

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FISH TOWER

Estrutura vertical para criação de organismos aquáticos

Apresentado à disciplina de piscicultura do curso de graduação em Zootecnia ministrada pelo professor Dr. Antonio Ostrensky.

Andressa Spak de Oliveira

Bruna Izabele Gabardo

Gabriel Predabon Gabrielli

2018

Sumário

Introdução	3
Dimensionamento	3
Cálculo de cargas	4
Peças da estrutura	5
Cálculo de armadura	14
Ilustrações de armações	16
Dimensionamento	18
Materiais para estrutura	19
Traços de concreto	19
Orçamento do material bruto	19
Materiais para a armação	20
Orçamento de barras de aço para elaboração das armações.	20
Materiais para caixaria e lajes	21
Mão de obra estimada	21
Guarda-corpo	21
Orçamento da estrutura	22
Equipamentos	23
CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
CONCLUSÃO	27
DESENHOS	27
VÍDEO 3D	32
REFERÊNCIAS	32

Preâmbulo

O presente trabalho trata de uma proposta para a construção de uma estrutura para a sustentação de tanques para a criação de organismos aquáticos denominada Fish Tower. ¹

¹ Desenho realizado com SketchUp, que é um software próprio para a criação de modelos em 3D no computador. Vídeo 3D da animação disponibilizado em: <https://youtu.be/4LWBLV-kOpo>

Introdução

A Fish Tower consiste em uma estrutura vertical para o suporte de tanques para criação de organismos aquáticos. A proposta é voltada para regiões urbanas, onde cada vez mais é preciso otimizar espaços. Essa estrutura possibilitará maximizar a área de solo, como em um edifício, se estendendo aos pavimentos superiores, proporcionando maior controle do sistema de criação.

Os cálculos foram obtidos a partir de fórmulas da engenharia civil e os procedimentos conforme as devidas normas técnicas da construção civil.² O material considerado para a construção foi o concreto armado e as dimensões (4x4x6) sendo assim, quatro metros de largura, quatro metros de comprimento e seis metros de altura, contemplando três pavimentos ou dois andares (térreo mais dois) e ainda a área de escadas, que se projetam para fora da estrutura com patamar de 0,80x0,80 e respectivos degraus ali apoiados. A proposta tem a finalidade de apresentar um conceito de uma estrutura vertical para suporte de tanques e o orçamento estimando para tal construção.

As dimensões foram baseadas em uma “estrutura” de retângulo cúbico. A estrutura consistindo em quatro pilares posicionados sob quatro sapatas e quatro estacas perfazendo um perímetro quadrado.

As vigas estruturais posicionadas transversalmente aos pilares fazem a ligação e mantém a estabilidade dos pilares, servem de base de encaixe das lajes, que formam o teto de cada andar e piso superior. A cobertura poderá envolver um sistema de aquecimento de água e/ou placa de energia solar, ou servir de área de lazer como no caso proposto.

Dependendo do grau tecnológico do sistema de cultivo e dos recursos a serem investidos em cada situação. As laterais, dependendo do local de implantação poderão ser fechadas por telas e/ou cortinas transparentes para controle de predadores e intempéries. O posicionamento deverá se dar de forma que aproveite a luminosidade do dia, a fim de evitar custos de energia com a iluminação artificial.

Portanto, o orçamento apresentado para a construção da estrutura será baseado nos preços dos materiais encontrados na internet e no mercado de Curitiba.

Dimensionamento

A estrutura quatro por quatro por seis foi considerada para o estudo base.

Os materiais de construção escolhidos para os cálculos foram concreto armado e laje de cerâmica a serem montados no local de implantação. Outros materiais poderão servir para a construção de uma estrutura vertical, como estrutura pré-moldada, metálica ou de

² ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS - NBR 6118/2014

madeira, porém, não foram contemplados nesse estudo por questões de durabilidade. O concreto armado é constituído de materiais de uso amplamente difundidos e são os materiais cimento, areia, pedra brita e ferragem encontrados com certa facilidade.

O concreto armado é construído por armaduras (elaborados com as barras de aço) e revestidos por uma caixaria / forma (de tábuas ou madeirites) e depois preenchido com concreto elaborado por meio de mistura de areia, pedra brita, cimento e água no próprio local. A elaboração do concreto deve obedecer um traço (medida) para se obter um determinado MPa (Mega Pascal) após a cura, que conferirá resistência as dosagens de compressão. É necessário o acompanhamento técnico para se evitar problemas futuros com a estrutura.

A estrutura será é composta por estacas e sapatas que ficam abaixo do nível do solo, e os pilares, baldrame, vigas e lajes acima do nível do solo. As lajes recebem as cargas diretamente e transmitem os esforços às vigas, que por sua vez recebem as cargas dos pavimentos e transferem aos pilares e estes descarregam nas sapatas que enterradas distribuem às estacas e solo, proporcionando estabilidade. Portanto, os pilares são as estruturas verticais mais importantes, possuem altura diversas vezes maior do que a largura, são esbeltos e responsáveis por suportar e transmitir as cargas verticais.

Cálculo de cargas

Avaliando que na estrutura 4x4x6 serão alojados três tanques com dimensões 350 cm de diâmetro e 100 cm de altura de borda, sabemos que a capacidade de volume de água é igual à altura x π x raio² = 100 x 3,1415 x 175² = 9.621,12 Litros de capacidade total.

Considerando que haverá uma borda de 15cm não preenchida com água para evitar transbordamento, ou seja, margem de movimentação da água no tanque, tem-se que: $V=85 \times 3,1415 \times 175^2 = 8.177,95$ Litros de água por tanque.

Sabendo que a densidade da água é igual a 1g/ml, logo, 1 litro de água equivale a 1 quilo de água. Computando o peso do tanque vazio (40kg) e o peso do tanque cheio até 85cm, serão 8.217,95 quilos, ou 8,2 toneladas de carga total por tanque. A carga total conferida à estrutura será de duas vezes o peso do tanque cheio, pois o primeiro tanque ficará ao nível do solo, não impactando diretamente nos pilares. Porém, serão considerados no cálculo de cargas o peso dos três tanques, assim sobre a estrutura a carga $P = 3 \times 8.217,95 = 24.653,85\text{kg}$. Será considerado o valor de 24,6 toneladas.

Peças da estrutura

A ilustração a seguir (Figura 1) apresenta as peças que foram descritas anteriormente. Exemplificando por uma unidade: estaca/broca, sapata, baldrame, radier, pilar, viga, junção viga/pilar e laje.

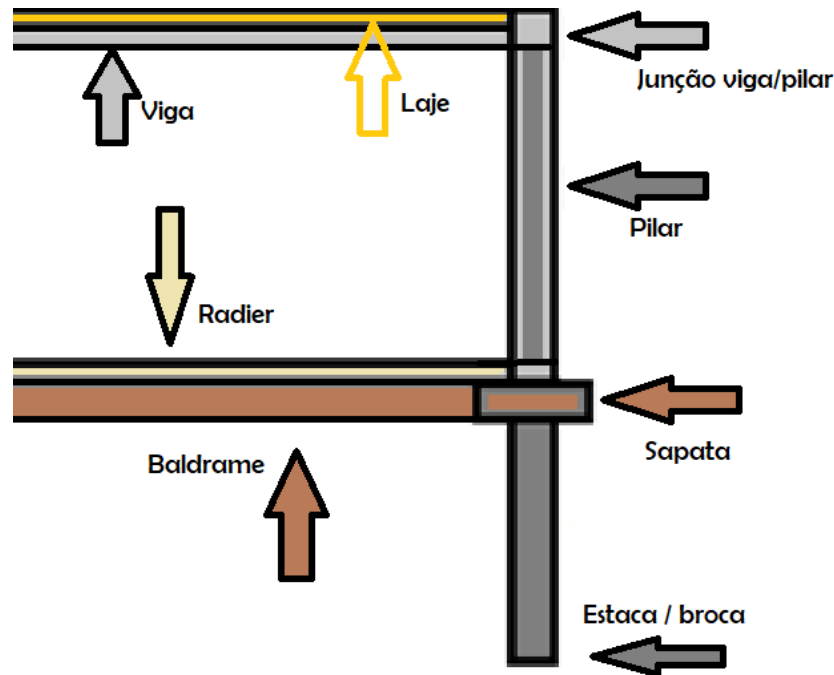


Figura 1 (Ilustração das peças)

Pilares

Considerando-se que a estrutura vertical servirá para sustentar tanques de água que poderão sofrer movimentos, balançar e derramar, que haverá ressonâncias de motores e oscilações da estrutura pela ação dos ventos, que a ação das mudanças climáticas é agressiva à estrutura e considerando a recomendação de mínimo 5,1cm de revestimento para prolongar a vida útil da estrutura, entende-se que as dimensões dos pilares sejam de $20\text{cm} + 5,1\text{cm} = 25,1\text{cm}$, ou seja $0,251 \times 0,251$.

Área de influência - A_i

O método utilizado para o dimensionamento dos pilares é do conceito de área de influência. A área de influência (A_i) de um pilar é a sua área adjacente. A ilustração (Figura 2) representa a área de influência referente aos pilares p1, p2, p3 e p4.

A estrutura será composta de pilares de canto. A área de cada pavimento é de $4 \times 4 = 16\text{m}^2$. Então, a área de influência do pilar P1 é dada por metade da extensão das linhas que formam vértice nele mesmo. Na modulação acima, 4×4 , são 2 metros para cada lado. Portanto A_i é calculada por 2×2 , conferindo $A_i = 4\text{m}^2$.

