

CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA  
AQUAPÔNICO PARA O ENSINO DE ECOLOGIA  
NO ENSINO MÉDIO

MANUAL TÉCNICO PARA A  
CONSTRUÇÃO DO SISTEMA  
AQUAPÔNICO PARA O  
PROFESSOR

Mestranda: Renata Ferreira Motta

Orientadora: Juliana Marsico Correia da Silva

# PASSO A PASSO PARA A CONSTRUÇÃO DO SISTEMA AQUAPÔNICO PARA O PROFESSOR

Mestranda: Renata Ferreira Motta

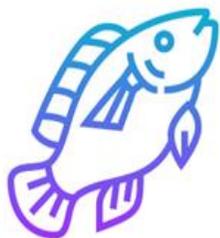
Orientadora: Juliana Marsico Correia da Silva





## ROTEIRO DE AULAS PARA O ENSINO DE ECOLOGIA



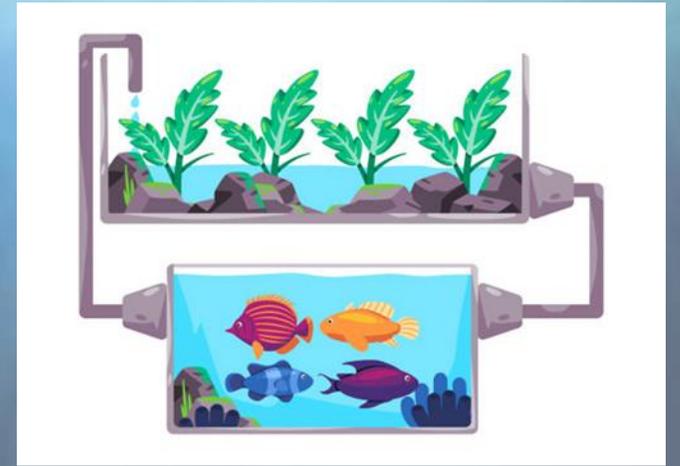


# SUMÁRIO



1. Introdução .....	6
2.Manual técnico para o professor.....	7
I.Local de Instalação do Sistema.....	8
II.Ambiente para a criação dos peixes ou demais animais aquáticos.....	9
III. Peixes para o sistema aquapônico.....	9
IV. Ambiente de cultivo de vegetais.....	11
V. Vegetais a serem utilizados.....	16
VI. Filtração.....	18
VII. Decantadores.....	21
VIII. Filtro Biológico.....	24
IX.Parâmetros essenciais.....	27
X. Sistema de Aeração.....	33
3. Passo a passo para a construção do sistema aquapônico para o professor.....	35
4-Roteiro de aulas para o Ensino de Ecologia a partir da construção de um sistema aquapônico.....	44
5- Referências.....	74

# INTRODUÇÃO



O ensino de Biologia pode ser para alguns discentes, enfadonho, desinteressante e distante de suas realidades. Ao trazer para este contexto, a Ecologia, o aluno pode até demonstrar interesse, porém muitas vezes não compreende tão bem esses conceitos, ficando as aulas muito restritas aos métodos antigos onde o aluno escreve no quadro e explica, cabendo ao aluno apenas copiar e ouvir o professor, sem muita reflexão ou interação.

Para tornar a aprendizagem mais significativa, aumentar o engajamento dos discentes nas aulas de Biologia, este presente trabalho visa acrescentar ao cotidiano do professores uma proposta onde os alunos poderão participar ativamente, um manual de construção de um modelo aquapônico de baixo custo e de fácil construção com instruções técnicas detalhadas, um passo a passo simplificado com dicas e um roteiro didático completo que tornará mais prático e dinâmico o trabalho do professor.



# Manual técnico para o professor

Este manual foi pensado e produzido para os professores terem um produto completo com informações precisas e simplificadas, que possam facilitar as suas práticas no dia a dia.

Vamos iniciar, relacionando os elementos fundamentais para a escolha dos materiais para a construção do sistema aquapônico, assim como as principais informações que devem ser levadas em conta para a sua montagem e funcionamento: local de instalação do sistema ambiente para a criação dos animais, peixes para o sistema aquapônico; ambientes de cultivo de vegetais; filtração; Correção de Ph. A leitura ajudará a compreender o processo e a seguir posteriormente o passo a passo.

## *I- A escolha do local para a instalação do sistema é de real importância:*



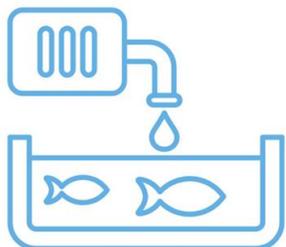
Não deve ser um local muito ensolarado nem muito sombreado;



O espaço deve ser suficiente para a instalação do sistema e deve ser adequado para que possamos nos deslocar em torno dele, fazer o manejo que esse sistema necessita;



verificação da qualidade da água com medição de pH e controle de volume de água que pode ser alterado em decorrência da evaporação, observar a coloração da água e se os componentes do sistema estão em perfeito funcionamento;



Para o nosso projeto, precisaremos de um espaço com metragem a partir de 2 m<sup>2</sup> para atender às demandas.

## II .Ambiente para a criação de peixes ou animais aquáticos:

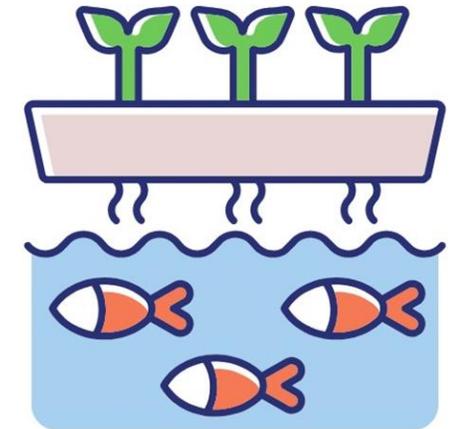
Ambiente para a criação dos peixes ou demais animais aquáticos



Um sistema aquapônico pode ser formado por um ou mais tanques de diversos tamanhos e formas, podendo variar de volume e ser feito de vários tipos de materiais, desde que sejam resistentes e duráveis .

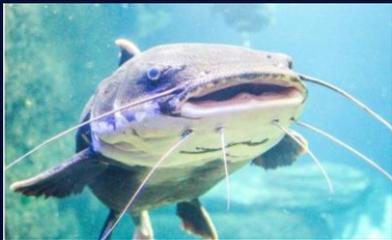


De acordo com estudos de Queiroz et al (2017), é fundamental que verifique se esses materiais podem liberar alguma substância que seja prejudicial e que possa causar algum dano ao meio ambiente e respectivamente aos seres inseridos naquele local e como se trata de uma provável produção de alimentos, poderia causar problemas ainda.



### III. Peixes para o sistema aquapônico

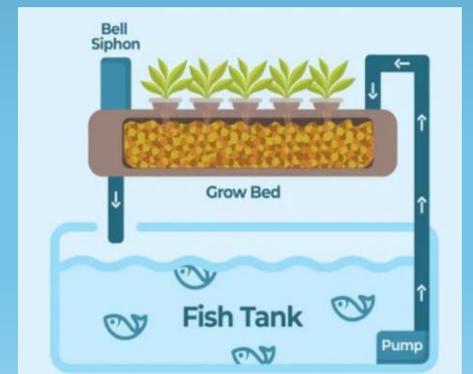
➡ Os animais que serão escolhidos para o nosso trabalho serão filhotes de tilápia, seguimos o critério do tamanho do tanque para a definição da quantidade de peixes, da capacidade de adaptação a esse tipo de sistema e serão provenientes de uma criação próxima à escola para facilitar o deslocamento. Os peixes mais adequados para serem produzidos em aquaponia são os tolerantes a altas densidades e a manejos frequentes e espécies já avaliadas em sistemas intensivos. Além disso, cita algumas espécies como o bagre italiano, a tilápia, a truta, o bacalhau australiano e o tambaqui.



➡ Segundo informações do Portal Aquaponia Brasil, uma espécie muito utilizada que se adaptou bem ao clima do Brasil é a tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*), trata-se de um peixe africano (figura 10) trazido para o Brasil em 1971 que adaptou-se bem na piscicultura, possuindo um ciclo de desenvolvimento curto geralmente em torno de 6 meses, responde bem a 20 à 30 graus Celsius, com teor de OD em até 4ppm e se alimenta muito bem com ração convencional.

## IV. Ambientes de cultivo de vegetais

Os ambientes utilizados para o cultivo de vegetais também podem ser chamados de substrato, existem diversos modelos e se ajustam de acordo com o sistema que se deseja construir.



## IV. Ambientes de cultivo de vegetais

Vamos listar os tipos mais comuns citados pela literatura pesquisada:



Fonte: trees.com

O NFT (nutrient film technique) ou ambiente de cultivo em canaletas conforme estudo de Carneiro et al(2015) é o método mais utilizado mundialmente na produção onde as raízes das plantas são cultivadas tendo o seu sistema radicular dentro de um canal ou canaleta com água circulante, sistema que foi originado no sistema hidropônico.

- ✓ Canos de pvc ou outras estruturas adaptadas e preenchidas por água complementadas com nutrientes que são imprescindíveis para a sobrevivência e desenvolvimento dos vegetais caracterizam esse tipo de ambiente.
- ✓ Para fazer a complementação nutricional é necessário medições mais específicas e um maior conhecimento sobre o cultivo específico de cada espécie e por isso em um sistema doméstico ou escolar, não fará parte da nossa escolha.

## IV. Ambientes de cultivo de vegetais



O método wicking bed ou ambiente de cultivo em areia é menos comum segundo Carneiro et al (2015) e pode conter areia e o pó de coco, sendo esse substrato muito propício para o cultivo de raízes como cenoura, beterraba, rabanete, cebola, formação de mudas de alface, tomate entre outros. A água entra nesse ambiente pela base através de canos de PVC perfurados que, com auxílio de um dreno, mantém uma lâmina d'água de aproximadamente 5 cm de altura. Essa água pode subir pela areia por cerca de 20 cm até a superfície, através da capilaridade, distribuindo os nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais que ali se encontram. ambientes descritos acima. Esse filtro foi utilizado no primeiro modelo menor de aquaponia feito na garrafa pet e foi testado em nossa pesquisa.

Fonte: <https://www.ksba.co.za/>

## IV. Ambientes de cultivo de vegetais



Fonte: <https://www.aquaponicsforbeginners.com/component-of-aquaponics-systems%EF%BF%BC/>

Outro tipo de filtro utilizado é chamado de media-filled bed, gravel bed ou ambiente de cultivo em cascalho. Segundo Carneiro et al (2015), esse é o ambiente mais utilizado em sistemas aquapônicos por ser prático e funcional e quanto maior for a relação superfície: volume do substrato maior será a proliferação das colônias de bactérias, tornando mais eficiente o processo de nitrificação da amônia produzida pelos peixes. Tornando uma boa escolha para baixas densidades de estocagem de peixes, sendo importante usar substrato levando em consideração a relação superfície: volume. Além da argila expandida, podem ser utilizados como substrato que darão sustentação para as plantas, sólidos como pedra brita, pedras de leito de rio, areia grossa, perlita, entre outros. Esse substrato que dá suporte aos vegetais é colonizado por bactérias nitrificantes, que irá fazer a conversão da amônia em substâncias apropriadas para as plantas.

