

Automação na tilapicultura: revisão de literatura

Desempenho, piscicultura, tecnologia,
tilápias.

Johnny Martins de Brito¹
Tânia Cristina Pontes²
Karla Miky Tsujii³
Fabrício Eugênio Araújo²
Bianca Letícia Richter³

1Doutorando (a) em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá-UEM,
johnnymartinsbk@outlook.com

2Doutoranda (o) em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá-UEM

3Mestranda (a) em Zootecnia na Universidade Estadual de Ponta Grossa-UEPG.

RESUMO

Objetivou-se com essa revisão de literatura compilar informações relevantes sobre a automação na tilapicultura. A piscicultura vem crescendo no Brasil de forma significativa nos últimos anos tendo a tilapicultura como carro chefe dessa expansão, esse fato deve-se a necessidade de produzir mais em espaços cada vez menores, visando atender a demanda por proteína de origem animal de baixo custo, reduzir o ciclo produtivo e maximizar a lucratividade. Os sistemas de automação podem ser utilizados na piscicultura com a finalidade de monitorar os parâmetros físicos e químicos de qualidade da água de cultivo, ajustar e melhorar o fornecimento de ração de forma eficiente utilizando *softwares* e/ou equipamentos específicos para essas finalidades facilitando o manejo, proporcionando um ambiente que os peixes possam expressar o máximo do seu potencial produtivo. Para os sistemas produtivos de tilápias serem mais rentáveis é de suma importância a automação de várias etapas dos sistemas produtivos como: realização de biometrias, classificação dos peixes, despesca, monitoramento da qualidade da água, fornecimento de ração e processamento dos peixes.

Palavras-chave: desempenho, piscicultura, tecnologia, tilápias.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 14, Nº 03, maio/jun. de 2017

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

AUTOMATION IN TILAPICULTURA: LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

The aim of this literature review was to compile relevant information on automation in tilapicultura. Fish farming has been growing in Brazil in a significant way in the last years, with tilapia farming as the flagship of this expansion. This fact is due to the need to produce more in smaller spaces in order to meet the demand for low cost animal protein, reduce the productive cycle and maximize profitability. Automation systems can be used in fish farming to monitor the physical and chemical parameters of the quality of the culture water, adjust and improve the feed supply efficiently using specific software and / or equipment for these purposes, facilitating the management, providing an environment that fish can express to the maximum of their productive potential. For the production systems of tilapias to be more profitable, the automation of several stages of production systems such as biometrics, fish classification, fishery, water quality monitoring, feed supply and fish processing is of paramount importance.

Keyword: performance, pisciculture, technology, tilapia.

INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia da informação, microeletrônica, técnicas de modelagem, monitoramento por imagens, sensores e atuadores, podem melhorar o trabalho científico-tecnológico, de modo a favorecer a acurácia das pesquisas e o desenvolvimento de sistemas especialistas para tomada de decisão. O futuro do comércio de proteína animal depende, principalmente, de como a indústria conduzirá os seguintes princípios: honestidade, disponibilidade de informações, rastreabilidade, segurança/qualidade e flexibilidade para mudanças (PANDORFI et al., 2012).

O controle da alimentação é, sem dúvida, o maior problema atualmente enfrentado na criação de peixes, seja em tanques ou em gaiolas (MTP, 2002). Outro Manejo de grande relevância na criação de peixes é o monitoramento diário da qualidade da água de cultivo. A qualidade da água no cultivo é primordial na criação de peixes, pois está relacionada diretamente com a sobrevivência e produção de alimento natural. Se a criação for conduzida em tanques escavados, sistemas de alto fluxo ou em tanques-rede deve-se considerar a qualidade da água como forma de otimizar os índices de produtividade (LAZZARI, 2008).

Automação é uma tecnologia de suma importância para monitoramento da qualidade da água, para controlar a quantidade e frequência de alimentação, para ativar e desativa equipamentos que estão ligados diretamente como o sistema de produção utilizando softwares e/ou equipamentos específicos para essas finalidades facilitando o manejo e proporcionando um ambiente que os peixes possam expressar o máximo do seu potencial produtivo. Portanto, a automação está relacionada diretamente com o desempenho dos animais, qualidade da água, duração do ciclo produtivo e lucratividade do sistema.

