

Práticas alternativas na piscicultura para a agricultura familiar

Nágila Scarpi Nespóli¹; Ronald Assis Fonseca²; Erivelto Oliveira de Souza³; Layon Carvalho de Assis⁴; Tchesley Lyrio Queiroz⁵; Pedro Pierro Mendonça⁶

Resumo - Trata-se de uma revisão de literatura a respeito de alternativas que envolvem o cultivo de organismos aquáticos, com ênfase na produção de peixes, além da importância da agroecologia nesse contexto. O objetivo é apresentar algumas práticas que, manejadas de forma correta, podem contribuir para o desenvolvimento da atividade com menos impacto ao meio ambiente e gerar renda para famílias rurais, principalmente de pequena produção. São abordados conteúdos, tais como práticas que auxiliam na diminuição da poluição nos recursos hídricos, alimentos que podem ser substituídos parcialmente na dieta de peixes, qualidade da água e consórcio de espécies.

Palavras-chaves: Agricultura familiar. Cadeia produtiva. Ecodesenvolvimento. Piscicultura. Sustentabilidade.

Alternative practices in pisciculture for family farming

Abstract - This is a literature review about alternatives involving the cultivation of aquatic organisms, with emphasis on fish production, in addition to the importance of agroecology in this context. The objective is to present some practices that, properly managed, can contribute to the development of the activity with less impact on the environment and generate income for rural families, especially small producers. Contents such as practices that help to reduce pollution of water resources, foods that can be partially replaced in fish diet, water quality and species consortium are addressed.

Keywords: Family farming. Productive chain. Ecodevelopment. Pisciculture. Sustainability.

¹ Zootecnista, Mestranda em Agroecologia pelo Ifes, *Campus Alegre*

² Gestor Ambiental, M.Sc. Agroecologia pelo Ifes, *Campus Alegre*

³ Graduando em Engenharia de Aquicultura pelo Ifes, *Campus Alegre*

⁴ Graduando em Engenharia de Aquicultura pelo Ifes, *Campus Alegre*

⁵ Graduanda em Ciências Biológicas pelo Ifes, *Campus Alegre*

⁶ Zootecnista, D.Sc. Ciência Animal, Professor do Ifes, ppierrom@gmail.com

INTRODUÇÃO

A piscicultura é o setor agropecuário que, zootecnicamente, tem como objetivo o crescimento, produção, reprodução e alimentação racional de peixes, visando máxima produtividade, menor custo na produção e peixes de boa qualidade para servir como produto de compra e venda de pequenas famílias agricultoras (ARAÚJO, 2010). Tal atividade, quando gerenciada de forma incorreta, causa impactos negativos, como a introdução de espécies exóticas, gerando competição com espécies nativas (CASTELLANI; BARRELLA, 2006), geração de efluente líquido e resíduos sólidos oriundos das sobras de alimentos e medicamentos veterinários que poluem os recursos hídricos (MARQUES *et al.*, 2018), restos de escamas, vísceras, sangue e carcaça proveniente da retirada do filé de peixe, além do acúmulo do lodo no fundo dos viveiros.

Devido aos impactos gerados pela piscicultura, práticas inovadoras, como a aquaponia (CELESTRINO; VIEIRA, 2018), o uso de tecnologias, como “Sisteminha Embrapa” (GOMES *et al.*, 2018), o policultivo, biofertilizantes e composteiras surgiram como alternativas para uma atividade mais sustentável. Essas atividades atuam respectivamente na recirculação de água e aproveitamento do uso do efluente do tanque de peixes; produção diversificada de alimentos vegetais e animais; contribuem na diversidade de espécies, aumentando a opção de venda; e destinação correta dos resíduos da filetagem de peixe. Com isso, os impactos ambientais causados pela má gestão da atividade são minimizados, garantindo a qualidade ambiental, a soberania alimentar e melhoria na qualidade dos alimentos (SILVA *et al.*, 2018).

Mas antes de implantar qualquer tecnologia numa propriedade, é importante reconhecer os valores sociais, econômicos e ambientais, para que a aplicação prática atenda aos reais interesses da sustentabilidade (LIMA *et al.*, 2018) e da unidade produtiva. A sustentabilidade envolve a dinâmica do planeta Terra sobre seus organismos vivos para que eles consigam fortalecer-se e coevoluir ao mesmo tempo

que mantém conservada a ecologia do sistema (BOFF, 2017). Além disso, busca-se com a Agroecologia, oferecer à agricultura familiar novas maneiras de produzir com o mínimo impacto à natureza e ao ser humano e conseguir gerar renda a partir de ações não convencionais.

