

UMA METODOLOGIA DE ENSINO DE QUÍMICA E BIOLOGIA: A BIOTECNOLOGIA E O SISTEMA DE AQUAPONIA

A METHODOLOGY FOR TEACHING CHEMISTRY AND BIOLOGY:
BIOTECHNOLOGY AND THE AQUAPONIC SYSTEM

UNA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA Y BIOLOGÍA: LA
BIOTECNOLOGÍA Y EL SISTEMA DE ACUAPONÍA

Renato Cassio Andrade

Graduado no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental pela Universidade Norte do Paraná UNOPAR. Especialização em Metodologia de Ensino Química e Biologia pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER).

E-mail: profesprenatocassioandrade1962@gmail.com

Cíntia Raquel de Souza

Graduada Química (Universidade Federal do Paraná), Mestre em educação em ciências e matemática (Universidade Federal do Paraná) UFPR/PR.

E-mail: cinthiararas@gmail.com

RESUMO

Este artigo se refere a um projeto inovador e criativo como metodologia de ensino de química e biologia no cotidiano, que leva o aluno a compreender como funciona a biotecnologia através da implantação de um sistema de aquaponia. Trata-se de uma instalação de aquaponia associada com compostagem, ou seja, criação de peixe que, com seu excremento, contribuirá para a adubação da planta: microorganismos (como fungos e bactérias) irão ajudar na decomposição do resíduo depositado pelo peixe, resíduo esse que será transformado em nutriente para a planta, o que auxilia na detoxificação da água. O objetivo desse trabalho foi mostrar a aplicação do conhecimento sobre mutualismo entre peixe, microrganismo, planta e minhoca junto ao cultivo orgânico e mostrar como a relação química produzida nesse sistema pode ser de grande importância para a manutenção da vida desses seres vivos. Nessa instalação de aquaponia há uma adaptação de um sistema de compostagem por onde o adubo orgânico líquido (chorume) é transportado com ajuda de uma bomba d'água. Para acelerar o metabolismo microbiano no interior da compostagem, sugeriu-se a produção de inoculante (ME), empregando a biotecnologia. O aluno poderá fazer uma prática com a preparação do inoculante (ME) e a construção de armadilha usando colmo de bambu e arroz integral para sequestrar os microrganismos eficazes (ME). A metodologia alternativa aplicada será de grande importância para o ensino de química e biologia, pois irá levar o aluno à vivência da química e da biologia no cotidiano.

Palavras-chave: Biotecnologia. Química e Biologia. Sistema de Aquaponia.

ABSTRACT

This article refers to an innovative and creative project as a teaching methodology of chemistry and biology in everyday life, leading students to understand how biotechnology works through the implementation of an aquaponic system. This is an aquaponics installation associated with composting, i.e. creation of fish, with their excrement, it will contribute to plant fertilization: microorganisms (such as fungus and bacteria) will help in decomposition of the waste deposited by the fish, that waste will be turned into nutrient for the plant, aiding in detoxification of the water. The objective of this work was to show the application of the knowledge about Mutualism among fish, microorganism, plant and earthworm next to organic farming and to show how the chemical relationship produced in this system can be of great importance for the

Uma metodologia de ensino de química e biologia: a biotecnologia e o sistema de Aquaponia

maintenance of these living things' lives. In this aquaponics installation, there is an adaptation of a composting system where the liquid organic fertilizer (slurry) is transported with the help of a water pump. To accelerate the microbial metabolism within the composting, it was proposed an inoculant production applying biotechnology. It is possible to get the student to practice with the preparation of the inoculant and building traps using bamboo culm and whole-grain rice to kidnap the effective microorganisms. The alternative methodology applied will be of great importance to the teaching of chemistry and biology, because it will lead students to experience chemistry and biology in their daily life.