Objetivou-se com essa revisão de literatura compilar informações relevantes sobre a automação na tilapicultura.

Panorama da produção peixes no Brasil

Além das dimensões continentais do Brasil, o país dispõe de condições extremamente favoráveis à piscicultura, reunindo grande potencial de mercado, clima favorável, disponibilidade espacial, oferta de matérias-primas para o suprimento de rações e potencial hídrico (KUBITZA, 2003).

O pescado é a carne mais demandada mundialmente e a de maior valor de mercado (SIDONIO et al., 2012). A produção de peixes em cativeiro no Brasil vem crescendo de forma significativa, poderá alcançar 960 mil toneladas em 2022, o dobro em relação as 479 mil toneladas de 2010. O consumo de carne de peixes no Brasil (14,5 kg por habitante/ano) pela primeira vez ultrapassa a quantidade mínima recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 12 kg de peixe por habitante/ano, porém esse consumo está abaixo da média mundial de 18,8 kg habitante/ano (FAO, 2015).

Estima que o Brasil deva registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura em 2025. O aumento na produção brasileira será o maior registrado, seguido de México (54,2%) e Argentina (53,9%) durante a próxima década. O crescimento no país se deve aos investimentos feitos no setor nos últimos anos. Isso significa que no ano 2025 o mundo vai produzir 29 milhões de toneladas a mais de peixe que em 2013-15 e quase todo esse aumento irá acontecer nos países em desenvolvimento por meio da aquicultura (FAO, 2016).

Tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilapicultura é uma importante atividade agropecuária que gera emprego e renda e tem sido considerada uma forte cadeia aquícola na produção de alimentos no Brasil (ALBUQUERQUE et al., 2013).

A produção de tilápias no Brasil aumentou 9,7% em 2015 e chegou a 219 mil toneladas entre janeiro e dezembro. É o peixe mais criado pela piscicultura no país e chega a 45,4% do total da produção total. A tilapicultura no Brasil está concentrada principalmente em quatro estados, sendo o Paraná o

maior produtor, com 28,8%, São Paulo, 13,2%; Ceará, 12,7% e Santa Catarina, com 11,4% (IBGE, 2015).

A tilápia-do-Nilo é uma das espécies que possui rápido crescimento, se alimenta de itens básicos da cadeia trófica, apresenta boa conversão alimentar, possui carne com boas características organolépticas, é considerada uma espécie indicada para processamento industrial para obtenção de filés sem espinhas e de grande versatilidade industrial e culinária (FURUYA, 2010). O sucesso da produção de tilápia deve-se a rusticidade, adaptação aos diversos sistemas de cultivo e simplicidade da reprodução desta, uma vez que a espécie tolera diferentes variações de temperatura e salinidade da água (EL-SAYED, 2005).

Atualmente o cultivo de tilápias é realizado principalmente em sistema intensivos e super-intensivos com elevadas densidades de estocagem o que aumenta o manejo diário com alimentação, realização de biometrias para ajuste no fornecimento de ração, monitoramento da água, a quantidade de peixes despescados e abatidos são elevadas, dessa forma o sistema de automação pode garantir praticidade no manejo diário, maximização da produção, redução na mortalidade e facilitar os processos de despesca e abate. Resultando em melhor desempenho dos animais, ciclos produtivos curtos e maior lucratividade.

Automação na produção animal

A elevada demanda por produtos de origem animal, aliada com as exigências dos consumidores e competitividade do mercado, faz necessário o aperfeiçoamento, criação de ferramentas e estratégias de trabalho que elevem ao máximo a produção, gerando produtos de qualidade e com preço acessível. Para que a tecnologia seja utilizada com sucesso na produção animal deve-se levar em consideração o custo de implantação e o retorno econômico gerado pela mesma. Uma tecnologia que vem se consolidando nesse sentido é a automação dos sistemas produtivos, pois proporciona

diminuição de custos com mão de obra, aumento da produção e qualidade dos produtos, redução dos ciclos produtivos, melhor desempenho dos animais e como consequência maximiza a lucratividade do sistema.

Conforme defendido por Hamel (2000) as constantes mudanças tecnológicas somadas à globalização, à competitividade em níveis antes não praticada e à relevância dada a satisfação do consumidor, qualidade e preço tem sido as diretrizes do cenário competitivo contemporâneo, levando as organizações a considerarem o foco na inovação como competência estratégica para o alcance de bons resultados.

