

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN  
GRADUAÇÃO EM DESIGN



# JARDIM FLUTUANTE MODULAR

## PARA TRATAMENTO NATURAL DE ÁGUAS CONTAMINADAS



AUTOR: KHELVIN GLEYK GUIMARÃES PEREIRA

ORIENTADOR: ITAMAR FERREIRA DA SILVA

CAMPINA GRANDE, JULHO DE 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN  
GRADUAÇÃO EM DESIGN



# JARDIM FLUTUANTE MODULAR

## PARA TRATAMENTO NATURAL DE ÁGUAS CONTAMINADAS

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO APRESENTADO AO CURSO DE  
DESIGN DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE,  
COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE BACHAREL  
EM DESIGN, COM HABILITAÇÃO EM PROJETO DE PRODUTO.

AUTOR: KHELVIN GLEYK GUIMARÃES PEREIRA

ORIENTADOR: ITAMAR FERREIRA DA SILVA

CAMPINA GRANDE, JULHO DE 2018.

# Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais que formaram o homem que sou hoje e minha amada esposa que me faz um homem melhor a cada dia.

# Agradecimentos

Agradeço à Deus pelo dom da vida e pela sua infinita misericórdia que nos dá forças para lutarmos dia após dia.

Serei sempre grato ao meu orientador Itamar Ferreira por acreditar no projeto e me dar forças em momentos em que até eu mesmo duvidei, não poderia pedir melhor orientador, se hoje posso realizar este sonho é graças ao seu apoio, a ele, meu eterno OBRIGADO!

À maravilhosa professora Cleone, tanto pelas excelentes aulas e conselhos quanto pelos gritos e xingamentos, sem dúvidas é um anjo para o departamento.

Aos preciosos mestres que pacientemente nos cederam um pedaço de seu conhecimento, sempre levarei em meu coração os preciosos exemplos de professores e profissionais, vocês mudam vidas todos os dias.

Aos meus grandes amigos que fiz durante a graduação, os levarei em meu coração por toda a minha vida.

À minha esposa, Nayara Ingrid, que esteve ao meu lado desde o início desta jornada, me dando apoio incondicional, não me deixando desistir e apostando que um dia iria conseguir, apenas uma das qualidades que me faz amá-la cada vez mais.

“Quando a última árvore tiver caído,  
quando o último rio tiver secado,  
quando o último peixe for pescado,  
é que o homem vai entender que dinheiro não se come.”  
Cacique Seattle **(1855)**.

## Resumo

Este relatório descreve o desenvolvimento de um Jardim Flutuante Modular, tendo em vista que não existem opções industriais disponíveis na maior parte do mundo. Portanto, este projeto visa industrializar um produto que há muito vem sendo produzido de forma improvisada. Foi relatada toda a pesquisa teórica necessária para entender de forma ampla toda a dimensão do problema, bem como a devida análise destes dados coletados para elaboração das diretrizes mais assertivas possível. Também foram elaboradas variações de soluções, sendo estas filtradas e melhoradas ao longo do processo de criação. Em seguida, foi apresentado a viabilidade técnica de fabricação do produto, assim como montagem e exemplo de como o produto se apresenta no ambiente proposto. Ao final, foram consideradas as conclusões referentes a todo o processo bem como sugestões para trabalhos futuros.

**Palavras-Chave:** Poluição; Jardim Flutuante; Módulo; Tratamento.

## Lista de figuras

Figura 1: Vista aérea da lagoa .....	12
Figura 2: Vista aérea da .....	12
Figura 3: Vista aérea do Açude Velho.....	13
Figura 4: Detalhe da poluição na .....	14
Figura 5: Despejo indevido de esgoto na Lagoa Rodrigo de Freitas. ....	14
Figura 6:Homem pescando no Açude Velho. ....	15
Figura 7: Exemplo de Jardim Flutuante na China. ....	15
Figura 8: Despejo irregular de água salobra em lagos urbanos. ....	19
Figura 9: Trabalhadores removendo lixo da superfície de um lago. ....	21
Figura 10: Aerador oxigenando lago. ....	21
Figura 11: flutuadores para barragem de óleo derramado. ....	21
Figura 12: Esquema funcional de ilha flutuante artificial.....	22
Figura 13: Esquema estrutural de ilha flutuante artificial.....	22
Figura 14: projeto de jardim flutuante tipo Ilha.....	24
Figura 15: Projeto de ilha flutuante tipo Sintético. ....	24
Figura 16: projeto de ilha flutuante tipo Jangada. ....	25
Figura 17: Projeto de ilha flutuante tipo Conjunto. ....	25
Figura 18: Esquema de funcionamento do projeto Grow on Us.....	26
Figura 19: Garrafas plásticas usadas na flutuação. ....	26
Figura 20: Imagem lateral do produto Grow on Us. ....	27
Figura 21: Equipe erguendo a estrutura ainda vazia.....	27
Figura 22: Equipe movendo o produto de local. ....	27
Figura 23: Equipe realizando a manutenção. ....	27
Figura 24: Estrutura sendo posta no rio. ....	27
Figura 25:Flutuador Náutico sendo utilizado. ....	28
Figura 26:Flutuador Náutico montado. ....	28
Figura 27: Detalhe do um dos tipos de encaixe do Flutuador Náutico.....	28
Figura 28:Boia Salva-vidas. ....	29
Figura 29: Boia recreativa customizada. ....	29
Figura 30: Embarcação fabricada em fibra de vidro. ....	29
Figura 31: Tecido de fibra de vidro.....	30
Figura 32: Tapede em EVA.....	30
Figura 33: Placas de EPS Isopor de diferentes densidades. ....	31
Figura 34: Boias em polietileno coloridas. ....	31
Figura 35: "Macarrões" em Polietileno. ....	31
Figura 36: Sistema de ancoragem utilizando 3 pesos para embarcações. ....	32
Figura 37: Sistema de ancorassem por peso com apenas um ponto de conexão. ....	32

Figura 38: Abaixo, sequência de composições de formas modulares, sendo 04 formas geométricas e 10 formas orgânicas.....	37
Figura 39: Formas básicas selecionadas, respectivamente, hexágono, pentágono, forma orgânica 03 e forma orgânica 08.....	41
Figura 40: Instrumentalização da figura orgânica 03.....	41
Figura 41: Instrumentalização da figura orgânica 08.....	41
Figura 42: Primeiro conceito elaborado.....	42
Figura 43: Composições com mockups da forma Hexágono.....	43
Figura 44: Segundo conceito elaborado.....	44
Figura 45: Composições com mockups da forma Pentágono.....	45
Figura 46: Terceiro conceito elaborado.....	46
Figura 47: Composições com mockups da forma Orgânica 03.....	47
Figura 48: Composições com mockups da forma orgânica 04.....	47
Figura 49: Quarto conceito elaborado.....	48
Figura 50: Composições com mockups da forma orgânica 08.....	49
Figura 51: Conceito hexágono.....	50
Figura 52: Conceito pentágono.....	50
Figura 53: Conceito Orgânica 04.....	51
Figura 54: Conceito Orgânica 09.....	51
Figura 55: Corte do mockup com detalhe para o encaixe cesta para insumos.....	53
Figura 56: Mockup do produto.....	53
Figura 57: Abraçadeira plástica reutilizável.....	53
Figura 58: Parafuso M6 de Nylon.....	53
Figura 59: Molde de gesso da carenagem.....	54
Figura 60: Molde de gesso da cesta de insumos.....	54
Figura 61: Representação do corte do flutuador em um "espaguete" de piscina.....	54
Figura 62: Perspectiva explodida do módulo.....	55
Figura 63: Módulo montado.....	55
Figura 64: Corte do produto mostrando esquema de plantio.....	55
Figura 65: Cores retiradas de fotografia da lagoa Rodrigo de Freitas.....	56
Figura 66: Perspectiva explodida.....	57
Figura 67: Esquema representando sistema de ancoragem com nível do lago alto.....	61
Figura 68: Corda amarrada na conexão externa do módulo.....	61
Figura 69: Esquema representando sistema de ancoragem com nível do lago baixo.....	61
Figura 71: Simulação de aplicação de composição com dois grupos de 3 módulos.....	62
Figura 70: Simulação de aplicação de composição com 3 módulos.....	62
Figura 72: Simulação de aplicação da composição em formação circular.....	63
Figura 73: Simulação de aplicação de composição em formação cruzada.....	63



# Sumário

1	Considerações Iniciais .....	12
1.1	Introdução .....	12
1.2	Problemas .....	14
1.3	Objetivos .....	16
1.3.1	Objetivo Geral .....	16
1.3.2	Objetivos Específicos .....	16
1.4	Justificativa .....	16
2	Levantamento e Análise de Dados .....	19
2.1	Poluição.....	19
2.2	Soluções Para a Poluição dos Corpos Hídricos .....	21
2.2.1	Jardins Purificadores .....	22
2.2.2	Tipos de jardins flutuantes .....	24
2.2.3	Análise detalhada do similar escolhido.....	26
2.3	Sistemas de flutuação .....	28
2.3.1	Flutuadores pela forma .....	28
2.3.2	Flutuadores pelo Material.....	30
2.4	Sistema de ancoragem .....	32
2.4.1	Ancoragem por peso .....	32
2.5	Conclusões Parciais.....	33
2.6	Requisitos e Parâmetros .....	34
3	Desenvolvimento .....	36
3.1	Formas iniciais e agrupamentos .....	37
3.2	Seleção das propostas .....	41
3.3	Estudos com Mockups: Geração de conceitos .....	41
3.3.1	Hexágono.....	43
3.3.2	Pentágono .....	44
3.3.3	Orgânica 04 .....	46
3.3.4	Orgânica 09.....	48
3.4	Análise comparativa dos conceitos .....	50

4	Projeto .....	53
4.1	Mockups.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.2	Materiais e Processos .....	54
4.3	Montagem .....	55
4.4	Estudo cromático.....	56
4.5	Detalhamento técnico .....	57
4.6	Ancoragem.....	61
4.7	Produto no Ambiente .....	62
4.8	Recomendações.....	64
5	Considerações Finais.....	66
6	Referências .....	68

The page features a decorative border at the bottom consisting of several horizontal, wavy lines in a dark blue color. The lines have a slightly textured, hand-drawn appearance.

# Considerações Iniciais

# 1 Considerações Iniciais

## 1.1 Introdução

As primeiras cidades nasceram ao longo de rios e lagos, onde se encontrava água de forma abundante, sendo necessárias grandes obras para dominá-la, como na Mesopotâmia ou Egito. Com o desenvolvimento das sociedades, aumento da população e por consequência, maior demanda de recursos naturais, a ocupação urbana e a intensificação do uso do solo agravaram os problemas da gestão das águas nas cidades, no que diz respeito ao abastecimento e principalmente, degradação e esgotamento.

Com o crescimento populacional, outras fontes de abastecimento de água foram utilizadas, formando então os chamados “lagos urbanos”, corpos hídricos que outrora abasteciam a população, mas hoje são cartões postais e patrimônio histórico de suas cidades, oferecendo diversas atividades tanto em seu interior, quando possível, quanto em seu entorno, como prática de esportes, apresentações culturais e comércio. Muitos destes lagos tornaram-se referenciais para suas cidades, a exemplo da Lagoa Rodrigo de Freitas Figura 1) na cidade do Rio de Janeiro-RJ, a Lagoa da Pampulha (Figura 2) situada na cidade de Belo Horizonte-MG.

Em regiões no semiárido brasileiro sem uma quantidade necessária de recursos hídricos ou de baixa pluviometria, para combater a seca, foi instaurada uma política de açudagem. Como fala Assunção e Livingtone (1993) os açudes projetados obedeciam um modelo em comum, concentrando-se quase que exclusivamente em aspectos de engenharia da barragem, deixando de lado aspectos econômicos, que foram incorporados lentamente após suas construções. Assim, os principais usos dos corpos hídricos dos açudes podem ser



Figura 1: Vista aérea da lagoa Rodrigo de Freitas.



Figura 2: Vista aérea da Lagoa da Pampulha.

divididos nas seguintes categorias: a) irrigação de culturas; b) pecuária; c) abastecimento de água da população; d) criação de peixes, geração de eletricidade e turismo; e) perenização de rios; f) reserva de água de última instância.

A princípio, açudes projetados em áreas urbanas tinham como objetivo o abastecimento hídrico da população que vivia em seu entorno. Com o crescimento populacional e aumento da demanda de recursos hídricos, estes açudes foram perdendo sua função principal. Grande parte deles acabaram sendo poluídos com resíduos sólidos, ou até destino de águas pluviais, como no caso do Açude Velho, situado na cidade de Campina Grande–PB (Figura 3).

Como fala Ghilardi e Duarte (2006) o descuido com cursos d'água nas cidades, em especial os que ainda não são canalizados, faz com que a própria população gere desapego e rejeição a essas águas. Algumas soluções aplicadas pelos administradores destas cidades visam suprimir estas águas, por meio de canalizações e aterramentos, fa-



Figura 3: Vista aérea do Açude Velho na cidade de Campina Grande – PB.

zendo com que estes corpos d'água sejam não só apagados da paisagem como do acervo simbólico e cultural do ambiente urbano (SEABRA, 1987). De acordo com Fagundes (2014), essa naturalização é fruto da falta de uma imaginação alternativa para resolver os problemas dos rios nas cidades, que se encontram, na maioria das vezes, degradados, sujos, fétidos, criando representações negativas sobre eles. Este mesmo cenário se repete para os açudes urbanos, que além de serem importantes elementos de drenagem, sujeitos a degradação, fazem parte da paisagem urbana como cartão postal e área de convívio e lazer.

## 1.2 Problemas

O art. 3º, inciso III da Lei Federal 6.938/81 da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) define poluição como:

[...] a degradação da qualidade ambiental, resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, art.3).

Apesar da grande importância dos lagos urbanos para as cidades, diretamente relacionadas ao desenvolvimento econômico e sociocultural da população, estes corpos sofrem alterações a depender da necessidade da civilização. Porém, o mal planejamento referente a este progresso com relação aos cuidados dos recursos naturais, provocam uma degradação dos mesmos, inclusive os corpos hídricos urbanos (Figuras 4 e 5).

Esta degradação inerente à falta de planejamento de urbanização, gera consideráveis impactos negativos, como a diminuição ou até mesmo remoção da cobertura vegetal, impermeabilização da área, acúmulo de diversos resíduos, mortandade da fauna e flora local, entre outras. Em áreas urbanas, as redes de drenagem são as maiores responsáveis pelo despejo de cargas poluidoras de inúmeras origens, que variam a depender de características inerentes ao ambiente como forma de uso, ocupação do solo, densidade populacional ou até mesmo estação do ano ou topografia.

A contaminação da água, do solo, das plantas e dos animais que vivem perto dos corpos hídricos poderá também contaminar os residentes que por ventura consumirem qualquer alimento proveniente daquele ambiente. É comum que peixes que ali sobrevivem sejam



Figura 4: Detalhe da poluição na Lagoa da Pampulha.



Figura 5: Despejo indevido de esgoto na Lagoa Rodrigo de Freitas.

pescados e sirvam tanto de alimento para os pescadores quanto de mercadoria para comércio.

Segundo PEREIRA (2004) As doenças podem variar a depender dos materiais presentes na água, as mais incidentes são Itai-itai ( vindo do Cádmio), fluorose (através do Fluoreto), doenças renais (proveniente do Mercúrio), alterações dos processos metabólicos, problemas respiratórios e dermatites (provenientes do Níquel), complicações no sistema nervoso, sanguíneo e também renal (por ingerir peixes contaminados com chumbo), entre outras enfermidades graves. na Figura 6 há um exemplo de atividade comum em lagos urbanos, a pescaria, muitas vezes proibida devido ao grande risco de saúde que pode ser acarretado.

Figura 6: Homem pescando no Açude Velho.



Frente a problemas relacionados às águas contaminadas, uma forma de tratamento que está sendo desenvolvido é o chamado “jardim Flutuante”, que consiste no plantio de algumas vegetações específicas cujas raízes em contato com a água, realizam o tratamento de sua contaminação de forma natural. Alguns modelos já apresentam resultados positivos, a exemplo do projeto *Grow on us* em Nova Iorque. Segundo Bessie (2015) conseguiu despoluir o rio mais contaminado do país através do Jardim Flutuante, assim como na cidade de Hong Kong, na China (Figura 7) que revitalizou toda uma área poluída, transformando-a em uma área de lazer.



Figura 7: Exemplo de Jardim Flutuante na China.

Contudo, estas soluções utilizam materiais industriais que não são destinados para o uso, como garrafas plásticas, tubos diversos, alguns materiais naturais como o bambu, entre outros. Mas o processo de fabricação é rudimentar, não há um projeto estrutural bem resolvido resultando em um produto de baixo ciclo de vida útil, tornando-o instável, com baixo apelo estético a não ser pela beleza natural da própria vegetação, que por vezes se perdem quando apresentadas em estruturas artesanais, passando a impressão que irão naufragar a qualquer momento.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver jardim flutuante modular que permita o cultivo de plantas hidrófilas para realização de descontaminação de corpos hídricos urbanos.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Preservar a vida aquática, favorecendo o desenvolvimento da fauna e flora.
- Favorecer processos naturais de purificação da água.
- Melhorar a qualidade do ambiente dos corpos hídricos urbanos.
- Melhorar a qualidade de vida dos habitantes.