## IV. Ambientes de cultivo de vegetais



Fonte: trees.com

DWC (deep water culture), floating, raft ou ambiente flutuante: Conforme estudos de Souza(2023), neste ambiente, as plantas são cultivadas em uma estrutura flutuante, feita de material como poliestireno(material termoplástico) expandido ou espuma rígida. As plantas são posicionadas em pequenos orifícios feitos na estrutura, permitindo que as raízes entrem em contato com a solução nutritiva abaixo.

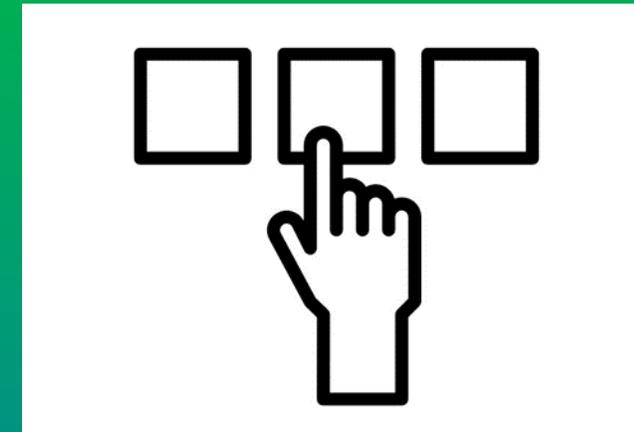
Segundo Carneiro (2015), esse sistema por conter grande volume de água, possui maior estabilidade aos parâmetros físico-químicos como a temperatura e o pH e geralmente apresenta canais longos com dezenas de metros, estreitos (0,5 m – 1,5 m) e rasos (0,2 m - 0,4 m), utilizado na maioria das vezes na produção de folhosas como alface, rúcula, entre outras tendo sendo a aeração muito importante para as raízes, para as bactérias nitrificantes e para os animais aquáticos.

Em sistemas de produção em pequena e média escala como o nosso há a necessidade de instalação de um filtro biológico à parte pois o sistema não teria a nitrificação suficiente para a manutenção dos parâmetros de funcionamento ideal do sistema.

*V. Vegetais a serem utilizados*



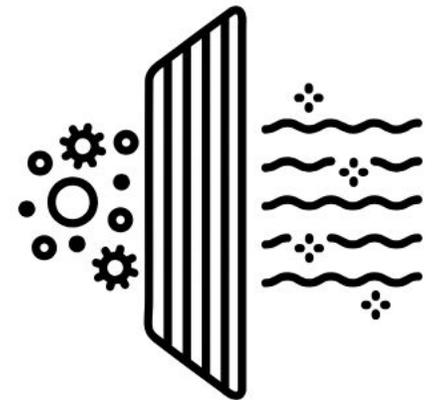
*Para utilização nas escolas, pode-se optar por :*

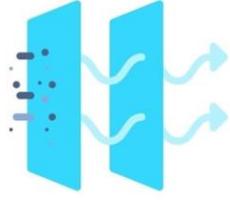


- Vegetais de ciclo curto para ter uma a observação de todo o seu ciclo de vida;
- Vegetais da preferência dos estudantes, como uma forma de engajamento da turma ;
- Uma escolha pela cultura local, levando em conta outros saberes regionais a serem investigados.

## VI. Filtração

A filtração é fase da separação e retirada dos resíduos sólidos suspensos e pela conversão da amônia proveniente dos peixes





Existem os filtros:

Mecânicos

Biológico



Albuquerque et al (2019) relata que a primeira barreira de filtração é feita pelos filtros mecânicos e assim, ajudam a retirar os resíduos sólidos mais pesados existentes na água pelo processo de sedimentação,retendo os resíduos mais pesados no fundo do filtro mecânico

A finalidade do filtro biológico segundo Albuquerque et al(2019) é que bactérias nitrificantes possam colonizar a mídia filtrante com o objetivo de converter a amônia em nitrito e posteriormente em nitrato. O nitrato será o fertilizante para as plantas, não causando dano algum à saúde dos peixes cultivados.



Para averiguar se o filtro biológico encontra-se funcionando adequadamente é necessário que seja monitorado mensalmente dos níveis de amônia e nitrito. Quando esses níveis estão elevados, é um indicativo de valores de biomassa de peixes e quantidade ração no sistema. Quando isso acontece, a sobrevivência dos seres vivos do sistema fica ameaçada..



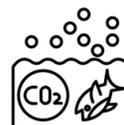
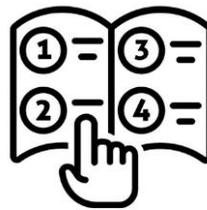
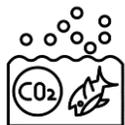
Materiais filtrantes como a brita, argila expandida, areia, restos de construção como cacos de telha entre outros irão compor os filtros biológicos. Existem também materiais plásticos que podem ser encontrados em lojas especializadas para essa mesma função o filtro mecânico, que também é indispensável no sistema



A remoção de carbono e a produção de nitrato (nitrificação) ocorrem na zona aeróbia. O nitrato formado entra na zona anóxica, sendo reduzido a nitrogênio gasoso durante a desnitrificação. Assim, não se fazem necessárias as recirculações internas, como no caso da pré- desnitrificação Conforme informações do Portal Aquaculture Brasil .

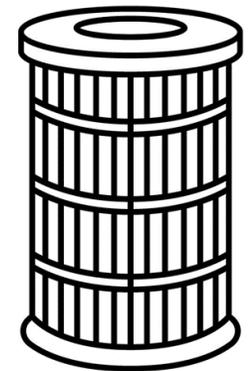


Os RAS que significam sistemas de recirculação para aquicultura, a amônia é removida através do processo de nitrificação, bactérias nitrificantes, oxidam a amônia até sua forma menos tóxica, o nitrato principalmente, por bactérias dos gêneros Nitrosomonas que oxidam amônia a nitrito e Nitrobacter que oxidam nitrito a nitrato.



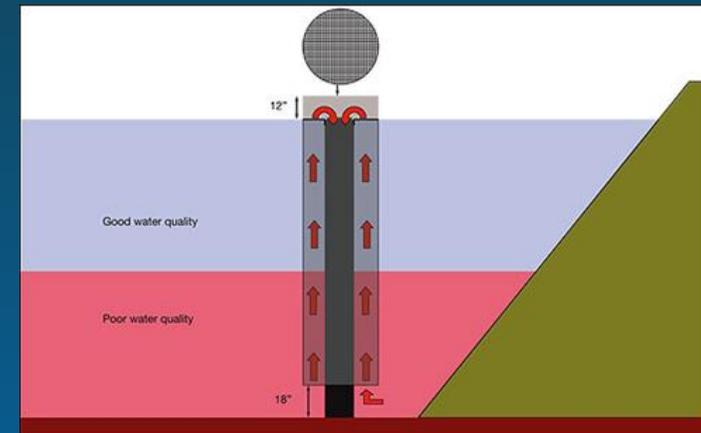
## VII. Decantadores

Segundo a página Aquaponia Brasil , o decantador separa os sólidos da água, no momento que a água passa pela parte superior da cisterna, com a parte interna direcionada para o fundo da caixa. Resíduos mais pesados se aglomeram no fundo, facilitando a limpeza já que teria nesse local uma válvula para retirar esses resíduos.



## ➔ Overflow

Consiste em um sistema usado para absorver as sujeiras que ficam no fundo do reservatório dos peixes. a sujeira é sifonada por gravidade para um outro recipiente que tem um pré-filtro para separação de pedaços de folhagens e outros resíduos. É uma estratégia que pode ajudar na boa conservação do sistema aquapônico e na manutenção dos parâmetros ideais de funcionamento.



Sistema Overflow, usado para absorver sujeiras- Fonte: Aquaponia Brasil

## ➔ Vortex

Esse filtro consiste em drenar as impurezas, por exemplo quando a água entra na cisterna, ela já é direcionada para o fundo da caixa, mas entre essa etapa, há um filtro redemoinho, ou seja, um filtro giratório que impulsiona essa separação de resíduos segundo o site [Howto aquaponic15](http://Howtoaquaponic15) que não deixa os detritos mais pesados sifonarem para a saída de água. Essa técnica é muito utilizada onde há maior fluxo de água e contribui para a maior transparência da água.

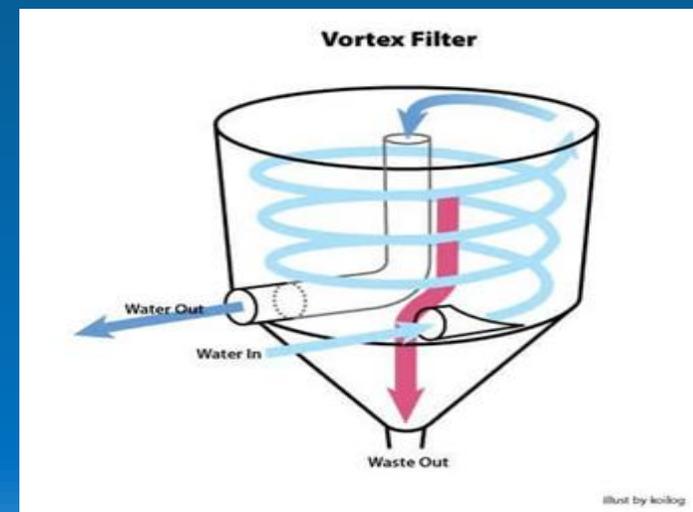


Ilustração do filtro vórtex, tipo de filtro redemoinho.

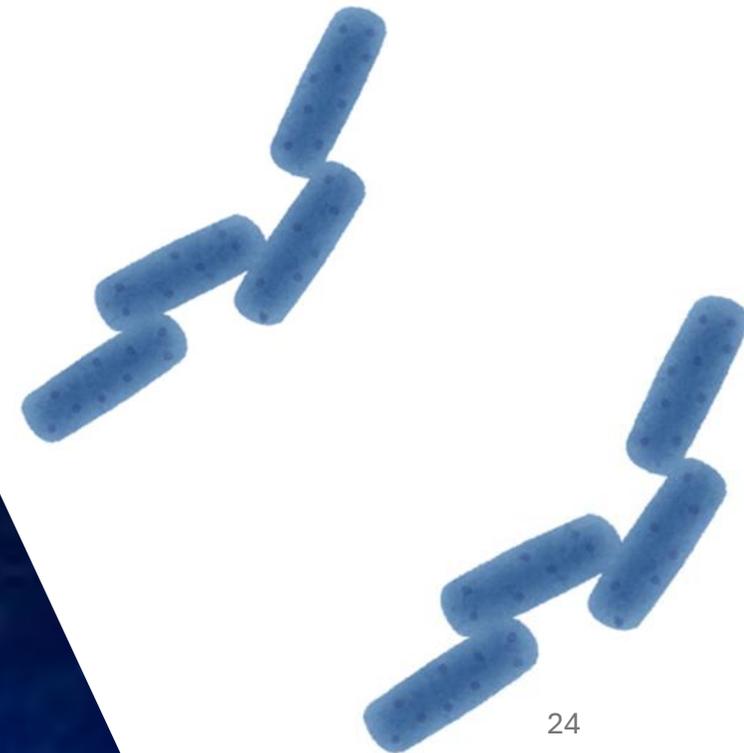
Fonte: <https://www.howtoaquaponic.com/designs/swirl-filter/>



De acordo com estudos de Carneiro et al (2016), os decantadores não são suficientes para separar todos os resíduos sólidos, pois a maioria são de baixa densidade ficando suspensos no tanque. Pedacos de redes, telas, peneiras podem ajudar nesse tipo de filtragem, retirando as partículas suspensas. Recomenda-se a limpeza do decantador e filtro biológico, uma vez por semana. Ao iniciar o procedimento, é aconselhável desligar a bomba d'água para que o material em suspensão seja decantado e que se faça uma limpeza no próprio motor para retirar partículas grudadas.

