	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MÊS	R\$ 2,58	2,58	R\$ 6,66
SINAPI	40270	VIGA DE ESCORAMAENTO H20, DE MADEIRA, PESO DE 5,00 A 5,20 KG/M, COM EXTREMIDADES PLASTICAS	M	R\$ 69,08	0,03	R\$ 2,07
PRÓPRIO	PQI_05	Bloco de EPS 400x120mm	M	R\$ 11,00	2,08	R\$22,88

Tabela 39 - Ficha de composição própria TCC_1005B

PRÓPRIA	TCC_1005B	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12 - vão maior que 2,5 m	UNIDADE: M ²		TOTAL:	R\$86,40
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,82	0,501	R\$ 9,93
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,354	R\$ 5,52
PRÓPRIO	TCC_1105	Vigota treliçada, com treliça TR12645	M	R\$ 17,06	2,08	R\$35,48
SINAPI	92800	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	R\$ 12,03	0,32	R\$ 3,85
SINAPI	10749	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MÊS	R\$ 2,58	2,58	R\$ 6,66
SINAPI	40270	VIGA DE ESCORAMAENTO H20, DE MADEIRA, PESO DE 5,00 A 5,20 KG/M, COM EXTREMIDADES PLASTICAS	M	R\$ 69,08	0,03	R\$ 2,07
PRÓPRIO	PQI_05	Bloco de EPS 400x120mm	M	R\$ 11,00	2,08	R\$22,88

Nas Tabelas 38 e 39, o coeficiente das composições intermediárias 88309 (pedreiro com encargos complementares) e 88316 (servente com encargos complementares) foi definido com base na ficha de composição do SINAPI 101963, que é semelhante a essa nova ficha criada. O coeficiente dos insumos 10749 (locação de escora metálica) e 40270 (viga de escoramento H20) foi definido com base na ficha de composição 92490, que é semelhante a essa nova ficha criada.

As composições intermediárias TCC_1105 (Vigota treliçada), 92800 (corte e dobra aço 5,0 mm) e o insumo PQI_05 (bloco de EPS 400x120 mm), tiveram seus coeficientes calculados da seguinte forma: a largura do EPS é de 40 cm, entre dois blocos de EPS, há um espaçamento de 8 cm, ocupado pela vigota. Assim (Equações 31 e 32):

$$L_{conjunto} = 0,4 + 0,08 = 0,48 \text{ m} \quad (31)$$

$$coeficiente = \frac{1 \text{ m}^2}{0,48 \text{ m}} = 2,08 \text{ m} \quad (32)$$

Para a armadura adicional, sabe-se que a massa nominal do aço CA60, bitola de 5.0 é de 0,154 kg/m. Sabe-se que a vigota tem 2,08 metros, logo (Equação 33):

$$Coeficiente_{5,0} = 2,08 * 0,154 = 0,32 \quad (33)$$

O preço unitário do insumo PQI_05 (bloco de EPS 400 x 120 mm) foi obtido em contato com fornecedores do material.

Em contato com fornecedores de lajes pré-moldadas, não foram encontradas as vigotas com altura de 12 centímetros, havia apenas a opção de 8 centímetros. Assim, foi necessário calcular os valores dessas vigotas como se fossem moldadas na própria obra, conforme indica a Tabela 40:

Tabela 40 - Ficha de composição própria TCC_1105

PRÓPRIA	TCC_1105	Vigota treliçada, com treliça TR12645	UNIDADE: M		TOTAL:	R\$17,06
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,1	R\$ 1,56
PRÓPRIO	PQI_04	Treliça TR 12645	M	R\$ 12,80	1,1	R\$14,08
SINAPI	38464	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0, SLUMP = 220 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M³	R\$359,34	0,00396	R\$ 1,42

O valor do insumo PQI_04(Treliça TR 12645) foi encontrado em contato com fornecedores de treliças, no coeficiente foi adicionado 10% de perdas. Já o coeficiente do concreto foi baseado na base e altura da vigota, 12 e 3 centímetros, respectivamente. Assim o volume de concreto por metro linear de vigota é de (Equação 34):

$$Vol_c = 0,12 * 0,03 * 1 = 0,0036 + 10\% = 0,00396 \quad (34)$$

Com as fichas de composição, e os quantitativos, foi possível orçar a obra. O orçamento foi dividido por pavimentos, conforme as Tabelas 41 a 46.

Tabela 41 - Orçamento da fundação (edifício laje treliçada)

1.0	FUNDAÇÃO					Total	R\$ 27.724,58
1.1	FORMAS					Total	R\$ 6.337,80
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
1.1.1	96541	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES	m²	42,00	R\$ 150,90	R\$ 6.337,80	
1.2	ARMAÇÃO					Total	R\$ 12.083,43
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
1.2.1	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM	kg	817,00	R\$ 14,79	R\$ 12.083,43	
1.3	CONCRETAGEM					Total	R\$ 9.303,35
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total	
1.3.1	96558	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 35 MPA, COM USO DE BOMBA DE LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	21,75	R\$ 427,74	R\$ 9.303,35	

Tabela 42 - Orçamento da fundação (edifício laje treliçada)

2.0	Térreo						Total	R\$ 40.113,85
2.1	PILARES						Total	R\$ 12.990,28
2.1.1	ARMAÇÃO						Total	R\$ 10.009,38
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
2.1.1.1	92759	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	kg	36,00	R\$ 15,85	R\$ 570,60		
2.1.1.2	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 6,3 MM	kg	56,00	R\$ 15,63	R\$ 875,28		
2.1.1.3	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 10,0 MM	kg	129,00	R\$ 13,78	R\$ 1.777,62		
2.1.1.4	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 16,0 MM	kg	483,00	R\$ 11,36	R\$ 5.486,88		
2.1.1.5	92765	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 20,0 MM	kg	100,00	R\$ 12,99	R\$ 1.299,00		
2.1.2	FORMAS						Total	R\$ 1.973,34
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
2.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	49,92	R\$ 39,53	R\$ 1.973,34		
2.1.3	CONCRETAGEM						Total	R\$ 1.007,56
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
2.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	2,56	R\$ 393,58	R\$ 1.007,56		
2.2	VIGAS BALDRAME						Total	R\$ 27.123,57
2.2.1	FORMAS						Total	R\$ 10.520,25
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
2.2.1.1	96542	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES	m²	148,11	71,03	R\$ 10.520,25		
2.2.2	ARMAÇÃO						Total	R\$ 12.136,47
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
2.2.2.1	96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM	kg	194,00	18,02	R\$ 3.495,88		
2.2.2.2	96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	3,00	17,27	R\$ 51,81		
2.2.2.3	96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM	kg	162,00	16,42	R\$ 2.660,04		
2.2.2.4	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM	kg	250,00	14,79	R\$ 3.697,50		
2.2.2.5	96547	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM	kg	111,00	12,54	R\$ 1.391,94		
2.2.2.6	96548	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM	kg	70,00	11,99	R\$ 839,30		
2.2.3	CONCRETAGEM						Total	R\$ 4.466,85
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
2.2.3.1	96557	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 25 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	11,21	398,47	R\$ 4.466,85		

Tabela 43 - Orçamento do pavimento tipo 1 (edifício laje treliçada)

PAVIMENTO TIPO 1							Total	R\$ 54.920,78	
3.0	PAVIMENTO TIPO 1							Total	R\$ 54.920,78
3.1	PILARES							Total	R\$ 9.461,50
3.1.1	ARMAÇÃO							Total	R\$ 5.362,76
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
3.1.1.1	92759	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	kg	47,00	R\$ 15,85	R\$ 744,95			
3.1.1.2	92760	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	kg	55,00	R\$ 15,63	R\$ 859,65			
3.1.1.3	92762	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	kg	140,00	R\$ 13,78	R\$ 1.929,20			
3.1.1.4	92764	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	kg	161,00	R\$ 11,36	R\$ 1.828,96			
3.1.2	FORMAS							Total	R\$ 2.713,34
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
3.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	68,64	R\$ 39,53	R\$ 2.713,34			
3.1.3	CONCRETAGEM							Total	R\$ 1.385,40
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
3.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	3,52	R\$ 393,58	R\$ 1.385,40			
3.2	VIGAS							Total	R\$ 18.530,47
3.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO							Total	R\$ 8.050,47
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
3.2.1.1	92464	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	127,24	63,27	R\$ 8.050,47			
3.2.2	ARMAÇÃO							Total	R\$ 10.480,00
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
3.2.2.1	92759	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	kg	167,00	R\$ 15,85	R\$ 2.646,95			
3.2.2.2	92760	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	kg	1,00	R\$ 15,63	R\$ 15,63			
3.2.2.3	92761	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	kg	81,00	R\$ 15,16	R\$ 1.227,96			
3.2.2.4	92762	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	kg	357,00	R\$ 13,78	R\$ 4.919,46			
3.2.2.5	92763	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	kg	60,00	R\$ 11,74	R\$ 704,40			
3.2.2.6	92764	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	kg	85,00	R\$ 11,36	R\$ 965,60			
3.3	LAJES							Total	R\$ 26.928,80
3.3.1	MONTAGEM DE VIGOTAS, ENCHIMENTO E ESCORAMENTO							Total	R\$ 15.917,95
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
3.3.1.1	TCC_1005	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12	m²	55,08	R\$ 82,52	R\$ 4.545,20			
3.3.1.2	TCC_1005B	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12 - vão maior que 2,5 m	m²	131,69	R\$ 86,36	R\$ 11.372,75			
3.3.2	ARMAÇÃO							Total	R\$ 2.350,41
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
3.3.2.1	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	kg	30	14,75	R\$ 442,50			
3.3.2.2	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	129	14,79	R\$ 1.907,91			
3.3.3	CONCRETAGEM							Total	R\$ 8.660,44
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
3.3.3.1	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M²	m³	22,2	390,11	R\$ 8.660,44			