## 1.4 Justificativa

Este projeto se justifica pela necessidade de se desenvolver um produto com aspectos ergonômicos, estruturais e funcionais bem resolvidos para possibilitar um tratamento da poluição dos lagos urbanos de forma mais eficiente, realizando um estudo mais aprofundado de materiais mais adequados e melhores pesquisas sobre técnicas de fabricação, implementação e manutenção mais eficientes.

A qualidade de vida de uma população está diretamente ligada ao saneamento básico, lagos urbanos contaminados colocam em risco a saúde de toda a população, que não só residem em seu entorno como também os que frequentam seu espaço. Tais situações de poluição em um ambiente central de uma grande cidade, são grandes responsáveis pela proliferação de várias doenças em meio a população. O desenvolvimento de uma estrutura que permita o tratamento destas águas poderá promover uma melhora significativa na saúde pública e no bem-estar social.

Infelizmente, a falta de planejamento urbano em desenvolvimento de infraestrutura, acarretou



sérios problemas sobre a devida drenagem de águas e dejetos produzidos pela população, agravando ainda mais os problemas relacionados à poluição de seus corpos hídricos, que não recebem a devida atenção levando em conta o grau de impacto que seu estado acarreta em toda a população, principalmente dos que moram em sua proximidade.

Para tanto, soluções que partam diretamente dos civis, são vistas em uma tentativa de minimizar ou extinguir estes problemas. Porém, apesar da boa intenção, a falta de Design em seus projetos acarretam em produtos deficientes, em vários aspectos, estruturas visivelmente artesanais, muitas vezes frágeis, sistemas de flutuação ineficientes, utilizando materiais de outros fins como garrafas pet, onde juntamente com um processo manual de fabricação sem grande destreza acaba por falhar em sua função em determinado momento.

É necessário desenvolver um projeto de produto que leve em considerações todos os aspectos objetivos e subjetivos para que não haja apenas uma melhor otimização de desempenho de função como garantir uma aplicabilidade global.

A falta de apelo estético no produto também é um grande problema. É necessário dar um visual mais atrativo não apenas ao produto isoladamente, mas também ao corpo hídrico, levando em considerações princípios básicos da Gestalt, como explica Kohler (1980), observando conceitos da “boa forma” como Semelhança, Unidade, Simplicidade, etc.

Com estas contribuições poderá haver o incentivo do aumento do número de novos visitantes, aumento da fauna e flora do ambiente, ao passo que atrairá aves de várias espécies e promoverá uma maior diversidade da vida local.



# Levantamento e Análise de Dados

## 2 Levantamento e Análise de Dados

Para que o projeto possa ser realizado, foi necessário um maior aprofundamento sobre os problemas que se pretende resolver, pesquisar a maioria dos componentes que compõem as águas poluídas das grandes cidades, para que se compreenda o quadro do ambiente em que o produto será inserido, informações mais detalhadas de como as soluções já usadas para minimizar este problema são utilizadas, materiais já utilizados e novas opções que possam torná-lo mais eficiente, estrutural e funcionalmente.

### 2.1 Poluição

Segundo informações do Instituto Trata Brasil de 2007, no mundo 2,4 bilhões de pessoas vivem sem saneamento adequado e 7 pessoas morrem por minuto por ingerir água insalubre. O Brasil também possui dados preocupantes, ocupamos a 112ª posição num ranking de saneamento entre 200 países, mais da metade da população brasileira não têm acesso à coleta de esgoto, 4 milhões de brasileiros ainda não têm acesso a banheiro, 3.500 piscinas olímpicas de esgoto são despejadas em rios, mares, e cursos d'água brasileiros diariamente e apenas 38,7% dos esgotos gerados são tratados.



Figura 8: Despejo irregular de água salobra em lagos urbanos.

Como afirma PEREIRA (2004), estas fontes de poluição podem ser determinadas a partir de um certo grau de poluição no corpo hídrico atingido, que é mensurado através de características **químicas, físicas e biológicas** das impurezas existentes, que por sua vez, são identificadas por parâmetros de qualidade das águas. De uma maneira geral, as características físicas são analisadas sob o ponto de vista de sólidos (suspensos, coloidais e dissolvidos na água), gases e temperatura. As características químicas, nos aspectos de substâncias

orgânicas e inorgânicas e as biológicas sob o ponto de vista da vida animal, vegetal e organismos unicelulares.

Na poluição do tipo Química, dois tipos de poluentes o caracterizam: a) **Biodegradáveis**, que são produtos químicos que ao final de um tempo, são decompostos pela ação de bactérias; b) **Persistentes**, que são produtos químicos que se mantêm por longo tempo no meio ambiente e nos organismos vivos. Estes poluentes podem causar graves problemas como a contaminação de alimentos, peixes e crustáceos. A exemplo o DDT (diclodifenitricloroetano), o mercúrio, etc.

Já na poluição do tipo Física, caracterizada pelo tipo de poluição que altera as características físicas da água, suas principais variações são: a) **Poluição Térmica**, que decorre do lançamento nos rios da água aquecida usada no processo de refrigeração de refinarias, siderúrgicas e usinas termoelétrica; b) **Poluição por resíduo sólido**, estes podem ser sólidos suspensos, coloidais ou dissolvidos. Em geral podem ser provenientes de ressuspensão de fundo devido à circulação intensa da água, provenientes de esgotos industriais e domésticos e da erosão de solos carregados pelas chuvas ou erosão das margens.

Ainda há a poluição do tipo biológica, mais diversificada, onde ocorre a contaminação por organismos patogênicos existentes nos esgotos, podendo conter: a) **bactérias**: Provocam infecções intestinais epidêmicas e endêmicas (febre tifóide, cólera, shigelose, salmonelose, leptospirose); b) **vírus**: Provocam hepatites e infecções nos olhos; c) **protozoários**: Responsáveis pelas amebiasises e giardíases; d) **vermes**: Provocam esquistossomose e outras infestações;

Segundo CARVALHO (2008), o grande volume de esgotos proveniente das áreas urbanas, lançados “in natura”, ou seja, sem tratamento algum, é o principal responsável pela poluição dos cursos d’águas superficiais. A água de esgoto possui muitas impurezas, tais como resíduos do corpo, sabões, restos de comida, elementos químicos provenientes de processos industriais, entre outras substâncias orgânicas biodegradáveis e

segundo CAMARGO & PEREIRA (2003) altera a turbidez, a cor, o pH, a condutividade elétrica, aumentando a concentração de amônia e promovendo a liberação do metano e do gás sulfídrico, a que se deve o odor desagradável dos esgotos.

Estes problemas geram grandes despesas para a administração pública, onde muitas vezes realizam uma limpeza superficial, removendo apenas os resíduos sólidos presentes na camada superior dos lagos urbanos, porém, sem sanar o real cerne do problema.

## 2.2 Soluções Para a Poluição dos Corpos Hídricos

Em vários lugares no mundo, soluções são buscadas para minimizar os impactos gerados através da poluição das águas dos lagos urbanos, os compostos sólidos que normalmente se aglomeram na superfície do corpo hídrico, são removidos manualmente por uma peneira ou cesto, contudo, pouco pode ser feito com as substâncias diluídas na água (Figura 9).

Para manter as mínimas condições necessárias de vida no ambiente, são utilizados alguns aeradores, que servem para incorporar oxigênio na água, que misturada torna-se homogênea, evitando que a maioria dos gases tóxicos não se acumulem no fundo do lago, na tentativa de evitar a morte dos peixes (figura 10).

Em casos emergenciais, como derramamento de óleo em superfícies fluviais, algumas medidas imediatas são tomadas para que os danos sejam controlados e minimizados, como a instalação de barragens flutuantes que impedem que o material derramado se espalhe, até que posteriormente estas substâncias possam ser removidas definitivamente da água. Estas barragens são modulares, onde sua extensão possa ser determinada a depender da área a ser coberta.



Figura 9: Trabalhadores removendo lixo da superfície de um lago.



Figura 10: Aerador oxigenando lago.



Figura 11: flutuadores para barragem de óleo derramado.

## 2.2.1 Jardins Purificadores

Algumas estruturas são fabricadas, mesmo que de forma improvisada ou rudimentar, para realizar tratamentos naturais para purificação de águas poluídas, tratam-se de jardins flutuantes que desempenham a função de proporcionar o plantio de plantas hidrófilas que se alimentam de microrganismos presentes em águas contaminadas. Sua estrutura basicamente consiste em um sistema flutuador, que dará a sustentação do plantio sobre a água, espaço interno com abertura inferior para passagem das raízes e um substrato resistente à água e que possibilite o plantio e crescimento da planta. Normalmente se utiliza a fibra de coco, que oferece as condições ideais para plantio em contato constante com a água.

Além destes substratos, alguns adubos ou fertilizantes naturais também podem ser utilizados para garantir uma boa saúde das plantas.

Algumas plantas chamadas hidrófilas sobrevivem em ambientes com bastante água, com suas raízes totalmente submersas, estas plantas absorvem nutrientes presentes na água, em uma espécie de simbiose, a

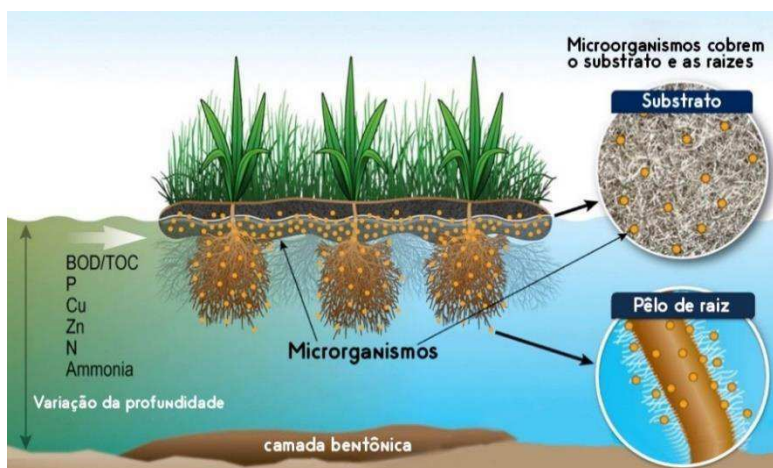
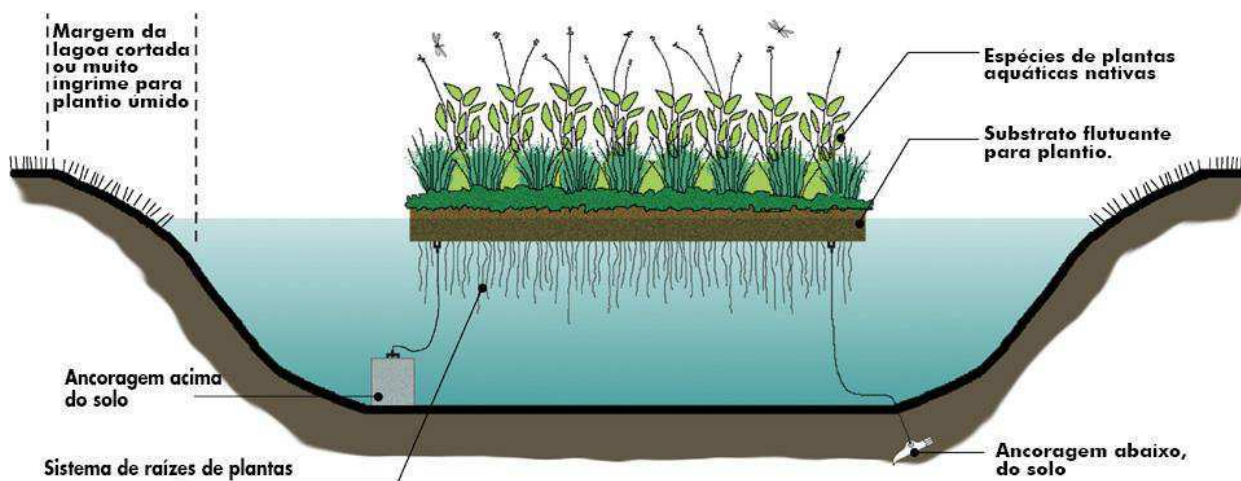


Figura 12: Esquema funcional de ilha flutuante artificial.

Figura 13: Esquema estrutural de ilha flutuante artificial.



água sempre mantém seu estado de limpidez enquanto a planta garante seus nutrientes.

Na construção dos jardins flutuantes, esta associação é aproveitada para a purificação da água, é criada uma estrutura que permita o plantio de espécies hidrófilas tendo suas raízes total contato com a água que, se alimentará de suas impurezas.

Como alguns jardins cobrem uma área significativa, conseqüentemente a incidência de luz solar e oxigenação são reduzidas, em conversa com profissionais da área foi recomendado aberturas de pequenas áreas entre os jardins, para suprir esta necessidade.

VYMAZAL (2011), evidencia a importância da utilização das plantas aquáticas em processos de decomposição microbiana da matéria orgânica, embora apenas algumas espécies sejam capazes de se adaptar ao novo sistema. ROCHA (2013), resume o papel das plantas aquáticas no quadro 1.

Quadro 1: Principais papéis das *macrófitas* no tratamento de jardins flutuantes.

Propriedade da macrófita	Papel no processo de tratamento
Tecido aéreo da planta	Atenuação da luz - redução do crescimento da fotossíntese
	Influência de microclima - isolamento durante o inverno
	Redução da velocidade do vento - risco reduzido de ressuspensão
	Aparência agradável estética do sistema
	Armazenamento de nutrientes
Tecido da planta na água	Filtragem - filtra resíduos grandes
	Velocidade de corrente reduzida - aumento da taxa de sedimentação, risco reduzido de ressuspensão
	Excreção de oxigênio na fotossíntese - aumento da degradação aeróbia
	Captação de nutrientes
	Fornecimento de superfície para ligação perifíton
Raízes e rizomas no sedimento	Estabilização da superfície do sedimento - menos erosão
	A prevenção da obstrução média em sistemas de fluxo vertical
	Fornecimento de superfície para crescimento bacteriano
	A liberação de oxigênio aumenta a degradação (e nitrificação)
	Captação de nutrientes

Fonte: adaptado de ROCHA (2013)

## 2.2.2 Tipos de jardins flutuantes

Como não há uma regulamentação ou um padrão para este produto, são encontrados tipos das mais variadas formas e materiais, entretanto é possível separá-los em classes onde compartilham algumas características entre si. São elas:

### - Tipo A: Ilha

**Sistema de flutuação:** Tubo flexível recheada com garrafas de plástico.

**Material:** Plásticos.

**Sistema de plantio:** Planta diretamente sobre a água com suporte de rede de plástico.

**Pontos positivos:** Fabricação simples, facilidade em modificar dimensionamentos a depender da necessidade.

**Pontos negativos:** Não aparenta ter vida útil prolongada, planta não possui substratos que garantam as melhores condições de crescimento.

Figura 14: projeto de jardim flutuante tipo Ilha.



### -Tipo B: Sintético

**Sistema de flutuação:** A própria estrutura formada por um polímero que permite a flutuação.

**Material:** polímero

**Sistema de plantio:** A estrutura possui furos para inserção de substratos e mudas de plantas.

**Pontos positivos:** oferece um tempo de vida útil mais prolongado que os demais, possui uma variedade formal bastante diversificada, aparenta ser bastante resistente a intempéries e possui alta capacidade de sustentação.

**Pontos negativos:** Possui valor elevado, alto custo de produção de moldes.



Figura 15: Projeto de ilha flutuante tipo Sintético.



### - Tipo C: Jangada

**Sistema de flutuação:** Madeira/bambu

**Material:** Madeira/bambu

**Sistema de plantio:** Fibras naturais e adubos nos espaços entre os troncos.

**Pontos positivos:** Fabricação simples, facilidade em ampliação posterior caso necessário.

**Pontos negativos:** Não aparenta ter vida útil prolongada, não oferece as melhores condições de espaço para o desenvolvimento da planta.

Figura 16: projeto de ilha flutuante tipo Jangada.



### -Tipo D: Conjuntos

**Sistema de flutuação:** Bolsas de garrafas plásticas submersas.

**Material:** Canos de condução de esgoto do próprio rio.

**Sistema de plantio:** Fibras e fertilizantes naturais.

**Pontos positivos:** melhor organização entre os módulos, possibilita aplicação de unidades para funções distintas a depender da necessidade.

**Pontos negativos:** implementação e manutenção difíceis.



Figura 17: Projeto de ilha flutuante tipo Conjunto.

Analisando as características visuais e pontos positivos, observamos que o produto do tipo **D** se destaca dos demais, aparenta ter uma melhor relação custo x benefício, dando uma maior sensação de estabilidade. O fato de se apresentar com módulos, amplia as possibilidades e montagens do produto a depender da necessidade e do ambiente, permite também a utilização de espécies distintas de plantas que cumpram suas funções específicas sem que sofra interferências por dividir espaços com outras espécies, por estas razões, decidiu-se realizar análises mais aprofundadas sobre estrutura, funcionalidade e

usabilidade, buscando características que possam ser aproveitados ou melhorados no desenvolvimento dos conceitos.

### 2.2.3 Análise Detalhada do Similar Escolhido

Com objetivo de entender melhor o Jardim escolhido, foi realizada uma análise nos seus aspectos funcionais, estruturais e de usabilidade, extraindo seus pontos positivos e negativos.

**Sistema Funcional:** Estando os tubos parcialmente submersos, a planta é posicionada como mostra a Figura 18, cada espécie em seu respectivo módulo, suas raízes que ficam abaixo do nível da superfície do lago passam a filtrar e absorver os microrganismos presentes na água.