Segundo Gomes (2004), a “automação é um conjunto das técnicas baseadas em máquinas e programas com o objetivo de executar tarefas previamente programadas pelo homem e de controlar sequências de operações sem a intervenção humana. Através de intertravamentos (sequências de programação) do sistema, o usuário consegue maximizar com qualidade e precisão seu processo produtivo, controlando, assim, variáveis diversas (temperatura, pressão, nível e vazão) e gerenciando toda cadeia produtiva”.

A automação costuma ser dividida em automação e automatização. A automatização pode ser entendida como a ação que visa atender as ações repetitivas e mecânicas e a automação baseia-se em sistema que é capaz de substituir ações mais complexas, ações que se adaptam a realidade do processo. “Porém, para uniformizar a nomenclatura, definirá que automação passa a ser o termo genérico que engloba inclusive a automatização” (BRAGA & RABELO, 1999). O panorama mundial aponta claramente para um futuro em que a agricultura dependerá inevitavelmente da automação. A automação poderá auxiliar profundamente na sustentabilidade, tanto do processo produtivo como do desenvolvimento econômico e social (EMBRAPA, 1996).

A automação dos processos é muito importante, pois permite visualizar o sistema de produção por uma ótica mais ampla, o monitoramento das atividades, eficiente análise de dados e geração de informações que sejam favoráveis a decisões mais seguras e inteligentes dessa forma, todas as áreas envolvidas podem ser proativas em suas responsabilidades e o tempo e recursos melhor aproveitados (PANDORFI et al., 2006). Sistemas de automação têm grande potencial de uso na agropecuária utilizados na agricultura e zootecnia de precisão, para automatizar processos, monitorar com eficácia os sistemas, otimizar a produção e reduzir perdas (PANDORFI et al., 2012).

Automação na piscicultura

Um dos maiores problemas da criação de peixes em tanques artificiais é a alimentação, que deve ser equilibrada e na quantidade certa para o desenvolvimento adequado do animal. Atualmente a grande maioria dos criadouros realiza a alimentação manual e altamente variável. Com alimentações em pontos definidos e em intervalos periódicos, os peixes maiores acabam dominando a área de alimentação e impedem que os menores se aproximem e recebam a ração necessária, reduzindo assim a produtividade do tanque (CALIL, 2005). Há necessidade de envolvimento dos métodos avançados de controle, visto que geralmente são utilizados sistemas de automação (NÄÄS, 2011).

O tratador pode influenciar diretamente no desempenho dos animais mediante a forma e frequência de alimentação. Antes da automação na avicultura um tratador realizava o manejo de 5.000 aves de corte e atualmente uma única pessoa cuida de 60.000 aves (AGOSTINHO et al., 2011).

Visando aumentar a produtividade e a lucratividade pesquisas vem sendo realizadas para garantir melhor qualidade da água de cultivo, manejo alimentar mais eficiente, menor desperdício de ração, lotes mais homogêneos, ciclos reduzidos. Fiona Cubitt et al. (2008) obtiveram bons resultados usando sensores implantados na musculatura

estomacal dos peixes, capazes de informar se existe ou não alimento no estomago do animal, indicando se as trutas estão saciadas ou com fome.

A maior frequência alimentar pode proporcionar maior crescimento dos peixes (CANTON et al., 2007). Além disso, pode trazer benefícios como, distribuir melhor o alimento ao longo do dia melhorando o aproveitamento da ração e diminuindo os desperdícios (SOUSA et al., 2012).

Trabalho realizado por Nwana et al. (2012) no qual foram avaliados três estratégias alimentares (1 - alimentação manual, realizada duas vezes ao dia, sendo fornecida ração até a saciedade aparente dos peixes; 2 - alimentação contínua utilizando a mesma quantidade de ração do tratamento manual e 3 - alimentação contínua, utilizando equipamentos automáticos, com fornecimento de ração na proporção de 1,4% do peso corporal das carpas) para carpas (*Cyprinus carpio L.*) os resultados mostraram que o maior número de alimentações diárias influenciou na digestibilidade da proteína (aminoácidos). As diferentes estratégias influenciam diretamente no ganho de peso e conversão alimentar dos peixes em que o fornecimento de ração na proporção de 1,4% utilizando equipamentos automáticos foi que apresentou melhores resultados para esses parâmetros.

