

## AQUAPONIA COMO RECURSO DIDÁTICO FACILITADOR PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

Susane Lúcia de Sousa Queiroz <sup>1</sup>

Mônica Rocha de Oliveira <sup>2</sup>

### RESUMO

A aquaponia consiste na integração do cultivo de vegetais e da criação de organismos aquáticos em sistema de recirculação, surgindo como uma modalidade de produção de alimentos com baixo consumo de água e alto aproveitamento do resíduo orgânico. Assim, a utilização dos sistemas aquapônicos na educação está em ascensão em alguns países desenvolvidos. Professores de diversas disciplinas valem-se dos conceitos técnicos da aquaponia para facilitar o aprendizado de seus alunos. Estudos envolvendo o ensino mostraram as dificuldades da prática docente dos conteúdos sobre ciclos biogeoquímicos, apresentando a ausência de domínio nos processos que cercam a ciclagem de elementos naturais. Sendo assim, o trabalho tem como objetivo proporcionar aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFRN/Campus Macau, através do sistema de aquaponia, um recurso facilitador no ensino de Ecologia, com ênfase no Ciclo de nitrogênio, como alternativa pedagógica diferenciada tornando o ensino dinâmico e atrativo. A atividade proposta foi aplicada na turma da disciplina de Tópicos em Aquicultura no período 2019.1 onde o público alvo da pesquisa foram 15 alunos matriculados. Foram aplicados dois questionários para avaliação, um antes e um após a atividade proposta sobre o ciclo do nitrogênio. Percebeu-se uma evolução positiva dos alunos nas respostas quanto ao primeiro e o segundo questionário, visto que após passarem pela atividade e explanação, os mesmos adquiriram melhores conhecimentos sobre o tema. Total de 93% dos alunos responderam que a atividade prática demonstrativa contempla o conteúdo de ciclo do nitrogênio e afirmaram que o utilizaria em suas futuras aulas.

**Palavras-chave:** Aquaponia, ciclo do nitrogênio, Recurso didático

### INTRODUÇÃO

A aquaponia consiste na integração do cultivo de vegetais hidropônicos e da criação de organismos aquáticos (Aquicultura) em sistema de recirculação, surgindo como uma modalidade de produção de alimentos com baixo consumo de água e alto aproveitamento do resíduo orgânico gerado, onde os peixes alimentam-se da ração e produzem excretas que naturalmente são convertidas nos nutrientes que serão absorvidos pelas plantas

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia - RN, susanequeiroz1@gmail.com

<sup>2</sup> Professor orientador: Doutorado, Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia - RN, monica.rocha@ifrn.edu.br

(SOMERVILLE et al, 2014). Esse sistema é basicamente composto por três compartimentos: tanques de peixes, tanques de hidroponia e o tanque de filtração (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006).

Para produzir organismos aquáticos em cativeiro é fundamental que as condições e recursos do ambiente de cultivo se mantenham como as do ambiente natural para cada espécie específica com intuito de obter sucesso na implantação de um projeto. Portanto, se tornam necessários conhecimentos da biologia básica das espécies produzidas e das características ecológicas de seus ambientes naturais. Esses conhecimentos englobam muitos conceitos que fazem parte do conteúdo programático de várias disciplinas do curso de Ciências Biológicas, como Botânica, Morfosifologia vegetal, Fisiologia animal, Microbiologia, Zoologia e Ecologia.

Além dos conceitos da área de Biologia, a produção de organismos aquáticos em cativeiro, é um processo amplo, que envolve um conjunto de conceitos técnicos das áreas da economia, engenharia, física, química, matemática e meio ambiente que se inter-relacionam (NELSON, 2007; HART; WEB; DANYLCHUK, 2013; GENELLO et al., 2015). Assim, a utilização dos sistemas aquapônicos educacionais está em ascensão em alguns países desenvolvidos, sendo observado o interesse crescente em Aquaponia no contexto educacional. Professores de diversas disciplinas, principalmente do ensino fundamental e médio, valem-se dos conceitos técnicos da Aquaponia para facilitar o aprendizado de seus alunos (CARNEIRO et al., 2015).