Cada espécie possui uma atribuição distinta no processo, podendo ser divididas em dois grandes grupos, “limpadoras” que realizam efetivamente a descontaminação da água e as “produtoras” que, apesar de em um nível mais baixo, também realizar a descontaminação, promovem uma importante diversidade da fauna, além de contribuir com a estética do produto/ambiente. Daí a necessidade de separação para uma distribuição e disposição dos módulos de forma mais adequada a depender das necessidades do corpo hídrico.

**Sistema Estrutural:** O produto apresenta uma estrutura em madeira semelhante a uma gaiola, unidas por pregos e chapas metálicas, que passam maior segurança quanto à estruturação, preenchida por tonéis plásticos que por sua vez são preenchidos por garrafas plásticas, auxiliando em sua flutuação.

Figura 18: Esquema de funcionamento do projeto Grow on Us.



Figura 19: Garrafas plásticas usadas na flutuação.



O produto aparenta apresentar uma área de plantio de aproximadamente 50cm de diâmetro, podemos ter uma noção aproximada de alguns valores baseando-se na proporção do tamanho humano posicionados próximos ao produto nas imagens. Os tubos metálicos, bases para o plantio de todas as espécies hidrófilas, são os mesmos que outrora levavam o esgoto para o mesmo rio, estes por sua vez são fixados à estrutura por meio de parafusos e porcas. Apresentando um sistema de modularidade que se mostrou bastante eficiente para a organização e implementação do produto, onde o mesmo pode ser ampliado, reduzido ou ter algum módulo retirado para alguma manutenção pontual. Além das plantas, os tubos também oferecem suporte para utilização de alguns equipamentos como sistemas de captação de água potável através da decantação da água do rio que após sua evaporação é condensada e armazenada. Oferece também suporte para equipamentos de captação de energia solar, estes sistemas já possuem um isolamento próprio para impedir a entrada de água, os tubos servem apenas como suporte para as estruturas.

**Usabilidade:** Por se tratar de um produto de grandes dimensões, sua montagem e transporte são complexas e demanda utilização de outros equipamentos. O plantio é feito antes da implementação do produto na área, devido seu peso se faz necessário um pequeno guindaste para o posicionamento do produto. Uma vez na água, o acesso ao produto se dá de barco, permitindo apenas algumas pequenas manutenções pontuais. Como o produto não possui sistema de ancoragem, é possível movê-lo de forma simples apenas o puxando através de alguma amarração.



Figura 24: Estrutura sendo posta no rio.



Figura 20: Imagem lateral do produto Grow on Us.



Figura 21: Equipe erguendo a estrutura ainda vazia.



Figura 22: Equipe movendo o produto de local.



Figura 23: Equipe realizando a manutenção.

## 2.3 Sistemas de flutuação

Sistemas de flutuação desenvolvidos de forma muitas vezes artesanais podem não ser a melhor alternativa para soluções que visam uma aplicação em larga escala. Dentre os similares analisados, seus flutuadores eram notoriamente precários estruturalmente, reutilizando materiais não destinados para estes fins e esteticamente inferiores. Portanto, faz-se necessário estudar e entender a estrutura e funcionalidade dos flutuadores e seus sistemas oferecidos hoje no mercado.

Os sistemas flutuantes podem ser divididos em dois grandes grupos, os que exercem sua finalidade em função de sua configuração formal e os que o próprio material já é capaz de cumprir com sua finalidade, normalmente materiais que são menos densos que a água.

### 2.3.1 Flutuadores pela forma

Este tipo de flutuador comumente utiliza polímeros como material base, garantindo a flutuação através de sua conformação. Em sua maioria apresentam estruturas ocas onde o ar interno é vedado e garante que o objeto não irá submergir, porém com um limite de sustentação de peso, por vezes sendo necessária a utilização simultânea de mais de uma unidade do produto.

A exemplo do **flutuador de canos náuticos** (Figuras 26 e 27), fabricado em polímero por rotomoldagem, composto por duas partes que se unem através de um encaixe do tipo “macho e fêmea” e fixadas por união mecânica através de parafusos e porcas. Normalmente são utilizadas várias unidades em série para flutuação de tubulações.

Figura 25: Flutuador Náutico sendo utilizado.



Figura 26: Flutuador Náutico montado.

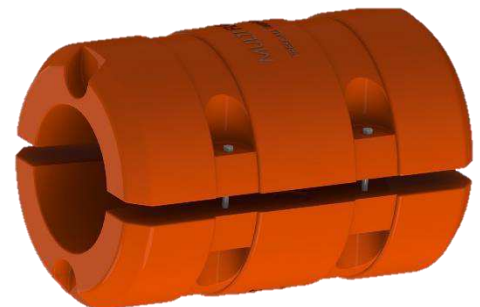


Figura 27: Detalhe do um dos tipos de encaixe do Flutuador Náutico.

Seguindo um princípio semelhante, as **boias salva-vidas** são fabricadas em polietileno, contudo, seu espaço interno é preenchido por poliuretano expandido, por vezes acompanhado por um cabo de polipropileno, tudo de acordo com as exigências da NORMAM 05 da Diretoria de Portos e Costas.



Figura 28: Boia Salva-vidas.

Há também os tipos de **boias recreativas**, possuindo uma vasta variedade de formas, tamanhos e cores, estas por sua vez são mais comumente fabricadas em PVC reforçado, o que facilita seu transporte e armazenagem quando não está em uso, por sua maleabilidade todo o ar interno que garante sua flutuação e sustentação de peso pode ser retirado para que se economize espaço.



Figura 29: Boia recreativa customizada.

Ao analisar sistemas de flutuação, um dos materiais mais utilizados entre **embarcações**, cujas estruturas tem por requisito serem leves e ao mesmo tempo resistentes, assim, o material mais comumente utilizado nestas estruturas é a **fibra de vidro**, que se constitui de um tecido ou aglomerado formado por filamentos extremamente finos de vidro, onde a princípio são bastante maleáveis, contudo, quando adicionado à algum tipo de resina (cristal, poliéster, etc), transforma-se em um composto chamado de PRFV (Polímero Reforçado com Fibra de Vidro), embora popularmente também é chamado de fibra de vidro.

Este material se destaca por seu relativo baixo custo, dando uma viabilidade financeira considerável, quando na forma de tecido, pode ser conformada sobre praticamente qualquer superfície



Figura 30: Embarcação fabricada em fibra de vidro.

facilmente, o que também passa uma excelente viabilidade técnica.

A estrutura pode ser inserida em qualquer ambiente, desde que aplicado o tratamento superficial adequado, para embarcações, após os devidos acabamentos mecânicos, como lixamento, é comum uma pintura utilizando uma tinta do tipo PU Náutico, por apresentar propriedades que além de apresentarem alto brilho e resistência a intempéries, são indicados para contato constante com água.



Figura 31: Tecido de fibra de vidro.

### 2.3.2 Flutuadores pelo Material

Alguns materiais são capazes de flutuar devido a sua composição, quando o mesmo apresenta uma densidade menor que da água, que é de  $997 \text{ kg/m}^3$ , podemos dizer que este material está mais leve que a água, logo ele flutuará. Há casos em que o material apresente uma densidade nominal superior à água, porém é capaz de flutuar a depender da combinação de alguns fatores, como existência de ar dentro do próprio material.

Outros materiais são utilizados como sistema de flutuação devido sua capacidade de suportar certa quantidade de carga, considerável tempo de vida útil devido sua capacidade de contato constante com a água sem que se percam suas propriedades.

O **EVA** (Espuma vinílica acetinada), é um bom exemplo de um material que por si só já possui as características de um bom flutuador, impermeável, flexível, quando configurado em uma espécie de tapete, sua área de contato com a superfície aquática cresce e também aumenta consideravelmente sua capacidade de suportar cargas mais pesadas.



Figura 32: Tapete em EVA.

O **EPS Isopor** (ou Poliestireno Expandido) é eficiente e flexível por se adaptar a diversas aplicações, colaborando decisivamente para os segmentos automotivo, de embalagens, da construção civil, entre tantos outros. Cada utilidade, claro, apresenta necessidades diferentes: seja maleabilidade, isolamento térmico ou acústico, estabilidade, resistência a impactos ou rigidez, para atender à cada uma dessas particularidades, há diversos tipos de EPS Isopor a depender de sua densidade.

Os mais comuns possuem uma razão de cerca de 98% de ar e apenas 2% de Poliestireno, fazendo com que este material seja um flutuador de alta capacidade embora seja necessário um acabamento superficial no material para garantir sua impermeabilidade e aumentar seu tempo de vida útil.

O **polietileno** também se apresenta como uma solução semelhante ao EPS isopor, embora não possua a mesma maleabilidade, alterar a sua forma após o processo de conformação industrial é bastante limitada, porém, seu material é ainda mais adequado à ambientes aquáticos, não sendo necessário qualquer tipo de acabamento superficial, é bastante comum em produtos de lazer para piscinas, sendo oferecidos em diversas cores e formas.



Figura 35: "Macarrões" em Polietileno.

Figura 33: Placas de EPS Isopor de diferentes densidades.



Figura 34: Boias em polietileno coloridas.

## 2.4 Sistema de ancoragem

Para impedir que o produto esteja à deriva, completamente vulnerável a qualquer mudança de direção que possa movê-lo, é importante utilizar algum sistema de ancoragem que garanta que o produto não se desloque para áreas indesejadas, mas também que não o deixe completamente imóvel, é interessante que possa ser delimitado um raio máximo de deslocamento, ampliando de forma controlada a área de atuação do produto.

### 2.4.1 Ancoragem por peso

Este tipo de ancoragem, apesar de pouco usual em comparação às ancoras mais tradicionais, possuem uma usabilidade interessante que se aplica melhor em leitos de menores dimensões, como os lagos urbanos, onde um peso juntamente a uma corrente ou corda prende o objeto na superfície, assim, a depender do comprimento desta corrente o objeto terá menos ou mais liberdade de movimento em determinada área.

Existem diferentes aplicações deste sistema de ancoragem por peso, sendo ele ligado a um ou mais pontos no objeto, que distribuem a força e tração, deixando-as mais equilibradas.

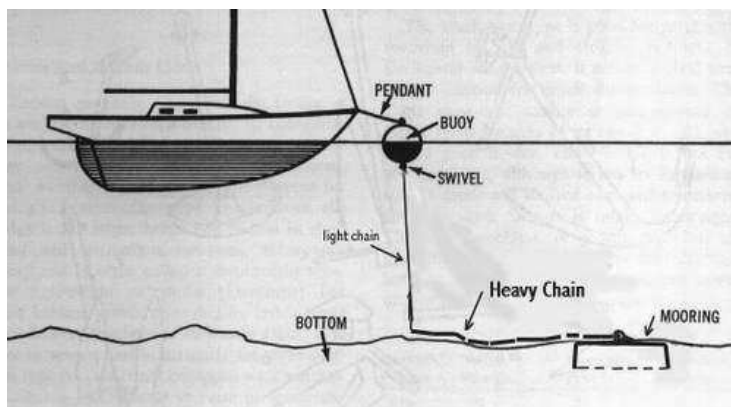


Figura 36: Sistema de ancoragem utilizando 3 pesos para embarcações.

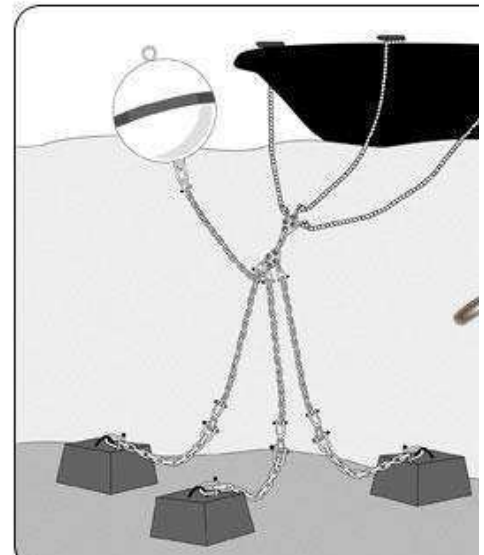


Figura 37: Sistema de ancoragem por peso com apenas um ponto de conexão.



## 2.5 Conclusões Parciais

A partir das análises, observamos que existe uma variação consideravelmente grande de jardins flutuantes, utilizados ao redor do mundo como uma opção bastante promissora no combate à poluição, porém, apesar da boa vontade, a produção destas soluções são em sua grande maioria de forma artesanal e pelo fato de serem desenvolvidos por profissionais de áreas distintas do design, muitos aparentam não desenvolverem um estudo mais aprofundado sobre formas mais eficientes de flutuação e aproveitamento de espaço.

É perceptível que o Design de Produto poderá trazer uma contribuição significativa para o desenvolvimento de um produto mais eficiente, no desenvolvimento de um produto que, além de ser bem resolvido em questões técnicas como durabilidade e funcionalidade seja atrativo e agradável visualmente.

Vemos também a necessidade de se conceber um produto de baixa complexidade, visando a ampliação de sua aplicação em qualquer ambiente, ter mais viabilidade técnica, para que possa ser mais facilmente desenvolvido por quem tenha interesse.

## 2.6 Requisitos e Parâmetros

Com todo o levantamento e análise de dados, foi possível estabelecer diretrizes para o desenvolvimento do projeto, são eles:

	Requisito	Parâmetro
<b>Material</b>	Utilizar material que garanta flutuação	Fibra de Vidro ou polietileno
<b>Fabricação</b>	Deve ser de fácil produção	Laminação de fibra de vidro
<b>Formal</b>	Permitir a formação de conjuntos	Utilizar conceito de modularidade
<b>Estrutural</b>	Permitir união entre partes	União mecânica por parafuso/porca de Nylon e abraçadeiras plásticas
<b>Usabilidade</b>	Deve ser de fácil manutenção	Peças de baixa complexidade
<b>Segurança</b>	Deve permitir ancoragem e pequena locomoção	Sistema de cordas de Nylon e pesos
<b>Funcional</b>	Deve utilizar sistema de plantio propício para ambientes aquáticos	Fibra de coco.
<b>Estética</b>	Apresentar princípios da boa forma	Conceitos da Gestalt



Desenvolvimento

### 3 Desenvolvimento

Nesta etapa, todas as informações adquiridas no levantamento e análise de dados que resultaram nos requisitos e parâmetros, serviram de diretrizes para a execução do projeto. Seguindo conceitos abordados por Wong (2010) e também diretrizes de projeto explicados por Baxter (2000), para o ponto de partida foram geradas várias formas que apresentam princípios de modularidade, tanto formas regulares quanto formas orgânicas, com isso, poderemos direcionar as soluções estruturais e funcionais em formas que já possam satisfazer os requisitos determinados para o projeto.

Em seguida, foram selecionadas 4 formas que visualmente se apresentam como soluções mais interessantes e para cada uma serão feitos mockups de isopor para explorarmos mais composições e variações de posição, para cada uma das formas será elaborado um conceito, sendo introduzindo todos os aspectos estruturais determinados pelas diretrizes do projeto, para então selecionarmos um conceito que se apresente como mais eficiente para que passe por uma fase de refinamento e posteriormente detalhamento técnico.

### 3.1 Formas iniciais e agrupamentos

Nesta etapa, selecionamos algumas formas idealizadas para que se possa compor um conjunto a partir de seu módulo básico (forma inicial), foram aplicadas algumas combinações para posteriormente decidirmos quais melhores se adequam as necessidades do projeto.

