



ÁLVARO ULBER RANZATO

**PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO COM USO  
DE CONTAINERS PARA MORADIA ESTUDANTIL**

Itaperuna

2022

ÁLVARO ULBER RANZATO

**PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO COM USO  
DE CONTAINERS PARA MORADIA ESTUDANTIL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito  
parcial para a obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Civil  
ao Centro Universitário Redentor.

**Orientador:** Rômulo Rodrigues Coelho Delfino Souza

Itaperuna  
2022

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> -----	<b>4</b>
<b>1.1 OBJETIVOS GERAIS</b> -----	<b>4</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> -----	<b>4</b>
<b>1.3 JUSTIFICATIVA</b> -----	<b>5</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> -----	<b>6</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> -----	<b>9</b>
<b>4 RESULTADOS OBTIDOS</b> -----	<b>20</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> -----	<b>29</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> -----	<b>30</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CONTAINER MARÍTIMO 20 PÉS-----	06
FIGURA 2 – ESCADA EM CONCRETO ARMADO-----	07
FIGURA 3 – PRINCIPAIS TIPOS DE FUNDAÇÃO RASA-----	08
FIGURA 4 – FACHADA DA EDIFICAÇÃO-----	09
FIGURA 5 – PLANTA BAIXA DA QUITINETE-----	10
FIGURA 6 – GRÁFICOS ESFORÇOS CORTANTES VA E VB-----	13
FIGURA 7 – GRÁFICO DE CORTANTE-----	13
FIGURA 8 – GRÁFICO MOMENTO FLETOR-----	14
FIGURA 9 – PLANTA BAIXA ESCADA-----	17
FIGURA 10 – RADIER LANÇADO NO SOFTWARE GEO5-----	20
FIGURA 11 – MOMENTO EM MX-----	21
FIGURA 12 – MOMENTO EM MY-----	21
FIGURA 13 – DETALHAMENTO PONTO DE MAIOR CARGA-----	24
FIGURA 14 – DETALHAMENTO RESTANTE-----	28

## **1 INTRODUÇÃO**

Caixa feita de chapas metálicas estruturadas e resistentes que pode ser de aço, alumínio ou de fibra, esta é a definição de containers. Pode-se utilizar para transportar cargas secas, alimentos, móveis, carros, entre outros. A vida útil de um container é de 8 a 10 anos e depois deste período é descartado, podendo assim, se tornar matéria prima na construção civil. O início de sua utilização se deu no final dos anos 80 e início dos anos 90, sendo muito utilizado como depósitos, guarda-volumes e, sobretudo em canteiros de obras, por conta de seu custo e tempo de execução reduzido. Com o passar do tempo, começou a ganhar mais notoriedade no meio urbano, sendo empregado na construção de empreendimentos, moradias e pequenas edificações. O uso de container na construção civil ganhou muitos adeptos pelo caráter sustentável, pois recolhe da natureza um material que havia sido descartado.

Segundo Giacometi (2008), A sustentabilidade é um objetivo que deve permear as ações das sociedades contemporâneas, diminuindo o uso insensato dos recursos renováveis e não renováveis.

Com a crescente difusão de containers na construção civil, diferentes projetos são criados a cada dia. Um desses projetos é construção de moradias para estudantes. Segundo Schonarth (2013), pode ser reduzido em cerca de 30% nos custos finais da obra, se comparado aos métodos tradicionais. Esta acaba se torna uma ótima opção tanto para os construtores, que realizam uma obra com valor menor, e para os estudantes, que podem alugar estas moradias por valores acessíveis.

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Projetar uma edificação, composta por quatro pavimentos, sendo esses, constituídos de containers, escada em concreto armado e fundação.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- . Calcular a carga total dos containers;
- . Projetar uma escada em concreto armado;

. Projetar a fundação deste imóvel.

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

Esta pesquisa acrescentará no âmbito científico no que diz respeito à inovação na construção civil. Com a utilização de containers ao invés de alvenaria convencional, poupa-se tempo na construção e com isso espera-se ter uma redução no valor da edificação. Além de ser uma opção sustentável, pois containers que seriam descartados por terem atingido sua “vida útil”, agora servirão de moradias.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A utilização de containers, conforme na figura 1, na construção civil se deu nos anos 90, na Inglaterra. Onde uma busca por inovações levou ao aproveitamento de containers como elemento arquitetônico, trazendo um aspecto contemporâneo e industrial.

Nos portos marítimos brasileiros existem containers que são abandonados em perfeito estado por já terem alcançado sua vida útil no mar e não poderem mais ser utilizados para esta finalidade, sendo inviável economicamente mandá-los de volta ao seu local de origem gerando um acúmulo deste material nos portos de destino, tal acúmulo tornou-se uma alternativa para a construção civil, por fornecer estruturas de baixo custo, gerando economia de recurso, trazendo inúmeras vantagens (BOZEDA & FIALHO, 2016, p.167).

Segundo Calory (2015), podemos comparar uma casa container como uma estrutura convencional, que com os isolamentos aplicados de maneira correta garante conforto térmico. Outro ponto importante é o posicionamento para melhor circulação de ar, gerando o mesmo conforto térmico que uma residência.

Figura 1 - Container Marítimo 20 pés.



Fonte: [www.rentconlocacoes.com.br/tipos-de-container-para-habitacao](http://www.rentconlocacoes.com.br/tipos-de-container-para-habitacao).

Atrelado a esse estilo de construção contemporâneo temos estruturas em concreto armado, como é o caso da escada, observado na figura 2, já utilizada muito antes das estruturas metálicas. Uma das vantagens em se utilizar escada em

concreto armado juntamente com estruturas metálicas é poder realizar o travamento, dando estabilidade à estrutura.

Escadas são elementos estruturais essenciais em edifícios residenciais e comerciais que permitem acesso aos diferentes níveis da edificação. São vários os meios possíveis de dimensionar este elemento, podendo gerar diferentes detalhamentos de armadura de flexão. Na análise da estabilidade global da estrutura, são apenas interpretadas como cargas, e deste modo o seu dimensionamento pode ser uma parte independente do sistema estrutural (QUEVEDO, 2011, p.117).

Figura 2 - Escada em concreto armado.