Tabela 44 - Orçamento do pavimento tipo 2 (edifício laje treliçada)

PAVIMENTO TIPO 2							Total	R\$ 54.812,33	
4.0	PAVIMENTO TIPO 2							Total	R\$ 54.812,33
4.1	PILARES							Total	R\$ 9.300,69
4.1.1	ARMAÇÃO							Total	R\$ 5.201,95
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
4.1.1.1	92759	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	kg	63,00	R\$ 15,85	R\$ 998,55			
4.1.1.2	92760	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	kg	28,00	R\$ 15,63	R\$ 437,64			
4.1.1.3	92762	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	kg	183,00	R\$ 13,78	R\$ 2.521,74			
4.1.1.4	92763	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	kg	75,00	R\$ 11,74	R\$ 880,50			
4.1.1.5	92764	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	kg	32,00	R\$ 11,36	R\$ 363,52			
4.1.2	FORMAS							Total	R\$ 2.713,34
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
4.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	68,64	R\$ 39,53	R\$ 2.713,34			
4.1.3	CONCRETAGEM							Total	R\$ 1.385,40
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
4.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	3,52	R\$ 393,58	R\$ 1.385,40			
4.2	VIGAS							Total	R\$ 18.582,83
4.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO							Total	R\$ 8.050,47
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
4.2.1.1	92464	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	127,24	63,27	R\$ 8.050,47			
4.2.2	ARMAÇÃO							Total	R\$ 10.532,36
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
4.2.2.1	92759	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	kg	167,00	R\$ 15,85	R\$ 2.646,95			
4.2.2.2	92760	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	kg	1,00	R\$ 15,63	R\$ 15,63			
4.2.2.3	92761	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	kg	79,00	R\$ 15,16	R\$ 1.197,64			
4.2.2.4	92762	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	kg	363,00	R\$ 13,78	R\$ 5.002,14			
4.2.2.5	92763	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	kg	60,00	R\$ 11,74	R\$ 704,40			
4.2.2.6	92764	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	kg	85,00	R\$ 11,36	R\$ 965,60			
4.3	LAJES							Total	R\$ 26.928,80
4.3.1	MONTAGEM DE VIGOTAS, ENCHIMENTO E ESCORAMENTO							Total	R\$ 15.917,95
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
4.3.1.1	TCC_1005	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12	m²	55,08	R\$ 82,52	R\$ 4.545,20			
4.3.1.2	TCC_1005B	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12 - vão maior que 2,5 m	m²	131,69	R\$ 86,36	R\$ 11.372,75			
4.3.2	ARMAÇÃO							Total	R\$ 2.350,41
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
4.3.2.1	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	kg	30	14,75	R\$ 442,50			
4.3.2.2	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	129	14,79	R\$ 1.907,91			
4.3.3	CONCRETAGEM							Total	R\$ 8.660,44
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
4.3.3.1	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M²	m³	22,2	390,11	R\$ 8.660,44			

Tabela 45 - Orçamento do pavimento tipo 3 (edifício laje treliçada)

PAVIMENTO TIPO 3							Total	R\$ 54.105,74	
5.0	PAVIMENTO TIPO 3							Total	R\$ 54.105,74
5.1	PILARES							Total	R\$ 8.708,12
5.1.1	ARMAÇÃO							Total	R\$ 4.609,38
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
5.1.1.1	92759	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	kg	81,00	R\$ 15,85	R\$ 1.283,85			
5.1.1.2	92760	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	kg	3,00	R\$ 15,63	R\$ 46,89			
5.1.1.3	92762	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	kg	226,00	R\$ 13,78	R\$ 3.114,28			
5.1.1.4	92763	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	kg	14,00	R\$ 11,74	R\$ 164,36			
5.1.2	FORMAS							Total	R\$ 2.713,34
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
5.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	68,64	R\$ 39,53	R\$ 2.713,34			
5.1.3	CONCRETAGEM							Total	R\$ 1.385,40
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
5.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	3,52	R\$ 393,58	R\$ 1.385,40			
5.2	VIGAS							Total	R\$ 18.468,81
5.2.1	FORMAS E ESCORAMENTO							Total	R\$ 8.050,47
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
5.2.1.1	92464	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	127,24	63,27	R\$ 8.050,47			
5.2.2	ARMAÇÃO							Total	R\$ 10.418,34
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
5.2.2.1	92759	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	kg	167,00	R\$ 15,85	R\$ 2.646,95			
5.2.2.2	92760	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	kg	1,00	R\$ 15,63	R\$ 15,63			
5.2.2.3	92761	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	kg	79,00	R\$ 15,16	R\$ 1.197,64			
5.2.2.4	92762	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	kg	373,00	R\$ 13,78	R\$ 5.139,94			
5.2.2.5	92763	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	kg	55,00	R\$ 11,74	R\$ 645,70			
5.2.2.6	92764	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	kg	68,00	R\$ 11,36	R\$ 772,48			
5.3	LAJES							Total	R\$ 26.928,80
5.3.1	MONTAGEM DE VIGOTAS, ENCHIMENTO E ESCORAMENTO							Total	R\$ 15.917,95
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
5.3.1.1	TCC_1005	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12	m²	55,08	R\$ 82,52	R\$ 4.545,20			
5.3.1.2	TCC_1005B	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12 - vão maior que 2,5 m	m²	131,69	R\$ 86,36	R\$ 11.372,75			
5.3.2	ARMAÇÃO							Total	R\$ 2.350,41
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
5.3.2.1	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	kg	30	14,75	R\$ 442,50			
5.3.2.2	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	129	14,79	R\$ 1.907,91			
5.3.3	CONCRETAGEM							Total	R\$ 8.660,44
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total			
5.3.3.1	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M²	m³	22,2	390,11	R\$ 8.660,44			

Tabela 46 - Orçamento da Cobertura (edifício laje treliçada)

6.0 COBERTURA/CAIXA D'ÁGUA							Total	R\$ 50.569,59
6.1 PILARES							Total	R\$ 8.408,43
6.1.1 ARMAÇÃO							Total	R\$ 4.309,69
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.1.1.1	92759	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	kg	86,00	R\$ 15,85	R\$ 1.363,10		
6.1.1.2	92760	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	kg	7,00	R\$ 15,63	R\$ 109,41		
6.1.1.3	92762	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	kg	188,00	R\$ 13,78	R\$ 2.590,64		
6.1.1.4	92763	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	kg	21,00	R\$ 11,74	R\$ 246,54		
6.1.2 FORMAS							Total	R\$ 2.713,34
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.1.2.1	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	68,64	R\$ 39,53	R\$ 2.713,34		
6.1.3 CONCRETAGEM							Total	R\$ 1.385,40
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.1.3.1	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	3,52	R\$ 393,58	R\$ 1.385,40		
6.2 VIGAS							Total	R\$ 12.566,43
6.2.1 FORMAS E ESCORAMENTO							Total	R\$ 8.256,74
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.2.1.1	92464	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	130,5	63,27	R\$ 8.256,74		
6.2.2 ARMAÇÃO							Total	R\$ 4.309,69
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.2.2.1	92759	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	kg	86,00	R\$ 15,85	R\$ 1.363,10		
6.2.2.2	92760	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	kg	7,00	R\$ 15,63	R\$ 109,41		
6.2.2.3	92762	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	kg	188,00	R\$ 13,78	R\$ 2.590,64		
6.2.2.4	92763	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	kg	21,00	R\$ 11,74	R\$ 246,54		
6.3 LAJES							Total	R\$ 29.594,74
6.3.1 MONTAGEM DE VIGOTAS, ENCHIMENTO E ESCORAMENTO							Total	R\$ 14.883,12
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.3.1.1	92522	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	m²	15,29	R\$ 18,68	R\$ 285,62		
6.3.1.2	TCC_1005	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12	m²	55,08	R\$ 82,52	R\$ 4.545,20		
6.3.1.3	TCC_1005B	Montagem Laje treliçada, vigotas H12 + enchimento H12 - vão maior que 2,5 m	m²	116,4	R\$ 86,36	R\$ 10.052,30		
6.3.2 ARMAÇÃO							Total	R\$ 5.087,60
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.3.2.1	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	kg	30	14,75	R\$ 442,50		
6.3.2.2	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM	kg	175	14,79	R\$ 2.588,25		
6.3.2.3	92771	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.	kg	155	13,27	R\$ 2.056,85		
6.3.3 CONCRETAGEM							Total	R\$ 9.624,01
	Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total		
6.3.3.1	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M²	m³	24,67	390,11	R\$ 9.624,01		

