AQUAPONIA: DUPLO SUCESSO PRODUTIVO

Bruno Marcos Nunes Cosmo[1], Tatiani Mayara Galeriani[2], Willian Aparecido Leoti Zanetti[3]
[1]Mestrando em Irrigação e Drenagem – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Unesp, brunomcosmo@gmail.com
[3]Mestranda em Agricultura – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Unesp, tatianigaleriani@gmail.com
[3]Mestrando em Irrigação e Drenagem – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Unesp, willianleoti@gmail.com

RESUMO

Devido às elevadas taxas de crescimento populacional e as exigências desta população em alimentos e outros artigos em quantidade e qualidade, novos sistemas de produção que alinhem a conservação de recursos são estudados, em tal contexto a aquaponia surge como alternativa para atender tais exigências. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo levantar informações para caracterizar a aquaponia, desde seu surgimento até as perspectivas para o sistema. O termo aquaponia refere-se à produção integrada de organismos aquáticos e vegetais, embora ele seja relativamente recente, refere-se a uma técnica praticada pelos Astecas a mais de 1000 anos a.C. Para o sucesso da produção deve-se conhecer os componentes básicos do sistema, constituídos pelos organismos aquáticos, vegetais e o filtro ou biofiltro. Como pontos fortes, o sistema promove o aproveitamento de nutrientes da aquicultura, elevada economia de água e versatilidade, tendo como limitações especialmente a exigência em conhecimento técnico. Os estudos demonstram a viabilidade do sistema, além de ressaltar perspectivas de consolidação de forma acessível e com baixo custo no futuro. Portanto, destaca-se que a aquaponia pode atender às exigências de mercado, produtivas e ambientais atuais, permitindo produção sustentável, eficiente e viável, carecendo ainda de mais estudos e experimentos.

Palavras-chave: Aquicultura. Sustentabilidade. Eficiência.

1 INTRODUÇÃO

Devido às altas taxas de crescimento populacional, o setor agropecuário encontra-se cada vez mais pressionado na busca por mecanismos que permitam o suprimento em quantidade e qualidade de artigos do setor primário, como matéria prima para a indústria e em especial alimentos para a população em expansão (EMBRAPA, 2018).

No que tange às perspectivas futuras de mercado, os consumidores tornam-se cada vez mais providos de conhecimento e com isso, almejam não apenas a satisfação de seus desejos momentâneos, mas também a representatividade de suas vontades, ou seja, não desejam apenas consumir um produto, querem saber sua procedência, se auto identificar com tal produto e se possível receber valores atrelados ao consumo, como, por exemplo, consumo de produtos saudáveis, sustentáveis e etc. (CARVALHO, 2011).

Alinhando-se às necessidades quantitativas devido ao crescimento populacional e qualitativas devido ao afinamento das exigências de consumo, junto das tendências

globais de desenvolvimento sustentável e conservação do meio ambiente, sistemas de produção alternativos e cada vez mais eficientes são estudados e desenvolvidos (LOPES; LOPES, 2011; CUNHA et al., 2014).

A necessidade de aumentar a viabilidade produtiva alinhada a manutenção de recursos, permeia principalmente ações voltadas à conservação do solo e da água, tidos como recursos básicos para os sistemas agropecuários e para manutenção da vida no planeta, em especial a água, considerada fonte de vida universal (BERTOL et al, 2016).

Dentre os avanços agrícolas, pode-se destacar a evolução da irrigação, tanto em métodos como irrigação por aspersão (FARIA et al., 2012), pivô central (ALMEIDA et al., 2018), gotejamento (SILVA et al., 2014), subirrigação (MELO JÚNIOR et al., 2013) e outros, quanto em técnicas como a fertirrigação (CUNHA et al., 2018), fungigação, herbigação e outras (BALDIN et al., 213).

Outros exemplos de evolução na agropecuária que estão alinhados às tendências globais são os sistemas hidropônicos, tanto convencionais (MARQUES et al., 2014), quanto variações, por exemplo, bioponia, aeroponia (CALORI et al., 2014) e aquaponia (HUNDLEY; NAVARRO, 2013). De acordo com Carneiro et al. (2015), a aquaponia é o sistema de produção conjunta de organismos aquáticos como peixes e vegetais, sendo sua análise e compreensão o alvo foco deste trabalho.

Considerando as afirmações anteriores, o presente trabalho teve como objetivo levantar informações para caracterizar a produção aquapônica, desde seu surgimento, funcionamento, aspectos positivos e limitações até as perspectivas futuras do sistema.