Os sistemas aquapônicos utilizam recursos naturais, tais como, água, organismos vivos que integram a fauna e a flora visível e microorganismos. A água é o ambiente em que irá produzir os peixes e os vegetais, sendo importante manter sua qualidade, através de monitoramento constante, garantindo um ecossistema equilibrado para o desenvolvimento dos peixes e vegetais. A boa qualidade da água em um cultivo é uma das formas de minimizar prejuízos na saúde dos peixes, desperdícios de rações e insumos e impactos aos ambientes aquáticos, propiciando ao animal bons índices de crescimento, em menor tempo de cultivo e, conseqüentemente, maior retorno aos piscicultores (PICOLI, LOPES, 2018).

Os parâmetros físicos e químicos da água em um sistema de cultivo aquático que afetam o desenvolvimento dos organismos são a temperatura, turbidez, transparência, cor, pH, alcalinidade, dureza, oxigênio dissolvido e amônia (KUBTIZA, 1998). A dinâmica da amônia

na água na produção de organismos em cativeiro é relacionada com a entrada de alimentação na água e é uma questão central em sistemas de produção fechados (SILVA, LOSEKANN, HISANO, 2013). A partir da oferta de ração inicial em um cultivo gera um aumento na quantidade de nutrientes presentes nos resíduos dos peixes (N,P e outros elementos) que altera a qualidade da água (KUBTIZA, 1998). No sistema de recirculação de água, como exemplo a Aquapônia, ocorre o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos sendo necessárias unidades de filtração mecânica e biológica e aeradores são instalados em série para remover os sólidos da água, promover a transformação microbiológica da amônia e do nitrito (substâncias tóxicas aos peixes) em nitratos, e repor o oxigênio consumido e eliminar o excesso de gás carbônico acumulado na água do sistema (KUBTIZA, 1998).

Os alunos demonstram dificuldades na aquisição de conhecimentos sobre os processos microbiológicos responsáveis pela transformação da amônia em compostos menos tóxicos (SILVA, SILVA, 2017). Essa situação foi observada durante as aulas do conteúdo de Parâmetros da Qualidade de água na disciplina denominada de Tópicos em Aquicultura ministrada aos alunos da Licenciatura de Ciências Biológicas do IFRN/Campus Macau, Rio Grande do Norte. Diante os relatos dos alunos, pode-se perceber a dificuldade de compreenderem a origem da amônia na água de cultivo dos peixes e também a conversão da amônia em nitrito e nitrato. Para essa compreensão é necessário conhecimentos básicos do Ciclo de nitrogênio, descritos na Ciclagem da matéria dentro do conteúdo da Ecologia (CARMOUZE, 1994; PERERIRA; MERCANTE, 2005). Estudos envolvendo o ensino mostraram as dificuldades da prática docente dos conteúdos sobre ciclos biogeoquímicos, apresentando a ausência de domínio nos processos que cercam a ciclagem de elementos naturais (REIS, 2012; GONDIN, MACHADO, 2015; LOPES, SCHRÖDER, 2016; SILVA; SILVA, 2017). Sendo assim, o trabalho tem como objetivo proporcionar aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFRN/Campus Macau, através do sistema de Aquapônia, um recurso facilitador no ensino de Ecologia, com ênfase no Ciclo de nitrogênio, como alternativa pedagógica diferenciada tornando o ensino dinâmico e atrativo.

Nesse contexto, surgiu a ideia de utilizar o sistema de Aquaponia como meio facilitador de ensino do conteúdo do Ciclo do nitrogênio, uma vez que os alunos cursando a disciplina Tópicos em Aquicultura, em formação inicial, tiveram a oportunidade de compreender o Ciclo de nitrogênio e os processos microbiológicos que ocorrem no cultivo de organismos aquáticos de maneira teórica e prática, além do uso do sistema aquapônico

possibilitar o contato com uma proposta de recurso didático como meio facilitador do ensino de ciclo de nitrogênio e de diversos outros conteúdos de Ciências e Biologia prevista nos Parâmetros Curriculares Nacionais posteriormente na atuação profissional com seus futuros alunos. Os PCN's trazem a reflexão de que para que se haja a compreensão das interações do ser humano com a atmosfera, primeiramente precisa-se entender como a atmosfera é formada e como permitiu a vida na terra. Pode-se compreender como funciona o ciclo biogeoquímico do Nitrogênio para contribuir com a construção de uma visão mais integrada dos processos que ocorrem na natureza (PCN, P.35).