De maneira resumida, o orçamento está descrito na Tabela 47:

Tabela 47 - Resumo do orçamento da estrutura do Edifício de Laje treliçada

1.0	FUNDAÇÃO		R\$ 27.767,34
	1.1	SAPATAS	R\$ 27.767,34
2.0	TÉRREO		R\$ 40.113,83
	2.1	PILARES	R\$ 12.990,27
	2.2	VIGAS BALDRAME	R\$ 27.123,56
3.0	PAVIMENTO TIPO 1		R\$ 54.920,75
	3.1	PILARES	R\$ 9.461,49
	3.2	VIGAS	R\$ 18.530,47
	3.3	LAJES	R\$ 26.928,79
4.0	PAVIMENTO TIPO 2		R\$ 54.812,30
	4.1	PILARES	R\$ 9.300,68
	4.2	VIGAS	R\$ 18.582,83
	4.3	LAJES	R\$ 26.928,79
5.0	PAVIMENTO TIPO 3		R\$ 54.105,71
	5.1	PILARES	R\$ 8.708,11
	5.2	VIGAS	R\$ 18.468,81
	5.3	LAJES	R\$ 26.928,79
6.0	COBERTA		R\$ 50.569,56
	6.1	PILARES	R\$ 8.408,42
	6.2	VIGAS	R\$ 12.566,42
	6.3	LAJES	R\$ 29.594,72
TOTAL			R\$ 282.289,49

Calculando os gastos apenas com a laje, tem-se (Equação 35):

$$Gasto_{lajes} = 26928,79 + 26928,79 + 26928,79 + 29594,72$$

$$Gasto_{lajes} = R\$ 110.381,09 \quad (35)$$

Comparando com o custo total da estrutura (Equação 36):

$$Gasto\% = \frac{110381,09}{282289,49} = 39,10\% \quad (36)$$

4.3 Comparativos

Lançadas as estruturas e calculados seus orçamentos e durações, é possível compará-las.

4.3.1 Custo das estruturas

Comparando os orçamentos totais, observa-se que a estrutura total do edifício de laje treliçada ficou mais barata que a do edifício de laje nervurada, como pode-se ver na Tabela 48:

Tabela 48 - Custo total dos dois edifícios

Edifício Laje nervurada	R\$ 347.604,58
Edifício Laje treliçada	R\$ 282.289,49

A diferença entre os dois edifícios é calculada pela Equação 37:

$$Economia = 347604,58 - 282289,49 = R\$ 65.315,09 \quad (37)$$

Em termos percentuais (Equação 38):

$$Economia(\%) = \frac{65315,09}{347604,58} = 18,79\% \quad (38)$$

Em síntese, o edifício de laje treliçada apresentou uma economia de quase 20%. Esse valor pode ser investido em outros materiais da obra, como instalações, revestimentos, esquadrias, o que poderia valorizar a obra, ou até mesmo, não ser reinvestido na obra, sendo apenas lucro para o construtor.

Comparando apenas os gastos com lajes dos dois edifícios, tem-se a Tabela 49:

Tabela 49 - Comparativo entre o gasto com laje dos dois edifícios

Lajes nervuradas	R\$ 179.892,65
Lajes treliçadas	R\$ 110.381,09

A diferença entre os dois é de (Equação 39):

$$diferença = 179892,65 - 110381,09 = R\$ 69.511,56 \quad (39)$$

Logo, percebe-se que a economia relacionada ao edifício foi majoritariamente, devido à escolha da laje treliçada.

4.3.2 Custo das alvenarias atuantes

Outra diferença entre as duas estruturas, é a carga atuante. No edifício de lajes treliçadas, algumas paredes de alvenaria convencional foram substituídas por paredes drywall. É importante verificar o quanto esta substituição influenciaria no valor final da obra. Para isso, é importante utilizar fichas de composições, do banco de dados do SINAPI, e da Construtora Macedo (sede em Campina Grande – PB), uma vez que o SINAPI não contempla todos os serviços.

As Tabelas 50, 51, 52 e 53 resumem os serviços de assentamento, aplicação de chapisco, aplicação de massa única, e instalação de parede drywall.

Tabela 50 - Ficha SINAPI 87503

SINAPI	87503	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA.	UNIDADE: M²		TOTAL:	R\$ 60,80
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$357,83	0,0098	R\$ 3,51
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,82	1,37	R\$ 27,15
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,685	R\$ 10,69
SINAPI	7266	BLOCO CERAMICO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, DE 9 X 19 X 19 CM (L X A X C)	MIL	R\$650,00	0,02793	R\$ 18,15
SINAPI	37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	R\$ 38,53	0,005	R\$ 0,19
SINAPI	34557	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	m	R\$ 2,63	0,42	R\$ 1,10

Tabela 51 - Ficha Construtora Macedo 9041523

CONST. MACEDO	9041523	APLICAÇÃO DE CHAPISCO	UNIDADE: M²		TOTAL:	R\$ 13,51
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	87317	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L.	m³	R\$328,97	0,0066	R\$ 2,17
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,82	0,32	R\$ 6,34
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,32	R\$ 4,99

Tabela 52 - Ficha Construtora Macedo 9041545

CONST. MACEDO	9041545	APLICAÇÃO DE MASSA ÚNICA	UNIDADE: M ²		TOTAL:	R\$ 20,76
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m ³	R\$357,83	0,0293	R\$ 10,48
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,82	0,29	R\$ 5,75
SINAPI	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,29	R\$ 4,52

Tabela 53 - Ficha SINAPI 96366

SINAPI	96366	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES DUPLAS E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS.	UNIDADE: M ²		TOTAL:	R\$119,47
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 13,71	0,7368	R\$ 10,10
SINAPI	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,1842	R\$ 2,87
SINAPI	39432	FITA DE PAPEL REFORCADA COM LAMINA DE METAL PARA REFORÇO DE CANTOS DE CHAPA DE GESSO PARA DRYWALL	m	R\$ 2,64	0,7407	R\$ 1,96
SINAPI	39431	ADO, 50 X 150 MM, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA	m	R\$ 0,20	2,5027	R\$ 0,50
SINAPI	39434	MASSA DE REJUNTE EM PO PARA DRYWALL, A BASE DE GESSO, SECAGEM RÁPIDA, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA DE GESSO (NECESSITA ADICAO DE AGUA)	KG	R\$ 3,55	1,0327	R\$ 3,67
SINAPI	39437	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA E PONTA AGULHA (TA), COMPRIMENTO 45 MM	UN	R\$ 0,10	20,0077	R\$ 2,00
SINAPI	37586	PINO DE ACO COM ARRUELA CONICA, DIAMETRO ARRUELA = *23* MM E COMP HASTE = *27* MM (ACAO INDIRETA)	CENTO	R\$ 44,81	0,0243	R\$ 1,09
SINAPI	39419	PERFIL GUIA, FORMATO U, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE DRYWALL, E = 0,5 MM, 70 X 3000 MM (L X C)	m	R\$ 7,02	0,7604	R\$ 5,34
SINAPI	39443	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO ZINCADO, CABECA LENTILHA E PONTA BROCA (LB), LARGURA 4,2 MM, COMPRIMENTO 13 MM	UN	R\$ 0,11	0,8076	R\$ 0,09
SINAPI	39435	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA E PONTA AGULHA (TA), COMPRIMENTO 25 MM	UN	R\$ 0,04	20,0077	R\$ 0,80
SINAPI	39413	PLACA / CHAPA DE GESSO ACARTONADO, STANDARD (ST), COR BRANCA, E = 12,5 MM, 1200 X 2400 MM (L X C)	m ²	R\$ 17,85	4,212	R\$ 75,18
SINAPI	39422	PERFIL MONTANTE, FORMATO C, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE DRYWALL, E = 0,5 MM, 70 X 3000 MM (L X C)	m	R\$ 7,97	1,991	R\$ 15,87

O cálculo deve ser feito para todo o edifício, sabe-se que há 46,11 m² de paredes drywall por andar, logo (Equação 40):

$$Drywall = 3 * 46,11 = 138,33 m^2 \quad (40)$$

Assim, é possível orçar os dois tipos de parede (Tabelas 54 e 55).

