

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA

Eduardo Martins

Lagos de peixes ornamentais e piscinas naturais: compreendendo seu mini ecossistema,
seus benefícios e construção na prática

Florianópolis

2022

Eduardo Martins

Lagos de peixes ornamentais e piscinas naturais: compreendendo seu mini ecossistema,
seus benefícios e construção na prática

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia de Aquicultura do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Aquicultura.
Orientadora: Prof.^a. Katt Regina Lapa, Dra.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Martins, Eduardo

Lagos de peixes ornamentais e piscinas naturais:
compreendendo seu mini ecossistema, seus benefícios e
construção na prática / Eduardo Martins ; orientadora, Katt
Regina Lapa, 2022.

51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em Engenharia de Aquicultura,
Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Aquicultura. 2. biofilia; lago
ornamental; saúde e bem-estar; recirculação de água. I.
Regina Lapa, Katt. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia de Aquicultura. III.
Título.

Eduardo Martins

Lagos de peixes ornamentais e piscinas naturais: compreendendo seu mini ecossistema,
seus benefícios e construção na prática

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel
em Engenharia de Aquicultura e aprovado em sua forma final pelo Curso em Engenharia de
Aquicultura.

Florianópolis, 12 de dezembro de 2022.

Prof. Marcos Caivano Pedroso De Albuquerque, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Katt Regina Lapa, Dra.
Orientador(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^o Robson Andrade Rodrigues, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Luciano Augusto Weiss, Dr.
Avaliador
Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD)

Este trabalho é dedicado à minha querida família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a todos os professores pelos anos de convívio, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso, em especial agradeço as orientações da professora Katt, a ajuda constante da professora Anita, bem como todos os envolvidos nesta etapa final da minha graduação.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi durante os últimos anos, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado e por todo o companheirismo ao longo deste percurso.

À Universidade Federal de Santa Catarina e seus servidores, essenciais no meu processo de formação profissional.

À minha família, por todo o apoio recebido durante todo o período do curso e que muito contribuiu para a realização desta grande conquista.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

“Se A é o sucesso, então A é igual a X mais Y mais Z.
O trabalho é X; Y é o lazer; e Z é manter a boca fechada”.
(EINSTEIN, 1929)

RESUMO

O presente trabalho trata sobre lagos ornamentais, também conhecidos como “lagos artificiais”, que além de toda a beleza e paz encontrados nele, o mesmo tem a capacidade de reproduzir paisagens encontradas na natureza. Os lagos ornamentais são um recurso de decoração e paisagismo muito sofisticado, possibilitando inúmeras opções de formatos e tamanhos. Os lagos ornamentais tem o objetivo de decorar o ambiente, trazendo mais vida e alegria para o espaço. As piscinas naturais agregam um estilo mais tropical. Elas ampliam o bem estar e conforto nos ambientes, e como resultado, temos a possibilidade de nadar entre os peixes e plantas, proporcionando benefícios para a saúde física e mental. Portanto, projetos como lagos ornamentais propõe trazer a natureza o mais próximo possível dos ambientes, e como consequência, das pessoas. Já existem estudos sobre como os lagos ornamentais agem como objetos terapêuticos acarretando benefícios aos seus usuários e diminuindo o estresse diário. Este trabalho abordará o tema lagos ornamentais apresentando informações variadas e dados técnicos para projetar e construir um lago ornamental do zero. Por meio de uma revisão bibliográfica, vamos compreender como funciona o seu mini ecossistema, seus benefícios terapêuticos e como fazer para construí-lo de forma artificial e segura.

Palavras-chave: biofilia; carpa colorida; lago ornamental; saúde e bem-estar; sistemas de filtragem; recirculação de água.

ABSTRACT

This work deals with ornamental lakes, also known as "artificial lakes", which in addition to all the beauty and peace found in it, it has the ability to reproduce landscapes found in nature. Ornamental ponds are a very sophisticated decoration and landscaping resource, allowing countless options of formats and sizes. The ornamental lakes aim to decorate the environment, bringing more life and joy to the space. The natural pools add a more tropical style, they increase the well-being and comfort in the environments, and as a result, we have the possibility of swimming among the fish and plants, providing benefits for physical and mental health. Therefore, projects such as ornamental lakes propose to bring nature as close as possible to the environments, and as a consequence, to people. There are already studies on how ornamental lakes act as therapeutic objects, bringing benefits to their users and reducing daily stress. This work will address the theme of ornamental lakes, presenting varied information and technical data to design and build an ornamental lake from scratch. Through a bibliographic review, we will understand how your mini ecosystem works, its therapeutic benefits and how to build it artificially and safely.

Keywords: biophilia; colorful carp; ornamental lake; health and wellness; filtration system; water recirculation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Lago ornamental.....	17
Figura 2: Piscina natural.....	18
Figura 3: Design biofílico.....	19
Figura 4: Ciclo hidrológico.....	22
Figura 5: Ciclo do oxigênio na água.....	23
Figura 6: Soprador de ar, mangueira e pedra porosa.....	24
Figura 7: Flutuação diária do pH da água.....	26
Figura 8: Ciclo do nitrogênio na água.....	26
Figura 9: <i>Salvinia molesta</i>	29
Figura 10: <i>Nymphaea caerulea</i>	29
Figura 11: <i>Cyperus papyrus</i>	30
Figura 12: <i>Cyprinus carpio</i>	31
Figura 13: <i>Carassius auratus</i>	32
Figura 14: <i>Xiphophorus hellerii</i>	33
Figura 15: Esquema de instalação dos equipamentos.....	35
Figura 16: Local escolhido para construção do lago.....	37
Figura 17: Lago sendo erguido com pedras.....	37
Figura 18: Mantas utilizadas.....	38
Figura 19: Escovas filtrantes utilizadas.....	39
Figura 20: Carvão ativado utilizado.....	40
Figura 21: <i>Bio balls</i> e cerâmica utilizadas.....	41
Figura 22: Reator UV utilizado.....	41
Figura 23: <i>Caladium tropical</i>	42
Figura 24: Gerador de ozônio utilizado.....	42
Figura 25: Bombas submersas utilizadas.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Solubilidade do oxigênio em água doce.....	24
Tabela 2: Volume recomendado de vazão.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ATP - Adenosina trifosfato

CO₂ - Dióxido de carbono

°C - Graus celsius

EPDM - Borracha etileno-propileno-dieno

mg/L - Miligramas por litro

NBR - Norma brasileira

OD - Oxigênio dissolvido

O₂ - Oxigênio

O₃ - Ozônio

PEAD - Polietileno de alta densidade

pH - Potencial hidrogeniônico

ppm - Partes por milhão

PVC - Policloreto de vinila

UV - Ultravioleta

W - Watts

SUMÁRIO

1	Introdução.....	15
1.1	Lagos ornamentais e piscinas naturais.....	15
1.1.1	Histórico.....	16
1.1.2	Características.....	16
1.2	Biofilia: uma tendência atual.....	18
1.3	Justificativa.....	19
2	Objetivos do Trabalho.....	20
2.1	Objetivo Geral.....	20
2.2	Objetivos Específicos.....	20
3	Um ecossistema equilibrado.....	20
3.1	Água.....	21
3.1.1	Oxigênio dissolvido.....	23
3.1.2	Potencial hidrogeniônico.....	25
3.1.3	Alcalinidade.....	25
3.1.4	Amônia, nitrito e nitrato.....	26
3.2	Algas.....	27
3.3	Plantas.....	28
3.3.1	Flutuantes.....	28
3.3.2	Submersas com folhas flutuantes.....	29
3.3.3	Palustres e marginais.....	30
3.4	Peixes.....	30
3.4.1	Carpas coloridas.....	31
3.4.2	Kinguios.....	32
3.4.3	Espadas, platis e molinésias.....	32
4	Lagos ornamentais e seus benefícios.....	33
5	Desenvolvendo um projeto.....	34

5.1	Construindo um lago ornamental	34
5.1.1	Definindo o tamanho do lago.....	36
5.1.2	Definindo o local	37
5.1.3	Escavando o lago.....	37
5.1.4	Impermeabilizando o lago ornamental	38
5.1.5	Sistemas de filtragem.....	38
5.1.6	Sistemas de bombeamento.....	44
5.1.7	Instalação hidráulica	45
5.1.8	Instalação elétrica	45
5.1.9	Elementos decorativos	46
5.1.10	Manutenção.....	47
6	Considerações Finais	47
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

Uma vida agitada, com muito trabalho, barulho e trânsito no dia a dia. É assim que vive grande parte da população urbana das grandes metrópoles atualmente. E, para se livrar do estresse diário, o refúgio encontrado para quem busca relaxar e se desprender dos problemas, pode estar no contato direto com a natureza (FONSECA, 2011). Ou seja, para aqueles que procuram recarregar as energias, sabemos que é possível ter à disposição ao menos uma fonte d'água, repleta de plantas e peixes, através da construção de um lago ornamental. Feitos em jardins, na área externa da casa, são um ótimo recurso para o bem-estar, proporcionando um ambiente calmo e inspirador. A aparência serena destas paisagens revela uma atmosfera relaxante, permitindo momentos de reflexão e descanso. Por esta razão, cada vez mais projetistas criam espaços belos com lagos cheios de peixes e plantas ornamentais.

Os lagos ornamentais, de pequeno e médio porte, hoje são comumente requisitados como elementos integrantes aos projetos paisagísticos em busca da natureza, harmonia, prazer, equilíbrio visual e climático. Os conhecimentos básicos sobre aquicultura, mecânica dos fluidos, sistemas de filtragem, plantas aquáticas, dimensionamento de equipamentos e elementos hidráulicos, biologia, entre outros, são requisitos necessários para o sucesso destes projetos (DEL MASTRO, 1969). São, também, um recurso de decoração e paisagismo muito sofisticado e apresentam inúmeras possibilidades de formatos e tamanhos, bem como grande variedade de materiais como pedras e plantas que podem ser utilizadas na decoração. Eles têm o objetivo de decorar o ambiente, trazendo mais vida e alegria para o espaço. Também, é possível mencionar os lagos ornamentais internos. Pois, havendo áreas de muita luz no interior da residência, temos os jardins de inverno e os vãos livres sob escadas como exemplos de locais que podem comportar pequenos lagos. Uma vez que, eles acabam valorizando o ambiente e trazem a natureza para dentro de casa.

1.1 LAGOS ORNAMENTAIS E PISCINAS NATURAIS

Lagos ornamentais podem trazer a riqueza da natureza para dentro do cotidiano. Eles são pequenos oásis, que servem como um mantra para o olhar e são um convite à contemplação, tranquilidade e meditação. Os efeitos dos lagos ornamentais, no entanto, não apenas aguçam os sentidos, eles valorizam ambientes. Mesmo áreas consideradas menos nobres numa residência,

condomínio ou praça pública, transformam-se em lugares agradáveis e, conseqüentemente atraem frequentadores.

