

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

WLADEMIR RIBEIRO JUNIOR

PROJETO DE UM LAGO ORNAMENTAL DE CONTROLE BIOLÓGICO

CAMPO MOURÃO

2022

WLADEMIR RIBEIRO JUNIOR

PROJETO DE UM LAGO ORNAMENTAL DE CONTROLE BIOLÓGICO

Project of an ornamental lake for biological control

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, área de concentração em Regulação e Governança de Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof. Dr. Eudes José Arantes.

CAMPO MOURÃO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão**



WLADEMIR RIBEIRO JUNIOR

PROJETO DE UM LAGO ORNAMENTAL DE CONTROLE BIOLÓGICO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Gestão E Regulação De Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Regulação E Governança De Recursos Hídricos.

Data de aprovação: 21 de Dezembro de 2022

Dr. Eudes Jose Arantes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Douglas Fukunaga Surco, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Nelson Consolin Filho, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 25/02/2023.

CAMPO MOURÃO

2022

Dedico este trabalho à minha família, pelos
momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que muito me fortaleceu nas minhas dificuldades.

Deixo registrado aqui o reconhecimento à minha família que muito me apoiou.

Agradeço ao meu orientador, o Professor Dr. Eudes José Arantes, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória e ao professor Dr. Marcelo Caxambú.

Aos meus colegas de sala e a todos os professores do PROFÁGUA.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA, Projeto CAPES/ANA AUXPENº.2717/2015, e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR pelo apoio recebido.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

O caminho não está feito, ele se faz ao andar.
(MACHADO; ANTONIO, 2012).

RESUMO

Este trabalho apresenta um projeto de instalação de um lago artificial no Campus Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM). A fim de atender os requisitos mínimos e necessários para sua instalação foi realizado um projeto, que vai desde a sua infraestrutura necessária para a construção de um Lago Ornamental, até o dimensionamento dos sistemas de filtragem e bombeamento. A criação do lago na UTFPR-CM proporciona uma melhor interação do bosque, com a área dos usuários do campus Campo Mourão da UTFPR, na qual foi instalado numa área próxima ao Restaurante Universitário e o Espaço de Convivência de Alunos. Sua função, além de melhorar a paisagem do local, contribui para o controle de larvas do mosquito *Aedes aegypti* (controle biológico). Além de embelezar e umidificar os ambientes, a instalação do lago propicia uma melhor interação do entorno com a natureza, integrando fauna e flora, sendo um excelente local de contemplação, garantindo melhor e maior harmonia nesse ambiente público. Pensando em aspectos de sustentabilidade, os reservatórios têm aproveitamento de água de chuva, o que permite, além da redução do consumo de energia da captação de água, um melhor aproveitamento evitando o desperdício e propiciando a sua utilização de forma não potável, para suprir as perdas de água causadas por evaporação.

Palavras-chave: projeto; lago ornamental; filtro biológico; mídias filtrantes.

ABSTRACT

This work presents a project to install an artificial lake on the Campo Mourão, Campus of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR-CM). In order to meet the minimum and necessary requirements for its installation, a project was carried out, ranging from its necessary infrastructure for the construction of an Ornamental Lake, to the dimensioning of the filtration and pumping systems. The creation of the lake at UTFPR-CM provides a better interaction between the forest and the users' area of the Campo Mourão campus of UTFPR, in which it was installed in an area close to the University Restaurant and the Student Living Space. Its function, in addition to improving the landscape of the place, contributes to the control of *Aedes aegypti* mosquito larvae (biological control). In addition to beautifying and humidifying the environments, the installation of the lake provides a better interaction between the surroundings and nature, integrating fauna and flora, being an excellent place for contemplation, ensuring better and greater harmony in this public environment. Considering aspects of sustainability, the reservoirs use rainwater, which allows, in addition to reducing the energy consumption of water collection, a better use, avoiding waste and providing its use in a non-potable way, to supply the water losses caused by evaporation.

Keywords: project; ornamental lake; biological filter; filter media.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Instalação de Geomembrana em Lagos	24
Figura 2 – Sistema de elevação de água	34
Figura 3 - Local de implantação do Lago Ornamental	35
Figura 4 - Kit Reuso	36
Figura 5 - Sistema de Coleta de água Pluvial	37
Figura 6 - Detalhes das peças do Filtro	38
Figura 7 - Extravasor de um reservatório	39
Figura 8 - Filtros e Pré-filtros	40
Figura 9 - Evaporação dos Lagos	41
Figura 10 – Filtros e Pré-filtros	44
Figura 11 - Seções Lago Ornamental	44
Figura 12 - Seções Lago Ornamental	45
Figura 13 - Cobertura do Restaurante Universitário	47
Figura 15 - Local de implantação do Lago Ornamental	54
Figura 16 - Detalhes do Lago Ornamental	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Curva da Bomba – $40 \text{ m}^3 \cdot \text{hs}^{-1}$	55
Gráfico 2 – Curva da Bomba – $20 \text{ m}^3 \cdot \text{hs}^{-1}$	55

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Local escolhido para a implantação do Lago Ornamental	42
Fotografia 2 - Local escolhido para a implantação do Lago Ornamental	42
Fotografia 3 - Local escolhido para a implantação do Lago Ornamental	43
Fotografia 4 - Cobertura do Restaurante Universitário	48
Fotografia 5 - Local dos Reservatórios	48
Fotografia 6 - Acesso ao Restaurante Universitário e área do Bosque	49
Fotografia 7 - Vista aérea do local do Lago Ornamental	49
Fotografia 8 - Escavação do Lago e valetas para a ancoragem das mantas	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos Filtros usados em Lagos Ornamentais	25
Quadro 2 – Resumo do Ciclo do Nitrogênio	27
Quadro 3 - Mídias Filtrantes	51
Quadro 4 - Sistema de Filtragem Resumido	52

Quadro 5 - Relação de materiais necessários	52
Quadro 6 - Espécies adotadas para o Lago Ornamental	60
Quadro 7 – Bombas adotadas para o Lago Ornamental	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Alturas – Bomba 40 m ³ .h ⁻¹	55
Tabela 2 - Altura – Bomba 20 m ³ .h ⁻¹	55
Tabela 3 - Perda de Carga Localizada – Sucção	57
Tabela 4 - Perda de Carga Localizada – Recalque	57
Tabela 5 – Consumo de energia	58
Tabela 6 – Quantidade de Peixes	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Coef.	Coeficiente
DEPRO	Departamento de Projetos e Obras
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CM	Campo Mourão
CV	Cavalo Vapor
DEPRO	Departamento de Projetos e Obras
DN	Diâmetro Nomial
HP	Horse Power
NBR	Normas Brasileiras
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PVC	Poly Vinyl Chloride
RU	Restaurante Universitário
T	Temperatura
TPA	Troca Parcial de Água
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UV	Ultra Violeta

LISTA DE SÍMBOLOS

Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
T	Temperatura
V	Volume
P	Pressão
V	Volume

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	Geral	17
2.2	Específicos	17
3	JUSTIFICATIVA	18
4	REVISÃO DE LITERATURA	20
4.1	Lagos Ornamentais	20
4.1.1	Lagos orgânicos	21
4.1.2	Lagos formais	21
4.2	Tipos de Manta	22
4.2.1	Geomembrana em EPDM	22
4.2.2	Geomembrana em PEAD	22
4.2.3	Geomembrana em PVC	23
4.2.4	Geotêxtil	23
4.3	Sistemas de Filtragem	24
4.4	Bomba de água	25
4.5	Sistema Fechado	26
4.6	Ciclo de Nitrogênio	26
4.7	ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	27
4.8	Ciclagem	28
4.9	Ciclo do Nitrogênio nos Lagos	29
5	MATERIAIS E MÉTODOS	32
5.1	Estudos Preliminares	32
5.2	Sistema de Filtragem	32
5.2.1	Filtragem Mecânica	33
5.2.2	Filtragem Biológica	33
5.2.3	Filtragem Química	33
5.3	Sistema de Bombeamento	33
5.4	Sistema de Reservatório	35
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
6.1	Projeto para o Lago Ornamental	46
6.2	Escavação e Impermeabilização	48
6.3	Sistema de Filtragem	50

6.3.1	Pré-Filtro.....	50
6.3.2	Filtro	50
6.4	Sistema de Bombeamento.....	53
6.5	Consumo de Energia das Bombas	58
6.6	Espécies sugeridas	58
7	PRODUTO	63
8	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

Segundo Parente (2006), os espaços públicos necessitam de espaços de lazer que são essenciais à vida das pessoas, devendo ser igual um componente do planejamento e das políticas públicas, tendo essa necessidade de sustentabilidade urbana, que integra os aspectos sociais, econômicos e ambientais presentes nos planejamentos urbanos.

Ainda segundo Parente (2006), os espaços públicos podem ser entendidos como lugares de domínio coletivo geridos pelas instituições governamentais, sua utilização e exploração privada, é percebida como uma constante redução desses espaços e o fenômeno da privatização dos espaços públicos na nossa sociedade.

Quando são criados espaços de lazer e/ou convivência, toda essa infraestrutura muitas vezes é realizada com certo desinteresse, mas são locais que fornecem melhorias aos indivíduos e uma grande contribuição ao bem-estar social e ambiental.

Pensando no conceito de sustentabilidade urbana, esses espaços devem estar integrados, devendo sempre passar, numa forma contínua, por melhorias e adequações quando necessárias, e que possam garantir uma melhor harmonia com todo o entorno.

Uma forma de melhorar a harmonia em espaços públicos é a criação de um lago ornamental, que propicie uma melhor integração no meio ambiente, envolvendo tanto as áreas com vegetação e os demais espaços no entorno.

Percebe-se muitas melhorias com esta intervenção, tais como, aumento da umidade do ar, dando uma maior harmonia, melhorando seu aspecto visual e climático.

Baniski (2019) comenta que ao realizar um lago artificial, este manterá os peixes com características que se assemelham à natureza. Pensando nesse aspecto os peixes de pequeno e médio porte, podem ser inseridos nesse lago artificial, tomando diversos cuidados específicos para mantê-los em boas condições de vida, oportunizando cuidados para o bem-estar, sendo a necessidade de controlar os parâmetros mais importantes para manter a qualidade de vida. Todo esse ecossistema deverá estar interligado, garantindo a qualidade e sustentabilidade do lago. Segundo Barros (2018), a água do lago, mesmo sendo renovável e essencial à preservação das espécies, demonstra certa preocupação quanto a sua escassez

devido à capacidade de perda de autodepuração. Um sistema de filtragem deve ser instalado para garantir uma boa qualidade na água e principalmente a saúde das espécies inseridas no Lago.

Com o funcionamento de filtragem a ser utilizado no lago, deve-se ter níveis aceitáveis de PH, amônia, nitrito, etc. Para o controle dessas variáveis há a necessidade de se realizar a troca parcial de água, devendo estar em boas condições e sem cloro que é muito prejudicial aos peixes, (BANISKI *et al.*, 2019)

Com as espécies de peixes que serão colocados no lago, sem a recirculação de água, haveria a liberação de efluentes ricos em nutrientes, causando a eutrofização dos mesmos (OLIVEIRA, 2016). Com a instalação de um sistema de recirculação, é preciso garantir a qualidade da água, para que não ocorra a morte dos peixes por falta de oxigenação (BANISKI *et al.*, 2019).

O projeto para o Lago Ornamental envolve desde a impermeabilização até o sistema de filtragem e bombeamento e ainda com a preocupação na parte ornamental e escolha das espécies.

Será realizada a instalação de um lago artificial no Campus Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Esse projeto busca oferecer a infraestrutura necessária para a construção do Lago Ornamental, melhorando as condições próximas ao espaço de convivência destinado aos alunos contribuindo com o bem-estar e a qualidade de vida da comunidade acadêmica.

O sistema de filtragem deve garantir uma boa qualidade na água e principalmente a saúde das espécies no Lago, com pouca manutenção e consumo de energia, visto que há muitas folhas no local, se trata de um local aberto e com certa incidência de luz solar.

Pensando na sustentabilidade do Lago, parte da água do Lago poderá ser utilizada para irrigação em horta e jardinagem, considerando também as perdas por evaporação, o mesmo deverá ser reabastecido com sistema de aproveitamento de água de chuva, reduzindo o consumo de energia e captação de água.

Todo esse ecossistema deverá estar interligado, garantindo a qualidade e sustentabilidade do lago. Junto com o foco desse trabalho, que é a elaboração do projeto, com um sistema de filtragem capaz de proporcionar melhor qualidade e sustentabilidade ao lago.

Todo esse sistema de recirculação deve garantir qualidade na água de tal forma que não ocasione a morte dos peixes por falta de oxigenação. (BANISKI *et al.*, 2019)

O principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um projeto para a construção do lago, com o sistema de conservação da água para proporcionar melhor qualidade e sustentabilidade ao lago e propicia uma melhor integração no ambiente, envolvendo tanto a áreas de vegetação e os demais espaços no entorno, jardins, uma concha acústica e o próprio Restaurante Universitário, locais estes com muito acesso ao público da Universidade.

Um dos objetivos da pesquisa é o dimensionamento de um sistema de filtragem de água que garanta qualidade ao sistema, tanto de utilização de água pluvial, para fins não potáveis, que poderá ser utilizada em diversas situações e locais, mediante a enorme quantidade de áreas cobertas no campus da UTFPR.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Desenvolver um projeto executivo de um lago ornamental artificial com o dimensionamento de um sistema de conservação da água.

2.2 Específicos

- Projetar um lago ornamental utilizando conceitos de permacultura no Campus Campo Mourão da UTFPR.
- Dimensionar as instalações hidráulicas do lago ornamental, considerando o sistema de impermeabilização, aproveitamento de água de chuva, filtros, ozonizador, bombeamento e complementos.