Tabela 54 - Orçamento da alvenaria convencional (Edifício laje nervurada)

ALVENARIA CONVENCIONAL (EDIFÍCIO LAJE NERVURADA)				TOTAL	R\$ 13.151,03
Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total
87503	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA.	m²	138,33	R\$ 60,80	R\$ 8.410,46
9041523	APLICAÇÃO DE CHAPISCO	m²	138,33	R\$ 13,51	R\$ 1.868,84
9041545	APLICAÇÃO DE MASSA ÚNICA	m²	138,33	R\$ 20,76	R\$ 2.871,73

Tabela 55 - Orçamento Drywall (Edifício laje treliçada)

DRYWALL (EDIFÍCIO LAJE TRELIÇADA)				TOTAL	R\$ 16.526,29
Código	Serviço	UND	Quant.	Valor unit.	Total
96366	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES DUPLAS E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS.	m²	138,33	R\$ 119,47	R\$ 16.526,29

Calculando a diferença de preço entre os dois tipos de alvenaria (Equação 41):

$$diferença = 16526,29 - 13151,03 = R\$ 3.375,26 \quad (41)$$

Essa diferença de preço, influencia na economia calculada na Equação 37 a partir dos orçamentos das estruturas, logo (Equação 42):

$$economia_{real} = 65315,09 - 3375,26 = R\$ 61.939,80 \quad (42)$$

4.3.3 Duração de construção das lajes

É importante também comparar a produtividade de cada método. Para isso, é possível analisar as lajes apenas de um pavimento tipo. As Tabelas 56 e 57 mostram a quantidades de dias necessárias para uma equipe construir as lajes:

Tabela 56 - Cálculo de dias para construir a laje do pavimento tipo 1 com cubetas

3.3	LAJE (TIPO 1)						31,8
3.3.1	FORMAS E ESCORAMENTO						
	Serviço	Unidade	Quantidade	Índice	Produtividade/h	Produtividade/dia	Total(dias)
3.3.1.1	m²	191,79	0,861	1,16	9,29	20,7	
3.3.2	ARMAÇÃO						
	Serviço	Unidade	Quantidade	Índice	Produtividade/h	Produtividade/dia	Total(dias)
3.3.2.1	KG	91	0,086	11,70	93,57	1	
3.3.2.2	KG	246	0,065	15,48	123,84	2	
3.3.2.3	KG	270	0,048	21,05	168,42	1,7	
3.3.2.4	KG	276	0,035	28,74	229,89	1,3	
3.3.2.5	KG	123	0,025	40,49	323,89	0,4	
3.3.2.6	KG	927	0,016	63,29	506,33	1,9	
3.3.3	CONCRETAGEM						
	Serviço	Unidade	Quantidade	Índice	Produtividade/h	Produtividade/dia	Total(dias)
3.3.3.1	m³	38,4	0,565	1,77	14,16	2,8	

Tabela 57 - Cálculo de dias para construir a laje do pavimento tipo 1 com vigotas treliçadas

3.3	LAJE (TIPO 1)						11,5
3.3.1	MONTAGEM DE VIGOTAS, ENCHIMENTO E ESCORAMENTO						
	Serviço	Unidade	Quantidade	Índice	Produtividade/h	Produtividade/dia	Total(dias)
	3.3.1.1	m ²	55,08	0,354	2,82	22,60	2,5
	3.3.1.2	m ²	131,69	0,354	2,82	22,60	5,9
3.3.2	ARMAÇÃO						
	Serviço	Unidade	Quantidade	Índice	Produtividade/h	Produtividade/dia	Total(dias)
	3.3.2.1	kg	30	0,086	11,70	93,57	0,4
	3.3.2.2	kg	129	0,065	15,48	123,84	1,1
3.3.3	CONCRETAGEM						
	Serviço	Unidade	Quantidade	Índice	Produtividade/h	Produtividade/dia	Total(dias)
	3.3.3.1	m ³	22,2	0,565	1,77	14,16	1,6

O índice de cada serviço foi obtido nas fichas de composição destes. A produtividade por hora foi obtida dividindo 1 pelo índice. Considerando uma carga horária de 8 horas por dia, foi multiplicada a produtividade horária por 8, obtendo a produtividade por dia. O total de dias para realizar o serviço, pode ser obtido dividindo a quantidade pela produtividade diária. Somando a duração de cada atividade, foi possível encontrar a duração total para construção de cada tipo de laje.

Observando as Tabelas 56 e 57, nota-se que a laje treliçada demanda menos tempo que a laje nervurada, sendo quase 3 vezes mais rápidas. Observa-se que o tempo gasto com a montagem de formas e escoramento das lajes nervuradas é muito alto, além disso, há a demanda para armação, que é bem menor na laje treliçada.

5. Conclusão

Considerando os projetos estruturais, verificações do estado limite de serviço, as análises orçamentárias, disponibilidade de insumos, apuração de produtividade, pode-se fazer algumas conclusões:

Com relação aos projetos, foi notado que para lajes nervuradas, as limitações arquitetônicas não representaram problemas significativos, uma vez que esta demandou menos lajes no projeto, com maiores distâncias e teve capacidade de suportar alvenaria sobre as lajes. Por possuir mais lajes, o modelo treliçado, demandou mais elementos estruturais, como vigas e pilares. Calculando a área de concreto necessária para cada pilar, verificou-se que muitos demandavam uma área inferior à mínima permitida pela NBR 6118:2014, dessa forma, havendo um gasto de concreto superior ao que realmente seria necessário

No que se refere ao estado limite de serviço, observou-se que, mesmo com vãos maiores, e suportando cargas de alvenaria, as lajes nervuradas tiveram menos dificuldade de se adequar ao ELS, para lajes treliçadas, foram necessárias mais alterações. Dessa maneira, o projetista deve ter um cuidado especial com essas verificações.

A respeito da disponibilidade de insumos, foi constatado que os fornecedores de materiais pré-moldados, na Paraíba, trabalham apenas com vigotas do tipo H8, ou seja, com altura de 8 centímetros. Para construir com tamanhos diferentes, o construtor deve buscar esse produto em outros estados, ou até mesmo moldar as vigotas no local. Entretanto, para moldar na própria obra, o construtor demanda de espaço grande, o que nem sempre é possível.

Considerando o orçamento, foi verificado que a laje treliçada representou uma economia significativa no orçamento total da estrutura da obra, de quase 19%, mesmo demandando um número maior de elementos estruturais, essa quantidade superior de vigas ou pilares não acarretaram aumentos significativos, sendo a laje treliçada, o elemento estrutural que mais impactou no orçamento final.

Entretanto, algumas lajes não foram submetidas às mesmas cargas, uma vez que em alguns ambientes, a alvenaria convencional foi trocada por alvenaria de *Dry-wall*. Dessa maneira, o custo final da laje nervurada pode ter sido onerado devido a esta alteração.

Analisando a produtividade, foi apurado que a laje treliçada pode ser construída em um período quase 3 vezes menos que o da laje nervurada, o que é uma das características da racionalização das obras. A montagem da laje é bem mais rápida, além disso, não é necessário haver o processo de desforma, uma vez que o elemento de enchimento é parte da própria estrutura.

Por fim, com relação à base dados, por ser um método um pouco mais comum, e mais antigo, não houve dificuldades em encontrar fichas de composição para lajes nervuradas, no banco do SINAPI. Entretanto, para lajes treliçadas, há apenas uma ficha generalizada para estas, o que pode gerar erros no orçamento. Assim, o orçamentista ou planejador dessa obra teria um pouco mais de dificuldade para elaborar este orçamento.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

- Comparar lajes nervuradas ou treliçadas com outros tipos de laje;
- Comparar estruturas que suportam alvenaria convencional, com estruturas que suportam drywall.
- Comparar custos de métodos convencionais de construção, com métodos de racionalização.

6. Referências

NOVELLI, Rafael Passos. **O que é racionalização construtiva?** Disponível em: <https://www.novesengenharia.com.br/o-que-e-racionalizacao-construtiva/>. Acesso em: 09 out. 2020.

PEREIRA, Caio. **Laje Pré-Moldada: O que é, principais tipos e vantagens.** Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/laje-pre-moldada/>. Acesso em: 09 out. 2020.

NOVELLI, Rafael Passos. **Vantagens e desvantagens do aço na construção civil.** Disponível em: <https://www.novesengenharia.com.br/vantagens-e-desvantagens-do-aco-na-construcao-civil/>. Acesso em: 09 out. 2020.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Qual a importância do planejamento no setor da construção?** Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/qual-a-importancia-do-planejamento-no-setor-da-construcao/>. Acesso em: 09 out. 2020.

BOCCHI JÚNIOR, Carlos Fernandes. **Lajes nervuradas de concreto armado: projeto e execução.** 1995. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

NOLASCO, Gláucia. **TIPOS DE LAJE.** Disponível em: <https://maisengenharia.wordpress.com/2014/10/06/tipos-de-laje/>. Acesso em: 09 out. 2020.

SILVA, Marcos Alberto Ferreira da. **Projeto e construção de lajes de concreto armado.** 2005. 242 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

MOURA, José de. **Cálculo de lajes nervuradas: dimensionamento à flexão.** 2019. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/calculo-lajes-nervuradas/#:~:text=%20A%C3%A7%C3%B5es%20nas%20lajes%20nervuradas%20%201%20Peso,serem%20distribu%C3%ADdas%20nas%20lajes%20podem%20ser...%20More%20>. Acesso em: 09 out. 2020.

BASTOS, Paulo Sergio dos Santos. **Lajes de concreto.** Bauru: Unesp, 2005.

RIZZATTI, Lorenzo Sartori. **Lajes nervuradas: projeto, execução e análise de patologias.** 2017. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

BASTOS, Paulo Sergio dos Santos. **Flexão normal simples - vigas**. Bauru: Unesp, 2010.

