



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
GISELE FERNANDA DE OLIVEIRA MELO

**ANÁLISE DE FUNDAÇÃO TIPO RADIER EMPREGADO AO
RESERVATÓRIO INFERIOR DO EDIFÍCIO NEW YORK STUDIOS**

LAGES-SC

2020

GISELE FERNANDA DE OLIVEIRA MELO

**ANÁLISE DE FUNDAÇÃO TIPO RADIER EMPREGADO AO
RESERVATÓRIO INFERIOR DO EDIFÍCIO NEW YORK STUDIOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador ME. Aldori Batista dos Anjos.

LAGES-SC

2020

GISELE FERNANDA DE OLIVEIRA MELO

**ANÁLISE DE FUNDAÇÃO TIPO RADIER EMPREGADO AO
RESERVATÓRIO INFERIOR DO EDIFÍCIO NEW YORK STUDIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Centro
Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para
obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Msc. Aldori Batista dos Anjos.

Lages, SC, __/__/2020. Nota _____

Prof. Msc. Aldori Batista dos Anjos, coordenador do Curso de Engenharia Civil.

LAGES-SC

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

GISELE FERNANDA DE OLIVEIRA MELO

ANÁLISE DE FUNDAÇÃO TIPO RADIER EMPREGADO AO RESERVATÓRIO INFERIOR DO EDIFÍCIO NEW YORK STUDIOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Msc. Aldori Anjos, coordenador do curso de Engenharia Civil.

Banca Examinadora:

LAGES-SC

2020

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força e coragem, que possibilitou a busca do meu sonho, pela conclusão de mais uma etapa e por estar presente em minha vida.

Meus pais, Gessi e André, sem os quais jamais estaria concretizando este feito, pois sempre se mostraram dispostos a me ajudar em todas as situações, bem como por ter me fornecido carinho, incentivo, apoio e por acreditarem no meu sucesso e meu pai sempre disposto a me ensinar e mostrar na prática a vida profissional.

Ao meu esposo, Bruno Kuster, por acreditar no meu sucesso a cada momento, pelas longas conversas, apoio, paciência, pelo imenso incentivo, dos abraços depois dos choros, e por nunca me deixar desistir quando o desespero batia, estando presente em todos os momentos.

Meus irmãos, Natielle Fernanda e André Luiz, que esteve sempre muito disposto em me ensinar e ajudar trocando ideias e mostrando as práticas que exercia, sendo assim tiveram um papel importante em minha formação, no que diz respeito a mostrar a importância de vencer.

Não posso deixar de agradecer ao meu professor e orientador, Aldori Batista dos Anjos, pela disponibilidade e o ensinamento que me concedeu, com certeza, é uma das referências de profissionais que irei seguir.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram com palavras de incentivo e puderam contribuir para a minha formação.

DEDICATÓRIA

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir”. Augusto Cury.

RESUMO

A fundação para toda e qualquer construção é um dos elementos mais importantes, pois a fundação é a parte da obra que é responsável por suportar o peso e manter o prédio fixo e nivelado ao terreno. No entanto, se ela não estiver de acordo com as cargas que deve suportar, grandes problemas futuros podem surgir para o resto da estrutura como, por exemplo, nas paredes, tetos, piso, etc., pois a fundação é responsável por transmitir ao terreno a carga da obra, sendo assim o alicerce que dá o apoio necessário pro imóvel no chão. No conceito fundação existem dois tipos de fundações, porém para cada tipo de edificação e solo é feito o estudo por meio da sondagem para identificar qual o melhor tipo de fundação para ser executado, entretanto a fundação superficial é uma estrutura fixa no chão igualmente uma laje constituída por telas ou malhas de aço e concreto armado, que é capaz de suportar toda a carga que nele se deposita fazendo a distribuição uniforme da carga, esse tipo de construção é muito utilizada em construções de pequeno porte, também muitas vezes escolhida pela rapidez na execução e por ter um custo baixo e que não precisa de muita mão de obra se comparar com outros tipos de fundações. Já o radier quando executado e concretado com concreto protendido é mais usado para salões de festa, estacionamentos e grandes supermercados, ou seja, são grandes áreas, e nesse caso utiliza-se ao invés de telas e malha de aço é executado com tela de cabos de aço, que depois de aplicado o concreto e antes de completar a cura, os cabos são tencionados (esticados) com auxílio de um macaco hidráulico.

Palavras-chave: Fundação Superficial. Laje. Radier.

ABSTRACT

The foundation for any and all construction is one of the most important elements, because the foundation is the part of the work that is responsible for bearing the weight and keeping the building fixed and level to the ground. However, if it is not in accordance with the loads it must bear, major future problems may arise for the rest of the structure, such as the walls, ceilings, floor, etc., because the foundation is responsible for transmitting to the ground the load of the work, thus the foundation that provides the necessary support for the property on the floor. In the foundation concept there are two types of foundations, however for each type of building and soil is done the study by means of probing to identify the best type of foundation to be executed, however the surface foundation is a fixed structure on the floor also a slab consisting of steel screens or meshes and reinforced concrete, which is able to withstand all the load that is deposited in it making the uniform distribution of the load , this type of construction is widely used in small constructions, also often chosen for speed in execution and for having a low cost and that does not need much manpower compared to other types of foundations. radier, on the other hand, when executed and concreted with prestressed concrete is more used for party halls, parking lots and large supermarkets, that is, they are large areas, and in this case it is used instead of screens and steel mesh is executed with steel cable mesh, which after applying the concrete and before completing the cure, the cables are intended (stretched) with the aid of a hydraulic jack.

Keywords: Superficial Foundation, slab,Radier.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sapata isolada.....	20
Figura 2 – Sapata corrida.....	20
Figura 3 – Sapata associada.....	21
Figura 4 – Blocos de fundação.....	21
Figura 5 – Primeira laje radier no Brasil.....	22
Figura 6 – Preparo do terreno.....	23
Figura 7 – Engrossamento das bordas com filme plástico para isolamento.....	24
Figura 8 – Laje radier.....	24
Figura 9 – Execução e preenchimento do radier.....	25
Figura 10 – Escavação da superfície e execução do dreno.....	26
Figura 11 – Adequação do dreno.....	27
Figura 12 – Posição do dreno e lastro de brita.....	28
Figura 13 - Planejamento e verificação das madeiras para fechamento lateral.....	29
Figura 14 – Posicionamento das ferragens.....	29
Figura 15 – Posicionamento das armaduras.....	30
Figura 16 – Amarração da armadura.....	30
Figura 17 – Execução da concretagem.....	31
Figura 18 – Radier totalmente executado.....	32
Figura 19 – Projeto estrutural da edificação a ser estudada.....	34
Figura 20 – Posicionamento dos furos da sondagem.....	35
Figura 21 – Radier em 3D <i>software</i> Eberik.....	36
Figura 22 – Armadura positiva.....	37
Figura 23 - Representação da armadura positiva e negativa.....	37
Figura 24 – Deslocamento da armadura.....	38
Figura 25 – Distribuições das armaduras.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de cargas vertiais.....	38
Tabela 2 – Relação carga por área.....	39
Tabela 3 – Resumo por elemento e por pavimento.....	40
Tabela 4 – Detalhamento do consumo de concreto.....	40
Tabela 5 – Resumo por bitola e por elemento.....	40
Tabela 6 – Resumo por material e por elemento.....	41
Tabela 7 – Orçamento para execução do radier.....	41
Tabela 8 – Relação custo por área material radier.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resumen de custos.....	44
------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIações

3D - Tridimensional

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil

SPT - Standart Penetration Test

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. JUSTIFICATIVA	14
1.2. OBJETIVOS	15
1.2.1. Objetivo geral	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. METODOLOGIA.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. HISTÓRIA DAS FUNDAÇÕES.....	17
2.1.1. Fundações.....	18
2.1.2. Sapatas	19
2.2. HISTÓRIA DO RADIER NO BRASIL.....	22
2.2.1. Fundações em radier.....	25
2.2.2. Definições e conceitos.....	25
2.2.3. Processo construtivo em radier	26
2.3. <i>SOFTWARES</i> DE CÁLCULO	32
2.4. SONDAGENS	34
3. RESULTADOS DA PESQUISA	36
3.1. APRESENTAÇÃO DOS DIAGRAMAS E DIAGNÓSTICOS DA ESTRUTURA ..	38
4. CONCLUSÃO	45
5. REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

1.1. JUSTIFICATIVA

Baseando em informações pode-se observar que diversas áreas trazem para a sociedade os avanços tecnológicos, reduzindo custos ou forma de otimização de processos. Na construção civil, muitos processos construtivos estão em constante evolução, pois com a dinâmica acelerada do mercado, existem muitas exigências nos prazos e elaboração de projetos mais ousados. Para acompanhar a constante evolução e suprir a demanda dos processos construtivos, encontrar soluções que aperfeiçoem estes processos é de extrema importância, diante dessa constatação, citam-se como exemplo os sistemas construtivos de estruturas de concreto armado, onde deparam-se com estruturas cada vez mais “econômica”.

Sabe-se que os novos sistemas estruturais contribuem efetivamente para o crescimento da construção civil que em geral vem evoluindo constantemente dia após dia em busca de novos equipamentos de execução de fundações, a fim de apresentar a cada dia, materiais mais produtivos, com melhor desempenho, custo e com elevadas capacidades de cargas, melhores qualidades durante a execução, entre outros aspectos sabendo-se que o radier é utilizado em construções de pequenos porte, casas de baixo custo, não tem necessidade realizar grandes escavações, redução de mão de obra, possibilidade de drenos, porém existe a desvantagem que consiste na necessidade de fazer a execução de instalações hidráulicas e sanitárias e se o proprietário quiser aumentar a construção futuramente podem ocorrer fissuras na estrutura do concreto armado aumentando o custo desse tipo de fundação.

O radier dependendo da carga que nele será exercida e da sua função, pode ser executado em concreto armado, em concreto reforçado com fibras ou com concreto protendido. Em todos os casos, o elemento de fundação deve resistir aos esforços conforme suas resistências permitidas, através do dimensionamento e estudos para cada função, além de suportar eventuais pressões do lençol freático.

Com os estudos apresentados, espera-se que este trabalho possa fornecer o estudo de viabilidade econômica da implantação do radier, orientando os profissionais

interessados na escolha do radier como alternativa viável de fundação para suas construções.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo da pesquisa consiste na explicação da execução e função de um radier em uma edificação multifamiliar, “New York Studios”, no município de Lages, Santa Catarina.

1.2.2. Objetivos específicos

- Definições, características e processo construtivos do radier;
- Apresentar a distribuições das cargas usando o *software* Eberick, diagnósticos da estrutura;
- Estudo de solo, sondagens para execução do radier;
- Custo.

1.3. METODOLOGIA

O presente trabalho iniciou-se através de pesquisas bibliográficas sobre o tema escolhido, em seguida foi analisado o projeto arquitetônico e estrutural da obra em estudo para assim comprovar a viabilidade da implantação do radier na edificação.

Para determinada escolha de uma solução estrutural, é necessário que o engenheiro civil possua o conhecimento dos variados tipos de fundação, para indicar qual seria a solução mais viável economicamente para o cliente, levando em conta a segurança da estrutura pois a segurança destes elementos é fundamental, ou a utilização sem o devido conhecimento técnico pode gerar grandes prejuízos tanto no âmbito social quanto no econômico. Nesse caso a responsabilidade fica a cargo de profissionais qualificados, como engenheiros, que fazem com que as tarefas sejam executadas com eficiência, trazendo um grande ganho de tempo, o que influencia diretamente na viabilidade econômica de uma obra.

No Brasil, a utilização do radier é cercado de dúvidas, isso faz-se acreditar que o sistema composto por vigas baldrame e estacas seria mais viável economicamente que o radier, isso se deve principalmente, à falta de recomendações específicas que tratam sobre o assunto, tornando difícil o acesso dos profissionais a tais informações.

Ao final de uma construção, as fundações em radier podem se tornar mais baratas, além de proporcionar praticidade, diminuindo assim o tempo de execução. Porém, se faz necessário um estudo detalhado de todos os componentes que compõem a edificação evitando possíveis erros de projeto que possam inviabilizar a utilização destas fundações.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será apresentado a história das fundações, seus conceitos e características. Tratará também sobre as fundações superficiais, fundações em radier bem como o passo a passo para sua execução, e com base na sondagem apresentada o lançamento da arquitetura no *software* Eberick para elaboração dos cálculos e resultados.

2.1. HISTÓRIA DAS FUNDAÇÕES

Segundo Mallmann Tizott (2003), no período paleolítico, o homem visto á sua sensibilidade ao clima, procurou proteger-se e abrigar-se em grutas e cavernas, mas na ausência destas, necessitavam fazer a escavação de buracos que chegavam até dois metros abaixo do nível do terreno. Já no período neolítico, quando o homem já soubera lascar a pedra e construir ferramentas, tornou-se sedentário e passou a construir suas próprias cabanas, geralmente feitas de madeira ou pedra, demonstrando assim que a partir desta fase, o homem já possuía noções de estabilidade e comportamento do solo. Ainda salienta que em um período denominado “idade dos metais” o homem passou a utilizar o ferro para construir suas ferramentas, possibilitando assim que fosse possível a escavação de introdução de estacas no solo.

A partir do período renascentista, o engenheiro profissional passou a ser visto com mais importância e reconhecimento, ao contrário do período medieval em que projetos eram criados por artesãos. Um dos pioneiros do período foi Filippo Brunelleschi, que projetou o domo da catedral de Santa Maria del Fiore em Florença. Ainda com o surgimento da impressão de livros, começaram a surgir os primeiros manuais com técnicas de projeto e construção.