Keywords: Biotechnology. Chemistry and biology. Aquaponic system

RESUMEN

Este artículo se refiere a un proyecto innovador y creativo como metodología para la enseñanza de la química y biología en el cotidiano, la cual lleva al alumno a comprender como funciona la biotecnología a través de la implantación de un sistema de acuaponía. Se trata de una instalación de acuaponía asociada al compostaje, es decir, la creación de peces que, con su excreta, contribuirán para el abono de la planta: microorganismos (como hongos y bacterias) intervendrán en la descomposición del residuo depositado por el pez, el cual será transformado en nutriente para la planta, lo que ayuda en la detoxificación del agua. El objetivo de este trabajo fue mostrar la aplicación del conocimiento sobre mutualismo entre pez, microorganismo, planta y lombriz de tierra junto al cultivo orgánico y mostrar cómo la reacción química producida en ese sistema puede ser de gran importancia para mantener la vida de esos seres vivos. En esa instalación de acuaponía hay una adaptación de un sistema de compostaje donde el abono orgánico líquido (lixiviado) se transporta por medio de una bomba de agua. Para acelerar el metabolismo microbiano en el interior del compostaje, se sugirió la producción de inoculante, empleando la biotecnología. El estudiante podrá realizar actividades prácticas en la preparación del inoculante y en la construcción de trampas usando culmo de bambú y arroz integral para secuestrar los microorganismos eficaces. La metodología alternativa aplicada será de gran importancia para la enseñanza de la química y biología, pues le propiciará al alumno la vivencia de su aplicación en lo cotidiano.

Palabras-clave: Biotecnología. Química y Biología. Sistema de acuaponía.

INTRODUÇÃO

O uso de metodologias alternativas (jogos, projetos, laboratório) no ensino de biologia e química, contribui muito para o aprendizado do aluno. Esse tipo de metodologia faz com que se desperte o interesse pelas aulas, tornando-as mais alegres e produtivas; ajuda também na interação do professor com os alunos.

[...] verifica-se que, ao realizar a escolha de qualquer método de ensino, estamos falando também das estratégias, técnicas e procedimentos que nos auxiliarão no desenvolvimento do processo pedagógico em sala de aula, dando mais dinamicidade e interação entre os alunos, o conhecimento em construção do professor. (VAGULA et al, 2014, p 74)

Os conteúdos das disciplinas de biologia e química, relacionados com os problemas que vêm desgastando o meio ambiente ao longo do tempo, bem como conhecimentos referidos aos conceitos básicos da agroecologia, podem ser trabalhados de forma alternativa, a fim de promover um maior interesse.

Este projeto apresenta uma metodologia de ensino de química e biologia alternativa, que leva o aluno à percepção do seu funcionamento no cotidiano. Utiliza-se a montagem de um sistema de aquaponia para exemplificar e discutir conceitos de agroecologia, como metabolismo microbiano, simbiose entre fungos e bactérias, plantas e degradação da matéria orgânica, economia de água na produção dos alimentos.

Apresentaremos de forma resumida o estudo de uma metodologia alternativa que será aplicada no ensino de biologia e química, e também conceitos sobre agroecologia e biotecnologia. Também de forma breve, falaremos sobre o sistema de aquaponia, sobre a proposta de implantação do sistema de aquaponia na escola e a sua montagem. Explicaremos a biotecnologia associada com a aquaponia, os ciclos biológicos da aquaponia e o mutualismo; falaremos sobre a adaptação de compostagem ao sistema de aquaponia e sobre a metodologia utilizada na produção de inoculantes (ME) para ajudar a acelerar o metabolismo microbiano dentro do sistema.

Dentro desse sistema, há peixes em recipientes –que poderão ser de isopor ou caixas d'água–; suas fezes permitirão adubar as plantas, as quais, por sua vez, ajudarão a reter as partículas, devolvendo para os peixes a água rica em mineral, limpa e purificada. Com a proposta da instalação de um sistema de compostagem com minhocas junto ao sistema de aquaponia, será possível degradar papelão molhado, restos de cascas de frutas e legumes, que também servirão de alimentos para os peixes na complementação de sua dieta. A medida que o chorume (adubo orgânico líquido resultante da degradação da matéria orgânica) for caindo na parte de baixo, a água que está circulando irá passar pelo local, deslocando os minerais que estarão distribuídos dentro do sistema, entre eles o nitrogênio, fósforo e potássio NPK produzidos na compostagem. A produção de inoculantes Microrganismos Eficazes (ME), proposta também junto ao sistema, acelera de forma natural a decomposição dos compostos orgânicos que poluem a água. Esse processo também poderá ser usado como uma metodologia para aulas práticas sobre temas referidos à biotecnologia.