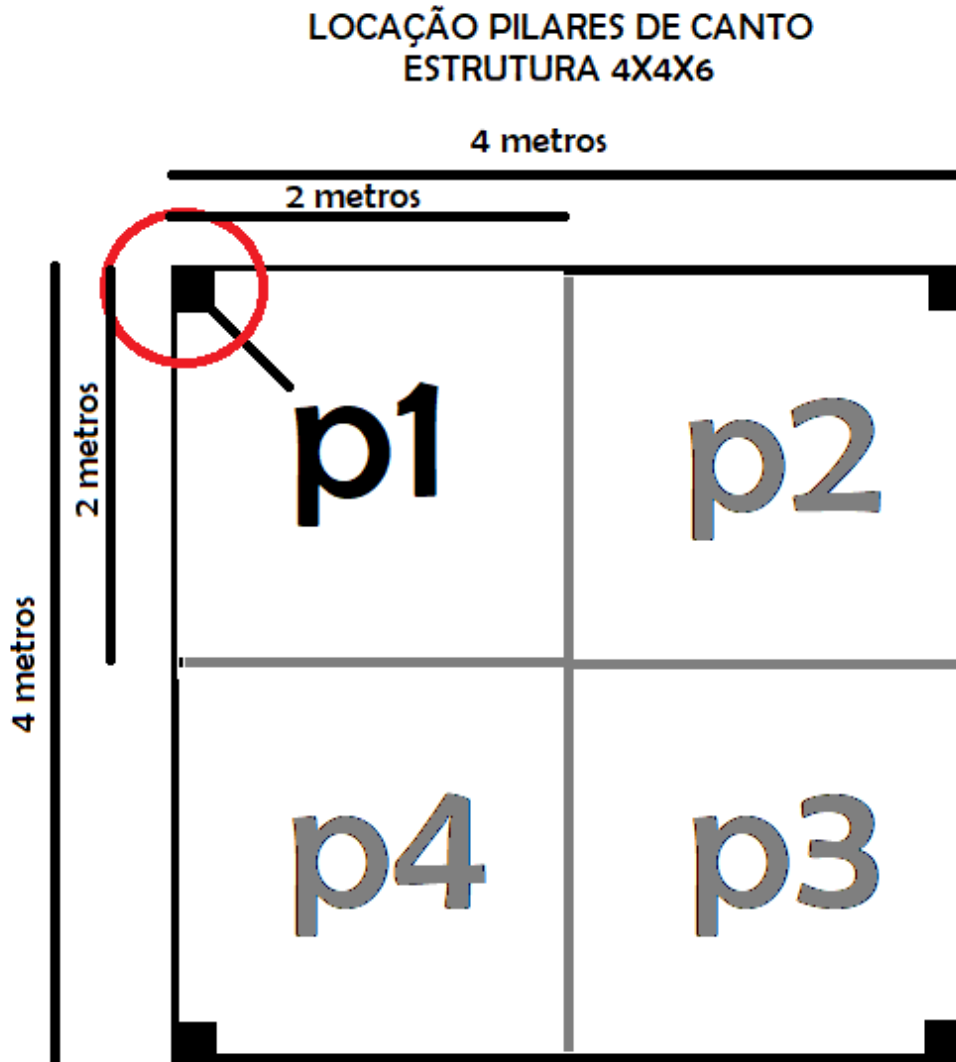


Figura 2 (Área de influência)

Compressão atuante sobre pilar – No

Após o cálculo da área de influência é necessário calcular a compressão atuante sobre o pilar. A (N_o) é obtida a partir da carga calculada anteriormente. Desta forma:

$$N_o = (tf/m^2) \times A_i$$

N_o – compressão atuante sobre o pilar; tf/m^2 - tonelada força por metro quadrado; A_i – Área de influência

Conhecendo que 24,6 toneladas é a carga total dos tanques alocados na estrutura considerando o primeiro pavimento, cada pavimento receberá 8,2 toneladas de carga. Ao considerar separadamente cada pavimento temos que cada metro quadrado receberá $8,2t/16m^2 = 0,5125$ tonelada força. Portanto, a $N_0 = 0,5125 \times A_i = 0,5125 \times 4 = 2,05t$ por pilar. A compressão total será calculada a seguir.

Compressão total – N

Na próxima etapa deve-se calcular a compressão total, cujo calculo é bastante simples, consiste na multiplicação de N_0 por n pavimentos. Considerando 3 pavimentos da estrutura, temos que $N = N_0 \times n$; então $N = 2,05 \times 3 = 6,15$ t/f/pilar.

Área de seção do pilar – A_c

A área de seção do pilar é o equivalente a área de corte transversal. Como apresentada na ilustração (Figura 3) a seguir:

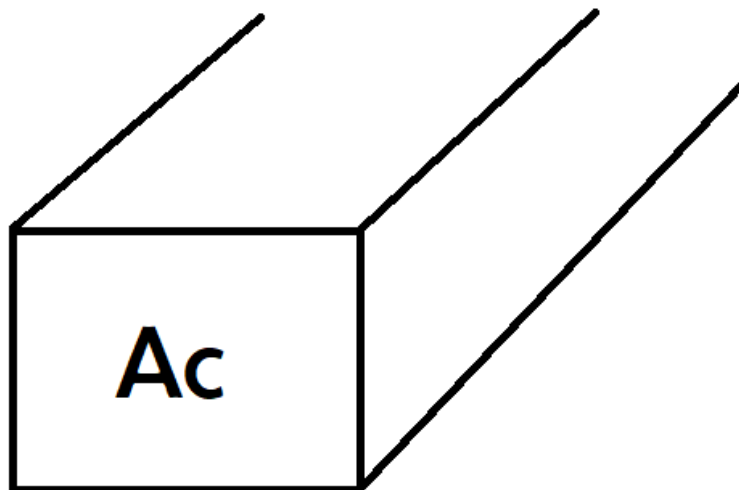


Figura 3 (Área seção do pilar)

Tendo-se em vista que a área de seção está diretamente relacionada com a capacidade de resistência as dosagens de compressão, é dada pela fórmula de $A_c = 6 \times N$, onde 6 é uma constante e N é compressão total/ pilar. Portanto, $A_c = 6 \times 6,15 = 36,90cm^2$. Esse valor representa a área mínima (*amínima*) para a seção do pilar. Para um pilar com

formato retângulo cúbico quadrilátero é possível obter as dimensões a partir da raiz quadrada de A_c . Desta forma a base e altura da seção será $\sqrt{A_c} = \sqrt{36,90} = 6,07\text{cm}$.

Algumas regras e diretrizes normativas da construção civil devem ser respeitadas. Para pilares em concreto armado, deve-se levar em consideração a esbeltes.

Esbeltes

A esbeltes é uma medida que deverá ser considerada para a estrutura, porém, pode ser dispensada quando a esbeltes for menor que 40 ($\lambda \leq 40$), com a aplicação de um acréscimo de 20% no cálculo da carga atuante, ou seja, ($\lambda \times 1,20$).

A esbeltes é dada pelo cálculo: $x = \frac{3,46 \times L}{b}$; Onde L = comprimento do pilar entre os pavimentos, no caso 2 metros, ou 200cm; b = menor lado do pilar, pelo cálculo obtido, 6,07cm. Então: $(3,46 \times 200\text{cm}) / 6,07\text{cm} = 692/6,60 = 114,00$. Conclui-se que pelo cálculo obtido, não será possível dispensar a medida de esbeltes.

Dimensões mínimas para os pilares

Algumas dimensões mínimas devem ser respeitadas. As normas prescrevem que a menor dimensão dos pilares não pode ser inferior a 1/25 de sua altura livre. Desta forma, tem-se que: $(1/25 \times L) = b$; $0,04 \times 200 = 8\text{cm}$. Contudo, a norma estabelece ainda que não poderá ser inferior a 20 cm.

Revestimento mínimo

Para maior vida útil da estrutura é recomendado que o revestimento da ferragem tenha no mínimo 50mm de espessura de concreto. Ou seja, mais 5 cm de massa de concreto contanto do externo até a ferragem do pilar para casos sujeitos a intempéries.

Vigas e baldrame

Para dimensionamento da altura das vigas devem ser analisados diversos fatores, sendo os mais importantes o vão (pilar a pilar), o carregamento e a resistência do concreto. Contudo, a altura deve ser suficiente para proporcionar resistência mecânica e assegurar a não deformabilidade (chamada de flecha). Na construção civil para construções de pequeno porte é comumente utilizada a fórmula de $h = \text{vão}/12$, que confere uma estimativa para cálculo das alturas das vigas quando o material é concreto armado. A recomendação é que altura mínima seja de 25 cm.

Portanto, na estrutura a distância externa dos pilares é de quatro metros, que cada pilar contém 25cm, tem-se que o vão é de $400\text{cm} - 25\text{cm} - 25\text{cm} = 350\text{cm}$. Então a altura da viga será de $h = 350/12 = 29,17\text{cm}$, ou seja, 30cm, pois deve ser modulada de 5 em 5 cm, ou de 10 em 10 cm para facilitar a sua confecção. Para a largura da viga será adotada a mesma medida de 25cm, pois se apresenta suficiente e esteticamente compatível com as medidas das larguras dos pilares. Aplica-se a exceção nas vigas de suporte da laje telhado, que poderão ter a altura diminuída, pois a carga de suporte será inferior às demais, por exemplo altura de 15cm, adoção a cargo e critério dos responsáveis pela execução da obra. Para finalidade de cálculos de materiais, será considerado altura de vigas padronizadas em 30cm.

Sapatas

O dimensionamento das sapatas necessita de dados sobre a tensão admissível do solo, quanto de carga em quilo newtons que a sapata irá receber, qual será o MPa do concreto utilizado e as dimensões do pilar que encaixará na “mesa” da respectiva sapata.