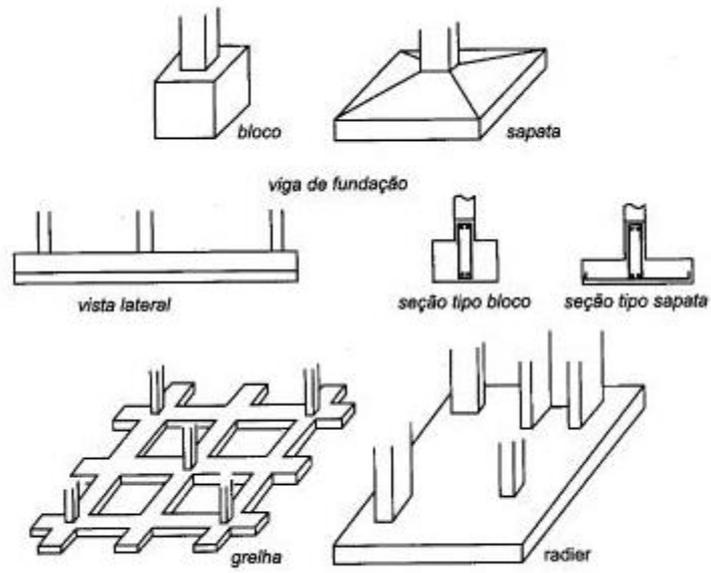


Fonte: [www.concrelaje.com.br/escada-pre-fabricada](http://www.concrelaje.com.br/escada-pre-fabricada).

O elemento responsável por suportar toda carga proveniente da estrutura, denomina-se fundação, observado na figura 3. Esta podendo ser dividida em duas categorias, fundação rasa e fundação profunda. Como a construção em sua maior parte utiliza estruturas metálicas, realiza-se o dimensionamento em fundação rasa, pois o mesmo possui pouca carga estrutural.

Segundo Nunes (2017), vários fatores afetam a escolha do tipo de fundação, são eles, localização, condição de solo, tipo de estrutura e peso à ser suportado. Containers possuem sua estrutura estáveis e leves e com isso não necessitam de fundações com grandes resistências. Usualmente, containers utilizam sapatas rasas ou radier como fundação.

Figura 3 - Principais tipos de fundação rasa.

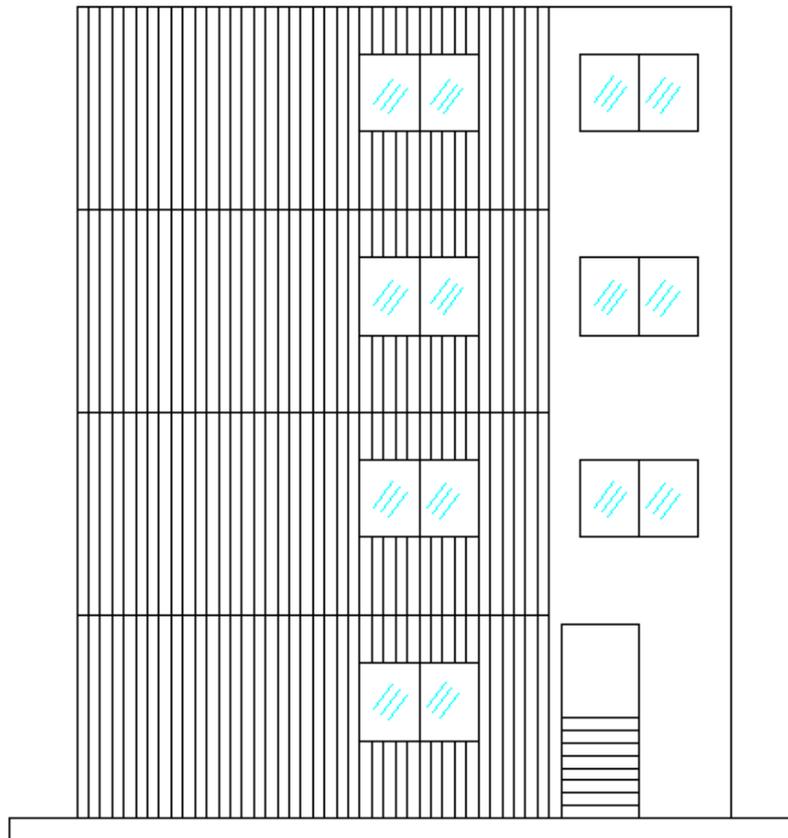


Fonte: [www.orcconstrucoes.wixsite.com/orc-construcoes/fund-superficiais](http://www.orcconstrucoes.wixsite.com/orc-construcoes/fund-superficiais).

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho teve como finalidade a projeção estrutural e fundação de um prédio feito de containers, possuindo um total de quatro pavimentos e escada de concreto armado para acesso.

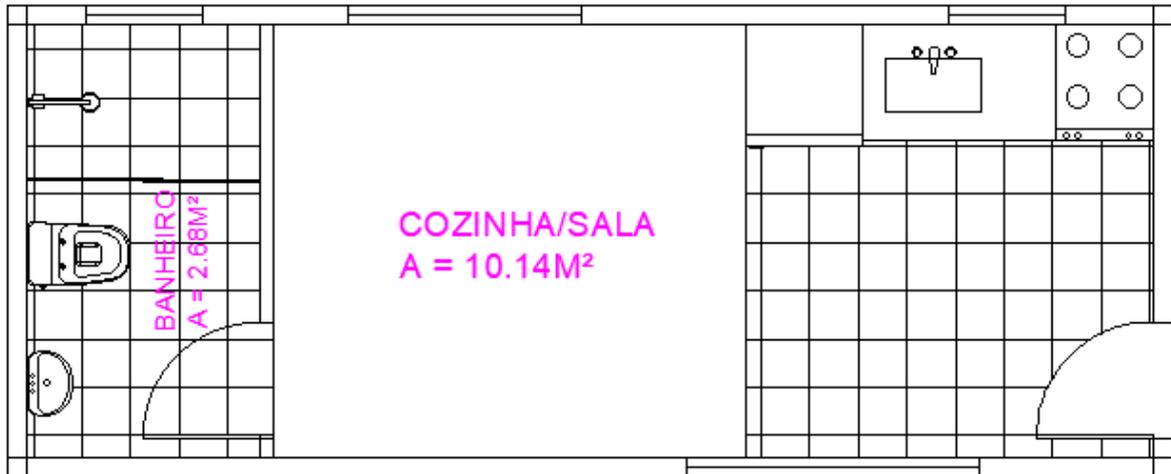
Figura 4 - Fachada da edificação.



Fonte: Elaboração do autor.

Os containers utilizados neste projeto foram containers de 20 pés (6,0m), sendo esses transformados em quitinetes, contendo cozinha conjugada com sala de estar/quarto e banheiro. Totalizando uma área total de 12.992m<sup>2</sup> (5,8m x 2,24m).

Figura 5 - Planta baixa da quitinete.