## VIII. Filtro Biológico

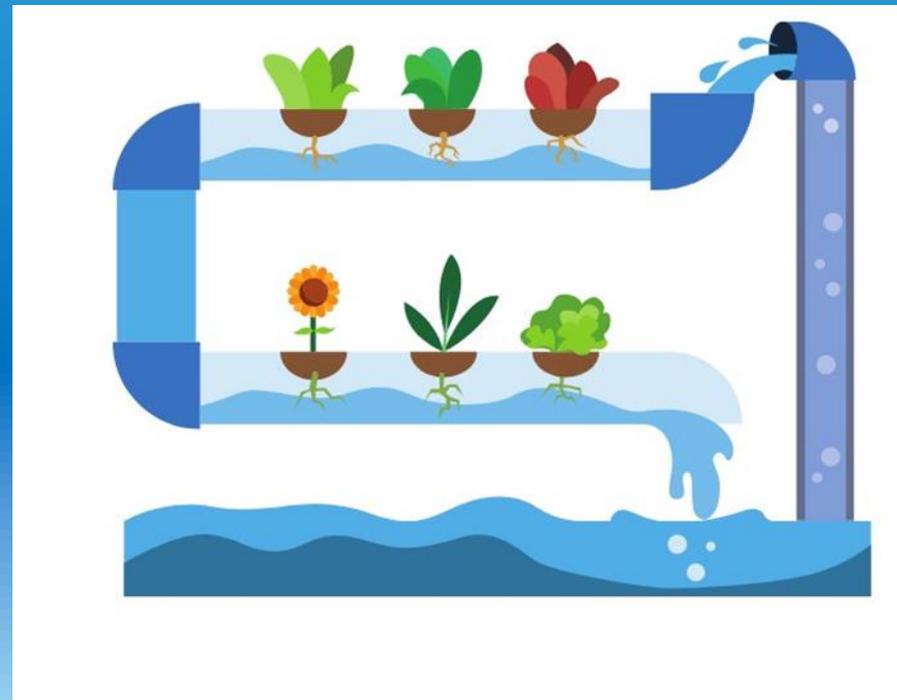
Esse processo é considerado por muitos a parte com maior eficiência do sistema, pois é onde ocorre a nitrificação da água, ou seja, onde ocorre o “ciclo do nitrogênio”, a transformação da amônia em nitrato para as plantas.



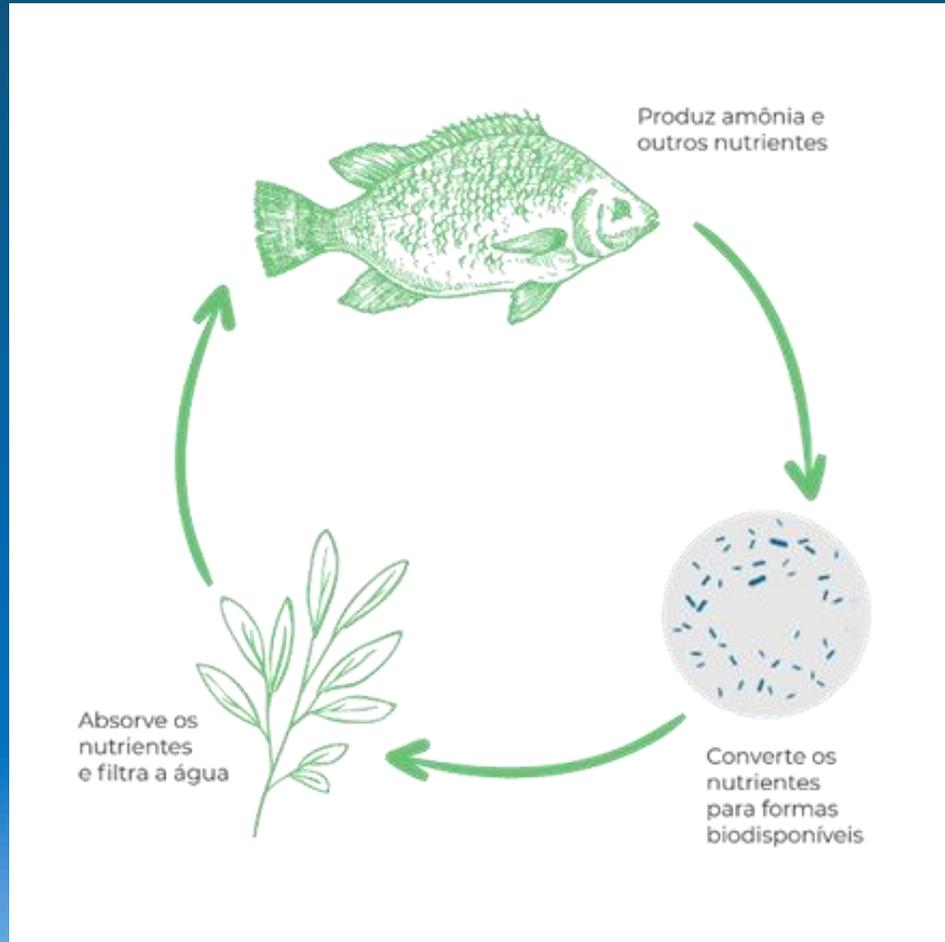
## Filtro com Plantas

O site *Aquaponia Brasil* indica para complemento filtrante plantas como papiros, aguapés, alface da água, taioba, taboa, lentilha d'água, entre outros, podem ajudar a oxigenar a água e ainda servem de complemento alimentar para os peixes.

Segundo informações de Rakocy et al., 2006 (apud Biagione, 2022) a eliminação dos resíduos na aquaponia, pode ser realizado parcialmente pelos vegetais cultivados, uma vez que os nutrientes acumulados na água são por eles absorvidos porém, pela rápida circulação da água nos sistemas integrados, a remoção desses nutrientes pode ser potencializada com a introdução de macrófitas aquáticas no sistema aquapônico (Biagione, 2022).



O Filtro Biológico é considerado por muitos a parte com maior eficiência do sistema, pois é onde ocorre a nitrificação da água, ou seja, onde ocorre o “ciclo do nitrogênio”, a transformação da amônia em nitrato para as plantas. conforme esquema abaixo:



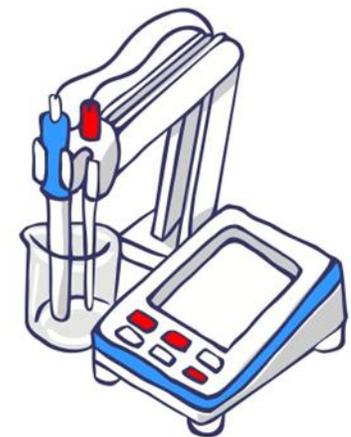
*Professor, anote essas dicas!*

- Dentro desse sistema de produção utilizando plantas e animais, os parâmetros diversos devem se encontrar em equilíbrio, para não comprometer todo o ecossistema.
- Para evitar os efeitos nocivos da amônia acumulada, torna-se necessário a escolha de um filtro biológico.
- Segundo Carneiro et al(2015) ,o processo de colonização das bactérias neste sistema dá de forma natural num ambiente chamado de filtro biológico e que normalmente são necessários 20 a 40 dias após a introdução dos peixes .

Ilustração do processo de nitrificação da amônia.Fonte:  
<https://verdeacqua.eco.br>

## IX. Parâmetros essenciais

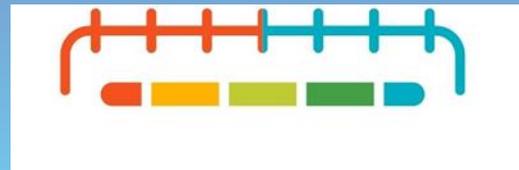
Conforme sugerido no site especializado Aquaponia Brasil para que os peixes possam viver saudáveis, devemos ter sob controle parâmetros como temperatura, oxigênio dissolvido, ph, nível de amônia e nível de nitrito, monitorando esses parâmetros com testes adquiridos em lojas de aquarismo ou agropecuárias locais e até mesmo pela internet.



# Potencial hidrogeniônico ou pH da água

É importante conhecer as necessidades de cada um dos seres envolvidos neste sistema integrado:

- ✓ As bactérias nitrificantes são predominantemente aeróbicas e têm o pH ótimo no intervalo entre 7,0 e 8,0.
- ✓ A maioria das plantas cultivadas em hidroponia cresce melhor em pH entre 5,5 e 6,5.
- ✓ Já para a maioria das espécies peixes de água doce de interesse econômico e que podem ser utilizados num sistema aquapônico, o pH ideal encontra-se entre 7,0 e 9,0. Com isso, recomenda-se que o pH da água seja mantido entre 6,5 e 7,0 para atender satisfatoriamente a todos os componentes biológicos presentes num sistema aquapônico.

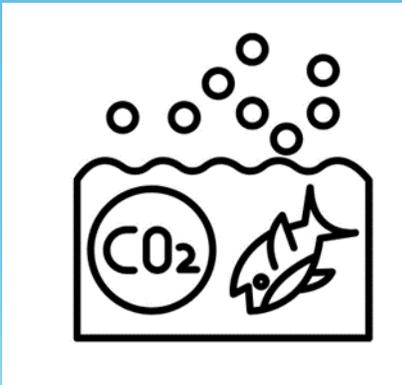


## Tome Nota!

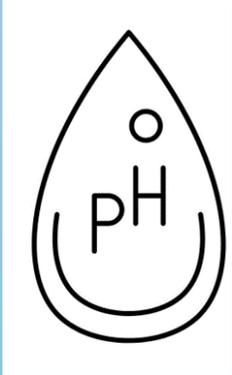


Segundo Carneiro et al(2015) Após a colonização do filtro biológico pelas bactérias e o estabelecimento do equilíbrio de do sistema é normal observar contínua tendência de redução dos valores de pH. Isso é relevante por confirmar o bom funcionamento do filtro biológico. Mesmo assim é importante a contínua correção do pH para atender às necessidades dos três tipos de organismos envolvidos.

Para fazer a medição de pH e poder confirmar esses números, podemos utilizar alguns instrumentos que serão facilmente encontrados nas plataformas digitais ou em farmácias.



# Como fazer a correção do pH?



✓ Dentre as substâncias tamponantes que podem ser utilizadas para a correção e estabilização do pH em aquaponia, aquelas à base de potássio (K) e cálcio 14 Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia (Ca) são as mais indicadas uma vez que se trata de nutrientes normalmente presentes em sistemas de aquaponia em quantidades inferiores às exigidas por muitos vegetais seguindo as orientações nos rótulos e checando a qualidade da água(Carneiro et al(2015);

✓ importante compreender o manejo adequado das colônias de bactérias formando um filtro biológico natural , podendo também estimular introduzindo no sistema aquapônico água de outro local onde é conhecida sua presença,aguardando de 20 a 40 dias para que apresente o ciclo completo de nitrificação, já que o nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pelos organismos (Carneiro et al, 2015).