3 JUSTIFICATIVA

Para esse projeto foi escolhida a linha de pesquisa em segurança hídrica e usos múltiplos da água com estudos científicos que proporcionaram melhores estratégias de diagnósticos para tomadas de decisões no que diz respeito ao reaproveitamento de águas pluviais, aliado ao dimensionamento e criação do sistema de abastecimento de água e saída, no lago artificial ornamental, que será instalado no campus Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

A criação deste Lago Ornamental na UTFPR, instalado numa área próxima do Restaurante Universitário e o Espaço de Convivência de Alunos, deve proporcionar uma melhor integração aos usuários do campus Campo Mourão da UTFPR e a área do Bosque que fica próxima. Quando se trata de um pequeno lago, que além de servir para controle biológico terá fins de paisagismo e estudos sequenciais.

Sua função, além de melhorar a paisagem do local, contribui para o controle de larvas do mosquito da dengue, onde muitos casos ocorrem regularmente. Com essa preocupação, faz-se necessário, medidas de controle no combate do mosquito da dengue, conhecidas como controle biológico.

Além de embelezar e umidificar os ambientes, a instalação do lago propiciará uma melhor interação do entorno com a natureza, integrando fauna e flora, sendo excelente local de contemplação, garantindo melhor maior harmonia nesse ambiente público.

Será dimensionado e instalado um filtro que garantirá a qualidade da água no sistema deste lago, de forma sustentável pensando na concordância com conceitos de sustentabilidade, utilizando-se dos ciclos naturais de forma a buscar esse equilíbrio dos ecossistemas.

Garantindo que, com o aproveitamento de água de chuva, ter-se-á, além da redução do consumo de energia da captação de água, um melhor aproveitamento evitando o desperdício e propiciando a sua utilização de forma não potável, em outros pontos, tais como limpeza, irrigação, jardinagem, etc.

Para a operação e utilização deste lago, deverão ser levados em consideração diversos fatores e realização de alguns testes de qualidade da água. Tendo os seguintes fatores quantitativos, como: turbidez, temperatura, transparência, e sólidos em suspensão.

Além dos cuidados relacionados à escassez de água em períodos de estiagem, há também a preocupação quanto às propriedades qualitativas da água, sendo observados as seguintes propriedades químicas da água: Oxigênio, pH, amônia, nitrato, nitrito, alcalinidade, dureza e gás carbônico.

4 REVISÃO DE LITERATURA

As construções dos lagos artificiais são muito importantes na criação de peixes e vegetações aquáticas, sendo um verdadeiro aquário e construído de diversas maneiras, mas que proporciona embelezar e umidificar os locais próximos.

Alguns lagos com mantas impermeabilizantes são utilizados para criação de diversas espécies de peixes e trazem inúmeras vantagens:

- Economia de água, pois evita a infiltração da água no solo.
- Prevenir doenças e aumentar a produtividade.
- Evitar que a ração escoe para o subsolo.
- Prevenir a erosão nos taludes.
- Não emitem nenhuma poluição.

Quando se trata de lagos ornamentais atualmente existem uma vasta variedade de informações disponíveis. Segundo vários sites de pesquisas em Lagos ornamentais, tais como Lago Carpa, Aquarista Amador, Lagos Sobrinho, entre outros, verificou-se que:

Os projetos de lagos ornamentais, primeiramente, pela evolução tecnológica de materiais, filtros e mão de obra, tornou acessível e fácil a construção. Essa evolução permite que lagos ornamentais sejam instalados desde pequenas varandas a grandes propriedades. O desenvolvimento de filtros pressurizados, tratamentos por ozônio ou UV, geomembranas, geotêxteis entre outras tecnologias permitiram o desenvolvimento de projetos sustentáveis (MESTRE DOS LAGOS, 2022).

4.1 Lagos Ornamentais

Um lago ornamental é um tipo de viveiro de peixes construído para paisagismos ou fins arquitetônicos. Ao contrário dos espelhos d'água que não possuem nenhuma vida, os lagos ornamentais, são caracterizados pela presença de vida como plantas e peixes. Outra característica importante é o conceito de artificial, ou seja, feito pelo homem.

Os lagos ornamentais fazem parte da vida humana desde a Idade Média, mas também se espalharam pelo Brasil, e desde 2005 passaram a ser um elemento muito utilizado por paisagistas e arquitetos. Isso aconteceu quando surgiu a indústria

nacional e os importadores de produtos para aquarismo começaram a enxergar esse mercado como potencial.

Apesar de artificiais, existem muitos projetos que visam criar um ambiente que possa imitar a natureza. Muitos lagos ornamentais podem facilmente dar a impressão de serem completamente naturais. Lagos ecológicos também podem servir inclusive como um meio de proteger peixes em extinção, quando realizado planos de manejo apropriados.

Existem também projetos mais formais que são facilmente identificáveis como sendo feitos à mão. Esses dois tipos de projetos são chamados de lagos ornamentais orgânicos e lagos ornamentais formais (OWLAPPS, 2022).

4.1.1 Lagos orgânicos

Eles geralmente são edificados diretamente no solo, sendo escavados. É impermeabilizado com geomembrana que garante a estanqueidade do lago e evita o contato da água com o solo. Essa membrana pode, portanto, ser facilmente adaptada ao design escolhido para o projeto

Muitos projetos possuem jardins e são integrados em projetos de paisagismo. Mas nada impede de edificar um lago orgânico dentro de uma outra edificação e usar outras técnicas de construção.

Um dos aspectos mais importantes, nesses projetos é a condição dos lagos, sejam construídos de forma a imitarem a natureza tanto quanto possível (OWLAPPS, 2022).

4.1.2 Lagos formais

Muitas vezes integrados em projetos arquitetônicos, eles são geralmente edificados de tijolos. Por terem linhas mais retas e formais, eles podem ser confundidos com espelhos d'água, justamente por possuírem um formato semelhante, porém, são muito diferentes em sua construção (OWLAPPS, 2022).

4.2 Tipos de Manta

As Geomembranas são geossintéticos constituídos por uma manta de liga plástica, elástica e flexível. Popularmente conhecidas como mantas de impermeabilização para lagos ornamentais. (MESTRE DOS LAGOS, 2022).

4.2.1 Geomembrana em EPDM

Geomembrana em EPDM (Etileno Propileno Dieno Monômero) – São borrachas fabricadas com materiais sintéticos de alta performance totalmente inertes e atóxicas. Possui excelentes características de estiramento e contração que permitem que se encaixe muito bem nas superfícies escavadas do lago.

Em geral introduzem boa resistência ao calor e ao envelhecimento, resistente às temperaturas baixas e à luz solar, boa elasticidade e flexibilidade, bom poder isolante, excelente resistência às intempéries, excelente durabilidade e fácil aplicação.

O EPDM permite trabalhar com criatividade nas curvas do seu lago e molda o projeto com amplas dimensões. Se precisar fazer alguma emenda na manta é preciso ter as técnicas de colagem indicadas pelo fabricante.

Em termos de preço, ainda não mais caras que outras opções, mas o esforço vale a pena, pois é o mais utilizado usado é especificado por todos os profissionais de lagos ornamentais e possuem mais de 20 anos de garantia.

4.2.2 Geomembrana em PEAD

Geomembrana em PEAD (Polietileno de Alta Densidade) para impermeabilizações, também são materiais de ótima qualidade, possuindo uma excelente resistência mecânica e aos raios UV.

Nas impermeabilizações de lagos ornamentais o PEAD é mais uma alternativa de montagem, porém com uma desvantagem por serem menos flexíveis e com menor maleabilidade que o EPDM e o PVC, dificultando nas aplicações das curvas do lago, porém não compromete em nada o resultado final da obra.

A manta de PEAD é uma impermeabilização de valor acessível, com boa durabilidade que proporciona facilidade e rapidez na instalação. Em casos de lagos que exijam grandes áreas em seus projetos é recomendado soldagem por termofusão.

4.2.3 Geomembrana em PVC

Geomembrana laminada em PVC (Poly Vinyl Chloride - Policloreto de Vinila) também é um produto não tóxico com algumas desvantagens em relação ao EPDM e PEAD.

Baixa resistência leva à perda de propriedades repelentes de água ao longo do tempo, enfraquecendo sua estrutura vinílica.

Para garantir maior segurança na aplicação no solo escavado, recomenda-se acomodar a manta de proteção geotêxtil (bidim) nas faces, permitindo maior resistência na colocação das pedras para o lago.

A manutenção é muito fácil, um furo pode ser facilmente consertado no local com um pedaço de manta e cola específica para laminados em PVC.

4.2.4 Geotêxtil

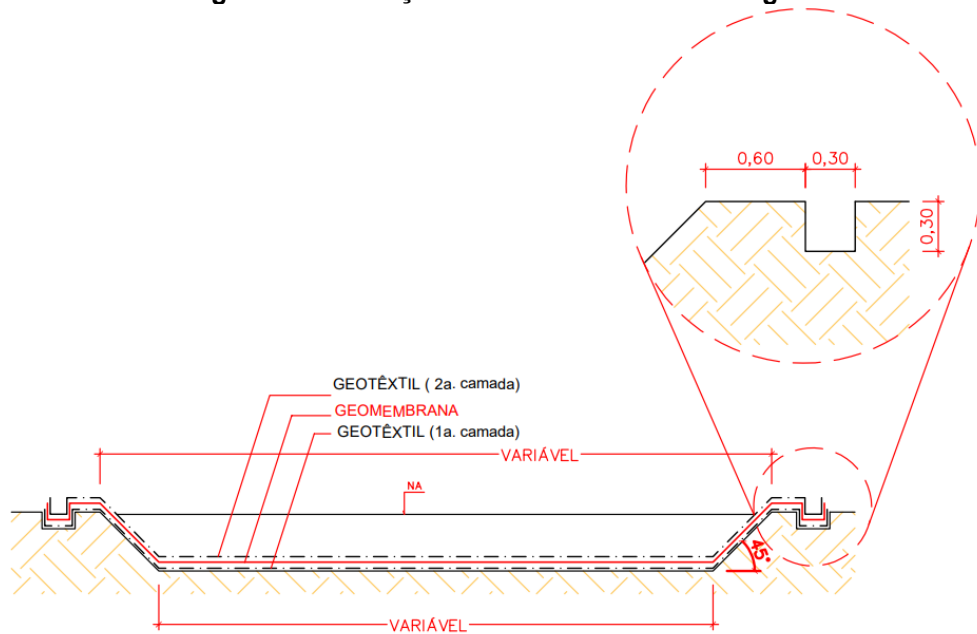
Segundo informações de CUBOS, Lagos Ornamentais.

Quando o lago ornamental é impermeabilizado com geomembranas, normalmente se utiliza uma ou duas camadas de geotêxtil para fazer a proteção mecânica. Caso o geotêxtil, que fica por cima da geomembrana, tenha algum contato com a terra, ele pode drenar a água e ir secando o lago lentamente. Para evitar isso, o geotêxtil deve sempre ser cortado um pouco menor que a geomembrana de impermeabilização, garantindo assim, que ele fique somente dentro da água. (CUBOS, 2022)

Para evitar a perda de água dos lagos por infiltração no terreno natural, estes deveriam ser revestidos com geomembrana conforme Figura 01.

O geotêxtil trabalha como um colchão sintético, garantindo a estanqueidade da geomembrana.

Figura 1 - Instalação de Geomembrana em Lagos



Fonte: Autoria própria (2022)

4.3 Sistemas de Filtragem

Segundo Oliveira (2016) os filtros mecânicos, com telas finas ou filtros fechados com areia, cascalho ou esferas de plástico (filtros tipo piscina), concentram e removem os sólidos em suspensão (partículas entre 40 e 100 μm).

Os filtros Biológicos são fundamentais para a saúde do sistema. Consiste em uma caixa, tanque cilindro ou gaiola preenchida com um substrato (mídias filtrantes) que possibilita a fixação de bactérias nitrificadoras, que promovem a oxidação da amônia a nitrato.

No sistema há a necessidade de se instalar bombas para retornar à água tratada e reoxigenação para o Lago.

Segundo Sampaio *et al.* (2010) *Apud* Oliveira (2016), este sistema deve ser dimensionado em função da funcionalidade do Lago e dos recursos disponíveis.

Segundo Silva (2007) os equipamentos como, filtros biológicos e mecânicos, bombas de circulação, aeradores, ozonizadores, filtros de plantas naturais e luz ultravioleta; mantém ótimos níveis de oxigenação e baixos níveis de compostos nitrogenados e patógenos na água.

Toda essa tecnologia de filtragem e recirculação de água irá garantir a qualidade da água no sistema. A filtragem vai depender da quantidade de peixes a

serem instalados e o volume do lago, bem como o acompanhamento através de monitoramento para o controle dos parâmetros de qualidade da água.

Existem algumas tecnologias que podem ser utilizadas em um sistema de filtragem para um lago ornamental, como; Filtro biológico; Filtro mecânico; Filtro químico; Filtro ultravioleta, mais conhecido como filtro UV; Gerador de ozônio e Bomba de água. O Quadro 1 descreve os tipos de filtros para os sistemas de filtragem.

Quadro 1 – Resumo dos Filtros usados em Lagos Ornamentais

Tipos de Filtro	Descrição
Biológico	O biofiltro é o elemento mais importante no sistema de filtragem de um lago ornamental. Sua função é colonizar as bactérias responsáveis pelo ciclo do nitrogênio, eliminando assim os compostos nitrogenados tóxicos aos peixes.
Mecânico	A filtragem mecânica é responsável por reter as partículas de sujeira na água do lago. Os materiais mais comuns usados para esse estágio de filtragem são lã sintética, espuma, escovas específicas para lagos ou praticamente qualquer coisa que possa reter detritos.
Químico	A filtragem química mais comum em um lago ornamental é feita de carvão ativado e zeólita. A principal função da zeólita é remover a amônia presente na água. Como são elementos que ficam saturados com o tempo, devem ser trocados periodicamente.
UV	Em lagoas ornamentais artificiais, é comum que a água fique completamente verde, consistindo de microalgas suspensas. Quando isso acontece, a aparência lembra "sopa de ervilha". O filtro UV usa lâmpadas germicidas especiais que podem eliminar facilmente essas algas e devolver a água do lago à água limpa. Além da função de remover a cor verde da água, os filtros UV também podem remover vírus, bactérias, fungos e protozoários.