Neste caso, existem as piscinas naturais, que além de muito requisitadas, apresentam um estilo mais tropical, que ampliam o bem-estar e conforto dos ambientes externos. Como resultado, vemos a possibilidade de nadar entre os peixes e plantas, o que torna a experiência ainda mais prazerosa. A ausência de produtos químicos e o pH balanceado proporcionam uma melhor sensação de natureza. Assim sendo, como a água das piscinas naturais dispensa o uso de cloro, ela não causará irritação nos olhos e nem o ressecamento da pele ou dos cabelos, pois com uma proposta diferente dos lagos ornamentais, é possível aproveitar o espaço para banho (ENTENDA ANTES, 2020).

1.1.1 Histórico

Alguns lagos artificiais ao redor do mundo ajudam a compor paisagens tão deslumbrantes que fica até difícil acreditar que eles são, na verdade, frutos de intervenção humana na natureza. Ao considerarmos apenas a criação de lagos artificiais na história da humanidade, essa prática pode ter surgido a cerca de 3 mil anos antes de Cristo, quando agricultores utilizavam o represamento de água para a irrigação. Atualmente, a construção de lagos é destinada às mais variadas funções, como armazenamento de água para abastecimento e geração de energia, controle de enchentes, recreação, criação de peixes, paisagismo, entre outros (COMUNICAÇÃO SEM FRONTEIRAS, 2021).

Diferente dos espelhos d'água, que não possuem nenhuma vida, os lagos ornamentais tem como uma das suas principais características a sua construção por mãos humanas e a presença de vida como plantas e peixes. Os lagos ornamentais fazem parte da vida do homem desde à época medieval, contudo, se difundiram no Brasil e começaram a virar um elemento muito utilizado por paisagistas e arquitetos em meados de 2005. Isso acontece quando os importadores de produtos para aquários também começaram a enxergar esse mercado como um grande potencial. As pessoas que gostam de lagos ornamentais e, fazem dele um *hobby*, são chamadas no Brasil de "laguistas". Da mesma forma que "aquaristas" são as pessoas que gostam de aquários (AQUASN, 2021).

1.1.2 Características

Os lagos ornamentais são um recurso de decoração e paisagismo muito sofisticado, com inúmeras possibilidades de formatos e tamanhos, bem como grande variedade de materiais como pedras e plantas que podem ser utilizadas na sua decoração (Figura 1). É necessário conhecer algumas dicas de projeto na hora de construir um lago, como por exemplo, escolher o sistema de bombeamento e filtragem corretos para o bom funcionamento do lago (ENTENDA ANTES, 2020). É importante destacar, que você não deve se preocupar com a quantidade de sol, pois os lagos ornamentais podem ser construídos em áreas com menor incidência de sol. Porém no caso de uma piscina natural, o ideal é que a área receba bastante sol, para ser utilizada em momentos de recreação e lazer. A profundidade média para lagos ornamentais é de 50 cm na parte mais funda e seu tamanho pode variar de acordo com o espaço disponível no local. Antes de tudo é preciso escolher com cuidado o local onde será construído seu lago ornamental, para que a área escolhida não seja próxima de grandes árvores ou espécies frutíferas, para que o acúmulo de folhas e frutas não interfira em seu ecossistema, ocasionando problemas com limpeza.

Figura 1: Lago ornamental.



Fonte: Entenda Antes (2020).

As “piscinas naturais” podem apresentar proporções maiores do que um lago ornamental, e são bastante requisitadas, não somente pela estética agradável, mas por permitirem que seus usuários entrem na água e nadem junto aos peixes. Podendo mesclar algumas laterais da piscina com bordas de pedras naturais e outras laterais em alvenaria, as piscinas naturais podem conter acessos do tipo “praia”, onde uma de suas laterais terá a borda rasa e vai descendo aos poucos até a área funda. Além disso, também há a possibilidade de saltar diretamente na parte mais funda na outra extremidade. Além de proporcionar diariamente experiências de contato com a natureza, as piscinas naturais são consideradas construções sustentáveis (ENTENDA ANTES, 2020). As principais diferenças para uma piscina convencional são:

- Não utilizar cloro ou qualquer outro produto químico;
- Possibilidade de criar diferentes ambientes naturais;
- Nadar com peixes e outros animais em segurança;
- Compatibilização com a arquitetura e paisagismo do local;
- Possibilidade de recriar um ambiente similar à uma praia natural.

A piscinas naturais podem ter diversas profundidades, no entanto, na maioria dos casos elas são construídas com profundidade média de 1,5 m, porém um projeto de maior porte consegue alcançar profundidades de até 5 m. As “piscinas praia” não são apenas surpreendentes, mas também proporcionam maior acessibilidade e mais segurança para seus usuários (Figura 2).

Figura 2: Piscina natural.



Fonte: Entenda Antes (2020).

1.2 BIOFILIA: UMA TENDÊNCIA ATUAL

O termo “biofilia” é traduzido como “amor pela vida” no grego antigo (*philia* = amor a / inclinação a). A biofilia foi usada pela primeira vez pelo psicólogo Erich Fromm em 1964 e depois popularizada nos anos 80 pelo biólogo Edward O. Wilson, que em sua hipótese acredita na ligação emocional inata dos seres humanos com outros organismos vivos e com a natureza. Segundo (WILSON, 1984), o princípio por trás da biofilia é bastante simples: conectar humanos com a natureza para melhorar o bem-estar. A principal estratégia é incorporar as características da natureza aos espaços construídos, como água, vegetação, luz natural e elementos como madeira e pedra. O uso de formas e silhuetas botânicas em vez de linhas retas é uma característica fundamental em projetos biofílicos. A biofilia é uma forma de inovar e oferecer

aos mais diversos ambientes internos e externos itens naturais capazes de melhorar a nossa saúde, além de garantir bem-estar.

De acordo com um relatório divulgado pelo *Human Spaces* no Impacto Global de Design Biofílico, 15% das pessoas que trabalham em espaços que possuem elementos naturais apresentam um nível de bem-estar maior em relação àquelas que não possuem nenhum contato com a natureza no local de trabalho. A tendência é que cada vez mais os projetos biofílicos sejam uma prioridade ao planejar um ambiente de trabalho, resultando, assim, em um aumento de produtividade e criatividade e em uma diminuição do estresse e baixo desempenho dos funcionários (PIRES, 2021).

A inserção de fontes, lagos e espelhos d'água são formas criativas de integrar a natureza no design biofílico (Figura 3). Além do efeito estético, há o barulho da água que pode despertar outras sensações de bem-estar. Assim, integrar os conceitos da biofilia nos projetos é uma alternativa viável em busca de construções cada vez mais sustentáveis (RANGEL, 2018).

Figura 3: Design biofílico.



Fonte: Rangel (2018).

1.3 JUSTIFICATIVA

- De maneira geral, uma piscina natural ou lago ornamental aumenta a qualidade de vida de todos os moradores da casa, pois proporciona todas essas vantagens diariamente. Sem sair de casa é possível ter momentos de descontração, contato com a natureza e relaxamento. Este trabalho possui o intuito de reunir informações variadas sobre lagos ornamentais e, após elaborar uma síntese destas informações, poder oferecê-la a todos os interessados. Um texto simples e prático que possa ajudar os leitores a compreenderem o funcionamento do seu miniecosistema;

- Isso possibilitará a divulgação deste tema tão fascinante, principalmente para o público leigo que deseja possuir seu lago, popularizando a ideia de que ter um lago ornamental é bastante possível e viável, além de proporcionar muitos benefícios ao corpo e à mente;
- Desta forma, justifica-se este trabalho como uma ferramenta contribuinte para a disseminação do tema, proporcionando conhecimentos práticos sobre a elaboração e execução de projetos de lagos ornamentais e quem sabe despertar o empreendedorismo dos engenheiros de aquicultura, contribuindo por gerar iniciativas de negócio.

2 OBJETIVOS DO TRABALHO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é trazer conceitos e parâmetros de projeto utilizados no dimensionamento de lagos de peixes ornamentais e piscinas naturais, de modo a permitir a todo público leitor o entendimento sobre seu mini ecossistema, seus benefícios para o bem-estar humano e sua metodologia de construção.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Alguns objetivos específicos deste trabalho:

- A partir de uma revisão bibliográfica narrativa, o trabalho busca apresentar de forma simplificada as características de projeto e construção de lagos ornamentais;
- Tornar este material um manual didático para que qualquer pessoa entusiasta possa projetar e construir o seu próprio lago ornamental;
- Apresentar um estudo de caso com a construção de um lago ornamental em uma residência, apresentando dicas e imagens de como o mesmo foi construído.

3 UM ECOSISTEMA EQUILIBRADO

Para entender melhor o que é um ecossistema equilibrado, devemos começar com a palavra “ecossistema”. Um ecossistema é definido como uma comunidade biológica de organismos que interagem em seu ambiente físico. Uma lagoa natural é um ecossistema, pois contém uma ampla gama de organismos que vivem tanto na água quanto ao redor dela. Todos

esses organismos interagem uns com os outros, direta ou indiretamente, e cada organismo tem um efeito sobre os demais. O objetivo de uma lagoa natural é ter um ecossistema equilibrado, no qual não haja grandes mudanças. Um inseto pode ser predado, mas logo é substituído por outro. À medida que alguns seres vivos morrem e se decompõem, dão vida a novos organismos. Nenhum organismo se torna tão dominante a ponto de assumir o controle da lagoa. Os parâmetros de qualidade de água devem permanecer estáveis sem grandes variações, principalmente nos níveis de pH e oxigênio. Isso é importante, pois cada organismo tem um conjunto preferido de condições ambientais. Se o nível de pH mudar muito, um organismo específico pode sair ou morrer. Se todos os mosquitos morrerem de repente, os sapos não terão nada para comer. A garça, por sua vez, tem que tentar sobreviver com sapos magros e assim a lagoa não estará mais em equilíbrio (PAVLIS, 2017).

Uma vez que o nosso lago ornamental já esteja estabelecido, ele também será um ecossistema contendo milhares de diferentes espécies de formas de vida, desde a comunidade zooplancônica até macrófitas aquáticas. Ao ser projetado e construído corretamente, o lago pode ser mantido de forma equilibrada e inalterada por um longo tempo. Quando em quantidade excessiva no lago, os peixes poderão causar um excesso de compostos nitrogenados na água e ainda sofrerem com estresse devido a sua toxicidade. Para isso não se tornar um problema, é necessário que o filtro biológico consiga realizar de maneira satisfatória o processo de nitrificação. Também deverão haver plantas de diferentes espécies no lago, pois elas mantêm os níveis de nutrientes baixos para que as algas não cresçam no ambiente.