# A alimentação dos peixes

A ração é a principal fonte de alimento nesse tipo de criação;

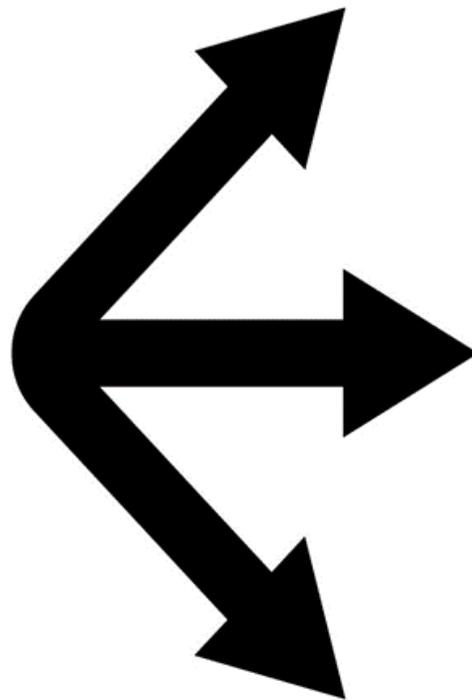
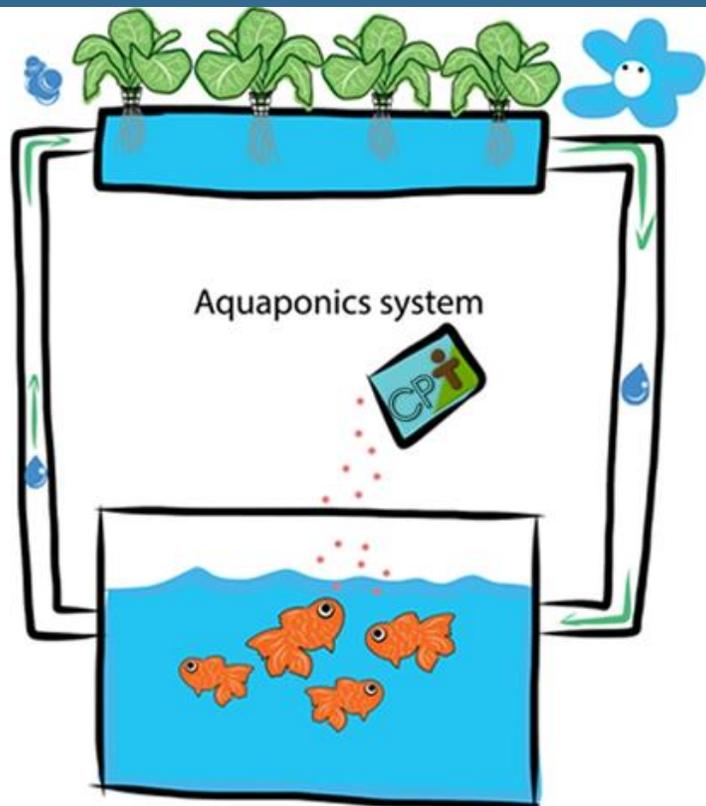
Três aspectos fundamentais devem ser levados em consideração referentes à:

distribuição da ração aos animais (quantidade de ração, frequência de arrefaçoamento e métodos de distribuição da ração); Queiroz et al(2021);

qualidade da ração (métodos de fabricação, composição, digestibilidade, estabilidade na água e flutuabilidade, quantidade de materiais finos, níveis de nutrientes adequados à espécie cultivada, percentuais de fósforo e nitrogênio);

armazenamento (formas e local de armazenamento, para permitir a manutenção da qualidade do produto);

# Atenção professor!

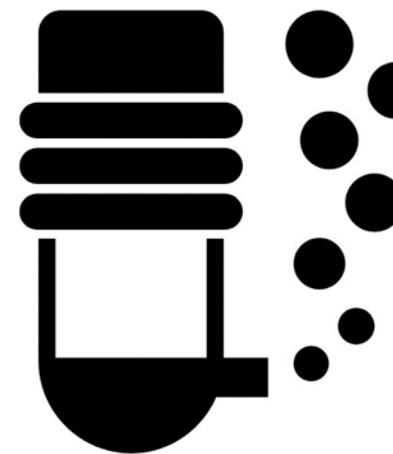


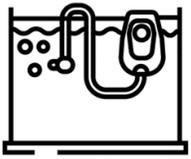
Para realizar a compra de ração, é importante especificar o tamanho do peixe, o percentual de proteína bruta e a fase de desenvolvimento dos peixes.

Tente usar rações de boa qualidade para evitar a eutrofização dos ecossistemas aquáticos e o surgimento de patógenos e doenças que podem levar a morte do peixe. de resíduos nos viveiros e reservatórios. Por isso, é bom monitorar a turbidez da água, fazendo a limpeza dos tanques quando necessário.

Segundo o site da EMATER/DF é de extrema importância observar constantemente as temperaturas das águas no sistema aquapônico pois baixas temperaturas influenciam o apetite do peixe, fazendo com que ele coma menos ração.

## X. Sistema de aeração





# A aeração do sistema aquapônico



A aeração é importante não apenas para os peixes, ela é extremamente necessária para as raízes das plantas e para as bactérias nitrificantes do filtro biológico. Encontramos no texto de Carneiro et al (2016) que em lugares de clima tropical, a quantidade ideal de oxigênio dissolvido na água deve ser sempre superior a 3 mg/L. Situação tranquilamente resolvida com o uso por compressores ou sopradores de ar como por exemplo bombas de aquário.



3. Passo a passo para construção do sistema aquapônico



# Passo a passo para construção do sistema aquapônico

O modelo escolhido para este trabalho é a caixa de 100 L para poder conter 2 tilápias de tamanho intermediário. O sistema é composto basicamente por um tanque no qual são produzidos os peixes que, alimentados por ração, produzem excretas ricas em nutrientes

As raízes das plantas, ao absorverem os nutrientes que necessitam para se desenvolver, filtram a água que irá retornar ao local onde são produzidos os peixes, reiniciando assim o ciclo dentro do sistema (Carneiro et al, 2015)

Nós indicamos a utilização de apenas 8 alevinos no máximo pois nas fases de crescimento distribuiremos cada 2 filhotes mais crescidos para cada outra caixa de 100 L. Baseado no Portal Embrapa, a produção de juvenis de tilápia em viveiros demanda entre 50 e 100 litros por quilo de carne.

Ao passar pelo filtro biológico, esses nutrientes são transformados em compostos capazes de serem assimilados pelas plantas que, bombeados para a bancada hidropônica, nutrem então os vegetais.

Para Kochenborger(2021),o tamanho ideal do tanque de cultivo de animais, depende da espécie, do número de animais e da fase de criação.Para espécies de ciclídeos que formam casais, por exemplo, podemos usar aquários de 60 a 100 L. No caso de alevinos (filhotes), é pode-se, inicialmente, podem-se estocar 200 peixes num aquário de 100 litros.

Isso possibilita a produção também em locais com limitações no uso da água. Assim, faremos essa observação sobre o que será mais viável e saudável de acordo com o desenvolvimento dos animais.





A nossa escolha a princípio será dos machos pois segundo Borges(2009), os machos de tilápia possuem um crescimento maior e melhor desempenho na engorda, devido às atividades reprodutivas das fêmeas. Além disso, o nosso espaço é pequeno e não queremos produzir alevinos nesse primeiro momento.

COMO  
fazer

O modelo sugerido pelo manual será de um tamanho médio e os componentes escolhidos estão descritos abaixo:

1- Ambiente para a criação de peixes -Caixa organizadora de 100l com a capacidade

2- Ambiente de Cultivo de Vegetais -Bandeja reutilizada de feiras para constituir o berçário das plantas;

3- Filtro biológico e mecânico . Balde reutilizado de margarina;

4- Composição dos filtros: Pedras de argila ou cacos de telha para as bactérias colonizarem;

5- Sistema de Aeração - Motor de aquário de 110v e extensão elétrica;

6- Pedacos de canos e mangueiras para a água transitar entre os ambientes;

7- Um kit de medição de pH



# Principais componentes do sistema aquapônico:



Filtro Biológico onde se fixarão as bactérias.

Esse sistema de filtração/biofiltração é montado no balde de margarina reaproveitado e limpo;

Bandeja onde se encaixará uma placade isopor para fixar os vegetais.

O ambiente de cultivo para plantar as mudas foi feito a partir de uma bandeja reaproveitada e higienizada;

Tanque dos peixes

O tanque para criação dos peixes ou outros animais aquáticos foi escolhido sem transparência e com a capacidade de 100l.

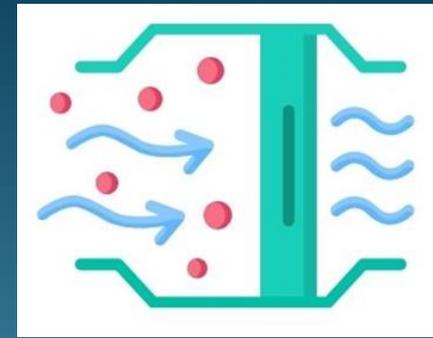


Sistema de Filtragem



Parte inferior do balde com o furo e adaptador usando flange de 20mm.

## Detalhando os Componentes:



**Sistema de Filtragem:** você deve fazer um furo na parte inferior do balde , sendo um pequeno adaptador, para encaixar a mangueira por onde a água vai transitar, de um ambiente para o outro.Você pode colocar,como na imagem, um pedaço de garrafa pet para facilitar esse encaixe. Os pedaços de telha ou argila expandida devem completar o balde até sobrarem 4(quatro) centímetros de sua parte superior. Adaptamos o sistema chamado media-filled bed,gravel bed ou ambiente de cultivo em cascalho que nos possibilita reaproveitar as telhas quebradas ,servindo tanto como filtro mecânico quanto biológico, podendo também servir como suporte de vegetais se preferir.



O ambiente para a criação dos peixes deve ficar na parte mais baixa do sistema aquapônico para que a água que já passou pelo ambiente de vegetais chegue ao tanque pela gravidade e não deve ser transparente para não propiciar a proliferação de algas. Nesse ambiente vai ser colocado a bomba de aquário que vai estar ligada a uma mangueira, jogando a água para a região do filtro.

Além disso, sua produção no sistema bioflocos, que é um sistema intensivo baseado no conceito de sustentabilidade pois nele não é necessário fazer a renovação da água. está em expansão, pois possibilita o aumento da produção de proteína animal de alta qualidade e de forma mais sustentável.



O animal escolhido foi a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), pois segundo o Portal EMBRAPA, é a espécie de peixe mais produzida no Brasil. Sua rusticidade, rápido crescimento e qualidade da carne atraem os seus produtores.

## Outras características nos fizeram escolher essa espécie:

O conforto térmico para esses animais fica entre as temperaturas de 14 a 33°C em ambientes de água doce, mas sabemos que algumas tenham se adaptado aos ambientes salinos.