Fonte: OWLAPPS (2022)

4.4 Bomba de água

O "coração" de um lago ornamental é a bomba d'água. Ela fará com que todos os filtros funcionem 24 horas por dia, 7 dias por semana. Em um lago ornamental, a bomba nunca para. Isso ocorre porque existem bactérias importantes dentro do biofiltro. Se a bomba parar, a atividade dessas bactérias será afetada e a água pode se tornar tóxica e desprovida de oxigênio para os peixes. Nos lagos ornamentais a bomba fica em constante funcionamento. Isso ocorre porque existem bactérias importantes dentro do biofiltro. Se a bomba parar, a atividade dessas bactérias será afetada, a água pode se tornar tóxica e não haverá oxigênio para os peixes. (OFICINA DO PEIXE, 2022).

Em algum ponto do sistema é necessário instalar bombas para retornar a água tratada e reoxigenada para os tanques de criação. O dimensionamento de bombas e tubulações deve ser feito por profissionais com bom conhecimento em hidráulica, para evitar sub ou super dimensionamentos no sistema hidráulico do empreendimento. (KUBTIZA, 2006)

4.5 Sistema Fechado

Em sua maioria, os lagos ornamentais não possuem a renovação frequente da água e a qualidade necessária para sustentar a vida dentro deles. Normalmente são apenas a renovação da água perdida por evaporação. Num lago natural, a renovação da água é constante, neste caso é chamado de sistema aberto. Portanto, num lago ornamental artificial, o tratamento dessa água deve ser feito por meio de sistemas de filtragem especiais que sejam capazes de manter o equilíbrio neste micro-habitat vivo. (OWLAPPS, 2022)

É necessário todo esse sistema de recirculação de água e filtragem, pois esse sistema é fechado, embora haja uma troca parcial de água (TPA), sempre haverá acúmulo de resíduos orgânicos que deverão ser diluídos. (KUBTIZA, 2006)

4.6 Ciclo de Nitrogênio

Os peixes excretam amônia respirando e digerindo alimentos. A amônia também é formada pela decomposição de matéria orgânica, como restos de ração e folhas em decomposição. A amônia é um composto nitrogenado altamente tóxico para os peixes e pode ser letal mesmo em baixas concentrações (dependendo das condições de pH e temperatura). No ciclo do nitrogênio, bactérias especializadas convertem amônia em nitrito, nitrito em nitrato e nitrato em gás nitrogênio. Essas conversões são necessárias para reduzir a toxicidade dos compostos nitrogenados, para que os peixes possam viver em um ambiente ideal.

As bactérias que realizam esse processo de conversão são divididas em duas categorias, bactérias aeróbias e bactérias anaeróbias. As bactérias aeróbias são aquelas que utilizam oxigênio no processo de transformação, enquanto as bactérias anaeróbias se transformam na ausência de oxigênio. A conversão de amônia em nitrito e nitrito em nitrato é realizada por bactérias aeróbias. E a conversão de nitrato em nitrogênio é realizada por bactérias anaeróbias.

O Quadro 2, descreve um resumo do Ciclo do Nitrogênio, com os compostos e a desnitrificação.

Quadro 2 – Resumo do Ciclo do Nitrogênio

Composto	Descrição
Amônia	<p>A amônia é um composto químico formado por um átomo de nitrogênio (N) e três átomos de hidrogênio (H). Sua fórmula química é a NH_3. A amônia do lago existe na água presente na água, a amônia origina um íon amônio cuja fórmula química é a NH_4^+. A amônia do lago existe na água em duas formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● NH_4^+: amônia ionizada ● NH_3: amônia não ionizada. <p>A amônia na forma de NH_3 é tóxica. Pode prejudicar e matar os peixes de um lago. A amônia na forma de NH_4^+ é chamada de não tóxica e não é preocupante para a saúde dos peixes. O equilíbrio de NH_3 e NH_4^+ é regulado pela temperatura, pressão, salinidade e principalmente pelo pH. À medida que o pH aumenta, a proporção da amônia tóxica NH_3 sobe em relação a não tóxica NH_4^+. A amônia total é a soma da amônia tóxica e da amônia não tóxica. A amônia total é o resultado mensurável com a maioria dos testes de pH do mercado. As bactérias aeróbias do tipo Nitrosomonas, presentes no filtro biológico do lago, irão converter a amônia em nitrito.</p>
Nitrito	<p>Após 10 a 14 dias, a amônia deve atingir níveis seguros, mas à custa da formação de nitrito. Menos tóxico que a amônia, o nitrito ainda é tóxico para os peixes em concentrações de 15 a 20 PPM (partes por milhão). A conversão de amônia em nitrito é realizada por bactérias do tipo aeróbias, chamadas de Nitrobactérias (Escobal, P.R).</p>
Nitrato	<p>Níveis de nitrato abaixo de 35 PPM não são tóxicos para os peixes. No entanto. Os nitratos tendem a se acumular na água, a menos que haja uma troca parcial ou processo de desnitrificação. As plantas no lago também conseguem usar nitrato como fonte de nitrogênio. Em qualquer caso este nitrato pode retornar à água como matéria orgânica das próprias folhas em decomposição.</p>
Desnitrificação	<p>Quando os nitratos se acumulam na água, outro processo é necessário para fechar e completar o ciclo do nitrogênio. A desnitrificação é o processo que converte o nitrato em gás nitrogênio (NO_2^-), esse quase que inerte irá se dispersar na atmosfera.</p> <p>As bactérias que atuam neste processo são atualmente do tipo anaeróbias, Pseudomonas e Clostridium. Surgem nas camadas mais profundas dos filtros biológicos, onde prevalece a falta de oxigênio.</p> <p>Se formam também nas camadas mais profundas de areia postas como decoração no fundo dos lagos.</p>

Fonte: OWLAPPS (2022)

4.7 ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Segundo algumas publicações da Agência Nacional de Águas, foram encontrados os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), agenda global

adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015, composta por 17 objetivos e 169 metas que devem ser alcançadas até 2030.

Os ODS's preveem ações globais nas áreas de erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e consumo, mudanças climáticas, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura, industrialização, entre outros.

Com essas estratégias em mente, existe todo um plano de ação completo, com implantação de 2016 a 2030.

A construção do lago Ornamental no campus da UTFPR possibilitou o desenvolvimento de projetos de pesquisa em áreas relacionadas ao Objetivo 14 dos ODS, com tema a "Vida na Água". Entre os itens deste ODS destacam-se:

Conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e recursos náuticos para o desenvolvimento sustentável.

14.1.1 - a) Índice de eutrofização costeira; e (b) densidade de detritos plásticos.

14.3 - Minimizar e enfrentar os impactos da acidificação dos oceanos, inclusive por meio do reforço da cooperação científica em todos os níveis.

14.3.1 - Acidez média marinha (pH) medida num conjunto representativo de estações coletoras.

4.8 Ciclagem

Segundo informações do site Agrosete, a ciclagem é um processo importante para o correto equilíbrio do ecossistema de um aquário recém-instalado, que incorpora seu sistema de filtragem e visa a criação de um ciclo biológico, ou seja, é a colonização de bactérias nitrificantes benéficas que são responsáveis pela transformação da amônia e nitritos presentes na água. Como não há colônias de bactérias nitrificantes em um aquário recém-instalado, os níveis gerais de amônia de restos de alimentos e excrementos de peixes terão um impacto muito maior no equilíbrio.

Segundo Kubitza (2006) para que não haja o processo eutrofização num lago, é necessária a renovação da água, permitindo a diluição na concentração dos resíduos orgânicos e metabólicos, sendo instalados filtros mecânicos e biológicos, para a remoção dos sólidos da água, contribuindo para a transformação microbológica da amônia e do nitrito (substâncias nocivas para aos peixes) em nitratos, bem como a reposição do oxigênio consumido e remoção do excesso de gás carbônico acumulado no lago.

4.9 Ciclo do Nitrogênio nos Lagos

Segundo o site Mestre dos Lagos, 2020 verificou-se alguns itens sobre o ciclo do nitrogênio.

Um lago ornamental se refere a um ambiente fechado, diferente de um lago aberto, que está na natureza, ou seja, um lugar fechado sem renovação natural de água, podendo ocorrer alguns problemas se não for cuidado adequadamente.

Para ser manter um lago, recém-construído, em boas condições de habitar animais vivos, deve ser respeitado o período de ciclagem para que as bactérias nitrificantes (aeróbias) se multipliquem, formando grandes colônias nas mídias de filtragem no interior do filtro biológico.

Desta forma, a água permanece equilibrada e bem povoada com bactérias nitrificantes que auxiliam o ciclo do nitrogênio.

Em todo lago habitado existem compostos nitrogenados que favorecem a decomposição, como: as fezes e urina dos peixes, restos de folhas, raízes mortas, restos de comida, etc.

Esses compostos se decompõem e eventualmente produzem Amônia (iniciando o ciclo).

Em seguida, bactérias do gênero *Nitrosomonas* transformam a Amônia em Nitrito (iniciando a nitrificação).

Os Nitritos são convertidos em Nitratos por bactérias do gênero *Nitrobacter*, que se tornam nutrientes para as plantas aquáticas.

E para fechar o ciclo, bactérias Anaeróbias transformam o Nitrato em Nitrogênio Molecular em forma de gás, liberados pela atmosfera.

É muito importante ter um filtro biológico bom e eficiente, se não houver quantidade suficiente de bactérias nitrificantes no interior do filtro para decompor e

converter toda amônia gerada no lago, isso fará com que a água fique pobre em nutrientes, com a qualidade inferior aos padrões desejados.

Em pequenos lagos são recomendados uma troca parcial de água, principalmente durante estações secas, tendo em vista que o Nitrato (um dos principais alimentos das plantas e algas) é cumulativo na água e constitui-se no produto final da filtragem biológica.

Um lago ornamental é considerado um ecossistema vivo e o seu bom funcionamento depende bastante do equilíbrio biológico entre todos os seus habitantes.

Diante de diversas pesquisas realizadas verificou-se que a amônia e o nitrito são prejudiciais para as espécies em Lagos

O nitrito (NO_2) é oriundo da oxidação parcial da amônia pela ação de bactérias do gênero nitrossomonas spp. O nitrito também é tóxico para os peixes, pois ele é absorvido pelas brânquias e então ele pode oxidar o ferro da molécula de hemoglobina dos peixes e que acabam perdendo a capacidade de transportar oxigênio para os demais tecidos, levando à morte dos animais por asfixia. (OLIVEIRA, 2016, P. 12)

Já o nitrato não é tóxico às espécies; essa transformação do nitrito em nitrato exige uma quantidade significativa de oxigênio na água.

Entretanto o nitrito não permanece no sistema, ele é oxidado por bactérias e então é gerado o nitrato. A transformação de nitrito a nitrato exige uma quantidade significativa de oxigênio na água, e com isso a concentração de oxigênio na água pode abaixar devido a exigência de oxigênio para a ação das bactérias.

O nitrato e a amônia são absorvidos pelas plantas retirando-os assim do sistema. Quando não se possui plantas, deve-se ter uma renovação de 5 a 10% do volume total de água para o controle e assim evitar intoxicação dos animais. Essas bactérias ficam alojadas no biofiltro (BRAZ FILHO, 2000; TOKUYAMA, 2004).

O pH ótimo para o crescimento e atividade das bactérias está situado entre 7,0 e 8,0 e quanto mais o pH se distancia desta faixa a atividade das mesmas se reduz (KUBITZA, 2006).

O pH ideal para a produção de peixes nativos e de produção é aproximadamente 7,4, pois este é justamente o pH do sangue destes animais. Mas a faixa que procura-se manter é de 6,5 a 9. O pH viabiliza vida aquática entre a faixa de 4 a 11, ou seja, um valor acima ou abaixo desta faixa apresenta risco de morte imediata. Os peixes possuem um poder tampão, onde eles conseguem manter o pH do sangue na faixa ideal, isso se o pH não estiver longe da faixa que é menor do que 6 ou maior do que 9. Quando o pH está distante de 7,4 os peixes podem apresentar crescimento lento, maior susceptibilidade a doenças e mau aproveitamento dos alimentos (SÁ, 2012).

Segundo Oliveira (2016), a aquaponia se reflete em dois sistemas: o sistema de produção de pescado em sistema de recirculação de água e o sistema hidropônico, que unifica sua produção e gera benefícios para ambas as partes. Isso é semelhante ao processo de coexistência (simbiose) que ocorre na natureza, quando os peixes de rio produzem resíduos de nitrogênio que é a fração de nutrientes que atendem as necessidades das plantas. E os organismos vegetais usam esses compostos para produzir sua própria biomassa, eliminando esses compostos da água tornando-a limpa novamente. (RAKOCY, 2006; HUNDLEY, 2013; CARNEIRO *et al.*, 2015)

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração deste projeto foram realizados estudos e pesquisas sobre a criação de lagos ornamentais. Entretanto para melhor explanação de todo o trabalho como um todo, ele foi dividido em partes:

5.1 Estudos Preliminares

Para iniciar um projeto de um lago ornamental, deve-se definir os critérios para montagem propriamente dita do perfil do Lago. Para isso é necessário seguir algumas recomendações específicas de montagem para garantir a qualidade e a segurança para a utilização do Lago.