Quanto ao bem-estar dos animais, a utilização de lírios aquáticos é importante para sombrear a água e proporcionar maior conforto, impedindo a ação direta da radiação solar sobre o muco e as escamas. Não existe a necessidade de limpeza do fundo do lago, pois os microrganismos bentônicos auxiliam na manutenção do equilíbrio do lago. Um dos maiores problemas da maioria das lagoas na natureza é o crescimento de algas, que em excesso causa um desequilíbrio no ecossistema que, por sua vez, leva a outros problemas. Em lagos ornamentais elas são extremamente indesejadas, uma vez que a beleza do lago também está na aparência cristalina da água (PAVLIS, 2017).

3.1 ÁGUA

A água é um recurso natural abundante no planeta, essencial para a existência e sobrevivência das diferentes formas de vida. A água é importante para manter a vida no planeta

e suas principais funções são: hidratar os seres vivos, manter o equilíbrio da biodiversidade e permitir o desenvolvimento de atividades pelos seres humanos (BATISTA, 2011). A água possui múltiplos usos, ou seja, destina-se aos mais diversos fins, como abastecimento público, geração de energia elétrica, navegação, dessedentação de animais, suprimento industrial, crescimento de culturas agrícolas, conservação da flora e da fauna, recreação e lazer (BARTH & BARBOSA, 1999).

A água da biosfera faz parte de um ciclo denominado “ciclo hidrológico”, que é um processo contínuo de transporte de massas de água do oceano para a atmosfera e desta, por meio das chuvas, escoamento superficial e subterrâneo, novamente para o oceano (VINATEA ARANA, 2010). O ciclo hidrológico (Figura 4), também chamado de ciclo da água, é um ciclo biogeoquímico que se desenvolve por meio da mudança de estado físico da água, a qual se dá através uma série de etapas que ocorrem em um sistema de circulação fechado de escala global, isto é, que compreende todo o conjunto de águas do planeta (GUITARRARA, 2015).

Figura 4: Ciclo hidrológico.



Fonte: Alvarenga (2015).

No ciclo hidrológico, a água de rios, lagos, oceanos, geleiras e até a contida no solo sofre evaporação devido ao calor desencadeado pela energia solar, e passa para a forma gasosa, originando as nuvens. Em consequência dessa condensação que o vapor sofre nas camadas mais altas e frias da atmosfera, sob forma líquida, a água voltará à crosta terrestre através da precipitação pluviométrica. Rios, lagos e oceanos não são os únicos mananciais de água. Ela embebe-se no solo, forma lençóis subterrâneos e constitui mais da metade do peso do corpo dos seres vivos (ALVARENGA, 2015).

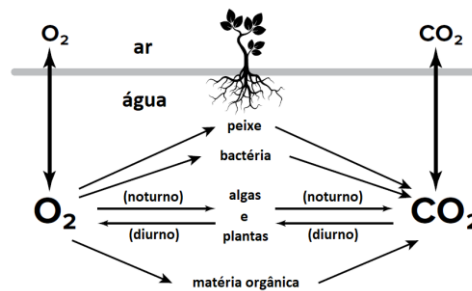
Em aquicultura a classificação hidrológica da água para o trabalho em questão é chamada de sistema de recirculação. Ou seja, a água flui pela unidade de cultivo através de um filtro a fim de purificar a água que circula constantemente. Desta forma, é importante conhecer alguns dos parâmetros de qualidade da água relacionados à estabilidade do mini ecossistema do

lago. O conhecimento e acompanhamento destes parâmetros se faz necessário, não só para evitar surpresas desagradáveis, como enfraquecimento e morte da fauna presente, mas também visando um adequado manejo do sistema. Os parâmetros apresentados a seguir são: oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, alcalinidade e compostos nitrogenados.

3.1.1 Oxigênio dissolvido

Todos os animais, incluindo insetos, pássaros e peixes, inspiram oxigênio e expiram dióxido de carbono. Os animais que vivem fora da lagoa têm fácil acesso ao oxigênio, pois podem respirar ar atmosférico. Para os animais na água, é um pouco mais complicado, pois eles devem obter seu oxigênio extraíndo-o da água. Se o nível de oxigênio na água ficar muito baixo, eles podem sufocar e morrer. O nível de oxigênio no ar é de cerca de 200.000 ppm (20 por cento), e a água da uma lagoa natural raramente terá mais de 10 ppm. Quando os níveis atingem 3 ppm, os peixes ficam estressados; a 1 ppm eles morrem (PAVLIS, 2017). Baixos níveis de oxigênio são a principal causa de morte de peixes em lagoas.

Figura 5: Ciclo do oxigênio na água.



Fonte: Pavlis (2017).

Os níveis de oxigênio afetam todos os animais que vivem na água da mesma maneira, incluindo aqueles que você não pode ver como as bactérias. Elas também desempenham um papel crítico no ciclo do oxigênio (Figura 5), pois elas também respiram oxigênio e emitem dióxido de carbono. As bactérias são vitais para manter um ecossistema equilibrado, pois elas possuem papel fundamental na nitrificação das excretas dos peixes. em aquicultura o oxigênio dissolvido é considerado o parâmetro mais importante de qualidade de água.

A temperatura também afeta os níveis de oxigênio, pois a solubilidade dos gases na água diminui com o incremento da temperatura. Na tabela abaixo (Tabela 1) pode-se observar a solubilidade do oxigênio presente na água doce. Temperaturas elevadas também aumentam a atividade dos peixes, o que aumenta o consumo de oxigênio. Se estiver nublado, as plantas

realizam menos fotossíntese, produzindo também menos oxigênio. Em um dia quente e nublado de verão, os peixes estão ativos e a água retém menos oxigênio.

Tabela 1: Solubilidade do oxigênio em água doce.

Temperatura (°C)	OD água doce (mg/L)
0	14,6
5	12,8
10	11,3
15	10,2
20	9,2
25	8,4
30	7,6
35	7,1
40	6,6

Fonte: Vinatea Arana (2010).

Além dos efeitos de plantas, animais e temperatura, outros processos afetam o nível de oxigênio em lagoas. Uma das mais significativas é a troca de gases entre a água e o ar. Na superfície da lagoa onde a água e o ar se encontram, há uma constante troca de gases. A difusão do oxigênio atmosférico para dentro da água é na maioria das vezes realizada por um processo lento, exceto em condições de forte turbulência, com o vento criando ondulações na água (PAVLIS 2017). Recomenda-se usar uma sonda para avaliar os níveis de oxigênio dissolvido pelo menos duas vezes ao dia. A concentração de OD é expressa tanto em partes por milhão (mg/L) como em porcentagem de saturação. Para obter os níveis máximo e mínimo, as medições devem ser feitas uma hora antes do nascer do sol (± 30 min) e duas horas antes do pôr do sol (± 30 min).

Uma dica para monitorar o oxigênio dissolvido, caso não possua um medidor multiparâmetro, é observar o comportamento dos animais. Caso exista alguma deficiência de oxigênio dissolvido, os peixes virão boquejar na superfície do lago na tentativa de tentar capturá-lo diretamente da atmosfera. Em aquicultura, a deficiência de oxigênio na água pode ser solucionada com a instalação de sopradores de ar, que transferem ar atmosférico diretamente para a água. O equipamento é pequeno, consome pouca energia e junto a ele é acoplada uma mangueira de silicone com pedra porosa na ponta (Figura 6).

Figura 6: Soprador de ar, mangueira e pedra porosa.



Fonte: Lagos & CIA (2022).

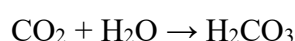
3.1.2 Potencial hidrogeniônico

Na química, é comum usar a escala numérica do pH para medir o nível de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa (com água). Com variação entre 0 e 14, cada número na escala é determinado a partir da concentração de íons de hidrogênio (H^+). Um valor acima de 7 indica que a água é alcalina e estando abaixo de 7 ela é ácida (FORATO, 2022). O pH é um parâmetro muito especial nos ambientes aquáticos, podendo ser a causa de muitos fenômenos químicos e biológicos, por exemplo, o pH alcalino é responsável por uma maior porcentagem de amônia não ionizada, que por sua vez é tóxica para os peixes do lago. Todas as formas de vida aquáticas possuem uma faixa ideal de pH para viver, fora desta faixa ideal, elas estarão mais propensas a terem doenças e deficiências nutricionais. As plantas gostam de estar em uma faixa de 6 a 7,5. Os peixes preferem um pH entre 7,0 e 8,0 e morrerá abaixo de 5,0 e acima de 9,0 (PAVLIS, 2017).

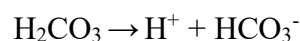
3.1.3 Alcalinidade

A alcalinidade é uma medida da capacidade da água para neutralizar os ácidos. É conhecida como o efeito de tampão da água ou a capacidade da água de resistir a uma alteração no pH quando é adicionado um ácido. A alcalinidade na água é causada principalmente pela presença de substâncias (íons) dissolvidas que neutralizam ácidos. Os três principais íons alcalinos na água que contribuem para a alcalinidade são: bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-). Os bicarbonatos representam a maior parte da alcalinidade, e seu sistema *buffer* evita mudanças repentinas de pH.

O pH original do lago será determinado pelo pH da água usada para preenchê-lo, porém ele poderá variar dependendo da hora do dia (Figura 7), sendo que durante o dia, as plantas debaixo d'água, incluindo as algas, estão consumindo o CO_2 para a fotossíntese e o pH sobe. À noite, a fotossíntese não acontece e as plantas produzem CO_2 , que ao entrar em contato com a água forma o ácido carbônico, baixando o pH:



O ácido carbônico se ioniza, liberando íons H^+ (aumentando a acidez do meio) e íons carbonato e bicarbonato, saturando a solução:



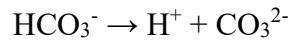
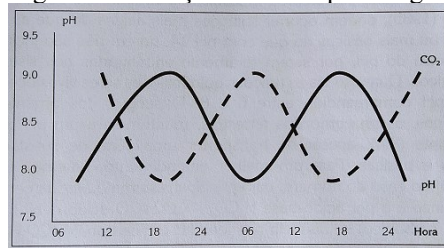
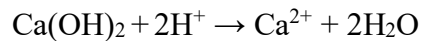


Figura 7: Flutuação diária do pH da água.



Fonte: Vinatea Arana (2010).