Possui uma boa aceitação a rações, a plantas aquáticas em sua dieta. Iremos futuramente pesquisar vegetais para que possamos complementar essa dieta

Conforme as instruções descritas por Moro et al(2013), a tilápia-do-nilo possui coloração acizentada e apresenta corpo comprimido lateralmente e com linha lateral dividida em dois segmentos.

Todos os artigos e livros utilizados nesse texto confirmam que o modelo que iremos utilizar é o ideal, para em altas densidades nos tanques de crescimento, desde que respeitados os níveis ideais de qualidade de água.



Através dos relatos de Somerville et al(2014) confirmamos as informações que as tilápias são peixes onívoros, pelo que já sabemos são seres que se alimentam de plantas e outros animais.

A densidade de cultivo alta desta espécie pode ser benéfica ao cultivo, sabendo que a espécie pode ser agressiva, especialmente em baixas densidades, uma vez que os machos são extremamente territorialistas.

Para calcular a quantidade ideal Carneiro et al(2015), sugerem a proporção do uso de ração na proporção de aproximadamente 25 g/dia/m<sup>2</sup> a 40 g/dia/m<sup>2</sup>. Para esse experimento iremos usar a regra que é bastante usada por aquaristas que é de 20 plantas para 1 kg de peixe.



No ambiente para a vegetação, escolhemos o ambiente de cultivo de vegetais DWC (deep water culture), floating, raft ou ambiente flutuante pois neste ambiente, poderemos reaproveitar placas de isopor que iriam para o lixo, fazer pequenos buracos e encaixar as mudas das plantas que ficam flutuando sobre o líquido de maneira individualizada, dentro da bandeja reaproveitada que antes era usada em peixarias ou na própria cozinha da escola, fazendo um furo em uma das laterais e por onde vai passar uma mangueira, levando a água por meio da gravidade, poupando assim o gasto de energia.

Segundo informações de Carneiro et al (2015) é aconselhável que se utilize espécies vegetais já adaptadas à hidroponia, no cultivo em aquaponia. Como esses sistemas possuem um ambiente semelhante, o cultivo desses vegetais será de mais fácil adaptação. Pensando no nosso modelo escolar, é importante levar em consideração as necessidades das plantas escolhidas e acompanhar atentamente o seu desenvolvimento para o pleno sucesso do sistema.

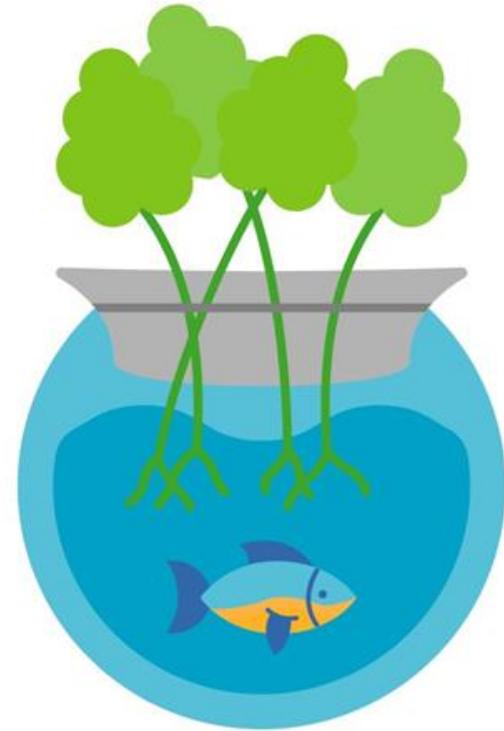
Conforme relatos de Carvalho et al(2005) no Brasil, a alface é a hortaliça mais produzida, tanto em solo como em sistemas hidropônicos, seu fácil manejo, aliado ao seu ciclo curto e rápido permite a nossa experimentação no sistema aquapônico com muitas indicações de sucesso.



Nós sugerimos a alface lisa, mangericão e outras hortaliças que receberemos como doação. Todas com ciclo de vida curto e que poderemos utilizar na escola como complementação na alimentação.



# Roteiro Didático



# Roteiro de aulas para o Ensino de Ecologia a partir da construção de um sistema aquapônico

## I. Roteiro de atividade:



Conteúdo(s) a ser(em) abordado(s): Ecossistemas aquáticos e terrestres:



Objetivo(s) relacionados ao aprendizado dos alunos:

Compreender os conceitos de biosfera e ecossistema;

Descobrir os fatores que podem interferir nos ecossistemas;

Ciclos Biogeoquímicos, dando um destaque primeiro ao ciclo do nitrogênio e carbono respectivamente.

Construir e observar um modelo de ecossistema;

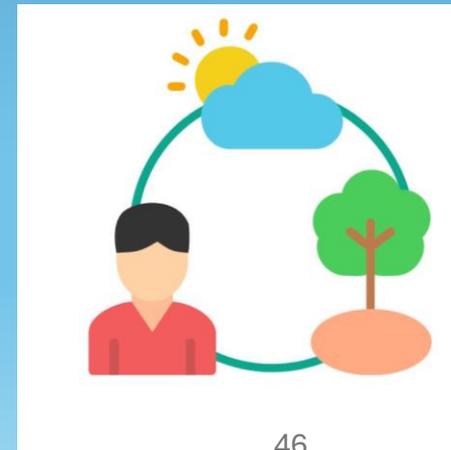




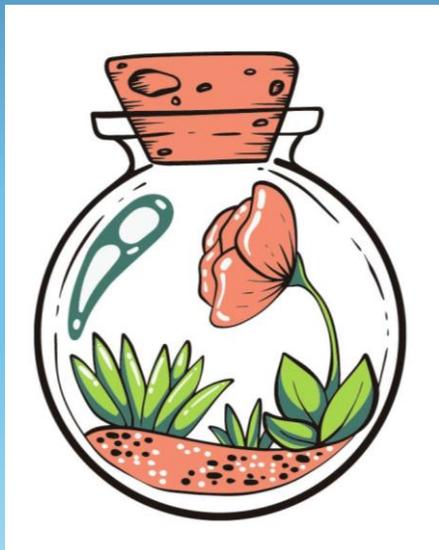
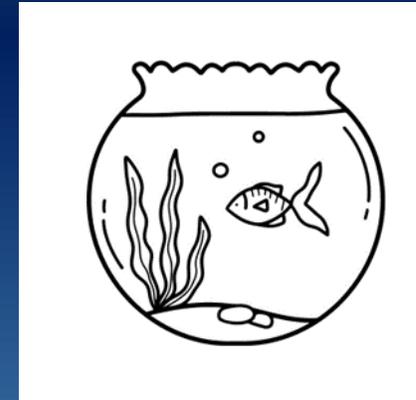
## Justificativa e relevância:

A conservação de ecossistemas está sendo amplamente relacionada com a redução da pobreza, ou seja, esses esforços de conservação não são apenas para a manutenção do ambiente, mas podem influenciar diretamente na vida da população, principalmente na dos mais vulneráveis. A qualidade da água tem sido afetada duramente por décadas de práticas destrutivas do agronegócio, das atividades mineradoras, da industrialização e de diversas outras situações que afetam o meio ambiente. Conforme retratado pelo Portal Nações Unidas Brasil, através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 que trata da Vida Aquática e 15 que trata da vida terrestre, acordos globais têm sido feitos na expectativa de reverter os efeitos nocivos ao nosso planeta, ressaltando ainda mais a relevância deste tema para as salas de aulas por todo o mundo.

Podemos conceituar ecossistema como um conjunto formado pelas interações entre componentes bióticos, como os organismos vivos: plantas, animais e microrganismos, e os componentes abióticos, elementos químicos e físicos, como o ar, a água, o solo, a luminosidade e minerais. Estes componentes interagem através das transferências de energia e ciclagem de nutrientes que envolvem os organismos vivos entre si e entre estes e os demais elementos de seu ambiente.



Para facilitar a compreensão e o ensino dos ecossistemas na educação básica, frequentemente construímos mini ecossistemas, como terrários, que simulam a interação entre fatores abióticos e bióticos típicos de um ecossistema encontrado no mundo. A prática em si costuma ser muito estimulante para os alunos que se interessam por atividades que fogem a rotina de cópia do quadro.



Entender esses conceitos e aplicar em situações práticas são fundamentais para que os conhecimentos sobre os ecossistemas não estejam fragmentados e sim, numa sequência didática que priorize um estudo que integra vários conceitos e mobiliza os alunos para um aprendizado significativo.



- PÚBLICO-ALVO
- Alunos do Primeiro ano do ensino médio
  
- TEMPO DE DURAÇÃO PREVISTO
- Serão 3 aulas com 2 tempos de 50 minutos cada (totalizando 6 tempos).
  
- MATERIAL PRODUZIDO
- Roteiro didático
- Modelo de Ecosystema ( miniecosystema)
  
- MATERIAL UTILIZADO
- Quadro, caneta, material impresso, data show, internet e materiais para o modelo

1º dia de aula



# 1º DIA:



## 1ª atividade : 15 min

- ✓ Pedir que os alunos escrevam na cartolina disponibilizada pelo professor o que vem a sua cabeça quando vê a palavra Ecossistema;

Nesse primeiro momento, a turma deverá responder de maneira coletiva, todos serão ouvidos e as informações que forem faladas serão anotadas pela professora e/ou um aluno ajudante. Uma outra maneira de fazer esta atividade seria pedir para os alunos escreverem em um pedaço de papel previamente cortado pela professora que depois pode colar em uma cartolina.

## 2ª atividade: 35 min

Neste momento solicite que se organizem em 4 grupos de 6 alunos e que façam:

- ✓ Desenhos e anotações de ecossistemas que conhecem enumerando organismos que ocorrem no ecossistema escolhido.
- ✓ Em um segundo momento solicitarei que identifiquem as funções dos organismos citados, como produtor, consumidor, etc.

### 3ª atividade - Tempo estimado: 15 min.

- ✓ Pedir que os alunos indiquem os fatores essenciais para que os ecossistemas se mantenham - Podemos mostrar fotos de alguns ecossistemas sem colocar os nomes, essas imagens foram selecionadas de lugares distintos e estarão projetadas na sala de aula para que faça, a leitura de imagem e perguntar se eles conhecem ou se já viram;
- ✓ Pode optar entre as fotos sugeridas aqui ou de ecossistemas mais próximos da realidade deles como fotos da horta da escola, dos vasos de plantas, da comunidade em que vivem e que podem fazer mais sentido para os alunos.
- ✓ Eles escreverão em grupo uma descrição desses elementos de um ecossistema.