Fonte: Elaboração do Autor.

A fim de realizarmos o projeto estrutural, devemos iniciar utilizando o peso de cada container em KN, dividir este valor pela metragem quadrada do container, para obtermos o valor em KN/m<sup>2</sup> e por fim, multiplicarmos pela quantidade de pavimentos:

$$C_t = (P/A) \times n_p \quad (1)$$

Onde:

C<sub>t</sub> – Carga total dos containers, em KN/m<sup>2</sup>;

P – Peso do container, em KN;

A – Área do container, em m<sup>2</sup>;

N<sub>p</sub> – Número de pavimentos.

Por fim dividir o resultado pela quantidade de pontos em que a estrutura toca a superfície para assim obtermos o carregamento em cada ponto de apoio.

$$C_p = C_t/Q_p \quad (2)$$

Onde:

C<sub>p</sub> – Carga em cada ponto de apoio;

Q<sub>p</sub> – Número de pontos de apoio.

Para realizar o dimensionamento e o cálculo estrutural da escada que dá acesso aos pavimentos superiores, deve-se iniciar calculando os carregamentos. Primeiro calcula-se o peso próprio do patamar:

$$PP_{pat} = \gamma \times h \quad (3)$$

Onde:

$PP_{pat}$  – Peso próprio do patamar, em KN/m<sup>2</sup>;

$\gamma$  – Peso específico do concreto armado, em KN/m<sup>3</sup>;

$h$  – Espessura do patamar, em m.

Logo após, calculamos o peso próprio do lance:

$$\theta = \arctan e/p \quad (4)$$

Onde:

$e$  - Ângulo, em Graus;

$E$  – Espelho, em cm;

$P$  – Piso, em cm.

↓

$$h_i = h / \cos \theta \quad (5)$$

Onde:

$h_i$  – Espessura mínima do lance, em m;

$h$  – Espessura do patamar, em m.

↓

$$h_m = h_i + e/2 \quad (6)$$

Onde:

$h_m$  – Espessura média do lance, em m.

↓

$$P_{lance} = \gamma \times h_m \quad (7)$$

Onde:

$P_{lance}$  – Peso próprio do lance, em KN/m<sup>2</sup>.

Feito os cálculos dos pesos próprios, o próximo passo será encontrar os valores utilizados para revestimento, guarda corpo e utilização.

Começando pelo revestimento:

$$\text{Rev} = 1,0 \text{ KN/m}^2 \quad (8)$$

Após o guarda corpo, neste caso utilizarei o guarda corpo metálico:

$$GC = GC_{\text{met}}/L_{\text{esc}} \quad (9)$$

Por fim, a utilização, que neste caso será utilizada de acesso ao público. A NBR 6120, informa que o carregamento utilizado para este tipo de estrutura deve ser igual a 3KN/m<sup>2</sup>:

$$Q = 3,0 \text{ KN/m}^2 \quad (10)$$

O próximo passo será o calculo da carga de cálculo:

$$SD_{\text{pat}} = 1,4 \times (PP_{\text{pat}} + \text{Rev} + GC) + 1,4 \times (Q) \quad (11)$$

$$SD_{\text{lance}} = 1,4 \times (PP_{\text{lance}} + \text{Rev} + GC) + 1,4 \times (Q) \quad (12)$$

Onde:

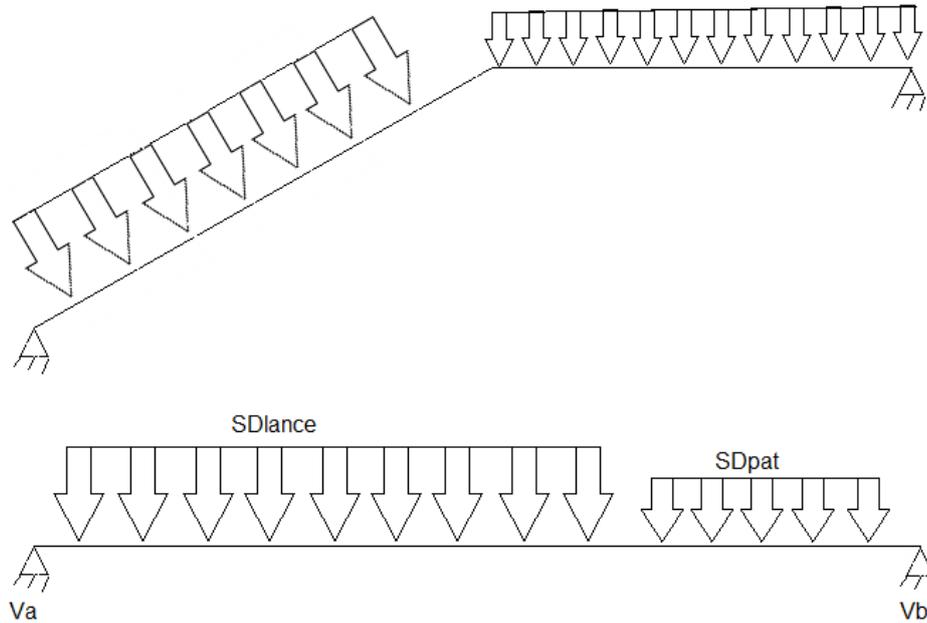
SD<sub>pat</sub> – Carga de cálculo patamar, em KN/m<sup>2</sup>;

SD<sub>lance</sub> – Carga de cálculo lance, em KN/m<sup>2</sup>.

Calculadas as cargas de cálculo, podemos agora encontrar os esforços Va e Vb, que são esforços nos pontos de apoio gerados pela reação ao carregamento:

$$SD_{\text{lance}} \times Q \times Q/2 + SD_{\text{pat}} \times L_{\text{pat}} \times (Q + L_{\text{pat}}/2) - Vb \times (Q + L_{\text{pat}}) = 0 \quad (13)$$

$$Va = SD_{\text{lance}} + SD_{\text{pat}} \times \text{Rev} - Vb \quad (14)$$

Figura 6 - Gráfico esforços  $V_a$  e  $V_b$ .

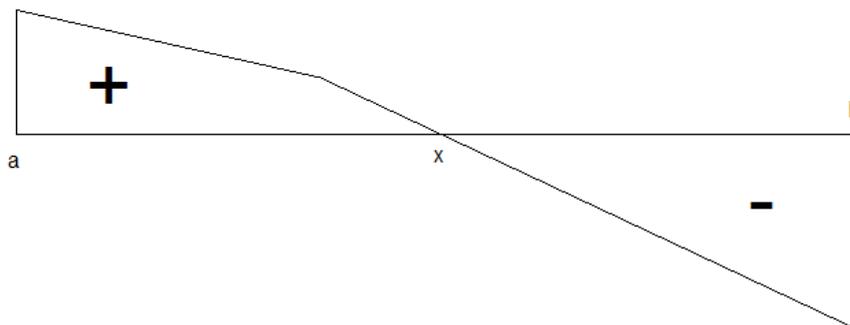
Fonte: Elaboração do autor.