O sistema tampão da água é criado através da adição de hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 na água. Se a concentração de íons livres de hidrogênio aumentar, este irá reagir com o hidróxido de cálcio para formar Ca^{2+} e água:

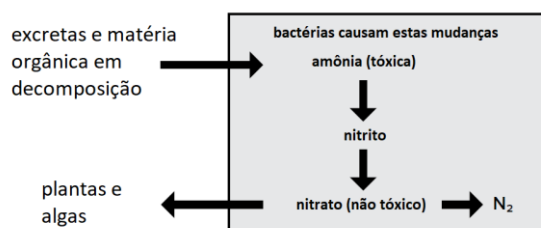


Assim o equilíbrio é mantido, e o pH varia apenas um pouco. Os níveis ótimos de pH em sistemas de aquicultura devem variar entre 7,5 e 8,5 e a leitura destes valores pode ser obtida através de análise colorimétrica ou uma sonda multiparâmetro.

3.1.4 Amônia, nitrito e nitrato

O principal produto de excreção dos organismos aquáticos é a amônia, composto resultante do catabolismo das proteínas. No processo de nitrificação, ocorre a oxidação da amônia em nitrito e, na sequência, em nitrato (Figura 8). Esse processo é realizado por bactérias que fazem quimiossíntese, ou seja, que utilizam a energia liberada na nitrificação para sintetizar suas substâncias orgânicas. As bactérias que realizam nitrificação são chamadas de bactérias nitrificantes, os gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrosococcus* convertem amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-), e as *Nitrobacter* convertem nitrito (NO_2^-) em nitrato (NO_3^-). A amônia também é produzida durante a decomposição da matéria orgânica, portanto é necessário observar atentamente se alguma matéria orgânica acaba entrando no lago, como folhas de árvores ou fezes de pequenos animais.

Figura 8: Ciclo do nitrogênio na água.



Fonte: Pavlis (2017).

Como a amônia é tóxica para os animais, os níveis devem ser mantidos baixos. Para diminuir os níveis de amônia no lago, uma boa tática é diminuir também a quantidade de animais na água ou a quantidade de ração ofertada. A amônia pode causar danos aos animais afetando sua respiração, através de lesões nas brânquias, sua osmorregulação, através da permeabilidade das membranas e até seu crescimento, tendo em vista o processo de fosforilação oxidativa e a incapacidade de converter energia alimentar em ATP (VINATEA ARANA, 2010).

O nitrito é um composto intermediário do processo de nitrificação, e seu efeito mais importante em peixes refere-se à capacidade que este composto tem de oxidar a hemoglobina do sangue, convertendo-a em meta-hemoglobina (molécula incapaz de transportar oxigênio) causando a morte dos organismos por asfixia (SPOTTE, 1979). O nitrito confere ao sangue uma inconfundível cor marrom, indicando a oxidação do pigmento respiratório (HUEY, 1980).

O nitrato é o produto final da oxidação da amônia e sua toxidez não parece ser um problema sério para os animais aquáticos. Porém com o tempo, o acúmulo deste composto em sistemas fechados de recirculação de água, como no caso do lago ornamental, pode torna-lo potencialmente tóxico. Devido ao processo de nitrificação ocorrendo de forma ininterrupta, altos níveis de nitrato podem acumular na água e também causar efeitos nocivos sobre a osmorregulação e o transporte de oxigênio.

3.2 ALGAS

Existem muitos tipos de algas, mas podemos simplificar apenas para o nosso estudo dois tipos: algas filamentosas e algas planctônicas. As algas planctônicas consistem em células únicas que são totalmente autossuficientes. Eles são capazes de se reproduzir, absorver CO_2 e nutrientes e realizar a fotossíntese. As células individuais são muito pequenas para serem vistas a olho nu, embora podemos observar a coloração da água parecer verde, azul-esverdeada ou marrom. Essa coloração é chamada uma proliferação de algas e pode envolver muitas espécies diferentes de algas.

As algas filamentosas também são organismos unicelulares verdes, mas aderem umas às outras para formarem longos filamentos semelhantes a fios de cabelo. Estas algas aderem a rochas debaixo d'água, e à medida que mais células de algas são adicionadas, os fios ficam cada vez mais longos, formando grandes massas flutuantes de fios aglomerados. Esta é a alga da qual a maioria das pessoas quer se livrar. As algas filamentosas também realizam fotossíntese, e servem como fonte de alimento para protozoários, insetos e peixes. Elas são uma

parte vital da cadeia alimentar aquática, porém o excesso de algas pode ter um efeito prejudicial no equilíbrio do ecossistema, como é o caso da floração de algas.

Um aporte muito alto de nutrientes irá causar uma floração de algas no lago. Ao se multiplicarem muito rapidamente, consumirão todo o oxigênio disponível, e então começarão a morrer. As algas mortas irão se decompor, produzindo altos níveis de CO₂ e amônia, podendo causar a eutrofização do lago.

3.3 PLANTAS

Em um design natural, plantas desempenham um papel importante que vai além da aparência estética. Embora todas as plantas que crescem dentro e ao redor de uma lagoa a fazem parecer natural, esse não é o principal motivo para adicionar plantas. Elas são importantes para manter a qualidade da água e manter as algas sob controle. Todas as plantas precisam de CO₂, água e nutrientes para realizar fotossíntese. As plantas que têm folhas acima da superfície obtêm CO₂ do ar, e aquelas que só têm folhas abaixo da superfície extraem CO₂ da água.

Uma vez que a água está prontamente disponível, é preciso que existam nutrientes disponíveis para as plantas se desenvolverem. Tais nutrientes são oriundos do resultado final da nitrificação da amônia, como o nitrato, que acabam sendo eliminados do sistema com o auxílio das plantas inseridas no lago. As plantas são a única maneira natural de remover nutrientes da água, que são usados na fotossíntese e em outras funções como o crescimento. A remoção destes nutrientes ajuda a manter a qualidade da água, diminuindo a proliferação de algas. As algas competem com outras plantas por nutrientes e só irão prosperar se o nível de nutrientes for alto. Outras plantas prosperarão na água com quantidades menores de nutrientes, mas as algas não. Enquanto as plantas mantiverem o nível de nutrientes baixo, as algas não crescerão (PAVLIS 2017).

As plantas podem fazer mais do que apenas manter os níveis de nutrientes baixos. Plantas flutuantes como nenúfares cobrem a superfície da água gerando sombra, desta forma a quantidade de luz reduzida e as algas terão dificuldade para se desenvolver. A seguir veremos algumas das espécies de plantas mais indicadas para se ter em lagos ornamentais.

3.3.1 Flutuantes

Essas são as plantas que ficam na superfície (Figura 9), como os aguapés, alfaces-d'água, lentilhas, salvinias e outras. Necessitam de sol em abundância e servem como sombra parcial da superfície quando o calor do sol é muito forte. Contribuem também para a desova dos peixes das espécies de Kinguios e carpas, entre outros. Tais plantas também despoluem a água e retiram nutrientes que serviriam para as microalgas verdes, no entanto, como são alimento para as carpas, devem ficar separadas desses peixes para evitar transtornos como entupimentos de filtros.

Figura 9: *Salvinia molesta*.

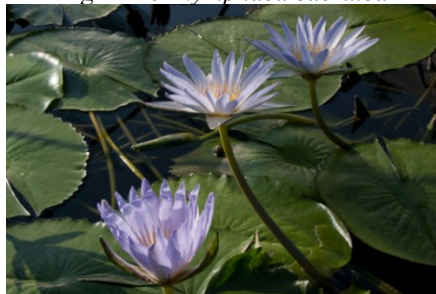


Fonte: *Research gate* (2022).

3.3.2 Submersas com folhas flutuantes

Em geral são as *Nymphaeas sp* e lótus, essas espécies necessitam de bastante sol e aceitam também a sombra, contudo, não costumam florescer nessas condições. Precisam de uma profundidade razoável, considerando que seria plantada em um vaso grande com substrato fértil, e teria ainda que restar uma coluna d'água de uns 20 a 30 cm acima do vaso. No máximo 50 cm, dependendo da espécie. As *Nymphaeas sp* (Figura 10) proporcionam muita sombra sem o inconveniente das raízes serem comidas e espalhadas quando em lagos, mas suas folhas têm curta duração.

Figura 10: *Nymphaea caerulea*.



Fonte: *Lilium Aquae* (2022).

As *Nymphaeas sp* são bastante indicadas, pois suas grandes folhas flutuantes fornecem sombra, eliminando a luz necessária às algas. Elas se saem melhor em águas calmas, então

mantenha-os longe de fontes e cachoeiras. Os tubérculos alongam-se e dividem-se a cada ano, formando touceiras cada vez maiores. Elas gostam de muito sol para florescer bem e, se estiverem saudáveis, florescerão na maior parte do verão e do outono. Em regiões quentes, elas podem florescer o ano todo.

3.3.3 Palustres e marginais

As do tipo marginais preferem locais rasos e são de ótimo abrigo para a vida silvestre, já as do tipo palustres são características de locais encharcados. É fácil confundi-las, pois muitas plantas palustres podem se comportar como marginais, invadindo os lagos nesses espaços também. Conseguem se desenvolver tanto com sol forte como em sombra parcial.

Figura 11: *Cyperus papyrus*.



Fonte: Culham (2012).

As plantas mais comuns são o papiro (Figura 11), sombrinha-chinesa, cavalinha, junco, taboa, lírio-do-brejo, copo-de-leite, etc. São ótimas plantas para o filtro de plantas e devem, preferencialmente, ser plantadas em vasos. Tomando cuidados com o substrato, deve-se colocar pedras para evitar que os peixes o revirem. É conveniente ainda o replantio uma vez ao ano.

3.4 PEIXES

A presença de peixes no lago é fundamental para evitar a proliferação de larvas de mosquitos. Além disso, as cores e o movimento dos eixes trazem um encanto especial ao ecossistema (AMARAL & BITTRICH, 2002). É importante saber qual é a espécie de peixe mais apropriada para o tipo de lago ornamental que você deseja ter na sua casa. Geralmente, as carpas são as mais escolhidas pelos proprietários, pelo seu colorido e por tolerarem águas mais frias. Porém peixes que formam cardumes como espadinhas, também podem compor seu lago

sem problema algum, somente se a temperatura da água for superior a 22°C o ano todo. Peixes que resistem a água fria são mais indicados, já que o aquecimento da água não é algo muito usual nos lagos artificiais. Além disso, é importante conhecer bem as espécies de peixes escolhidas para o lago, pois além de optar por rações diferenciadas, devemos garantir um sistema coerente e harmonioso no lago.

3.4.1 Carpas coloridas

Carpas coloridas (Figura 12) são muito apreciadas pelos laguistas, sendo peixes resistentes ao frio que podem tolerar temperaturas próximas a 0°C. Em países tropicais como o Brasil podem superar os 70 anos de idade. Para criação das carpas é recomendado um lago com no mínimo 3.000 L e com 50 cm ou mais de profundidade, para que as carpas possam ter espaço e fiquem confortáveis.

Figura 12: *Cyprinus carpio*.