Estudos recentes mostraram que quando os organismos aquáticos são alimentados com alta frequência alimentar (24, 48 e até 96 vezes ao dia) eles apresentam melhor desempenho, maior uniformidade e conseguem aproveitar melhor a dieta ofertada (SOUSA et al., 2012; CASTRO et al., 2014).

Hossain et al. (2001), utilizando alimentadores automáticos, avaliaram diferentes períodos de alimentação para juvenis do bagre-africano (*Clarias gariepinus*) e constataram que houve melhora na conversão alimentar, maior crescimento dos peixes e menor desperdício de ração quando o alimento foi fornecido à noite ou continuamente (dia/noite).

Argentim (2016) avaliou a influência da temperatura da água e da frequência alimentar sobre o desempenho de juvenis de bijupirá (*Rachycentron canadum*) criados em sistema de recirculação de água e os resultados mostraram que houve interação da temperatura da água e frequência de alimentação sobre o desempenho dos peixes. O mesmo autor avaliou o controle automatizado da oferta da ração de acordo com a temperatura da água e avaliação de diferentes manejos de alimentação no cultivo de bijupirá e concluiu que a alta frequência alimentar (24 vezes/dia) melhorou o aproveitamento da ração pelos peixes proporcionando maior crescimento do bijupirá.

Tucker et al. (2006), trabalhando com larvas de *Australian snapper*, testou fotoperíodo e frequência alimentar. Obtiveram o melhor desempenho com a maior frequência alimentar. Foram testadas frequências de duas, quatro e oito alimentações ao dia, somente nos períodos de luz, com taxa alimentar de 10% do peso vivo.

Automação na tilapicultura

Em sistemas automatizados o uso de sensores, medidores e computadores é fundamental para gerar resultados que poderão contribuir para uma inserção mais forte e segura no mercado, redução do risco de perdas Helsley (1997), geração de produtos com maior qualidade, redução de custos com mão de obra, redução dos problemas com órgãos ambientais, alta eficiência e maior controle sobre produção (LEE, 1995).

A automação da alimentação na piscicultura é frequente em países onde a produção se encontra em nível industrial. Além de facilitar o manejo, proporciona sustentabilidade da atividade, diminuindo os impactos ambientais comumente visíveis em produções de larga escala. A alimentação automática, além de possibilitar o aumento da frequência alimentar, torna possível a alimentação no período noturno, prática inviável em pisciculturas comerciais onde a alimentação é feita de forma manual, devido ao custo da mão de obra (KUNII, 2010).

A utilização de alimentadores automáticos para aumentar a frequência alimentar de tilápias criadas em tanque-rede pode resultar em economia de até 360 kg de ração por tonelada de peixe produzido, reduzindo o impacto ambiental da atividade (SOUSA et al., 2012).

Sousa et al. (2012) com o uso de alimentadores automáticos, forneceram ração para juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) mantidas em tanques-rede em diferentes períodos (dia, noite e dia/noite) em diferentes intervalos de alimentação e obtiveram como resultado, maior ganho de peso dos animais alimentados durante o dia e continuamente (dia/noite) com menor intervalo entre as refeições (a cada 1 hora).

Menezes et al. (2015) realizaram um estudo avaliando o efeito do período de alimentação e do número de refeições sobre o desempenho de tilápias criadas em tanque-rede e alimentadas com taxas de alimentação corrigida diariamente com base na conversão alimentar esperada, concluíram que a automação do fornecimento de ração para tilápias por meio de um controlador lógico programável-CLPs no período diurno e noturno foi eficaz. As tilápias que receberam 12 refeições diárias no período diurno com correção da taxa de alimentação de 1,5% a 3,0% apresentaram resultados satisfatórios para peso médio final. No período de arraçoamento noturno a resposta ao regime de alimentação depende da taxa de alimentação adotada.

Segundo Li et al. (2005) o consumo de ração depende de fatores como idade, sexo, densidade, espécie, qualidade, temperatura da água e experiência do tratador, quando não observados, esses parâmetros podem levar ao fracasso na produção. A qualidade do alimento e outras fontes possíveis de alimento (*zooplâncton* e fitoplâncton)

também afetam o consumo. Uma frequência de arraçamento adequada pode levar também a menor variação no tamanho dos peixes, diminuindo perdas com a classificação, que representa estresse para o animal, podendo resultar em mortalidade, além de ser trabalhosa em piscicultura de tanque-rede (SOUSA et al., 2007).