2 DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

2.1 CONCEITOS INICIAIS

A aquaponia de acordo com Hundley et al. (2013), Hundley e Navarro (2013) e Lavach et al. (2018), pode ser considerada uma modalidade de produção de alimentos que envolve a integração entre a aquicultura e a hidroponia em um único sistema, neste sistema ocorre a recirculação de água e nutrientes, permitindo uma produção mais sustentável, eficiente e com menores impactos ao meio ambiente.

Com relação a origem da produção aquapônica, vários trabalhos trazem uma informação semelhante, de acordo com Araújo (2015), Emerenciano et al. (2015) e Souza et al. (2019), o termo atualmente empregado para se referir a produção integrada pode ser considerado recente, entretanto, a técnica de produção em si era realizada a mais de 1.000 anos a.C por povos como os Astecas por meio das Chinampas, uma forma de agricultura

sobre jangadas que desempenham a função de substrato flutuante sobre os lagos, onde as plantas se desenvolviam retirando nutrientes da água.

O emprego da palavra "aquaponia" é relativamente recente, e os estudos envolvendo a prática também tem maior consolidação nas últimas décadas, de acordo com Carneiro et al. (2015), apesar das técnicas de aquicultura e hidroponia de forma isolada serem realizadas a mais de 50 anos, as pesquisas relativas à integração em aquaponia passam a ter maior expressividade só após os anos 2000.

Dentre os trabalhos sobre aquaponia, James E. Rakocy, é destacado como o pai da aquaponia moderna, sendo um dos grandes disseminadores de estudos sobre a técnica, como pode observar-se em seus trabalhos Rakocy et al. (2003), Rakocy et al. (2006), Rakocy (2007) e Rakocy (2012).

Além de Rakocy, vários outros pesquisadores vêm estudando a técnica e as possibilidades de integração são diversas, tanto em relação aos organismos aquáticos, quanto aos vegetais. Citam-se estudos com organismos aquáticos, dentre eles, peixes, como a tilápia (HUNDLEY et al., 2013; LAVACH et al., 2018), tenca (NEGRÃO, 2014) e capas coloridas (ROS, 2017), camarões (CASTELLANI et al., 2009), rãs (MELLO et al., 2019), dentre outros.

Com relação aos vegetais destaca-se a alface (CASTELLANI et al., 2009; ROS, 2017), manjericão (HUNDLEY et al., 2013; NEGRÃO, 2014), manjerona (HUNDLEY et al., 2013), agrião (CASTELLANI et al., 2009) e morango (MASSEM et al., 2018), dentre outras com destaque para as espécies folhosas e aromáticas/ condimentares.

2.2 TÉCNICA

Conforme destacado no item anterior, a aquaponia é a produção integrada de organismos aquáticos com vegetais, em especial espécies folhosas, entretanto, existem detalhes específicos ao sistema que devem ser considerados para garantir o sucesso de sua realização, de acordo com Carneiro et al. (2015), a aquaponia pode ser realizada para fins domésticos ou comerciais, entretanto, ambos os casos exigem conhecimento.

No sistema são identificados principalmente três componentes básicos, sendo eles o ambiente de criação dos organismos aquáticos, os filtros ou biofiltros e o ambiente de cultivo vegetal, conforme Buss et al. (2015). Os autores ainda destacam que o biofiltro é o responsável pela interação entre os ambientes antagônicos, formados pela biomassa do ambiente aquático e a biomassa do ambiente de cultivo, assim o biofiltro age como uma espécie de biodigestor, que processa os resíduos da aquicultura.

Cada um dos componentes básicos do sistema exige cuidados específicos, o que demanda do produtor uma ampla visão de integração, desde o dimensionamento do tamanho do sistema, até a escolha das espécies aquáticas e vegetais. De acordo com Rakocy et al. (2006), embora o sistema de produção seja integrado, às espécies aquáticas são consideradas o produto principal, enquanto seus derivados (resíduos ricos em nitrogênio e fósforo) são aproveitados pelos vegetais de forma secundária.

Sobre as espécies aquáticas, conforme citado, várias são as possibilidades de uso (peixes, camarões, rãs e afins), contudo, a escolha da espécie permeia diversos fatores, como a adaptação destas ao cativeiro, os parâmetros de qualidade da água empregada, pH, dureza, a inserção de sistemas de aeração, o dimensionamento (taxa populacional da espécie), temperatura para desenvolvimento, condutividade elétrica, tolerância aos compostos nitrogenados, dentre diversos outros fatores envolvidos no sistema aquapônico (HUNDLEY et al., 2013; CARNEIRO et al., 2015).