Fonte: Golob (2021).

Não é recomendado colocar plantas aquáticas como os aguapés ou alfaces-d'água, por exemplo, junto com esses peixes, pois elas irão se alimentar das raízes e folhas.

Características:

- Habitat: água doce
- Alimentação: onívoro
- Comportamento: bentopelágico
- pH: 6,5 a 9,0
- Comprimento comum: 30 cm
- Temperatura: 3°C a 35°C

Alguns peixes possuem suas colorações como principais características, como é o caso das carpas coloridas e Kinguios. Pensando nisso, é importante saber que a alimentação adequada desses animais auxilia não só na saúde das escamas, mas também na digestão e

excreção. Portanto, é importante escolher uma boa ração para manter a saúde dos animais e a qualidade de água do lago.

3.4.2 Kinguios

Chamado também de japonês ou peixe dourado, são peixes ornamentais muito pacíficos e com uma característica específica, tanto do seu corpo e suas cores como do seu nadar. O Kingiuo (Figura 13) tem como origem a Ásia e ótimo para criação com outras espécies pacíficas no lago. São peixes que vivem muitos anos (entre 20 e 30 anos), podendo alcançar 30 cm dependendo da sua espécie, e por isso precisam de grandes espaços. Também são peixes de frio e toleram baixas temperaturas. Existem algumas variedades de peixes Kinguios, entre elas: comum, cometa, bolha e escama de pérola.

Figura 13: *Carassius auratus*.



Fonte: Guia animal (2021).

Características:

- Habitat: água doce
- Alimentação: onívoro
- Comportamento: bentopelágico
- pH: 6,0 a 8,0
- Comprimento comum: 10 cm
- Temperatura: 0°C a 41°C

3.4.3 Espadas, platis e molinésias

Os peixes poecilídeos (Figura 14) são pequenos, se reproduzem de forma rápida e são ótimos para o controle de larvas e mosquitos nos lagos. Esses pequenos peixes andam em cardumes e podem ser criados juntamente com outras espécies pacíficas e comunitárias.

Preferem as águas ligeiramente alcalinas apesar de suportarem parâmetros muito diferentes aos locais em que habitam. A variação brusca de temperatura da água pode trazer complicações e algumas doenças a esses peixes. Por esse motivo, essas espécies são indicadas para regiões mais quentes com pouca variação do clima. Por nadarem em cardume deixam o lago mais bonito e divertido. Além disso, são espécies que não necessitam de uma alimentação diferenciada, pois encontram comida no próprio lago.

Figura 14: *Xiphophorus hellerii*.



Fonte: Costa (2022).

Características:

- Habitat: água doce
- Alimentação: onívoro
- Comportamento: bentopelágico
- pH: 7,0 a 8,0
- Comprimento comum: 5 cm
- Temperatura: 22°C a 28°C

4 LAGOS ORNAMENTAIS E SEUS BENEFÍCIOS

Estamos cada vez mais longe da natureza: cada vez mais as pessoas vivem nas cidades, onde existem oportunidades e recursos, mas que provavelmente existe muito pouco verde. No entanto, quem consegue manter uma conexão maior com o meio ambiente tem benefícios imensos para a saúde (BARANYI, 2018). O contato com elementos da natureza, como por exemplo o cheiro da grama, olhar para as árvores ou ouvir o barulho da água é mais do que uma percepção. Como demonstra uma série de novos estudos, são benefícios claros de que a natureza faz bem. Tanto é assim que, em movimento conjunto com a ciência médica, o urbanismo se mobiliza para que ela ganhe mais espaço entre prédios e ruas, facilitando o acesso à chamada verdeterapia. Segundo especialistas da área da saúde, algumas funções do nosso organismo trabalham de modo mais adequado quando passamos mais tempo em ambientes arejados. O leque de condições para as quais a natureza serve de remédio é enorme. E quem comprova

são instituições respeitadas internacionalmente, como a Universidade Harvard, nos Estados Unidos, cujos cientistas verificaram que morar perto de bosques, parques e jardins está associado a maior longevidade (VIDALE, 2021).

Quando nos deparamos constantemente com trânsito, faróis, pessoas, televisão, entre outros, tudo isso transmite ao nosso cérebro informações demasiadas que nos trazem como consequência o cansaço, ansiedade, estresse excessivo e fadiga. Nem todo mundo tem essa intimidade e conexão com os elementos da natureza, porém nunca é tarde para se dar a chance de meditar em meio as árvores, ouvir o barulho da queda de uma cachoeira ou simplesmente sentar à beira de um lago para observar os animais também sentir o calor do sol (BENTIM, 2021). Dentre os benefícios de se estar em contato com a natureza podemos citar: relaxamento de todos os músculos; proporciona calma; estimula a curiosidade; alivia sintomas do estresse e depressão; ajuda no desenvolvimento da imaginação e elimina o cansaço mental.

5 DESENVOLVENDO UM PROJETO

Além de toda a beleza e paz ao admirar um lago ornamental, ele pode apresentar outras finalidades como estocagem de água da chuva e amenizar a sensação térmica em dias quentes. Construir um lago ornamental pode parecer difícil, porém de um modo geral a dificuldade maior pode estar em mantê-lo sempre saudável e cristalino (CRUZ, 2021). Ao iniciarmos o projeto a fim de evitar contratemplos, é preciso fazer um planejamento detalhado de como será o seu lago ornamental, contemplando todas as etapas que apresentaremos em seguida.

Seguindo um modelo de construção de lagos ornamentais, elaborado especialmente para este trabalho de conclusão de curso, apresentaremos a seguir um estudo de caso no qual realizou-se a elaboração de um projeto e a execução do mesmo em uma residência familiar no município de Nova Veneza, em Santa Catarina.

5.1 CONSTRUINDO UM LAGO ORNAMENTAL

Para projetar e executar um lago ornamental de pequeno porte basta saber por onde começar, e quais componentes serão necessários para construí-lo. Uma simples ideia pode se transformar em um magnífico lago e para isto acontecer é preciso fazer um planejamento detalhado, contemplando todas as etapas necessárias. Observar projetos já construídos pode nos

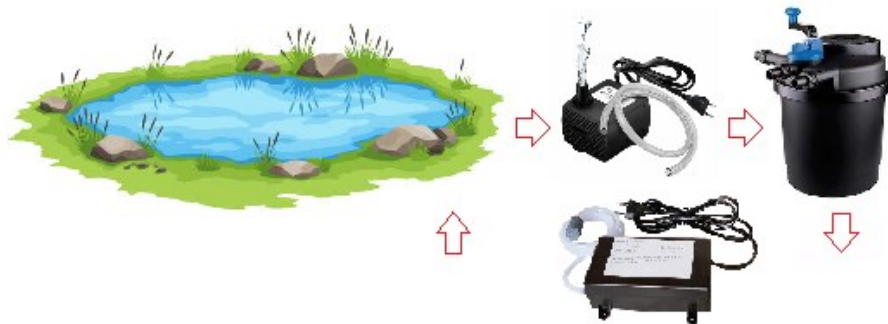
dar uma noção das características visuais, como tamanho, profundidade, formato e também dos elementos de decoração empregados, como plantas, pedras e até mesmo peixes.

O lago deverá ter pelo menos 50 cm em sua maior profundidade, podendo ser escavado na terra ou levantado com pedras, tendo elas um papel estrutural. Em alguns casos, é possível fazer uma parede de contenção em uma das laterais do lago ornamental, em uma situação onde existe algum pequeno desnível no terreno. Os lagos artificiais podem ser feitos em alvenaria ou em sistemas que envolvam mantas de impermeabilização.

Em construções de alvenaria, devem ser utilizados produtos impermeabilizantes bem específicos. Já quando a construção é direta na terra a utilização de mantas de impermeabilização é o mais indicado. Os lagos ornamentais em alvenaria geralmente são geométricos, possuem linhas retas e geométricas, e os demais construídos com mantas possuem um desenho assimétrico obtendo um visual mais fiel àqueles encontrados na natureza. Além da construção em alvenaria ou escavação em terra, outros itens são necessários, como sistemas de bombeamento, sistemas de filtragem, purificadores e elementos decorativos.

Para finalizar, o lago pode ser decorado com areia e pedras de diferentes tipos e tamanhos, naturais ou artificiais. O acabamento com pedras naturais nas bordas e areia no fundo, podendo ser areia branca ou preta. Com o tempo as pedras tornam-se levemente esverdeadas, com aparência mais natural. Já a areia sempre se mantém clara (areia branca), variando do branco até um verde esmeralda fraco. Para a construção do lago, devemos seguir as etapas necessárias e o esquema de instalação dos equipamentos, ou seja, a ordem em que eles estarão dispostos no sistema de recirculação da água do lago (Figura 15). Em ordem numérica temos: lago, bomba submersa, filtro pressurizado com lâmpada UV, gerador de ozônio e por fim, o retorno da água para o lago

Figura 15: Esquema de instalação dos equipamentos.



Fonte: Lagos & CIA (2022).

A seguir são apresentados os passos para a construção de um lago ornamental e a cada tópico mostrado, teremos a exemplificação com fotos feitas em nosso estudo de caso.

5.1.1 Definindo o tamanho do lago

Tudo se resume a custo. A decisão normalmente está baseada em quanto dinheiro estamos dispostos a investir em um lago ornamental e qual a qualidade dos produtos que iremos utilizar. Além do custo com a construção temos os custos com manutenção que também devem ser considerados. Uma grande vantagem dos lagos grandes é o seu equilíbrio biológico. Quanto mais água temos, mais estável fica todo o sistema. Em lagos grandes podemos ter mais peixes, o lago pode ser mais profundo e pode até ser utilizado com piscina natural (BELÃO, 2018). Ao escolher o tamanho do lago, é necessário analisar o tamanho do espaço disponível em sua residência. Através desta primeira informação podemos prever suas dimensões e calcular a quantidade de manta de impermeabilização, sua capacidade de água e, portanto, o dimensionamento dos sistemas de bombeamento e filtragem. Para calcular a quantidade aproximada de água que o lago irá receber em metros cúbicos, precisamos conhecer os valores de comprimento, largura e profundidade que o lago terá. Abaixo temos um exemplo:

Como exemplo teremos um lago com 2,3 metros de comprimento, 1,5 metros de largura e 0,6 metros de profundidade. Para sabermos a capacidade que o lago terá, multiplicaremos os três valores e então teremos o resultado expresso em metros cúbicos, e para obtermos o valor em litros multiplicamos por mil.