Primeiramente, determina-se o local em que o Lago será instalado e suas dimensões, a escavação e o perfil de corte das laterais das encostas do Lago.

Após o nivelamento e conformidade com o padrão admitido, uma base de concreto armado será construída para suportar as caixas d'água que funcionarão como reservatórios de água para o Lago Ornamental.

5.2 Sistema de Filtragem

Para a escolha dos materiais a serem utilizados no sistema de filtragem do Lago Ornamental, será utilizado caixas d'água de polietileno, para armazenar as mídias, bem como as bombas e os sistemas de decantação.

Pesquisas têm revelado que em qualquer sistema de filtragem utilizado deve sempre existir as mais diversas camadas, dispostas como mecânicas, biológicas ou químicas utilizadas no tratamento de água.

Com base em pesquisas realizadas com fornecedores de produtos para lagos, constatou-se que o ideal para o volume total de água para um lago, passe de três a cinco vezes por hora pelo sistema de filtragem.

Para tanto, foram utilizadas duas caixas d'água de polietileno (5000 litros) para armazenar a água e quatro caixas d'água de polietileno (2000 litros) para a construção dos filtros.

Segundo Oliveira (2010), os filtros Biológicos tem uma grande importância para a saúde do lago, pois possibilitam a fixação de bactérias nitrificadoras, que promovem a oxidação da amônia a nitrato.

No entanto, para recircular a água é necessária instalar bombas para retornar a água tratada e reoxigenação ao Lago.

Segundo Sampaio *et al.* (2010) *Apud* Oliveira (2010), esse sistema deve ser pensado de acordo com a funcionalidade do lago e os recursos disponíveis.

5.2.1 Filtragem Mecânica

A filtragem mecânica é responsável por reter as primeiras sujeiras neste sistema, antes que a água entre no filtro biológico, a água do lago, deve passar por outra caixa d'água, que é um pré-filtro.

Nesse pré-filtro é realizada a filtragem mecânica, ou seja, é uma espécie de decantador com a presença de telas (peneiras), cascalhos que são responsáveis pela decantação de partículas suspensas.

5.2.2 Filtragem Biológica

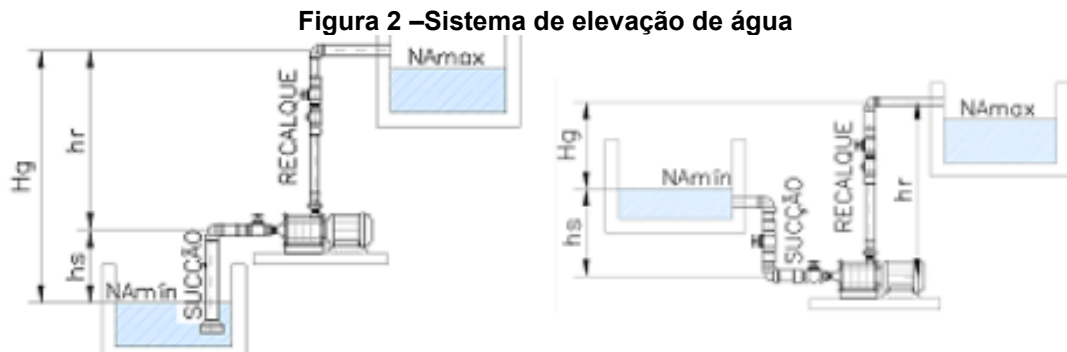
Neste filtro biológico adotado serão introduzidas as mídias biológicas, acondicionadas em sacos em fios de polipropileno. É na filtragem biológica que se formam as colônias de bactérias. Existem vários meios de colonização para as bactérias nitrificantes.

5.2.3 Filtragem Química

A filtragem química é responsável pela remoção de metais pesados, presentes na água.

5.3 Sistema de Bombeamento

Analisando a NBR 5626/1982 verificou-se que “as tubulações devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atinja valores superiores a 3 m.s^{-1} .”



Fonte: Revit MEP Hidráulica (2022)

Porém, a nova norma NBR 5626/2020 não comenta muito sobre a velocidade máxima.

Em outras literaturas verificou-se que essa velocidade máxima deve estar próximo de 2 m.s^{-1} .

Para o cálculo do diâmetro de recalque (Dr), a NBR recomenda a equação:

$$Dr = \frac{1,3 \left(\frac{T}{24} \right)^{0,25}}{Q^{0,5}} \quad (1)$$

onde Q é vazão projeto e T é o tempo de funcionamento do sistema em horas.

Existe ainda a fórmula de Bresse, que tem utilização prática e considera apenas a vazão (Q). (SANTOS, 2001)

$$Dr = KQ^{0,5} \quad (2)$$

sendo K uma constante, que depende das condições do projeto e assume valores na faixa de 0,7 a 1,3.

No entanto, para o estudo deste projeto, o mais indicado é a fórmula que utiliza a velocidade máxima, portanto:

$$Dr = \frac{4Q}{(\pi V_{\text{máx}})^{0,5}} \quad (3)$$

onde $V_{\text{máx}}$ é a velocidade máxima do escoamento.

Para o desenvolvimento de um projeto de elevação de água, são pesquisadas bombas com suas curvas características, obtendo-se a variação da altura manométrica em função da vazão. Estes dados fornecidos pelos fabricantes, são obtidos por meio de ensaios em laboratórios, que garantem ao projetista a melhor decisão na escolha de uma bomba hidráulica. Essa escolha, baseada na curva do sistema, garante uma melhor associação de bomba, dependendo de cada caso, seja

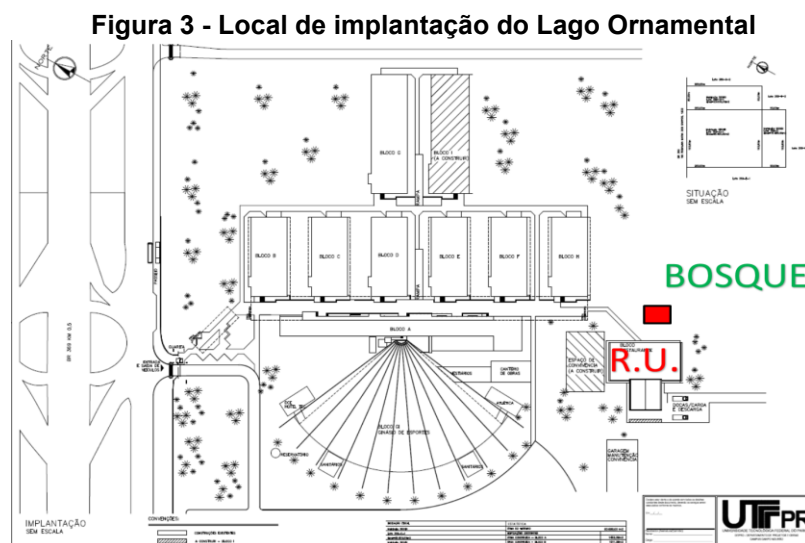
numa associação de bombas em paralelo, onde se obtém um acréscimo de altura manométrica, ou numa associação em série com vazões maiores. (SANTOS, 2001)

Contudo o bombeamento para recirculação de água localiza-se num sistema de filtros, garantindo boa qualidade de água para o Lago e conseqüentemente das espécies ali encontradas.

Os materiais utilizados no sistema de bombeamento são: Tubos, registros e conexões de PVC. (Variáveis de acordo com cada caso), Bomba de água eletrônica (Vazão de 40.000 litros/hora), Bomba de água eletrônica (Vazão de 20.000 litros/hora) e um ozonizador.

5.4 Sistema de Reservatório

Uma vez escolhido o local para a implantação do Lago Ornamental, são realizados estudos topográficos, buscando analisar o melhor local para a sua localização e dos seus componentes.

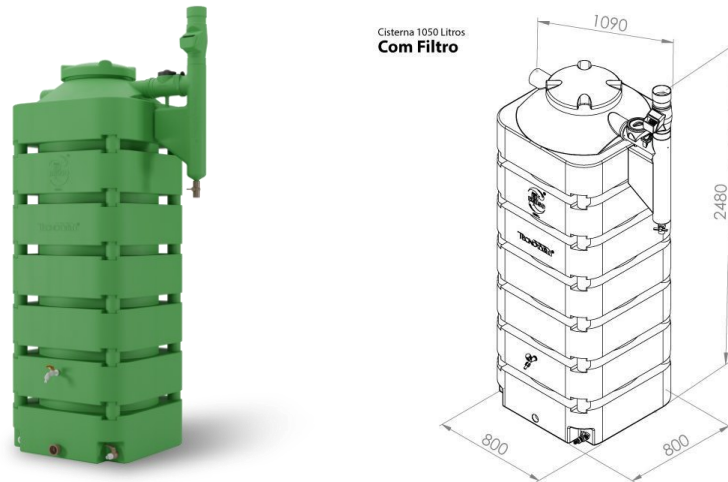


Fonte: Autoria própria (2022)

Conforme mostra a Figura 03, pode-se observar que o Lago será instalado em um local próximo ao R.U. (Restaurante Universitário) (FIGURA.3), que possui cobertura com os coletores de águas pluviais já instalados e que facilitou a escolha para definir a localização dos reservatórios.

Foi realizado um estudo para a reserva de água, sendo encontrado um sistema de kit reuso muito interessante e eficaz que pode ter seus reservatórios interligados (Figura 4).

Figura 4 - Kit Reuso



Fonte: EMPRESA TECNOTRI (2022)

Entretanto devido ao alto custo para um volume aparentemente grande no sistema de captação de água para o lago, durante os estudos foi adquirido um reservatório para estudos e adquirido um sistema de filtro, com duas unidades para a sua instalação em caixas d'água.

Junto com os materiais necessários para a instalação do Lago Ornamental, também foi adquirido um produto chamado Smart Filtro, que possui quatro estágios de filtragem que garantem o reaproveitamento da água contra a contaminação por bactérias e insetos. (TECNOTRI, 2022)

A captação de água pluvial será composta por dois reservatórios de 5.000 litros cada.

Esses reservatórios serão apoiados, e irão garantir o armazenamento de água suficiente para as perdas provenientes da evaporação.

Em cada um dos reservatórios deverá ser construído um piso em concreto com malha, pois o reservatório deverá estar num local nivelado e estruturado, com capacidade para suportar 5 toneladas. Deverá estar próximo ao coletor de água pluvial, que deverá receber um “corte horizontal para o encaixe do smart filtro.” (especificações TECNOTRI).

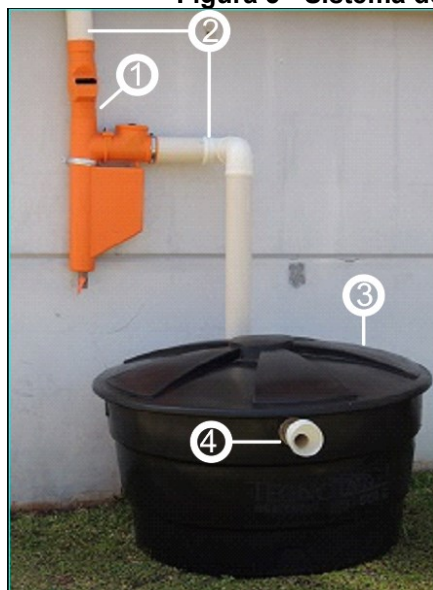
Para a captação de água pluvial da cobertura do Restaurante Universitário, será utilizada a calha já existente, utilizando o coletor de PVC de 100 mm, que será conectado ao Smart Filtro, que transporta a água coletada para um reservatório cilíndrico.

A água que passar pelo Smart Filtro será armazenada neste reservatório e terá uma tubulação com registro que alimentará o Lago.

A proposta deste sistema é ter um reservatório sem um sistema automático para a reposição de água, visando ter um melhor acompanhamento durante a sua implantação, com estudos posteriores e específicos.

O reservatório deverá ter um sistema extravasor que volte para o sistema de coleta de água pluvial.