*Os comentários serão feitos com a leitura das imagens mediada pelo professor(a);*

**Importante!**



Comentar com eles sobre cada uma das fotos. Esse tipo de indagação busca ressaltar o conhecimento prévio dos alunos, que é extremamente importante no letramento científico. Essa atividade será fundamental para que os alunos descrevam os elementos de um ecossistema antes de fazerem o modelo do minissistema;



Após terminarem as suas anotações, entregaremos aos grupos o acesso ao link abaixo para que o aluno reflita se as descrições feitas anteriormente podem ser confirmadas pelas novas informações. Assim eles terão a oportunidade de checarem em fontes confiáveis mas que não dão as respostas para essas perguntas, mas os ajudam em suas elaborações de hipóteses;

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/componentes-ecossistema.htm>

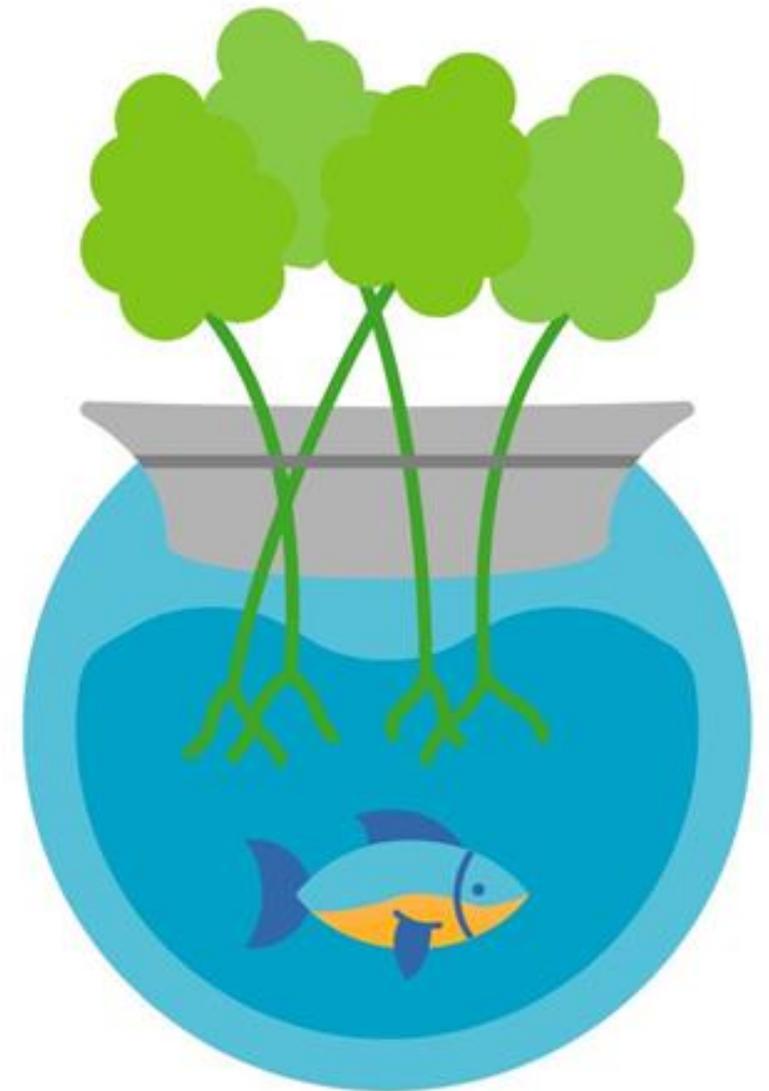


Após a identificação dos elementos dos ecossistemas avaliados nas fotos, eles deverão listar os elementos essenciais para a montagem do miniecosistema;



*Esperamos neste momento contribuir para novas percepções dos alunos em relação ao que podemos classificar como ecossistema.*

*2ª dia de aula*



## 4ª Atividade: Tempo estimado de 50 min.



**➔** É possível criar um modelo de ecossistema integrando elementos de ambiente aquáticos e terrestres?

**➔** A cor do recipiente pode afetar a interação no ambiente?  
De que jeito?

**➔** A turma será dividida em 4 grupos com 6 alunos cada. Dois grupos construirão o modelo do recipiente transparente e dois grupos construirão o modelo do recipiente colorido. Antes de iniciar a construção, irão elaborar suas hipóteses para a problematização acima e anotar em um papel e deixar registrado.



**ATENÇÃO, PROFESSOR!**

**Estes questionamentos trazem diversos conceitos que são eixos importantes no estudo de Ecologia na educação básica .**

II. Passo a passo da  
montagem do  
minissistema aquapônico



Os alunos seguirão dois parâmetros diferentes. Um terá um recipiente transparente e o outro colorido, a ponto de reduzir a luminosidade. Deverão separar os materiais necessários e iniciar a montagem:

### Material Necessário:

garrafas pet (grandes) coloridas e transparentes,  
mudas de alface, manjeriço ou outra de sua preferência  
peixes betas  
ração para o peixe beta  
tiras de panos ou barbantes  
pedras de aquário e água.



**Professor, o ideal é testar previamente, montando o sistema!**



## Montagem do sistema:

- ✓ Cortar as garrafas 2 cm acima da sua metade e vamos classificar em parte 1 a parte de baixo e 2 na parte de cima, onde fica a tampa;
- ✓ Na parte de baixo (1) da garrafa (figura 24), colocar pedras de aquário que atinjam no máximo dois cm do fundo do pote. Completar com água até chegar a uma altura aproximadamente 2 cm acima da sua metade;
- ✓ Fazer alguns furos em toda a lateral da parte de cima da parte 1 da garrafa para que o ar possa entrar com maior facilidade no sistema;

Parte 1



Parte 2



✓ Em seguida, irá preparar a estrutura de cima da garrafa onde ficará o vegetal (figura 25) que irá conter pedras de aquário e argila expandida, juntamente com quatro tiras de pano que irão se comunicar com o aquário;

✓ Após a montagem das estruturas, podemos adicionar 1 peixe beta em cada mini aquário. Feito isso, podemos acrescentar a quantidade individual de ração para o peixe e em seguida, encaixar a parte superior do sistema;

✓ Após a montagem dos sistemas, eles devem ser colocados em um local da escola que tenha acesso à luz do sol e que ambos tenham as condições ambientais parecidas;

✓ Assim ficarão em locais reservados na escola onde cada grupo deverá observar e anotar a Coloração da água, o comportamento dos seres vivos, a temperatura e usar medição de ph (se possível) em alguns dias do experimento à critério de cada grupo durante 15 dias;

✓ Devem responder ainda em grupo logo após a montagem a um questionário;



## Questionário que deverá ser entregue ao aluno junto com o roteiro didático:

Agora, responda:	
1- O seu modelo pode ser chamado de ecossistema? Por quê?	
2- Qual o papel de cada organismo no modelo?	
3- A cor do recipiente pode causar alteração nos resultados dos modelos criados? Que evidências podem comprovar isso?	
4- Esse sistema pode ser considerado sustentável? Por quê?	
5- Por que você acha que o peixe beta precisa receber um suplemento de ração? Poderia substituir a ração por uma outra fonte natural? Qual?	
6- Existem fatores que alteram o comportamento do peixe neste sistema? Quais? O que te fez chegar a essa hipótese?	



7-Como o solo que mantém a planta se mantém fértil?	
8-Em qual parte, no miniecosistema podem ser encontrados os nutrientes minerais para as plantas?	
9-Esse sistema pode ser considerado fechado ou aberto?	

## Observação dos sistemas e apresentação dos resultados.

Cada equipe se reunirá para observar o seu mini ecossistema e após um período de 15 dias, mostrarão seus sistemas montados e seus resultados preliminares (as respostas das perguntas iniciais para a montagem). 8 min para cada grupo falar, totalizando 32 minutos.



3º dia de Aula



6ª atividade – Tempo estimado: entre 18 e 25 min.

### Observação dos sistemas e apresentação dos resultados:

✓ Cada equipe se reunirá para observar o seu miniecosistema e após um período de 15 dias, mostrarão seus sistemas montados e seus resultados preliminares (as respostas das perguntas iniciais para a montagem). 8 min para cada grupo falar, totalizando 32 minutos



✓ Retornaremos com o questionário preenchido por eles na segunda aula e perguntaremos se eles fariam alguma alteração em suas respostas.

7ª atividade – Tempo estimado: 50 min.

Após deixá-los por um período analisando suas respostas, faremos uma roda de conversas para a que cada grupo apresente seus argumentos e faremos discussão geral dos assuntos com a participação de todos os alunos e a mediação da professora. 50 minutos



# Como poderão verificar suas hipóteses?

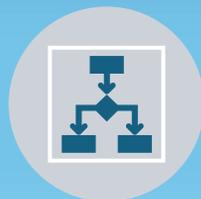
- ✓ Fazendo as pesquisas de maneira autônoma observando e comparando os experimentos e suas respostas às perguntas feitas pelo professor
- ✓ Eles terão links sugeridos mas nada os impede de buscarem suas próprias fontes e da forma que for mais eficiente para os discentes.
- ✓ São várias hipóteses a serem testadas porém a mais evidente a princípio é sobre a cor do recipiente alterando os resultados ,pois supomos que no mais claro, haja um aumento no processo de eutrofização e no aumento de nutrientes, mudando a coloração da água e interferindo nos demais parâmetros.



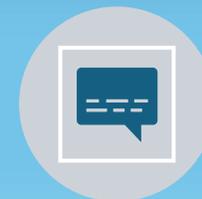
Os alunos terão links de sites confiáveis onde poderão consultar para ajudar na interpretação dos resultados da experiência com a montagem dos ecossistemas. Seguem sugestões de pesquisas nos seguintes sites:



<https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/28516-o-que-e-um-ecossistema-e-um-bioma/#:~:text=Um%20ecossistema%20%C3%A9%20um%20conjunto,%C3%A1gua%20e%20solo%20e%20minerais.>



<https://ilsabrazil.com.br/ciclo-do-nitrogenio-e-suas-reacoes/#:~:text=O%20ciclo%20do%20nitrog%C3%AAnio%20permite,que%20ser%20descritas%20a%20seguir.>



<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/6298/aquaponia-residencial#:~:text=Produ%C3%A7%C3%A3o%20integrada%20de%20peixes%20e,de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20no%20mesmo%20local.>

### III. Proposta de discussão dos resultados com os estudantes



*Formas de avaliação (forma de coleta e análise de dados que permitam avaliar se a aula alcançou os objetivos esperados):*

*Os alunos serão avaliados pela forma que relacionam os assuntos trabalhados, pela resposta do questionário além da dedicação no desenvolvimento das atividades e caso demonstrem que compreenderam que o equilíbrio de um ecossistema depende de vários fatores e que existem diversos tipos de ecossistemas e que estão interligados formando os biomas.*



# Modelo do roteiro que pode ser entregue ao aluno:



Escola: \_\_\_\_\_  
Aluno: \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_

Roteiro de Atividades

## **Assunto: Ecossistemas**

**Texto Adaptado: Por que devemos preservar os ecossistemas?**

## **Assunto: Ecologia**

Sabemos que os ambientes naturais e sua biodiversidade vêm sendo rapidamente degradados por ações das comunidades humanas. As principais ameaças a biodiversidade são principalmente a poluição, o uso excessivo dos recursos naturais, a expansão da fronteira agrícola em detrimento dos habitats naturais, a expansão urbana e industrial, pois estão levando muitas espécies vegetais e animais à extinção. Para entendermos melhor o que é a biodiversidade e a importância de conservá-la, devemos considerar também as inter-relações entre os seres vivos e compreender como eles se relacionam entre si e com a natureza.

A existência de uma espécie afeta diretamente muitas outras, assim como a extinção de apenas uma espécie pode prejudicar todo o ecossistema.

Por tudo isso, o valor da biodiversidade é incalculável e sua redução pode alterar toda a dinâmica ambiental, a disponibilidade de recursos naturais e, assim, a própria vida na Terra. Refletir, pesquisar e desenvolver atividades práticas podem nos ajudar a entender um pouco mais sobre os ecossistemas e para isso, vamos realizar algumas atividades.