Portanto, alguns dados já foram obtidos, como a carga de 6,15 t/f que transformada equivalem a $P = 60,5 \text{ kN}$; as dimensões dos pilares em metros são $0,25\text{m} \times 0,25\text{m} = 0,0625\text{m}^2$. Utilizaremos como base o concreto com 20MPa, pois se na aplicação da obra for possível com maior MPa, maior será a resistência.

A tensão admissível de solo (δ_s) deverá ser realizada a análise de solo, contudo, como didática foi adotada tensão admissível do solo argila dura com $\delta_s 0,3\text{MPa} = 300\text{K/N}$, como prescreve a ABNT³ (Tabela 1):

³ Associação brasileira de normas técnicas. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/nbr-06122-1996-projeto-e-execucao-de-fundacoes>

Tabela 1 - Pressões básicas (σ_s)

Classe	Descrição	Valores (MPa)
1.	Rocha sã, maciça, sem laminação ou sinal de decomposição	3,0
2.	Rochas laminadas, com pequenas fissuras, estratificadas	1,5
3.	Rochas alteradas ou em decomposição	ver nota c)
4.	Solos granulares concrecionados - conglomerados	1,0
5.	Solos pedregulhosos compactos a muito compactos	0,6
6.	Solos pedregulhosos fofos	0,3
7.	Areias muito compactas	0,5
8.	Areias compactas	0,4
9.	Areias medianamente compactas	0,2
10.	Argilas duras	0,3
11.	Argilas rijas	0,2
12.	Argilas médias	0,1
13.	Siltes duros (muito compactos)	0,3
14.	Siltes rijos (compactos)	0,2
15.	Siltes médios (medianamente compactos)	0,1

(Adaptado de normas técnicas da ABNT)

Notas:

- a) Para a descrição dos diferentes tipos de solo, seguir as definições da NBR 6502.
- b) No caso de calcário ou qualquer outra rocha cárstica, devem ser feitos estudos especiais.
- c) Para rochas alteradas ou em decomposição, têm que ser levados em conta a natureza da rocha matriz e o grau de decomposição ou alteração.
- d) Os valores da Tabela 4, válidos para largura de 2 m, devem ser modificados em função das dimensões e da profundidade das fundações.

A área da sapata (Figura 4) é dada por ($A_s = a \times b = P/\delta_s$). Onde a e b são os lados do formato da sapata, P é a carga sobre ela depositada e δ_s a tensão admissível do solo argila dura. As medidas a e b são as que se deseja obter, a' e b' são as dimensões conhecidas do pilar. Calcula-se: $A_s = 60,5/300 = 0,20\text{m}^2$. Como: $a \times b = 0,20\text{m}^2$; e as dimensões dos pilares são iguais, ($a = b$); tem-se que $(a \times b) = (a \times a = a^2)$; portanto, $a = b = 0,44\text{m}$.

Arredondando para valor superior, tem-se que área as dimensões das sapatas serão mínimo de 0,50m. Acrescentando o 5cm de capeamento para cada lado, tem-se 0,60m.

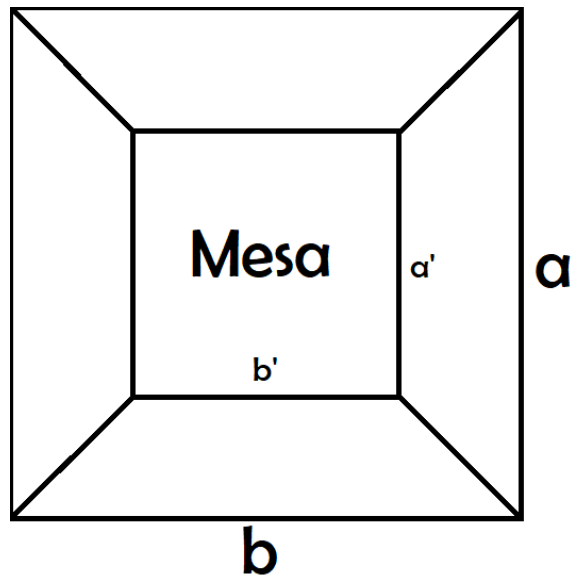


Figura 4 (Área de sapata)

É necessário calcular a altura da sapata em relação ao solo e base do pilar, como apresentada na ilustração (Figura 5) a seguir:

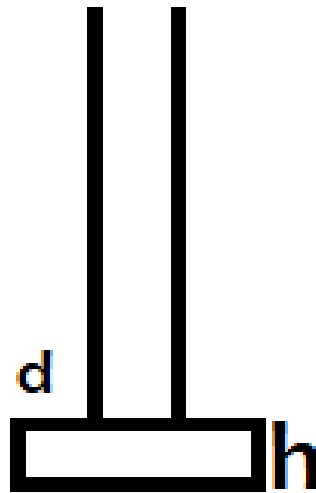


Figura 5 (Altura da sapata)

Sabe-se que, por se tratar de base quadrada: $(a - a' = 2 \times d)$; $(b - b' = 2 \times d)$; $(a - a' = b - b')$ e $(a - b = a' - b')$, temos que área $A = 2d$; então: $0,44 - 0,25 = 0,19 = 2 \times d \therefore d = 0,095\text{m}$. Contudo, o valor com capeamento foi de 0,60. Desta forma: $0,60 - 0,25 = 0,35 = 2 \times d \therefore d = 0,175\text{m}$ ou 17,5cm.

O cálculo da tensão admissível do concreto 20MPa. $\delta_c = (0,85 \times f_{ck})/1,96$; sendo f_{ck} de 20MPa = 20.000K/N e 1,96 valor pré-estabelecido para sapatas. Obtém-se que: $\delta_c = 17000/1,96 = 8.673,46 \text{ K/N}$.

Considerando que: $d \geq 1,44 \times \sqrt{P/\delta c}$; $\therefore 1,44 \times 0,08 = 0,128 = h$ (0,15m)

Destaca-se que o concreto não pode ser lançado diretamente ao solo para evitar recalques e contaminação e deve-se proceder um assentamento de 0,10m (10cm) de massa para anteparar a sapata e sua ferragem e crescer mais 5cm de capeamento total, ou seja 5cm acima, abaixo e nas laterais.

Então, para cálculos estruturais, considera-se o arredondamento dos cálculos para valores superiores obtidos e sempre de forma a facilitar a construção das caixarias. Desta forma, superestimar dimensões com a finalidade de segurança. As sapatas terão as medidas de 0,60m x 0,60m e a altura de 0,25m + 0,10m anteparar o solo, ficando com 60cm x 60cm x 35cm.

Estaca ou Broca ⁴

A estaca ou broca é construída abaixo (antes) da sapata. Tem função de estabilizar o pilar e a estrutura como um todo. Conforme o tipo de solo, poderá ser realizada uma ou mais perfurações para a instalação de estacas.

O dimensionamento da broca deve levar em consideração a resistência do solo e que haja equivalência de tensão. Quanto mais firme o solo, menor será o comprimento da estaca. Há situações que necessitam de equipamentos especiais como perfuradores (trados) e bate-estaca. Para finalidade de cálculos dos materiais necessários, considera-se as dimensões das estacas escavadas / brocas como sendo 0,25m diâmetro e 1,5m de profundidade (comprimento). Ou seja, próximo às dimensões do pilar e equivalente a $h/4$ ($6/4 = 1,5$).

Lajes

As lajes são elementos bidimensionais, ou seja, são elementos de superfície que compõem o teto e ao mesmo tempo o piso de outro pavimento. Existem diversos modelos de lajes, com estruturas maciças (lisas ou cogumelos) e nervuradas (moldada no local ou pré-fabricadas). Para a estrutura proposta a opção de laje pré-moldada ou pré-fabricada treliçada foi adotada, pela maior facilidade de montagem, reduzindo fôrmas e escoramento, otimizando o tempo de cura, além das vantagens de menor peso e menor consumo de concreto e menor demanda de mão-de-obra. Além disso, as lajes tipo treliças possibilitam grandes vãos e suportam altas cargas, o que reduz a quantidade de vigas e colunas da estrutura.

⁴ <http://www.ebah.com.br/content/ABAAA0E8AB/nbr-6122-projeto-execucao-fundacoes?part=5>

A composição da laje então envolverá as nervuras (tipo de viga também chamado de trilhos ou vigotas), as placas cerâmicas que solidarizadas pela mesa⁵ (capa) de concreto que também confere resistência aos esforços de tração causados pela flexão da laje. Sobre a mesa ou capa de concreto, deve ser no mínimo de 4cm quando não houver tubulação embutida.

Quanto as nervuras não podem ser inferiores a 8cm e se o espaçamento entre eixos de nervuras for menor ou igual a 65 cm é dispensado o cálculo de flexão.

No caso da estrutura da Fish Tower, cada laje é isolada, ou seja, individual, andar por andar. Então como todos os lados são engastados, o momento volvente será relativamente pequeno neste modelo de laje e não precisa ser calculado.

Os fabricantes disponibilizam a tabela técnica de suas lajes baseado nos critérios de fabricação. Desta forma pode ser adotado o disposto nas respectivas tabelas. As lajes da estrutura necessitam de uma capacidade de suporte mínimo de 512Kg/m² conforme cálculos anteriormente realizados.

A tabela 2⁶ a seguir apresenta os valores para dimensionamento da laje para suporte de carga.