Capacidade = comprimento x largura x profundidade

Capacidade = 2,3 m x 1,5 m x 0,6 m = 2,07 m³ ou 2.070 litros

Para sabermos as dimensões da manta Bidim e da manta de impermeabilização seguimos com o seguinte cálculo:

Comprimento da manta = comprimento do lago + 2*(profundidade do lago) + 0,4

Comprimento da manta = 2,3 + 2*(0,6) + 0,4 = 3,9 m

Largura da manta = largura do lago + 2*(profundidade do lago) + 0,4

Largura da manta = 1,5 + 2*(0,6) + 0,4 = 3,1 m

Desta forma ambas as mantas terão 3,9 m por 3,1 m, ou 4x3 m caso seja necessário arredondar. Para o nosso estudo de caso, realizou-se uma cotação prévia para saber qual seria o valor aproximado do investimento para um lago com até 5.000 L, e após análise feita com o proprietário com base no tamanho do lago e seu custo, decidiu-se pela aquisição de equipamentos e materiais dimensionados para um lago com até 2.000 L.

5.1.2 Definindo o local

O primeiro passo é definir o local exato onde o lago será escavado, optando sempre por locais nivelados e evitando tubulações de água e esgoto, entulho, raízes e rochas. Também é importante verificar se existe energia elétrica próxima do local para garantir o funcionamento das bombas e da iluminação do lago. O lago não deverá estar muito próximo de árvores, pois as folhas acabarão caindo no lago e também com o passar do tempo as raízes de algumas espécies de árvores podem danificar a estrutura do lago. Para o nosso estudo de caso, o proprietário solicitou que o lago fosse construído nos fundos da residência, onde possui espaço considerável, tomada de água e ausência de árvores próximas (Figura 16).

Figura 16: Local escolhido para construção do lago.



Fonte: Autor.

5.1.3 Escavando o lago

Após definido o local onde o lago será construído, é hora de iniciar a escavação do mesmo. É importante ter um pouco de criatividade, criando um layout característico para o lago, algo que imite a sua forma original encontrada na natureza. Se o lago for muito grande, será necessário o auxílio de uma escavadeira hidráulica para realizar o serviço. Do contrário, é possível realizar a escavação utilizando apenas ferramentas manuais. Em nosso estudo de caso, aproveitando o declive do local escolhido, optou-se por escavar o menos possível. Desta forma, foram empilhadas pedras de modo a construir os taludes e dar forma ao lago (Figura 17).

Figura 17: Lago sendo erguido com pedras.



Fonte: Autor.

5.1.4 Impermeabilizando o lago ornamental

Para lagos ornamentais construídos diretamente na terra, a utilização de mantas de impermeabilização é o mais indicado. A manta de impermeabilização, também chamada geomembrana, possui fabricação à base de materiais como PEAD, PVC ou EPDM. A geomembrana pode conter espessuras de 0,3 mm, 0,5mm ou 0,8 mm. É um produto desenvolvido especialmente para sistemas de impermeabilização, para proporcionar maior proteção ao meio ambiente e reduzir a penetração de líquidos e gases para evitar que eles atinjam o solo e as águas subterrâneas. Para o estudo de caso, utilizou-se para a construção do lago a manta Bidim e a manta de impermeabilização em PEAD com espessura de 0,5 mm, ambas medindo 5x5 m (Figura 18).

Figura 18: Mantas utilizadas.



Fonte: Autor.

A geomembrana pode receber diversas técnicas de soldagem e colagem: termofusão, química e adesivo de contato. Possui também resistência contra radiação UV, não propaga chamas e não apresenta toxicidade. Após escavar o terreno e realizar a remoção da terra, coloca-se primeiramente a manta Bidim para servir de proteção para a manta de impermeabilização. Sobre o Bidim estique a geomembrana de forma que a mesma cubra todo o interior do lago. Para facilitar a instalação é indicado fazer isso em dia de sol para que a manta possa amolecer com o calor do sol. Após verificar que a geomembrana está assentada cobrindo todo o lago sem nenhuma tensão, deve-se cobrir a mesma com areia no fundo e as pedras nos taludes.

5.1.5 Sistemas de filtragem

Para garantir a qualidade da água e da sobrevivência dos peixes, é preciso contar com um bom sistema de filtragem, composto por elementos filtrantes específicos. Cada projeto de lago ornamental irá necessitar de equipamentos dimensionados especialmente para realizar cada uma das funções desejadas, como por exemplo, filtragem mecânica, química, biológica,

ultra violeta e filtragem por plantas. O recipiente que irá comportar todo o sistema de filtragem deverá possuir de 1 a 5% do volume do lago. Já existe no mercado nacional filtros para lagos ornamentais, como é o caso dos filtros pressurizados. São equipamentos compactos que realizam todas as etapas de filtragem contendo também tratamento ultravioleta no próprio equipamento. Como mencionado acima, o sistema de filtragem se divide basicamente em quatro tipos. A seguir vamos detalhar de maneira objetiva os tipos de filtros mais usados para compor o sistema de filtragem:

- Filtragem mecânica

É formado por qualquer mídia de filtragem cuja missão é segurar a sujeira, tais como escovas filtrantes (Figura 19), espumas e lãs sintéticas. Deve-se evitar os filtros de areia usados em piscinas, pois eles são desenvolvidos para funcionar em sistemas sem vida (piscinas utilizam cloro e outros equipamentos para acabar com algas), e em lagos ornamentais, é primordial um sistema de filtragem com ecossistema vivo que atue consumindo compostos orgânicos.

Figura 19: Escovas filtrantes utilizadas.



Fonte: Autor.

Ao dimensionarmos a quantidade de escovas filtrantes precisamos ter em mente que para uma vazão de 1.000 L de água por hora, são necessários 12 litros de escovas, ou se preferir, para cada 1 m³ de água por hora, são necessários 12.500 cm³ de escovas (*Sarlo Better, 2022*). Em nosso estudo de caso foram adquiridas escovas com as seguintes dimensões: A x L x C iguais a 50 cm x 10 cm x 10 cm, sendo assim necessárias 3 unidades de escovas para comporem o sistema de filtragem mecânica.

$$50 \cdot 10 \cdot 10 = 5.000 \text{ cm}^3$$

$$12.500 \div 5.000 = 2,5 \text{ (3 unidades)}$$

- Filtragem química

Para este tipo de filtragem, é comum utilizarmos carvão ativado (Figura 20). Trata-se de um tipo de carvão com milhares de canais internos, como se fossem túneis, e seu objetivo é adsorver (reter) diversos elementos nocivos, tais como matéria orgânica dissolvida, metais pesados, pesticidas, entre outros. Outro ponto a favor da filtragem química é que ela adsorve moléculas que amarelam a água, tendo o poder de deixar a água do seu lago mais transparente.

Recomendado para lagos de até 5.000 L, pois em volumes maiores fica inviável o custo, uma vez que deve ser trocado com frequência.

Figura 20: Carvão ativado utilizado.



Fonte: Autor.

Na produção do carvão ativado são utilizados madeira, carvão mineral, cascas de coco, sementes de pêssigo, entre outros. Cada tipo de material transmite propriedades diferentes ao carvão ativado. No processo de produção a matéria-prima é aquecida até cerca de 700 graus em atmosfera livre de oxigênio até à completa pirolise, onde a atmosfera livre de oxigênio impede ignição e reduz a matéria-prima para o que é comumente conhecido como carvão vegetal. Na sequência, o carvão é ativado usando gases oxidantes como o vapor, dióxido de carbono, ar e oxigênio ou produtos químicos elevando a temperaturas a 1000 °C explodindo o carvão internamente sem o fragmentar originando microporos somando áreas superficiais com mais de 2000 m² / g. Para o tratamento de 1 L de água são necessários 0,5 g de carvão ativado, ou se preferir, para cada 1 m³ de água, são necessários 500 g de carvão ativado para realizar o tratamento.

É possível reciclar o carvão ativado através de um tratamento térmico para que ele possa ser novamente reutilizado no sistema de filtragem. Primeiro coloque o carvão ativado em uma peneira de malha fina e enxague-o com água quente; deixe o carvão em uma panela com água fervente por cerca de 15 minutos. Conforme as impurezas saíam do carvão, um odor fétido será liberado. Ferva até que todos os odores se dissipem. Pode ser necessário enxaguar e ferver o carvão várias vezes até que o odor desapareça completamente; espalhe o carvão em uma assadeira e deixe-o secar durante várias horas. O vapor dele é inflamável, por isso, mantenha a área bem ventilada; asse o carvão a 150 °C por cerca de três horas. Como o vapor dele é inflamável, utilize um forno elétrico; por fim deixe o carvão esfriar e reutilize-o.

- Filtragem biológica

Um filtro cheio de bactérias responsáveis pela remoção de compostos tóxicos para os peixes. Deve permanecer funcionando 24h por dia sem interrupções, e se destaca por ser o principal tipo de filtro para lagos. Utiliza mídias biológicas como *bio glass*, *bio balls* e cerâmica

para a formação de colônias de bactérias (Figura 21). Tais bactérias serão responsáveis pela nitrificação dos compostos nitrogenados, provenientes das excretas dos animais.

Figura 21: *Bio balls* e cerâmica utilizadas.



Fonte: Autor.

Para o tratamento de 1 L de água são necessários 2 g de cerâmica, ou se preferir, para cada 1 m³ de água, são necessários 2 kg de carvão ativado para realizar o tratamento.

- Ultravioleta

Também chamado de purificador ultravioleta ou reator UV, elimina o tom esverdeado da água ao tratá-la com a produção de radiação ultravioleta que destrói as células dos seres unicelulares. Os benefícios deste tipo de sistema de filtragem vão muito além da estética: o reator UV ainda elimina bactérias, vírus e protozoários, além de ser quase que obrigatório em lagos ornamentais que ficam expostos ao sol ou claridade.

Os reatores UV esterilizam água quando ela passa em contato com uma lâmpada que emite luz, particularmente na radiação ultravioleta. A velocidade com que a água passa pela luz determina os tipos de organismos que o filtro é capaz de matar, e é por isso que existem a disposição filtros de UV classificados de acordo com o consumo da lâmpada. Para o tratamento de 1 m³ de água, a potência da lâmpada necessária para eliminar os organismos desejados é de 4 W. No estudo de caso utilizou-se um reator UV (Figura 22) com potência de 15 W da fabricante *Revela*.

Figura 22: Reator UV utilizado.



Fonte: Autor.

- Filtragem por plantas

A filtragem por plantas, por fim, retira da água o nitrato e outros nutrientes que poderiam servir de alimento às microalgas que, em suspensão, tornam a água verde. Foram coletadas mudas de *Caladium* (Figura 23) para serem plantadas na borda interna do lago.

Figura 23: *Caladium tropical*.



Fonte: Autor.