Assim, pesquisadores, extensionistas e a comunidade rural podem contribuir com a disseminação do conhecimento compartilhando o saber empírico e o científico, estimulando o desenvolvimento de uma aquicultura socialmente, economicamente e ambientalmente sustentável (CALBINO *et al.*, 2018). Por isso, com este trabalho, buscou-se levantar estudos sobre práticas alternativas na aquicultura que possam servir de modelo às pequenas e médias família produtoras de modo a incentivar o desenvolvimento da atividade com menos impacto.

AQUICULTURA E AGROECOLOGIA: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

De acordo com Silva *et al.* (2018), a aquicultura é a atividade designada a cultivar organismos aquáticos, como peixes, crustáceos, moluscos, algas e plantas aquáticas. Tal prática envolve produção em água doce ou em água salgada sob condições controladas (SEBRAE, 2015).

Com o desenvolvimento e popularidade da aquicultura, houve a necessidade de tecnificar a produção para atender à crescente demanda populacional (BURSZTYN; ASSAD, 2000). Porém, a expansão da aquicultura, bem como de outras atividades agropecuárias, trouxe consequências negativas, como demanda de insumos externos à propriedade, assoreamento dos rios, eutrofização de ambientes lênticos, perda da biodiversidade devido ao monocultivo e marginalização da agricultura familiar (SIQUEIRA, 2018).

Nesse contexto, surge a necessidade de analisar os setores produtivos que controlam o sistema agroalimentar no mundo e adaptar novos conhecimentos - ou tornar acessíveis os que já existem - baseando-se nos princípios da agro-

ecologia (LIMA et al., 2018). A Agroecologia possui alguns conceitos e definições, mas, no geral, é considerada como ciência que propõe metodologias, conceitos e fundamentos que permitem estudar, pesquisar, desenhar e avaliar a natureza dos agroecossistemas de maneira a compreender seus efeitos sociais, culturais, ambientais e econômicos das produções agrícolas (ALTIERI, 2004). Essa ciência multidisciplinar segue os conceitos de agroecossistemas, métodos ecológicos de análise de sistemas, tecnologias suaves e fontes alternativas de energia (CAPORAL; COSTABEBER, 2004), tornando-se ferramenta indispensável para a agricultura familiar, pois essa ciência, segundo Toletto (2005), contribui nas tomadas de decisões da família agricultora mediante a realidade de seu espaço (solo, vegetação, relevo, condição social e econômica) de maneira a compreender a sua complexidade.

Dessa forma, seguir os princípios da agroecologia contribui para o redesenho do sistema produtivo, diminuindo os impactos negativos causados pela aquicultura convencional. Por isso, Valenti et al. (2011) concluem que, para ser reconhecida como atividade sustentável, a aquicultura deverá atender a questões sobre uso racional dos recursos naturais sem degradar o meio ambiente em que está enquadrada, gerar renda para a família e comunidade locais e estar socialmente comprometida com os ideais da agricultura familiar.

POLICULTIVO E CONSÓRCIO NA AQUICULTURA

Na agroecologia, a diversidade é um dos pontos mais importantes a serem trabalhados, pois garante uma interconexão entre todos os fatores envolvidos e, como sabemos, na natureza nada acontece de forma isolada (PRIMAVESI, 2008).

O policultivo é um sistema de produção aquícola que visa produzir no mesmo viveiro duas ou mais espécies compatíveis, com diferentes hábitos alimentares (NEW et al., 2010). Esse sistema tem como objetivo otimizar o aproveitamento do alimento existente no viveiro, sem aumentar a competição

entre os organismos produzidos (HENRY-SILVA et al., 2015). Diversas são as vantagens do policultivo, em especial para pequenos e médios produtores, ao proporcionar maior diversidade de produtos e, em produções com diferentes ciclos de cultivo, é possível realizar a despesca em diferentes períodos no ano (GERHARDINGER, 2010). O policultivo também reduz os impactos ambientais causados pela aquicultura, uma vez que algumas espécies se alimentam dos resíduos nitrogenados de outras, que posteriormente seriam convertidos em amônia tóxica (MARTÍNEZ-PORCHAS et al., 2010).

Apesar do policultivo receber pouca atenção dos pesquisadores (VALENTI, 2002) e pouco incentivo governamental (EHLERS, 2009), alguns trabalhos já evidenciam as vantagens de optar por esse sistema de produção.

Almeida et al. (2015) demonstraram que a conversão alimentar do curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*) não era afetada mesmo quando eram criados em policultivo com o camarão-canela (*Macrobrachium acanthurus*) e concluíram que era possível a introdução do camarão-canela em baixas densidades, garantindo ao produtor um incremento na biomassa total produzida, sem afetar o desenvolvimento da espécie principal.

Outro policultivo viável técnica e economicamente é o de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) com camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*), uma vez que o camarão-da-amazônia cultivado no viveiro com a tilápia não alteram sua sobrevivência nem o seu ganho de biomassa (HENRY-SILVA et al., 2015).