Tabela 2 – Resistência da laje treliçada

Resistência da laje treliçada *Cerâmica **EPS																					
h = altura acabada (cm)	hc = capa (cm)	he = altura de laje (cm)	Sobrecarga em (Kgf/m ²) – Vão livre máximo Apoio Simples – Inter-eixo: 42,5 cm (cerâmica) e 50 cm (EPS) – f _{ck} : 20 MPa																Peso próprio (Kg/m ²)	Consumo de concreto (m ³)	
			80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	650	750	850	950	1050			
*10	3	7	460	440	430	420	400	390	380	360	350	330	320	310	290	280	270	260	169	49	
*12	5	7	500	490	480	470	450	440	430	410	400	390	380	360	340	330	320	310	205	62	
**12	4	8	510	490	480	460	440	430	410	390	380	370	360	350	330	320	300	290	144	50	
*16	4	12	640	620	600	590	580	570	550	530	510	500	480	460	440	430	410	400	237	66	
**16	4	12	640	630	620	590	570	560	530	510	490	470	460	450	440	420	400	380	163	57	
*20	4	16	740	720	710	700	680	670	650	630	610	600	580	560	540	520	500	490	283	78	
**20	4	16	760	740	730	700	680	670	640	620	600	580	570	550	540	510	490	470	183	65	
*25	5	20	840	830	820	800	790	780	760	740	720	710	690	670	640	620	610	590	354	100	
**25	5	20	870	850	840	810	790	780	760	730	710	690	680	660	640	620	600	580	228	83	
*30	6	24	930	920	900	890	880	870	860	840	820	800	790	760	740	720	700	680	425	122	
**30	6	24	970	950	940	920	900	890	860	830	810	790	770	760	740	690	680	670	272	100	
*35	7	28	1020	1010	1000	990	980	970	940	930	910	890	880	850	830	810	790	770	496	144	
**35	7	28	1060	1050	1040	1010	990	980	950	930	910	890	880	860	840	810	780	760	317	118	

Portanto, a laje deverá possuir dimensões de 16cm de espessura, **sendo 12cm** de altura das placas (lajotas) e vigotas e **4cm de capeamento**. Para um vão livre, as vigotas com 400cm, pois deve-se tomar o vão da laje inteiro das vigas de apoio externo a externo a “favor da segurança”, considerando que as lajes serão construídas com as vigotas adentrando as vigas na região superior, e não simplesmente apoiadas parcialmente sobre as bordas superiores das vigas.

⁵ A NB 6118 no item 14.7.7 dispõe que: “deve-se analisar a laje nervurada considerando a capa como laje maciça apoiada em uma grelha de vigas.”

⁶ Tabela <http://www.masterlajescampinas.com.br/tabela-referencias/> Acesso em 16.05.2018


Estima-se que para suportar uma carga de 1050Kgf/m² que equivale a 10,297 KN, ou 1,05 toneladas força deve-se instalar sobre as placas de cerâmicas uma malha de aço 8mm com vão de 0,15m entre barras. Essa armadura agirá contra fissuras na laje, finalizando com a massa de concreto sobre a malha (capeamento que formará o piso).

Cálculo de armadura

A ferragem a ser utilizada deve corresponder as cargas. Nas normas NBR 7480:2007 (Tabela 3 e Figura 6) apresenta a barra de 12,5mm em aço CA50 com capacidade de 500 Mpa com tensão de escoramento de 50Kgf/mm², sendo suficiente para as estruturas propostas.

Tabela 3 – NBR 7480/2007

AÇO CA-50



Diâmetro Nominal - DN (mm)

Massa Nominal - DN (kg/m)

Diâmetro Nominal (DN) (mm)	Massa Nominal (kg/m)	Ensaio de Tração (valores mínimos)				Diâmetro do Pino para Dobramento a 180° (mm)
		Tolerância Massa Linear (%)	Resistência Característica de Escoramento (fy) (MPa)	Limite de Resistência (MPa)	Alongamento em 10Ø	
6,3	0,245	±7	500	1,08 x fy	8%	3 x DN
8,0	0,395					
10,0	0,617					
12,5	0,963					
16,0	1,578	±6				
20,0	2,466	±5				
25,0	3,853	±4	6 x DN			
32,0	6,313					
40,0	9,865					

ABNT NBR 7480:2007

7

⁷ Tabela ABNT NBR 7480/2007

Aço CA - 50

Tensão de Escoamento
50 Kgf/mm² ou 500 MPa

Concreto Armado



Principais Características:

Superfície rugosa
Laminados à quente

Aço CA - 60

Tensão de Escoamento
60 Kgf/mm² ou 600 MPa

Concreto Armado



Principais Características:

Superfície lisa
Trefilação fio a fio

ABNT NBR 7480:2007

8

Figura 6 – Ilustração aços

Diante disso, para a confecção das peças estruturais recomenda-se barras de aço 12,5mm e estribos de barras de aço 6,3mm. Assim, apresentando suficientes para conferir resistência às peças, pois a ancoragem de uma peça em outra conferirá a estabilidade da estrutura.

⁸ <https://pedreiro.com.br/acos-construcao-civil-ca-50-ca-60/>

Ilustrações de armações

Armação para Pilares

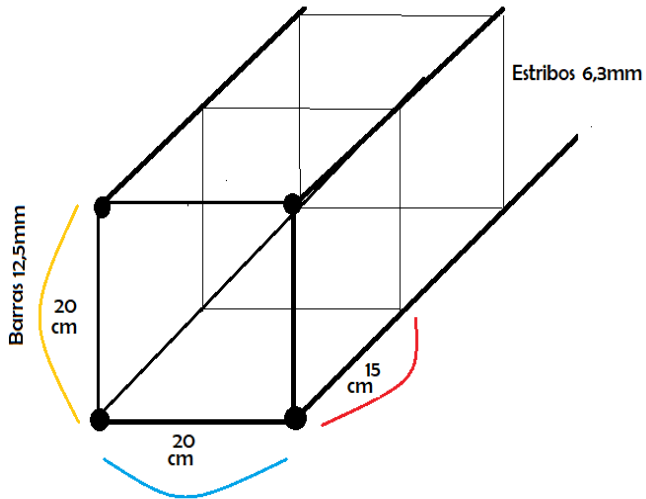


Figura 7 (Armadura de pilar)

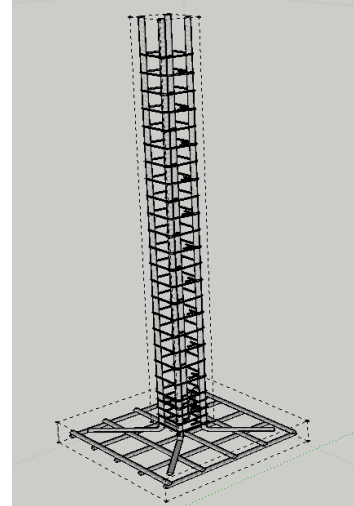


Figura 8 (Armadura de pilar sobre a sapata)

Armação das Vigas e baldrame

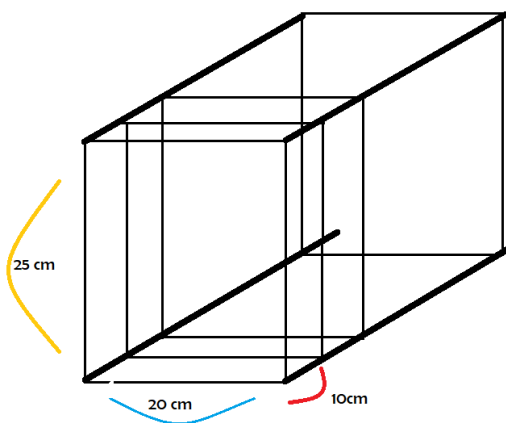


Figura 9 (Armadura de viga e baldrame)

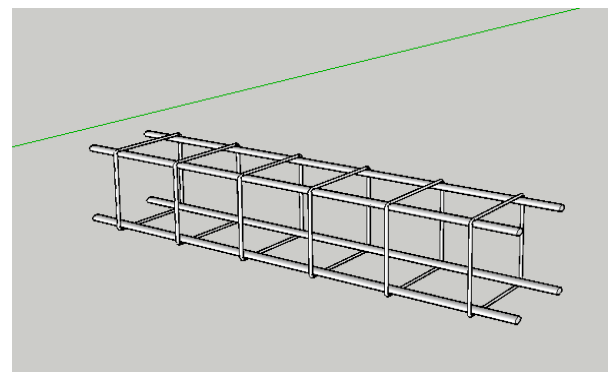


Figura 10 (Armadura de viga e baldrame)

⁹ Desenho ilustrativo produzido a partir do SketchUp.

¹⁰ Desenho ilustrativo produzido a partir do SketchUp.