FLÓRIO, Márcio Cardoso. **Projeto e execução de lajes unidirecionais com vigotas em concreto armado**. 2004. 240 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SCHNEIDER, Nelso. **Laje Treliçada: O que é? Projeto e Execução**. 2020. Disponível em: <https://nelsoschneider.com.br/laje-trelicada/>. Acesso em: 04 dez. 2020.

BASTOS, Paulo Sergio dos Santos. **Lajes de concreto**. Bauru: Unesp, 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14860 - 1**: Laje pré-fabricada - Pré-laje - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681**: Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480**: Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

Manual de lajes treliçadas ArcelorMittal, 2010

Manual de lajes treliçadas Faulim

Manual de lajes treliçadas Belgo

Manual de fabricação Puma

ANEXO

Tabela 58 - Peso específico dos materiais de construção - fonte: NBR 6120:1980

Peso específico dos materiais de construção		
Materiais		Peso específico aparente (KN/m ³)
Blocos artificiais	Blocos de argamassa	22
	Cimento amianto	20
	Lajotas cerâmicas	18
	Tijolos furados	13
	Tijolos maciços	18
	Tijolos sílico-calcáreos	20
Revestimentos e concretos	Argamassa de cal, cimento e areia	19
	Argamassa de cimento e areia	21
	Argamassa de gesso	12,5
	Concreto simples	24
	Concreto armado	25

Tabela 59 - Valores mínimos das cargas verticais - fonte: NBR 6118:1980

Valores mínimos das cargas verticais		
Local		Carga (kN/m ²)
Arquibancadas		4
Balcões		-
Bancos	Escritórios e banheiros	2
	Salas de diretoria e de gerência	1,5
Bibliotecas	Sala de leitura	2,5
	Sala para depósito de livros	4
	Sala com estantes de livros (valor mínimo)	6
Casas de máquinas	Valor mínimo de	7,5
Cinemas	Platéia com assentos fixos	3
	Estúdio e platéia com assentos móveis	4
	Banheiro	2
Clubes	Sala de refeições e de assembléia com assentos fixos	3
	Sala de assembléia com assentos móveis	4
	Salão de danças e salão de esportes	5
	Sala de bilhar e banheiro	2
Corredores	Com acesso ao público	3
	Sem acesso ao público	2
Cozinhas não residenciais	A ser determinada em cada caso, porém com o mínimo de	3
Edifícios residenciais	Dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro	1,5
	Dispensa, área de serviço e lavanderia	2
Escadas	Com acesso ao público	3
	Sem acesso ao público	2,5
Escolas	Anfiteatro com assentos fixos	3
	Corredor e sala de aula	3
	Outras salas	2
Escritórios	Salas de uso geral e banheiro	2
Forros	Sem acesso a pessoas	0,5
Galerias de arte	A ser determinada em cada caso, porém com o mínimo de	3
Galerias de lojas	A ser determinada em cada caso, porém com o mínimo de	3
Garagens e estacionamentos	Para veículos de passageiros ou semelhantes com carga máxima de 25 kN por veículo.	3
Ginásios de esportes		5
Hospitais	Dormitórios, enfermarias, sala de recuperação, sala de cirurgia, sala de raio X e banheiro	2
	Corredor	3
Laboratórios	Incluindo equipamentos, a ser determinado em cada caso, porém com o mínimo	3
Lavanderias	Incluindo equipamentos	3
Lojas		4
Restaurantes		3
Teatros	Palco	5
	Demais dependências: cargas iguais às especificadas para cinemas	-
Terraços	Sem acesso ao público	2
	Com acesso ao público	3
	Inacessível a pessoas	0,5
Vestíbulo	Sem acesso ao público	1,5
	Com acesso ao público	3

Tabela 60 - Coeficiente $\gamma_f = \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f3}$ - fonte: NBR 6118:2014

Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 ¹⁾	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

Onde:
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.
¹⁾ Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

Tabela 61 - Valores do coeficiente γ_2 - fonte: NBR 6118:2014

Ações		γ_2		
		ψ_0	ψ_1 ¹⁾	ψ_2
Cargas acidentais de edifícios	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ²⁾	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas ³⁾	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

¹⁾ Para os valores de ψ_1 relativos às pontes e principalmente aos problemas de fadiga, ver seção 23.
²⁾ Edifícios residenciais.
³⁾ Edifícios comerciais, de escritórios, estações e edifícios públicos.

Tabela 62 - Combinações últimas - fonte: NBR 6118:2014

Combinações últimas (ELU)	Descrição	Cálculo das solicitações
Normais	Esgotamento da capacidade resistente para elementos estruturais de concreto armado ¹⁾	$F_d = \gamma_g F_{gk} + \gamma_{sg} F_{sgk} + \gamma_q (F_{q1k} + \sum \psi_{qi} F_{qik}) + \gamma_{s1q} \psi_{os} F_{s1qk}$
	Esgotamento da capacidade resistente para elementos estruturais de concreto protendido	Deve ser considerada, quando necessário, a força de protensão como carregamento externo com os valores P_{kmax} e P_{kmin} para a força desfavorável e favorável, respectivamente, conforme definido na seção 9
	Perda do equilíbrio como corpo rígido	$S(F_{sd}) \geq S(F_{nd})$ $F_{sd} = \gamma_{gs} G_{sk} + R_d$ $F_{nd} = \gamma_{gn} G_{nk} + \gamma_q Q_{rk} - \gamma_{qs} Q_{s,min}$, onde: $Q_{rk} = Q_{1k} + \sum \psi_{qi} Q_{ik}$
Especiais ou de construção ²⁾	$F_d = \gamma_g F_{gk} + \gamma_{sg} F_{sgk} + \gamma_q (F_{q1k} + \sum \psi_{qi} F_{qik}) + \gamma_{s1q} \psi_{os} F_{s1qk}$	
Excepcionais ²⁾	$F_d = \gamma_g F_{gk} + \gamma_{sg} F_{sgk} + F_{q1exc} + \gamma_q \sum \psi_{qi} F_{qik} + \gamma_{s1q} \psi_{os} F_{s1qk}$	
<p>Onde:</p> <p>F_d é o valor de cálculo das ações para combinação última;</p> <p>F_{gk} representa as ações permanentes diretas;</p> <p>F_{sgk} representa as ações indiretas permanentes como a retração F_{sgk} e variáveis como a temperatura F_{sgk};</p> <p>F_{qk} representa as ações variáveis diretas das quais F_{q1k} é escolhida principal;</p> <p>$\gamma_g, \gamma_{sg}, \gamma_q, \gamma_{s1q}$ – ver tabela 11.1;</p> <p>ψ_{qi}, ψ_{os} – ver tabela 11.2;</p> <p>F_{sg} representa as ações estabilizantes;</p> <p>F_{nd} representa as ações não estabilizantes;</p> <p>G_{sk} é o valor característico da ação permanente estabilizante;</p> <p>R_d é o esforço resistente considerado como estabilizante, quando houver;</p> <p>G_{nk} é o valor característico da ação permanente instabilizante;</p> <p>$Q_{rk} = Q_{sk} + \sum_{j=2}^m \psi_{qj} Q_{jk}$;</p> <p>$Q_{jk}$ é o valor característico das ações variáveis instabilizantes;</p> <p>Q_{1k} é o valor característico da ação variável instabilizante considerada como principal;</p> <p>ψ_{qi} e Q_{ik} são as demais ações variáveis instabilizantes, consideradas com seu valor reduzido;</p> <p>$Q_{s,min}$ é o valor característico mínimo da ação variável estabilizante que acompanha obrigatoriamente uma ação variável instabilizante.</p> <p>¹⁾ No caso geral, devem ser consideradas inclusive combinações onde o efeito favorável das cargas permanentes seja reduzido pela consideração de $\gamma_g = 1,0$. No caso de estruturas usuais de edifícios essas combinações que consideram γ_g reduzido (1,0) não precisam ser consideradas.</p> <p>²⁾ Quando F_{q1k} ou F_{q1exc} atuarem em tempo muito pequeno ou tiverem probabilidade de ocorrência muito baixa ψ_{oi} pode ser substituído por ψ_{2i}.</p>		

Tabela 63 - Combinações de serviço - fonte: NBR 6118:2014

Combinações de serviço (ELS)	Descrição	Cálculo das solicitações
Combinações quase permanentes de serviço (CQP)	Nas combinações quase permanentes de serviço, todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanentes $\psi_2 F_{qk}$	$F_{d,ser} = \Sigma F_{gk} + \Sigma \psi_2 F_{qk}$
Combinações freqüentes de serviço (CF)	Nas combinações freqüentes de serviço, a ação variável principal F_{q1} é tomada com seu valor freqüente $\psi_1 F_{q1k}$ e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores quase permanentes $\psi_2 F_{qk}$	$F_{d,ser} = \Sigma F_{gk} + \psi_1 F_{q1k} + \Sigma \psi_2 F_{qk}$
Combinações raras de serviço (CR)	Nas combinações raras de serviço, a ação variável principal F_{q1} é tomada com seu valor característico F_{q1k} e todas as demais ações são tomadas com seus valores freqüentes $\psi_1 F_{qk}$	$F_{d,ser} = \Sigma F_{gk} + F_{q1k} + \Sigma \psi_1 F_{qk}$
<p>Onde:</p> <p>$F_{d,ser}$ é o valor de cálculo das ações para combinações de serviço;</p> <p>F_{q1k} é o valor característico das ações variáveis principais diretas;</p> <p>ψ_1 é o fator de redução de combinação freqüente para ELS;</p> <p>ψ_2 é o fator de redução de combinação quase permanente para ELS.</p>		

Tabela 64 - Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobertura nominal – fonte: NBR 6118:2014

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ³⁾
		Cobertura nominal mm			
Concreto armado	Laje ²⁾	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido ¹⁾	Todos	30	35	45	55

¹⁾ Cobertura nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão.