Com essa metodologia será possível estender aos alunos conhecimentos de química e biologia de forma descontraída; trata-se de levá-los à prática fazendo com que reflitam sobre os fundamentos de uma educação ambiental plena.

METODOLOGIA ALTERNATIVA, A BIOTECNOLOGIA E O SISTEMA DE AQUAPONIA

Metodologia alternativa de ensino de Biologia e Química

O projeto de aquaponia vem como outra proposta de metodologia alternativa para o ensino de conteúdos das disciplinas de Química e Biologia, pois a implantação desse sistema levará o aluno a colocar em prática o que aprendeu na teoria e terá a oportunidade de vivenciar a biologia e a química no cotidiano.

“É importante ressaltar que os métodos de ensino não são atividades reduzidas a procedimentos, técnicas ou medidas”. (VAGULA et al 2014, p. 74). “Os métodos e técnicas não são neutros, pois estão baseados em pressupostos teóricos implícitos”. (HAYDT 2010, p. 144 apud VAGULA et al 2014, p. 74).

Biotecnologia associada com a aquaponia

A biotecnologia (utilização de seres vivos dentro de um processo de produção) vem adquirindo grande importância na nossa sociedade. Trata-se de um processo natural, presente em nossas atividades desde o surgimento dos seres vivos. Com o passar dos tempos, a biotecnologia vem contribuindo para a produção de alimentos (pão, queijo, iogurte), bebidas (cerveja, vinho, cachaça, vinagre), produtos químicos (etanol, metanol, combustíveis) e medicamentos (antibióticos, vacinas, vitaminas).

[...] a biotecnologia utiliza conhecimentos originários da genética, da microbiologia, da biologia celular, da biologia molecular, da embriologia, da bioquímica, da imunologia, entre outras ciências, com finalidade de ampliar a compreensão sobre organismo estudado e, como consequência, modificá-lo, tornando-o útil para várias áreas, inclusive para a comercialização. (CODEFROID, 2014, p. 20)

Seguindo os princípios básicos desses conhecimentos, iremos focar na biotecnologia associada à instalação de um sistema de aquaponia (criação de peixes e produção de vegetais). Haja vista que todo o processo ocorre de forma mutualista entre os seres vivos que compõem esse sistema, a presença de várias espécies de microrganismos contribuirá para a manutenção e harmonia entre as espécies.

Sistema de aquaponia e conceitos

A aquaponia é a soma da aquicultura (criação de peixes), com hidroponia (cultivo de vegetais com água circulando). Durante todo o processo ocorre um ciclo de interação entre os seres vivos que, de forma mutualista, garantem a sobrevivência e a perpetuação das espécies.

Proposta de implantação do sistema de aquaponia em escolas: montagens/discussão de ciclos biológicos e químicos

Com o nosso projeto, vislumbramos levar aos alunos conhecimentos relacionados aos problemas que vêm desgastando o meio ambiente ao longo do tempo, bem como conhecimentos no que diz respeito aos conceitos básicos da agroecologia.

A agroecologia envolve o estudo do ciclo da água, do carbono, do nitrogênio, da biosfera, dos ecossistemas, da teoria da trofobiose, das formas de cultivos etc.

O estudo da agroecologia está presente nas disciplinas de Biologia e Química, dentro dos conteúdos que envolvem a biotecnologia e os ciclos biogeoquímicos, como: ciclo da água, ciclo do carbono e ciclo do nitrogênio.

Sistema de aquaponia

O sistema de aquaponia envolve a criação de peixes e plantas no ambiente aquático ou o sistema de simbiose e mutualismos associados aos microrganismos existentes no local, o qual contribui para que esses seres possam se desenvolver de forma produtiva e harmônica e completar o seu ciclo de vida. Para que a mecânica desse sistema funcione, é preciso que haja oxigenação, macro e micronutrientes, minerais, filtragem e purificação da água. Quando esse sistema é implantado em um ambiente aquático em que a água é armazenada em recipientes, para um bom funcionamento é necessário fazer a água circular usando uma bomba d'água, por meio da qual a água retornará por gravidade até chegar ao recipiente que iniciou o processo de circulação.

Ressalte-se que, no processo, apesar de que no momento da circulação da água há produção de oxigênio –perceptível através da formação de bolhas na queda da água por gravidade–, poderá ser usada também bomba de oxigenação dentro dos recipientes.