Figura 5 - Sistema de Coleta de água Pluvial



1 – Smart Filtro

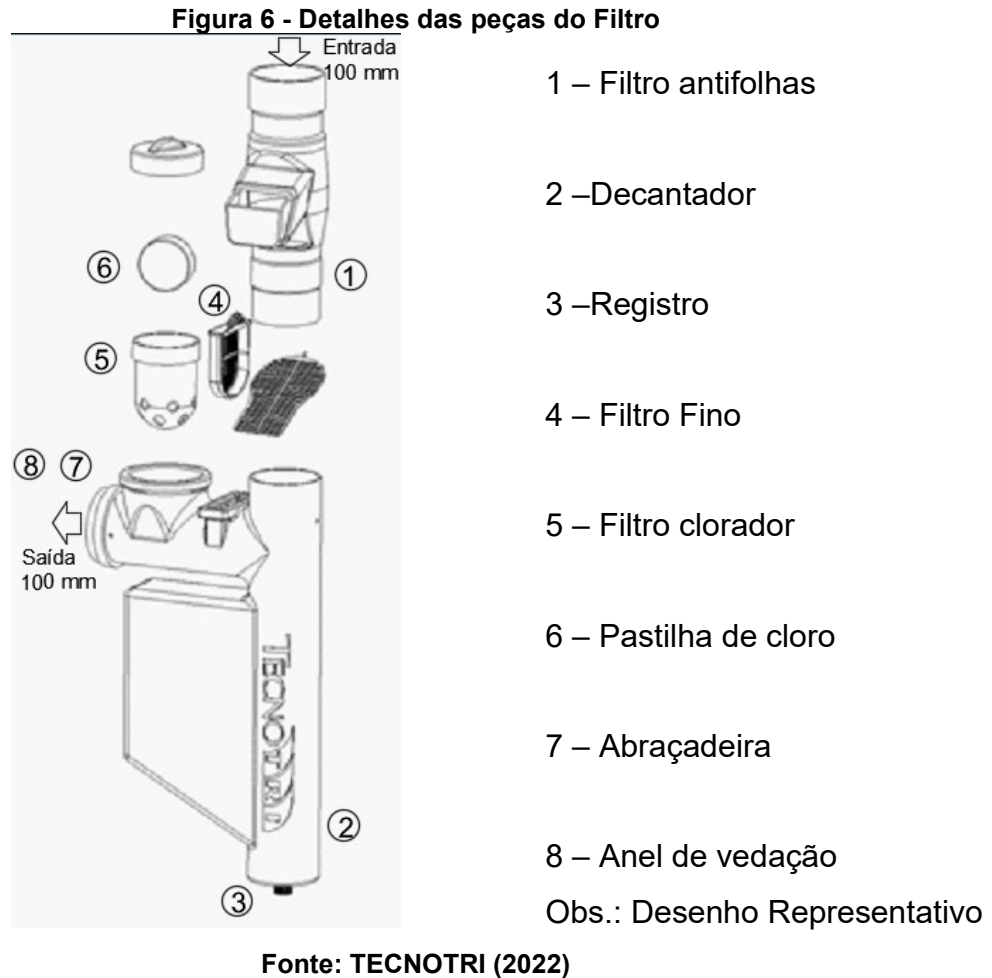
2 –Tubo coletor PVC 100 mm

3 –Reservatório 5.000 litros

4 – Extravasor

Obs.: Desenho Representativo

Fonte: TECNOTRI (2022)



Ao rever as etapas de filtragem já mencionadas para o reaproveitamento da água de chuva com os quatro estágios de filtragem. De acordo com as informações do produto, fornecidas pela fornecedora, a água passa primeiro pelo filtro de folhas (1) e é enviada para o decantador (2). Isso elimina as sujeiras da calha, trazidas pela água da chuva nos primeiros minutos de água da chuva. Esta água vai lentamente sendo descartada através do registro (3) (Figura 5).

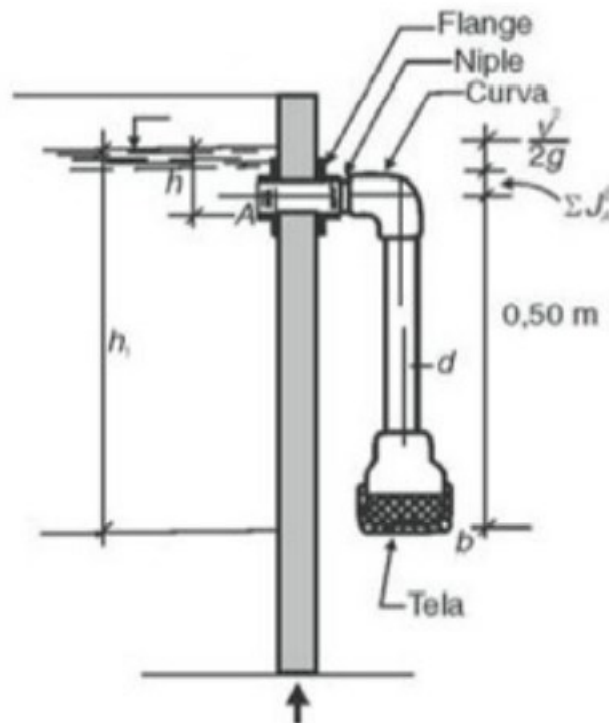
A medida que o decantador enche a água atinge o nível de entrada do reservatório e passa pelo filtro fino (4), que retém o material que não foi eliminado pelo decantador e protege contra o mosquito *Aedes aegypti*.

Em seguida a água passa pelo Clorador, evitando a formação de microrganismos e preservando a água, porém não é possível utilizar esse sistema de cloração, pois o cloro é prejudicial aos peixes.

Serão utilizados dois reservatórios de polietileno de 5.000 litros cada, para armazenamento de água, que serão colocados numa calçada nivelada, armada e estruturada.

Segundo Macintyre (2018), deve ser instalado um extravasor, conforme a Figura 7, para escoar os eventuais excessos de água dos reservatórios, tendo em conta as medidas de segurança, os extravasores deverão ter válvula de retenção que impede o retorno da circulação no reservatório.

Figura 7 - Extravasor de um reservatório



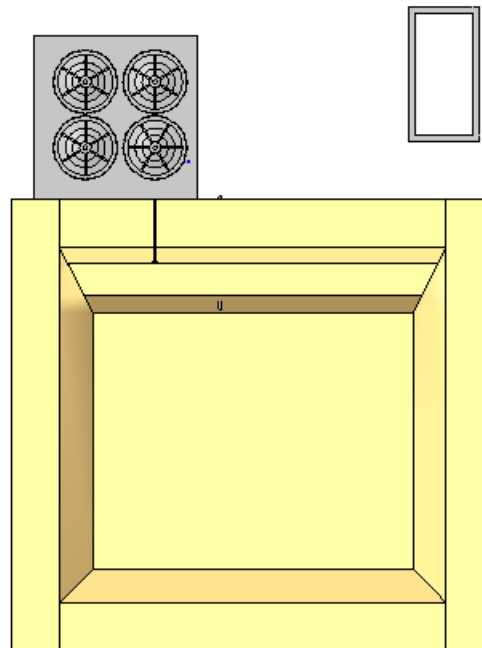
Fonte: Macintyre (2010, p.15)

Os reservatórios do projeto consistem em duas caixas de 5000 litros que serão instaladas sobre um piso de concreto, ou seja, os reservatórios nesse estudo serão apoiados numa base de concreto armado.

Neste posicionamento dos Reservatórios, a água de chuva, uma vez captada e armazenada, garantirá uma reserva para as perdas por evaporação do Lago e terá seu escoamento por gravidade.

Além das caixas d'água de 5000 litros dos Reservatórios, também serão utilizadas mais quatro caixas d'água de 2000 litros, que servirão para preparar o Pré-Filtro (2 caixas) e do Filtro (2 caixas), conforme Figura 8.

Figura 8 - Filtros e Pré-filtros



Fonte: Autoria própria (2022)

A Figura 8 mostra a localização dos Filtros em relação ao Lago, juntamente com os seus níveis apresentados no projeto.

Segundo Barbosa (2007) a evaporação “depende das condições atmosféricas, da disponibilidade hídrica local e das características da superfície evaporante”.

Esse processo natural, que consiste na perda de água do estado líquido para o estado de vapor, conforme mostra a Figura 9, ocorre não só pelo aumento da temperatura, mas por outros fatores, como a umidade do ar, superfície do lago, ventos e pressão.

Analisando os estudos realizados por Barbosa (2007), as estimativas dos estudos de evaporação em lagos, segundo alguns métodos adotados, em suas pesquisas, resultaram em valores de evaporação potencial que ficaram entre 4,33 mm.dia⁻¹ e 5,16 mm.dia⁻¹.

Verificou-se que os lagos perdem de 3 mm a 5 mm por dia no processo de evaporação. (MESTRE DOS LAGOS: CUBOS LAGOS, 2020)

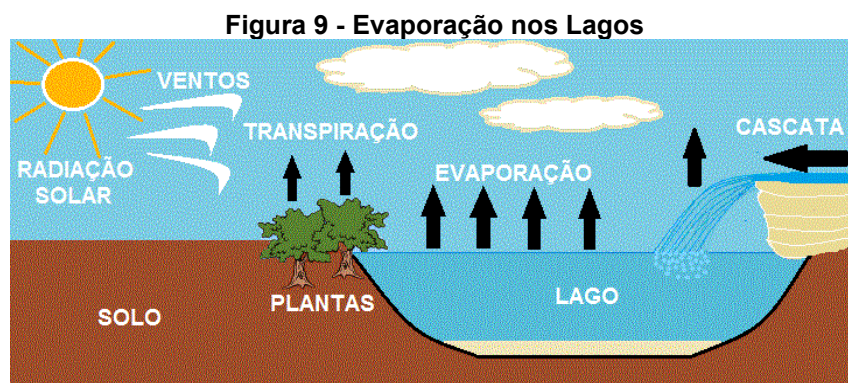
No entanto, se um lago perder mais de 5 mm por dia, corre o risco de estar perdendo água por algum tipo de infiltração ou vazamento.

A área de Espelho do Lago corresponde aproximadamente a 92,55 m² (11,82m x 7,83m), com isso é estimado a sua perda por evaporação.

Considerando uma perda de água de 5 mm, pela evaporação é obtida uma perda de 0,46275 m³ por dia, num total de 13,88 m³ por mês.

Com base nisso, estima-se o volume dos reservatórios para a demanda necessária em função da perda de água pela evaporação.

Com estas informações e os níveis necessários para o funcionamento do Lago, isto servirá para alguns cuidados de manter os níveis mínimos e máximos para o Lago.



Porém, além da perda da água por evaporação, deve-se ter o cuidado para evitar outros tipos de perdas, daí a necessidade de não haver perda de água por infiltração ou vazamento, havendo a necessidade de uma impermeabilização eficiente, com métodos de aplicação de geomembrana e geotêxtil, mencionados anteriormente.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto deveria ser realizado em tempo hábil para a sua implantação, incluindo o registro fotográfico da sua instalação, e correção de possíveis falhas e elaboração de um *As Built*, necessários para uma melhor possibilidade de um conjunto de informação, seja de implantação física ou operacional de todo o sistema.

Após coletar algumas informações necessárias para a implantação do Lago, como o perfil topográfico e a planta do local, foi escolhido o local para a implantação do Lago (Fotografia 1).

Fotografia 1 - Local escolhido para a implantação do Lago Ornamental



Fonte: Autoria própria (2022)

Fotografia 2 - Local escolhido para a implantação do Lago Ornamental



Fonte: Autoria própria (2022)

Fotografia 3 - Local escolhido para a implantação do Lago Ornamental



Fonte: Autoria própria (2022)

Depois que essas definições são esclarecidas e todas as dimensões e seções definidas do lago são conhecidas, a área do lago e, portanto, a camada superficial do lago é determinada para controlar e repor a água evaporada.

Com os estudos realizados verificou-se que, assim como o Lago Ornamental, é um sistema fechado e com um sistema recirculação de água, para que haja uma boa qualidade de vida para os peixes, com sistema de filtragem que deixa a água sempre saudável para a vida das espécies no lago.

No entanto, para manter essa água confinada e sem vazamentos, será utilizado um sistema de manta impermeabilizante.

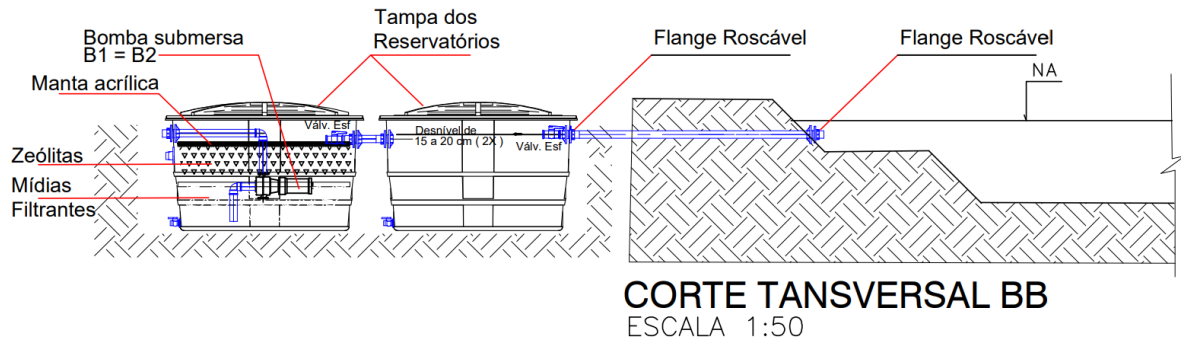
O Lago contará com área de espelho de aproximadamente 92,55 m² e uma profundidade de 1,06 m.

Entre os vários tipos de mantas pesquisados e mencionados neste trabalho, optou-se pela manta PEAD 8mm.

A instalação dos Filtros e do Lago requer alguns serviços preliminares, tais como demarcação e preparo do solo, com escavações e preparo do terreno.

Para a instalação da geomembrana e do geotêxtil é necessário dispor de um sistema de ancoragem delas para a sua instalação, garantindo sua melhor fixação junto ao lago e a seção do talude.

Figura 10 – Filtros e Pré-filtros

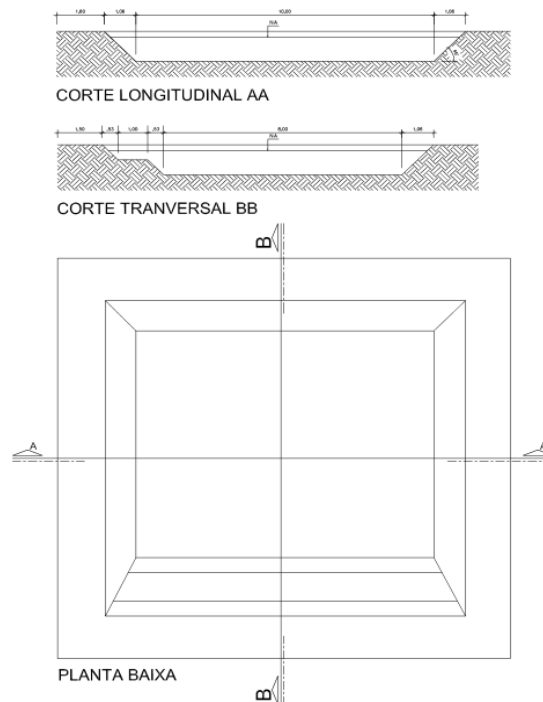


Fonte: Autoria própria (2022)

Uma vez demarcado o local do Lago, com os devidos piquetes para garantir um bom posicionamento, tanto nos espaços horizontais como nas profundidades corretas dos perfis topográficos, garante um talude com inclinação correta sem comprometer as dimensões da instalação das mantas.