²⁾ Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitado um cobertura nominal ≥ 15 mm.

³⁾ Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, a armadura deve ter cobertura nominal ≥ 45 mm.

Tabela 65 - valores de β_x e k_s para o aço CA 50 - fonte: puc.goias.edu.br

FLEXÃO SIMPLES EM SEÇÃO RETANGULAR - ARMADURA SIMPLES										Dom.
$\beta_x = \frac{x}{d}$	K_c (cm ² /kN)								K_s (cm ² /kN)	
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	CA-50	
0,01	137,8	103,4	82,7	68,9	59,1	51,7	45,9	41,3	0,023	2
0,02	69,2	51,9	41,5	34,6	29,6	25,9	23,1	20,8	0,023	
0,03	46,3	34,7	27,8	23,2	19,8	17,4	15,4	13,9	0,023	
0,04	34,9	26,2	20,9	17,4	14,9	13,1	11,6	10,5	0,023	
0,05	28,0	21,0	16,8	14,0	12,0	10,5	9,3	8,4	0,023	
0,06	23,4	17,6	14,1	11,7	10,0	8,8	7,8	7,0	0,024	
0,07	20,2	15,1	12,1	10,1	8,6	7,6	6,7	6,1	0,024	
0,08	17,7	13,3	10,6	8,9	7,6	6,6	5,9	5,3	0,024	
0,09	15,8	11,9	9,5	7,9	6,8	5,9	5,3	4,7	0,024	
0,10	14,3	10,7	8,6	7,1	6,1	5,4	4,8	4,3	0,024	
0,11	13,1	9,8	7,8	6,5	5,6	4,9	4,4	3,9	0,024	
0,12	12,0	9,0	7,2	6,0	5,1	4,5	4,0	3,6	0,024	
0,13	11,1	8,4	6,7	5,6	4,8	4,2	3,7	3,3	0,024	
0,14	10,4	7,8	6,2	5,2	4,5	3,9	3,5	3,1	0,024	
0,15	9,7	7,3	5,8	4,9	4,2	3,7	3,2	2,9	0,024	
0,16	9,2	6,9	5,5	4,6	3,9	3,4	3,1	2,7	0,025	
0,17	8,7	6,5	5,2	4,3	3,7	3,2	2,9	2,6	0,025	
0,18	8,2	6,2	4,9	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	0,025	
0,19	7,8	5,9	4,7	3,9	3,4	2,9	2,6	2,3	0,025	
0,20	7,5	5,6	4,5	3,7	3,2	2,8	2,5	2,2	0,025	
0,21	7,1	5,4	4,3	3,6	3,1	2,7	2,4	2,1	0,025	
0,22	6,8	5,1	4,1	3,4	2,9	2,6	2,3	2,1	0,025	
0,23	6,6	4,9	3,9	3,3	2,8	2,5	2,2	2,0	0,025	
0,24	6,3	4,7	3,8	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9	0,025	
0,25	6,1	4,6	3,7	3,1	2,6	2,3	2,0	1,8	0,026	
0,26	5,9	4,4	3,5	2,9	2,5	2,2	2,0	1,8	0,026	
0,27	5,7	4,3	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,7	0,026	
0,28	5,5	4,1	3,3	2,8	2,4	2,1	1,8	1,7	0,026	
0,29	5,4	4,0	3,2	2,7	2,3	2,0	1,8	1,6	0,026	
0,30	5,2	3,9	3,1	2,6	2,2	1,9	1,7	1,6	0,026	
0,31	5,1	3,8	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	0,026	
0,32	4,9	3,7	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	0,026	
0,33	4,8	3,6	2,9	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	0,026	
0,34	4,7	3,5	2,8	2,3	2,0	1,8	1,6	1,4	0,027	
0,35	4,6	3,4	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	0,027	
0,36	4,5	3,3	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	0,027	
0,37	4,4	3,3	2,6	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3	0,027	
0,38	4,3	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	0,027	
0,40	4,1	3,1	2,5	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	0,027	
0,42	3,9	2,9	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	0,028	
0,44	3,8	2,8	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1	0,028	
0,45	3,7	2,8	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	0,028	
0,46	3,7	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,028	
0,48	3,5	2,7	2,1	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	0,028	
0,50	3,4	2,6	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,029	
0,52	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,029	
0,54	3,2	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,029	
0,56	3,2	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,030	
0,58	3,1	2,3	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,030	
0,60	3,0	2,3	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,030	
0,62	2,9	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,031	
0,63	2,9	2,2	1,7	1,5	1,2	1,1	1,0	0,9	0,031	

Tabela 66 - Valores mínimos para armaduras passivas aderentes - fonte: NBR 6118:2014

Armadura	Elementos estruturais sem armaduras ativas	Elementos estruturais com armadura ativa aderente	Elementos estruturais com armadura ativa não aderente
Armaduras negativas	$\rho_s \geq \rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - \rho_p \geq 0,67\rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - 0,5\rho_p \geq 0,67\rho_{\min}$ (ver 19.3.3.2)
Armaduras positivas de lajes armadas nas duas direções	$\rho_s \geq 0,67\rho_{\min}$	$\rho_s \geq 0,67\rho_{\min} - \rho_p \geq 0,5\rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - 0,5\rho_p \geq 0,5\rho_{\min}$
Armadura positiva (principal) de lajes armadas em uma direção	$\rho_s \geq \rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - \rho_p \geq 0,5\rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - 0,5\rho_p \geq 0,5\rho_{\min}$
Armadura positiva (secundária) de lajes armadas em uma direção	$A_s/s \geq 20\%$ da armadura principal $A_s/s \geq 0,9 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\rho_s \geq 0,5 \rho_{\min}$		-
Onde: $\rho_s = A_s/b_w h$ e $\rho_p = A_p/b_w h$. NOTA Os valores de ρ_{\min} constam na tabela 17.3.			

Tabela 67 - Taxas mínimas de armadura de flexão - fonte: NBR 6118:2014

Forma da seção	Valores de ρ_{\min}^1 ($A_{s,\min}/A_c$)							
	f_{ck} ω_{\min}	20	25	30	35	40	45	50
Retangular	0,035	0,150	0,150	0,173	0,201	0,230	0,259	0,288
T (mesa comprimida)	0,024	0,150	0,150	0,150	0,150	0,158	0,177	0,197
T (mesa tracionada)	0,031	0,150	0,150	0,153	0,178	0,204	0,229	0,255
Circular	0,070	0,230	0,288	0,345	0,403	0,460	0,518	0,575
¹⁾ Os valores de ρ_{\min} estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{\min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{\min} dado. NOTA Nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.								

Tabela 68 - Tabela de Armaduras adicionais I - fonte: Belgo

Tabela de Armaduras Adicionais														
Enchimento: Bloco cerâmico (altura = 7 cm)						Distância entre pontaletes = 1,05 m								
Revestimento = 30 Kg/m ²						Base da vigota: (bv = 12 cm - hv = 3 cm)								
Modelo		Designação		Altura Laje		Altura capa		C. concreto		Peso próprio				
TB 8L		TR 08644		11 cm		4 cm		50 litros/m ²		178 kgf/m ²				
Cargas acidentais (Kg/m ²)														
50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600														
Vão Livre (m)	1,8									1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 5,0		
	2,0							1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	1 Φ 6,3	2 Φ 4,2		
	2,2						1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0		
	2,4				1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	2 Φ 6,3	2 Φ 6,3	
	2,6			1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 4,2	2 Φ 6,3	4 Φ 4,2	1 Φ 10,0	1 Φ 10,0
	2,8		1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	4 Φ 4,2	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3
	3,0	1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	2 Φ 6,3	2 Φ 6,0	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	
	3,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3		
	3,4	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3				
	3,6	2 Φ 4,2	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0					
	3,8	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0						
	4,0	3 Φ 4,2	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3								
	4,2	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3									
	4,4	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3											
	4,6	1 Φ 10,0												

Sem armadura adicional
 Contra flecha = 1,0 cm
 Contra flecha = 1,5 cm
 Laje não ok!