Trabalhando com tilápia, Oliveira (2007) testou as taxas de alimentação de 2%, 3% e 4% do peso vivo com alta frequência alimentar (48 vezes ao dia) e observou maior ganho de peso e menor tempo de cultivo nos animais alimentados com a maior taxa de alimentação. Segundo os autores, a alta frequência alimentar possibilita o aumento da taxa de alimentação sem que haja desperdícios.

Alimentadores automáticos

Vários fatores podem interferir no desempenho dos peixes como: qualidade da água, dieta, forma de fornecimento da dieta, densidade de estocagem, manejo e peso de abate. Uma vez que as exigências dos animais não forem atendidas de forma eficiente o desempenho será comprometido.

O uso de alimentadores automáticos na tilapicultura apresenta resultados satisfatórios, sendo as principais vantagens dessa tecnologia a disponibilidade de ração para os peixes 24 h por dia, menor custo com mão de obra, melhor conversão alimentar e desempenho, além da vantagem durante o fornecimento de ração que pode ser ajustado conforme os parâmetros químicos e físicos da água reduzindo a sobra de ração e os impactos ambientais.

O fornecimento de dieta balanceada é de fundamental importância na criação de peixes em tanques-rede, uma vez que ocorre restrição na busca pelo alimento natural, promovendo a alimentação como o fator de maior importância na administração das criações (TAKAHASHI, 2005).

O uso de alimentadores automáticos na piscicultura

possibilita o fornecimento de alimento em alta frequência e inclusive no período noturno, fator determinante no aproveitamento do alimento e no desempenho produtivo de várias espécies, contudo, depende de informações básicas referentes ao consumo de alimento em função da fase de criação, do hábito alimentar, da temperatura e do oxigênio dissolvido na água (ARGENTIM, 2016).

Agostinho et al. (2014) desenvolveram um sistema de automação para organismos aquáticos com controlador lógico programável (CLP) e um *software* (Aqui-o-matic) que possibilita regular a quantidade de ração fornecida diariamente de acordo o ganho de peso estimado pela conversão alimentar esperada sendo esse ajuste feito de acordo com a temperatura da água.

Oliveira (2010) sugere altas taxas de arraçamento nas fases iniciais de tilápias confinadas em hapas para melhorar o crescimento e conversão alimentar. O autor também observou que o processo de reversão sexual nestas condições ocorreu em apenas 15 dias quando as larvas foram alimentadas em alta frequência. Oliveira (2007) avaliou taxas de alimentação de 2%, 3% e 4% da biomassa em alta frequência (48 refeições/dia) para tilápias de 200 g até o abate, constatando maior uniformidade, maior ganho de peso e menor tempo de cultivo para os peixes que receberam a maior taxa de alimentação (4% do peso vivo).

Os principais tipos de alimentadores automáticos disponíveis no mercado brasileiro são: alimentadores automáticos temporizados; alimentadores automáticos lançadores; alimentador automático de esteira; alimentador semiautomático e alimentadores automáticos solares.

Controle automatizado da qualidade da água de cultivo

Mediante ao crescimento da demanda por carne de peixes, existe a necessidade de intensificar os sistemas de criação, para atender a demanda, expondo continuamente os peixes a alterações na qualidade de água e á intensivas práticas de manejo - manuseio excessivo, transporte e adensamento (CHAGAS et al., 2009).

O desempenho dos peixes é comprometido pela a qualidade da água. Então essa deve receber atenção diária, para manter os parâmetros físicos e químicos dentro da faixa recomenda para a espécie que está sendo cultivada. Para obtermos resultados satisfatórios no cultivo de tilápias, é primordial proporcionar para os peixes um ambiente semelhante ao ambiente natural e para isso é necessário a utilização de equipamentos eletrônicos, mecânicos e sensores para manter os parâmetros de qualidade da água, ideais para o aumento do potencial produtivo. Nesse sentido aeradores, e equipamentos automáticos para monitorar os parâmetros físicos e químicos da água estão sendo utilizados com sucesso na tilapicultura.