Para escolher a manta é necessário definir corretamente as dimensões do perfil do Lago para a escolha das dimensões das mantas para garantir uma impermeabilização eficaz (Figura 11).

Figura 11 - Seções Lago Ornamental

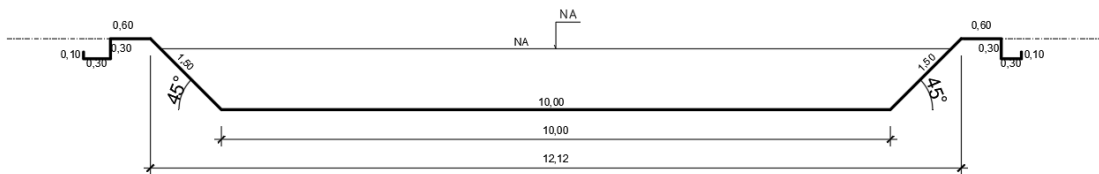


Fonte: Autoria própria (2022)

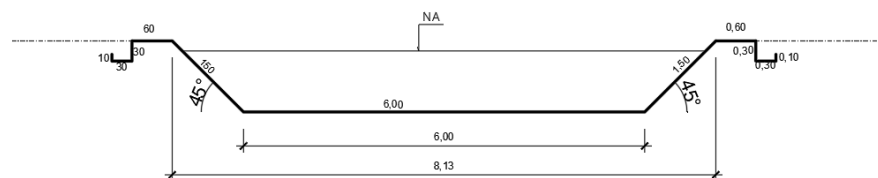
Realizada a pesquisa de vários fornecedores de mantas, e usando as dimensões do Lago e as definições do perfil topográfico, realizou-se o cálculo correto para definir as medidas da geomembrana e do geotêxtil.

Com as medidas do perímetro do Lago, conforme mostra a Figura 12, foram obtidas as medidas da geomembrana, com uma área de 216 m², tendo 18 metros de comprimento e 12 metros de largura.

Figura 12 - Seções Lago Ornamental



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL

Fonte: Autoria própria (2022)

Será realizada a abertura das valetas de 30 cm x 30 cm, para a ancoragem das mantas, ao redor da primeira escavação do perfil do Lago, a fim de garantir a adequada ancoragem da geomembrana, seguindo as medidas especificadas no projeto.

Ainda para a conclusão do sistema de recirculação de água do Lago Ornamental, é necessária a instalação de uma cachoeira (cascata) que também utilizará a geomembrana e será construída em níveis, ou seja, em degraus.

A montagem desta cascata é realizada com a colocação manual de pedras ornamentais uma a uma, imediatamente após a escavação do lago e a colocação da geomembrana e do geotêxtil. Essa cascata é abastecida com a água por meio das tubulações de recalque do sistema de bombeamento.

Para evitar o contato direto com o solo, é utilizada uma geomembrana, com proteção em ambos os lados, ou seja, dupla proteção, tanto no fundo do lago quanto na parte superior da manta em contato com a areia e as pedras.

Feitas essas inspeções, passar para a etapa de assentamento da areia apropriada para o Lago, com a colocação de pedras dentro e ao redor do Lago.

As pedras a serem utilizadas são de Seixo Rolado, no tamanho de melão e melancia, garantindo que não tenham pontas para não danificarem a lona e nem machucar os peixes. Em alguns casos é importante saber o pH das rochas a serem utilizadas.

Ainda na escolha desses materiais para o fundo do Lago Ornamental, é utilizado areia branca própria para lagos. Um dos cuidados relacionados à geomembrana e ao geotêxtil é que seja realizado um teste de estanqueidade na sua instalação principalmente nas partes de ligação com os tubos e flanges de PVC, nas suas partes roscáveis.

Terminado a instalação da geomembrana e o geotêxtil, de acordo com o perfil do Lago e o os perfis necessários para a Cascata,

Garantir que o Sistema de Impermeabilização do Lago, por meio de geomembrana e geotêxtil adequados, seja eficiente e seguro, para isso além de garantir a correta ancoragem dessas camadas, verificar a estanqueidade nas junções entre as geomembranas e principalmente nos locais de emenda e furos para passagem de tubulações.

Terminado a instalação da geomembrana e do geotêxtil, de acordo com o perfil do Lago e os perfis necessários para a Cascata, certificar que o sistema de impermeabilização é eficiente, seguro e eficaz.

Para evitar que a lona sofra furos durante a escavação e compactação do solo, será realizado o polvilhamento de cimento e retirada de materiais perfurantes, que podem danificar a geomembrana.

6.1 Projeto para o Lago Ornamental

O Projeto do Lago Ornamental contém informações para a sua implantação, desde o projeto propriamente dito, incluindo suas dimensões, profundidade, geometria, bem como informações referentes ao dimensionamento do sistema de impermeabilização, bombeamento, filtragem e demais complementos.

Após as pesquisas realizadas sobre os sistemas de filtragem e bombeamento, decidiu-se usar um sistema com Pré-Filtro e Filtro que garante uma recirculação eficiente da água do Lago Ornamental.

O sistema de reserva de água para a TPA do Lago e a sua reposição será realizado com a captação de água pluvial na cobertura do Restaurante Universitário.

Para garantir que as necessidades de água do Lago Ornamental sejam atendidas pelo sistema de armazenamento de água da chuva, é fornecida uma caixa d'água de poliuretano de 5.000 litros com duas unidades.

Foi escolhido esse telhado do Restaurante Universitário, conforme mostra a Figura 13 com uma área de aproximadamente 43,60 m² e com dois tubos coletores de PVC de 100 mm de diâmetro, que serão utilizados para a captação de água da chuva para suprir as perdas de água do Lago Ornamental, por evaporação.

O reservatório para o seu armazenamento será composto por caixas d'água de polietileno de 5.000 litros, com duas unidades (Figura 13).



Fonte: Autoria própria (2022)

Fotografia 4 - Cobertura do Restaurante Universitário



Fonte: Autoria própria (2022)

Fotografia 5 - Local dos Reservatórios



Fonte: Autoria própria (2022)

6.2 Escavação e Impermeabilização

Para a instalação da geomembrana e geotêxtil, é necessária a correta ancoragem delas no perfil do Lago.

Uma vez demarcado o local do Lago, com os devidos piquetes para garantir uma boa localização, tanto nos espaços planos como nas profundidades corretas.

Para evitar a perda de água por infiltração no Lago, é necessária uma impermeabilização eficaz.

Segundo algumas orientações dos fornecedores de mantas, verificou-se que é recomendado pelo menos 1,5 m nas bordas para a ancoragem das mantas.

Outro fator a ser considerado, são as raízes das árvores pela proximidade com o Bosque. Na execução do Lago e da cascata devem ser realizadas podas de galhos, com o acompanhamento do pessoal do Herbário da UTFPR-CM e do DEPRO-CM.

Fotografia 6 - Acesso ao Restaurante Universitário e área do Bosque



Fonte: Autoria própria (2022)

Fotografia 7 - Vista aérea do local do Lago Ornamental



Fonte: Autoria própria (2022)

Fotografia 8 - Escavação do Lago e valetas para a ancoragem das mantas



Fonte: Autoria própria (2022)

6.3 Sistema de Filtragem

O sistema de filtragem adotado para o Lago Ornamental consiste na instalação de um pré-filtro e um filtro, que serão adotados no sistema, utilizando caixas d'água de 2000 litros cada, que serão enterradas e associadas ao lago por meio de vasos comunicantes, ou seja, terá ligação por meio de flanges, o que garantirá a comunicação da água do lago e o sistema de filtragem.

6.3.1 Pré-Filtro

No pré-filtro é usado um sistema de malhas para reter as primeiras partículas.

6.3.2 Filtro

Como mencionado anteriormente, este sistema de filtragem para o tratamento no Lago Ornamental, consiste em caixas d'água.




O filtro biológico utilizado para o sistema do lago é composto por mídias biológicas, colocadas dentro das caixas d'água, acondicionadas em sacos de laranjas.

Levando em consideração os estudos de Owatari (2016), os biofiltros devem reduzir a concentração de amônia total, por meio da nitrificação e pela recirculação da água, “minimizar os impactos dos compostos nitrogenados, garantindo uma melhor qualidade da água melhor crescimento dos animais sobre os animais cultivados”

Vários sites voltados ao aquarismo e à piscicultura fornecem informações sobre as mídias biológicas e suas funções.

Na execução e montagem das caixas d'água para uso dos filtros serão colocadas a manta acrílica, as zeólitas e as mídias biológicas (Quadro 3 e 5).

Quadro 3 - Mídias Filtrantes

Tipos	Descrição
<p>Zeólitas</p> 	<p>A Zeólita é uma mídia química para o seu lago, com alta capacidade de remoção de compostos orgânicos, melhorando a qualidade da sua água. A Zeólita é um mineral natural vindo de rochas sedimentares vulcânicas, ela traz diversos benefícios, além de auxiliar na qualidade da água, ela libera alguns nutrientes e vitaminas na água que resultam na melhora da saúde dos peixes.</p>
<p>Bioglass</p> 	<p>Mídia filtrante de vidro sintetizado altamente poroso. Atua na degradação das impurezas, melhorando a qualidade da água e a saúde dos habitantes do lago. Com tamanho e formato especial, as mídias asseguram um excelente fluxo e distribuição da água em filtros. Este produto é até 30x mais eficiente do que as cerâmicas filtrantes convencionais.</p>
<p>Bioball</p> 	<p>Pequenas bolas plásticas que servem para fixação de bactérias Fabricados com um tipo de plástico atóxico de ótima qualidade, seu formato vazado proporciona que a água circule dentro das bolas para uma melhor fixação das colônias bacterianas.</p>

Fonte: LAGO CARPA (2022)

Com esse filtro biológico, o ideal é que a água esorra por cima, passando por uma manta filtrante, garantindo que as pequenas partículas fiquem retidas e evitando que cheguem até a bomba, uma vez que os materiais maiores já foram retidos no pré-filtro que funciona como um decantador, que realiza a filtragem mecânica retendo maiores partículas como galhos e folhas que certamente cairão no lago (Quadros 4).

O projeto também prevê a instalação de um ozonizador, para realizar um tratamento eficaz que garante uma água de coloração mais clara.

Quadro 4 - Sistema de Filtragem Resumido

Caixas		Caixas		Bomba Submersa	Potência (W)	
Pré-filtro (2 m ³)	blocos de concreto	Filtro (2 m ³)	manta acrílica	B1	40.000 l/h	316
	malha 1		zeólita			
	malha 2		bioglass			
Pré-filtro (2 m ³)	blocos de concreto ou cerâmica	Filtro (2 m ³)	manta acrílica	B2	40.000 l/h	316
	malha 1		zeólita			
	malha 2		bioglass	B3 Ozonizador	20.000l/h	200

Fonte: Autoria própria (2022)

Quadro 5 - Relação de materiais necessários

(continua)

Itens	Descrição	Quantidade	Unidade
1	Lona Geomembrana Em Pead, Com 0,8 Mm De Espessura, Dimensões 18 M X 12 M, Para Uso Em Tanque De Peixes, Na Cor Preta Ou Cinza.	01	un
2	Manta Geotêxtil Para Drenagem, Confeccionada Em Poliéster, Resistente A Tração De 7,0 A 10,0 Kn, Dimensões Aproximadas: Rolo De 100m De Comprimento E 2,30m De Largura.	02	rl
3	Manta Filtrante Para Lago Ornamental, Dimensões 10 x 1 M, Com 19 Mm De Espessura, Lavável E Reutilizável, Constituídas De Não Tecido De Fibras Sintéticas De Alta Resistência.	20	pct
4	Seixo Rolado De Rio, Preferencialmente Em Arenito, Com Diâmetro De 80 Cm A 30 Cm, Para Construção E Acabamento De Lago	3	ton
5	Areia Para Filtro De Piscina, Pacote De 25 Kg.	130	sc

Fonte: Autoria própria (2022)

Quadro 5 - Relação de materiais necessários

(conclusão)

Itens	Descrição	Quantidade	Unidade
-------	-----------	------------	---------

6	Mídia Biológica Zeólita, Com Alta Porosidade. Área Superficial De 40m ² /G. Remove rapidamente A Amônia Da Água [10 mg/G]. Alta Seletividade Ao Nitrogênio Amoniacal. Granulometria De 3,0 A 8,0 Mm. Com Propriedades De Troca Catiônica. Para Utilização Dentro Do Filtro	20	pct
7	Mídia Biológica Para Tratamento De Água Em Vidro Sinterizado. Altamente Porosa Chegando A 1500 m ² Por Litro. Altamente Eficiente Na Degradação De Impurezas Melhorando A Qualidade Da Água. Até 30x Mais Eficiente Do Que As Cerâmicas Filtrantes Convencionais. Em Pacotes De 5 Kg	5	pct
8	Manta Filtrante Para Lago Ornamental, Dimensões 10 x 1 M, Com 19 Mm De Espessura, Lavável E Reutilizável, Constituídas De Não Tecido De Fibras Sintéticas De Alta Resistência.	4	un

Fonte: Autoria própria (2022)

6.4 Sistema de Bombeamento

As bombas de água são muito importantes para os lagos ornamentais, fazem a recirculação de água nos filtros, na cascata e no lago, garantem a oxigenação necessária e a alimentação dos filtros instalados e a realização da TPA.

De acordo com Melo (2021), o sistema de recirculação de água, resulta em “aumento de oxigenação do lago, melhorando o habitat de seres vivos no lago e redução da taxa de doenças e mau cheiro em decorrência da água parada”.