Esses conhecimentos se fazem necessários uma vez que de acordo com Corrêa et al. (2018), a maioria dos sistemas aquapônico preconiza o reaproveitamento completo da água do cultivo, reduzindo muito o volume de água exigido e a liberação de resíduos, entretanto, essa recirculação indeterminada gera características próprias ao ambiente.

O componente vegetal por sua vez, sendo classificado como produto secundário de acordo com Rakocy et al. (2006), deve ser escolhido em função do organismo aquático, ou seja, adequando as exigências do primeiro, deve ser capaz de se desenvolver com a água proveniente do ambiente aquático e tolerante às condições desfavoráveis de cultivo.

O componente representado pelos biofiltros é de acordo com Buss et al. (2015), a ponte de ligação entre os ambientes de produção, diversos podem ser os materiais e as formas dos filtros empregados na aquaponia de acordo Hundley e Navarro (2013) e Carneiro et al. (2016), os filtros biológicos podem ser alagados ou de nível variável, sendo constituídos por diferentes materiais como argila expandida, pedra brita, casca de coco e afins, sua função é garantir a máxima retirada dos nutrientes pelas plantas e evitar o retorno de elementos tóxicos para o tanque com organismos aquáticos.

Ainda relacionado ao filtro biológico, para o aproveitamento dos compostos produzidos é necessário que os compostos produzidos no ambiente aquático sejam convertidos em formatos assimiláveis pelas plantas, por exemplo, de acordo com Camera et al. (2017), o nitrogênio é liberado na forma de amônia pelos organismos aquáticos, devendo ser convertido em nitrito e em seguida em nitrato, por meio de bactérias para sua utilização pelos vegetais.

Neste contexto, o biofiltro é o ambiente onde bactérias responsáveis pelo processo de conversão (gêneros nitrobacter e nitrosomonas), podem se fixar, tais bactérias ainda exigem pH próximo a 7,0, temperaturas entre 20 a 28ºC e alcalinidade total basal de no mínimo 100 mg L^{-1}, além de amplo local de fixação (HUNDLEY; NAVARRO, 2013).

Portanto, com as informações anteriores nota-se que é necessário obter um ambiente equilibrado em função dos organismos aquáticos, espécies vegetais e as bactérias essenciais ao sucesso da interação, em teoria existe elevado potencial de uso de espécies aquáticas e vegetais no sistema, entretanto a combinação mais adequada destas é que garantirá o sucesso do sistema.

2.3 ASPECTOS POSITIVOS E LIMITAÇÕES

A aquaponia é um sistema extremamente eficiente por conciliar necessidades dos sistemas que o geraram, pois, um dos grandes problemas da aquicultura, segundo Mazzei et al. (2013), é o excesso de nutrientes presentes na água de cultivo proveniente dos rejeitos dos organismos aquáticos, muitas vezes a água rica nestes compostos no sistema convencional é descartada em cursos hídricos promovendo a eutrofização dos mesmos.

Pelo lado da produção vegetal, os sistemas hidropônicos conforme Goldin et al. (2011), necessitam da inserção de nutrientes externos para que as plantas possam se desenvolver. Considerando estas demandas, a necessidade de destinar excesso de nutrientes por um lado e a inserção deles por outro, a aquaponia permite uma integração que gera duplo aproveitamento e rendimento econômico.

Considerando a utilização de água, recurso tão em alta nas últimas décadas, o sistema aquapônico de acordo com Carneiro et al. (2015) e Lavach et al. (2018), utiliza até 90% menos água do que os sistemas de cultivo convencionais. Para Lima et al. (2015), a aquaponia permite produção intensiva de alimentos e em meio urbano.

Portanto, a aquaponia promove o uso de rejeitos da aquicultura para o desenvolvimento de vegetais, reduz a eliminação de resíduos e contaminantes no ambiente, gera produtos de qualidade, proporciona elevada economia de água, além de poder ser empregada para fins comerciais ou domésticos.

Entretanto, como qualquer sistema de produção, existem limitações, de acordo com Lima et al. (2015), a aquaponia exige/ depende de energia elétrica de forma contínua para garantir o funcionamento do sistema, apresenta restrições para o uso de produtos fitossanitários devido a diversidade de organismos (pode ser considerada vantagem pela produção orgânica), apresenta pouca difusão no Brasil atualmente.