Já na Revolução Industrial começava a mudar radicalmente o perfil da Inglaterra, o que viria a acontecer no restante da Europa logo em seguida. E com isso a população buscando uma oportunidade melhor a população começou a migrar da zona rural para as cidades para trabalharem nas indústrias. No entanto a obra estrutural necessária para o desenvolvimento industrial era geralmente conduzida por

engenheiros militares. No entanto, em 1768, o inglês John Smeaton se autodenominou 'engenheiro civil' para diferenciar-se dos profissionais militares, criando assim uma nova e distinta profissão. Poucos anos depois criou a Sociedade dos Engenheiros Civis, com a finalidade de reunir profissionais para conceber e executar grandes projetos.

A Revolução Industrial trouxe consigo novas técnicas e materiais à engenharia. A Ponte de Ferro, no Reino Unido, foi a primeira ponte de arco construída somente com ferro fundido, o que é considerado um marco na história. E como ocorria o crescimento econômico, era cada vez maior a necessidade de se acelerar os transportes. Por isso, houve grande ampliação do sistema de canais e posteriormente surgiu a primeira ferrovia. Com a utilização do ferro como elemento estrutural causou grandes mudanças, especialmente por conta de sua resistência, capacidade de pré-fabricação e facilidade de montagem. Os engenheiros civis, a partir de então, puderam inovar no formato dos prédios, além de agilizar sua construção. Houve ainda inovação no que se refere à construção de túneis, a partir do primeiro construído sob o rio Tâmisa em Londres para a criação do sistema metroviário londrino.

A partir do século XX, a engenharia como um todo passou a se desenvolver e se especializar, sobretudo por conta dos avanços científicos e fundamentações teóricas do comportamento dos materiais.

2.1.1. Fundações

Fundações são elementos estruturais que têm o objetivo de suportar e distribuir para o terreno toda carga que é gerada pelo carregamento e esforços exercido pelo peso da estrutura, sendo considerada a parte mais importante da edificação.

A NBR/6122 define as condições básicas a serem observadas no projeto e execução de fundações de edifícios, pontes e demais estruturas

A fundação também pode ser chamada de alicerce é um termo utilizado na engenharia para identificar as estruturas que são responsáveis por transmitir as cargas das construções ao solo, segundo Bell (1985, p. 1), “uma fundação deve distribuir e transmitir as cargas permanentes e dinâmicas de superestrutura para o solo”.

Bell ainda menciona sobre a escolha adequada do tipo de função:

A escolha do tipo mais adequado de fundação para uma estrutura depende da profundidade em que se encontra a camada importante, das dimensões da sapata que seja compatível com carregamento no solo, da capacidade de carga e homogeneidade do solo e ainda do tipo de superestrutura em análise. (BELL, 1998, p.1).

No conceito geral de fundações existem diversos tipos de fundações e estão divididas em dois grandes grupos: fundações superficiais e profundas.

Segundo a NBR 6122 as fundações superficiais são definidas como elementos de fundação em que a carga é transmitida para o terreno, principalmente, pelas pressões distribuídas sob a base da fundação. Além disso, esse elemento possui profundidade de assentamento em relação ao terreno inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação e essa menor dimensão não pode ser inferior a 60 cm.

Na fundação superficial temos, por exemplo, as **sapatas**, que são elemento estrutural de concreto armado, são dimensionadas para que as tensões de tração que são exercidas sobre a fundação sejam resistidas pela armadura e não pelo concreto. No entanto, a capacidade de carga que ela suporta é considerada baixa e média, indicada para locais onde através da sondagem percebe a presença de argila ou materiais semelhantes.

2.1.2. Sapatas

Sapata isolada, é tipo de fundação superficial, é mais simples e mais comum na engenharia civil. Elas são dimensionadas para suportar cargas em um único pilar ou coluna, elas podem ter formato quadrado, retangular, circular, e outros.

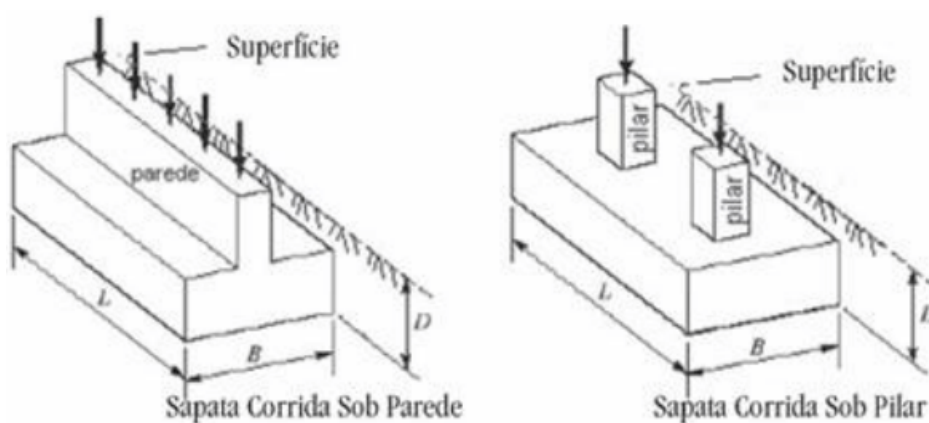
Figura 1 – Sapata isolada



Fonte: Inovacivil. Igor Pinheiro (2019).

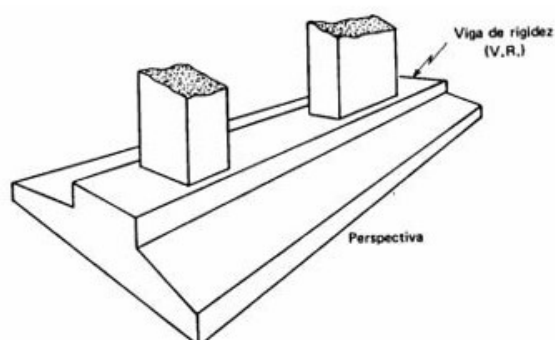
Temos também a **Sapata corrida** como fundação superficial, esse tipo de fundação é projetado para suportar cargas lineares como paredes, muros ou elementos alongados

Figura 2 – Sapata corrida



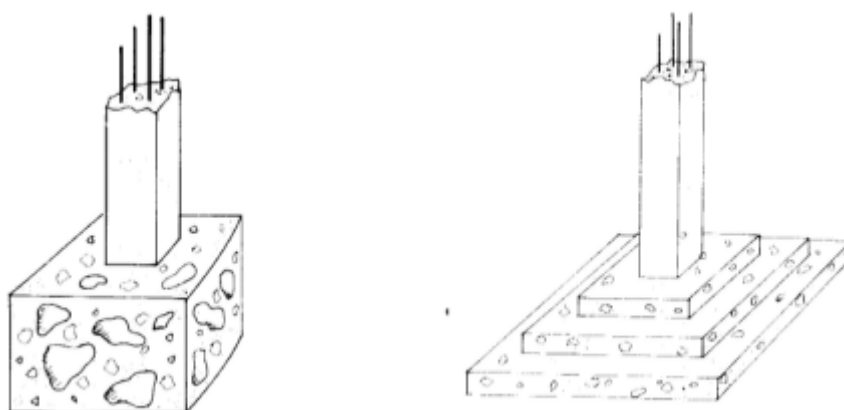
Fonte: Escola Engenharia. Caio Pereira (2019).