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho parte da experiência realizada na disciplina de Tópicos em Aquicultura, disciplina optativa do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, campus Macau, localizado no município de Macau, Rio Grande do Norte. O tema escolhido foi baseado em um diagnóstico realizado durante as aulas do conteúdo de Parâmetros de qualidade de água da disciplina Tópicos em Aquicultura, sendo a Amônia e os processos microbiológicos que ocorrem em um cultivo de organismos aquáticos o conteúdo que demonstraram dificuldade.

A atividade proposta foi aplicada na turma da disciplina de Tópicos em Aquicultura no período 2019.1 onde o público alvo da pesquisa foram 15 alunos matriculados. Antes da realização da atividade foi aplicado um questionário com questões abertas e fechadas com intuito de obter dados dos conhecimentos dos alunos referentes ao ciclo do nitrogênio, como a importância do nitrogênio para os seres vivos, etapas do ciclo do nitrogênio e microrganismos responsáveis pelos processos de conversão ao longo do ciclo do nitrogênio.

Após a aplicação do questionário foi realizada uma exposição teórica sobre o ciclo do nitrogênio para retomar os conceitos da temática em estudo. Para a realização da atividade prática demonstrativa, os alunos foram levados para Unidade Industrial Produtiva – DIGUIE-IFRN/Campus Macau, onde se encontra um sistema de Aquapônia construído como resultado de um projeto de pesquisa coordenado pela professora da disciplina. A atividade prática teve como objetivo demonstrar o funcionamento do sistema aquapônico simulando os processos do ciclo do nitrogênio em ecossistemas naturais. O sistema de aquaponia utilizado na atividade é composto de uma caixa de peixes, um decantador de resíduos sólidos, um filtro biológico, uma bomba eletromotor e uma cama de cultivo de vegetais (Figura 1).



Figura 1: Sistema de Aquaponia no IFRN/Campus Macau

Durante a atividade foram mostrados aos alunos os seres vivos que compõe o sistema, como os peixes, as plantas e relatado a presença dos microrganismos na água do sistema e nas britas do biofiltro. Os discentes observaram o movimento da água no sistema que flui por gravidade da caixa d'água de 1.000 litros dos peixes para o decantador (caixa d'água de 300 litros) e para o filtro biológico (bombona de 300 litros contendo brita). Do filtro, por meio de uma bomba eletromotor de máquina de lavar a água sobe para as camas de cultivo de plantas (duas masseiras de 12 litros contendo brita) e das camas por meio de sifão voltam para a caixa d'água dos peixes. Após a explicação do fluxo da água no sistema foi inserido a ração dos peixes para mostrar aos alunos que a oferta de ração no sistema com o tempo gera alteração dos nutrientes presentes na água, como exemplo o nitrogênio, através da alimentação e eliminação das fezes dos peixes que contém amônia, além da urina dos peixes modifica a concentração da amônia na água. A sobra da ração altera os nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) na água, podendo aumentar a produtividade primária tornando a água verde. A diminuição da concentração da amônia que é tóxica para o peixes se dará pelo processo de nitrificação realizado pelas bactérias livres na água e também no filtro biológico. O filtro possibilita a colonização de microrganismos. E o nitrato que é oriundo da conversão do íon amônia pelas bactérias nitrificantes é absorvido pelas plantas que estão nas camadas de cultivo, assim, devolvendo uma água de boa qualidade para o tanque de peixes.

Após a aplicação da atividade prática demonstrativa os alunos novamente receberam um segundo questionário com as mesmas perguntas presentes no primeiro com intuito de

avaliar as contribuições da atividade no aprendizado deles. No questionário pós-teste foram acrescentadas três questões abertas visando saber a opinião dos discentes sobre o sistema de Aquaponia como meio facilitador a ser utilizado no ensino de Ciências e Biologia. As respostas das questões foram verificadas e classificadas em três grupos: certas, erradas e sem resposta. As respostas consideradas corretas foram verificadas de acordo com o conteúdo do ciclo de nitrogênio descrito em Ricklefs (2010) e Lopes e Rosso (2016). Os dados obtidos pelas respostas dos questionários 1 e 2 foram tabulados no programa Excel.