Armação Sapatas

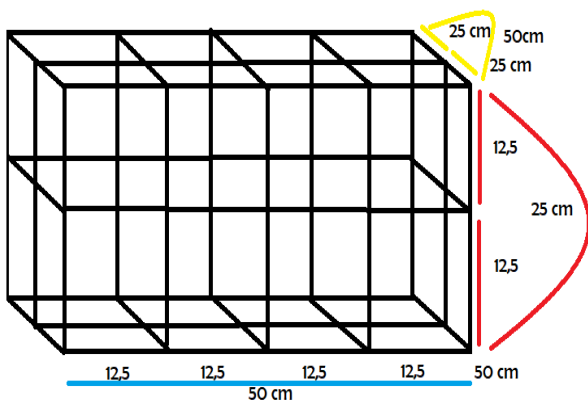
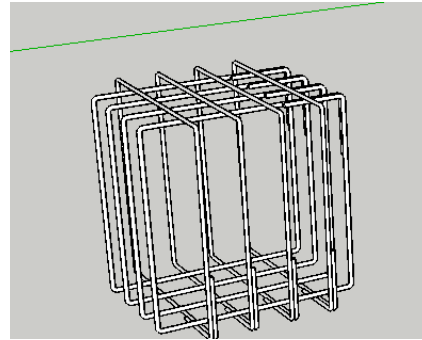


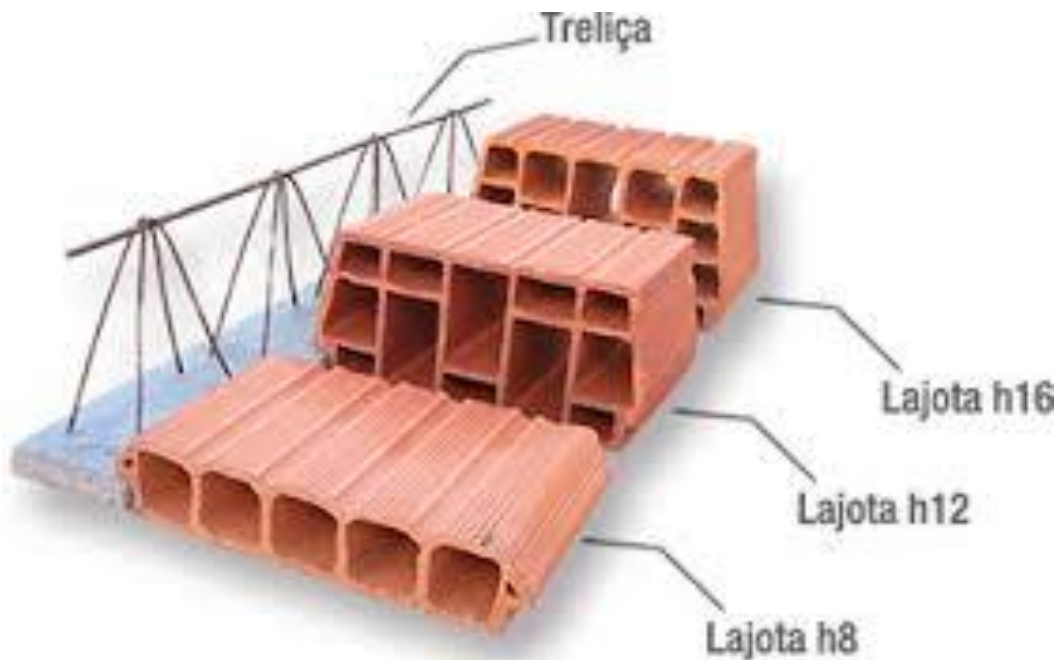
Figura 11 (Armadura de sapata)



11

Figura 12 (Armadura de sapata)

Laje



12

Figura 13 - Laje treliçada com nervuras

Dimensionamento

Tabela 4 - Dimensionamento das peças

FISH TOWER			
DIMENSIONAMENTO DAS PEÇAS DA ESTRUTURA			
Peças*	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Largura (cm)
Pilares	600	25	25
Vigas e baldrame	30	350	25
Sapatas	35	60	60
Estaca / broca (raio)	150	25	25
Nervuras de laje	12	400	8
Lajotas laje	12	20	30
Escada	25	4500	80

*As peças deverão seguir padrão de concretagem para serem emendadas

Tabela 5 - Concreto necessário para as partes de estrutura

FISH TOWER						
CONCRETO NECESSÁRIO						
Peças*	Quant	Alt (cm)	Compr (cm)	Larg (cm)	m ³ / peça	Sub total
Pilares	1	600	25	25	0,38	0,38
Vigas e baldrame	1	30	350	25	0,26	0,26
Sapatas	1	25	50	50	0,06	0,06
Estaca / broca (raio)	1	150	25	25	0,09	0,09
Capeamento de laje	1	4	400	400	0,64	0,64
Escada	3	25	4500	80	4,50	13,50
Piso térreo	1	12	400	400	1,92	1,92

Cálculos exatos conforme os dimensionamentos recomendados.

Materiais para estrutura

Traços de concreto

Algumas tabelas são comumente utilizadas na construção civil e assim como diversos traços são utilizados, conforme a necessidade de aplicação dos materiais. Para obras de responsabilidade o indicado é o traço 1:2:3, que confere 25 MPa de resistência. A partir dele será possível estimar o consumo de material bruto para a elaboração da massa de concreto.

Tabela 6 – Concreto necessário

FISH TOWER					
DIMENSIONAMENTO DE PARTES DE ESTRUTURA					
Peças*	Qdd	Traço	m ³ / peça	quantid peças	Massa conc
Pilares	4	1:2:3	0,38	4,00	1,50
Vigas e baldrame	16	1:2:3	0,26	16,00	4,20
Sapatas	4	1:2:3	0,06	4,00	0,25
Estaca / broca (raio)	4	1:2:3	0,09	4,00	0,38
Capeamento de laje	3	1:2:3	0,64	3,00	1,92
Piso térreo	1	1:2:3	1,92	1,00	1,92
Escada	3	1:2:3	4,50	3,00	13,50
Massa de concreto (25MPa) necessária estimada Total (m ³)					23,665

Orçamento do material bruto

Quantificação e orçamento de material bruto para massa de concreto com traço 1:2:3. Ou seja, 0,1667% de cimento; 0,3333% de areia; 0,50% de pedra brita.

Tabela 7 – Material bruto

FISH TOWER									
MATERIAL BRUTO (CIMENTO, AREIA, BRITA E ÁGUA)									
Cimento (m ³)	7 sc / m ³	R\$24,23/sc 50	Areia (m ³)	R\$110,00/m ³	PBrita 2 (m ³)	R\$68,00/m ³	Água (L)	R\$62,76/5m ³ (taxa mín)	TOTAIS
0,25	1,75	R\$ 42,40	0,50	R\$ 55,00	0,75	R\$ 51,00	315,00	R\$ 3,95	R\$ 152,36
0,70	4,90	R\$ 118,73	1,40	R\$ 154,00	2,10	R\$ 142,80	882,00	R\$ 11,07	R\$ 426,60
0,04	0,29	R\$ 7,07	0,08	R\$ 9,17	0,13	R\$ 8,50	52,50	R\$ 0,66	R\$ 25,39
0,06	0,44	R\$ 10,60	0,12	R\$ 13,75	0,19	R\$ 12,75	78,75	R\$ 0,99	R\$ 38,09
0,32	2,24	R\$ 54,28	0,64	R\$ 70,40	0,96	R\$ 65,28	403,20	R\$ 5,06	R\$ 195,02
0,32	2,24	R\$ 54,28	0,64	R\$ 70,40	0,96	R\$ 65,28	403,20	R\$ 5,06	R\$ 195,02
2,25	15,75	R\$ 381,63	4,50	R\$ 495,00	6,75	R\$ 459,00	2835,00	R\$ 35,58	R\$ 1.371,21
3,94	27,61	R\$ 668,98	7,89	R\$ 867,71	11,83	R\$ 804,61	4969,65	R\$ 62,38	R\$ 2.403,68
Total materiais									R\$ 2.403,68

Materiais para a armação

Tabela 8 – Materiais para armação aço

FISH TOWER					
MATERIAIS ARMAÇÃO AÇO					
Peças*	n	Aço br12,5mm (m)	Aço br 6,3mm (m)	Arame (kg)	Malha 4,2mm (2x3 R\$68,42)
Pilares	4	96	88	2	-
Vigas e baldrame	16	256	520	5	-
Sapatas	4	42	-	-	-
Estaca / broca (raio)	4	24	22	0,5	-
Capeamento de laje	3	-	-	1	48
Piso térreo	1	-	-	-	16
Escada	3	12	12	0,5	13,5

Orçamento de barras de aço para elaboração das armações.

Tabela 9 – Orçamento de aço

Orçamento de aço CA 50				
Barras aço/R\$	Br 12m R\$45,00	Br 12m R\$12,00	KG - R\$10,00	Peça 2x3 R\$69
Valor unitário (m)	3,75	1	10	11,5
Peças*	Aço br12,5mm (m)	Aço br 6,3mm (m)	Arame (kg)	Malha 4,2mm
	R\$	360,00	R\$ 88,00	R\$ 20,00
Pilares	R\$ 960,00	R\$ 520,00	R\$ 50,00	-
Vigas e baldrame	R\$ 157,50	-	-	-
Sapatas	R\$ 90,00	R\$ 22,00	R\$ 5,00	-
Estaca / broca (raio)	-	-	R\$ 10,00	R\$ 552,00
Capeamento de laje	-	-		R\$ 184,00
Piso térreo	R\$ 45,00	R\$ 12,00	R\$ 5,00	R\$ 155,25
Escada	R\$ 1.612,50	R\$ 642,00	R\$ 90,00	R\$ 891,25
			Total Aço	R\$ 3.235,75

Materiais para caixaria e lajes

Tabela 10 – Orçamento materiais para montagem

FISH TOWER				
MATERIAIS PARA MONTAGEM CAIXARIA				
MATERIAIS	Quantdd	Unidade (m)	R\$/ Unidade	Totais
TABUAS 30CM (2,5m)	20	50	R\$ 5,00	R\$ 250,00
TÁBUAS 30CM (4,0M)	20	80	R\$ 5,00	R\$ 400,00
MADEIRITES	6	50	R\$ 5,00	R\$ 250,00
ESCORAS DE LAJE	15	37,5	R\$ 5,00	R\$ 187,50
RIPAS 1X2' (4,0m)	20	80	R\$ 1,50	R\$ 120,00
PREGOS 18X27 C.D	2	kg	R\$ 22,97	R\$ 45,94
PREGOS 18X27	2	kg	R\$ 13,98	R\$ 27,96
LAJE H12 c/ 4m	50	m ²	R\$ 40,00	R\$ 2.000,00
Subtotal				R\$ 3.281,40

Mão de obra estimada

Estima-se mão de obra necessária de um pedreiro e dois ajudantes, para 15 diárias.