Encontrados  $V_a$  e  $V_b$ , podemos agora calcular os esforços cortantes:

$$V_c = V_a - SD_{pat} \times Q \quad (15)$$

$$V_d = \text{Maior valor entre } V_a \text{ e } V_b \quad (16)$$

Figura 7 – Gráfico de cortante.



Fonte: Elaboração do autor.

Após encontrarmos os esforços cortantes, basta calcularmos o valor de  $x$ , que é o ponto médio, entre os esforços positivo e negativo:

$$x = Llan \times Vb / Vb + Vc \quad (17)$$

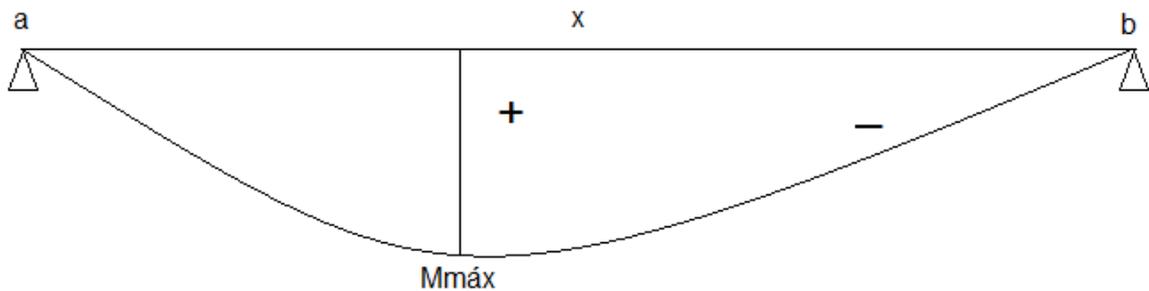
Última etapa desta fase será o cálculo do momento fletor:

$$Mmáx = Vb \times x - SDlan \times x \times x / 2 \quad (18)$$

Onde:

Mmáx – momento máximo, em KNm/m.

Figura 8 – Gráfico Momento Fletor.



Fonte: Elaboração do Autor.

A próxima etapa será calcular as resistências de cálculo, partindo dos valores de Fck (resistência característica do concreto a compressão):

$$Fck = 20,25,30,35 \text{ MPA} \quad (19)$$

$$Fcd = Fck / 1,4 \quad (20)$$

$$Fctm = 0,3 \sqrt[3]{Fck^2} \quad (21)$$

$$Fctk, inf = 0,7 \times Fctm \quad (22)$$

$$Fctd = Fctk, inf / 1,4 \quad (23)$$

Logo após, o cálculo da resistência do aço à tração:

$$Aço = CA 25, CA 50, CA 60 \quad (24)$$

$$Fyk = CA 25 \rightarrow 250 \parallel CA 50 \rightarrow 500 \parallel CA 60 \rightarrow 600 \quad (25)$$

$$Fyd = Fyk/1,15 \quad (26)$$

Observação: o valor de  $Fyd$  não poderá ser maior do que 435 MPA, caso o resultado seja maior, utilizar 435 MPA.

Após a determinação das resistências de cálculo, podemos calcular a posição da linha neutra, dada pela expressão:

$$x = 1,25 \times d(1 - \sqrt{1 - Md/(0,425 \times bw \times d^2 \times Fcd)}) \quad (27)$$

Onde:

X – Posição da linha neutra, em m;

Fcd – resistência de cálculo do projeto.

$$d = 0,9 \times h \quad (28)$$

Após encontrar o valor de  $x$ , analisar em qual domínio o mesmo se encontra, caso esteja no domínio 4, alterar os valores de concreto ou aço para que  $x$  possa pertencer ao domínio 2 ou 3.

$$X23 = 0,259 \times d \quad (29)$$

Com a posição da linha neutra definida e encontrado a qual domínio  $x$  pertence, podemos dar início ao cálculo da área de aço, começando pela área de aço principal que é descrita pela fórmula:

$$As = Md/(Fyd \times (d - 0,4 \times x)) \quad (30)$$

Onde:

As – Área de aço, em m<sup>2</sup>.

Fyd – Resistência de cálculo do aço.

Logo após a área de aço mínima:

$$A_{s, \min} = 0,0015 \times b_w \times h \quad (31)$$

Com a área de aço calculada, pode-se iniciar o detalhamento da estrutura pela armadura principal:

$$A_{\phi} = \pi \times (cm)^2 / 4 \quad (32)$$

$$N_b = A_s / A_{\phi} \quad (33)$$

$$S_h = b_w / N_b \quad (34)$$

$$N_{b, \text{tot}} = L / S_h \quad (35)$$

Onde:

$A_{\phi}$  - Bitola do aço, em  $cm^2$ ;

$N_b$  - Número de barras;

$S_h$  - Espaçamento.

Observação:  $S_{h, \max} = 20cm$  e  $S_{h, \min} = 8cm$ .

E logo em seguida a armadura de distribuição, dada pelas fórmulas:

$$A_{\phi} = \pi \times (cm)^2 / 4 \quad (36)$$

$$N_b = A_s / A_{\phi} \quad (37)$$

$$S_h = b_w / N_b \quad (38)$$

$$N_{b, \text{tot}} = L / S_h \quad (39)$$

Observação:  $S_{h, \max} = 33cm$  e  $S_{h, \min} = 8cm$ .