# Modelo do roteiro que pode ser entregue ao aluno:



Escola: \_\_\_\_\_  
Aluno: \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_

Roteiro de Atividades

## Roteiro de Aula:

### 1ª atividade:

Escreva na cartolina disponibilizada pelo professor(a) o que vem a sua cabeça quando vê a palavra Ecossistema?

### 2ª atividade:

Agora se organizem em 4 grupos de 6 alunos cada e façam:

Desenhos e anotações de ecossistemas que conhecem. Podem utilizar as folhas e/ou cartolinas disponibilizadas pela professora.

### 3ª atividade:

Faça a leitura das imagens expostas pela professora no projetor e indique os fatores essenciais para que os ecossistemas se mantenham em equilíbrio dinâmico. Escreva a descrição desses elementos de um ecossistema que são essenciais. Sem consulta.

# Modelo do roteiro que pode ser entregue ao aluno:



Escola: \_\_\_\_\_  
Aluno: \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_

Roteiro de Atividades

**Após terminarem as suas anotações terão a liberação para acessarem o link projetado pelo professor e reflitam se as descrições feitas anteriormente podem ser confirmadas pelas novas informações.**

## **4ª Atividade:**

É possível criar um modelo de ecossistema integrando elementos de ambiente aquáticos e terrestres?

A cor do recipiente pode afetar a interação no ambiente?

De que jeito?

Dividam-se em 4 grupos com 6 alunos cada. De preferência mantendo os grupos anteriores. Dois grupos construirão o modelo do recipiente transparente e dois grupos construirão o modelo do recipiente colorido. Antes de iniciar a construção, irão elaborar suas hipóteses para a problematização acima e anotar em um papel e deixar registrado.

**Material Necessário:** garrafas pet (grandes) coloridas e transparentes, mudas de alface, peixes betas, ração para o peixe, tiras de panos ou barbantes, de aquário e água.

# Modelo do roteiro que pode ser entregue ao aluno:



Escola: _____
Aluno: _____
Turma: _____
Roteiro de Atividades

## Montagem do sistema:

- ✓ Cortar as garrafas 2 cm acima da sua metade e vamos classificar em parte 1 a parte de baixo e 2 na parte de cima, onde fica a tampa;
- ✓ Fazer alguns furos em toda a lateral da parte de cima da parte 1 da garrafa para que o ar possa entrar com maior facilidade no sistema;
- ✓ Na parte de baixo (1) da garrafa colocar pedras de aquário que atinjam no máximo dois cm do fundo do pote. Completar com água até chegar a uma altura aproximadamente 2 cm acima da sua metade;
- ✓ Em seguida, irá preparar a estrutura de cima da garrafa onde ficará o vegetal que irá conter pedras de aquário e argila expandida, juntamente com quatro tiras de pano que irão se comunicar com o aquário;
- ✓ Após a montagem das estruturas, podemos adicionar 1 peixe beta em cada mini aquário. Feito isso, podemos acrescentar a quantidade individual de ração para o peixe e em seguida, encaixar a parte superior do sistema;
- ✓ Após a montagem, os sistemas devem ser colocados em um local da escola que tenha acesso à luz do sol e que ambos tenham as condições ambientais parecidas;
- ✓ e assim ficarão em locais reservados na escola onde cada grupo deverá observar e anotar a Coloração da água, o comportamento dos seres vivos, a temperatura e usar medição de ph (se possível) em alguns dias do experimento à critério de cada grupo durante 15 dias;

### **5ª Atividade:**

Após a montagem dos modelos de ecossistemas, os alunos irão em grupo responder ao questionário abaixo podendo acessar as suas anotações das aulas anteriores e consultar algumas páginas na internet relacionadas ao tema:

- 1- seu modelo pode ser chamado de ecossistema? Por quê?
- 2-A cor do recipiente pode causar alteração nos resultados dos modelos criados? Que evidências podem comprovar isso?
- 3-Esse sistema pode ser considerado sustentável? Por quê?
- 4-Por que você acha que o peixe beta precisa receber um suplemento de ração? Poderia substituir a ração por uma outra fonte natural? Qual?
- 5-Existem fatores que alteram o comportamento do peixe neste sistema? Quais? O que te fez chegar a essa hipótese?
- 6-Como o solo que mantém a planta se mantém fértil?
- 7-Em qual parte, no miniecosistema podem ser encontrados os nutrientes minerais para as plantas?
- 8-Qual o papel de cada organismo no modelo?
- 9-Esse sistema pode ser considerado fechado ou aberto?

### **6ª Atividade:**

Após 15 dias de observação, os grupos se reunirão novamente, receberão o questionário de volta para comparar o que responderam anteriormente após a montagem com as respostas que darão após a observação dos minissistemas. Em seguida, apresentarão seus resultados, verificando se mudariam as suas respostas ou se manteriam as respostas anteriores e para a discussão a respeito das atividades realizadas.

## O que esperamos:



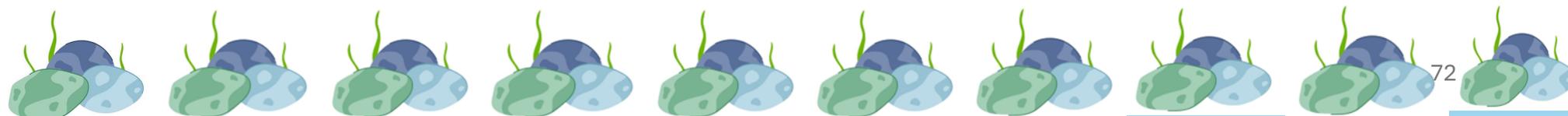
É importante na discussão dos resultados com os alunos que sejam levados em consideração toda a trajetória dos grupos.

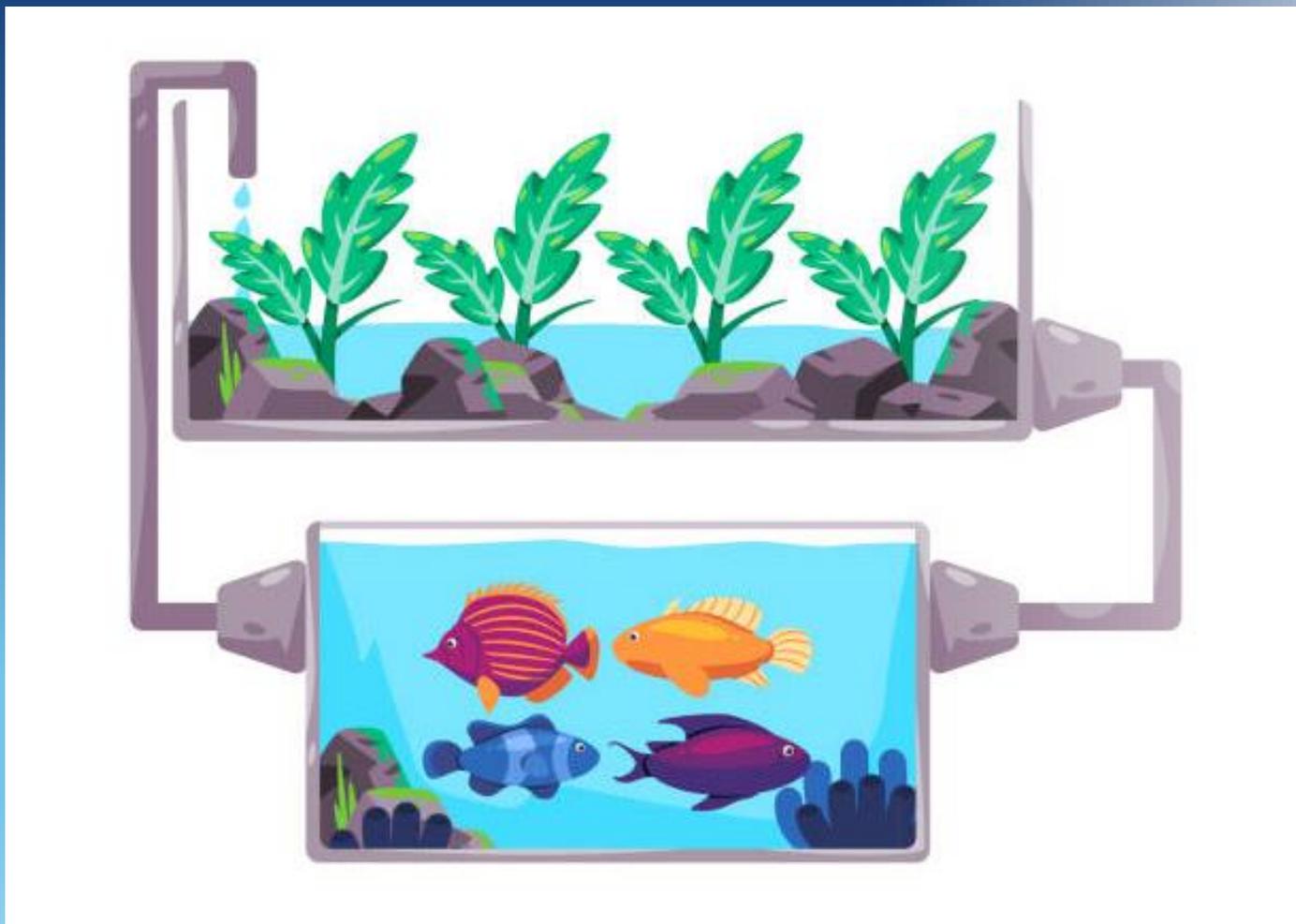


Espera-se que este roteiro didático possa permitir que no decorrer de cada fase nesse processo os alunos possam demonstrar em primeiro momento seus conhecimentos prévios, que possa fazer a leitura de imagens, que possa se expressar através de desenhos e da oralidade sobre esses conhecimentos que possam conectar com suas realidades e que possa facilitar o trabalho do docente.



No segundo momento espera-se que sejam suas impressões e seus argumentos, e que os discentes possam ser a parte central desse processo de aprendizagem. Capazes de seguir o passo a passo demonstrando suas habilidades em seguir instruções com atenção e que preencham o questionário solicitado assim como cuidem desses minissistemas com cuidado por se tratarem de seres vivos e que os docentes estejam atentos às diversas variáveis que possam surgir no decorrer do roteiro de aulas. Além disso, que no momento da roda de conversa, possam se sentir seguros para relatar.





Professor,  
Esperamos que estes  
materiais possam  
agilizar e tornar  
mais prazeroso o  
trabalho e de vocês.  
Caso venham a  
utilizar, compartilhe  
conosco seus  
resultados!

## 5-REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE,L. F, G. ;NASCIMENTO,D. D. S. ;SANTOS,E.S.D.;MOREIRA,A. G. L. M. Aquaponia: Uma Tecnologia Sustentável para o Semi-árido. Instituto Federal de Educação,Ciência e Tecnologia- Morada Nova, IFCE 2019

BARBOSA, VALMIR. Ciclos biogeoquímicos como subsídio para a sustentabilidade do sistema agroindustrial da cana-de açúcar. 2007. xi, 117 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, FKRIZEK, J. P. O.; MULLER, M. V. D. V. Desafios e potencialidades no ensino de ecologia na educação básica. Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 700–720, 2021. DOI: 10.46667/renbio.v14i1.401. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/401>. Acesso em: 23 jan. 2024.

LEITÃO, ANTÔNIO M. F. L.; VILAR,JANAÍNA L.;ALMEIDA.RENATO DE. Sistemas Biológicos -Universidade Estadual do Ceará-Fortaleza , Capes,2013.