O cultivo de tilápias é realizado predominantemente em sistemas intensivos e super intensivos, em que a sobra de ração é lançada no ambiente frequentemente e grande quantidade de metabólitos são excretados continuamente pelos peixes interferindo na qualidade da água, por esses motivos o monitoramento deve ser constante e rigoroso.

Os fatores que influenciam a qualidade da água são: temperatura; oxigênio dissolvido; gás carbônico; pH; alcalinidade e dureza total; amônia; nitrito; gás sulfídrico; relação entre a quantidade de ração e a concentração de fitoplâncton; nutrição dos peixes, incluindo a relação entre proteína, aminoácidos e energia; os métodos de arraçoamento; e a capacidade de troca d'água entre o tanques-rede e o reservatório (ROTTA & QUEIROZ, 2003).

Para o monitoramento da qualidade da água no cultivo de tilápias, estão sendo empregados programas computacionais conectados a alimentadores automáticos, aeradores e a sondas para fazer a leitura dos parâmetros de qualidade de água, com o intuito de melhorar o aproveitamento de ração uma vez que a mesma será fornecida de acordo com a temperatura da água, os aeradores são ativados com base na leitura do oxigênio dissolvido, em tanques-rede dependendo do fluxo da água onde os mesmos foram instalados pode ser

utilizado sopradores ou difusores de ar para manter a quantidade de oxigênio dissolvido ideal para um bom desenvolvimento dos peixes.

Carmelin Júnior (2014) com o objetivo de determinar a taxa de alimentação ideal para juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) criados em tanques-rede, com correção diária da oferta baseada na conversão alimentar e ganho de peso estimados, utilizou um sistema automatizado de alimentação para peixes com ajuste instantâneo da oferta de acordo com a temperatura para juvenis de tilápia e concluiu que as taxas de 5 e 6% de peso vivo resultaram em melhor crescimento durante os meses frios desde que utilizando uma frequência alimentar de 24 vezes dia e noite e correção da oferta da ração de acordo com a temperatura e com o ganho médio diário.

Biometria, classificação e despesca de tilápias

Alguns manejos básicos da produção de tilápias como biometria e classificação dos peixes são indispensáveis para melhorar o desempenho e tornar os lotes mais homogêneos. Entretanto esses manejos geralmente são trabalhosos requerendo muita mão de obra provocando estresse nos peixes interferindo no consumo de ração, aumentando o índice de mortalidade, mediante a esses fatores. Assim é muito importante a criação de equipamentos que agilize o manejo e reduza o estresse nos animais como, por exemplo, “aquadutos” que transportem os peixes de forma rápida e sem lesionar a carcaça, podendo ser acoplado a plataforma para realização de biometria e classificação simultaneamente.

Bombas de sucção estão sendo utilizadas com sucesso na tilapicultura para fazer despesca de forma rápida, sem lesionar os peixes e fazendo o transporte para o abate ou para tanques para realização de manejos, sem desperdício de água, podendo ser despescado até 50 toneladas de peixes por hora. Já existe equipamento para realizar a pesagem, contagem e separação dos peixes por faixa de peso, o qual pode ser acoplado a bombas de sucção. Estão disponíveis no mercado inúmeras bombas submersas que facilita, agiliza e reduz os custos da despesca em viveiros.

Automação em frigoríficos e fábrica de ração

Automação em frigoríficos onde todo o processamento dos peixes acontece de forma mecanizada reduz o custo com mão de obra, minimiza os riscos de acidentes e maximiza a produção. Nesse tipo de produção os peixes são despescados com auxílio de uma máquina despescadora, chega ao frigorífico através de esteiras, depois os peixes passam por uma sequência de máquinas: descamadora, evisceradora, filetadora, despeliculadora e embaladora.

O rendimento do filé é o item de maior valor econômico, e varia de acordo com o domínio tecnológico das empresas processadoras. O rendimento do filé é influenciado por diversos fatores, como a espécie, formato anatômico (relação cabeça/corpo), peso corporal, sexo, composição corporal (gordura visceral), grau de mecanização na filetagem, método de filetagem e destreza do operador, dentre outros (SILVA et al., 2016).