Tabela 11 – Orçamento de Mão de obra

ORÇAMENTO DE MÃO DE OBRA				
Mão de obra	Qdd	Diárias	R\$/Diária	Total
Pedreiro	1	15	R\$ 200,00	R\$ 3.000,00
Ajudante	2	15	R\$ 100,00	R\$ 1.500,00
Subtotal				R\$ 4.500,00

Guarda-corpo

Requisito de segurança, além de melhorar acesso aos andares da estrutura sendo necessário instalar uma proteção e apoio. A escolha dos materiais e formato pode variar, porém, deve conferir segurança ao trânsito de pessoas na estrutura. Em tal proposta foram consideradas duas barras nos pavimentos dos tanques e no terraço três barras.

Tabela 12 – Orçamento guarda-corpo

GUARDA-CORPOS				
	Peças	Tamanho	Total (metros)	15,00 R\$/m
Pavimentos	24	3,5	84	R\$ 1.260,00
Terraço	12	4	48	R\$ 720,00
Escada	6	5	30	R\$ 450,00
Patamar	12	1,5	18	R\$ 270,00
				R\$ 2.700,00

Orçamento da estrutura

Tabela 13 – Orçamento geral da estrutura

FISH TOWER	
ORÇAMENTO GERAL ESTRUTURA	
Descrição	Total
Montagem	R\$ 3.281,40
Mão-de-obra	R\$ 4.500,00
Aço e ferragem	R\$ 3.235,75
Material Bruto	R\$ 2.403,68
Guarga-Corpos	R\$ 2.700,00
TOTAL	R\$ 16.120,83

A previsão de construção foi estimada em 15 dias, contudo, pode ocorrer variações em função do profissional e equipe contratada, bem como do clima e local de instalação da estrutura. Os orçamentos foram realizados conforme pesquisas de mercado em sites e empresas do ramo no de maio de 2018.

Equipamentos

Os equipamentos a seguir apresentados têm a finalidade de exemplificar e apresentar um orçamento inicial para as instalações. Cada sistema de criação deve ser analisado individualmente, para que expresse os melhores desempenhos e índices esperados.

Tanques

A escolha dos tanques para a estrutura foi de tanques circulares com um metro de borda (altura) e três metros e cinquenta centímetros de diâmetro da marca Sansuy Vinitank, tanque circular para piscicultura em PVC com tela galvanizada.¹³

Serão computados três tanques para alocação na estrutura. O custo unitário à vista é de R\$1.517,40.

Modelo de tanque para compor a estrutura



Figura 14 Tanque Sansuy Vinitank

¹³ <https://www.lojasansuy.com.br/tanque-circular-para-piscicultura-em-pvc-com-tela-galvanizada-10/p?cc=17>

Filtração e circulação

A necessidade de utilização de filtros, circuladores e aeradores depende diretamente do tipo de cultivo (sistema e regime) a ser implantado na estrutura e a densidade incorporada. Alguns compressores poderão ser utilizados para aeração, outros em sistemas de filtração específicos para microrganismos, alevinos e juvenis. O que se faz necessário é manter a qualidade da água nas condições de conforto para os organismos aquáticos que estão sendo cultivados. Os sistemas de filtração variam dos mais simples aos mais complexos.

Como exemplo para circulação de água a superbomba submersa que tem potência para circular 20.000 Litros por hora da marca Ocean Tech modelo Ecco, cujo valor estimado é de R\$1.181,00.¹⁴



- 1 Corpo da bomba
- 2 Cabo da bomba 2,6m ou 6m
- 3 Conexão entre a bomba e controlador
- 4 Controlador
- 5 Cabo do controlador 1,4m

Figura 15 Bomba Ocean Tech

¹⁴ https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-691533307-super-bomba-submersa-20000-lth-p-lagos-fontes-e-aqua-rios-_JM.

E para filtragem o filtro poderá ser elaborado a partir de um modelo como o apresentado na foto a seguir, ou adquirido por R\$180,40¹⁵



Figura 16 Filtro biológico Bioplus

Alimentador automático

Para maior comodidade poderão ser adotados alimentadores automáticos para cada andar. Existem inúmeros modelos com valores variados, inclusive para fabricação caseira com bombona, motor e timer.

Os preços variam bastante, para finalidade de orçamento foi considerado um alimentador automático com capacidade de 30 kg de ração encontrado no mercado com valor médio de R\$700,00.

¹⁵https://www.americanas.com.br/produto/27056449/filtro-biologico-por-gravidade-bioplus-3000-lt?WT.srch=1&par=bp_pl_00_go_pet_todas_geral_gmv&gclid=EAlalQobChMItpb92I-S2wIVxAiRCh0QMMA_EAQYA_iABEgKKYfD_Bw E&opn=YSMESP&sellerId=13877633000124.

Tabela 16 - Orçamento de equipamentos

FISH TOWER			
ORÇAMENTO DE EQUIPAMENTOS E PEÇAS			
Equipamento	Qdd	R\$/Unidade	Total
Tanque Sansuy	3	R\$ 1.517,40	R\$ 4.552,20
Super Bomba 1Cv	3	R\$ 1.181,00	R\$ 3.543,00
Alimentador automát	3	R\$ 700,00	R\$ 2.100,00
Mangueira 2" 25m	1	R\$ 274,00	R\$ 274,00
Mangueira 1/2" 25m	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Peças e conexões	30	R\$ 5,00	R\$ 150,00
Torneira Jardim	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
Pia e tanque inox	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Torneira pia e tanque	2	R\$ 100,00	R\$ 200,00
Caixa Gordura	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00
Filtros	3	R\$ 180,40	R\$ 541,20
		Subtotal	R\$ 11.880,40

Tabela 17 - Orçamento geral da estrutura

FISH TOWER	
ORÇAMENTO GERAL ESTRUTURA	
Descrição	Total
Estrutura	R\$ 16.120,83
Equipamentos	R\$ 11.880,40
TOTAL	R\$ 28.001,23

CONSIDERAÇÕES FINAIS

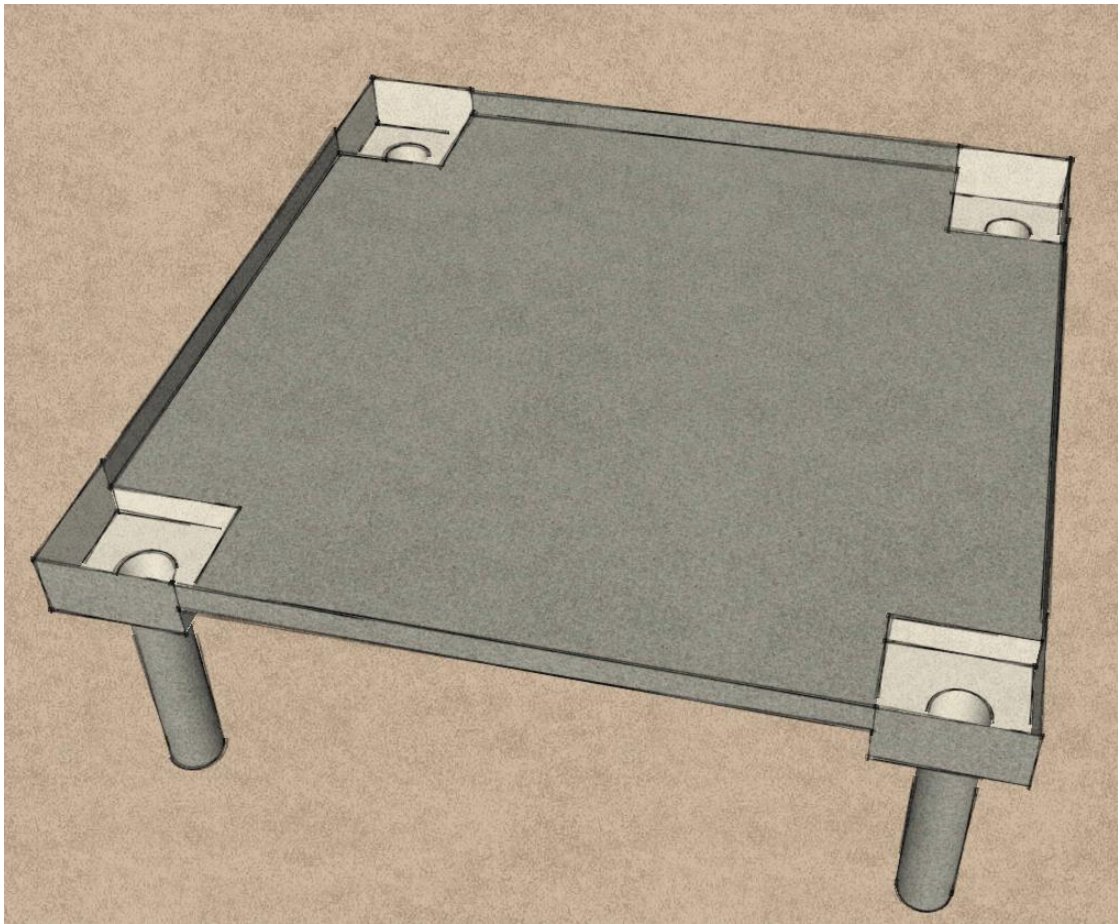
O desenho apresentado é meramente ilustrativo. Os cálculos realizados no presente trabalho não podem servir como projeto estrutural definitivo, um profissional habilitado deverá ser contratado para elaborar um projeto específico para cada local de implantação.