Já a **Sapata associada** é comum a vários pilares. São mais utilizadas quando a posição de duas sapatas isoladas está muito próxima uma da outra seja por falta de espaço ou por opção estrutural.

Figura 3 – Sapata associada

Fonte: Escola Engenharia. Caio Pereira (2019).

Os **blocos** também muito utilizados nas fundações superficiais de obras de pequeno porte e quando o solo tem uma boa capacidade de suporte, Segundo a NBR 6122/2010, os blocos de fundação são dimensionados sem necessidade de utilização de armadura, pois as tensões de tração que agem sobre esse elemento podem ser resistidas pelo concreto devido as dimensões do bloco.

Figura 4 – Blocos de fundação

Fonte: Inova Civil. Igor Pinheiro (2019).

2.2. HISTÓRIA DO RADIER NO BRASIL

A obra pioneira no Brasil foi a construção em Fortaleza, do primeiro radier protendido com cordoalhas engraxadas e plastificadas, para edifício residencial de grande altura, em agosto de 1999.

Os trabalhos para construção de lajes radier são os seguintes: limpeza e preparo do terreno, colocação das canalizações, colocação de filme plástico, formas laterais, cordoalhas com suas ancoragens e fretagens, concretagem, alisamento mecânico e, após três dias, protensão. No dia seguinte à concretagem, já se pode fazer a marcação da alvenaria.

Merece registro a primeira laje radier protendida com cordoalhas engraxadas e plastificadas no Brasil. Com o projeto do eng.º Ricardo Brígido, foram construídas duas lajes apoiadas no solo para receber 2 casas assobradadas cada uma, na praia do Cumbuco, em Fortaleza.

Figura 5 - Primeira laje radier no Brasil



Fonte: Eugenio Luiz Cauduro (2000).

As primeiras utilizações em grande escala de radiers protendidos com monocordoalhas não aderentes no Brasil ocorreram em Fortaleza-Ceará, num esforço conjunto de Empresa de Protensão e do escritório de projetos estruturais M. D. Associados.

Na figura abaixo temos Preparo do terreno, acerto manual, colocação das tubulações de água e esgoto e formas laterais.

Figura 6 – Preparo do terreno



Fonte: Eugenio Luiz Cauduro (2000).

Foi produzida laje experimental protendida para comprovação da sua eficiência junto à Caixa Econômica Federal, a qual iniciava financiamento de extenso programa de construção de casas populares. A construtora que havia vencido a primeira concorrência para construção de 1.340 casas, mudou o planejamento da obra, inicialmente previsto para fundações convencionais, e adotou o radier protendido, pois suas vantagens quanto à simplicidade, prazo, extrema redução da mão de obra facilitando a logística, e a entrega com piso acabado, fizeram baixar seus custos e aceleraram a execução da obra. Além disso, devido à impermeabilidade própria da laje protendida, foi dispensada a operação de impermeabilização da obra, engrossamento das bordas e colocação de filme plástico para isolamento.

Figura 7 - Engrossamento das bordas com filme plástico para isolamento



Fonte: Eugenio Luiz Cauduro (2000).

Na próxima figura nota-se os cabos estendidos sobre o plástico, apoiados sobre pastilhas de argamassa. Laje pronta para receber o concreto. Note-se a ausência de qualquer outro tipo de armação.

Figura 8 – Laje radier



Fonte: Eugenio Luiz Cauduro (2000).

2.2.1. Fundações em radier

Esse tipo de fundação é semelhante a uma laje que abrange toda a área da construção. Os raders se comportam como lajes de concreto armado que ficam em contato direto com o terreno, recebendo as cargas provenientes da estrutura e das sobrecargas e distribuindo em uma grande área do terreno.

Normalmente são utilizados em obras de pequeno porte, pois possui algumas vantagens como baixo custo, rapidez na execução e mão de obra reduzida quando comparada aos tipos de fundação superficial.

Figura 9 – Execução e preenchimento do radier



Fonte: Dryplan Engenharia (2016).

2.2.2. Definições e conceitos

O radier é um sistema de fundação superficial que reúne num só elemento de transmissão de carga, que abrange um conjunto de pilares. Consiste em uma placa contínua em toda a área da construção com o objetivo de distribuir a carga em toda superfície, assemelhando-se a uma laje de concreto armado e executado sobre a superfície do terreno nivelado.

A espessura do radier pode variar de acordo com as cargas da obra e as resistências compatíveis com o porte da construção. Seu uso é indicado para solos

fracos e cuja espessura da camada é profunda. Podem ser executados dois sistemas de radier: sistema constituído por laje de concreto (sistema flexível) e sistema de laje e vigas de concreto (sistema rígido).

2.2.3. Processo construtivo em radier

O radier é composto por uma laje maciça de concreto armado que ocupa toda a área da edificação, conforme cálculos e projeto. Para a execução do radier devem ser seguidos os seguintes passos:

Primeiro passo: deve ser realizada a limpeza da superfície do terreno e a escavação até a cota de implantação, e nesse caso foi executado um dreno, para evitar infiltrações futuras.

Figura 10 - Escavação da superfície e execução do dreno



Fonte: do autor (2020).

Segundo passo: o terreno deve ser nivelado e compactado adequadamente.

Figura 11 – Adequação do dreno



Fonte: do autor (2020).

Terceiro passo: coloca-se uma lona apropriada para a impermeabilização e um lastro de brita, (cuja espessura varia entre cinco a dez centímetros) que tem como objetivo proteger a armadura do radier das matérias orgânicas e umidade do solo.

Nesse caso, foi feito a escolha de dreno, no lugar da lona, para que a água que surge no subsolo, não venha ter contato com a armadura do radier.

Figura 12 – Posição do dreno e lastro de brita



Fonte: do autor (2020).

Quarto passo: são colocadas também formas de madeira na lateral, para fazer o fechamento da área que será concretada conforme indicado no projeto de fundações e estrutural.

Figura 13 - Planejamento e verificação das madeiras para fechamento lateral



Fonte: do autor (2020).

Figura 14 – Posicionamento das ferragens



Fonte: do autor (2020).

Quinto passo: são inseridas as armaduras dimensionadas no projeto estrutural, tendo como base as informações do estudo geotécnico. O espaçamento entre elas, assim como as dimensões, depende das particularidades de cada edificação, assim como dos parâmetros de deformabilidade e resistência do solo.

Figura 15 – Posicionamento das armaduras



Fonte: do autor (2020).

Figura 16 – Amarração da armadura



Fonte: do autor (2020).