Por fim, basta apenas fazer a verificação ao cisalhamento, através da fórmula:

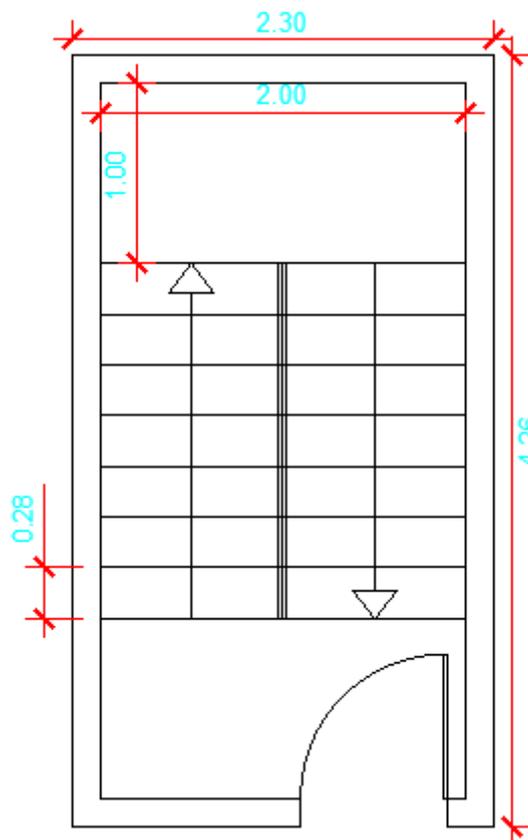
$$Vrd1 = [\tau rd \times K(1,2 \times 40P1) + 0,15\sigma_{cp}] \times bw \times d \quad (40)$$

$$K = 1,6 - d \quad (41)$$

$$P1 = (Nb \times A\emptyset)/(bw \times d) \quad (42)$$

Se  $Vrd1 > Vd$ , a escada resiste.

Figura 9 – Planta baixa Escada.



Fonte: Elaboração do autor.

Com a carga dos containers e escada já dimensionados, podemos dar início à parte de fundação desta estrutura, que por ser uma estrutura mais leve, optou-se pelo uso de fundação rasa, sendo mais específico, o radier.

Para fins de cálculo de radier, iremos utilizar o programa GEO5, que através dos dados lançados nele, obteremos os valores de momento  $M_x$  e  $M_y$ , necessários para o detalhamento.

Inicia-se lançando a estrutura no programa e marcando suas juntas e linhas. Logo após, adota-se uma espessura para o radier, respeitando o mínimo de 12cm. Para dar continuidade, é necessário a escolha de um tipo de solo para se utilizar o módulo de deformabilidade e coeficiente de Poisson. Através do menor lado do radier, é possível encontrar a profundidade da zona de influência, multiplicando seu valor por dois.

Próxima etapa do dimensionamento será a combinação de cargas, onde será criado três combinações, todas adotando fatores de carga desfavoráveis de 1,4 e favoráveis de 1,0. A primeira de cargas permanentes, a segunda de forças permanentes e a terceira de forças impostas ou cargas variáveis.

A primeira carga lançada na estrutura será uma força imposta, uma carga que será distribuída pelo piso do radier, no valor de 3Kn/m<sup>2</sup>. A segunda carga lançada será uma carga permanente, aplicada a cada ponto de contato da estrutura com o radier. E a terceira carga será a de utilização.

Logo após esta etapa, pode-se criar duas combinações, uma para o estado de limite último e uma para o estado limite de serviço. Com estes resultados e com a escolha do tipo de Aço, consegue-se realizar o dimensionamento do macro elemento e com isso a análise final da estrutura, obtendo-se os valores dos momentos.

Com os valores dos momentos obtidos, podemos dar início ao cálculo e detalhamento do radier.

Os containers possuem quatro pontos de apoio e como um desses pontos encontra-se junto a um pilar da escada, este ponto acaba possuindo um ponto de contato com radier de maior carga do que os outros. Faz-se um cálculo e detalhamento para suportar esta carga e logo em seguida utiliza-se o segundo ponto de maior carga para detalhar o restante da estrutura e assim economizar em área de aço.

Inicia-se o cálculo, para o detalhamento em X, multiplicando-se o momento  $M_x$  por cem, para transforma-lo em KN/cm:

$$M_d = M_x \times 100 \quad (43)$$

Onde:

$M_d$  – Momento, em KN/cm;

$M_x$  – Momento em X.

Com o valor da espessura do radier, podemos encontrar D, apenas diminuindo do valor do cobrimento:

$$D = H - \text{Cobr} \quad (44)$$

Onde:

D – Espessura do radier sem cobrimento, em m;

H – Espessura do radier, em m.

Adotando Bw como cem, podemos dar início ao cálculo do Kc:

$$Kc = \frac{Bw \times D^2}{Md} \quad (45)$$

Através do valor de Kc, podemos utilizar a tabela do Tipo K para descobrirmos o Ks. Com Kc e Ks obtidos, podemos calcular a área de aço:

$$As = Ks \times \frac{Md}{D} \quad (46)$$

Com a área de aço calculada, podemos encontrar o número de barras utilizadas, apenas dividindo a área de aço pela área de barra de aço escolhida:

$$N = \frac{As}{\phi} \quad (47)$$

Para finalizar, basta dividirmos Bw pelo número de barras e encontraremos o espaçamento:

$$S = \frac{Bw}{n} \quad (48)$$

Com o detalhamento em X pronto, basta repetir o mesmo processo para o detalhamento em Y e então teremos a primeira parte do detalhamento concluída.

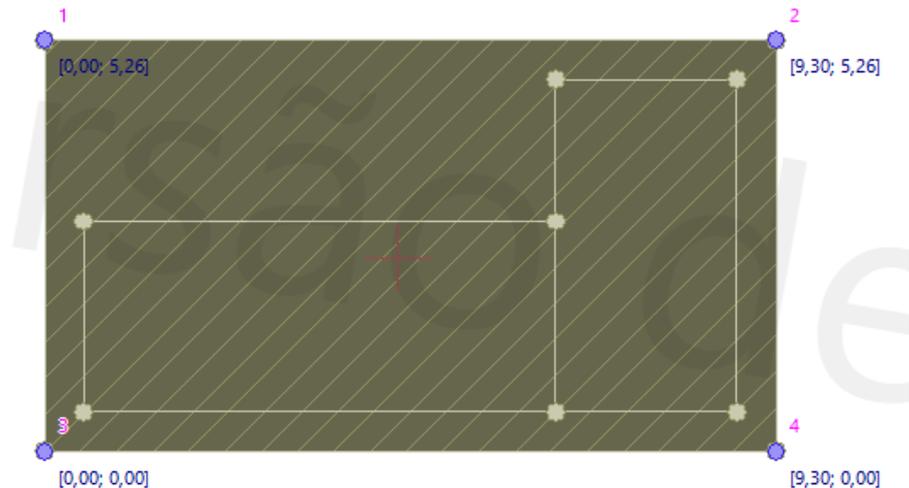
Para calcularmos o restante do detalhamento do radier, somente repetir o processo com o segundo ponto de maior carga e distribuí-lo pelo restante da área.

## 4 RESULTADOS OBTIDOS

Cálculo estrutural da escada em arquivo PDF em apêndice.