O consórcio, associação do cultivo de espécies terrestres com o cultivo de organismos aquáticos, é mais um sistema integrado de produção que também pode ser usado para aumentar a sustentabilidade econômica do empreendimento (VALENTI, 2002). Um exemplo é a rizipiscicultura, na qual a presença do peixe, além de não afetar a cultura do arroz negativamente, traz como vantagem econômica e ambiental a redução de agrotóxicos para preparação do solo (MARCHEZAN et al., 2006).

Das produções de peixes e vegetais, a aquaponia vem ganhando espaço tanto na geração de renda como ferramenta para educação ambiental quanto em disciplinas como matemática, biologia, economia e engenharias por ser uma alternativa que, além de produzir alimento de qualidade e com menos impacto ambiental, contribui para a reeducação da sociedade de maneira sustentável (CARNEIRO et al., 2015). Essa técnica permite que os nutrientes gerados pela produção de peixes em cativeiro sejam utilizados pelas plantas no sistema hidropônico, tornando-o um sistema altamente equilibrado (HUNDLEY; NAVARRO, 2013), além da recirculação da água, que evita um consumo excessivo comparado a outros sistemas (ROS et al., 2018).

Criventi et al. (2009), em seu trabalho com criação de tilápia-do-nilo associada à produção de alface (*Lactuca sativa*), demonstraram a viabilidade e eficiência dessa associação no sistema aquapônico, sem a necessidade do uso de aditivos na água para o desenvolvimento da alface. Resultado similar foi averiguado por Hundley et al. (2013) no cultivo de manjerona (*Origanum majorana*) e manjerição (*Origanum basilicum*) associado ao cultivo de tilápia-do-nilo em sistema de aquaponia.

ALIMENTAÇÃO ALTERNATIVA

A Lei nº 11.326/2006 define a agricultura familiar como aquela que exerce atividades rurais em um espaço de até quatro módulos fiscais, onde a mão de obra e a administração da atividade seja predominante da própria família e que a renda seja, com o mínimo de percentual, proveniente da atividade do próprio estabelecimento (MAPA, 2016). São produtores e produtoras rurais que produzem o essencial para a sua sobrevivência e geração de renda e, muitas das vezes, deparam-se com os altos preços dos insumos externos, problemas no escoamento da produção (falta de transporte, estradas em péssimas condições) e dificuldade no armazenamento dos produtos.

Para contornar esses desafios, principalmente ao tratar-se da dependência de insumos externos, a

agroecologia pode potencializar a sustentabilidade da agricultura familiar, priorizando o uso de insumos internos e, assim, diminuir os custos para os produtores. Como exemplo, o uso alternativo de alimentos para a atividade pesqueira traz grandes benefícios aos produtores diante das dificuldades encontradas (CANUTO et al., 1994). A vantagem de produção de ração com ingredientes locais pela agricultura familiar reflete na qualidade da água, na independência de insumos externos ao se dar preferência a restos de horta e esterco de animais para alimentar os peixes (CHEMANE, 2017). Contudo, é importante avaliar a viabilidade do uso de alimentos alternativos na nutrição de peixes, identificando o seu potencial nutricional, disponibilidade de minerais e digestibilidade (HISANO et al., 2008), afinal, Ribeiro et al. (2016) explicam que o sucesso da produção está relacionado à utilização de dietas com ingredientes de baixo custo e balanceados nutricionalmente para a espécie cultivada.

Os maiores entraves enfrentados pela produção de organismos aquáticos, principalmente os peixes, é o alto custo da ração devido à elevada composição de aminoácidos necessários para atender às atividades metabólicas dos peixes (TAKAHASHI, 2005; ABIMORAD; CASTELLANI, 2011; ANDRADE et al., 2015). Para isso, busca-se alternativas de alimentação que possam substituir total ou parcialmente a ração comercial, baratear o custo de produção e ao mesmo tempo atender às demandas nutricionais dos peixes (SANTOS et al., 2015). No Quadro 1, encontram-se algumas opções de alimentação alternativa para a piscicultura na agricultura de baixa a média produção.

Quadro 1. Opções para diversificar a nutrição de peixes em produção familiar

Alimento Alternativo	Benefícios	Espécies	Referências
Mandioca (<i>Manihot sculenta</i>)	Fonte energética (raiz) Fonte proteica (folhas novas)	Tilápia-do-nylo	Carvalho et al. (2012)
Capim-tifton ensilado	Proteína, extrato etéreo e fibras	Carpa-capim	Nascimento et al. (2018b)
Capim-teosinto	Fonte de fibra		Costa (2011)
Insetos	Fonte proteica Fonte de lipídios	Tilápia-do-nylo	Tubin (2017)
Goiaba	Fonte energética	Piava	Santos et al. (2009)
Alho e orégano (<i>in natura</i>)	Antimicrobiano; Auxilia no sistema imunológico	Juvenis de tilápia-do-nylo	Ribeiro et al. (2012)