## **DESENVOLVIMENTO**

O Nitrogênio é um gás presente na atmosfera, onde esta é seu maior reservatório, com mais ou menos 79% da mesma. (AMABIS, P.204. 2016). O aproveitamento do nitrogênio pela maioria dos seres vivos depende da sua modificação realizada em sua maioria por bactérias ou bacteriorrizas que estão associadas as raízes das plantas e realizam a biofixação do nitrogênio no solo e neste momento já o transformando em íon amônio. (LOPES, ROSSO. p.83. 2016).

A maioria das bactérias fixadoras de nitrogênio vivem no solo, algumas espécies de plantas já absorvem a amônia logo após a conversão e a utiliza como fonte de nitrogênio para o metabolismo. A amônia presente no solo é aproveitada por um grupo de bactérias do gênero *Nitrosomonas*, que utiliza a amônia para a obtenção de energia e em contrapartida eliminam no solo compostos nitrogenados, que neste caso é o Nitrato. (AMABIS, P.204. 2016).

Os animais, no entanto, obtém o nitrogênio através da alimentação, onde alimentam-se de animais que se alimentaram das plantas anteriormente e absorveram o nutriente e assim sucessivamente na cadeia alimentar. O nitrogênio irá voltar ao ambiente pela excreção e decomposição dos seres vivos e entrará novamente no ciclo, retornando ao ambiente pela ação das bactérias desnitrificantes que irá transformar o nitrato em nitrogênio novamente. (LOPES, ROSSO. p.83. 2016).

Por ser um conteúdo que exige uma atenção maior do aluno, vale usar de estratégias metodológicas que façam com que esse conteúdo seja fixado mais facilmente pelos alunos. De acordo com Nicola e Paniz, os professores de hoje não podem mais se comportar como detentores do saber e os alunos receptores, optando sempre por aulas tradicionais e iguais. Nessa lógica, os alunos cada vez mais perdem o interesse pela disciplina e passa a não ter um rendimento satisfatório na mesma. Ainda segundo os autores, o professor deve se valer de

diferentes recursos didáticos para que consiga chamar a atenção do aluno e conseqüentemente melhorar seu rendimento.

Souza, (2007, p.110) afirma que

[...] é possível à utilização de vários materiais que auxiliem a desenvolver o processo de ensino e de aprendizagem, isso faz com que facilite a relação professor – aluno – conhecimento. Souza, (2007, p.110).

As metodologias de ensinos devem ser pensadas de forma a facilitar a aprendizagem do aluno, sendo assim, quando as novas metodologias dão resultados e fazem o aluno aprender mais, o mesmo torna-se mais confiante e se interessa por conteúdos onde exigem maiores compreensões.

Silva et al. (2012) ressalta que os recursos didáticos desempenham grande importância para o real aprendizado do aluno. Para isso, o professor deve acreditar na capacidade do seu aluno de pensar e construir novos conhecimentos. Também conscientizar o aluno de que o conhecimento e o saber não é algo terminado ou acabado, mas sim que está sempre em constante mudança e construção através das interações com os indivíduos e com o meio. Tais recursos favorecem a aprendizagem dos alunos, pois os motivam e os envolvem melhor no conteúdo ministrado, proporcionando uma melhor compreensão e interpretação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Turma de 15 alunos cursando a disciplina optativa “Tópicos em Aquicultura” participou das atividades propostas pela pesquisa e responderam ao questionário, sendo dez mulheres e cinco homens, todos matriculados no curso de Licenciatura em Biologia no IFRN/campus Macau. A idade dos entrevistados variou de 20 a 47 anos (média  $27 \pm$  desvio 7,1). Esses dados mostram que o curso de Licenciatura em Biologia -IFRN/Macau contempla alunos de faixa etária distintas onde todo tem a oportunidade de formação acadêmica no ensino superior. Por ser uma disciplina optativa, “Tópicos em aquicultura” possui alunos de diversos períodos, apresentando alunos sendo do terceiro período até o oitavo, com exceção do quinto período. Dessa forma, os alunos do oitavo período estavam cursando a disciplina Ecologia, na qual o conteúdo de ciclos biogeoquímicos está inserido na Ementa.