Souza (2002) determinou o rendimento do filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*), em torno de 34,6 a 36,6% e encontrou diferenças significativas quanto aos métodos de filetagem usados. No processamento da tilápia, é importante destacar que o peixe gera grande quantidade de resíduos que podem ser aproveitados na fabricação de outros produtos alimentícios. O rendimento do filé aumenta em função do peso do peixe, sendo de 31,49% na menor classe (150-350 g) e de 33,67% na maior classe (751-950 g). Para aumentar o rendimento de filé e tornar o processo de filetagem mais eficiente é necessário o uso da automação.

O processo de fabricação de ração é de grande importância para a produção, uma ração de qualidade é fundamental para os animais se desenvolverem adequadamente. A fabricação de ração envolve etapas que exige grande esforço físico e oferece risco aos funcionários. A automação dessas atividades facilita a produção, minimiza erros em relação à mistura de micro e macronutrientes, diminui as chances de acidentes e aumenta a quantidade e qualidade das rações produzidas.

As etapas específicas envolvidas na fabricação de ração são: armazenagem, transporte dos insumos, moagem, preparo dos micronutrientes, dosagem, mistura e o ensaque como explicado por Lara, 2010. Dentre todas as etapas de produção de tilápias, os frigoríficos e fábricas de rações são os setores com o maior nível de automatização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação de várias etapas dos sistemas produtivos (biometrias, classificação, despesca, monitoramento da qualidade da água, fornecimento de ração e processamento dos peixes) é fundamental para tornar a tilapicultura mais rentável. Assim a produção será mais eficiente, menor será o estresse sofrido pelo os peixes, o ciclo produtivo e o custo com mão de obra minimizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C.A. et al. **Aqui o Matic: Programa para a automação do fornecimento de ração para peixes e rãs com base nas variações da temperatura da água, no oxigênio dissolvido e no ganho diário de peso estimado com base na conversão esperada.** Registro de programa INPI. 2014.
- AGOSTINHO, C.A. et al. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral.** INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, BR n. PI 005536-3 A2, 03 Dez., 2010.
- ALBUQUERQUE, D.M.; MARENGONI, N.G.; BOSCOLO, W.R.; RIBEIRO, R.P.; MAHL, I.; MOURA, M.C. Probióticos em dietas para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, n.8, p.1503-1508, 2013.
- ARGENTIM, D. **Automação do manejo alimentar de bijupirá (*Rachycentron canadum*)** / Daniel Argentim. – Botucatu : [s.n.], 2016.
- BRAGA, R. A. J.; RABELO, G. F. **Acionamento de motores elétricos e automação de sistemas.** Lavras: UFLA, 1999. p. 62-88.
- CALIL, B.M. **Automação de Piscicultura em Taques Artificiais.** 2005. 44f. Dissertação de Mestrado, Engenharia Mecânica, Automação e Controle – Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.
- CANTON, R. et al. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4 p.749-753, 2007.
- CARMELIN JUNIOR, C.A. **Sistema automatizado de alimentação de juvenis de tilápia.** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2014. 36f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2014.
- CASTRO, C.S. et al. Polyculture of frogs and tilapia