Entre os alimentos que podem contribuir para a produção de peixe a baixo custo, Carvalho et al. (2012) apontam que a mandioca e seus subprodutos apresentam potencial na substituição parcial da ração convencional por ser rica em proteína (folhas) e carboidratos (raiz), além de ser um alimento barato e acessível. Por outro lado, Azevedo et al. (2016) trabalharam com inclusão de farelo da folha da mandioca para juvenis de tilápia-do-nylo. No entanto, os resultados apontaram para a inviabilidade dessa alternativa, a qual pode estar relacionada com a idade da planta e o estágio de desenvolvimento do peixe. Atento a isso, Cyrino et al. (2010) explicam que as rações ditas ambientalmente corretas, mas não necessariamente orgânicas, podem, por sua vez, conter elementos de pouca digestibilidade, e o emprego dessas rações pode gerar emissão de quantidades elevadas de material fecal e, assim, contaminar a água de tanques ou dos recursos hídricos.

Hisano et al. (2008) estudaram a composição nutricional da mandioca e explicam que os fatores antinutricionais variam conforme a quantidade e qualidade da mandioca fornecida, bem como o clima e a fertilidade do solo, os quais podem influenciar na composição nutricional desse alimento. Jesus et al. (2011) estudaram a inclusão do farelo da vagem da algaroba e da folha da mandioca em ração de juvenis de tilápia-do-nylo criados em água salobra

e concluíram que a adição de 20% dos farelos não comprometeu o desempenho zootécnico dos peixes nessa fase.

Outro exemplo de alimentação alternativa foi estudado por Vidotto-Magnoni e Carvalho (2009) ao capturarem exemplares de peixes em dois trechos do reservatório de Nova Avanhandava, em São Paulo. Observaram a diversidade de insetos terrestres e aquáticos no trato gastrointestinal dos peixes e o quanto esse aspecto foi essencial na biomassa desses animais em ambos os trechos.

O uso de insetos na alimentação de peixes também se torna alternativa interessante devido à quantidade de lipídeos e aminoácidos presentes nas fases larvais desses animais. Porém, há necessidade de mais estudos, visto que o tipo de inseto, a maneira como foi oferecido aos peixes, a espécie e a fase de vida dos peixes podem influenciar na aceitação e no seu desenvolvimento (TRAN et al., 2015). Freccia et al. (2016) trabalharam com farinha de insetos na dieta de alevinos de tilápia-do-nylo como fonte alternativa de proteína e concluíram que mesmo acrescentando níveis de farinha de insetos, não houve mortalidade nem interferiu no desempenho dos peixes. Porém, alertaram sobre a presença da quitina no exoesqueleto dos insetos, que pode prejudicar no ganho de peso e conversão alimentar. Costa (2019), no entanto, explica que cientistas ainda discutem sobre a ação da quitina,

a qual pode promover melhorias na imunidade e na saúde intestinal do peixe, além do aumento da resistência contra doenças. O mesmo autor ressalta que produzir insetos não precisa de altas tecnologias, permitindo que essa fonte de proteínas seja produzida em lugares cujos parâmetros sociais, naturais e econômicos sejam limitados.

Lazzari *et al.* (2018) utilizaram resíduos de frutas (goiaba, laranja, uva e figo) na dieta de juvenis de piaba e, conforme estudado, o uso alternativo de frutas não diferiu nos parâmetros de crescimento e composição corporal, mas ocasionou aumento de enzimas ligadas ao metabolismo de proteínas e lipídios, melhorando a eficiência alimentar dos peixes a longo prazo, sendo possível utilizar na dieta 7%, 10%, 8% e 9% de uva, figo, laranja e goiaba, respectivamente.

Existem outras possibilidades de produzir organismos aquáticos que não estejam vinculados com a forma convencional. Casaca e Jordani (2018) apresentaram um novo conceito para a aquicultura chamada “intensificação ecológica”, lançando o desafio de manter alta produtividade para atender a comunidade e respeitando o meio ambiente nos princípios da agroecologia. Os autores também

ressaltaram a importância de novos estudos para atender à construção de uma nova relação entre produtores, consumidores e o próprio produto.

MANEJO DOS RESÍDUOS DE PESCADO

Na agroecologia, o aporte de resíduos e a manutenção da matéria orgânica são princípios adotados na propriedade, evitando a destinação inadequada e diminuindo os custos com insumos externos. A reutilização dos resíduos torna-se uma alternativa mais sustentável para a aquicultura familiar que pode utilizar resíduos agrícolas para diversos fins, como cobertura de solo, adubação, alimentação e até mesmo beneficiamento para reuso ou reciclagem.