[...] na aquaponia, a aeração é exigida não apenas pelos peixes, mas também pelas raízes das plantas e pelas bactérias nitrificantes do filtro biológico. Em clima tropical, a quantidade de oxigênio dissolvido na água deve ser sempre superior a 3 mg/L e pode ser mantida por compressores ou sopradores de ar. A aeração deve ser fornecida diretamente na água do tanque de criação dos peixes e também no ambiente de cultivo de vegetais quando se tratar do ambiente flutuante. (CARNEIRO et al, 2015 p.17)

Montagem

O sistema de aquaponia pode ser instalado e adaptado de acordo com a realidade do local, tanto ao ar livre como em ambiente fechado, sem deixar de lembrar que o desenvolvimento das plantas em local fechado, além dos substratos, necessitará que o ambiente tenha luminosidade e boa aeração.

Substrato semi-seco, onde as plantas ficam dispostas em bombonas ou caixas plásticas, carcaças de geladeira velha, caixas de madeira recobertas com geomembrana, fixadas em substrato, que pode ser telha ou tijolos quebrados, cascalho, brita, argila expandida, nesse caso o próprio substrato vai trabalhar como um filtro mecânico e biológico ao mesmo tempo sendo usado em sistemas de menor escala, requer também um sistema de sifão, pois é imprescindível que o substrato e as raízes das plantas tenham bastante oxigenação, trabalho esse realizado por um sifão que faz com que a cama de cultivo encha e esvazie periódica e sistematicamente. (SILVA, 2016. p. 9 – 10)

Na Figura 1, se vê um exemplo de uma instalação montada em um laboratório para fins metodológicos, onde se usou como reservatório dos peixes uma caixa d'água de 310 litros de água. Aproveitou-se a tampa da caixa d'água como filtro rizosférico (cama de cultivo), onde foram colocados os substratos (brita, areia, pedaços de tijolos e pedras expandidas) que, além de ajudar a filtrar a água, servirá para que as plantas possam se desenvolver e enraizar formando o filtro rizosférico. Na parte aérea foram instalados canos de PVC $\frac{3}{4}$ e de 50 mm para que a água possa circular com a ajuda de uma bombinha de máquina de lavar. No lugar onde está o cano de PVC de 50 mm, são cultivadas plantas como alface, almeirão, chicória, etc.

A água, impulsada pela bomba de máquina de lavar, ao passar pelos canos cairá por gravidade dentro do filtro rizosférico onde estarão outras plantas. Junto ao filtro

rizosférico também há um sifão por onde a água, assim que atinge um limite, desce para dentro do reservatório como se fosse uma descarga.

Figura 1 – Modelo de um sistema de aquaponia



Foto: autor

Ciclos biológicos e químicos da aquaponia (Mutualismo)

Os fatores (abióticos) como água, minerais, nutrientes, oxigênio, pH da água e temperatura, somados aos seres vivos (bióticos) como as bactérias, plantas e peixes são de grande importância para a manutenção do sistema de aquaponia. A melhor forma de os seres vivos que ali estão viverem, é agir de forma simbiótica ou com mutualismo.

Todo esse processo é de grande importância dentro do sistema, pois o gás amoníaco ou amônia (NH_3) ou amônio (NH_4), nitrito (NO_2) e nitrato (NO_3^-) são tóxicos para os peixes; enquanto as plantas e as algas estiverem presentes naquele ambiente, ao absorverem o nitrato (NO_3^-) ou amônio (NH_4) como alimentos, eliminam da água um elemento altamente tóxico para eles.

[...] na aquaponia, há um fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que estão relacionados por meio de ciclos biológicos naturais, notadamente a nitrificação promovida por bactérias. Bactérias nitrificantes dos gêneros *Nitrosomonae Nitrobacter* são responsáveis pela conversão da amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-) e este em nitrato (NO_3^-), transformando substâncias tóxicas produzidas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas. Ao consumir esses nutrientes as plantas, juntamente com as bactérias, desempenham papel importante na filtragem biológica da água, garantindo sua