Outra forte limitação dos sistemas aquapônicos, devido a sua difusão em fase de crescimento pauta-se na necessidade de conhecimento técnico, uma vez que engloba noções de agricultura, aquicultura, nutrição, engenharia, biologia, economia, química, dentre outras áreas (CARNEIRO et al., 2015; LIMA et al., 2015; SOUZA et al., 2019).

Portanto, embora montar o sistema pareça algo simples, exige-se muito estudo e conhecimento para viabilização em pequena ou larga escala, além da possibilidade de alto custo e pouca disponibilidade de peças e equipamentos para o sistema e da combinação adequada de organismos aquáticos, vegetais e ambiente.

2.4 VIABILIDADE E PERSPECTIVAS

Os sistemas aquapônicos, como constatado são sistemas muito antigos, mas que nas configurações modernas passaram a ser estudados a relativamente pouco tempo, com foco nos trabalhos após o ano 2000, apresentam algumas limitações (LIMA et al., 2015), entretanto as vantagens com destaque na economia de água e integração de sistemas (CARNEIRO et al., 2015), possuem capacidade potencial de sobrepor os limitantes.

A variedade de organismos aquáticos como rãs, peixes, camarões e etc., e de vegetais como folhosas, morango e etc. (CASTELLANI et al., 2009; NEGRÃO, 2014; ROS, 2017; MASSEM et al., 2018; MELLO et al., 2019), que podem ser empregados nos sistemas evidenciam a capacidade adaptativa e evolutiva da aquaponia ao longo do tempo. A intensificação na produção de pescado e vegetais ao mesmo tempo gera condições de fornecer mais alimentos em menos tempo, com maior qualidade.

Portanto, para visualizar a viabilidade da aquaponia estudos locais e específicos devem ser realizados, mas os dados de trabalhos realizados na última década, demonstram que as expectativas futuras são promissoras e que a aquaponia tende potencial de se consolidar como um sistema produtivo acessível e de baixo custo nos próximos anos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Encerra-se este trabalho, destacando a evolução de técnicas produtivas antigas, mas com novas configurações que podem atender às exigências de mercado, produtivas e ambientais atuais, permitindo produção sustentável, eficiente e viável. Portanto, a aquaponia tem potencial de consolidação e adaptação aos cenários modernos e carece de mais estudos e experimentos com novas combinações de organismos aquáticos e culturas.

4 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. et al. Comparação da viabilidade econômica da agricultura irrigada por pivô central em sistemas de plantios convencional e direto com soja, milho e tomate industrial. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.11, n.2, p.256-273, 2018.

ARAÚJO, A. F. **Integração de plantas com espécies nativas de peixes em sistemas de aquaponia**. 77f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) apresentada a Universidade Federal de Santa Catarina. 2015.

BALDIN, E. L. L. et al. **Tópicos especiais em proteção de plantas**. Botucatu: FEPAF, 2013. 164p.

BERTOL, O. J. et al. **Manejo e conservação do solo e da água**. Paraná: CREA-PR, 2016.

BUSS, A. B. et al. Desenvolvimento da aquaponia como alternativa de produção de alimentos saudáveis em perímetro urbano. In: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 6., 2015, Orleans. **Anais...** Orleans: SENPEX, 2015. p.1125-1132.

CALORI, A. H. et al. Aeroponia pode inovar a produção de minitubérculos de batata no estado de São Paulo. **O Agrônomo**, v.64-66, p.42-51, 2014.

CAMERA, M. C. et al. Construção de um sistema aquapônico como ferramenta integradora de conceitos no ensino. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 37., 2017, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: EDEQ, 2017, p.1-7.

CARNEIRO, P. C. F. et al. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 27p.

CARNEIRO, P. C. F. et al. **Sistema familiar de aquaponia em canaletas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 16p.

CARVALHO, J. H. D. A publicidade nas redes sociais e a geração Y: A emergência de novas formas de comunicação publicitária. **Revista Negócios em Projeção**, v.2, n.2, p.91-105, 2011.

CASTELLANI, D.; CAMARGO, A. F. M.; ABIMORAD, E. G. Aquaponia: Aproveitamento do efluente do berçário secundário do camarão-da-Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) para produção de alface (*Lactuca sativa*) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*) hidropônicos. **Bioikos**, Campinas, v.23, n.2, p.67-75, 2009.