LIMA, V. T. A.; CAMPECHE, D. F. B. ; PAULINO,R.V.; JÚNIOR,D. D. DOS S.; VASCONCELLOS,E. B.DE C. Efeito da temperatura e do oxigênio dissolvido em água salobra no cultivo de tilápia Effect of temperature and dissolved oxygen in brackish water in tilapia culture Resumo – PORTAL EMBRAPA,2011 LOUREIRO,

MATSON, J. Fisingando peixes e plantas. Scientific American Brasil, [S.l.], n. 89, primavera 2008. Disponível em: <https://aquaponiabrasil.wordpress.com/breve-historia-da-aquaponia> Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007.

BASSIN, J. P. Nitrificação de Efluentes Salinos em Reatores de Leito Móvel com Biofilme e Biorreatores agitados. COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Química, 2008.

BIAGIONI, RENATA CASSEMIRO. Desempenho Produtivo e Qualidade da Água em um Sistema de Aquaponia Contendo Tilápias em Diferentes Densidades em Diferentes Densidades de Cultivo, Alfaces e E Macrófitas Aquáticas. Universidade Federal de São Carlos- Centro de Ciências e Tecnologias para a Sustentabilidade .Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, 2021.

BORGES, ADALMYR MORAIS. Criação de tilápias – 2. ed. – Brasília, DF : Emater-DF, 2009. 44 p. : il. (Coleção Emater, ISSN 167 6-9279 ; n.18 ). 1. Tilápia. 2. Piscicultura. I. Emater-DF. II. Título. III. Série. Disponível: <https://emater.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Cria%C3%A7%C3%A3o-de-til%C3%A1pias.pdf>

CARLOS F.B. ; LAYRARGUES, PHILIPPE P. Ecologia Política, Justiça e Educação Ambiental Crítica: Perspectivas de Aliança Contra- hegemônica political Ecology, Justice, and Critical Environmental Education: Perspectives of a Counter- Hegemonic Alliance, 2013.

CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y.; NUNES, M. U. C. Sistema familiar de aquaponia em canaletas. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 16 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 81). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164256/1/Uso-do-melaco.pdf>

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R.Y. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. Aracaju:Embrapa TabuleirosCosteiros,2015. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documento, 189). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142630/1/Doc-189.pdf>

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R.Y.; MOTA, P. S. S. da. Montagem e operação de um sistema familiar de aquaponia para produção de peixes e hortaliças. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. (Embrapa Tabuleiros Costeiros.CircularTécnica,72). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144938/1/CT-72.pdf>

CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, A. N.; NUNES, M. U. C.; FUJIMOTO, R. Y.;TALAMINI, V.; MOTA, P. S. S. da; MEDEIROS, S. dos S.; SILVA, D. N. da; SANTOS, J.R. dos; MELO, L.; SANTOS, T. S.; OLIVEIRA, Y. S. Produção de peixes e vegetais em aquaponia: pesquisas em andamento na Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130818/1/folder-aquaponia-ONLINE.pdf>.

CARVALHO, ANA MARIA PESSOA. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação.Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.2018.

CUNHA,RODRIGO BASTOS.O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências Ciênc. Educ., Bauru, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais temas o aluno de Ensino Médio relaciona com o seu cotidiano? Departamento de Metodologia da Educação, Centro de Educação, Universidade Federal da Paraíba. Cidade Universitária, Cep:580059-900, João Pessoa-PB – 2018.

FAO. Food AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming. Rome: FAO, 2014. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 589).

Disponível em: <http://www.fao.org/3/i4021e/i4021e.pdf>

FAVORETTI, V.; SILVA, V. V.; LIMA, R. A. O ensino de Ecologia: uma análise de sua abordagem em escolas de Ensino Médio entre 2008-2018. ACTIO, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1-18, jan./abr. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: 01/03/2024

FERNANDES, JOÃO B. K.; RIBEIRO, FELIPE DE AZEVEDO SILVA; NETO, MANUEL R. DA S. Introdução à criação comercial de peixes ornamentais. Piscicultura ornamental Jaboticabal: Funep, 2021.

KRIZEK, J. P. O.; MULLER, M. V. D. V. Desafios e potencialidades no ensino de ecologia na educação básica. Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 700–720, 2021. DOI: 10.46667/renbio.v14i1.401. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/401>. Acesso em: 23 jan. 2024.

LEITÃO, ANTÔNIO M. F. L.; VILAR, JANAÍNA L.; ALMEIDA, RENATO DE. Sistemas Biológicos - Universidade Estadual do Ceará-Fortaleza, Capes, 2013.

LIMA, V. T. A.; CAMPECHE, D. F. B. ; PAULINO,R.V.; JÚNIOR,D. D. DOS S.; VASCONCELLOS,E. B.DE C. Efeito da temperatura e do oxigênio dissolvido em água salobra no cultivo de tilápia Effect of temperature and dissolved oxygen in brackish water in tilapia culture Resumo – PORTAL EMBRAPA,2011 LOUREIRO,

MATSON, J. Fisgando peixes e plantas. Scientific American Brasil, [S.l.], n. 89, primavera 2008. Disponível em: <https://aquaponiabrasil.wordpress.com/breve-historia-da-aquaponia>

MORO, GIOVANNI V.; REZENDE, FABRÍCIO PEREIRA ;ALVES,ANDERSON L.; HASHIMOTO, DIOGO T.;VARELA, EDUARDO S.; TORATI, LUCAS SIMON. Espécies de peixe para piscicultura.Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos.Brasília, DF.Embrapa,2013.

MUNFORD ,D.;LIMA,M. E. C. E C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais,2007.

PAULA,Carla da Silva. Aquaponia: uma ferramenta didática de ensino no IFPA-Santarém, Brasil.Castanhal – PA , Universidade Federal do Pará.2020

QUEIROZ,J. F.;ALVES,J. M. C.; LOSEKANN, M. E.; SCORVO,C. M. D. F.;FILHO,JOÃO D. S.; FERRI, G. H.;ISHIKAWA,M. M. Manejo alimentar e da qualidade da água na produção de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*).Embrapa- Meio Ambiente Jaguariúna, SP, 2021

QUEIROZ, J. F. D.; ARCHANELO, T. F.; LUIZ, A. J. B.; ISHIKAWA, M. M.; FRIGHETTO, R. T. S. Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Meio Ambiente Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento -Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna, SP, 2017.

RAKOCY, J. E.; MASSER, M. P; LOSORDO, T. M. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics: integrating fish and plant culture. SRAC, Oklahoma, v. 454, 1-16 p, 2006. Disponível em: [http://aquaculture.ca.uky.edu/sites/aquaculture.ca.uky.edu/files/srac\\_454\\_recirculating\\_aquaculture\\_tank\\_production\\_systems\\_-\\_aquaponics\\_-\\_integrating\\_fish\\_and\\_plant\\_culture\\_0.pdf](http://aquaculture.ca.uky.edu/sites/aquaculture.ca.uky.edu/files/srac_454_recirculating_aquaculture_tank_production_systems_-_aquaponics_-_integrating_fish_and_plant_culture_0.pdf)

RODRIGUES, THEÓFILO. Bases conceituais para uma sociologia da sustentabilidade: capitaloceno, justiça ambiental e racismo ambiental. O Social em Questão, vol. 1, núm. 55, Enero, pp. 287-314. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro-Rio De Janeiro, Brasil, 2023.

ROSA, L. O. G. C. C. Uma proposta para o uso da aquaponia no ensino de biologia Macroprojeto: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de biologia. Universidade de Brasília-UNB, 2020

SANTOS, T. S.; MELO, L. dos S.; CARNEIRO, P. C. F. Produção de mudas de alface dentro de um sistema de aquaponia. In: Seminário de Iniciação Científica e Pós Graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros, 6, Aracaju, 2016. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. p. 1 19.

SANTOS, ALLISON MATHEUS LIMA. Aquaponia como Recurso Pedagógico e Interdisciplinar no Ensino de Biologia. Universidade Federal de Sergipe, 2022.

SANTOS, H. T.A. O Sistema de Aquaponia como Ferramenta Didática crítica para projetos em Ensino das Ciências Ambientais: Proposição Metodológica. Universidade Federal de Sergipe.Cidade Universitária, Professor José Aloísio de Campos São Cristóvão/SE Fevereiro de 2021

SILVA, M. D. D .Produção De Peixes E Hortaliças Em Sistema Aquapônico Com Vistas A Sustentabilidade Ambiental. Pontifícia Universidade Católica de Goiás,2020.

SILVA, D. de J.; CARNEIRO, P. C. F. Uso do melaço na mineralização do efluente da aquaponia. In: Seminário de Iniciação Científica e Pós Graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros, 7, 2017, Aracaju. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2017.Disponível em:  
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164256/1/Uso-do-melaco.pdf>  
[https://www.idsbrasil.org/wp-content/uploads/2022/07/rl\\_2022-completoweb-30\\_06\\_01.pdf](https://www.idsbrasil.org/wp-content/uploads/2022/07/rl_2022-completoweb-30_06_01.pdf)

SILVA,J.W.P.S.; LIMA,L.M.P.; ARAÚJO, V. E. F.M. DE;SILVA, JOSÉ C.R. S.;CERQUEIRA,D. C. O. Principais Componentes de um Sistema Aquapônico Doméstico e Considerações sobre a Temperatura e Considerações sobre a Temperatura e o pH da Água. VII Congresso Nacional de Educação- Conedu 2021-

SILVA,MÁRCIO JOSÉ DOS SANTOS.Efeito Agudo da Amônia e do Nitrito em Tilápias:Oreochromis niloticus mantidas em baixa salinidade. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. Programa de Pós- Graduação em Zootecnia.Belo Horizonte,2013.

SILVA, M. D. D .Produção De Peixes E Hortaliças Em Sistema Aquapônico Com Vistas A Sustentabilidade Ambiental. Pontifícia Universidade Católica de Goiás,2020.

SILVA,MÁRCIO JOSÉ DOS SANTOS.Efeito Agudo da Amônia e do Nitrito em Tilápias: Oreochromis niloticus mantidas em baixa salinidade. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.Belo Horizonte,2013.

SOUZA, J. S, S. de S., BAPTISTA,R.T.Y; SOUZA, L.de O. A aquaponia como ferramenta didático metodológica no ensino de ciências e matemática: experiências e propostas didáticas no contexto amazonense. R. Bras. Ens. Ci. Technol., Ponta Grossa, v. 15, p. 1-20, 2022.

SOUZA,M. C. , FRANCO,J. R., JUNIOR,G. D. Cultivo de Vegetais em Sistema de Aquaponia para o pequeno produtor. Curso de Tecnologia em Agronegócio da Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Fatec, BT. Faculdade de Ciências Agronômicas.UNESP,BT. Disponível em:<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/XIIJTC/XIIJTC/paper/viewFile/2877/3211>

TEODORO, NATÁLIA CARRION.Professores de biologia e dificuldades com os conteúdos de ensino Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2017.Disponível em:[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150427/teodoro\\_nc\\_me\\_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150427/teodoro_nc_me_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

## *Agradecimentos*

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001, pois o presente trabalho foi realizado com o seu apoio.

Agradecimentos também à UFMG e UFRJ.