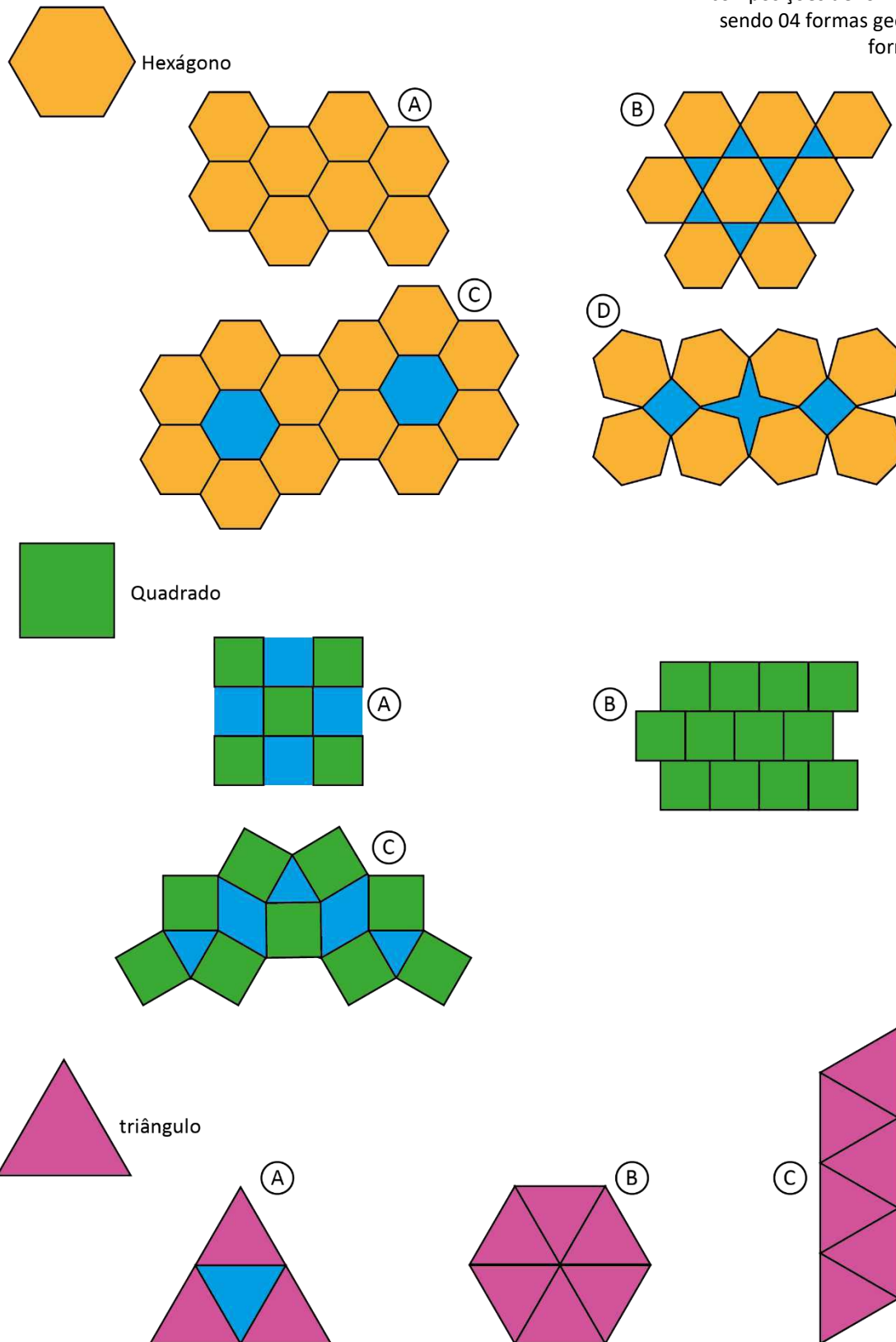
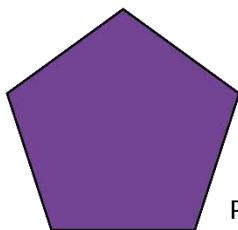
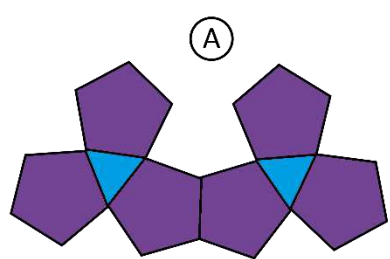


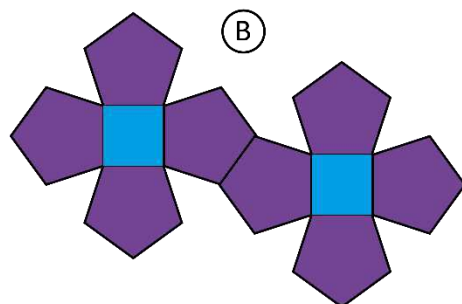
Figura 38: Abaixo, seqüência de composições de formas modulares, sendo 04 formas geométricas e 10 formas orgânicas.



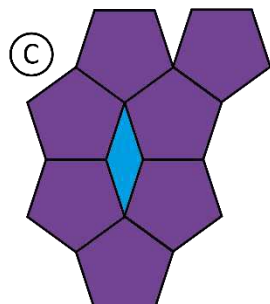
Pentágono



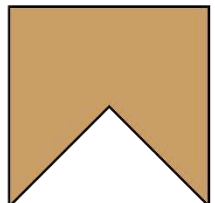
(A)



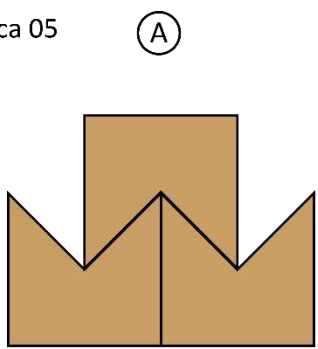
(B)



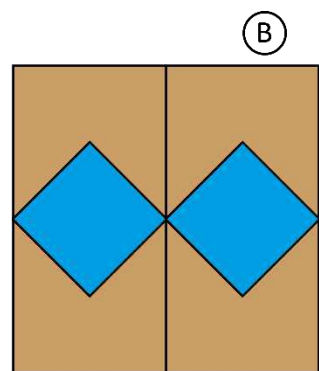
(C)



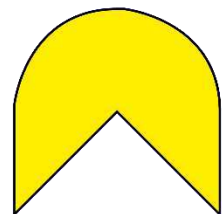
Geométrica 05



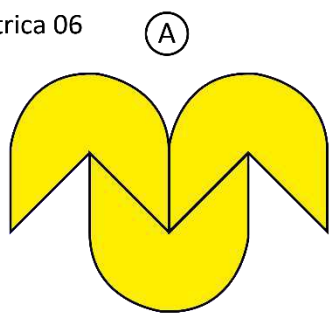
(A)



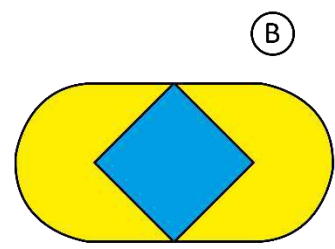
(B)



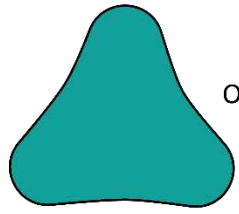
Geométrica 06



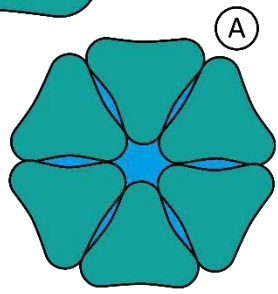
(A)



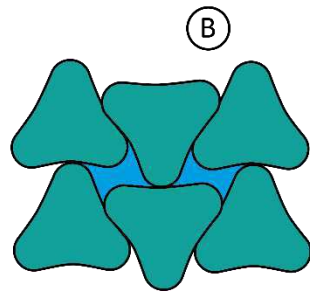
(B)



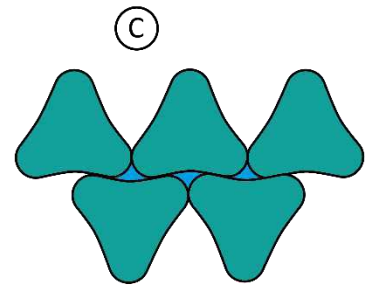
Orgânica 01



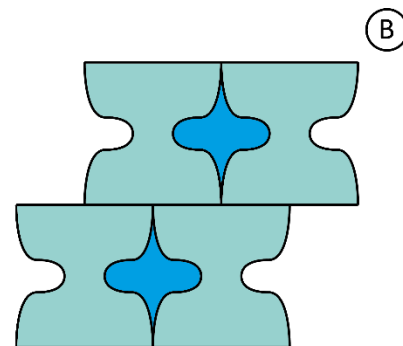
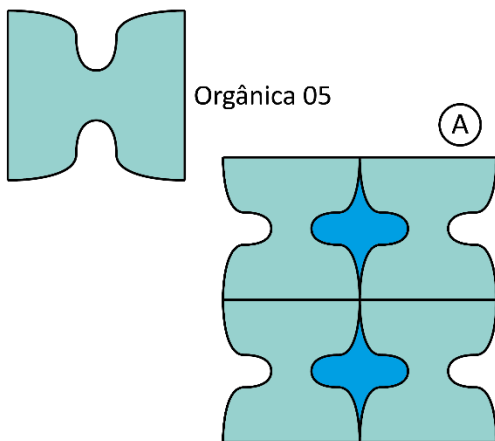
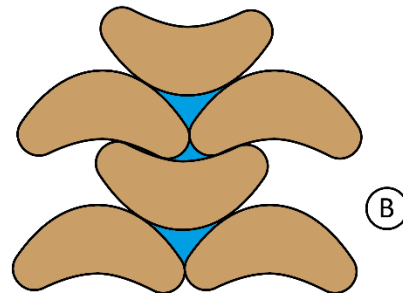
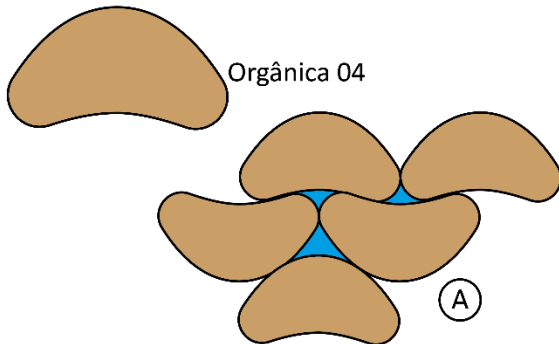
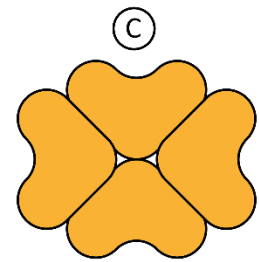
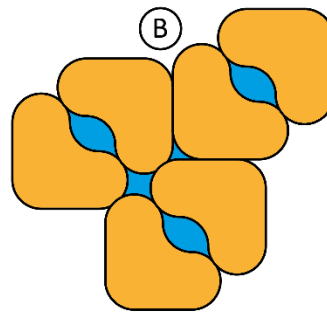
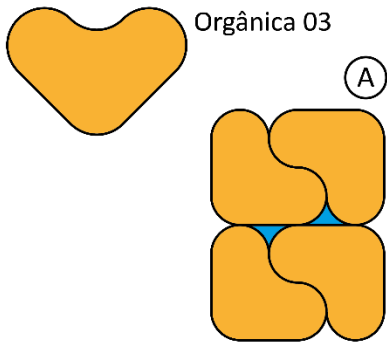
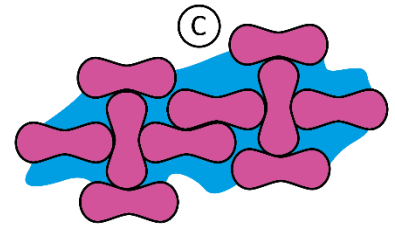
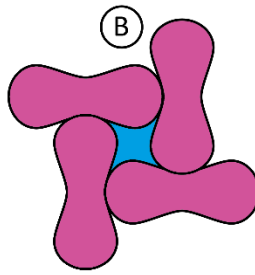
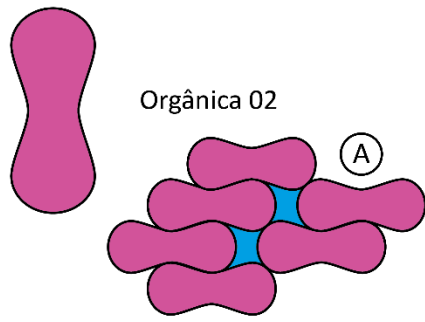
(A)

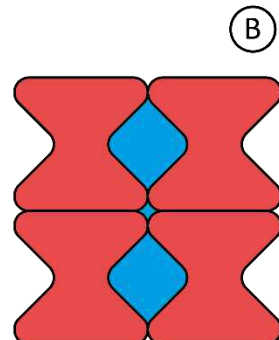
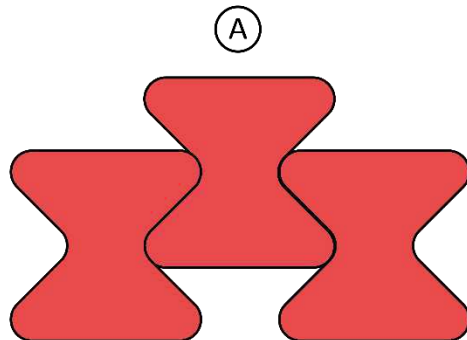
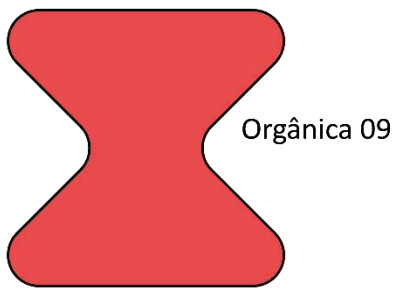
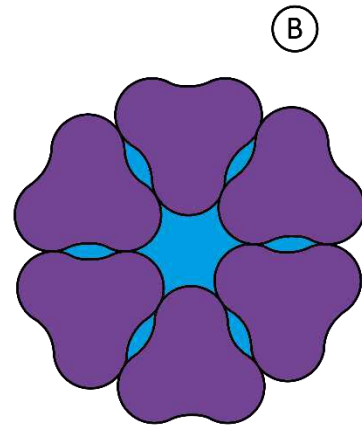
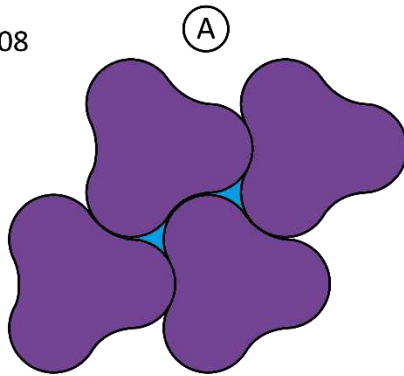
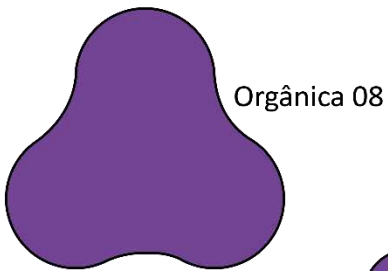
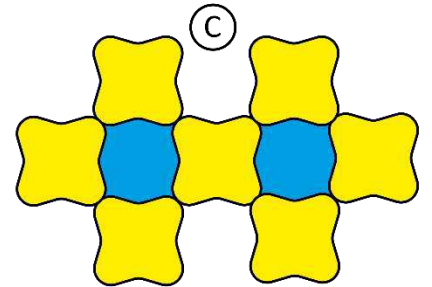
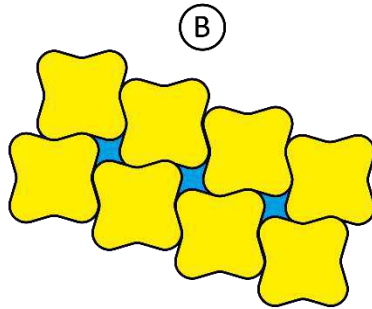
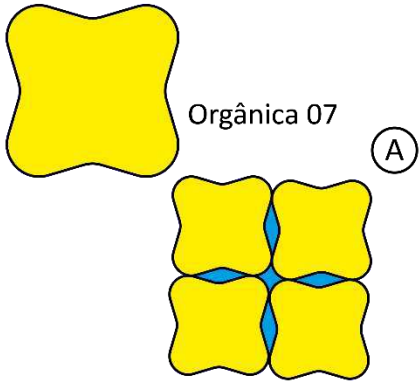
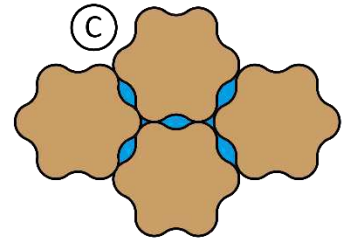
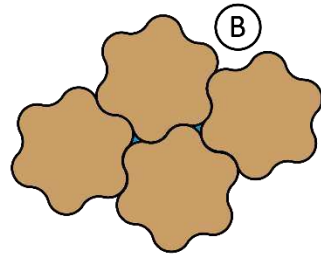
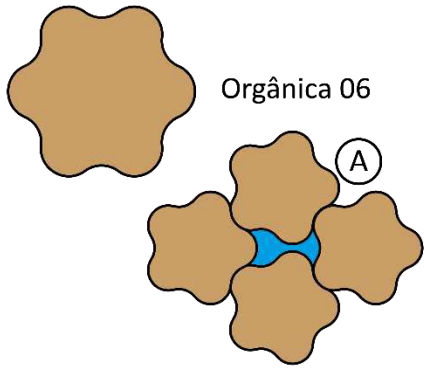


(B)



(C)







## 3.2 Seleção das propostas

Para selecionar as propostas que melhor atendam a necessidade do projeto, foi realizada uma reunião com a coordenadora de pesquisa e extensão de Engenharia Civil e Agrícola, Dr<sup>a</sup>. Patrícia Hermínio Cunha Feitosa, onde apresentamos todas as propostas onde foi discutido quais formas apresentariam harmonias visuais mais agradáveis, analisando tanto o módulo quanto as possíveis combinações.

Das formas apresentadas, o **hexágono**, **pentágono**, **orgânica 03** e **08** (figura 39) receberam mais destaques positivos, sendo estas as escolhidas como as formas base para a geração de conceitos. Para isso, as formas orgânicas foram instrumentalizadas, tendo assim uma racionalização formal e padrão de medidas que tornarão mais eficientes os desenhos técnicos.

A forma Orgânica 03 pôde ser instrumentalizada através de um quadrado, dividido em quatro partes iguais tendo os eixos dos arcos no centro de cada uma destas divisões, conforme Figura 40, com as medidas dos arcos padronizadas, serão facilitados os encaixes com outras unidades para a formação de conjuntos.

Para instrumentalizar a forma orgânica 08, também buscando a padronização de medidas, foram utilizados 6 círculos de mesma dimensão, dispostos em forma de pirâmide, marcando suas circunferências por entre os pontos em que os círculos se encontram, conforme Figura 41.

## 3.3 Estudos com Mockups: Geração de conceitos

A partir da instrumentalização das formas escolhidas, foram construídas algumas unidades em isopor com aproximadamente 12cmx12cm para testes e estudos de encaixe e variedades de combinações de módulos, padrões e composições. Para cada forma foi desenvolvido um conceito com o objetivo de selecionar a forma que mais se adequa às necessidades do projeto.