Na Questão 1, desejava-se saber o que é o nitrogênio, uns totais de 66% dos alunos acertaram a resposta no primeiro questionário e 6% não respondeu. Já no segundo questionário a porcentagem de acerto subiu para 73% e nenhum aluno deixou de responder.

Na segunda questão foi perguntado quanto à importância do nitrogênio para os seres vivos, obteve-se variadas respostas nos dois questionários, sendo que em ambos os

questionários 40% dos alunos não responderam a essa questão. A resposta de que “atua nos processos metabólicos” somou 26% no primeiro questionário e no segundo dividiu-se com “atua na síntese proteica” somando 13% cada.

Quanto à pergunta 3 se os seres vivos conseguem assimilar o nitrogênio atmosférico, 20% dos alunos responderam que sim e 80% responderam não em ambos os questionários. Segundo Amabis (2016), mesmo o nitrogênio estando na atmosfera em grande quantidade os seres vivos não o assimilam em sua forma natural.

As respostas dos alunos quanto a questão 4 sobre os organismos responsáveis pelo processo de biofixação está apresentada no Gráfico 1.

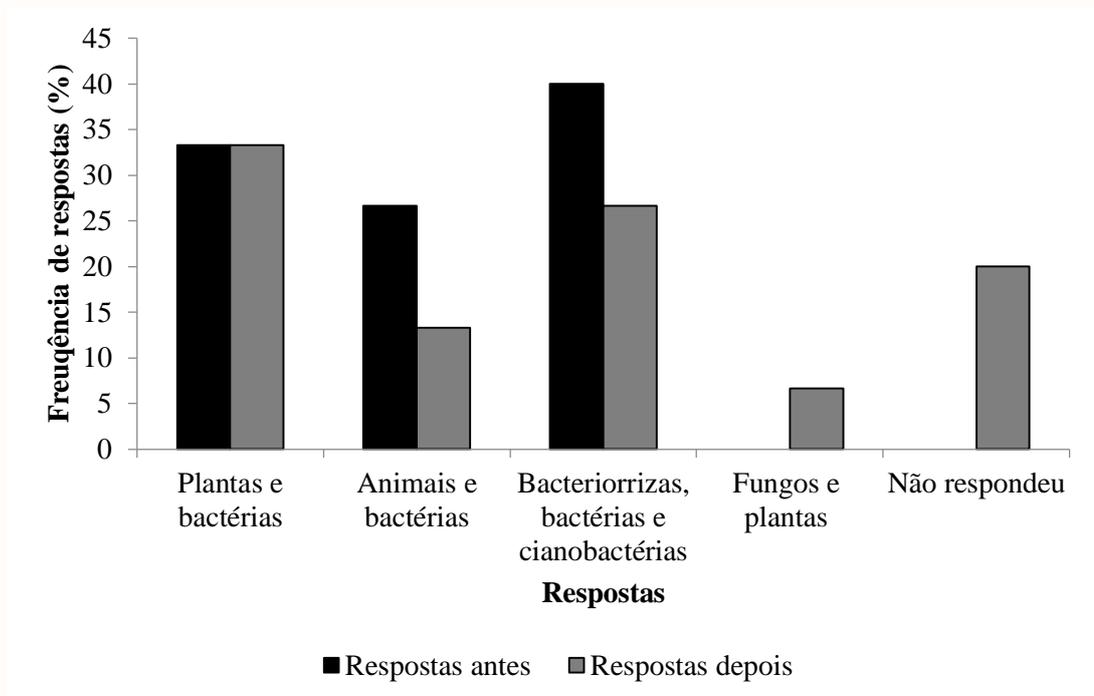


Gráfico 1.: Responsáveis pela biofixação

Observa-se no gráfico acima que 40% dos alunos entrevistados marcaram a resposta correta, “bactérias, bacteriorrizas e cianobactérias” e 60% responderam alternativas consideradas erradas. No questionário 2 apenas 26% dos alunos marcaram a resposta adequada, e um total de 34% assinalou plantas e bactérias. A porcentagem de respostas corretas diminuiu, pois os alunos acabaram fazendo uma pequena confusão com o fato de as plantas serem as primeiras a absorverem o íon amônio provenientes da fixação, porém elas não realizam a mesma. Apenas algumas poucas espécies de bactérias, chamadas de bactérias

fixadoras de nitrogênio, são capazes de incorporar os átomos de nitrogênio em moléculas orgânicas. (AMABIS, P.204. 2016).