Sexto passo: na imagem a seguir podemos observar a execução da concretagem do Radier, nesse caso o concreto foi executado no local mesmo com auxílio dos profissionais e de uma betoneira. Para a finalização e cobertura total do radier precisou de 19 betoneiras de massa de concreto.

Figura 17 – Execução da concretagem



Fonte: do autor (2020).

Sétimo passo: na imagem a seguir, temos o Radier completamente pronto, com o dreno na parte inferior, e as ferragens totalmente cobertas pelo concreto. Nesse período ele está no momento de cura do concreto.

Para a cura do concreto, deve-se proteger contra os agentes químicos, ventos, a fim de evitar a perda da resistência do concreto aplicado, mantendo sempre no período, uma lâmina d'água sobre a laje evitando fissuras.

As instalações hidrossanitárias e elétricas devem ser posicionadas e executadas antes da concretagem, evitando furos e cortes após a execução,

reduzindo o retrabalho e a elevação do custo da fundação. Em seguida, é realizada a concretagem e deve ser realizada a cura apropriada, a fim de evitar manifestações patológicas

Figura 18 – Radier totalmente executado



Fonte: do autor (2020).

Em geral, as armaduras são reforçadas sob as paredes e pilares, permitindo que essas cargas aplicadas possam migrar para as áreas próximas, promovendo uma espécie de repartição desses esforços.

2.3. SOFTWARES DE CÁLCULO

A história do software, segundo Silva e Eugenia (2017), a empresa Alto Qi, foi fundada em 1989 com o intuito de criar softwares relacionados a engenharia, onde facilita o cálculo estrutural em concreto armado com maior exatidão e perfeição. No começo foi estudado apenas um programa que trabalhasse com o cálculo de vigas em uma estrutura de concreto armado, logo depois surgiu uma linha computacional desenvolvida em ambiente MS-DOS (*Microsoft Disk Operating*), que se tornou uma das melhores empresas nacionais com os produtos PROVIGA, PROLAJE, PROPILAR e PROINFRA.

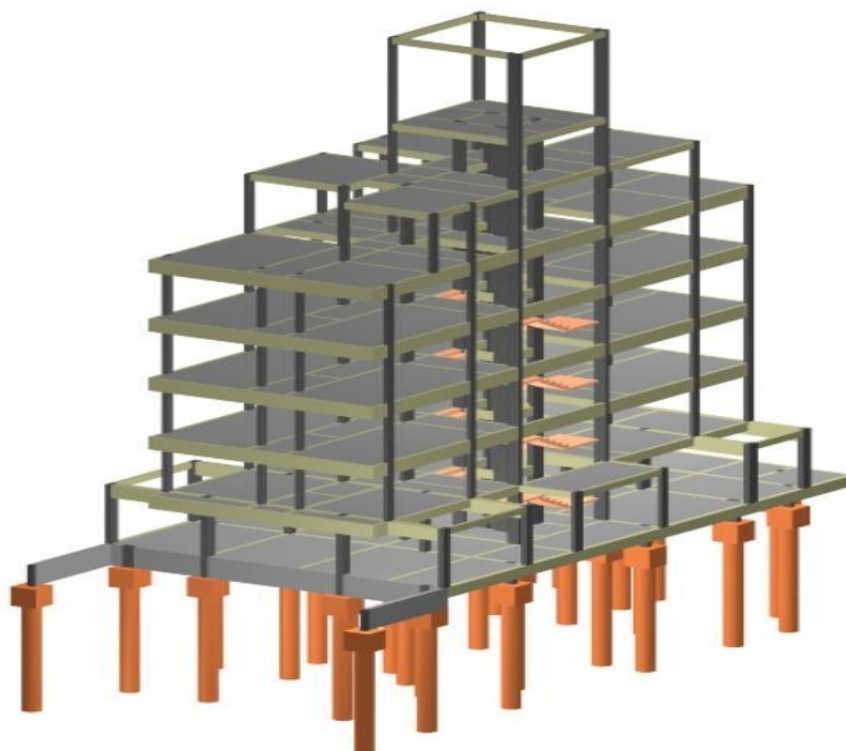
Em 1996 surge o *software* Eberick voltado para o desenvolvimento de projetar vigas, lajes, pilares, ou seja, todo projeto estrutural em concreto armado, com uma potente série de ferramentas, excelentes sistemas gráficos, obtendo o detalhamento e dimensionamento tanto da superestrutura quanto à tipos de fundação (bloco e sapatas), que em pouco tempo vem se atualizando para ter o melhor desempenho.

O Alto Qi Eberick é destinado ao projeto de edificação em concreto armado e pré-moldado. Com uma plataforma de sistemas gráficos associados a análise da estrutura em 24 modelos pórtico espacial e a diversos dimensionamentos e detalhamentos dos elementos estruturais lançados. Dando ênfase na sua produtividade na elaboração de projetos e no estudo de diferentes soluções para um mesmo projeto.

É de forma gráfica todos os elementos lançados, diretamente ligados a planta arquitetônica, assim, definindo quais modelos e hipóteses a serem utilizadas.

O programa possibilita os detalhamentos e dimensionamentos das vigas, pilares, lajes, fundações, estruturas lançadas com alta qualidade para visualização, bem como, 3D do estrutural e 3D das armaduras, gerando resultados fornecidos através de janelas de dimensionamento em forma de planilhas.

Figura 19 – Projeto estrutural da edificação a ser estudada



Fonte: Guilherme Chaves, (2019).

2.4. SONDAGENS

A sondagem de solo consiste na investigação do subsolo de um determinado terreno. O projeto estrutural de uma obra não pode ser concebido da maneira correta sem que haja um procedimento de sondagem para determinar as propriedades físicas do solo.

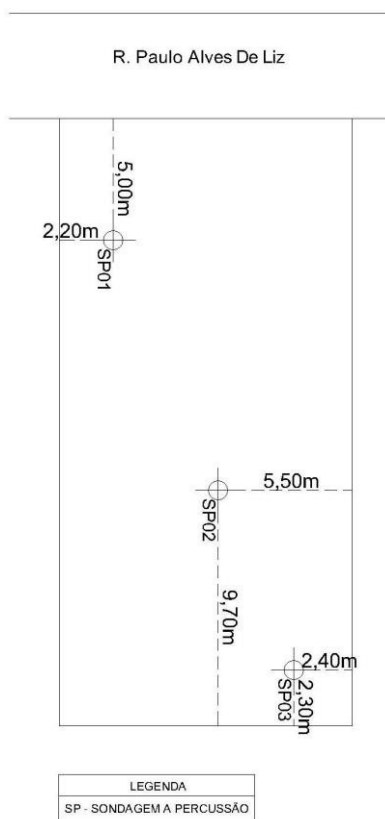
Foi realizado o ensaio à percussão SPT (*Standart Penetration Test*), para conhecimento do solo para a escolha da fundação já citada, o ensaio foi feito três furos no terreno, verificando a parte frontal e fundo do terreno o solo que seria estudado.