A aquicultura gera grandes quantidades de resíduos, sejam eles advindos de embalagens e restos de materiais, ou da própria geração oriunda da produção, como escamas, restos orgânicos, etc. A utilização desses resíduos pode gerar renda extra e diminuir custos com insumos externos. Atento a isso, no Quadro 2, encontram-se algumas opções para a destinação correta dos resíduos da piscicultura.

Quadro 2. Exemplos de destinação dos resíduos de pescado

Alternativas	Benefícios	Referências
Escamas de peixe para produção de artesanato	Geração de renda Diminuição da geração de resíduo Destinação final adequada para os resíduos gerados	Costa <i>et al.</i> (2016)
Composteira	Adubo orgânico Baixo custo	Sanes <i>et al.</i> (2015)
Biofertilizantes	Adubo orgânico	Sanes <i>et al.</i> (2013)
Farinha de pescado com farelo de milho	Fonte de elevada proteína bruta	Oliveira <i>et al.</i> (2014)

Estudos realizados por Stori *et al.* (2002) mostram que 35% do pescado é utilizado e que 65% do peso vivo é eliminado durante o processamento de evisceração e filetagem e, infelizmente, grande parte é descartada nos recursos hídricos, causando impacto ambiental.

Os resíduos lançados em corpos hídricos provocam aumento da concentração de fósforo e nitrogênio, permitindo proliferação de plantas aquáticas, consumindo grande quantidade de oxigênio dissolvido na água, prejudicando a sobrevivência de outros seres (SIPAÚBA-TAVARES *et al.*, 2008).

A compostagem está dentro dos inúmeros exemplos de reaproveitamento dos resíduos de pescados nas propriedades. Essa técnica consiste na decomposição da matéria orgânica por meio da ação de microrganismos presentes no ambiente (LOPES et al., 2017). O processo de compostagem é uma alternativa viável aos sistemas de produção orgânica em vista de suas características qualitativas nutricionais e biológicas (elevação dos teores de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, pH e saturação por bases), permitindo a obtenção do elevado grau de fertilidade dos solos no sistema orgânico (SANES et al., 2015).

Estudos realizados na Universidade Nilton Lins (UNL), avaliaram parâmetros físico-químicos do processo de compostagem de resíduos de peixes e concluíram que é uma alternativa viável para o aproveitamento dessa matéria orgânica (NASCIMENTO et al., 2018a).

Souza et al. (2017) formularam refeições à base de resíduos de peixes para alimentação humana, e tais refeições apresentaram altos valores biológicos e nutricionais, sendo excelentes fontes de cálcio, fósforo e ferro. Entre as refeições formuladas, a que teve como base a tilápia apresentou o maior teor de minerais.

Já em estudos feitos em aves, as farinhas de silagem de peixe têm composição físico-química que favorecem a utilização em dietas para frangos de corte, principalmente quando associadas a farelo de milho por apresentar maior eficiência no desempenho das aves (OLIVEIRA et al., 2014).

QUALIDADE DA ÁGUA

A manutenção da qualidade da água na aquicultura é um dos requisitos básicos para o sucesso da sustentabilidade no sistema produtivo. Essa qualidade pode ser influenciada por vários fatores como, por exemplo, a origem da fonte de abastecimento de água e o manejo alimentar (MERCANTE et al., 2012).

Condições inadequadas de qualidade da água resultam em prejuízo ao crescimento, à reprodução, à saúde, à sobrevivência e à qualidade dos peixes, comprometendo o sucesso dos sistemas de aquicultura (LEIRA et al., 2016).

A aquicultura pode, portanto, contribuir para a poluição e contaminação ambiental, pois tudo que entra nas unidades de cultivo (ração, fertilizantes, medicamentos, entre produtos químicos) retorna de alguma forma ao meio ambiente. A administração exacerbada e desordenada desses insumos pode causar uma má qualidade da água prejudicando não só a flora e a fauna aquática, como a população que vive do abastecimento desse recurso hídrico (TUNDISI, 2008).

O Quadro 3 apresenta alguns trabalhos encontrados na literatura que demonstram alternativas para melhoria na qualidade da água, utilizando organismos que possuem a capacidade de diminuição da carga orgânica no corpo hídrico ou viveiros.