Dentre os diversos tipos de bombas que podem ser utilizadas para a elevação de água, com potência dada tanto em Watts (W), Cavalo-Vapor (CV) ou Força de Cavalo (HP do inglês Horse-power), foi utilizada para o projeto uma bomba submersa eletrônica.

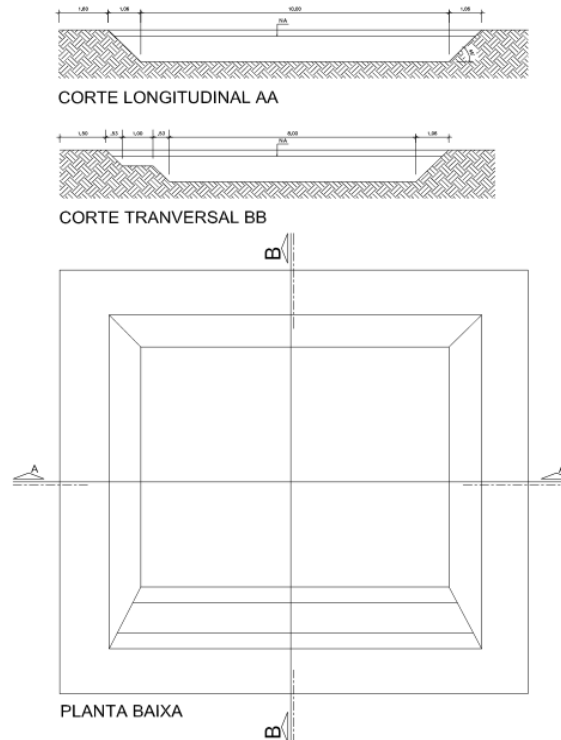
As bombas submersas eletrônicas têm o menor consumo da categoria e um controlador eletrônico para modificar a vazão e a potência, além de uma fonte para interromper o funcionamento do motor (botão feed de parada, com tempo programado para alimentar os peixes).

A bomba ideal para succionar água de lagos são as bombas submersas, onde farão o recalque da água do lago até a sua superfície. A troca gasosa entre o meio interno do lago com o externo, ocorrendo dentro deste processo a melhor oxigenação da água e garantindo maior qualidade da mesma. (MELO, 2021)

Estabelecidos os valores de área e volume do lago, adotou-se a bomba ideal para o Lago Ornamental.

Conforme mostra a Figura 15, analisando suas medidas, chegou-se a uma largura média de 10,91 m e um comprimento médio de 6,91 m, obtendo assim uma área de 75,38 m².

Figura 15 - Local de implantação do Lago Ornamental



Fonte: Autoria própria (2022)

Com a medida da área multiplicada pela altura de 1,06 metros, ficou determinado o volume do Lago Ornamental com 79,90 m³, ou seja, aproximadamente 80.000 litros.

Nesta configuração, adotou-se para o Lago Ornamental uma bomba submersa da Ocean Tech, vazão 40.000 litros por hora, potência de 316 W, altura de recalque 9 metros, e outra de 20.000 litros por hora, com potência de 200 W e altura de recalque de 7 metros.

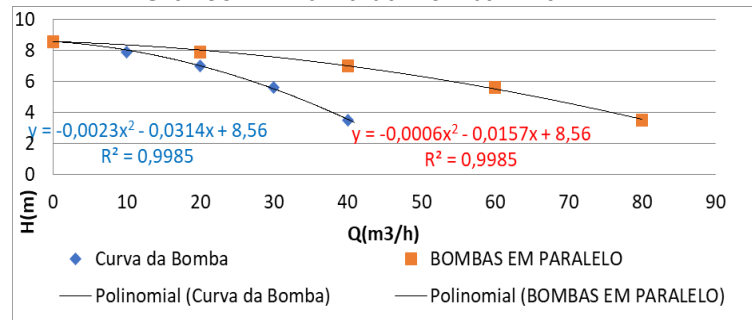
Segundo orientações obtidas nos catálogos da Ocean Tech, isso não é novidade e é conhecida a importância do “fluxo constante para uma boa filtragem, seja em aquários ou em lagos ornamentais, para isso é preciso ter uma bomba durável, econômica e segura”.

Será composto por um controlador eletrônico de fluxo que garante total controle e adaptação às diferentes exigências de cada projeto e vazão.

Tabela 1 - Alturas – Bomba 40 m³.h⁻¹

Q máx (m ³ .h ⁻¹)	Hmáx (m)	Q paralelo (m ³ .h ⁻¹)
0,00	8,56	0,00
10,00	7,90	10,00
20,00	7,00	20,00
30,00	5,61	30,00
40,00	3,50	40,00

Fonte: Autoria própria – valores baseados na curva da Bomba (2022)

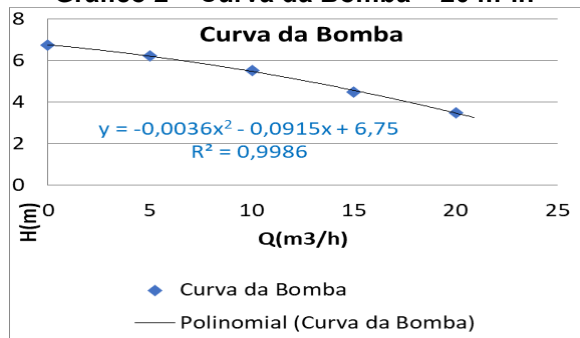
Gráfico 1 – Curva da Bomba – 40 m³.h⁻¹

Fonte: Autoria própria – valores baseados na curva da Bomba (2022)

Tabela 2 - Altura – Bomba 20 m³.h⁻¹

Q máx (m ³ .h ⁻¹)	Hmáx (m)
0,00	6,75
5,00	6,20
10,00	5,53
15,00	4,49
20,00	3,50

Fonte: Autoria própria – valores baseados na curva da Bomba (2022)

Gráfico 2 – Curva da Bomba – 20 m³.h⁻¹

Fonte: Autoria própria – valores baseados na curva da Bomba (2022)

Porém, com o volume aproximado de 80.000 litros para o Lago Ornamental, será necessário dimensionar as tubulações em PVC soldável marrom.

As tubulações serão dimensionadas utilizando a velocidade nas tubulações, utilizando a equação de Hazen-Willians,

As Perdas de Cargas Contínuas nas tubulações de recalque e sucção serão calculadas pela Equação de Hazen-Williams, adotando-se velocidades dentro dos limites aceitáveis nas tubulações.

Conforme NBR 5626/1982 adota-se a velocidade até 3,0 m.s⁻¹, afim de se evitar ruídos nas tubulações é adotado velocidade econômica entre 0,5 a 2,0 m.s⁻¹.

Com essas informações calculadas e obtidas, são determinadas as tubulações necessárias para o projeto.

O sistema de bombeamento irá funcionar 24 horas por dia.

Para a vazão de uma bomba de 40.000 l.hs⁻¹ ou 40 m³.hs⁻¹, ou ainda; 0,011 m³.s⁻¹

Sendo que a Equação de Hazen-Williams:

$$J = \frac{10,64Q^{1,85}L_S}{C^{1,85}D_S^{4,87}} \quad (4)$$

onde: J é a perda de carga unitária, em metros por metros, Q é a vazão recalcada, em m³/s, Ls é comprimento da tubulação de sucção em metro, C, o coeficiente de perda de carga, Ds, o diâmetro interno da tubulação em metro, HS, o comprimento de Sucção, HR, o comprimento de recalque, hs, o comprimento equivalente de sucção, hr, o comprimento equivalente de recalque, Js, a perda de carga na sucção, Jr, a perda de carga no recalque, CSv, o comprimento de sucção.

Tabela 3 - Perda de Carga Localizada – Sucção

Diâmetro da tubulação de Sucção (mm)	D suc = 75
Comprimento real tubulação de Sucção (m)	L suc = 2,5

Item	Conexões	Quantidade	Comprimento Equivalente	
			Unitário	Total
1	Válvula de pé com crivo	1	25,00	25,00
2	curva de 90° 75 mm	5	1,40	7,00
3	Tee 75 mm	1	2,40	2,40

Total =	34,40
Lt = L rec + L total = 36,90	

Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 4 - Perda de Carga Localizada – Recalque

Diâmetro da tubulação de Recalque (mm)	D rec = 75
Comprimento real tubulação de Recalque (m)	L rec = 17

Item	Conexões	Quantidade	Comprimento Equivalente	
			Unitário	Total
1	curva de 90° 75 mm	4	1,40	5,60
2	curva de 45° 75 mm	2	0,90	1,80
3	Tee 75 mm	2	2,40	4,80
4	Registro de Gaveta 75 mm	1	1,00	1,00
5	Válvula de retenção	1	0,50	0,50
6	Tee 75 mm	1	0,50	0,50

			Total	14,20
$L_t = L_{rec} + L_{total} = 31,20$				

Fonte: Autoria própria (2022)

6.5 Consumo de Energia das Bombas

Como mencionado anteriormente, uma bomba hidráulica é muito importante em um sistema de elevação de água e é considerado, inclusive, o “coração” de um Lago Ornamental, garantindo toda essa movimentação da água passando pelo sistema de filtragem e renovando sempre a água para a sua utilização.

Diante das escolhas realizadas para a especificação das bombas submersas eletrônicas, um dos cuidados foi quanto ao consumo de energia e a sua durabilidade e eficiência nas instalações.

No entanto, diante da variedade de produtos existentes no mercado, foram selecionados produtos com produto com consumo energético razoável.

Adotando uma tarifa de 1,41554 reais por kW/dia, considerando a conta de luz da UTFPR, 2022, pode-se verificar o consumo de energia do sistema de bombeamento do Lago Ornamental.

Tabela 5 – Consumo de energia

Equipamento	Consumo		Custo Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal	Consumo Anual	Custo Anual
	Watts/hora	KW/dia	R\$	KW/mês	R\$	KW/ano	R\$
Bomba 40.000 litros/hora	316	7,58	10,74	227,52	322,06	2768,16	3918,44
Bomba 40.000 litros/hora	316	7,58	10,74	227,52	322,06	2768,16	3918,44
Bomba 20.000 litros/hora	200	4,80	6,79	144,00	203,84	1752,00	2480,03
Total	832	19,97	28,27	599,04	847,97	7.288,32	10.316,91

Fonte: Autoria própria (2022)

6.6 Espécies sugeridas

O Sistema de filtragem vai depender da quantidade de peixes a serem instalados e do volume de água no lago, bem como o acompanhamento através de monitoramento para o controle de qualidade de água.

Comparando com os estudos de Silva (2007), com a instalação destes equipamentos tais como, filtros biológicos e mecânicos, bombas de circulação, ozonizador, além da utilização de plantas naturais, será mantido ótimos níveis de oxigenação e baixos níveis de compostos nitrogenados e patógenos na água do Lago.

No mundo, mais de 90% dos peixes ornamentais de água doce são oriundos de criações comerciais, enquanto que animais marinhos, somente 2% das espécies são criadas. O restante ainda é coletado na natureza, devido à dificuldade de reprodução das condições necessárias em cativeiro, por outro lado, muitas empresas já vêm conseguindo mudar esse quadro, desenvolvendo novas técnicas em sistemas mais modernos de tratamento de água e alimentação dos alevinos (Silva,2007)

Considerando os estudos de Owatari (2016), os biofiltros devem reduzir a concentração de amônia total, por meio da nitrificação, e com a recirculação da água, “minimizar os impactos dos compostos nitrogenados, garantindo uma melhor qualidade da água melhor crescimento dos animais sobre os animais cultivados”. Ao se colocar as espécies no Lago, deverá ser respeitado o tempo necessário para que ocorra o crescimento das bactérias nitrificantes, nos filtros biológicos.

Segundo Owatari (2016), todo esse cuidado serve para que a “oxidação da amônia em nitrato ocorra de forma efetiva”.

Embora essa pesquisa não aborde sobre as espécies necessárias, foi indicado alguns peixes mais adequados para a utilização no Lago Artificial e orientação do professor Doutor Marcelo Caxambú da UTFPR-CM, foi elaborado um quadro com algumas espécies e adotado algumas possíveis quantidades referentes a cada espécie.

As espécies adotadas, na sua maioria, são herbívoras e poderão ser facilmente adaptadas e ambientadas ao Lago.