Tabela 69 - Tabela de Armaduras adicionais II - fonte: Belgo

Tabela de Armaduras Adicionais														
Enchimento: Bloco cerâmico (altura = 12 cm)						Distância entre pontaletes = 1,43 m								
Revestimento = 30 Kg/m ²						Base da vigota: (bv = 12 cm - hv = 3 cm)								
Modelo		Designação		Altura Laje		Altura capa		C. concreto		Peso próprio				
TB 12M		TR 12645		16 cm		4 cm		62,5 litros/m ²		231 kgf/m ²				
Cargas acidentais (Kg/m ²)														
50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600														
Vão Livre (m)	3,4			1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3
	3,6			1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	2 Φ 6,3	4 Φ 4,2	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16
	3,8			1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3
	4,0	1 Φ 4,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0
	4,2	1 Φ 5,0	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	2 Φ 10,0
	4,4	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16
	4,6	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16
	4,8	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16			
	5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16				
	5,2	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16					
	5,4	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16						
	5,6	1 Φ 10,0	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16								
	5,8	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0										
	6	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3											
	6,2	4 Φ 6,3												

Sem armadura adicional
 Contra flecha = 1,0 cm
 Contra flecha = 1,5 cm
 Contra flecha = 2,0 cm
 Laje não ok!

Tabela 70 - Tabela de Armaduras adicionais III - fonte: Belgo

Tabela de Armaduras Adicionais												
Enchimento: Bloco de EPS (altura = 12 cm)			Base da vigota: (bv = 12 cm - hv = 3 cm)						Distância entre pontaletes = 1,62 m			
Revestimento = 30 Kg/m ²			Intereixo = 48 cm									
Modelo	Designação	Altura Laje	Altura capa	C. concreto		Peso próprio						
TB 12M	TR 12645	16 cm	4 cm	55,0 litros/m ²		159 kgf/m ²						
Cargas acidentais (Kgf/m ²)												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
3,6			1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	4 Φ 4,2	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3
3,8		1 Φ 4,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3	3 Φ 6,0	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3
4,0		1 Φ 5,0	2 Φ 4,2	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16
4,2	1 Φ 4,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	2 Φ 6,0	3 Φ 6,3	4 Φ 5,0	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16
4,4	1 Φ 5,0	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	4 Φ 4,2	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	
4,6	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16		
4,8	2 Φ 4,2	3 Φ 4,2	2 Φ 6,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16			
5,0	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16				
5,2	2 Φ 5,0	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16					
5,4	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16						
5,6	2 Φ 6,3	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16							
5,8	3 Φ 5,0	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16								
6	1 Φ 10,0	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0									
6,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3										
6,4	2 Φ 5/16											

Sem armadura adicional
 Contra flecha = 1,0 cm
 Contra flecha = 1,5 cm
 Contra flecha = 2,0 cm
 Contra flecha = 2,5 cm
 Laje não ok!

Tabela 71 - Tabela de Armaduras adicionais IV - fonte: Belgo

Tabela de Armaduras Adicionais												
Enchimento: Bloco de EPS (altura = 16 cm)			Base da vigota: (bv = 12 cm - hv = 3 cm)						Distância entre pontaletes = 1,87 m			
Revestimento = 30 Kg/m ²			Intereixo = 48 cm									
Modelo	Designação	Altura Laje	Altura capa	C. concreto		Peso próprio						
TB 16L	TR 16745	20 cm	4 cm	61,7 litros/m ²		176 kgf/m ²						
Cargas acidentais (Kgf/m ²)												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
4,4		1 Φ 5,0	2 Φ 4,2	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	4 Φ 4,2	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0
4,6	1 Φ 4,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	4 Φ 4,2	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	3 Φ 5/16
4,8	1 Φ 5,0	2 Φ 4,2	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16
5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16
5,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0
5,4	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	3 Φ 10,0
5,6	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	3 Φ 10,0	
5,8	3 Φ 4,2	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	3 Φ 10,0		
6,2	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0					
6,6	1 Φ 10,0	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0						
7,0	4 Φ 5,0	4 Φ 6,3	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0							
7,2	4 Φ 6,3	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16								
7,4	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16									
7,6	4 Φ 6,3	2 Φ 10,0										
7,8	4 Φ 6,0											

Sem armadura adicional
 Contra flecha = 1,0 cm
 Contra flecha = 1,5 cm
 Contra flecha = 2,0 cm
 Contra flecha = 2,5 cm
 Laje não ok!

Tabela 72 - Tabela de Armaduras adicionais V - fonte: Belgo

Tabela de Armaduras Adicionais												
Enchimento: Bloco de EPS (altura = 20 cm)			Base da vigota: (bv = 12 cm - hv = 3 cm)						Distância entre pontaletes = 1,25 m			
Revestimento = 30 Kg/m ²			Intereixo = 48 cm									
Modelo	Designação	Altura Laje	Altura capa	C. concreto		Peso próprio						
TB 20L	TR 20745	25 cm	5 cm	78,3 litros/m ²		219 kgf/m ²						
Cargas acidentais (Kgf/m ²)												
	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
4,4		1 Φ 4,2	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	3 Φ 4,2	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	3 Φ 6,0	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16
4,8	1 Φ 4,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 5,0	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	
5,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	2 Φ 6,3	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0		
5,6	2 Φ 5,0	3 Φ 4,2	4 Φ 4,2	1 Φ 10,0	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0		
6,0	3 Φ 4,2	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	2 Φ 5/16	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0			
6,4	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0				
6,8	1 Φ 10,0	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0				
7,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0					
7,6	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0						
8,0	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0							
8,4	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	3 Φ 10,0								
8,8	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0									
9,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0										
9,2	4 Φ 5/16											
9,4	4 Φ 5/16											

Sem armadura adicional
 Contra flecha = 1,0 cm
 Contra flecha = 1,5 cm
 Contra flecha = 2,0 cm
 Contra flecha = 2,5 cm
 Contra flecha = 3,0 cm
 Laje não ok!

Tabela 73 - Tabela de Armaduras adicionais VI - fonte: Belgo

Tabela de Armaduras Adicionais												
Enchimento: Bloco de EPS (altura = 25 cm)							Distância entre pontaletes = 1,70 m					
Revestimento = 30 Kg/m ²			Base da vigota: (bv = 12 cm - hv = 3 cm)				Intereixo = 48 cm					
Modelo	Designação	Altura Laje	Altura capa	C. concreto		Peso próprio						
TB 25M	TR 25856	30 cm	5 cm	86,7 litros/m ²		241 kgf/m ²						
Cargas acidentais (Kgf/m ²)												
	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
5,2			1 Φ 4,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16
5,6		1 Φ 4,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	
6,0	1 Φ 4,2	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0		
6,4	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	
6,8	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0			
7,2	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0				
7,6	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0				
8,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0					
8,4	2 Φ 5/16	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0					
8,8	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0						
9,2	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0						
9,6	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0							
10	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0								
10,4	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0										
10,8	3 Φ 10,0											

- Sem armadura adicional
- Contra flecha = 1,0 cm
- Contra flecha = 1,5 cm
- Contra flecha = 2,0 cm
- Contra flecha = 2,5 cm
- Contra flecha = 3,0 cm
- Laje não ok!

Tabela 74 - Tabela de Armaduras adicionais VII - fonte: Belgo

Tabela de Armaduras Adicionais												
Enchimento: Bloco de EPS (altura = 30 cm)							Distância entre pontaletes = 1,20 m					
Revestimento = 30 Kg/m ²			Base da vigota: (bv = 12 cm - hv = 3 cm)				Intereixo = 48 cm					
Modelo	Designação	Altura Laje	Altura capa	C. concreto		Peso próprio						
TB 30M	TR 30856	35 cm	5 cm	95,0 litros/m ²		263 kgf/m ²						
Cargas acidentais (Kgf/m ²)												
	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
6,0		1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0
6,4	1 Φ 5,0	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	
6,8	1 Φ 6,3	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	2 Φ 5/16	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0		
7,2	2 Φ 5,0	2 Φ 6,3	1 Φ 10,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0		
7,6	2 Φ 6,3	3 Φ 5,0	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0			
8,0	4 Φ 4,2	3 Φ 6,3	4 Φ 6,3	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0			
9,0	3 Φ 6,0	4 Φ 6,0	2 Φ 10,0	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0	5 Φ 10,0				
9,4	4 Φ 6,3	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0					
9,8	4 Φ 6,0	4 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0	6 Φ 10,0					
10,2	3 Φ 5/16	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0	5 Φ 10,0						
10,6	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0	6 Φ 10,0						
11	4 Φ 5/16	3 Φ 10,0	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0							
11,4	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0	5 Φ 10,0								
11,8	4 Φ 10,0	4 Φ 10,0										
12,2	4 Φ 10,0											

- Sem armadura adicional
- Contra flecha = 1,0 cm
- Contra flecha = 1,5 cm
- Contra flecha = 2,0 cm
- Contra flecha = 2,5 cm
- Contra flecha = 3,0 cm
- Contra flecha = 3,5 cm
- Laje não ok!