O ensaio SPT é usual para conhecer o tipo do solo fornecendo informações para a escolha da fundação, assim, certificando a resistência oferecida pelo solo e cravação do mostrador e a profundidade da presença de água durante a perfuração.

A realização da sondagem foi de 26/06/2020 á 05/07/2019, como método de perfuração empregado à percussão por uma empresa especializada nesse procedimento.

A localização dos furos foi disponibilizada pelo engenheiro conforme necessidade construtiva. SP01 – 8,25, SP02 – 5,25, SP03 – 6,34, totalizando 19,84m.

Figura 20 – Posicionamento dos furos da sondagem



Fonte: Guilherme Chaves, (2019).

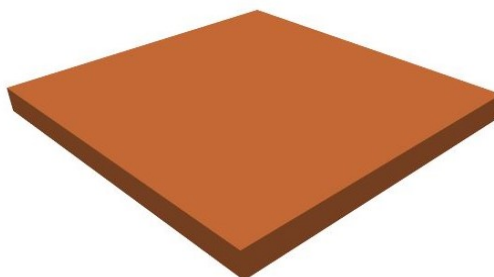
3. RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo, serão apresentados os diagnósticos da estrutura e resumo de materiais, tabelas, gráficos e o resumo de custos.

3.1. APRESENTAÇÃO DOS DIAGRAMAS E DIAGNÓSTICOS DA ESTRUTURA

Através dos domínios e dados de cálculos do projeto arquitetônico foram lançados no *software* Eberick, sendo assim temos a figura a seguir representando o radier em 3D nas dimensões 3x3 e com espessura de 0,175m.

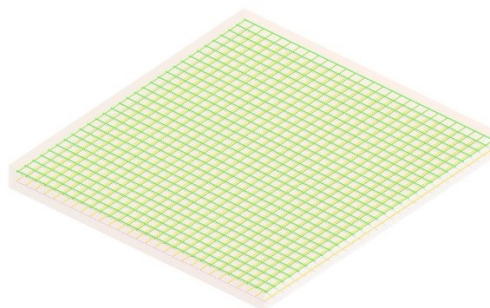
Figura 21 – Radier em 3D *software* Eberik



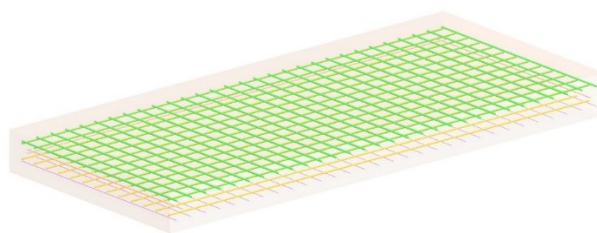
Fonte: do autor, (2020).

Na figura a seguir a representação das armaduras que foram utilizadas para a execução do radier, podemos observar que na primeira imagem temos o detalhamento das armaduras positivas, e na segunda imagem temos a representação da armadura positiva e negativa, no entanto elas tem como função dar rigidez ao concreto pois com a carga o concreto tende a espalhar, e com isso não existe rompimento da estrutura.

Figura 22 – Armadura positiva

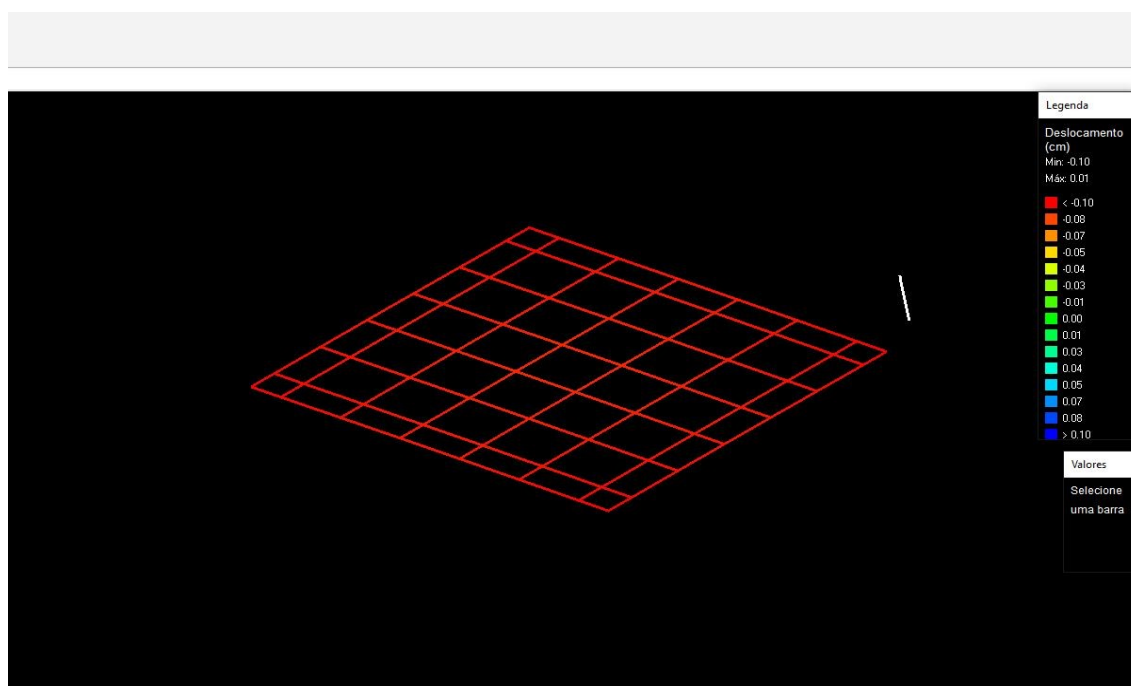


Fonte: do autor, (2020).

Figura 23 - Representação da armadura positiva e negativa

Fonte: do autor, (2020).

Na figura a seguir podemos observar o detalhamento do deslocamento da armadura, entretanto ela tem um deslocamento de 10 cm, sito a legenda. Onde a carga que nela será exercida será ao centro, sendo assim a armadura tem um deslocamento, mas que com a distribuição e com detalhamento dos cálculos não terá riscos de romper. Sobre a carga que nela será depositada, será de um reservatório de água com capacidade de 3.000 mil litros.

Figura 24 – Deslocamento da armadura

Fonte: do autor, (2020).

A seguir podemos observar como foram feitas a distribuição das armaduras inferior e superior do radier, no eixo X e no eixo Y.

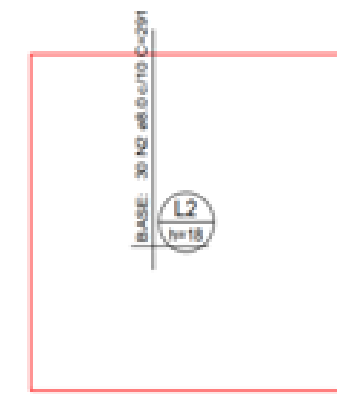
Figura 25 – Armação inferior do radier do pavimento possô elevador no eixo Y



Fonte: do autor, (2020).