CONCLUSÃO

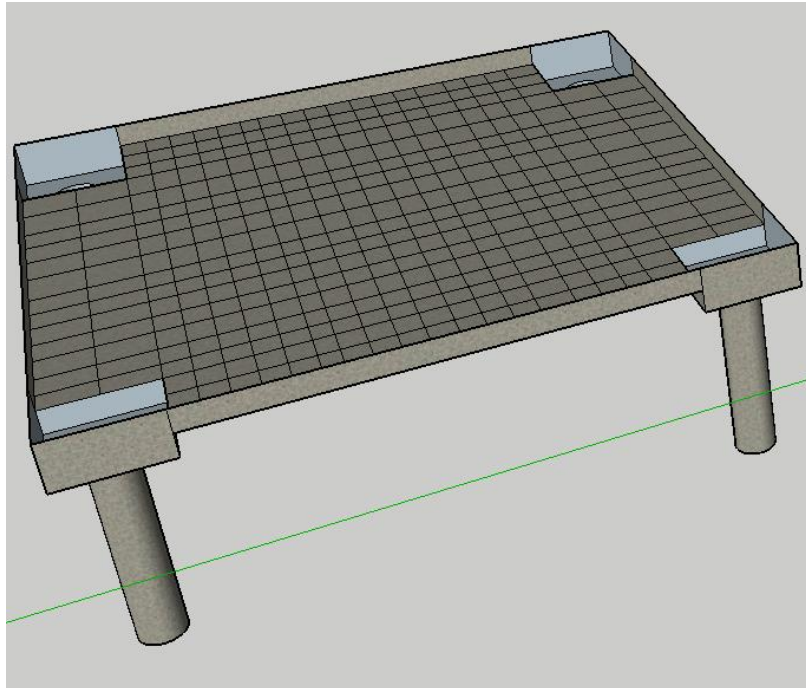
A Fish Tower, proposta de estrutura vertical para criação de organismos aquáticos teve orçamento estimado em R\$28.001,23. (Vinte e oito mil um real e vinte e três centavos). Esse modelo de estrutura pode ser um conceito inicial para alternativas de Piscicultura urbana.

DESENHOS

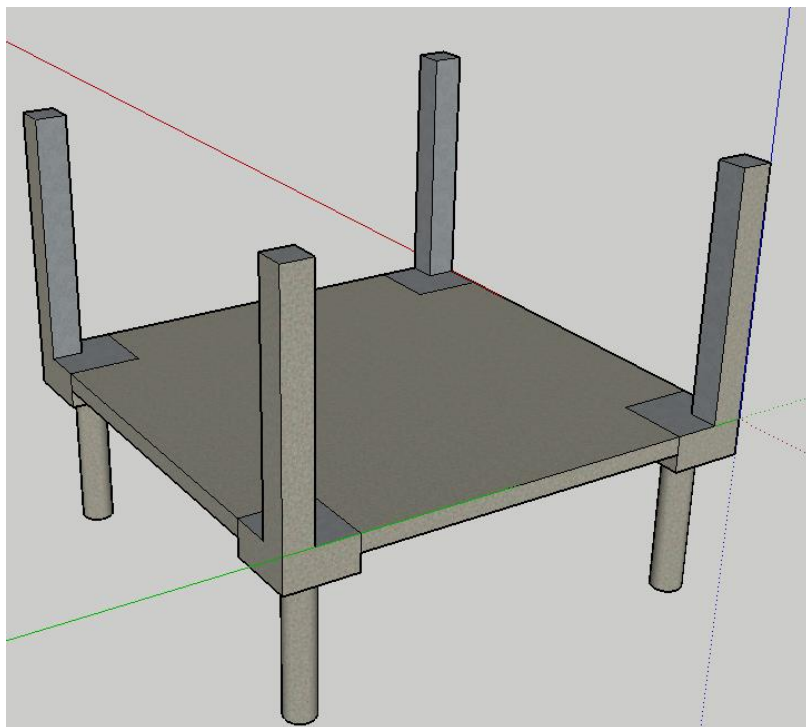
Pavimento térreo – preparação radier e estacas



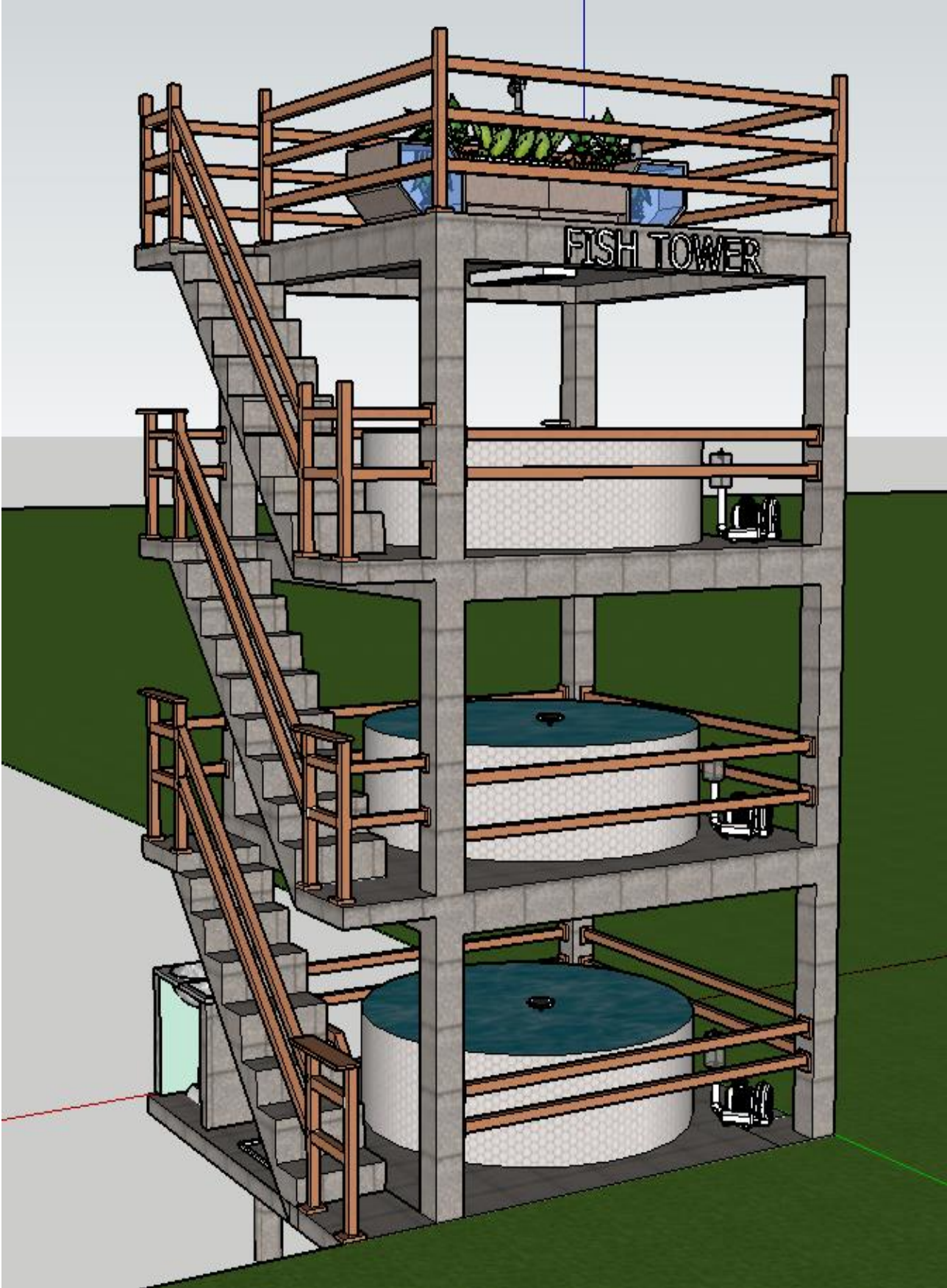
Preparação de sapatas e radier com malha de aço