Na questão 5 perguntava o nome do processo pelo qual o nitrogênio é convertido em íon amônio em que antes da atividade apenas 13% dos alunos responderam corretamente e após a atividade, 53% dos alunos responderam adequadamente.

As respostas da questão 6 sobre a fonte do íon amônio presente no meio ambiente estão apresentados no Gráfico 2.

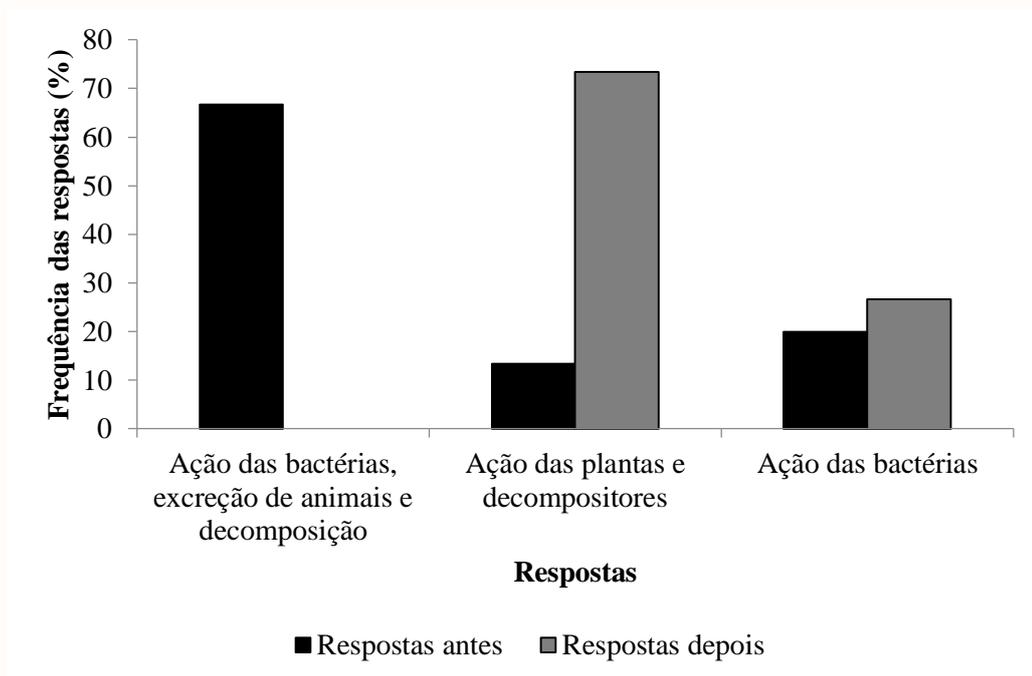


Gráfico 2.: De onde vem o íon amônio no ambiente

O gráfico acima mostra que um total de 66% dos alunos responderam a resposta correta antes da atividade e depois a porcentagem de respostas corretas aumentou para 73%. O íon amônio presente no ciclo do nitrogênio é proveniente de duas vias: fixação através das bactérias e também além da ação das bactérias, as excreções e decomposições dos animais por fungos e demais bactérias. (LOPES, ROSSO. p.83. 2016). Gráfico 2.

A questão 7 referiu-se sobre o processo de conversão do íon amônio pelas bactérias de vida livre. No primeiro questionário, antes da explanação sobre o conteúdo 40% dos alunos responderam corretamente e posteriormente 60% dos alunos responderam a alternativa correta. Podemos observar com esta questão que após a explanação sobre o ciclo do nitrogênio e sobre a aquaponia, os alunos obtiveram uma maior compreensão sobre o assunto.

Da mesma forma como existem organismos para realizarem a fixação do nitrogênio em amônia, há também organismos para converter o nitrato em nitrogênio e voltar à atmosfera. Na questão 8 objetivava-se saber dos alunos se eles tinham o conhecimento dos organismos responsáveis pelo retorno do nitrogênio atmosférico ao meio ambiente a partir do nitrato. Um total de 53% dos alunos acertaram no primeiro questionário optando pela opção “bactérias nitrificantes” e no segundo esse número subiu para 87% das respostas. A amônia é convertida em nitrito no processo conhecido por nitrificação e é transformado em nitrogênio novamente pelo processo de desnitrificação. (LOPES, ROSSO. p.83. 2016).