Proposta da adaptação de compostagem na aquaponia

Para a inserção do sistema de aquaponia em escolas, pode-se adaptar o sistema usando recipiente de compostagem onde é colocado papelão molhado, resto de cascas de frutas (desde que não sejam cítricas), legumes (desde que não estejam temperados), cascas de ovos (riquíssimas em cálcio, potássio e magnésio), podas de jardim, folhas ou palhas secas, serragem, esterco bovinos e de aves curtidos (que são ricos em nitrogênio e fósforo) e pó de café sem açúcar (o qual possui na sua composição carbono e nitrogênio). Os resíduos sólidos que são retirados no período de manutenção também poderão ser adicionados à compostagem. Por se tratar de um sistema de compostagem aeróbico (que exige a presença de oxigênio, para as minhocas), é necessário que o local seja coberto, arejado, com pouca luminosidade (pois as minhocas são sensíveis a raios solares). Para que não haja alta temperatura no interior da compostagem (devido à fermentação que ocorre durante a degradação da matéria orgânica), as cascas de frutas e legumes poderão ser armazenadas em outro recipiente e deixadas desidratando uma semana antes de ser colocadas na compostagem; isso ajudará também no balanceamento de carbono (C) e nitrogênio (N) dentro do sistema. Dentro dessa compostagem, será produzido o nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P), os quais, na forma líquida (chorume), cairão na parte de baixo, por onde a água circula, para que leve esses nutrientes para serem absorvidos pelas plantas e peixes. As plantas produtivas existentes nesse ambiente (sistema de aquaponia), juntamente com outras plantas aquáticas e microorganismos, ajudarão a manter o ciclo do nitrogênio e do carbono, e também controlarão a quantidade de fosfato existente na água através da fixação. Além do carbono (C), oxigênio (O) e hidrogênio (H), as plantas necessitam de macro e micronutrientes para sobreviverem.

Note-se que o fato de a compostagem nesse sistema produzir nutrientes não significa que o sistema esteja totalmente isento de complementação nutricional; além de monitorar o pH (potencial de hidrogênio) e a CE (condutividade elétrica) da água, faz-se necessária a manutenção, com a retirada dos resíduos sólidos e o controle da

temperatura da água (poderá usar-se um termostato, sendo a temperatura ideal 25° C ou entre 15°C e 28°C).

Para o controle de nutrientes da água, poderá utilizar-se o condutivímetro que permite observar a condutividade elétrica da água. No caso do pH potencial de hidrogênio (pH) e cloro (Cl), é possível usar *kits* vendidos em lojas especializadas.

Na Figura 2, pode-se ver uma imagem de um sistema de aquaponia associado com a compostagem, em um pequeno espaço onde se usou uma caixa de isopor para armazenamento dos peixes.

Nesse sistema, a água é bombeada do reservatório de 100 litros para o de isopor de 80 litros, onde estão depositados os peixes; uma vez ali, a água começa a retornar por gravidade, passando por um cano de PVC $\frac{3}{4}$ e caindo logo em seguida em um filtro biológico mecânico, onde estão depositados pedaços de tijolos quebrados, britas e pedras expandidas (argila). Ao sair do filtro biológico, cai no reservatório onde está depositado o chorume da compostagem, que é levado pela água que circula para dentro do filtro rizosférico, onde as partículas e nutrientes são fixados na raiz das plantas. Para ajudar na filtragem da água antes de seu retorno para o reservatório de 100 litros, assim que ela descer do filtro rizosférico passando pelo sifão, cairá dentro de outro filtro mecânico, que contém pedaços de tijolos, cerâmica, pedras de argilas e carvão vegetal. Além de filtrar a água, com a ajuda dos microrganismos que ali estarão colonizados, irá contribuir também para a detoxificação da água.

Figura 2 – Modelo de sistema de aquaponia adaptado com compostagem



Foto: autor

Na Figura 3, imagem de um sistema de aquaponia adaptado com compostagem.

Figura 3 – Sistema de aquaponia adaptado com compostagem



Foto: autor

Proposta de emprego de inoculantes “Microrganismos Eficazes (ME)”

O emprego de tecnologia de produção de inoculantes naturais e de microrganismos é feito para recuperação de solos degradados e manutenção da vida do solo em cultivos intensivos; também é usado na aceleração da compostagem e da decomposição fermentativa da biomassa de adubação verde e na restauração do equilíbrio de forma natural e sustentável em ambiente aquático. Além de eliminar o mau odor, eliminará gases nocivos na água. Esse tipo de inoculante é conhecido como Microrganismos Eficazes (ME).