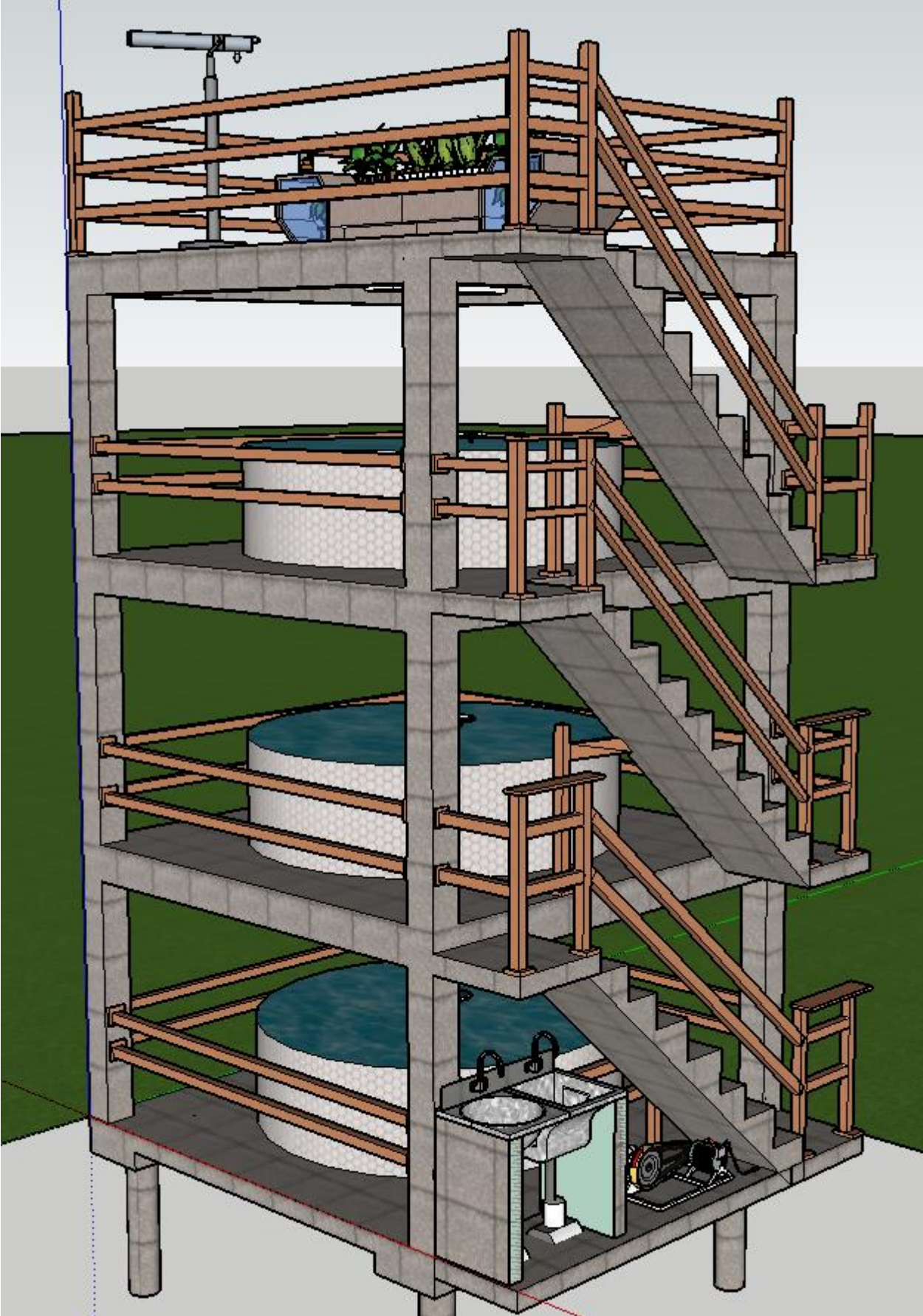
Prospecção da estrutura inicial



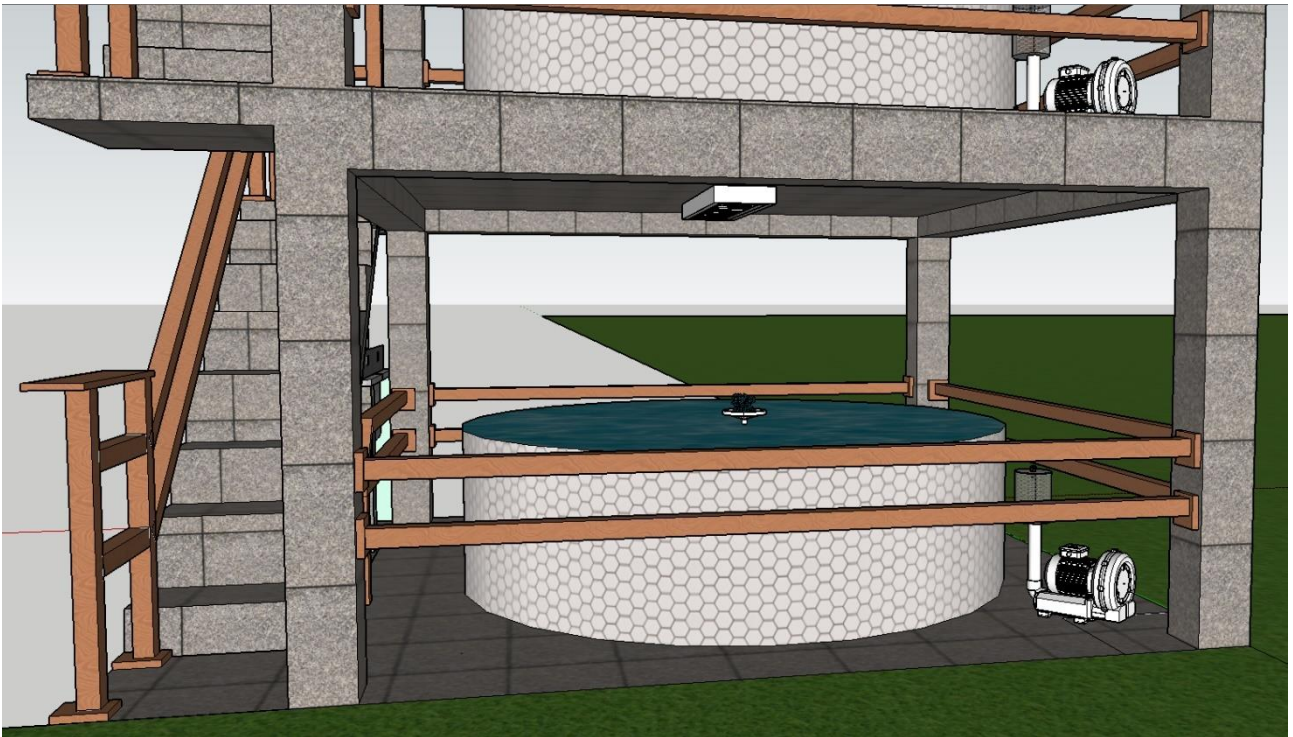
Vista diagonal fachada



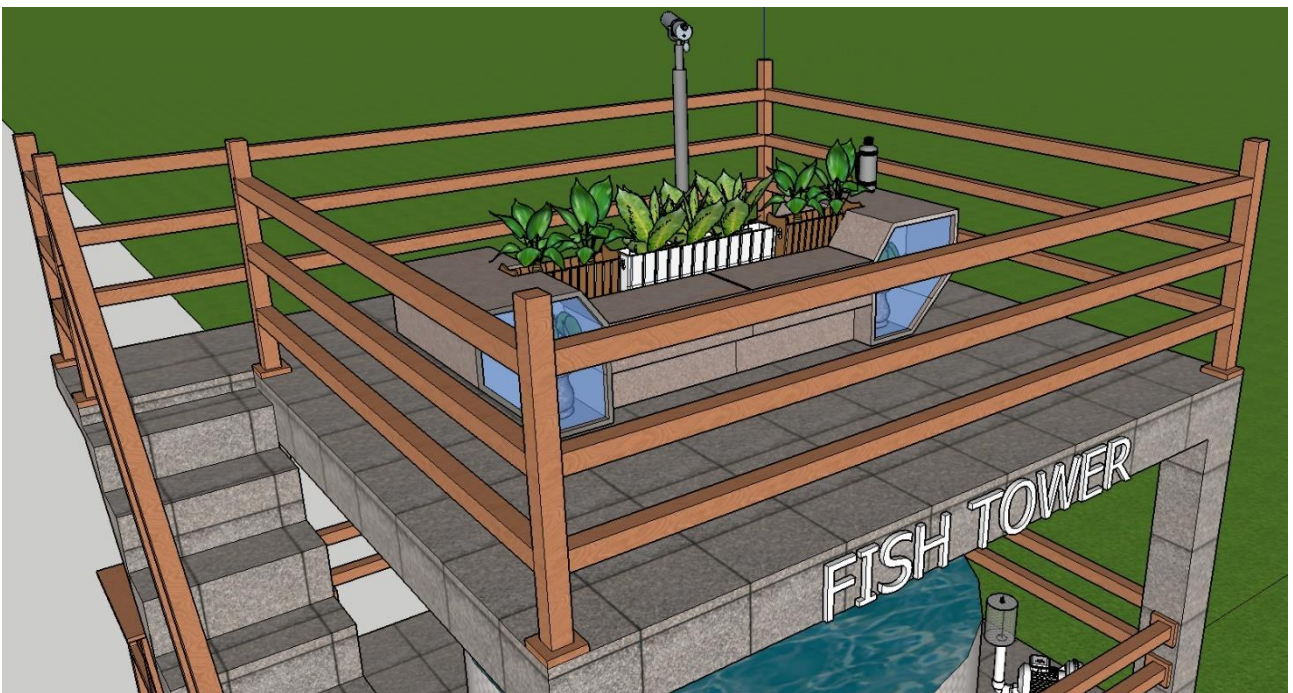
Vista diagonal – escada



Pavimento térreo




Terraço



VÍDEO 3D

YouTube BR


Pesquisar



Fish Tower

32 visualizações

1 0 COMPARTILHAR

 Piscicon Consultoria em Piscicultura
Publicado em 16 de jun de 2018

INSCREVER-SE 1

Esta é a apresentação da Fish Tower, proposta de estrutura vertical para criação de organismos aquáticos desenvolvida pelos acadêmicos Andressa Spak de Oliveira, Bruna Izabele Gabardo e Gabriel Predabon Gabrielli do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná,

MOSTRAR MAIS

Disponível em <https://youtu.be/4LWBLV-kOpo>

REFERÊNCIAS

- Apostilas de engenharia civil: **BASTOS**, Paulo Sergio Dos Santos. Disponíveis em: <http://www.pfeb.unesp.br/pbastos/>
- Software: **SKETCHUP** - <https://www.sketchup.com/>

Narração do vídeo – Bruna Izabele Gabardo

Esta é a apresentação da Fish Tower, proposta de estrutura vertical para criação de organismos aquáticos desenvolvida pelos acadêmicos Andressa Spak de Oliveira, Bruna Izabele Gabardo e Gabriel Predabon Gabrielli do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, especialmente para disciplina de piscicultura ministrada pelo professor doutor Antonio Ostrenky. Maiores detalhes e informações poderão ser encontrados na página <https://qia.org.br/portal/trabalhos-academicos/>

Música: Let it go – The Piano Guys