Tabela 75 - Ficha SINAPI 96541

SINAPI	96541	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES.	UNIDADE: M²		TOTAL:	R\$150,98
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	R\$ 18,99	0,072	R\$ 1,37
SINAPI	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	R\$ 16,66	0,141	R\$ 2,35
SINAPI	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 16,26	1,423	R\$ 23,14
SINAPI	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,61	3,787	R\$ 74,26
SINAPI	1358	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 17 MM	m²	R\$ 28,52	0,420	R\$ 11,98
SINAPI	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	R\$ 5,78	0,010	R\$ 0,06
SINAPI	20247	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	R\$ 17,87	0,016	R\$ 0,29
SINAPI	40304	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	R\$ 19,92	0,024	R\$ 0,48
SINAPI	4491	PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	R\$ 9,95	0,917	R\$ 9,12
SINAPI	5074	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 15 X 18 (1 1/2 X 13)	KG	R\$ 18,09	0,013	R\$ 0,24
SINAPI	5073	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 17 X 24 (2 1/4 X 11)	KG	R\$ 16,45	0,069	R\$ 1,14
SINAPI	4517	SARRAFO *2,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	R\$ 3,48	7,634	R\$ 26,57

Tabela 76 - Ficha SINAPI 96546

SINAPI	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM.	UNIDADE: KG		TOTAL:	R\$ 14,81
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	92794	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	R\$ 12,07	1,00	R\$ 12,07
SINAPI	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,71	0,089	R\$ 1,75
SINAPI	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 14,89	0,029	R\$ 0,43
SINAPI	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	R\$ 18,78	0,025	R\$ 0,47
SINAPI	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	R\$ 0,18	0,4655	R\$ 0,08

Tabela 77 - Ficha SINAPI 96558

SINAPI	96558	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 35 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	UNIDADE: M³		TOTAL:	R\$427,75
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	R\$ 1,60	0,12	R\$ 0,19
SINAPI	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	R\$ 0,41	0,126	R\$ 0,05
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,74	R\$ 11,54
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,82	0,493	R\$ 9,77
SINAPI	11145	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C35, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m³	R\$353,21	1,15	R\$406,19

Tabela 78 - Ficha SINAPI 92759

SINAPI	92759	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	UNIDADE: KG		TOTAL:	R\$ 15,87
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	92791	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	R\$ 12,44	1	R\$ 12,44
SINAPI	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,71	0,1241	R\$ 2,45
SINAPI	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 14,89	0,0203	R\$ 0,30
SINAPI	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	R\$ 18,78	0,025	R\$ 0,47
SINAPI	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	R\$ 0,18	1,19	R\$ 0,21

Tabela 79 - Ficha SINAPI 92427

SINAPI	92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES	UNIDADE: M ²		TOTAL:	R\$ 39,58
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	92263	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	m ²	R\$129,36	0,15	R\$ 19,40
SINAPI	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,61	0,695	R\$ 13,63
SINAPI	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 16,26	0,127	R\$ 2,07
SINAPI	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	R\$ 5,78	0,01	R\$ 0,06
SINAPI	40275	LOCACAO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSAO DE 2 M	MES	R\$ 5,65	0,393	R\$ 2,22
SINAPI	40271	LOCACAO DE APRUMADOR METALICO DE PILAR, COM ALTURA E ANGULO REGULAVEIS, EXTENSAO DE *1,50* A *2,80* M	MES	R\$ 3,67	0,196	R\$ 0,72
SINAPI	40287	LOCACAO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSAO, COM ROSCA DE 5/8", INCLUINDO PORCA E FLANGE	MES	R\$ 1,41	0,785	R\$ 1,11
SINAPI	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	R\$ 19,92	0,019	R\$ 0,38

Tabela 80 - Ficha SINAPI 92720

SINAPI	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	UNIDADE: M ³		TOTAL:	R\$393,61
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	R\$ 1,60	0,068	R\$ 0,11
SINAPI	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	R\$ 0,41	0,131	R\$ 0,05
SINAPI	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,61	0,199	R\$ 3,90
SINAPI	88316	SERVEENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	1,192	R\$ 18,60
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,82	0,199	R\$ 3,94
SINAPI	1527	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m ³	R\$332,73	1,103	R\$367,00

Tabela 81 - Ficha SINAPI 96542

SINAPI	96542	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES.	UNIDADE: M²		TOTAL:	R\$ 71,09
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	R\$ 16,66	0,029	R\$ 0,48
SINAPI	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	R\$ 18,99	0,014	R\$ 0,27
SINAPI	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,61	1,749	R\$ 34,30
SINAPI	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 16,26	0,725	R\$ 11,79
SINAPI	1358	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 17 MM	m²	R\$ 28,52	0,315	R\$ 8,98
SINAPI	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	R\$ 5,78	0,01	R\$ 0,06
SINAPI	20247	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	R\$ 17,87	0,004	R\$ 0,07
SINAPI	4491	PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	R\$ 9,95	1,218	R\$ 12,12
SINAPI	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	R\$ 19,92	0,01	R\$ 0,20
SINAPI	5073	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 17 X 24 (2 1/4 X 11)	KG	R\$ 16,45	0,019	R\$ 0,31
SINAPI	4517	SARRAFO *2,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	R\$ 3,48	0,722	R\$ 2,51

Tabela 82 - Ficha SINAPI 96557

SINAPI	96557	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 25 MPA, COM USO DE BOMBA ▣ LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	UNIDADE: M³		TOTAL:	R\$398,50
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	R\$ 1,60	0,088	R\$ 0,14
SINAPI	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	R\$ 0,41	0,093	R\$ 0,04
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,544	R\$ 8,49
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,82	0,363	R\$ 7,19
SINAPI	1527	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m³	R\$332,73	1,15	R\$382,64

Tabela 83 - Ficha SINAPI 92464

SINAPI	92464	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	UNIDADE: M²		TOTAL:	R\$ 63,32
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	92265	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	m²	R\$ 87,67	0,236	R\$ 20,69
SINAPI	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,61	1,397	R\$ 27,40
SINAPI	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 16,26	0,256	R\$ 4,16
SINAPI	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	R\$ 5,78	0,01	R\$ 0,06
SINAPI	10749	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MES	R\$ 2,58	1,186	R\$ 3,06
SINAPI	40275	LOCACAO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSAO DE 2 M	MES	R\$ 5,65	0,356	R\$ 2,01
SINAPI	40287	LOCACAO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSAO, COM ROSCA DE 5/8", INCLUINDO PORCA E FLANGE	MES	R\$ 1,41	0,474	R\$ 0,67
SINAPI	40339	LOCACAO DE CRUZETA PARA ESCORA METALICA	MES	R\$ 1,41	1,186	R\$ 1,67
SINAPI	4491	PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	R\$ 9,95	0,296	R\$ 2,95
SINAPI	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	R\$ 19,92	0,033	R\$ 0,66

Tabela 84 - Ficha SINAPI 92490

SINAPI	92490	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES	UNIDADE: M²		TOTAL:	R\$ 32,03
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	92267	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	m²	R\$ 30,64	0,183	R\$ 5,61
SINAPI	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,61	0,861	R\$ 16,88
SINAPI	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 16,26	0,158	R\$ 2,57
SINAPI	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	R\$ 5,78	0,008	R\$ 0,05
SINAPI	10749	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MES	R\$ 2,58	0,397	R\$ 1,02
SINAPI	40290	LOCACAO DE FORMA PLASTICA PARA LAJE NERVURADA, DIMENSOES *60* X *60* X *16* CM	MES	R\$ 3,72	1,03	R\$ 3,83
SINAPI	40270	VIGA DE ESCORAMAENTO H20, DE MADEIRA, PESO DE 5,00 A 5,20 KG/M, COM EXTREMIDADES PLASTICAS	M	R\$ 69,08	0,03	R\$ 2,07

Tabela 85 - Ficha SINAPI 92768

SINAPI	92768	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.	UNIDADE: KG		TOTAL:	R\$ 14,77
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	92800	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	R\$ 12,03	1,000	R\$ 12,03
SINAPI	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,71	0,0855	R\$ 1,69
SINAPI	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 14,89	0,014	R\$ 0,21
SINAPI	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	R\$ 18,78	0,025	R\$ 0,47
SINAPI	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	R\$ 0,18	2,118	R\$ 0,38

Tabela 86 - Ficha SINAPI 92725

SINAPI	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	UNIDADE: M³		TOTAL:	R\$390,14
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	R\$ 1,60	0,056	R\$ 0,09
SINAPI	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	R\$ 0,41	0,133	R\$ 0,05
SINAPI	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,61	0,094	R\$ 1,84
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 15,60	0,638	R\$ 9,95
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,82	0,565	R\$ 11,20
SINAPI	1527	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m³	R\$332,73	1,103	R\$367,00

Tabela 87 - Ficha SINAPI 92522

SINAPI	92522	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES.	UNIDADE: M²		TOTAL:	R\$ 18,71
BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO	COEFICIENTE	TOTAL
SINAPI	92267	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	m²	R\$ 30,64	0,195	R\$ 5,97
SINAPI	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 16,26	0,078	R\$ 1,27
SINAPI	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$ 19,61	0,424	R\$ 8,31
SINAPI	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	R\$ 5,78	0,01	R\$ 0,06
SINAPI	10749	LOCAÇÃO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MES	R\$ 2,58	0,397	R\$ 1,02
SINAPI	40270	VIGA DE ESCORAMAENTO H20, DE MADEIRA, PESO DE 5,00 A 5,20 KG/M, COM EXTREMIDADES PLASTICAS	M	R\$ 69,08	0,03	R\$ 2,07