- in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, Amsterdam, v.61, p.43-48, 2014.
- CHAGAS, E.C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MASSAGO, H.; FABREGAT, T.E.H.P. **Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes**. In: TAVARES-DIAS, M. (Ed.). Manejo e sanidade de peixes em cultivo, p.132-225, 2009.
- EL-SAYED, A. M.; MANSOUR, C. R.; EZZAT, A. A. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v.248, p.187-196, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Automação de Processos**. Juiz de Fora, 1996. Disponível em: <http://cnpdia.embrapa.br/menuleft-desenv-linhas-auto.html>. Acessado em: 29 de outubro de 2016.
- FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Novo relatório da FAO aponta que produção da pesca e aquicultura no Brasil deve crescer mais de 100% até 2025. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/423722/>. Acesso em 27 de outubro de 2016.
- FIONA CUBITTA, K. et al. Development of an intelligent reasoning system to distinguish hunger states in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v.62, n.1, p.29-34, 2008.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**, Roma: FAO, p. 209, 2012.
- FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para nutrição das Tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.
- GOMES, B.S. **Automação, investimento que dá retorno**. 2004. Disponível em: <http://www.firjan.org.br/notas/média/Automação2.pdf>. Acesso em: 28 de outubro de 2016.
- HAMEL, G. **Leading the revolution**. Boston. Harvard Business School Press, 2000.
- HELSLEY, C. (1997) - **Open ocean aquaculture conference summary, commentary and thoughts for the future**. In: Helsley, C.E. (Ed.), Open Ocean Aquaculture '97, Charting the Future of Ocean Farming. Proceedings of the International Conference, cCP-98-08. University of Hawaii Sea Grant College Program, Honolulu, HI, pp. 3–14.
- HOSSAIN, M.A.R.; HAYLOR, G.S.; BEVERIDGE, M.C.M. Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. **Aquaculture Research**, Chichester, v. 32, p. 999-1004, 2001.
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Produção de tilápia aumenta 9,7% no Brasil. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/> 2016-09/producao-de-tilapia-aumenta-97-no-brasil-diz-ibge. Acesso em 27 de outubro de 2016
- KUBITZA, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiá: F. Kubitza, 2003, 229p.
- KUNII, E.M.F, 1983-K96f. **Frequência alimentar e taxa de alimentação para Kinguio criado em hapa: desempenho produtivo e avaliação econômica** / Eduardo Miyamoto Fukanoki Kunii. - Botucatu : [s.n.], 2010.
- LARA, M.A.M. 2010. **Processo de produção de ração - moagem, mistura e paletização**. Unifrango. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/producao-de-racao-t331/124-p0.htm>. Acesso em 01 de Novembro de 2016.
- LAZZARI, R. **Densidade de estocagem, níveis proteicos e lipídicos da dieta na produção e aceitabilidade do filé do jundiá**. Tese de doutorado. PPGZ/UFSM. 2008. 149 p.
- LEE, P.G. A review of automated control systems for aquaculture and design criteria for their implementation. **Aquacultural Engineering**, v1.4 p.205-227, 1995.
- LI, M.H.; MANNING, B. B.; ROBINSON E. H [2005]. **Effect of daily feeding frequency and time on channel catfish production, feed efficiency, and processing yield**. Disponível em: <http://animalscience.ucdavis.edu/events/special/ffnw/2003/PowerPoint.htm>. Acessado em: 29/09/2016.
- MENEZES, C.S.M.; CASTRO, C.S.; SANTOS, A.A.; CARMELIN JUNIOR, C.A.; COSTA, J.M.; ARGENTIM, D.; RIBEIRO, R.R.; AGOSTINHO, C.A. Automação do manejo alimentar de tilápias com correção diária da taxa de alimentação baseada na conversão alimentar. **Anais... XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA**, 2015.
- MTP - **Manual Técnico Piscicultura Tropical de Água Doce** - Mogiana Alimentos, Campinas, SP, 2002.
- NÄÄS, I.A. Uso de técnicas de precisão na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.358-364, 2011.
- NWANNA, L.C. et al. Response of common carp (*Cyprinus carpio* L.) to supplemental DL-methionine and different feeding strategies. **Aquaculture**, v.356-357, p.365-370, 2012.
- OLIVEIRA, F.A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilápia em tanque-rede com dispensador automático de ração**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2007.
- OLIVEIRA, L.C. **Altas frequências de arraçoamento nas fases iniciais da criação de tilápia em hapas**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 73f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2010.
- PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.; GUISELINI, C. Zootecnia de precisão: princípios básicos e atualidades na suinocultura. **Revista Brasileira**

- de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.13, n.2, p.558-568, 2012.
- ROTTA, M.A.; QUEIROZ, J.F. **Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 27p.
- SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A.J.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v.35, p.421-463, 2012.
- SILVA, L.M.; SAVAY-DA-SILVA, L.K.; ABREU, J.K.; FIGUEIREDO, E.E.S. Determinação de índices morfométricos que favorecem o rendimento industrial de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.42, n.1, p.252–257, 2016,
- SOUSA, R.M.R. et al. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.64, n.1, p.192-197, 2012.
- SOUSA, R.M.R. **Qualidade da Água e Desempenho Produtivo da Tilápia do Nilo Alimentada em Diferentes Frequências e Períodos por Meio de Dispensador Automático**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2007.
- SOUZA, M.L.R. Comparação de Seis Métodos de Filetagem, em Relação ao Rendimento de Filé e de Subprodutos do Processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 076-1084, 2002.
- TAKAHASHI, N.S. **Nutrição de Peixes**. Instituto de Pesca, 2005. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: 12 jul. 2016.