Quadro 3. Alternativas para melhorar a qualidade da água nos corpos lânticos

Alternativas	Benefícios	Referências
Macrófitas aquáticas flutuantes	Redução da carga orgânica de fósforo e nitrogênio, diminuindo o risco de eutrofização	Henry-Silva e Camargo (2006)
Sistema composto por macrófitas aquáticas emersas no tratamento de efluentes de bagre-do-canal	Diminuição de N-amoniaca, de N-nitrito, do nitrogênio total, do fósforo total e dos sólidos em suspensão	Schwartz e Boyd (1995)
Organismos bentônicos bioindicadores	Diminuição de carga orgânica presente no lodo do fundo	Queiroz et al. (2000)
Uso de aguapé no cultivo de tambaqui	Remoção de fósforo da água	Silva et al. (2014)

A água possui características físicas, químicas e biológicas, as quais são de grande importância para a aquicultura, pois indicam os parâmetros ideais para a produção e para a qualidade do recurso. Os parâmetros físicos são divididos em temperatura, cor, turbidez e sólidos. Os parâmetros químicos são oxigênio dissolvido, pH, amônia e salinidade, e os parâmetros biológicos são coliformes e algas. Os peixes, por sua vez, influenciam na qualidade da água por meio de seus processos vitais, como eliminação de dejetos e respiração (FERREIRA et al., 2005).

Parâmetros como oxigênio dissolvido e temperatura, entre outros, estão diretamente relacionados com o desenvolvimento dos peixes (MALLASEN et al., 2008). Os fatores da qualidade da água interagem uns com os outros e com a flora e fauna presentes, influenciando as relações ecológicas existentes no ecossistema. Essa interação pode ser complexa, o que pode ser tóxico e causar mortalidades. Ros et al., (2018) demonstram que a importância de cada fator, o método de determinação e frequência do monitoramento dependem do tipo e da intensidade do sistema de produção usado.

Na agroecologia, a água também é fator limitante para qualquer tipo de produção, pois existe grande preocupação quanto à sua qualidade (PRIMAVESI, 2008). Para o abastecimento humano, existem parâmetros de qualidade que são analisados para adequação das diversas formas de uso e consumo (CONAMA, 2005).

Existem alternativas naturais e menos onerosas para o pequeno produtor garantir uma melhor qualidade da água para a sua produção e, conseqüentemente, devolvê-la de forma adequada ao corpo hídrico. Alguns trabalhos, como Henry-Silva e Camargo (2006), Schwartz e Boyd (1995), demonstraram a eficiência do uso de macrófitas para a redução da carga orgânica da água nos viveiros com redução dos teores de fósforo e nitrogênio.

A agroecologia apresenta diversas formas de conservação da água, e muitas delas podem ser utilizadas na aquicultura, principalmente para manter e melhorar a qualidade do recurso que é tão importante para o planeta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem práticas que contribuem para a minimização dos impactos gerados pelas atividades com organismos aquáticos. São fáceis de serem reproduzidas e, muitas vezes, de baixo custo, o que auxilia, como demonstrado pelas pesquisas apresentadas. São diversas as possibilidades para o pequeno aquicultor garantir renda e tornar-se independente do sistema convencional baseando-se na agroecologia e utilizando metodologias de produção que contribuem para o desenvolvimento sustentável da produção. Por isso, é importante que as relações entre o meio científico com o pequeno produtor sejam mais próximas no sentido de desenvolver pesquisas que atendam às reais demandas da família agricultora.

A percepção das vantagens de sistemas agroecológicos por parte da comunidade rural torna-se relevante quando beneficia não somente as demandas econômicas, mas também as interações sociais e ambientais entre as famílias agricultoras e entre a sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

- ABIMORAD, E. G.; CASTELLANI, D. Qualidade da ração e manejo alimentar na sustentabilidade econômica e ambiental em empreendimentos aquícolas. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 1, 2011.
- ALMEIDA, E. O. de et al. Policultivo do curimatã pacu com o camarão canela. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v. 41, n. 2, p. 271-278, 2015.
- ALTIERI, M. Agroecologia: objetivos e conceitos. In: **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- ANDRADE, C. L. et al. Nutrição e alimentação de Tilápias do Nilo. **Nutri-Time Revista Eletrônica**, v. 12, n. 6, 2015. Disponível em: <https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/350_-4464-4469_-_NRE_12-6_nov-dez_2015.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.
- ARAÚJO, J. R. **Avaliação de alimentos alternativos regionais para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2010. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2010.