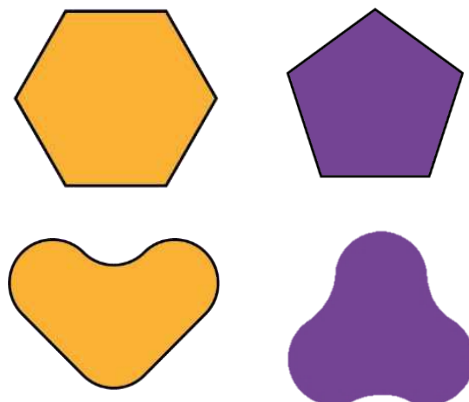


Figura 39: Formas básicas selecionadas, respectivamente, hexágono, pentágono, forma orgânica 03 e forma orgânica 08.

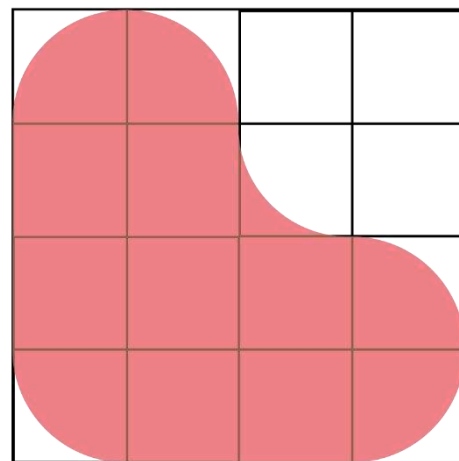


Figura 40: Instrumentalização da figura orgânica 03.

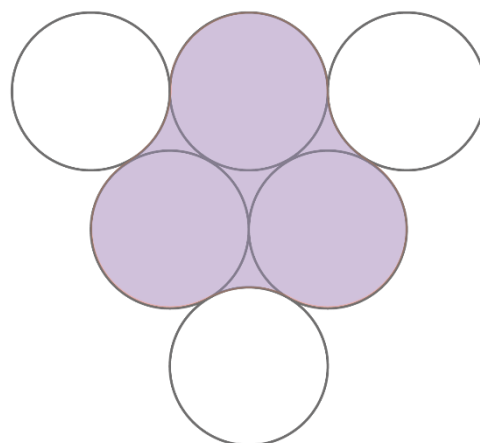
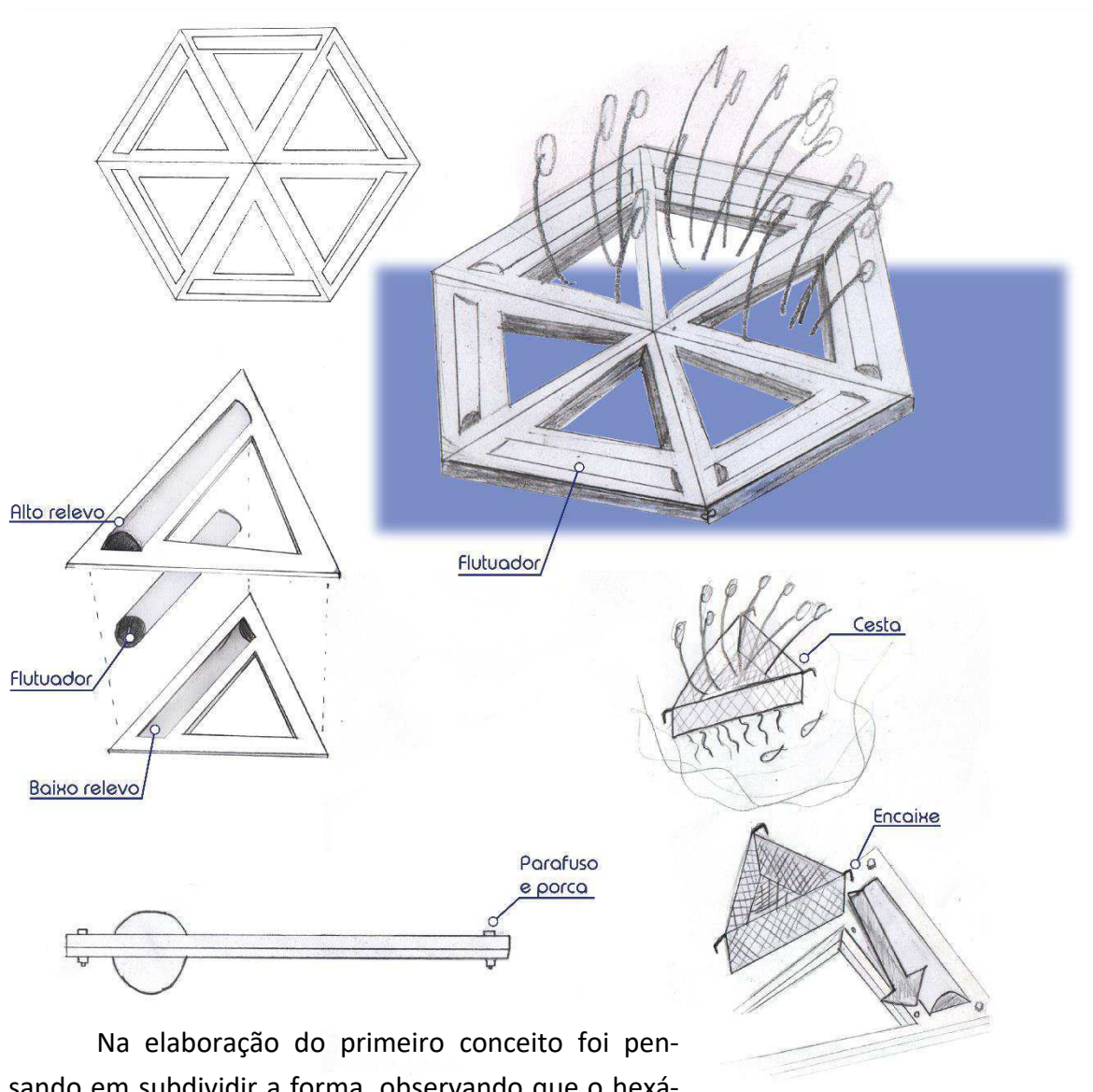


Figura 41: Instrumentalização da figura orgânica 08.

### 3.3.1 Hexágono

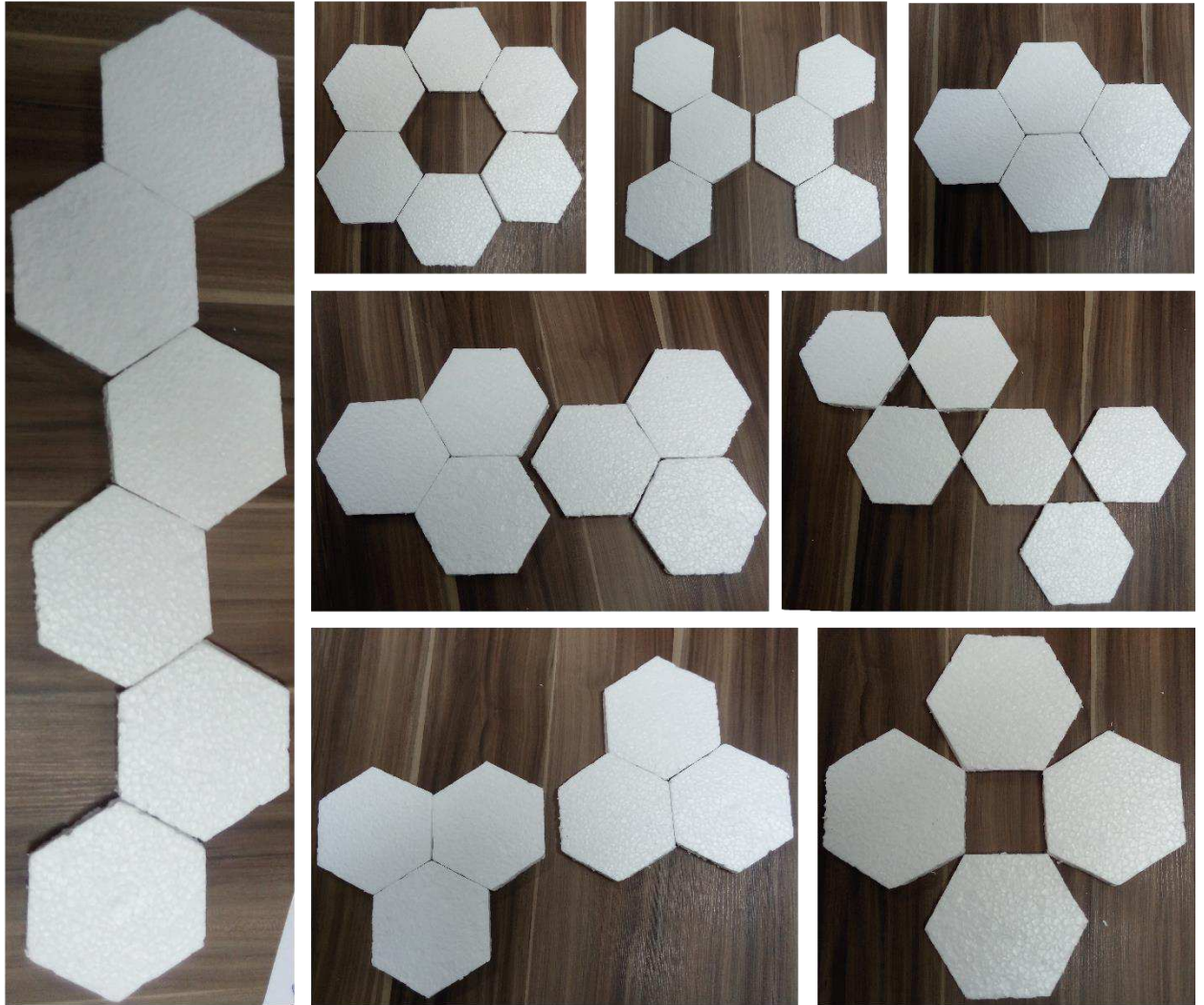


Na elaboração do primeiro conceito foi pensando em subdividir a forma, observando que o hexágono é formado por seis triângulos equiláteros, este poderia ser módulo formado por outro módulo menor, onde cada um possui sua área de plantio e sistema de flutuação, que conta com um cilindro de polietileno dentro de uma estrutura em fibra de vidro, a cesta que irá conter os insumos é composta de telas metálicas para a livre passagem da água.

Figura 42: Primeiro conceito elaborado.

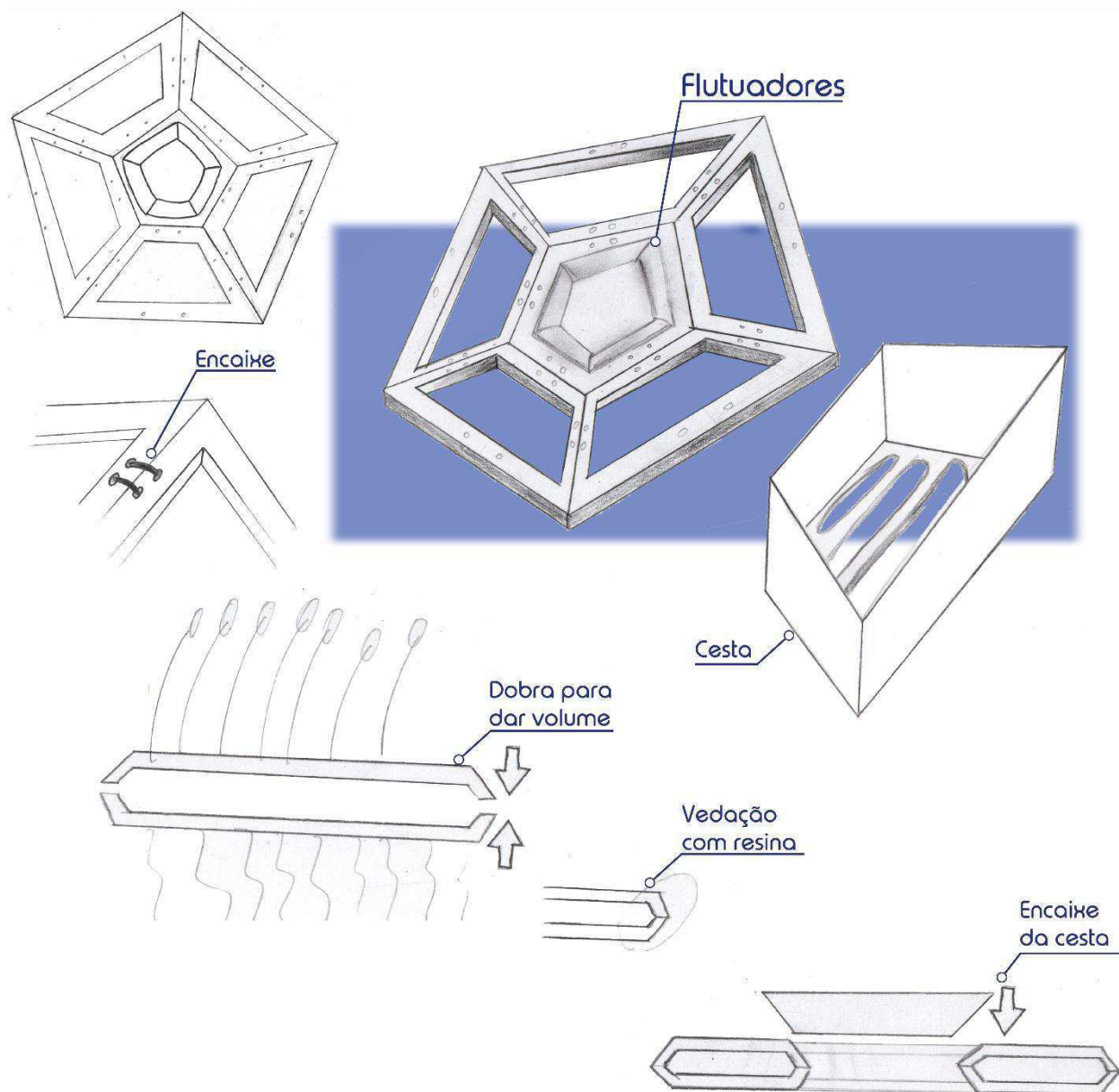


Figura 43: Composições com mockups da forma Hexágono.



Acima, na Figura 43, algumas combinações, formações de padrões e combinação a partir de mockups feitos de EPS isopor.

### 3.3.2 Pentágono



Na elaboração deste conceito foi pensado em um flutuador central que se conecta e sustenta as peças externas, além de uma curvatura nas extremidades da estrutura que daria mais robustez ao produto. Nas peças que irão sustentar a cesta de insumos, dois furos que irão servir para conexão entre peças, entre módulos maiores e para ancoragem. A cesta para insumos apresenta rasgos em sua base para a livre passagem da água e passagem das raízes da planta.

Figura 44: Segundo conceito elaborado.

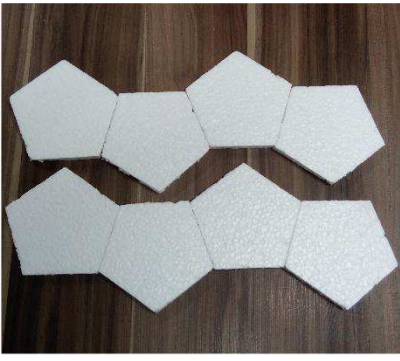


Figura 45: Composições com mockups da forma Pentágono.

Acima, na Figura 45, algumas combinações, formações de padrões e combinação a partir de mockups feitos de EPS isopor.

### 3.3.3 Orgânica 03

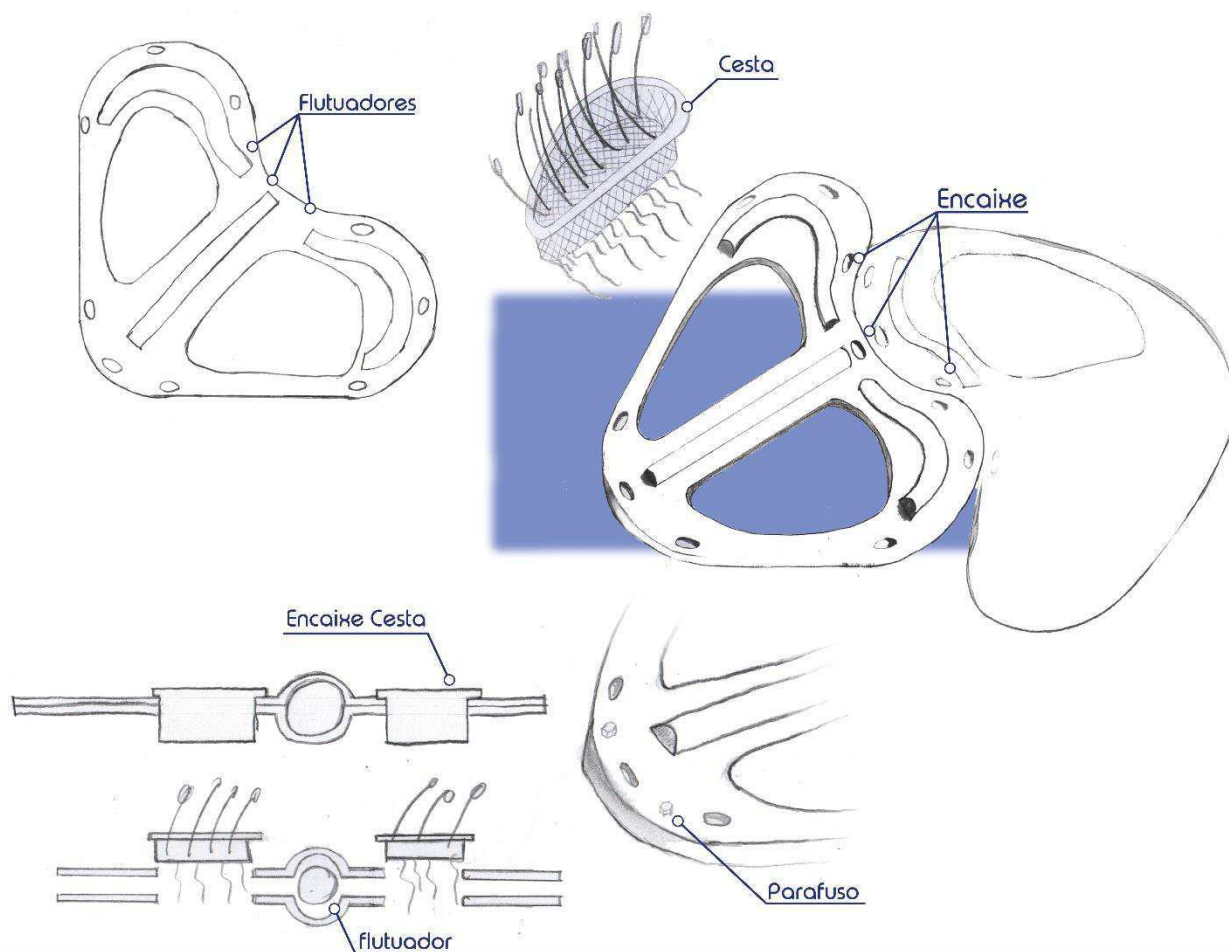


Figura 46: Terceiro conceito elaborado.