A partir de então as perguntas a seguir estavam presentes somente no questionário 2. Os alunos também foram questionados sobre considerar o sistema de aquaponia um recurso didático, em que 100% dos alunos responderam que sim e achavam uma boa opção de instrumento metodológico. Dentre as justificativas dadas, estavam as que “o sistema é facilitador para a explicação dos conteúdos”, “alternativa de cultivo sustentável” e “boa forma didática”, “ótimo para os alunos verem na prática o que já vêem na teoria” e “é de fácil implantação”, dentre outros.

Segundo Frederick (2005) os sistemas aquícolas são instrumentos eficazes em oferecer aos alunos novos processos de aprendizagens mais práticas. Há um tempo, a agricultura usada nas escolas era voltada somente para escolas específicas, com intuito de facilitar a aprendizagem, no entanto, cada vez mais a escola secundária vem implementando os sistemas de aquicultura em suas grades como um veículo para ensino de ciências, matemática, dentre outras disciplinas.

Questionados se a explicação do ciclo do nitrogênio utilizando o sistema de aquapônia contemplou bem o assunto, 93% dos alunos entrevistados afirmaram ter contemplado e 7% afirmou não ter contemplado, utilizando a justificativa de que ainda teve dúvidas ao final da apresentação.

Genello et al., (2015) fala que a aquaponia incorpora conhecimentos de uma variedade de assuntos como por exemplo biologia, agricultura, engenharia, química, nutrição e tecnologia. A aquaponia é uma excelente ferramenta no ensino de ciência em todos os níveis educacionais, da educação básica a universidade e dependendo do nível educacional, a aquaponia pode ser usada para finalidades diferentes.

Para finalizar o questionário, os alunos deveriam pensar como futuros docentes e expressar se em suas aulas utilizariam do sistema de aquaponia como um facilitador de conteúdo para seus alunos visto que o sistema de aquaponia não engloba somente o ciclo do nitrogênio, e sim, vários outros conteúdos (Genello et al., 2015). Um total de 93% dos alunos afirmou que utilizariam o sistema em suas aulas e 7% não utilizariam.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade utilizando a Aquaponia mostra como uma proposta de recurso diático facilitador do ensino de Ciências e Biologia frente os resultados obtidos no trabalho em que os alunos tiveram um bom desempenho após a realização da atividade. Além disso, 93% dos professores em formação inicial afirmaram que utilizaria o sistema de Aquaponia em suas respectivas aulas futuras como forma didática que contribui para unir teoria e prática.

### REFERÊNCIAS

- AMABIS José Mariano. **Biologia moderna**: Amabis e Martho – 1.ed. – São Paulo: moderna, 2016.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**. <Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>.> Acesso dia 20/06/19.
- CARMOUZE, J.P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher / Fapesp. 1994. 253p
- CARNEIRO, Paulo César Falanghe et al. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**/ 23 p. II. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 189). 2015.
- FREDERICK, J. A. Science in action: tools for teaching urban aquaculture concepts. In: **Urban Aquaculture**. Cambridge: CABI Pub, 2005.
- GENELLO, Laura et al. **Fish in the classroom**: a Survey of the use of aquaponics in Education. *European Journal of Health Biology Education*, v. 4, n. 2, p. 9-20, 2015.
- GONDIN, C. M. M.; MACHADO, V. M. Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 10. 2015. Águas de Lindóia/SP, Anais... Águas de Lindóia/SP, 2015.

HART, Emily R., WEBB, James B.; DANYLCHUK, Andy J. 2013. **Implementation of aquaponics in education:** An assessment of challenges and solutions. Science Education International, v.24, n.4, p.460- 480.

KUBTIZA, F. **A qualidade da água na produção de peixes:** Parte I. Panorama de Aqüicultura. Ed. 45. 1998.

LOPES, L. A.; SCHRÖDER, N. T. A elaboração de aplicativos para dispositivos móveis como prática educativa no ensino de Ecologia. **Revista Tecnologias na Educação.** n. 8., v. 17, p. 2-21. 2016.

LOPES, Sônia. Bio, volume 1 / Sônia Lopes, Sergio Rosso. -- 3. ed. -- São Paulo : Saraiva. 2016.