- AZEVEDO, R. V. et al. Inclusão do farelo da folha da mandioca para juvenis de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 38, n. 3, p. 305-310, 2016.
- BOFF, L. As origens do conceito de sustentabilidade. In: **Sustentabilidade: o que é e o que não é**. Petrópolis: Editora Vozes, 2017. Cap. 2.
- BURSZTYN, M.; ASSAD, L. T. Aquicultura Sustentável. In: VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R. **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Brasília: CNPq, 2000. cap. 1, p. 33-72.
- CALBINO, D. et al. Possíveis equívocos na condução da extensão rural na agroecologia: alguns apontamentos teóricos para a produção do saber. In: **Cadernos de Agroecologia - Anais do VI Congresso Latino-Americano de Agroecologia, X Congresso Brasileiro de Agroecologia e V Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno**, v. 13, n. 1, 2018.
- CANUTO, J. C. et al. Sentido da agricultura familiar para o futuro da agroecologia. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 5, n. 9, p. 57-63, 1994.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. In: **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre: [s.n.], 2004.
- CARNEIRO, P. C. F. et al. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. (Documentos, 189).
- CARVALHO, P. L. P. F. et al. Valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca para a tilápia do nilo. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v. 38, n. 1, p. 61 – 69, 2012.
- CASACA, J. M.; JORDANI, G. A. P. Aquicultura sustentável: intensificação ecológica e serviços ecossistêmicos, dois conceitos que valem a pena conhecer. **Revista Panorama da Aquicultura**. v. 28, n. 170, 2018.
- CASTELLANI, D.; BARRELLA, W. Impactos da atividade de piscicultura na bacia do rio Ribeira de Iguape, SP-Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v. 32, n. 2, p. 161-171, 2006.
- CELESTRINO, R. B.; VIEIRA, S. C. Sistema Aquapônico: uma forma de produção sustentável na Agricultura Familiar e em área periurbana. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**. v. 4, n. 1, 2018.
- CHEMANE, A. **Segredos da Piscicultura de Ciclo Fechado: integrando conhecimento local com sustentabilidade econômica e ambiental. Capitalização de Experiências: Lições para o desenvolvimento em Moçambique e no Brasil** – v. 2, 2017.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357, de 18 de junho de 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2019.
- COSTA, D. V. da. Insetos como alimentação para a aquicultura: devaneio ou realidade. **Revista Panorama da Aquicultura**. v. 29, n. 171, 2019.
- COSTA, M. L. et al. Enzimas digestivas de juvenis de carpa capim alimentados com forragem e ração. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 563-570, 2011.
- COSTA, W. M. et al. Aproveitamento de resíduos de pescado: o artesanato com escamas de peixe. **Revista Ciência em Extensão**, v. 12, n. 2, p. 8-17, 2016.
- CRIVELENTI, L. Z. et al. Piscicultura superintensiva associada à hidroponia em sistema de recirculação de água. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 2, p. 109-116, 2009.
- CYRINO, J. E. P. et al. A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 68-87, 2010.
- EHLERS, E. **O que é agricultura sustentável**. Taubaté: Hedra, 2009.
- EMBRAPA. **Soluções tecnológicas: sistema integrado de produção**. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1251/sisteminha-emb-rapaufufapemig->>. Acesso em: 23 abr. 2019.
- FERREIRA, R. R. et al. Monitoramento de fitoplâncton e microcistina no reservatório da UHE Americana. **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, Viçosa-MG, v. 23, n. 2, p. 203-214, 2005.
- FRECCIA, A. et al. Farinha de inseto em dietas de alevinos de tilápia. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 252, p. 541-547, 2016.
- GERHARDINGER, R. C. **Policultivo de tilápias e robalos em pequenas unidades de produção aquícola de Santa Catarina**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2010.
- GOMES, J. F. B. et al. O “Sisteminha Embrapa” e a rentabilidade, resiliência e sustentabilidade de agroecossistemas familiares: estudo de caso no território da cidadania dos cocais, estado do Maranhão. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 405-425, 2018.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 21-28, 2006.
- HENRY-SILVA, G. G. et al. Integrated multi-trophic culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Amazon river prawn (*Machrobrachium amazonicum*) in brackish water. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 265-273, 2015.
- HISANO, H. et al. **Potencial da utilização da mandioca na alimentação de peixes**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. (Documentos, 94).