No terceiro conceito, foi idealizado como uma peça única com um sistema de duas áreas de plantio, os flutuadores são distribuídos no centro e parte superior. O conceito também apresenta pontos maiores de conexão com outros módulos e ancoragem, sua cesta para insumos conta com uma aba superior que dará sustentação quando posicionado no produto.

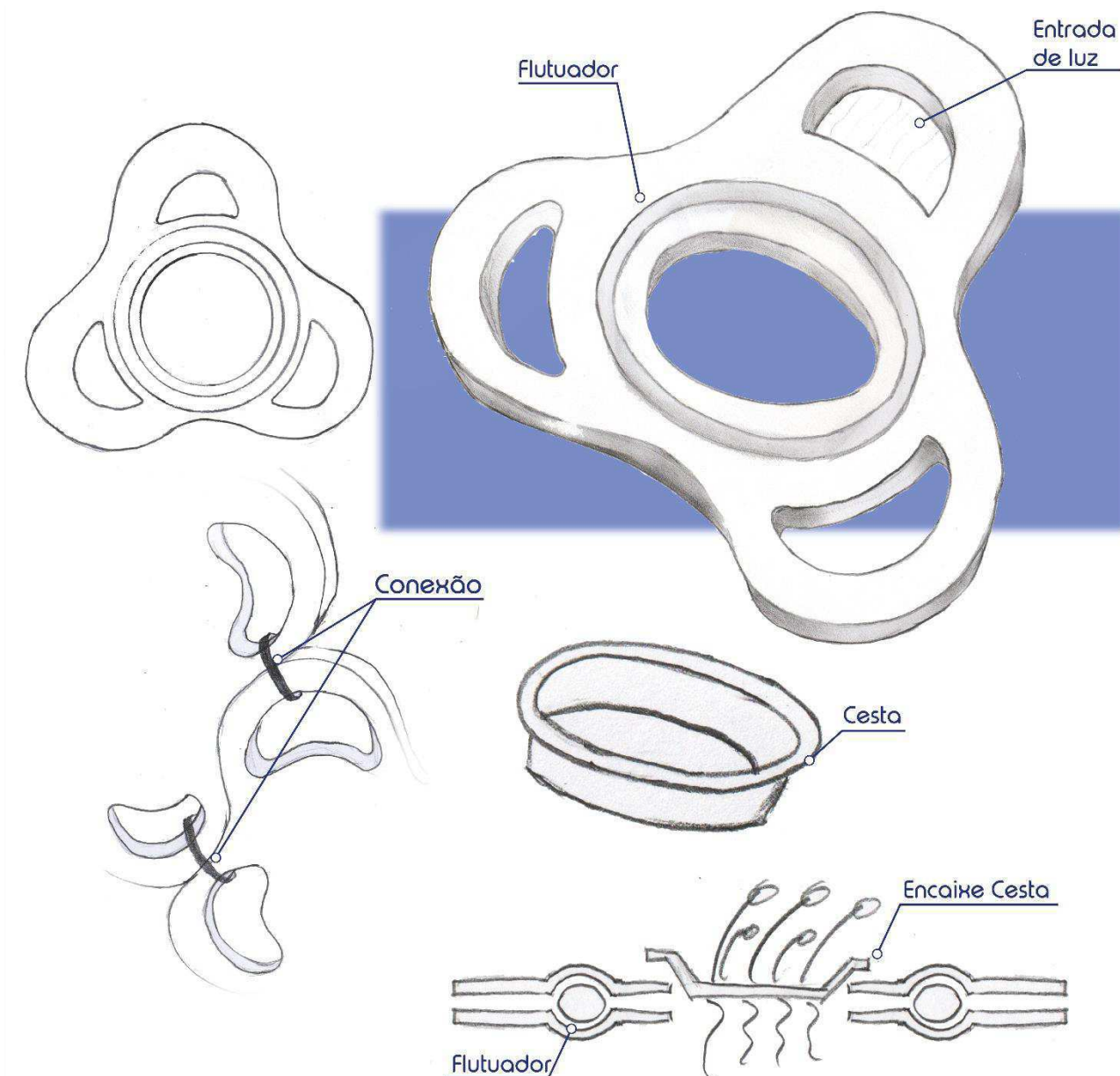


Figura 47: Composições com mockups da forma Orgânica 03.

Acima, na Figura 47, algumas combinações, formações de padrões e combinação a partir de mockups feitos de EPS isopor.

### 3.3.4 Orgânica 08

Figura 49: Quarto conceito elaborado



No quarto conceito, foi considerada a abertura de um espaço no próprio módulo para incidência de luz solar, uma vez que na maioria de suas composições esta incidência é baixíssima ou nula, esta abertura também pode servir como ponto de conexão entre módulos e ancoragem.





Figura 50: Composições com mockups da forma orgânica 08.



Acima, na Figura 50, algumas combinações, formações de padrões e combinação a partir de mockups feitos de EPS isopor.

### 3.4 Análise comparativa dos conceitos

Realizando uma análise comparativa entre os conceitos elaborados, foram observadas as características positivas e negativas inerentes aos mesmos, para então selecionarmos o conceito que melhor se adequa aos propósitos do projeto. Como podemos observar nas análises abaixo, o conceito que mais se destaca é o conceito hexágono.

#### -Hexágono (escolhido)

- ❖ Apresenta maior liberdade de formações de diferentes composições, melhor se adequando ao conceito de modularidade;
- ❖ Peso melhor distribuído em 6 (seis) cestos para insumos, melhorando as condições de plantio de vários tipos de plantas distintos;
- ❖ Por se tratar repetições menores de forma radial dentro do módulo, seu padrão é visualmente mais harmônico.
- ❖ Seus módulos menores (triangulares) dão maior simplicidade, contudo, comprometem a estabilidade do produto, também tornando sua fabricação mais complexa.

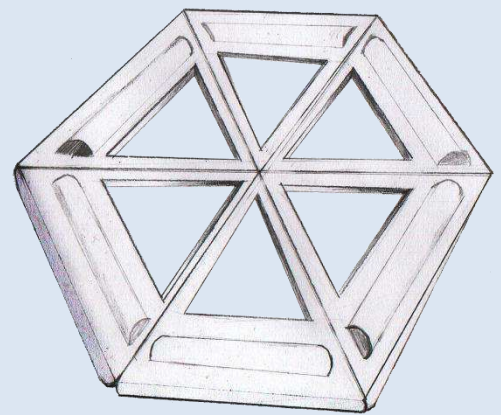


Figura 51: Conceito hexágono.

#### -Pentágono

- ❖ Sua cesta de insumos apresenta fabricação e funcionalidade mais simples e eficiente;
- ❖ Os pontos para encaixe entre módulos também podem servir como pontos de ancoragem;
- ❖ A dobra para aumentar o volume cria a necessidade de vedação para evitar que afunde;
- ❖ Possui poucas variações de composição (em comparação com os demais conceitos).

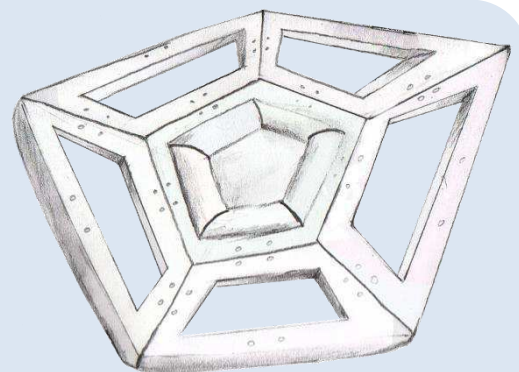


Figura 52: Conceito pentágono.

### **-Orgânica 03**

- ❖ Anel externo da cesta de insumos apresenta um melhor suporte, de fácil remoção;
- ❖ Mesmo com boas posições dos pontos de encaixe, possui poucas variações de composição (em comparação com os demais conceitos);
- ❖ Peça única, dificulta manutenções pontuais, sendo necessário total remoção do ambiente;
- ❖ Com apenas 2 espaços para plantio, o peso das plantas não fica bem distribuído.



Figura 53: Conceito Orgânica 04.

### **-Orgânica 08**

- ❖ Possui abertura para entrada de luz solar no próprio módulo;
- ❖ Apresenta grande variedade de opções de composições;
- ❖ Espaço único para plantio, dificulta diversidade de plantas;
- ❖ Peça única, dificulta manutenções pontuais, sendo necessário total remoção do ambiente;
- ❖ Peso concentrado em um único ponto, dificultando a remoção da cesta de insumos.

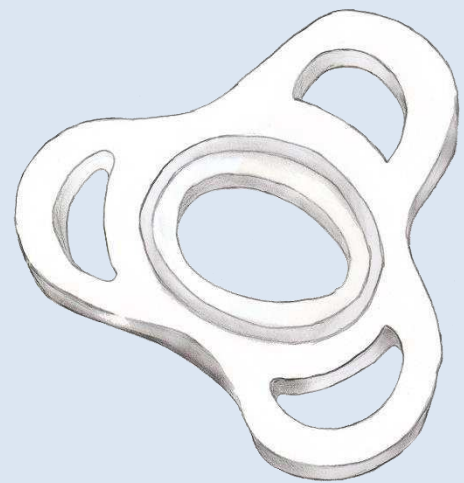


Figura 54: Conceito Orgânica 09.

O primeiro conceito (hexágono) se mostrou bem resolvido nos aspectos estruturais e visuais, apresenta harmonia entre as partes, além das mais diversas possibilidades de composições distintas, possibilitando a delimitação de áreas de incidência solar a partir da formação de seus conjuntos.

Como refinamento da forma, será aproveitado o sistema de sustentação do cesto apresentado no conceito das formas orgânicas, a cesta de insumos e o sistema de conexão entre as partes apresentado no conceito do pentágono, que se mostraram soluções mais eficientes, uma vez que buscamos simplicidade no produto.

The page features a decorative border at the bottom consisting of several horizontal, wavy lines in various shades of blue, creating a textured, water-like effect.

# Projeto

## 4 Projeto

A fase de Projeto consiste em refinar e especificar tecnicamente o produto para que o mesmo possa ser produzido. Aqui, foi construído um mockup em escala real e o produto também foi modelado digitalmente para apresentar melhores possibilidades de demonstrações e explicações.

Observando que a subdivisão do módulo comprometeria sua estabilidade e o tornaria mais complexo, demandando mais etapas de processo de fabricação e montagem, o produto passou a ser dividido apenas em carenagem inferior e superior, não mais sendo separado em triângulos, conforme Figura 56.

As incrementações do conceito consistem em acrescentar a aba do cesto de insumos como sustentação, apresentada nos conceitos das formas orgânicas, apoiada na própria estrutura, também foram adicionados pontos de conexão entre os módulos em suas extremidades, também servindo como pontos de ancoragem, assim como furos nas extremidades para utilização de parafusos e porcas de plástico para a fixação das peças superior e inferior apresentados no conceito do Pentágono, como podemos observar na figura 55 e 56. Também será implementado o sistema de passagem de águas e raízes do conceito Pentágono.

Dos acessórios que irão compor o produto, 2 serão adquiridas diretamente do mercado e utilizadas diretamente no produto, a primeira é a abraçadeira plástica reutilizável (Figura 57), que será utilizada na conexão entre os módulos, assim os módulos terão maior liberdade de se mover sobre as ondulações da água, a segunda peça é o conjunto de parafuso M6 (Figura 58) e porca plástica para a fixação das partes do módulo menor.



Figura 58: Parafuso M6 de Nylon



Figura 55: Corte do mockup com detalhe para o encaixe cesta para insumos.

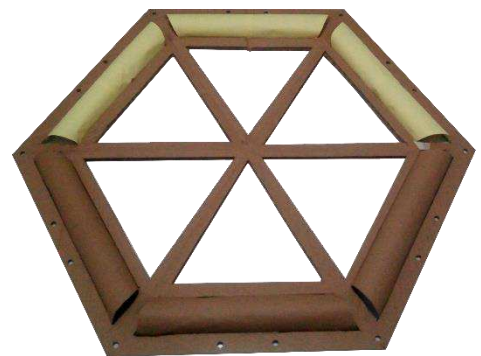


Figura 56: Mockup do produto



Figura 57: Abraçadeira plástica reutilizável.

## 4.1 Materiais e Processos

Tendo em vista a necessidade de o produto ser durável e resistente às ações do tempo, o material definido para sua estrutura foi a fibra de vidro, mesmo material da maioria das embarcações que se comporta de forma satisfatória em ambientes aquáticos.

Para a produção da carenagem, será feito um molde de gesso (Figura 59) com a face externa da estrutura voltada para baixo (Figura 59), onde a fibra deve ser conformada com resina, os furos para fixação e conexão dos módulos devem ser executados após laminação. Este processo dará um melhor acabamento superficial ao produto, facilitando os tratamentos futuros ao material.

O material da cesta de insumos também será feito em fibra de vidro, sendo fabricado a partir de um molde gesso (Figura 60), porém suas aberturas para passagem já serão definidas na laminação através de alto relevos que irão marcar os limites dos rasgos.

Por se tratar de um produto que terá constante contato com a água, após os devidos acabamentos mecânicos, como lixamento, deverá ser pintada com uma tinta do tipo PU náutico, indicada para produtos aquáticos.

O flutuador (Figura 61) será um cilindro composto de polietileno, também adquirido no mercado e cortado no ângulo correto para se encaixar entre as partes inferior e superior da estrutura.

Figura 59: Molde de gesso da carenagem.

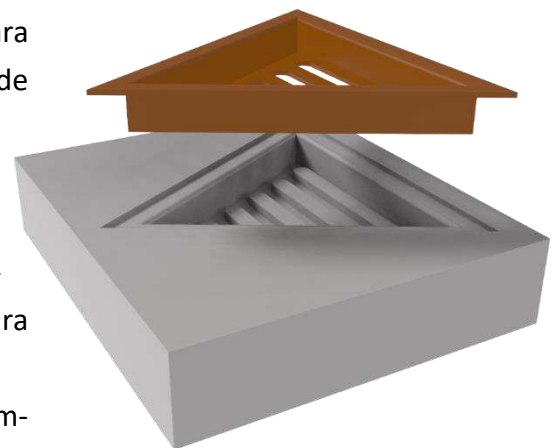
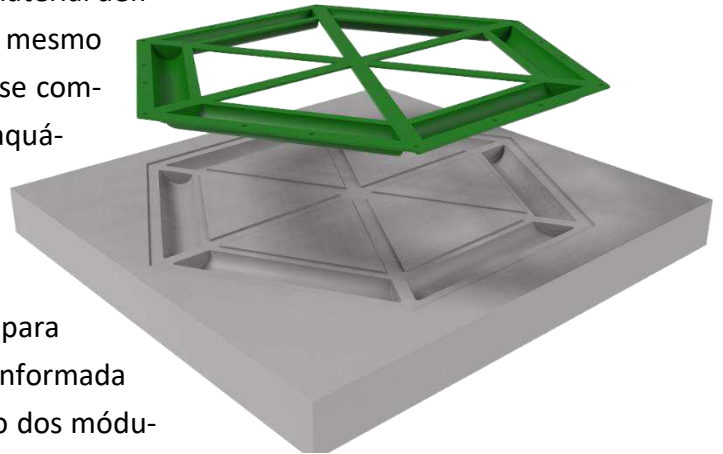


Figura 60: Molde de gesso da cesta de insumos



Figura 61: Representação do corte do flutuador em um "espaguete" de piscina.

## 4.2 Montagem

A montagem do produto se dará primeiramente com a montagem do módulo, a cesta deverá ter seu plantio previamente executado e posteriormente sobreposto ao módulo montado.

Cada módulo será composto por 2 carenagens, 6 flutuadores, 6 cestas, 6 parafusos e 6 porcas.

A sequência de montagem do módulo se dará da seguinte forma: o flutuador será encaixado na carenagem inferior, seguido pela carenagem superior, então serão instalados de cima para baixo 6 parafusos, um em cada furo isolado das extremidades, as porcas na parte inferior do parafuso garantirá o aperto e fixação, por último a cesta será inserida no espaço destinado, sustentada por suas abas laterais, como apresentado na Figura 62.