- Gerador de ozônio

O ozônio (O_3) é uma molécula constituída por três átomos de oxigênio, chamado de oxigênio ativo, com a função de oxidar as moléculas orgânicas da água. Possui um alto poder de destruição em qualquer tipo de matéria orgânica dentro da água, reduzindo consideravelmente os níveis de patógenos do lago (bactérias, vírus ou fungos). O ozônio é um gás incolor, com odor próprio e altamente instável em água (meia-vida de 20 min a temperatura de 20 °C). O ozônio é um poderoso oxidante e muito rápido na inativação de bactérias. O ozônio tem 1,5 vezes o poder de oxidação do cloro e é 1500 vezes mais rápido na desinfecção. No geral, cada grama de ozônio é suficiente para tratar um lago de até 10.000 L.

Figura 24: Gerador de ozônio utilizado.



Fonte: Autor.

O gerador de ozônio (Figura 24) utilizado foi o modelo *Lacus Mini*, com capacidade de tratamento para até 2.000 L da fabricante *Panozom*. O gerador de ozônio serve, tanto para manter a transparência da água do lago, quanto para proteger os peixes de serem infectados por microrganismos patógenos. Ao entrar em contato com a água, o O_3 começa atuar na desinfecção de toda água do sistema. É importante deixar a saída da mangueira do gerador de ozônio no ponto mais fundo do lago. Dessa forma, o tempo de contato do gás ozônio também será maior até chegar na superfície otimizando todo sistema. Para o devido funcionamento do gerador de ozônio em os lagos, a montagem dos acessórios deve ser feita de maneira correta, bem como conhecer suas características técnicas para o seu dimensionamento.

Deve-se instalar o gerador após o filtro biológico para que o gás não mate as bactérias benéficas no interior do filtro. Para ter os resultados esperados em relação ao gerador de ozônio no lago, temos que manter uma excelente filtragem e uma ótima circulação de água em todas as partes do lago. Dessa forma, junto com o dimensionamento correto do ozônio, é extraído o resultado ideal para oxidar todas moléculas orgânicas presentes na água do lago.

Os lagos ornamentais de maneira geral possuem problemas de filtragem comuns a todos eles que acabam sendo os principais causadores de problemas. Abaixo listamos alguns destes problemas:

- Alimentação de má qualidade ou ração inadequada

A alimentação de má qualidade ou inadequada vai contribuir consideravelmente para a péssima qualidade da água, seja aumentando a quantidade de matéria orgânica, seja aumentando a quantidade de partículas na água. As rações feitas para peixes ornamentais, seja para peixes de aquários ou lagos, além de manter um alto valor nutricional, possuem componentes de alta digestibilidade para que as fezes dos peixes ocorram em menor quantidade e não turvem a água.

- Animais externos

Quando falamos animais externos, estamos falando de patos, galinhas, cachorros, gatos, pássaros e qualquer animal que por ventura possa urinar ou defecar no lago ornamental. As fezes e urina dos animais externos possuem muita matéria orgânica que podem prejudicar a nitrificação dos peixes e aumentar a turbidez da água. Elas são ricas em sólidos particulados que turvam a água e são ricos em material nitrogenado que acaba se transformando em amônia e nitrito. Um lago que seja frequentado por animais externos precisa ter uma filtragem muito mais eficiente e eficaz do que um lago que não tem esse tipo de problema.

- Baixa circulação

Os lagos ornamentais em sua maioria possuem grande área superficial e uma baixa profundidade, isso faz com que a circulação do lago fique mais lenta e fraca. A correnteza fraca tem menos força para carregar a sujeira até os filtros, podendo ficar acumulada no fundo do lago. A sujeira no fundo do lago acaba sendo sempre remexida pelos peixes e isso dá a aparência que a água nunca está limpa. É importante que a circulação do lago seja tal que a sujeira não se acumule seja com grande circulação nos filtros ou com o uso de bombas de circulação auxiliares.

- Árvores em volta do lago

As árvores fornecem uma sombra agradável para o lago protegendo assim do excesso dos raios do sol, porém folhas e galhos podem cair na água e entupir o filtro causando problemas sérios de decomposição.

5.1.6 Sistemas de bombeamento

As bombas submersas são ideais para lagos ornamentais por serem silenciosas e gastam pouca energia elétrica. Para que seu funcionamento seja pleno, a bomba submersa deve ter no mínimo 2 até 3 vezes o volume do lago por hora. Também é importante que o lago tenha pelo menos duas bombas funcionando, pois se uma vier a falhar, a outra mantém a circulação acontecendo. A escolha de uma bomba pra lago deve levar em consideração 2 aspectos básicos: o volume de água do lago e a altura que a água deverá chegar. Quanto ao volume, um lago deve ter, em geral, uma quantidade de bombeamento por hora maior que a capacidade total do lago. Abaixo (Tabela 02) segue uma regra geral para se calcular qual o volume de vazão recomendado para um lago.

Tabela 2: Volume recomendado de vazão.

Volume (litros)	Vazão necessária
Lagos com até 500 L de volume	Vazão entre 4 e 5 vezes o volume
Lagos entre 500 e 1.000 L de volume	Vazão entre 3 e 4 vezes o volume
Lagos entre 1.000 e 5.000 L de volume	Vazão entre 2 e 3 vezes o volume
Lagos entre 5.000 e 15.000 L de volume	Vazão de 2 vezes o volume
Lagos entre 15.000 e 30.000 L de volume	Vazão entre 1,5 e 2 vezes o volume
Lagos entre 30.000 e 50.000 L de volume	Vazão entre 1 e 1,5 vezes o volume
Lagos acima de 50.000 L de volume	Vazão de 1 vez ou menos

Fonte: Lagos & CIA (2022).

Sendo assim, para o exemplo de um lago com 2.500 L de volume, poderia ser utilizada uma bomba entre 5.000 L/h e 7.500 L/h, lembrando que não é necessário que esta razão seja conseguida com apenas uma bomba. Tomando este mesmo lago como exemplo, poderíamos utilizar 2 bombas de 3.000 L/h ou ainda 3 de 2.500 L/h ou uma de 5.000 L/h e assim por diante (LAGOS & CIA, 2015).

Todas as bombas para lagos perdem eficiência com a elevação da água, ou seja, quanto mais alto a água precisar chegar menor será o fluxo da bomba, portanto devemos levar em consideração nos cálculos da bomba ideal a altura máxima (em relação a bomba) que a água deve chegar para passar nos sistemas de filtragem e/ ou fazer um chafariz ou ainda uma cascata. Tomando como exemplo ainda um lago de 2.500 L e possuindo uma cascata de 2 m de altura, após consultar as informações técnicas do equipamento, vemos que a bomba perde cerca de

20% da eficiência, ou seja, consegue um fluxo máximo de 2.000 L/h alcançando a altura de 2 m da cascata. Para o estudo de caso, com um lago de aproximadamente 2.200 L, utilizou-se duas bombas modelo SB 2700 (Figura 25), com capacidade de bombeamento de 2.700 L/h cada da fabricante *Sarlo Better*.

Figura 25: Bombas submersas utilizadas.



Fonte: Autor.

5.1.7 Instalação hidráulica

O sistema de bombeamento permitirá a circulação de água através das etapas de captação, filtragem e devolução da água para o lago. Além das bombas submersas, o sistema de filtragem necessita de mangueiras para conectar tais etapas. A melhor opção é a utilização de mangueira flexível que possua características de não amassar e não ressecar, sendo ela feita com PVC de excelente qualidade. Para escolher a mangueira correta para o seu lago, é necessário verificar a maior bitola de saída da bomba e então adquiri-la em alguma loja especializada.

A água da chuva é uma fonte de entrada de água, por exemplo, e para que o lago não transborde, é necessário instalar um sistema de extravasamento, escoando a água para fora do lago. Sabemos também que o lago poderá perder água por evaporação em dias quentes e com isso devemos instalar um sistema para entrada de água no lago. Assim existe a necessidade de colocarmos uma torneira do tipo boia para realizar a entrada de água, tendo em vista que a torneira deve ficar em um nível abaixo do flange de escoamento de água. Todas as mangueiras e tubulações devem preferencialmente estarem camufladas para manter o paisagismo o mais natural possível.

5.1.8 Instalação elétrica

Para o funcionamento do sistema de bombeamento, precisamos ter energia elétrica à disposição próximo do lago, e caso não haja, é necessário disponibilizar. Para ter um bom

projeto elétrico para a área externa, é preciso seguir algumas regras e tomar cuidados importantes na hora de realizar as instalações elétricas. Fios e cabos elétricos não devem ter contato direto com a terra, por isso, é recomendável instalá-los dentro de eletrodutos ou canaletas garantindo sua isolação.

No projeto escolha um local abrigado da água da chuva e também livre de inundações. Utilize equipamentos que sejam específicos para uso externo, ou seja, produtos resistentes contra a entrada de poeira, insetos e água, por exemplo. Desta forma evita-se problemas de infiltração, corrosão dos materiais e inclusive o risco de curtos-circuitos. Caso necessário, pode-se fazer uma consulta à ABNT NBR 5410, a norma brasileira sobre as instalações elétricas de baixa tensão.

5.1.9 Elementos decorativos

Para um lago artificial ter um bom acabamento, é preciso usar elementos decorativos ao seu redor. Existem diferentes elementos para decorar o lago, como: lâmpadas, estátuas, ponte e cascata. Na maioria dos casos a cascata além de ser um opcional decorativo, ela é também responsável pela oxigenação da água e troca de gases. Ao tratarmos aqui as plantas e peixes também como itens que irão decorar o lago, iremos conhecer como realizar o plantio e a inserção dos animais dentro do lago.

Para as plantas paludosas ou palustres como o papiro, que crescem enraizadas no lodo do fundo dos lagos, seus caules eretos que ultrapassam o limite da água, compondo um ótimo efeito para a borda do lago. A técnica para o plantio do papiro em lagos ornamentais é fazer uma trouxinha na base da planta usando areia e um pedaço de manta de drenagem. Após fazer as trouxinhas é possível assenta-las na borda interna do lago com a ajuda de algumas pedras. Para as plantas *Nymphaeas sp* podemos introduzir uma planta já enraizada em um lago natural amarrando um peso em torno da base do caule, sendo que o material usado para amarrar deve ser frágil e que apodreça rápido. Em seguida, deve-se colocá-la no local escolhido, para a planta crescer. Para colocar os peixes no lago deixe-os no próprio saco ou recipiente em que eles vieram, o saco deve ficar um tempo boiando no lago por 15 minutos, este procedimento visa igualar as temperaturas da água onde eles estavam e a temperatura do seu lago. Após este tempo abra a embalagem e misture uma pequena porção de água do lago com a água da embalagem, coloque novas porções de água a cada 5 minutos, este procedimento visa igualar o pH da água da embalagem com a água do lago. Depois de seguir este último procedimento por 4 a 5 vezes

tire o peixe da embalagem e coloque-o calmamente no lago, não coloque a água da embalagem no lago, pois ela pode estar contaminada.