Os Microrganismos Eficientes aceleram a decomposição natural dos compostos orgânicos que poluem a água. Os EM produzem substâncias bioativas que atuam sobre os patógenos da putrefação e da produção de gases nocivos que contaminam a água e causam maus odores. O EM é útil na descontaminação da água e restaura o equilíbrio natural do sistema aquático com efeitos benéficos e sustentáveis. (ANDRADE, 2011 p. 19),

São microrganismos coletados na mata, pelo o qual os mesmos podem ser sequestrados usando arroz integral ou arroz cateto cozido sem sal.

Os quatro grupos de microrganismos que compõem o (ME) são:
Leveduras (*Sacharomyce*) – conseguem sintetizar vitaminas através de substâncias liberadas pelas raízes das plantas, ativando outros microrganismos eficazes do solo. As leveduras são capazes de produzir hormônios e enzimas que contribuem para atividade celular das plantas; Actinomicetos – Além de aumentar a resistência das plantas, também ajudam a controlar fungos e bactérias patogênicas. Bactéria produtoras de ácido lático – (*Lactobacilluse Pediococcus*) – além de produzirem o ácido lático, ajudam a controlar microrganismos nocivos como o *Fusarium*, fungos da classe (*Sordariomycetes*), ao decompor a matéria orgânica, pela fermentação acaba liberando nutrientes para as plantas. Bactérias fotossintéticas – utilizam a energia solar em forma de luz e calor. Assimila vitaminas e nutrientes sintetizadas pelas plantas,

substâncias que são excretadas pelas raízes das plantas como: aminoácido, ácido nucléicos, substâncias bioativas e açúcares favorecendo o crescimento das plantas aumentando populações de microrganismos eficazes fixadores de nitrogênio, actinomicetos e os fungos micorrízicos. (ANDRADE, 2011 p. 11 - 12),

Com a proposta da produção do inoculante (ME) apresentada, o professor poderá levar o aluno a descobrir –através dessa metodologia– como ocorre o ciclo de interação entre os microrganismos e plantas e os princípios das reações químicas que ocorrem entre as espécies.

No quadro 1 segue o exemplo de como poderá ser feito a preparação do inoculante (ME):

QUADRO 1 - Coleta de ME e produção de inoculantes

Imagens	Passos
	1º Passo: corta-se um colmo de bambu na parte de fora do nó.
	2º Passo: após ter cozido aproximadamente entre 500 e 700 gramas de arroz cateto ou integral ou quirela de milho sem tempero, óleo e sal, coloque em uma das partes do colmo do bambu.
	3º Passo: em seguida una as duas partes do bambu e amarre com elástico ou barbante.
	4º Passo: vá até o local (bambuzal) onde será colocada a isca e observe se existe presença de micélio de fungo.
	5º Passo: coloque o colmo de bambu com o arroz junto ao solo e o cubra com as palhas secas existentes no local. Se as palhas estiverem secas jogue água por cima.

	<p>6° Passo: entre 10 a 15 dias os microrganismos já estarão capturados e apresentarão as cores rosada, azulada, amarelada e alaranjada. Esses são os microrganismos eficientes (regeneradores). Partes com colorações cinza, marrom e preto deverão ser descartadas no local onde foram sequestrados os microrganismos. Observação: a coloração será de acordo com tipo de mata explorada.</p>
	<p>7° Passo: após ter descartado os pontos escuros, deve-se remover o arroz com uma colher de madeira, colocando em um recipiente de vidro ou louça para ser misturado com o açúcar mascavo, garapa de cana-de-açúcar ou melaço.</p>
	<p>8° Passo: se for usar açúcar mascavo, adicionar ao recipiente ½ parte de açúcar mascavo (em relação à quantidade de arroz integral/cateto ou quirela de milho) e misturar. Após ter feito a mistura, deixe-a coberta por um pano em um lugar arejado de 3 a 7 dias.</p>
	<p>9° Passo: após o tempo estabelecido, perceber-se-á presença de bolhas devido à fermentação com aroma característico de aguardente e com aparência de bolo.</p>