Na cesta, deverá ser aplicada a fibra de coco e efetuado o plantio, em seguida posicionado sobre o módulo, conforme Figura 64.

Para a união de mais de um módulo, será utilizado o mesmo sistema de conexão através dos furos externos dos módulos.

Figura 62: Perspectiva explodida do módulo.

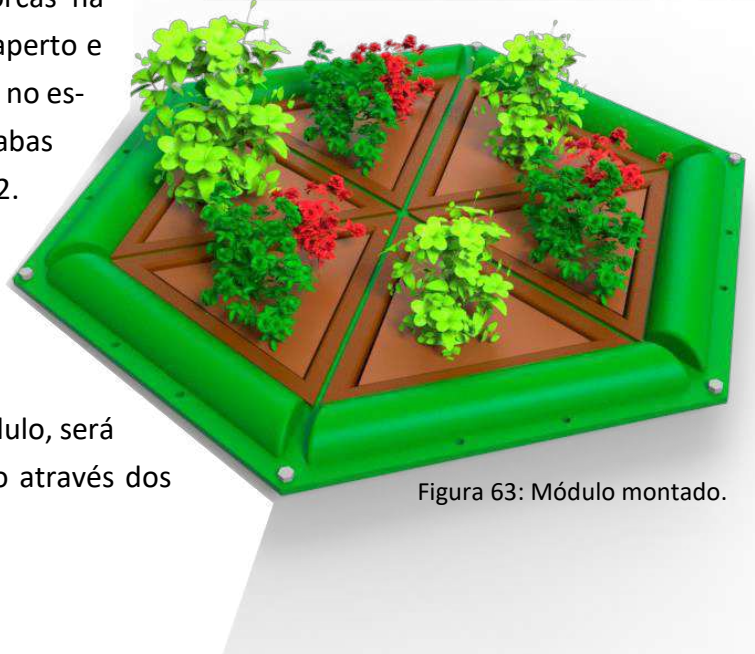


Figura 63: Módulo montado.



Figura 64: Corte do produto mostrando esquema de plantio.

### 4.3 Estudo cromático

Para o produto proposto, foi decidido que sua paleta de cores teria como base seu ambiente, buscando e harmonia visual com o local.

Como podemos ver na Figura 71, destacam-se 3 cores, que podem ser consideradas análogas, são elas:

A) verde, código Pantone **376 C** e código hexadecimal **#85af03**;

B) Azul esverdeado, código Pantone **3272 C** e código hexadecimal **# 04a2a0**;

C) Azul, código Pantone **660 C** e código hexadecimal **# 457ed3**.

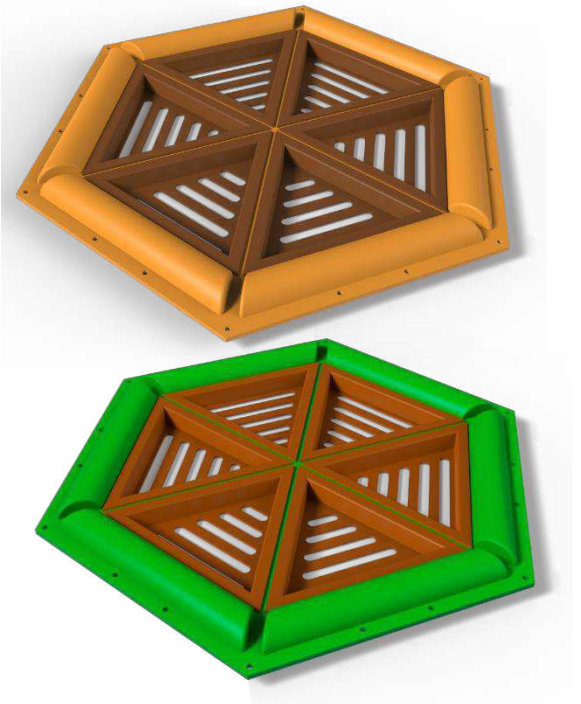
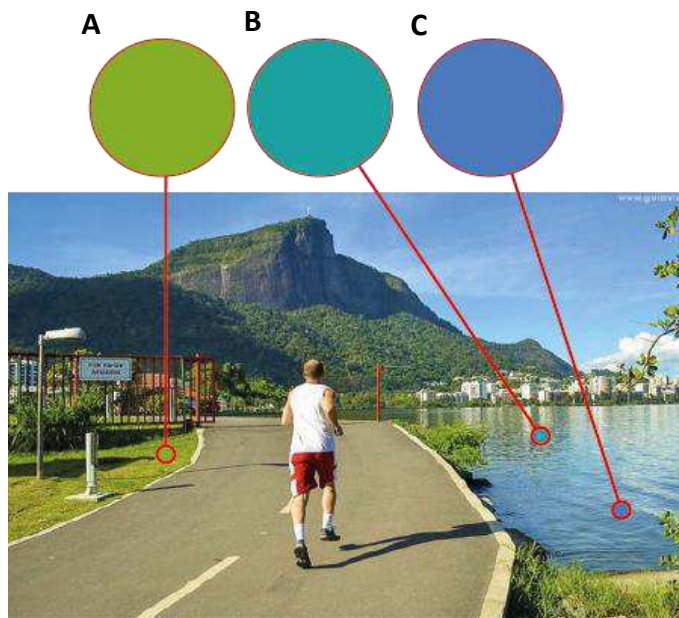


Figura 65: Cores retiradas de fotografia da lagoa Rodrigo de Freitas.

Ao analisarmos as cores, podemos destacar o produto de duas formas, com as cores análogas dos tons azuis, utilizando o verde que pode trazer um certo contraste ao passo que o produto ainda manterá uma harmonia com o ambiente, ou também utilizando a cor complementar do azul que é a laranja, fortalecendo ainda mais a ideia de contraste.

A cesta apresentará tons terrosos na sua pintura por sua proximidade visual com a fibra de coco, material utilizado como insumo



## 4.4 Detalhamento técnico

Nesta seção, serão dadas as informações necessárias para a fabricação das peças que compõem o produto, tanto as que serão fabricadas quanto os elementos adquiridos no mercado e transformados, bem como seus desenhos técnico.

Abaixo, segue lista de peças que irão compor 1 módulo.

PEÇA	IDENTIFICAÇÃO	MATERIAL	QTD
A	Cesta	Fibra de Vidro	6
B	Carenagem	Fibra de Vidro	2
C	Flutuador	Poliuretano	6
D	Parafuso	Nylon	6
E	Porca	Nylon	6

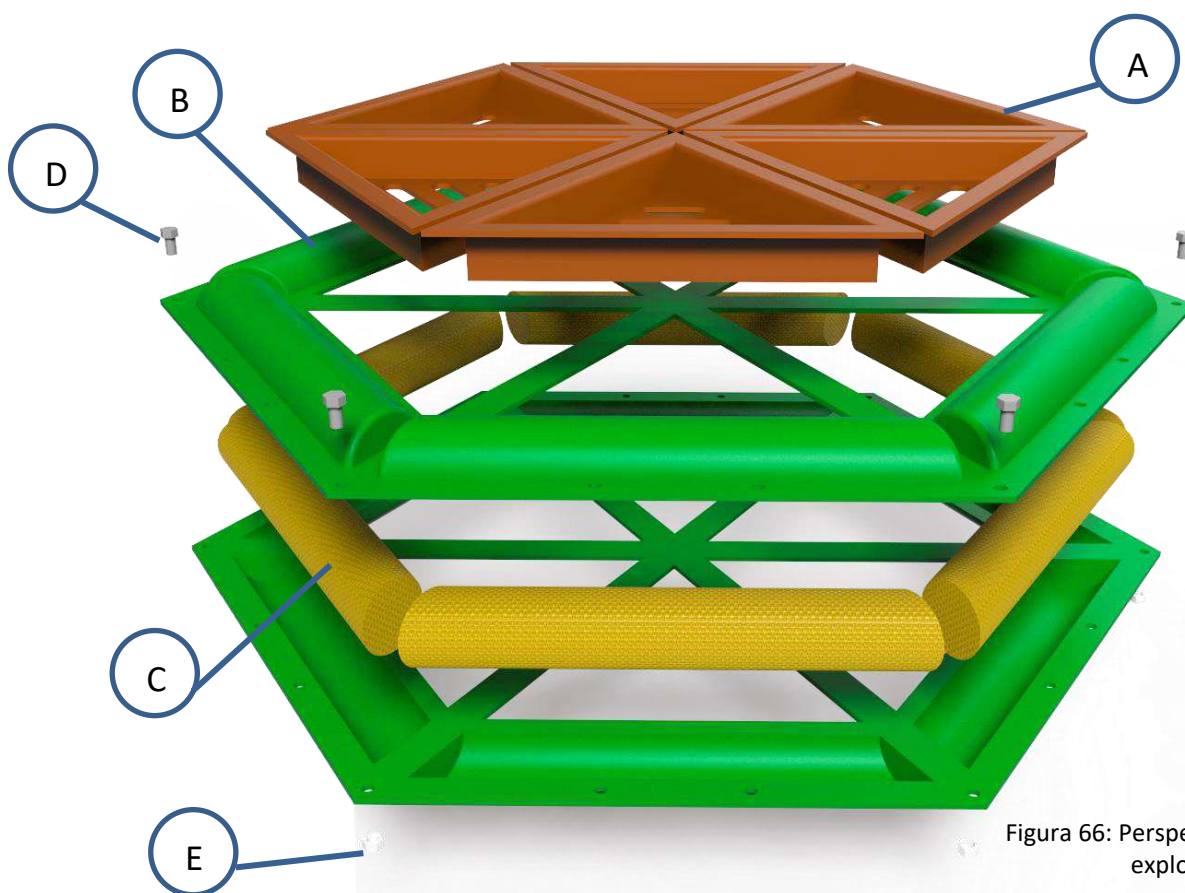


Figura 66: Perspectiva explodida.







## 4.5 Ancoragem

Para casos que seja necessário impedir que o produto fique à deriva, deve ser utilizado um sistema que limite sua movimentação. Para isso, será aplicado um sistema de ancoragem por peso e cordas, que consiste em amarrar as duas extremidades da composição e liga-la a uma corda central que está ancorada no fundo do lago, como demonstrado nas Figuras 68 e 69.

Assim, a composição terá uma movimentação mais controlada, em momentos em que o nível do espelho d'água baixar.



Figura 68: Corda amarrada na conexão externa do módulo.

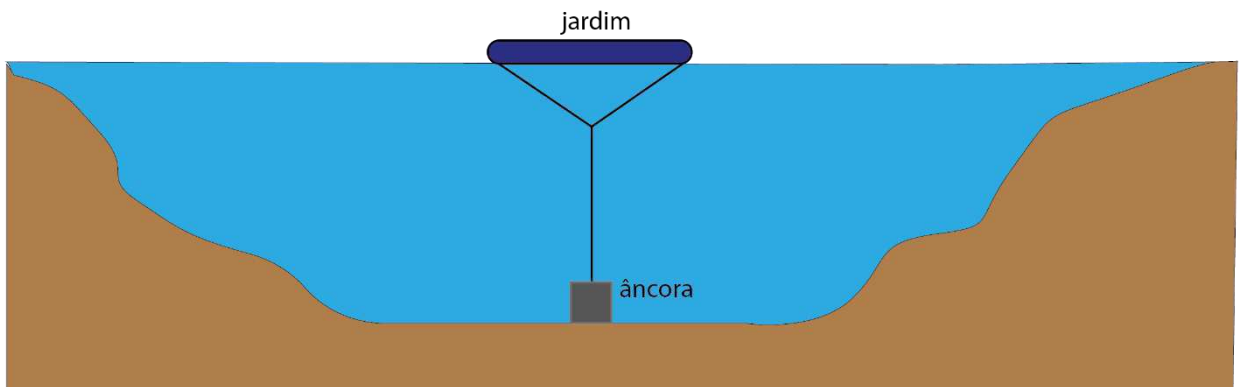


Figura 67: Esquema representando sistema de ancoragem com nível do lago alto.

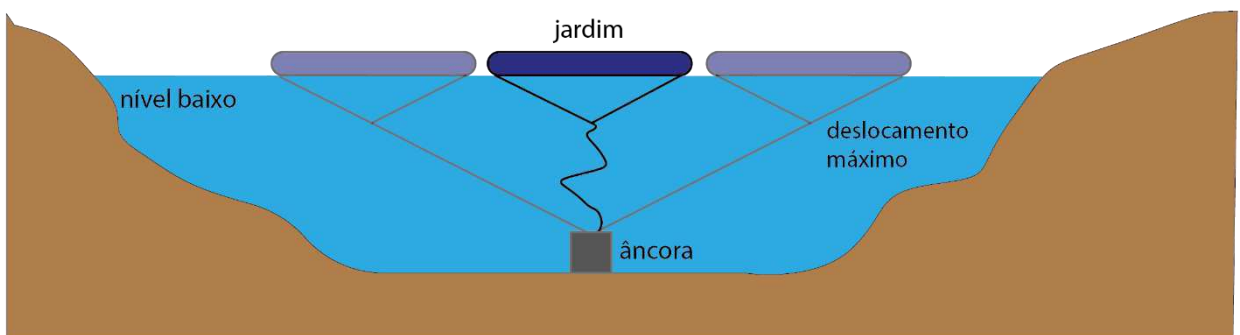


Figura 69: Esquema representando sistema de ancoragem com nível do lago baixo.

Como a maioria dos lagos urbanos contam com sangradouro, não se corre o risco de o nível da água subir além dos limites dos corpos hídricos, desde que faça um levantamento topográfico do ambiente para que a medida das cordas esteja de acordo com as delimitações espaciais do local a ser instalado.

## 4.6 Produto no Ambiente

Para uma melhor percepção do produto, foram geradas imagens com a aplicação do Jardim Flutuante em seu ambiente, simulando o



Figura 71: Simulação de aplicação de composição com 3 módulos.



Figura 70: Simulação de aplicação de composição com dois grupos de 3 módulos.



Figura 73: Simulação de aplicação de composição em formação cruzada.



Figura 72: Simulação de aplicação da composição em formação circular.

## 4.7 Recomendações

Após a realização do projeto, algumas recomendações devem ser destacadas para garantir uma instalação mais eficiente.

Tendo em vista o peso que as cestas preenchidas com fibra de coco e plantas podem exercer sobre o produto recomenda-se que os módulos sejam aplicados na água e só então sejam posicionadas as cestas, para evitar pressão desnecessária sobre a estrutura do módulo, uma vez que já na água, a capacidade de sustentação de peso é maior.

Algumas peças são adquiridas no mercado e transformadas para serem usadas no projeto, outras usadas diretamente, mas, algumas variações não interferem no cumprimento da função do produto, a medida dos furos mais próximos das pontas do módulo, destinada para a fixação da carenagem superior e inferior, podem ter pequena variação de acordo com o parafuso que usar.

Caso deseje instalar sistema de ancoragem, é imprescindível um estudo topográfico do ambiente para que as medidas das cordas a serem utilizadas sejam bem definidas, não podendo ser menor que a distância entre o solo e o nível do sangradouro. Caso o lago urbano não possua este sistema de evasão de água, não se recomenda a utilização do sistema de ancoragem.



The page features a decorative border at the bottom consisting of three horizontal, wavy blue lines. The top line is a dark blue, the middle line is a medium blue, and the bottom line is a lighter blue. The text is centered within the white space between the middle and bottom lines.

# Considerações Finais

## 5 Considerações Finais

Para o desenvolvimento e concepção do projeto, foram essenciais a utilização das metodologias e outros aspectos aprendidos durante o curso, o que demonstra a importância dos conhecimentos adquiridos não só nas disciplinas de projeto propriamente ditas, mas como em todas as demais.

Após a conclusão do projeto, pode-se concluir que o objetivo do projeto foi alcançado, o produto possui viabilidade técnica de produção e soluciona problemas encontrados nos similares encontrados.

O conceito de modularidade, que foi a base da concepção do produto, trouxe uma extensa aplicabilidade, podendo ser utilizado em qualquer lago urbano, variando apenas a quantidade a ser utilizada.

Este projeto visa a difusão desta solução, que já se mostrou ser bastante eficiente no combate à poluição, então a principal intenção é que seja divulgado para que outras pessoas possam aplicá-la, estudá-la e que possam contribuir com melhorias.

Alguns testes ainda precisam ser realizados para garantir que o produto desempenhe sua função da melhor forma possível, como capacidade máxima de peso, durabilidade, relação de área purificada x tempo, para isso, será necessária sua implementação.



# Referências

## 6 Referências

ARAÚJO, G. H. de S., et al. Gestão ambiental de áreas degradadas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ASSUNÇÃO, L. M.; LIVINGSTONE, I. Desenvolvimento inadequado: construção de açudes e secas no Sertão do Nordeste. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, jul./set., 1993, p. 425-448.

BALDWIN, C.Y.; CLARK, K. Managing in an Age of Modularity. Harvard Business Review, September-October, 1997, p.66-87.

BAXTER, Mike. Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos. 2. ed. Edgard Blucher, 2000.

BESSIE, Michael. Grow on Us project. NYC Parks Gowanus Canoe Club. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Meio Ambiente, Lei Federal 6.938/81, 1981

CARVALHO, Felipe. Qualidade da Água Em Rios e Lagos Urbanos. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

CAMARGO, Antônio F. M.; PEREIRA, Alexandre de M. M. Qualidade da água em Áreas Urbanas. Recursos Hídricos e Planejamento Urbano Regional. Rio Claro: Deplan - IGCE – UNESP, 2003.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 2011, 826p.