- HUNDLEY, G. C; NAVARRO, R. D. Aquaponia: a integração entre piscicultura e a 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 manjeriço (*Origanum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de aquaponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 51-55, 2013.
- JESUS, L. S. F. et al. Farelos da vagem da algaroba e da folha da mandioca em rações para juvenis de tilápia do Nilo mantidos em água salobra. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 1116-1125, 2011.
- LAZZARI, R. et al. Utilização de resíduos de frutas em dietas para piava. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 227-237, 2018.
- LEIRA, M. H. et al. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Pubvet**, v. 11, p. 1-102, 2016.
- LIMA, J. S. G. et al. Sistemas aquícolas, segurança alimentar e a construção do conhecimento agroecológico. **Cadernos de Agroecologia** - Anais do VI Congresso Latino-americano de Agroecologia, X Congresso Brasileiro de Agroecologia e V Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno, v. 13, n. 1, 2018.
- LOPES, I. G. et al. Compostagem orgânica: método eficiente para a gestão de resíduos de animais da aquicultura. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 14, p. 1-6, 2017.
- MALLASEN, M. et al. Produção de peixes em tanques-rede e a qualidade da água. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, p. 47-51, 2008.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **O que é agricultura familiar**. Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo, 2016. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/o-que-%C3%A9-agricultura-familiar>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- MARCHEZAN, E. et al. Produção integrada de arroz irrigado e peixes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 2, p. 411-417, 2006.
- MARTÍNEZ-PORCHAS, M. et al. Shrimp polyculture: a potentially profitable, sustainable, but uncommon aquacultural practice. **Reviews in Aquaculture**, v. 2, p. 73-85, 2010.
- MARQUES, E. A. T. et al. Desafio para a sustentabilidade da piscicultura na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Periódico Sustentare**, v. 2, n. 3, p. 14-29, 2018.
- MERCANTE, C. T. J. et al. Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. **Títulos não-correntes**, v. 21, n. 2, 2012.
- NASCIMENTO, M. S. et al. Avaliação e caracterização do processo de compostagem de resíduos de peixes. **Pubvet**, v. 12, n. 11, p. 1-7, 2018a.
- NASCIMENTO, T. G. et al. Desempenho de juvenis de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) alimentados com silagem de diferentes forrageiras tropicais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 1, p. 112-118, 2018b.
- NEW, M. B. et al. **Freshwater prawns: biology and farming**. Chichester: Blackwell, 2010.
- OLIVEIRA, C. R. et al. Composição físico-química e valores energéticos de farinhas de silagem de peixe para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 3, p. 933-939, 2014.
- PRIMAVESI, A. M. Agroecologia e manejo do solo. **Revista Agriculturas**, v. 5, n. 3, p. 7-10, 2008.
- QUEIROZ, J. F. et al. **Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da Bacia do Médio São Francisco**, Brasília -DF, nov. 2000. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado técnico, 6).
- RIBEIRO, F. M. et al. Alimentação e nutrição de Pirapitinga (*Piaractus brachipomums*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*): Revisão. **PUBVET**, v. 10, p. 873-945, 2016.
- RIBEIRO, P. A. P. et al. **Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce**, Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/EDITORA/20131002140549.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2019.
- ROS, C. R. R. et al. Consumo excessivo de água: aquaponia como método de sustentabilidade ambiental. In: CONGRESSO INTERNACIONAL, 6., SIMPÓSIO JURÍDICO, 8., 2018, Juína, MT. **Anais ... Juína, MT**, 2018.
- SANES F. S. M. et al. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. **Seminário: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1241-1252, 2015.
- SANES, F. S. M. et al. Fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. **XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 28 de Junho a 02 de Agosto, 2013.
- SANTOS, E. L. et al. Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com folha de mandioca desidratada na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 5, p. 1421-1428, 2015.
- SANTOS, E. L. et al. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 175-180, 2009.
- SCHWARTZ, M. E.; BOYD, C. E. Constructed wetlands for treatment of channel catfish pond effluents. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 57, n. 4, p. 255-266, 1995.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. et al. Water quality and zooplankton in tanks with larvae of *Brycon Orbignyanus* (Valenciennes, 1949). **Brazilian Journal Biology**, v. 68, n. 1, p. 77-86, 2008.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Aquicultura no Brasil: Série estudos mercadológicos**. Brasília/Distrito Federal, 2015.

- SILVA, A. D. R. et al. Eficiência do aguapé sobre variáveis limnológicas em canais de abastecimento utilizados no cultivo de tambaqui. **Acta Amazônica**, v. 44, n. 2, p. 255-262, 2014.
- SILVA, J. S. et al. Análise econômico-financeira da construção de tanques circulares para a aquicultura. ISSN: 2357-8068. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 6, n. 1, p. 50-60, 2018.
- SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para a produção de alimentos de forma sustentável. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 49, p. 119-170, 2018.
- SOUZA, M. L. R. et al. Formulation of fish waste meal for human nutrition. **Acta Scientiarum Technology**, v. 39, n. 5, p. 525-531, 2017.
- STORI, F. T. et al. **Proposta de aproveitamento dos resíduos das indústrias de beneficiamento de pescado de Santa Catarina com base num sistema gerencial de bolsa de resíduos**. In: Instituto Ethos, Peirópolis: Editora Fundação Peirópolis, p. 373-406, 2002.
- TAKAHASHI, N. S. **Nutrição de peixes**, 2005. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/nutricao_peixes.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2019.
- TOLETO, V. M. La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. **Journal Leisa, Revista de Agroecología**, 2005.
- TRAN, G. et al. Insects in fish diets. **Animal frontiers**, v. 5, n. 2, p. 37-44, 2015.
- TUBIN, J. S. B. **Farinha de insetos na alimentação de tilápias em sistemas bioflocos e recirculação de água**. 2017. 96 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, 2017.
- TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.
- VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12., 2002, Vila Real, Portugal. **Anais ... Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos**, 2001, p. 111-118.
- VALENTI, W. C. et al. Measuring aquaculture sustainability. **World aquaculture**, v. 42, n. 3, p. 26, 2011.
- VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; CARVALHO, E. D. Aquatic insects as the main food resource of fish the community in a Neotropical reservoir. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 4, p. 701-708, 2009.