Tabela 6 – Quantidade de Peixes

Espécies	Quantidades
Lambari do Rabo amarelo	500
Lambari do Rabo vermelho	200
Pacu Prata	200
Cascudo Abacaxi	20 a 30
Pirapitinga do Sul	20
Tamoatá	20
Curimbatá	20 a 30
Acará	20 a 30
Mandi	4 a 5
Mato-Grosso	20

Fonte: Autoria própria (2022)

Quadro 6 - Espécies adotadas para o Lago Ornamental






(continua)

Foto	Descrição	
<p>1</p> 	Nome popular	Lambari do Rabo amarelo
	Nome científico	Astyanax bimaculatus
	Origem	América do Sul,
	Tamanho Adulto	17 cm
	Expectativa de Vida	10 anos +
	Temperamento	Pacífico
	Temperatura	20°C a 28°C
	pH	5,2 a 7,6
	Dureza	Indiferente
<p>2</p> 	Nome popular	Lambari do Rabo vermelho
	Nome científico	Astyanax fasciatus
	Origem	América do Norte,
	Tamanho Adulto	17 cm (comum: 12 cm)
	Expectativa de Vida	5 anos +
	Temperamento	Pacífico
	Temperatura	20°C a 28°C
	pH	6.0 a 8.0
	Dureza	Indiferente
<p>3</p> 	Nome popular	Pacu Prata
	Nome científico	Metynnis argenteus
	Origem	Bacia do Rio Tapajós, Brasil
	Tamanho Adulto	Até 14 cm
	Expectativa de Vida	Até 10 anos
	Temperamento	Pacífico
	Temperatura	24°C – 28°
	pH	5.0 – 7.0
	Dureza	4° – 18° *
<p>4</p> 	Nome popular	Cascudo Abacaxi
	Nome científico	Pterygoplichthys pardalis
	Origem	América do Sul. rio Amazonas.
	Tamanho Adulto	43 cm (comum 35 cm)
	Expectativa de Vida	10 anos
	Temperamento	Pacífico,
	Temperatura	23°C – 30°C
	pH	5.0 e 9.0
	Dureza	10 – 20
<p>5</p> 	Nome popular	Pirapitinga do Sul
	Nome científico	Brycon opalinus
	Origem	América do Sul,
	Tamanho Adulto	40 cm
	Expectativa de Vida	10 anos
	Temperamento	Pacífico
	Temperatura	22°C a 28°C
	pH	6.0 a 8.0
	Dureza	Desconhecido

Fonte: Pesquisas do Autor (2022)

Quadro 6 - Espécies adotadas para o Lago Ornamental

(conclusão)

Foto	Descrição	
6 	Nome popular	Tamoatá
	Nome científico	Hoplosternum littorale
	Origem	Siluriformes
	Tamanho Adulto	26 cm
	Expectativa de Vida	Desconhecido
	Temperamento	Pacífico
	Temperatura	18°C a 28°C
	pH	6.0 a 7.6
Dureza	Desconhecido	
7 	Nome popular	Curimbatá
	Nome científico	Prochilodus lineatus
	Origem	Characiformes
	Tamanho Adulto	80 cm
	Expectativa de Vida	8 anos
	Temperamento	Variável
	Temperatura	17°C a 28°C
	pH	6.0 a 8.0
Dureza	Indiferente	
8 	Nome popular	Acará
	Nome científico	Geophagus brasiliensis
	Origem	América do Sul,
	Tamanho Adulto	28 cm (comum: 20 cm)
	Expectativa de Vida	8 anos
	Temperamento	Variável
	Temperatura	18°C a 30°C
	pH	6.0 a 7.6
Dureza	5 a 10	
9 	Nome popular	Mandi
	Nome científico	Pimelodidae (Pimelodídeos)
	Origem	América do Sul
	Tamanho Adulto	18 cm
	Expectativa de Vida	8 anos +
	Temperamento	Pacífico e predador
	Temperatura	20°C a 28°C
	pH	6.0 a 8.0
Dureza	5 a 20	
10 	Nome popular	Mato-Grosso
	Nome científico	Hypheosobrycon eques
	Origem	Characiformes
	Tamanho Adulto	4 cm (comum 3 cm)
	Expectativa de Vida	5 anos
	Temperamento	Gregário e pacífico
	Temperatura	20°C a 30°C
	pH	5.0 a 7.6
Dureza	10 a 25	

Fonte: Autor própria (2022)

Após a conclusão do Lago, deverá ser realizado um controle para limpeza e cuidados quanto à alimentação dos peixes, além do controle de medições para análises da qualidade da água, garantindo que estes estejam dentro dos limites necessários e melhor acompanhamento para manutenção nos filtros do Lago.

Na etapa final da montagem do Lago Ornamental será realizada toda a parte de acabamento, pode-se assim dizer, pois se inicia a parte mais paisagística, conferindo beleza e harmonia.

O lago ornamental terá rochas depositadas nas laterais do talude e no entorno das bordas, conferindo uma forma orgânica ao lago.

Estas rochas, além do lado paisagismo, servirão também para a ancoragem nas laterais das bordas das mantas.

Deverá ser instalado também um deck de madeira no entorno das caixas d'água, com a finalidade de melhorar o aspecto visual, uma vez que estes reservatórios ficarão semienterrados.

Constará futuramente também, com a instalação de pergolados, ripados, bancos e lixeiras no entorno do lago, proporcionando melhor harmonia ao local, como podemos perceber na Figura 16, ainda incompleta, mas que garante essa possibilidade.

Deverá conter placas educativas, próximo ao lago, com as devidas orientações à comunidade acadêmica, funcionários e externos.

Figura 16 - Detalhes do Lago Ornamental



Fonte: Autoria própria (2022)

Este projeto envolve encontrar um melhor equilíbrio, pois demandará custos na implantação e depois na sua operação, com os devidos cuidados com os diversos riscos envolvidos.

7 PRODUTO

O Projeto será implantado nas instalações da UTFPR - Campus Campo Mourão, situada na Via Rosalina Maria dos Santos, 1233. A obra será executada ao lado da entrada do Restaurante Universitário, próximo ao Bosque, ali existente.

Segundo Parente (2006), com a instalação de um Lago ele, propiciará uma “transformação do microclima, com elevação do teor médio da umidade relativa do ar”, que irá proporcionar benefícios aos que ficarão próximo ao local, uma vez que ficará próximo aos espaços que estão passando por revitalizações, contribuindo para melhorias nos aspectos visuais com as demolições de ambientes em aspectos sujos e deteriorado.

Dentre estes esses locais, pode-se citar a criação da Concha Acústica, que ficará próxima ao Lago, além das áreas do entorno do Espaço de Convivência para Alunos, e o próprio Restaurante Universitário.

Para garantir a qualidade e sustentabilidade do Lago, deverá haver um monitoramento constante, a fim de garantir a qualidade da água presente no Lago, será utilizado o sistema de filtragem com bombeamento adequado, a fim de dar oxigenação na água e combate a amônia e nitrogênio.

Muito terá que se realizar, uma vez finalizada toda a infraestrutura, tais como limpeza no lago, pois existem muitas folhas devido à proximidade das árvores do Bosque, junto ao Lago.

Este projeto contém uma lista de serviços e uso de materiais aplicados para o Lago, Sistema de Filtragem, Reservatórios e informações complementares.

O projeto descreve os serviços a serem executados para a implantação do lago, desde os serviços de preliminares até a instalação dos filtros biológicos e a instalação dos reservatórios de água que servirão para a reposição da água que será perdida por evaporação.

Baseado nas informações pesquisadas, definiu-se uma sequência das etapas para a construção do Lago, devendo seguir as devidas recomendações e prescrições dos fornecedores dos materiais, apresentadas no Projeto.

Demais informações que possam aparecer no transcorrer da execução do Lago poderão ter o acompanhamento e esclarecimento junto ao Departamento de Projeto de Obras (DEPRO) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do Campus Campo Mourão.

Quadro 9 - Bombas adotadas para o Lago Ornamental

Descrição	Bomba 01	Bomba 02	Bomba 03
Modelo	AC-40.000	AC-40.000	AC-20.000
Potência	316 W	316 W	200 W
Voltagem	(110 V ou 220 V)	(110 V ou 220 V)	(110 V ou 220 V)
Vazão mínima	5.000 l/h	5.000 l/h	5.000 l/h
Vazão máxima	40.000 l/h	40.000 l/h	20.000 l/h
Coluna de água	9 m	9 m	7 m
Conexões	50/60/75 mm	50/60/75 mm	24/30/40/50 mm
Dimensões (c x l x a):	30 x 13 x 16 cm	30 x 13 x 16 cm	30 x 13 x 16 cm
Cabos de energia	6 m	6 m	6 m
Cabo controlador	1,4 m	1,4 m	1,4 m

Fonte: Autoria própria (2022)

Baseado nas informações pesquisadas, definiu-se uma sequência das etapas para a construção do Lago, devendo seguir as devidas recomendações e prescrições dos fornecedores dos materiais, apresentadas no Projeto.

Demais informações que possam aparecer no transcorrer da execução do Lago poderão ter o acompanhamento e esclarecimento junto ao Departamento de Projeto de Obras (DEPRO) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do Campus Campo Mourão.

8 CONCLUSÃO

A etapa de conclusão do projeto de um Lago Ornamental define todas as etapas para a sua melhor implantação e instalação.

Os estudos realizados foram satisfatórios, no entanto demandam um melhor acompanhamento durante a vida útil do Lago.

Mais pesquisas podem ser realizadas em diversas áreas, garantindo melhorias e avanços no cuidado do Lago e dos peixes existentes.

Esse projeto de pesquisa e envolvimento do Departamento de Projetos e Obras e do Herbário contribuiu para a apresentação deste produto finalizado, que é o Projeto de um Lago Ornamental, que proporciona condição para a sua execução, com orientações e desenhos específicos para a sua instalação, juntamente com a escolha dos materiais a serem aplicados e os cuidados observados, que muito contribuíram para a minha formação e incentivo aos assuntos relacionados à conservação de água, e o cuidado com os peixes.

Todas as informações apresentadas neste projeto, tais como ilustrações, fotografias, desenhos, marcas, modelos e especificações técnicas, foram coletadas nos sites específicos sobre Lagos e em catálogos dos devidos representantes comerciais.

Quanto às espécies que serão colocadas no Lago, estas serão algumas nativas do Rio Ivaí e não exóticas.

No projeto, a pesquisa delimitou-se aos estudos sobre a escolha das espécies, entretanto foi apresentado um quadro com algumas espécies de peixes que poderão ser utilizados no Lago, com orientação do professor Marcelo G. Caxambú, do Departamento Acadêmico de Biodiversidade e Conservação da Natureza da UTFPR-CM.

Fica delimitado ao projeto também as especificações das vegetações que muito serão importantes para a qualidade do Lago.

Contudo, embora não seja o foco da pesquisa o estudo sobre paisagismo, essa melhoria em geral proporcionará uma melhora tanto no aspecto visual quanto na qualidade ao meio ambiente e essa integração aos usuários do UTFPR.

O Lago será construído com área de 98,54 m², conforme detalhamento no projeto.

Para garantir uma melhor integração com o espaço de convivência o Lago terá uma cachoeira que proporcionará aspectos visuais e sonoros, ainda mais com a possibilidade de regular a vazão da bomba no quadro de comando para aumento ou diminuição da vazão na cachoeira.

REFERÊNCIAS

- BANISKI, A. S. *et al.* **Desenvolvimento de um Sistema Automatizado de Controle para um Aquário Jumbo**. 2019. Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCGE, Ponta Grossa - PR, p. 22. Disponível em <https://phantomstudio.com.br> | Sandro Baniski | Revista TechnoEng - ISSN 2178-3586 (phantomstudio.com.br) . Acesso em: 20 out. 2021
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma Nova Estratégia**. 3ª ed. São Paulo: Contexto, 2009.
- BARROS, M. P. **Evaluation of Water Quality of the Urban Supply Reservoir in the Municipality of Porto Nacional - Tocantins**. 2018. Faculdade Presidente Antônio Carlos. ITPAC - Instituto Tocantinense Antônio Carlos Porto Ltda. Engenharia Civil. Porto Nacional – TO, p.45. Disponível em <https://theshillonga.com> | International Journal of Advanced Engineering Research and Science (theshillonga.com). Acesso em: 09 out. 2020
- CIOLA, A. C. **Criação de Peixes**, Ivaiporã – PR, p.27.
- CYRINO, J. E. P.; KUBITZA, F. **Piscicultura**. 1996, Coleção Agroindústria v.08, p.86.
- GIOPPO, C.; SCHEFFER, E. W. O.; Neves, M. C. D. **O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná**. Paraná: UFPR, 1998. Disponível em <https://ufpr.br> | Open Journal Systems (ufpr.br). Acesso em: 09 out. 2020
- LAKATOS, E. M., MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. 3 ed. rev. ampl. São Paulo. Atlas. 1995. 214 p.
- LAKATOS, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. *In*: LAKATOS, I. e MUSGRAVE, A. (org.) **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix, 1979.
- MACINTYRE, A.J. **Instalações Hidráulicas: Prediais e Industriais**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- OLIVEIRA, S. D. **Sistema de Aquaponia**. 2016. Universidade Federal de Goiás Regional Jataí - Curso de Zootecnia. Projeto Orientado. Jataí – GO, p.27. Disponível em <https://ufg.br> | TCC_Saulo_Duarte_de_Oliveira.pdf (ufg.br) . Acesso em: 09 out. 2020
- OWATARI, M. S. **Fibra sintética como suporte biológico em sistemas de recirculação para aquicultura (RAS)**. 2016. TCC (Graduação Engenharia de

Aquicultura) – Universidade de Santa Catarina – Florianópolis – SC, 65p. Disponível em [https://Fibra sintética como suporte biológico em sistemas de recirculação para aquicultura \(RAS\). \(ufsc.br\) . Acesso em: 20 jul. 2021](https://Fibra sintética como suporte biológico em sistemas de recirculação para aquicultura (RAS). (ufsc.br) . Acesso em: 20 jul. 2021)

PARENTE, A. A. **Lago Paranoá: Lazer e Sustentabilidade Urbana**. 2006. Dissertação (Mestrado) Universidade de Brasília – UNB. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU. Brasília – DF, p. 27. Disponível em <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2125>. Acesso em: 20 jul. 2021

SANTOS, C. C. A. **Parâmetros da Qualidade de Água na Piscicultura de Água Doce**. 2018 Universidade Federal de Mato Grosso: Faculdade de Agronomia e Zootecnia: Curso de Zootecnia. Cuiabá – MT, p.28. Disponível em [https://Biblioteca Digital de Monografia: Parâmetros da qualidade de água na piscicultura de água doce \(ufmt.br\) . Acesso em: 20 nov. 2021](https://Biblioteca Digital de Monografia: Parâmetros da qualidade de água na piscicultura de água doce (ufmt.br) . Acesso em: 20 nov. 2021)

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva : para áreas urbanas e fins não potáveis** São Paulo. Navegar. 2005. p. 180. www.estrategiaods.org.br/o-que-sao-os-ods.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Disponível em [https:// www.estrategiaods.org.br/o-que-sao-os-ods](https://www.estrategiaods.org.br/o-que-sao-os-ods). Acesso em: 20 nov. 2021