FAGUNDES, B. Memória e representação social das águas urbanas de Presidente Prudente – SP. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 02, n. 12, 2014, p. 65-77.

GHILARDI, A. S.; DUARTE, C. R. DE S. Ribeirão Preto: os valores naturais e culturais de suas paisagens urbanas. In: COSTA, L. M. S. A. (org.) Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras. Rio de Janeiro: PROURB – FAU – UFRJ, 2006. p. 95-119.

Instituto Trata Brasil. Ranking do saneamento - Instituto Trata Brasil. São Paulo: GO associados, 2018.

KOHLER, W. Psicologia da Gestalt. Itatiaia. Belo Horizonte, 1980.

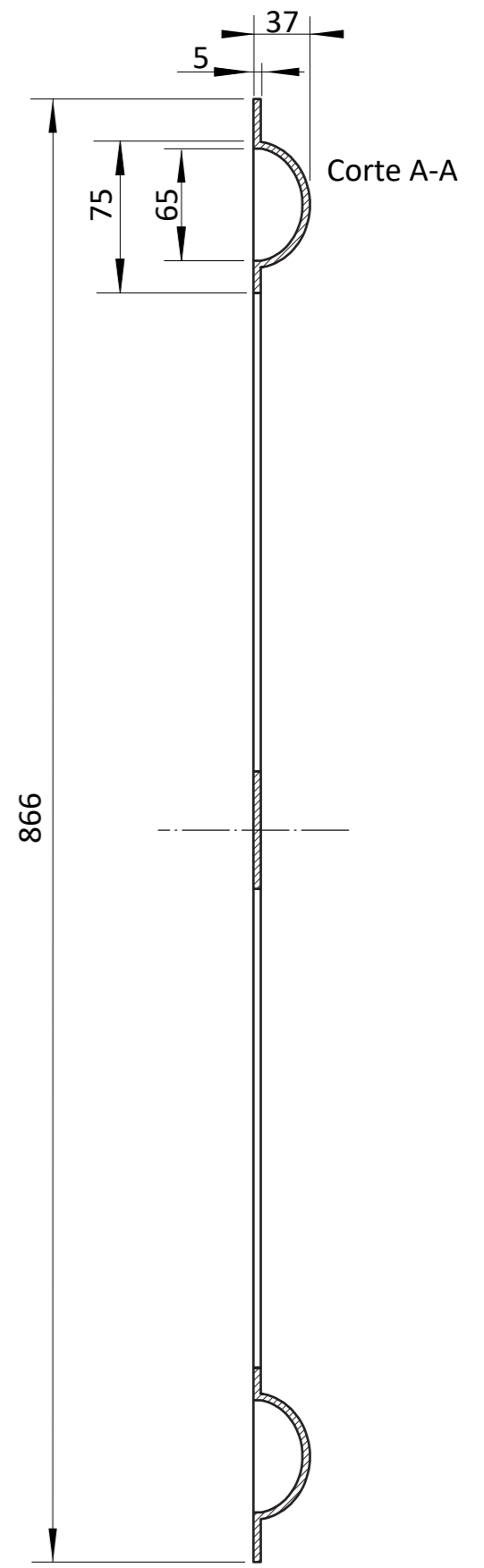
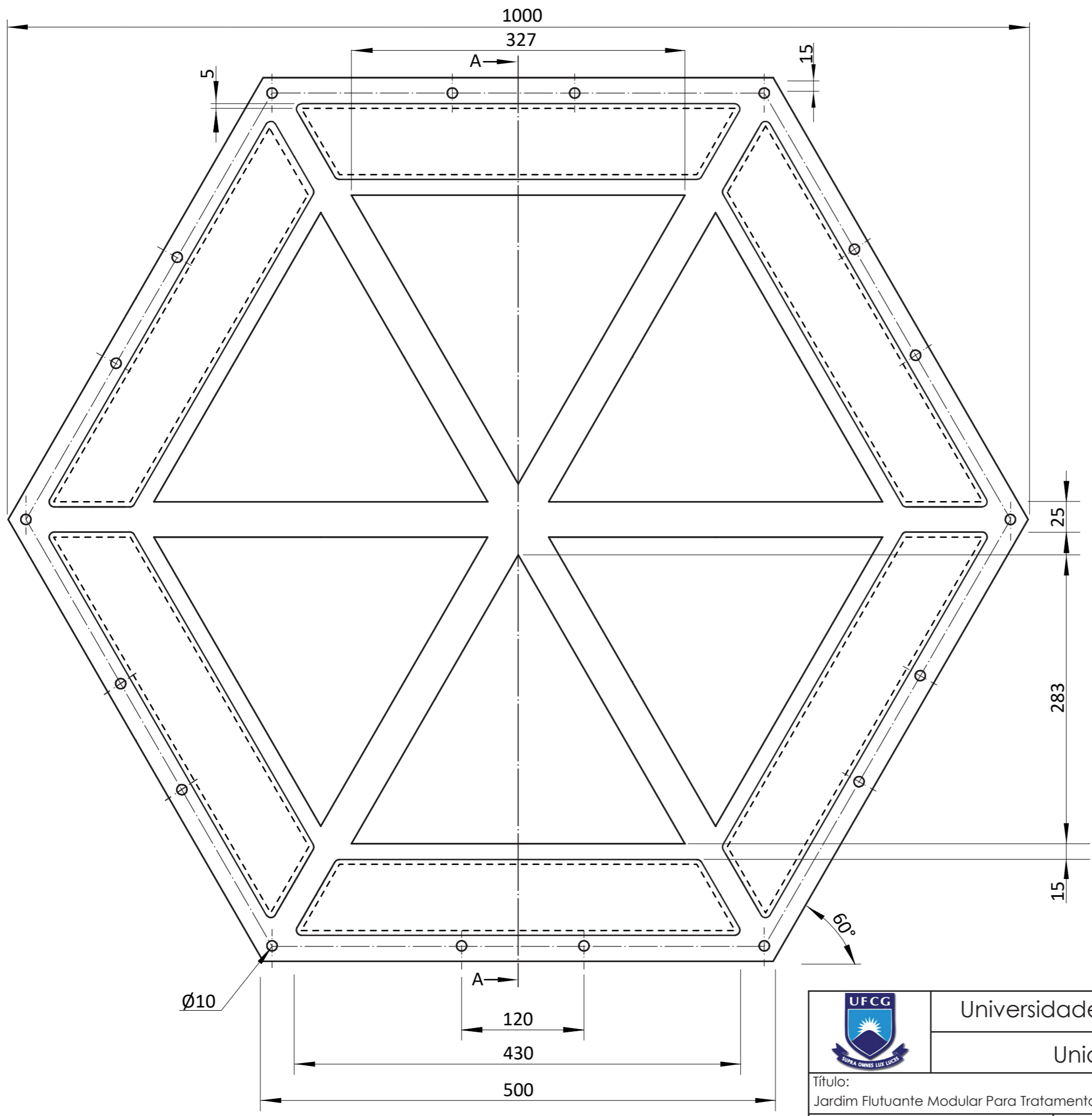
PEREIRA R. S. Identificação de caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. Revista eletrônica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS.v.1n.1p.20-36.2004. <http://www.abrh.org.com.br/informacoes/rerh.pdf>



SEABRA, O. C. de L. Os meandros dos rios nos meandros do poder: Tietê e Pinheiros, valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo. São Paulo, 1987. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

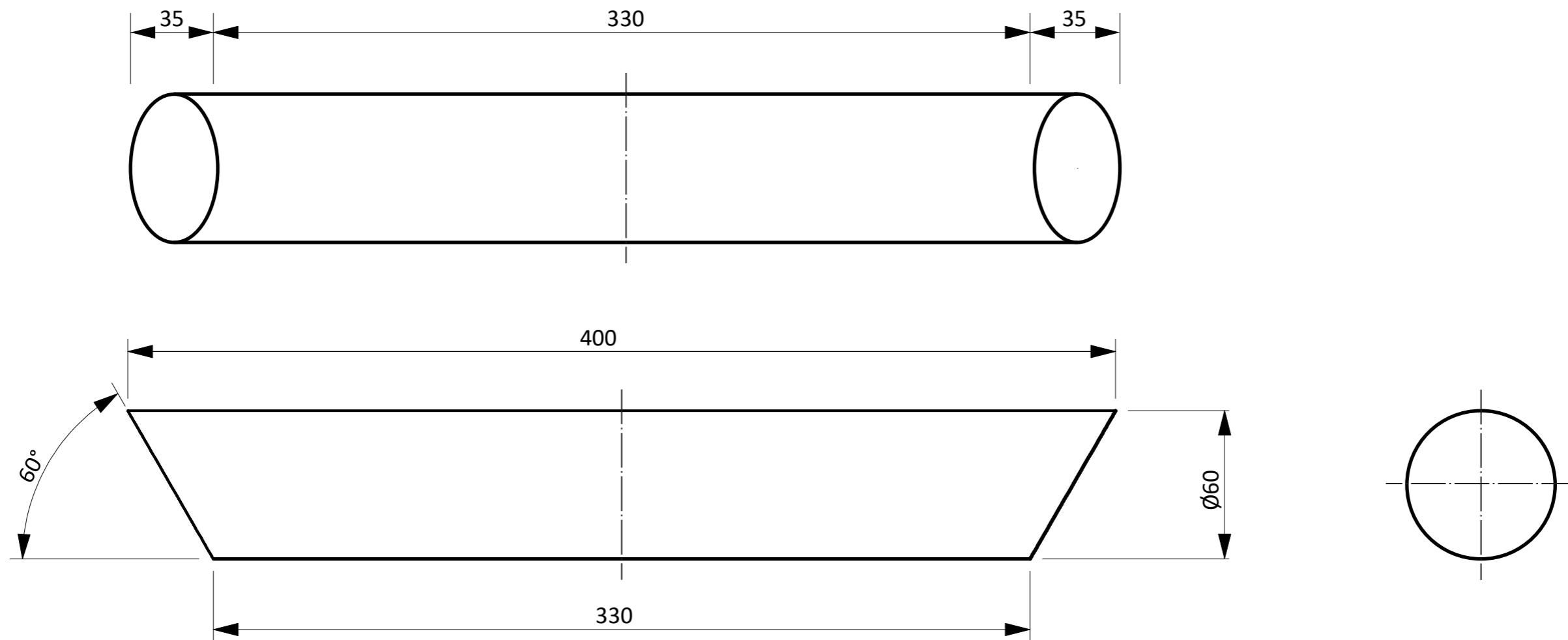
ROCHA, G. S. A degradação das águas superficiais da cidade de Sobral (CE): Os sistemas lacustres da zona urbana. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Mestrado Acadêmico em Geografia, Fortaleza, 2013.



VYMAZAL, J. Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow: a review. Hydrobiologia, n. 674, out. 2011, p. 133-156.

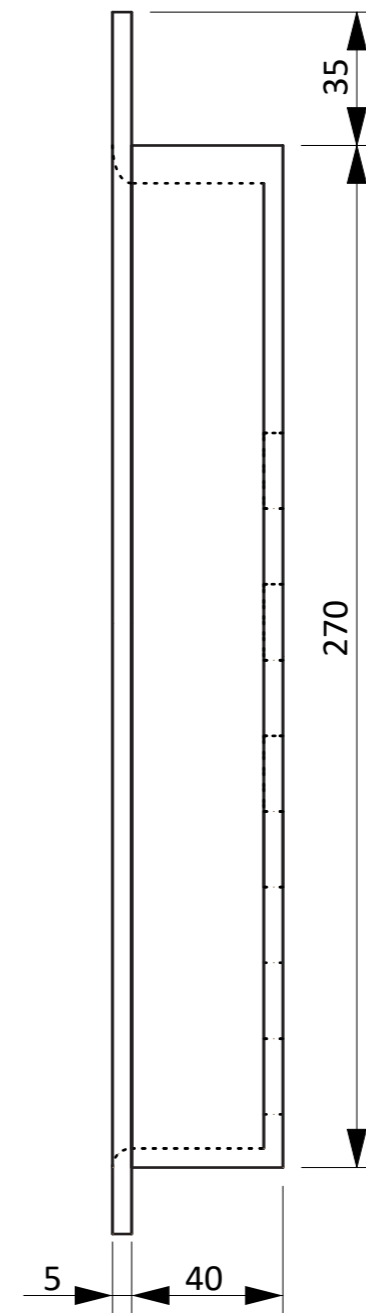
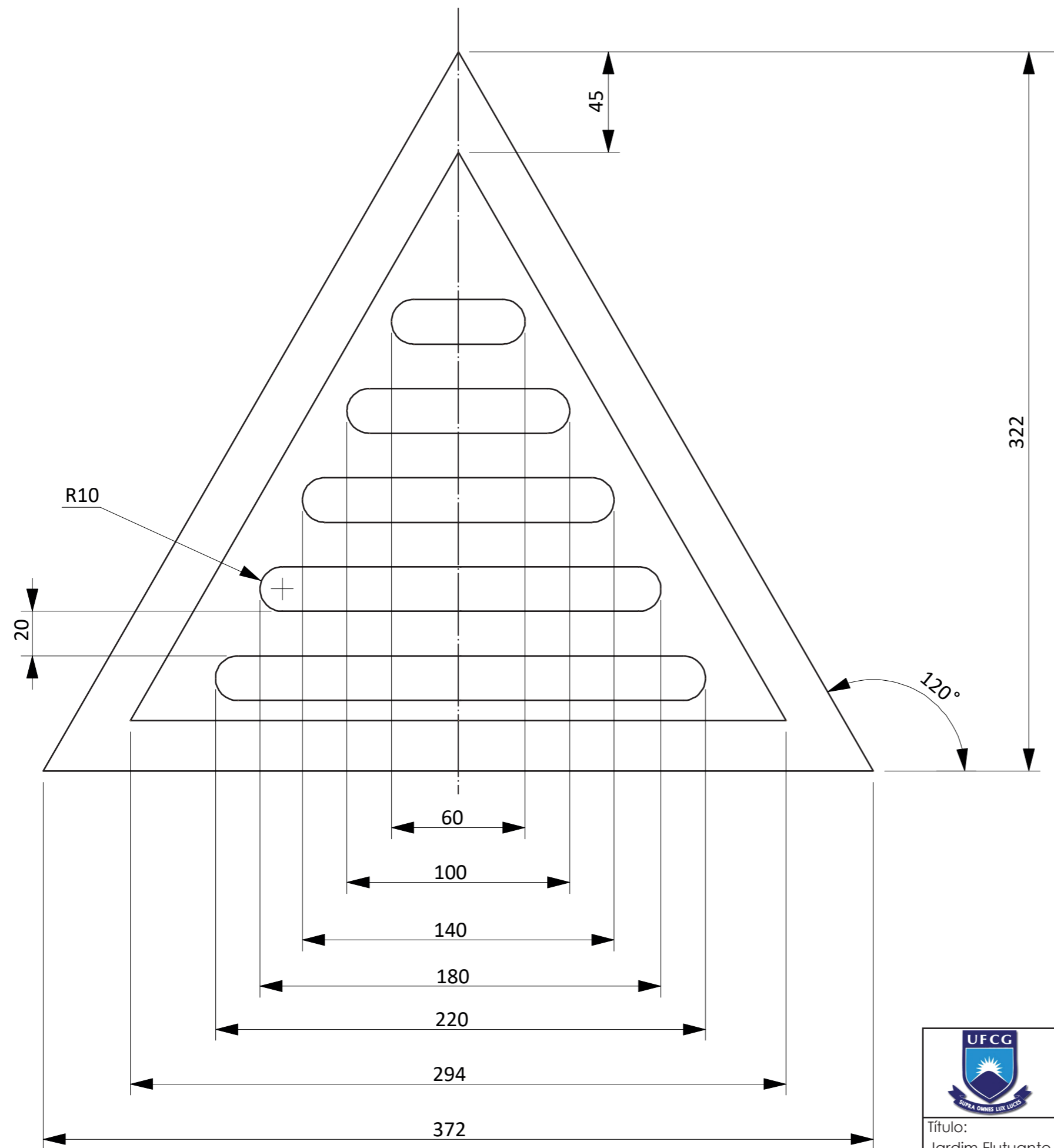
WONG, Wucius. Princípios de forma e desenho. Martins Fontes. 2010.




	Universidade Federal de Campina Grande - CCT			
	Unidade Acadêmica de Design			
Título:	Jardim Flutuante Modular Para Tratamento Natural de Águas contaminadas (Carenagem)			Prancha: 01
Projetista/Desenhista:	Escala:	Unidade:	data:	projeção:
Khelvin Gleyk Guimarães Pereira	1:4	mm	08/08/2018	



	Universidade Federal de Campina Grande - CCT			
	Unidade Acadêmica de Design			
Título:	Jardim Flutuante Modular Para Tratamento Natural de Águas contaminadas (Flutuador)			Prancha: 02
Projetista/Desenhista:	Escala:	Unidade:	data:	projeção:
Khelvin Gleyk Guimarães Pereira	1:2	mm	08/08/2018	



	Universidade Federal de Campina Grande - CCT			
	Unidade Acadêmica de Design			
Título:	Jardim Flutuante Modular Para Tratamento Natural de Águas contaminadas (Cesta)			Prancha: 03
Projetista/Desenhista:	Escala:	Unidade:	data:	projeção:
Khelvin Gleyk Guimarães Pereira	1:2	mm	08/08/2018	