NELSON, Rebecca. L. **Ten great examples of aquaponics in education.** Aquaponics Journal, v.3, .46, p.18-21, 2007.

NICOLA, Jéssica Anise. PANIZ, Catiane Mazocco. **A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia.** 2016.

PEREIRA, L.P.F.; MERCANTE, C.T.J. **A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água.** Uma revisão. B. Inst. Pesca, São Paulo, 31(1): 81 – 88. 2005.

PICOLI, F.; LOPES, D.L.A. **A importância do monitoramento da qualidade da água na Piscicultura.** Caderno Rural. Ed. 222, 10. 2018.

RAKOCY, James E., MASSER, Thomas M.; LOSORDO, Michael P. **Recirculating Aquaculture Tank Production Systems:** Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture. SRAC Publication, v. 454, p.1-16. 2006.

REIS, R. C. **Análise da atividade discursiva e uma sala de aula de ciências:** a química dos ciclos biogeoquímicos no ensino fundamental. 2012. 143 f. Dissertação (Mestrado e Química). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

RICKLEFS, R.E. **A economia da Natureza.** 2010. 6 ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

SILVA, M.S.G.M.; LOSEKANN, M.E.; HISANO, H. **Aqüicultura:** manejo e aproveitamento de efluentes. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP. 2013. 39 p.

SILVA, T.R.; SILVA, B.R. **Reflexões sobre a abordagem de ciclos biogeoquímicos no ensino em ciências:** considerações para um enfoque em CTS. Revista do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica. v. 5, n. 2, p.5-18. 2017.

SILVA, M. A. S. et al. **Utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências naturais em turmas de 8º e 9º anos de uma Escola Pública de Teresina no Piauí.** 2012.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: **I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM,** Maringá, 2007.

SOMERVILLE, Christopher et la. **Small-scale aquaponic food production.** Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Rome, FAO. 2014. 262 pp.

## ANEXO

### QUESTIONÁRIO

#### DADOS PESSOAIS

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

#### DADOS SOBRE O CICLO DO NITROGÊNIO

1.O que é o nitrogênio?

\_\_\_\_\_

2.Qual a importância do nitrogênio presente nos ecossistemas para os seres vivos? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3.Os seres vivos conseguem assimilar o nitrogênio na forma presente na atmosfera?

( ) SIM ( ) NÃO

4.Quem são os organismos responsáveis por converter o nitrogênio em formas assimiláveis pelo processo chamado de BIOFIXAÇÃO?

( ) plantas e bactérias

( ) bacteriorrizas, bactérias e cianobactérias

( ) ANIMAIS e bactérias

( ) FUNGOS e plantas

( ) OUTROS: \_\_\_\_\_

5. O nitrogênio atmosférico é convertido em íon amônio por o processo chamado de:

- fixação
- amonificação
- nitrificação
- desnitrificação
- OUTROS: \_\_\_\_\_

6. O íon amônio presente no meio ambiente é oriundo de:

- ação das bactérias, excreção dos animais e decomposição de fungos e bactérias
- ação das bactérias
- ação das plantas e decomposição
- OUTROS: \_\_\_\_\_

7. O íon amônio são transformados pelas bactérias de vida livre pelo processo chamado de?

- fixação
- amonificação
- nitrificação
- desnitrificação
- OUTROS: \_\_\_\_\_

8. O nitrogênio atmosférico retorna ao meio ambiente a partir do nitrato pela ação de:

- bactérias nitrificantes
- bacteriorrizas
- bactérias desnitrificantes
- plantas
- OUTROS: \_\_\_\_\_

9. Você acredita que a aquaponia é um bom instrumento metodológico para o ensino de ciências e biologia?

SIM ( ) NÃO ( )

Justifique \_\_\_\_\_

10. O sistema de aquaponia como recursos didáticos contemplou os conteúdos sobre o ciclo do nitrogênio?

SIM ( ) NÃO ( )

Se não, porque: o que faltou para ser um reecusos didático satisfatório? \_\_\_\_\_

11. Dentro do seu planejamento de aula, utilizaria o sistema de aquaponia para ministrar o conteúdo de ciclo de nitrogênio nas aulas de ciências e biologia?

SIM ( ) NÃO ( )