	<p>10° Passo: para a multiplicação do inoculante deverão ser usados 20L de água de mina ou poço. Acrescentar 3 Kg de açúcar mascavo para cada ½ Kg do inoculante original. Colocar tudo dentro do balde com água e fazer a mistura, cobrir com um pano ou uma tela para que não chame a atenção de insetos e armazenar em um local limpo. O preparado deve ser agitado 4 vezes ao dia.</p>
---	--

Elaborado pelo autor

METODOLOGIA

Para que nossos estudos fossem realizados, foram necessárias pesquisas de campo envolvendo a coleta de microrganismos (fungos e bactérias) na produção de inoculantes ME (microrganismos eficazes), usados para acelerar o metabolismo microbiano nas instalações. Foram usados colmos de bambu para armazenar o arroz integral cozido, destinado à coleta de fungos e bactérias. Além disso, foram feitos estudos bibliográficos por meio de literatura especializada. Foram montadas instalações com emprego de equipamentos e acessórios, tais como: caixas de isopor (usadas para a criação dos peixes), galões de plástico (usados para compostagem aeróbica com presença de minhocas), galões para armazenamento das britas, areia e pedras expandidas (para filtrar a água e servir de substrato para fixação das raízes das plantas), tubos de PVC (com a finalidade de armazenar a água que circula levando nutrientes e minerais para as plantas e peixes que estão inseridos nas instalações) e bomba d'água de máquina de lavar roupas para circulação da água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O referido estudo teve como proposta aplicar no ensino de química e biologia uma metodologia que enfoca o estudo dos ciclos biogeoquímicos e os processos biotecnológicos que ocorrem entre as espécies. Através do sistema de aquaponia

associado à compostagem, além do cultivo de vegetais de forma orgânica, o aluno terá a oportunidade de vivenciar de forma lúdica os processos biotecnológicos, bem como o metabolismo microbiano que decompõe a matéria orgânica, transformando-a em N, P, K. Ao mesmo tempo, o aluno irá perceber que, de forma simbiótica, o sistema de aquaponia ajuda também na decomposição dos excrementos dos peixes, transformando-os em químicos, como fonte de nutriente para as plantas. Irá observar também que as plantas livram os peixes da toxicidade dos gases produzidos no ambiente.

Com o conhecimento adquirido durante as aulas teóricas associados com a prática, o professor poderá levar o aluno a refletir sobre a importância do equilíbrio entre as espécies e, ao mesmo tempo, com os resultados alcançados, o aluno terá a oportunidade de receber uma educação ambiental plena, focada na sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.M.C. Instruções práticas sobre o uso ecológico e social do ME: os quatro grupos de microrganismos que compõem o (ME) e modo de preparo dos Microrganismos Eficientes ME: Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Fitotecnia, 2011. **Caderno dos Microrganismos Eficientes ME**, 2 Ed. 32 p., 11 – 12 – e 19. 2011. Disponível em: <http://estaticog1.globo.com/2014/04/16/caderno-dos-microrganismos-eficientes.pdf> Acesso em: 28 out 2017.

CARNEIRO, P. C. F. et al. CARNEIRO et al. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia: **princípios biológicos importantes e sistema de aeração**. 1 edição Online. Aracaju: Embrapa. 2015. 27p. p. 11. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142630/1/Doc-189.pdf> Acesso em: 24 dez. 2017.

GODEFROID; R. S. **Metodologia de ensino de Biologia e Química: o ensino de biologia e o cotidiano**. 2 ed. Curitiba: Editora InterSaber. 2014. P. 20.

HAYDT, R.C.C. 2010, p. 144. **Avaliação do processo ensino-aprendizagem**. São Paulo: Ática, 1988. In: VAGULA, E. et al. 2014, p. 74. **Didática: Tendências pedagógicas e educação**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A. 2014. 173 p.

VAGULA, E. et al. 2014, p. 74. **Didática: Tendências pedagógicas e educação**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A. 2014. 173 p.

SILVA C. E. V. 2016. p. 9 – p. 10. **Montagem e operação de aquaponia: um estudo de caso de agricultura urbana para produção de jundiá (*rhamdiaquelen*), tilápia (*oreochromisniloticux*) e alface (*lactuca sativa*)**. Bacharelado em Engenharia de

Renato Cassio Andrade e Cíntia Raquel de Souza

Aquicultura Centro de Ciências Agrárias Universidade Federal de Santa Catarina.
Florianópolis. 2016. 60p.