Utilizando o programa GEO5, começamos lançando a estrutura, marcando os pontos e traçando as linhas:

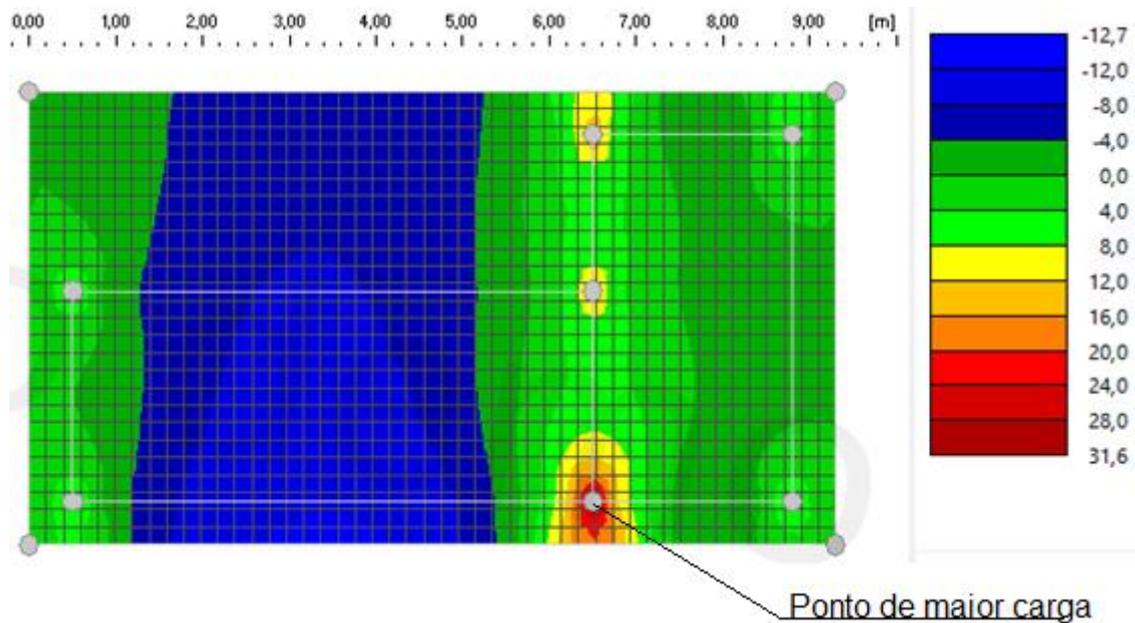
Figura 10 – Radier lançado no programa GEO5.



Fonte: GEO5.

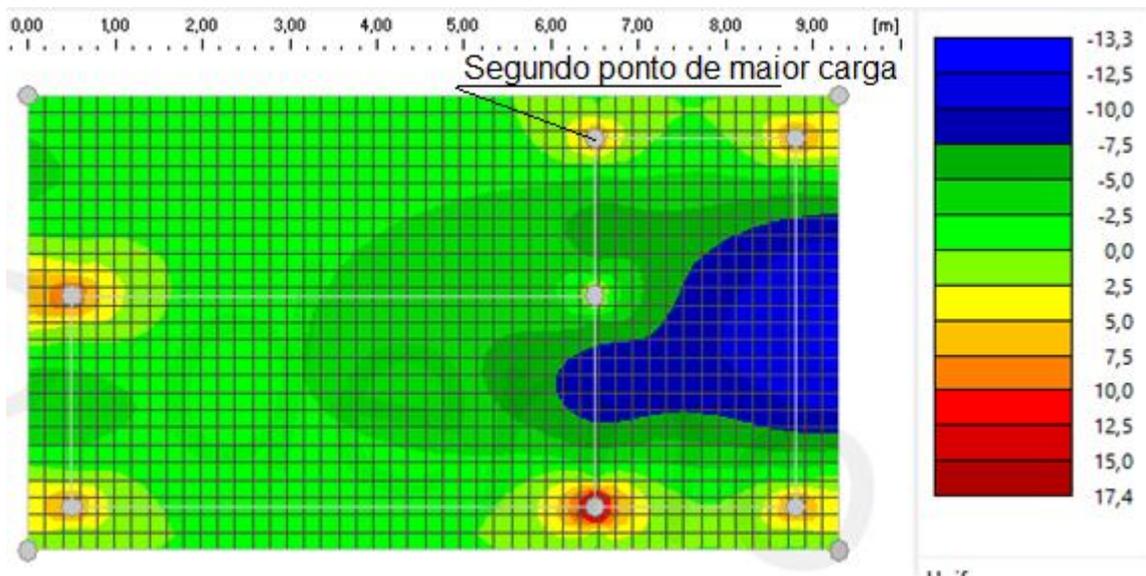
A seguir, iremos adotar uma espessura de radier de 20cm e como exemplo, um solo de argila rija, que possui um módulo de deformabilidade de  $700\text{t/m}^2$  ou  $7\text{Mpa}$  e coeficiente de Poisson de 0,45. Com a menor dimensão do radier (5,26m), podemos encontrar a profundidade da zona de influência, multiplicando por 2, no qual arredondaremos para 10m. Após a lançamento das três de cargas e adoção de uma carga distribuída pelo piso de  $3\text{KN/m}^2$  (carga média de piso), faremos duas combinações com estas cargas, estado de limite último e estado de limite de serviço. Com estes valores e adotando o aço CA50, podemos obter a análise do programa quanto aos momentos:

Figura 11 – Momento em Mx.



Fonte – GEO5.

Figura 12 – Momento My.



Fonte – GEO5.

Como estes valores de momento, podemos dar início ao cálculo para detalhamento. Começando pela análise  $M_x$ , pelo ponto de maior carga da estrutura, usando a equação 43:

$$Md = 31,6 \times 100 = 3160 \text{ Kn/cm}$$

Com o valor da espessura do radier, podemos encontrar o valor de  $D$ , através da equação 44:

$$D = 20 - 3 = 17\text{cm}$$

Com  $b_w$  utilizado no valor de  $c_{em}$ , podemos calcular  $K_c$ , através da fórmula 45:

$$K_c = \frac{100 \times 17^2}{3160} = 9,14$$

Encontrado o valor de  $K_c$ , podemos consultar o valor de  $K_s$  na tabela do tipo K:

$$K_s = 0,024$$

Com  $K_c$  e  $K_s$  obtidos, podemos calcular a área de aço, utilizando a fórmula 46:

$$A_s = 0,024 \times \frac{3160}{17} = 4,46\text{cm}^2$$

Adotadas barras de aço de 10mm:

$$\Phi = 0,78\text{cm}^2(10\text{mm})$$

Através da área de aço, podemos encontrar o número de barras, apenas dividindo a mesma pela área da barra de aço selecionada, utilizando a fórmula 47:

$$N = \frac{4,46}{0,78} = 6$$

Para encontrar o espaçamento, dividimos  $b_w$  pelo número de barras, através da fórmula 48:

$$S = \frac{100}{6} = 16cm$$

Ao final, teremos um detalhamento abaixo:

$$6 \text{ N01 } \Phi 10 \text{ C/16 C=520}$$

Agora faremos o mesmo cálculo, porém, para  $M_y$ , usando a equação 43:

$$Md = 17,4 \times 100 = 1740 \text{ Kn/cm}$$

Com o valor da espessura do radier, podemos encontrar o valor de  $D$ , através da equação 44:

$$D = 20 - 3 = 17cm$$

Com  $b_w$  utilizado no valor de cem, podemos calcular  $K_c$ , através da fórmula 45:

$$K_c = \frac{100 \times 17^2}{1740} = 16,6$$

Encontrado o valor de  $K_c$ , podemos consultar o valor de  $K_s$  na tabela do tipo K:

$$K_s = 0,024$$

Com  $K_c$  e  $K_s$  obtidos, podemos calcular a área de aço, utilizando a fórmula 46:

$$A_s = 0,024 \times \frac{1740}{17} = 2,45cm^2$$

Adotadas barras de aço de 6.3mm:

$$\Phi = 0,31\text{cm}^2(6.3\text{mm})$$

Através da área de aço, podemos encontrar o número de barras, apenas dividindo a mesma pela área da barra de aço selecionada, utilizando a fórmula 47:

$$N = \frac{2,45}{0,31} = 8$$

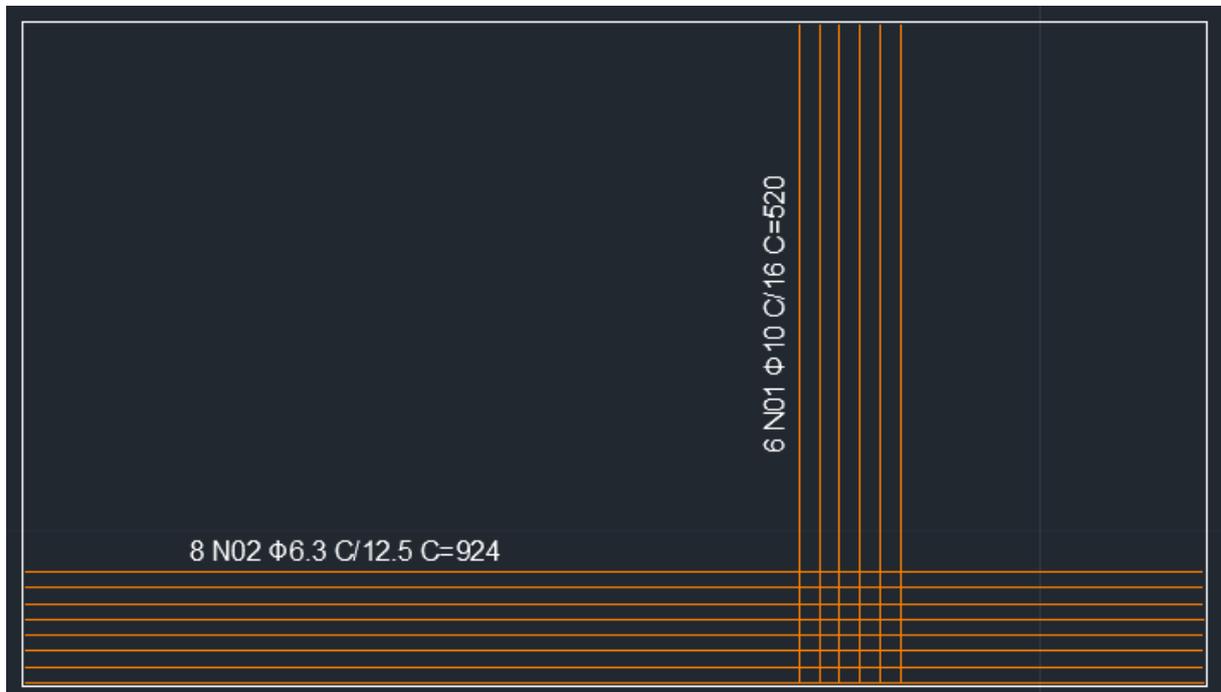
Para encontrar o espaçamento, dividimos bw pelo número de barras, através da fórmula 48:

$$S = \frac{100}{8} = 12,5\text{cm} \quad (49)$$

Ao final, teremos um detalhamento abaixo:

8 N02  $\Phi$ 6.3 C/12.5 C=924

Figura 13 – Detalhamento ponto maior carga.



Fonte: Alvaro Ulber Ranzato.

Agora faremos o detalhamento do segundo ponto de maior carga, apontado na figura 12, e distribuir a armadura restante, começando por  $M_x$ , usando a equação 43:

$$Md = 10 \times 100 = 1000 \text{ Kn/cm}$$

Com o valor da espessura do radier, podemos encontrar o valor de  $D$ , através da equação 44:

$$D = 20 - 3 = 17 \text{ cm}$$

Com  $b_w$  utilizado no valor de cem, podemos calcular  $K_c$ , através da fórmula 45:

$$K_c = \frac{100 \times 10^2}{1000} = 10$$

Encontrado o valor de  $K_c$ , podemos consultar o valor de  $K_s$  na tabela do tipo K:

$$K_s = 0,024$$

Com  $K_c$  e  $K_s$  obtidos, podemos calcular a área de aço, utilizando a fórmula 46:

$$A_s = 0,024 \times \frac{1000}{17} = 1,42 \text{ cm}^2$$

Adotadas barras de aço de 6.3mm:

$$\Phi = 0.31 \text{ cm}^2(6.3 \text{ mm})$$

Através da área de aço, podemos encontrar o número de barras, apenas dividindo a mesma pela área da barra de aço selecionada, utilizando a fórmula 47:

$$N = \frac{1.42}{0.31} = 5$$

Para encontrar o espaçamento, dividimos bw pelo número de barras, através da fórmula 48:

$$S = \frac{100}{5} = 20cm$$

Ao final, teremos um detalhamento abaixo:

$$5 \text{ N03 } \Phi 6.3 \text{ C/20 C=520}$$

Agora My, usando a equação 43:

$$Md = 8 \times 100 = 800 \text{ Kn/cm}$$

Com o valor da espessura do radier, podemos encontrar o valor de D, através da equação 44:

$$D = 20 - 3 = 17cm$$

Com bw utilizado no valor de cem, podemos calcular Kc, através da fórmula 45:

$$Kc = \frac{100 \times 8^2}{800} = 8$$

Encontrado o valor de Kc, podemos consultar o valor de Ks na tabela do tipo K:

$$Ks = 0,024$$

Com  $K_c$  e  $K_s$  obtidos, podemos calcular a área de aço, utilizando a fórmula 46:

$$A_s = 0,024 \times \frac{800}{17} = 1.13 \text{ cm}^2$$

Adotadas barras de aço de 6.3mm:

$$\Phi = 0.31 \text{ cm}^2 (6.3 \text{ mm})$$

Através da área de aço, podemos encontrar o número de barras, apenas dividindo a mesma pela área da barra de aço selecionada, utilizando a fórmula 47:

$$N = \frac{1.13}{0,31} = 4$$

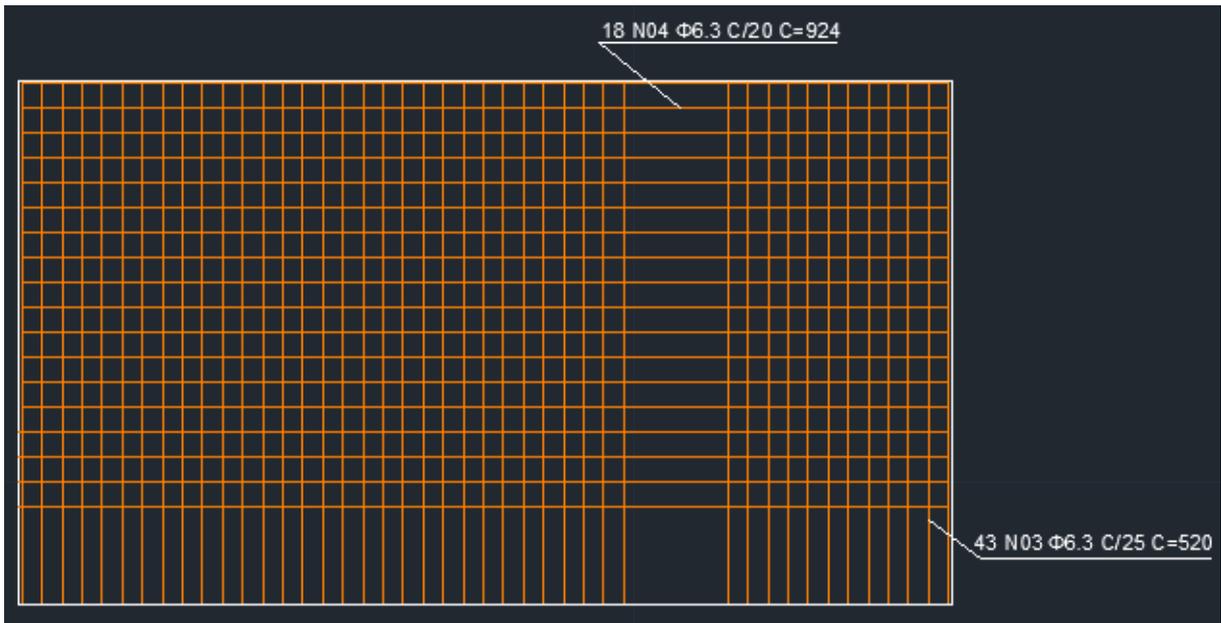
Para encontrar o espaçamento, dividimos  $b_w$  pelo número de barras, através da fórmula 48:

$$S = \frac{100}{4} = 25 \text{ cm}$$

Ao final, teremos um detalhamento abaixo:

4 N04  $\Phi$ 6.3 C/25 C=924

Figura 14 – Detalhamento restante.



Fonte: Alvaro Ulber Ranzato.

Como detalhamento completo, teremos:

6 N01  $\Phi$ 10.0 C/16 C=520

8 N02  $\Phi$ 6.3 C/12.5 C=924

43 N03  $\Phi$ 6.3 C/25 C=520

18 N04  $\Phi$ 6.3 C/20 C=924.

## 5 CONCLUSÃO

Agilizar etapas da construção civil é algo extremamente importante, pois, assim, podemos reduzir gastos desnecessários. Duas das maneiras de enxugar estes gastos, são, a utilização de containers ao invés de alvenaria convencional e radier substituindo as tradicionais sapatas de fundação.

Ao elaborar esta pesquisa, vimos que containers agilizam a construção civil, de modo que são estruturas prontas, sendo apenas necessário acabamento térmico para sua utilização. Outro elemento atestado foi o radier, onde são necessários apenas a preparação do terreno e montagem da estrutura, sem a necessidade de escavar o solo, poupando tempo de construção.

Através dos resultados desta pesquisa, podemos comprovar que os objetivos foram alcançados, visto que, o modelo construtivo mostrou-se econômico ao reduzir e acelerar algumas etapas construtivas. Outro ponto verificado, foi a capacidade de replicação do projeto, que foi positiva, tendo em vista que, a única mudança a se atentar, é quanto ao tipo de solo utilizado, pois o mesmo alteraria o dimensionamento do radier.

Para concluir, podemos observar que, além de contribuir para a sustentabilidade, a utilização de containers na construção mostrou-se vantajosa, uma vez que, poupando-se tempo na construção, termina-se economizando na conta final. Com isso, espera-se uma redução no preço final da construção, tornando esse tipo de projeto mais acessível a estudantes.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIACOMETI, Débora Luciane. **Avaliação do desempenho ambiental do processo produtivo de uma indústria madeireira.** Rio Grande do Sul, 2008.

BOZEDA, Flávia Galimberte; FIALHO, Valeria Cassia dos Santos. Casa Container. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística Edição Temática em Comunicação, Arquitetura e Design**, v. 6, n. 2, p.157-177, nov. 2016

CALORY, S, Q, C. **Estudo do uso de contêineres em edificações no Brasil.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

QUEVEDO, Felipe Pinto da Motta. **Programa computacional para automatizar o dimensionamento e detalhamento de escadas de concreto armado em edifícios.** 2011. 117p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

NUNES, M. A.; JUNIOR, A. S. S. **Utilização de Contêineres na Construção Civil: Estudos de casos.** Revista Campo do Saber. Vol 3 N.2, p. 129-151, jul/dez de 2017.

SCHONARTH, João Pedro. **Contêiner vira opção estrutural para empresas.** Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/economia/empreender-pme/container-vira-opcao-estrutural-para-empresas-4efvr194fj0bzsmm1jlbludzi/>>.

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