Armação superior do radier do pavimento possô elevador no eixo Y.

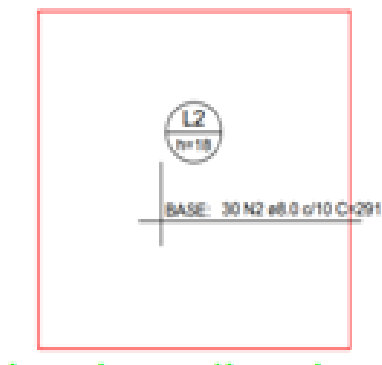
Figura 26 – Armação superior do radier do pavimento possô elevador no eixo Y



Fonte: do autor, (2020).

Armação inferior do radier do pavimento posso do elevador no eixo X.

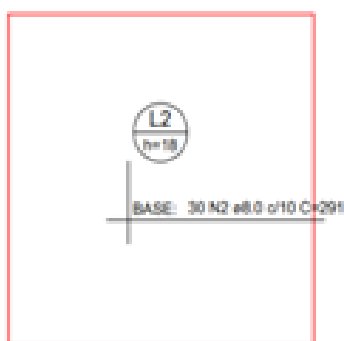
Figura 27 - Armação inferior do radier do pavimento posso do elevador no eixo X



Fonte: do autor, (2020).

Armação superior do radier do pavimento Posso do elevador no eixo X.

Figura 28 – Armação superior do radier do pavimento Posso do elevador no eixo X



Fonte: do autor, (2020).

Na tabela a seguir temos a distribuição de cargas verticais, com carregamento de tonelada força e percentual de peso próprio, adicional e acidental.

Tabela 1 – Distribuição de cargas verticais

Ação	Carregamentos (tf)	Percentual (%)
Peso próprio	4,05	31,0%
Adicional	4,50	34,5%
Acidental	4,50	34,5%
TOTAL	13,05	100,0%

Fonte: do autor, 2020).

Tendo em vista os cálculos temos a relação de carga por área. Nesse caso observamos que no carregamento por tonelada força, e a distribuição por metro quadrado e detalhamento de quilograma força por metro quadrado.

Tabela 2 – Relação carga por área

Pavimento	Carregamentos (tf)	Área (m²)	Carga/área (kgf/m²)
Radier	13,05	9,00	1.450,00
TOTAL	13,05	9,00	1.450,00

Fonte: do autor, (2020).

Após o detalhamento e distribuições de cargas verticais, com o carregamento de tonelada força, chegamos aos valores de cargas por áreas, onde observou-se que no radier teve o carregamento de 13,05 por tonelada força, onde a área foi de 9 metros quadrados, exercendo a carga de 1.450,00 por quilograma força por metro quadrado.

3.2. RESUMO DE MATERIAIS

Na etapa que segue temos detalhadamente o Índice de consumo de materiais, tendo em vista que é considerada uma pequena área de uma grande estrutura, assim temos o consumo de concreto por metro cúbico e quadrado, o consumo de formas de madeira por metro cúbico e quadrado, consumo de aço por quilograma e metro quadrado, e também o detalhamento do consumo do concreto nas forma por metro cúbico e quadrado, e também do aço por quilograma e metro cúbico.

Tabela 3 – Resumo por elemento e por pavimento

Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m³)	Área de forma (m²)	Consumo de aço (kg/m³)	
Sub solo	Fundações	157,8	1,6	2,2	98,6	
	Total	157,8	1,6	2,2	98,6	

Tabela 4 – Detalhamento do consumo de concreto

Elemento	Consumo por área			Consumo por volume de concreto	
	Concreto (m³/m²)	Forma (m²/m²)	Aço (kg/m²)	Forma (m²/m³)	Aço (kg/m³)
Fundações	0,18	0,24	17,54	1,33	97,43
TOTAL	0,18	0,24	17,54	1,33	97,43

Fonte: do autor, (2020).

A seguir o resumo por bitola e por elemento com seus dados para execução.

Tabela 5 – Resumo por bitola e por elemento

Aço	Diâmetro (mm)	Peso + 10 % (kg)	
		Fundações	Total
CA50	6,3	6,3	6,3
CA50	8,0	151,6	151,6

Fonte: do autor, (2020).

Resumo por material e por elemento da armadura utilizada na execução.

Tabela 4 – Resumo por material e por elemento

		Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	157,8	157,8
	Total	157,8	157,8
Volume concreto (m ³)	C-25	1,6	1,6
Área de forma (m ²)		2,2	2,2
Consumo de aço (kg/m ³)		98,6	98,6

Fonte: do autor, (2020).

Nesse capítulo foi observado o detalhamento dos materiais que foram utilizados para a execução do radier, entretanto os dados obtidos no subsolo teve em vista o peso do aço, volume do concreto por metros cúbicos, a área de formas de madeira e o consumo de aço atendendo os dados que foram fornecidos pelo software Eberick.

3.3. RESUMO DE CUSTOS

Para ser possível obter o resumo de custos foi preciso fazer uma análise de valores do comércio local para que pudéssemos ter um valor adequado para que o radier fosse executado com material de qualidade e também com baixo custo, sendo assim obtivemos os melhores valores descritos a seguir.

Tabela 5 – Orçamento para execução do radier

Elemento	Material	Execução	Total
Aço	R\$ 863,83	R\$ 624,72	R\$ 1.488,05
Concreto	R\$ 543,05	R\$ 154,08	R\$ 697,13
Formas	R\$ 150,25	R\$ 158,80	R\$ 309,05
TOTAL	R\$ 1.557,13	R\$ 937,60	R\$ 2.494,23

Fonte: do autor, (2020).

Resumo por elemento e por pavimento.

Tabela 6 – Resumo por elemento e por pavimento

Pavimento	Elemento	Aço	Concreto	Forma	Total
Subsolo	Fundações	1.488,05	697,13	309,05	2.494,23
	Total	1.488,05	697,13	309,05	2.494,23
Custo total do projeto					2.494,23

Fonte: do autor, (2020).

A partir dos dados acima da tabela X, obtivemos a relação de custo por áreas em materiais e execução, para gerenciamento do radier.

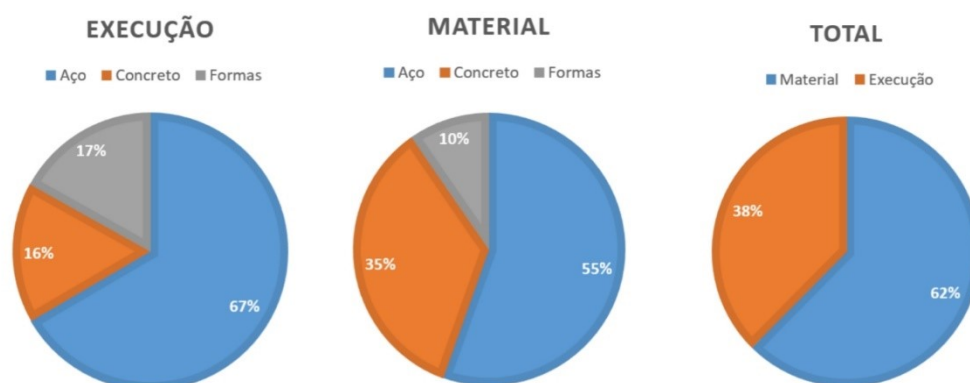
Tabela 7 – Relação curso por área material radier

Relação custo por área (R\$/m ²)			
Pavimento	Material	Execução	Total
Radier	R\$172,96	R\$ 104,18	R\$ 277,14
TOTAL	R\$ 172,96	R\$ 104,18	R\$ 277,14

Fonte: do autor, (2020).