CORRÊA, B. R. S. et al. Aquaponia: Um sistema agroecológico resiliente. **Cadernos de Agroecologia**, v.13, n.1, p.1-7, 2018.

CUNHA, C. et al. Substratos alternativos para produção de mudas de alface e couve em sistema orgânico. **Scientia Pleno**, v.10, n.11, p.1-9, 2014.

CUNHA, F. N. et al. Uniformidade de irrigação por gotejamento sob fertirrigação com fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.12, n.7, p.3118-3128, 2018.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Visão 2030**: O futuro da agricultura brasileira. Brasília: Embrapa, 2018. 212p.

EMERENCIANO, M. G. C et al. Aquaponia: Uma alternativa de diversificação na aquicultura. **Panorama da aquicultura**, n.147, p.24-35, 2015.

FARIA, L. C. et al. Modelagem dos efeitos do vento na uniformidade da irrigação por aspersão: Aspersores de tamanho médio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.2, p. 133-141, 2012.

GOLDIN, A. R. O. et al. Crescimento e marcha de acúmulo de nutrientes em plantas de beterraba cultivadas em sistema hidropônico. **Bioscience Journal**, v.27, n.4, p.526-535, 2011.

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: A integração entre piscicultura e hidroponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2, p.52-61, 2013.

HUNDLEY, G. M. C. et al. Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjericão (*Origanum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de aquaponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.1, p.51-55, 2013.

LAVACH, F. L. et al. Aquaponia: Produção de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28., 2018, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ZOOTEC, 2018. p.1-5.

LIMA, J. F. et al. **Aquaponia**: Uma alternativa de diversificação na aquicultura e horticultura familiar do Amapá. Macapá: Embrapa Amapá, 2015. 2p.

LOPES, P. R.; LOPES, K. C. S. A. Sistemas de produção de base ecológica – A busca por um desenvolvimento rural sustentável. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v.4, n.1, p.1-32. 2011.

NEGRÃO, L. **Efeito do nível de proteína da ração no crescimento de tenca (*Tinca tinca*), no crescimento de manjericão (*Origanum basilicum*) e no balanço de nutrientes num sistema de aquaponia**. 109f. Dissertação (Mestrado em Aquacultura e Pescas) apresentado a Universidade do Algarve. 2014.

MARQUES, G. N. et al. Fenologia, consumo hídrico, rendimento e qualidade de minimelancia em hidroponia. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v.113, n.1, p.57-65, 2014.

MASSEM, D. S. et al. Aquaponia: Cultivo de morangos apenas com resíduos de peixes. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10., 2018, Santana do Livramento. **Anais...** Santana do Livramento: SIEPE, 2018. p.1-2.

MAZZEI, E. F. et al. **Pesca e aquicultura**: Metas para sustentabilidade. São Paulo: Unesp, 2013. 32p.

MELO JÚNIOR, J. C. F.; GERVÁSIO, E. A.; ARMINDO, R. A. Sistemas de automação para o manejo da subirrigação em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v.18, n.2, p.337-350, 2013.

MELLO, S. C. R. P. et al. Implantação de um sistema integrado de aquaponia para reutilização da água das baías de crescimento e terminação de rãs. In: REUNIÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO DE PESCA, 13., 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo: RECIP, 2019. p.161-163.

RAKOCY, J. E. Aquaponics - Integrating Fish and Plant Culture. In: TIDWELL, J. H. **Aquaculture Production Systems**. 1.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. p.343–386.

RAKOCY, J. E. et al. Aquaponic production of tilapia and basil: Comparing a batch and staggered cropping system. **Acta Horticulturae**, v.648, p.6370, 2003.

RAKOCY, J. E.; MASSER, M. P.; LOSORDO, T. M. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics - Integrating fish and plant culture. **Southern Regional Aquaculture Center**, Unit States, n.454, p.1-16, 2006.

RAKOCY, J. E. Ten guidelines for aquaponic systems. **Aquaponics Journal**, v.46, n.14-17, 2007.

ROS, M. M. C. S. **Produção integrada de alface (*Lactuca sativa*) e carpas coloridas (*Cyprinus carpio* var. *koi*) em sistema aquapônico**. 82f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) apresentada a Universidade Federal de Santa Catarina. 2017.

SILVA, M. A. et al. T. Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.3, p.241-249, 2014.

SOUZA, R. T. Y. B. et al. Formação continuada de professores de ciência utilizando aquaponia como ferramenta didática. **Ciência e Educação**, Bauru, v.25, n.2, p.395-410, 2019.