5.1.10 Manutenção

A conferência dos equipamentos elétricos deve ser realizada ao menos uma vez por semana, para garantir que estejam em bom funcionamento. Realize a limpeza e a manutenção dos filtros regularmente para manter o máximo de sua eficiência. Retirando a filtragem mecânica (escovas filtrantes) para fazer a limpeza, removemos a matéria orgânica contida em suas cerdas. O mesmo é feito com as mídias porosas de filtragem (armazenadas em bags) para serem lavadas na própria água do lago, evitando o contato com o cloro. Não menos importante é a troca do carvão ativado, que deve ser feito a cada três meses, pois o mesmo acaba perdendo suas propriedades com o passar do tempo. Lave a tubulação de sucção e aproveite para fazer também a manutenção na bomba submersa, realizando uma limpeza interna (pré-filtro, rotor, carcaça) a fim de evitar o se desgaste prematuro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso foi um momento importante para a minha formação acadêmica, pois proporcionou-me o aprofundamento de leituras em relação ao tema escolhido para a confecção do texto, e uma imersão total com a realização de um estudo de caso apresentando a construção de um lago. Percebo com isso que muitos dos objetivos do trabalho foram alcançados, pois além do êxito na construção do lago, o mesmo mostrou-se ser um excelente refúgio para quem busca relaxar e aliviar as tensões do dia a dia.

Quanto à importância do tema, primeiramente é necessário ter consciência de que estaremos construindo um ambiente vivo que exige cuidados e dedicação para mantê-lo saudável, seja alimentando os animais presentes nele ou realizando pequenas reposições de peças e monitorando equipamentos de filtragem e esterilização. O objetivo do trabalho foi atingido ao apresentar informações úteis para tornar possível a construção de um lago por pessoas entusiastas, permitindo que a experiência seja rica e satisfatória.

A construção do lago foi uma parte importante deste trabalho, pois ao executarmos na prática o projeto conseguimos obter uma noção e avaliar se as instruções deste manual possibilitam realmente a conclusão de um projeto. Por fim, concluímos que o lago agradou

muito aos seus usuários, pois o patriarca da família que recentemente vem realizando tratamentos contra depressão relatou sua alegria ao passar horas do seu dia apreciando a vista e desfrutando de enorme sossego e contemplação.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, J. **Ciclo da água**. Publicado em 01 de maio de 2015. Disponível em: <https://www.biotadofuturo.com.br/801-2/>. Acesso em 07 de novembro de 2022.
- AMARAL, M. C. E., & Bittrich, V. **Laguinhos: mini-ecossistemas para escolas e jardins**. Ribeirão Preto. Editora Holos Ltda-ME, 2002. 88 páginas.
- AQUAPET. **Px Espada Sangue (*Xiphophorus helleri*)**. Publicado em 2017. Disponível em: <https://www.aquapet.com.br/produto/8000049/peixe-espada-sangue-xiphophorus-helleri>. Acesso em 11 de dezembro de 2022.
- AQUASN. **PEAD Sol Nascente**. Publicado em 04 de junho de 2021. Disponível em: <https://www.aquasn.com.br/pead-sol-nascente-5-90-de-largura-espessura-de-0-50-mm-9-metros-53-m2#:~:text=Os%20lagos%20ornamentais%20fazem%20parte,arquitetos%202005>. Acesso em 10 de setembro de 2022.
- BARANYI, L. **Menos estresse e mais memória; 7 benefícios do contato com a natureza**. Publicado em 15 de setembro de 2018. Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2018/09/15/beneficios-do-contato-com-a-natureza-veja-como-inclui-los-no-dia-a-dia.htm>. Acesso em 23 de novembro de 2022.
- BARTH, F. T.; BARBOSA W. E. S. Recursos Hídricos. São Paulo: FCTH, 1999. Disponível em: <http://www.fundacaofia.com.br/gdusm/definicoes.htm>. Acesso em 07 de novembro de 2022.
- BATISTA, C. **Água**. Publicado em 2011. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/agua/>. Acesso em 07 de novembro de 2022.
- BELÃO, T. de C. **Planejando o tamanho ideal para o lago ornamental**. Publicado em março de 2018. Disponível em: <https://blog.cubos.com.br/tamanho-do-lago-ornamental/>. Acesso em 27 de novembro de 2022.
- BENTIM, V. **Principais Benefícios de Estar em Contato Com a Natureza**. Publicado em 11 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.recantodossonhos.com.br/principais-beneficios-de-estar-em-contato-com-a-natureza/>. Acesso em 27 de novembro de 2022.
- COMUNICAÇÃO SEM FRONTEIRAS. **Conheça sobre lagos artificiais**. Publicado em 15 de SETEMBRO DE 2021. Disponível em: <https://www.abcdoabc.com.br/brasil-mundo/noticia/conheca-sobre-lagos-artificiais-134544>. Acesso em 10 de setembro de 2022.
- COSTA, A. **Poecilídeos: características, reprodução, alimentação, habitat e criação em aquário**. Publicado em 30 de setembro de 2022. Disponível em: <https://blogdopescador.com/poecilideos/>. Acesso em 02 de dezembro de 2022.

CRUZ, T. **Como montar um lago ornamental – Parte 1/3**. Publicado em 22 de julho de 2021. Disponível em: <https://escoladeaquario.com.br/como-montar-um-lago-ornamental-parte-1-3/>. Acesso em 19 de outubro de 2022.

CULHAM, A. **Cyperus papyrus – Papyrus**. Publicado em 22 de abril de 2012. Disponível em: <https://blogs.reading.ac.uk/tropical-biodiversity/2012/04/cyperus-papyrus-papyrus/>. Acesso em 02 de dezembro de 2022.

DEL MASTRO, P. R. N. **O desafio de projetar lagos ornamentais**. Publicado em 31 de dezembro de 1969. Disponível em: <https://www.bonde.com.br/casa-e-decoracao/dicas/o-desafio-de-projetar-lagos-ornamentais-95183.html/>. Acesso em 15 de outubro de 2022.

ENTENDA ANTES. **Lagos ornamentais e piscinas naturais, tenha um paraíso em sua casa**. Publicado em 02 de outubro de 2020. Disponível em: <https://www.decorfacil.com/lago-artificial/>. Acesso em 08 de fevereiro de 2022.

FONSECA, C. **Saiba mais sobre lagos ornamentais conhecendo o trabalho de quem ama o que faz**. Publicado em 01 de setembro de 2011. Disponível em: <https://auepaisagismo.com/default.aspx?in=967/>. Acesso em 15 de outubro de 2022.

FORATO, F. **O que é pH?** Publicado em 27 de setembro de 2022. Disponível em: <https://canaltech.com.br/saude/o-que-e-ph-226074/>. Acesso em 26 de novembro de 2022.

GOLOB, A. **Carpa (*Cyprinus carpio*)**. Publicado em 21 de setembro de 2021 e atualizado em 04 de fevereiro de 2022. Disponível em: <https://myaquarium.com.br/peixes/peixes-de-agua-doce/carpa-cyprinus-carpio/>. Acesso em 02 de dezembro de 2022.

GUIA ANIMAL. **Kinguio cometa: preço, dicas de criação, curiosidades e mais!** Publicado em 26 de maio de 2021. Disponível em: <https://guiaanimal.net/articles/389>. Acesso em 02 de dezembro de 2022.

GUITARRARA, P. **Ciclo hidrológico**. Brasil Escola. Publicado em 2015. Disponível em: <https://brasilestela.uol.com.br/geografia/ciclo-agua.htm>. Acesso em 07 de novembro de 2022.

HUEY, J.; SIMCO, B.; CRISWELL, D. **Nitrite-induced methemoglobin formation in channel catfish**. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 109, n. 5, p. 558-562, 1980.

LAGOS & CIA. **Como escolher a bomba certa para meu lago?** Publicado em 25 de julho de 2015. Disponível em: https://incsm.com.br/conheca-os-beneficios-de-viver-proximo-a-natureza/?utm_source=google-ads&utm_medium=search-dinamico&utm_campaign=adscool_search&gclid=CjwKCAiAmuKbBhA2EiwAxQnt78KgaYGhXGdyG0FJ0lfKitErrXeNtdPCmPKsbVvd-abf53nic3kDDhoCQrwQAvD_BwE. Acesso em 19 de novembro de 2022.

LILIUM AQUAE. **Nymphaea caerulea**. Disponível em: <https://www.liliumaquae.com/it/gallery/ninfee-tropicali/nymphaea-caerulea/>. Acesso em 02 de dezembro de 2022.

MARTIN, S. **Conheça os benefícios de viver próximo à natureza.** Publicado em 10 de abril de 2020. Disponível em: <https://auepaisagismo.com/default.aspx?in=967/>. Acesso em 15 de outubro de 2022.

NATURAL LAGOS. **Os benefícios de ter uma piscina natural em sua casa.** Disponível em: <https://www.naturallagos.com.br/single-post/beneficios-de-ter-um-lago-em-casa>. Acesso em 20 de novembro de 2022.

PAVLIS, R. **Building natural ponds: create a clean, algae-free pond without pumps, filters, or chemicals.** New Society Publishers P.O. Box 189, Gabriola Island, BC V0R 1X0, Canada. Printed in Canada. First printing March 2017.

PENSAMENTO VERDE. **Descubra os benefícios de lagos e mini lagos artificiais.** Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/dicas/descubra-os-beneficios-de-lagos-e-mini-lagos-artificiais/>. Acesso em 09 de setembro de 2022.

PIRES, M. **Biofilia: o que é e como incorporá-la na arquitetura.** Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/paisagismo/o-que-e-biofilia/>. Acesso em 27 de novembro de 2022.

RANGEL, J. **Biofilia: O que é e como aplicar na arquitetura.** Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/biofilia-na-arquitetura/>. Acesso em 27 de novembro de 2022.

RESEARCH GATE. **Salvinia molesta.** Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Salvinia-molesta-hydrophyte_fig1_340445892. Acesso em 02 de dezembro de 2022.

SPOTTE, S. **Fish and invertebrate culture.** New York: John Wiley and Sons Eds., 1979.

VIDALE, G. **Contato com a natureza traz benefícios para a saúde, comprova a ciência.** Disponível em: <https://veja.abril.com.br/agenda-verde/contato-com-a-natureza-traz-beneficios-para-a-saude-comprova-a-ciencia/>. Acesso em 23 de novembro de 2022.

VINATEA ARANA, L. **Qualidade de água em aquicultura: princípios e práticas.** 3ª edição revisada e modificada. Florianópolis. Editora da UFSC, 2010. 238 páginas.

WILSON, E. O. **Biophilia.** Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1984. 157 p.