Através do resumo de custos para melhor visualização os gráficos demonstram os dados onde o custo maior do material foi de 55% no aço, na execução do aço foi de 67% e resultando 62% do custo final foi no material. Observando que o custo maior foi no material, tendo a mão de obra um custo mais acessível em cada etapa da execução do radier.

Gráfico 1 – Resumo de custos



Fonte: do autor, (2020).

CONCLUSÃO

Ao término desse trabalho posso concluir que é de extrema importância ter um acompanhamento de um profissional habilitado, seja pra uma construção residencial ou comercial, pois tendo um acompanhamento pode ser observados e estudados vários fatores que podem ocasionar eventuais danos com relação ao processo de execução do projeto. A importância do desenvolvimento da fundação está relacionada tanto com o acompanhamento de profissionais, mas também dos estudos de solo para evitar possíveis falhas Tendo em vista que o tipo de solo influencia diretamente na escolha do tipo de **radier**.

A concepção estrutural, varia de acordo com o projeto, e com o projetista desenvolvedor do projeto. O sistema de escolha pode impactar diretamente no orçamento e cronograma de obra, sendo ele um ponto de análise quando no desenvolvimento do projeto arquitetônico.

Pode-se observar a importância de um estudo para determinação da alternativa estrutural adequada para um edifício, considerando como elementos principais deste trabalho as lajes. Porém não se deve iniciar uma obra e se iludir com possíveis economia com relação a materiais utilizados e qualidade de materiais pois, ao tentar efetuar uma economia seja qual for com relação as especificações recomendadas tanto pelo responsável da obra, o engenheiro civil, como pelas normas que regulamentam a execução do projeto. Esta economia pode causar um dano no resultado final da obra muito grande, algumas vezes demoram a surgir, porem para se efetuar um reparo se torna caro e quase que inviável. Segundo Brito (1987) apud Melhado et al (2002): "Fundações bem projetadas correspondem de 3% a 10% do custo total da edificação. Porém se forem mal concebidas e mal projetadas, podem atingir de 5 a 10 vezes o custo da solução mais apropriada para o caso".

A partir dos resultados obtidos da pesquisa feita conclui-se que o termo **radier** é definido como um sistema de fundação superficial que reúne num só elemento de transmissão de carga, que abrange um conjunto de pilares. Consiste em uma placa contínua em toda a área da construção com o objetivo de distribuir a carga em toda superfície, assemelhando-se a uma laje de concreto armado e executado sobre a superfície do terreno nivelado.

Através do estudo, pode-se verificar todos os parâmetros para comparação entre as tipologias de lajes, sendo analisados graficamente, através dos diagramas apresentados pelo *software* Eberick, e de todos as composições de custos fornecidas através das análises sintéticas no SINAPI.

Na execução do radier no Edifício New York Studios para a colocação de um reservatório inferior foi utilizado o modelo de concreto de 30mpa, com slump 12+/- 2cm, sendo utilizado uma betoneira 400l, mas utilizados apenas 200l para cada betoneira cheia, sendo assim foram utilizadas 8 betoneiras ao total, consumindo 1,6m³ de concreto, com base nos cálculos foram gastos então 10,56 kg cimento, 1,386 m³ de areia, 1,460 m³ pedra, 318,4 kg água e 8,16 kg de aditivo.

Para se elaborar o quantitativo de custos através da tabela SINAPI, foram utilizadas as composições analíticas, para especificação de todos os materiais, equipamentos e insumos utilizados na construção estrutural.

Então, para fins de estudo obteve-se para execução, se baseando nos resumos de materiais, resumos por elementos, diagnósticos e orçamentos realizados desse empreendimento a laje maciça.

REFERÊNCIAS

AECWEB. **Fundações rasas: saiba quando usar**, 2020. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/fundacao-radier-saiba-quando-usar-vantagens-e-desvantagens_16578_10_0>. Acesso em: 09 de Julh.2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015

_____. ABNT. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. ABNT. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – procedimentos**. Rio de Janeiro. ABNT, 2007.

_____. ABNT. **NBR 6122/1996:**

_____. ABNT. **NBR 6484: Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

_____. ABNT. **NBR 7250:**

CAUDURO, Eugenio Luiz. **Execução de radiers protendidos**, 2000. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/TB736_construcao%20de%20edificios/Artigos/ExecucaodeRadiers.pdf>. Acesso em 14 de Jun.2020.

CIMENTOITAMBE. **Para cada tipo de obra um tipo de radier**, 2019. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/para-cada-tipo-de-solo-um-tipo-de-radier/>>. Acesso em: 03 de Julh. 2020.

CIVIL 1 – SINAPI. **PCI.818.01 - Custos de composições analítico**. 2019.

GEOTECNIAEFUNDACOES. **Avaliação das Propriedades Físicas e Condutividade Hidráulica de Solos Contaminados por Derivados de Petróleo**, 2020. Disponível em: <<http://geotecniaefundacoes.blogspot.com/2007/>>. Acesso em: 08 de Set. 2020.

Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos colos. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

INOVACIVIL. **Os dez principais tipos de fundações**, 2018. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/os-principais-tipos-de-fundacoes/>>. Acesso em: 29 de Ago.2020.

PEDREIRAO. **Fundações rasas e fundações profundas: entenda a diferença**, 2018. Disponível em: <<https://pedreira.com.br/conceitos-de-fundacoes-passo-a-passo/>>. Acesso em: 14 de Maio.2020.

PORTALEDUCAÇÃO. **Fundações Rasas**, 2020. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/fundacoes-rasas/14156>>. Acesso em: 14 de Ago. 2020.

Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

REFORMWEB. **Fundações: tipos e aplicações**, 2019. Disponível em: <<https://reformweb.com.br/blog/post/12/Funda%C3%A7%C3%B5es%3A-Tipos-e-Aplica%C3%A7%C3%B5es>>. Acesso em: 17 de Ago. 2019.

REPOSITÓRIO. **Viabilidade econômica de fundações tipo radier em edificações de pequeno porte**, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/386>>. Acesso em 12 de Marco 2020.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICE DA CONSTRUÇÃO CIVIL. SINAPI. **PCI.818.01 - Custos de composições analítico**. 2019.

Anexo C – Furo SPT – SP – 03

