

## 15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

### Identificação de tilápias através de correlação óptica

WAL'HELZIR H. ARAÚJO<sup>1</sup>, Fabriciu A. Veiga Benini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudante em bacharel em engenharia aeronáutica, bolsista CNPq, IFSP, Campús São Carlos, a.walhelzir@aluno.ifsp.edu.br

<sup>2</sup> Doutor em Telecomunicações (2019), na área de holografia, Mestre em Sistemas Dinâmicos (2008), com técnica de treinamento de redes neurais, ambos pela USP (conceito CAPES 7), é engenheiro eletricitista (EESC-USP 2003), IFSP, Câmpus São Carlos, benini@ifsp.edu.br

Área do conhecimento: 1.03.03.01-4 Linguagens de Programação

**RESUMO:** À medida que o mercado de piscicultura cresce no Brasil, gerando considerável retorno de capital para o país, surgem demandas por soluções que promovam a redução de custos. Dentro desse espectro, o setor de contagem de peixes é um dos principais que exige essa solução, uma vez que os atuais métodos de contagem exigem equipamentos caros ou mão de obra adicional para transferir os peixes de um local para outro durante o processo, aumentando os custos e o tempo necessário para a tarefa. Em vista disso, o projeto em questão visa facilitar o procedimento de contagem por meio de imagens capturadas por uma câmera de custo acessível e do princípio de correlação óptica.

**PALAVRAS-CHAVE:** tilápia; correlação óptica; identificação; visão computacional.

### Identification of Tilapias using optical correlation

**ABSTRACT:** As the Brazilian fish farming market grows, returning a considerable capital to the country, it demands for solutions that promote cost reductions. From this perspective, the fishing count area is one of the main sectors with this demand, since the current methods of counting use expensive equipment or additional workers to do the transfer of fish from a place to another during the process, increasing the cost and time required for the task. That's why this project aimed to facilitate the process of counting using images captured by a camera of accessible cost and used the principle of optical correlation.

**KEYWORDS:** Tilapia; optical correlation; identification; computational vision.

## **INTRODUÇÃO**

Segundo o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), o termo piscicultura é “ a produção de peixes em ambientes controlados” que pode “contemplar uma grande variedade de espécies e também graus de intensidade de produção” (SENAR, 2017). Essa atividade se propagou ao redor do globo em boa parte pela captura extrativista excessiva em rios e mares; Entretanto, seu crescimento se deve, entre outros fatores, ao desejo de ampliar a produção de pescados, a qual foi possível por meio do cultivo de peixes em rios, lagos, represas e mares. (Silva, 2019).

Como resultado, a piscicultura demonstrou nos últimos anos um considerável crescimento econômico dentro do território nacional. Segundo dados de uma pesquisa elaborada pela Embrapa Pesca e Aquicultura, o crescimento do mercado de pescados do 1º trimestre de 2024 superou em 48% o mesmo período de 2023, totalizando R\$ 8,7 milhões em exportação (Embrapa, 2024).

Entre os pescados que contribuíram para o crescimento, o que mais se destacou foi a tilápia. Uma pesquisa realizada pelo IBGE apontou que em comparação a 2023, houve um aumento de 442,2 milhões de quilos de tilápia produzido (IBGE, 2024). Essa grande quantidade se deve às vantagens que tornam essa espécie de peixe uma das preferidas pelos piscicultores.

Apesar de ser uma espécie exótica, a tilápia demonstrou possuir características bastante favoráveis para que possa ser criada nos mais diversos ambientes; ela possui resistência às doenças, possui um rápido crescimento e uma boa conversão alimentar de ração artificial desde a fase larval (Silva, 2019).

Considerando todos esses por menores benéficos para setor de piscicultura, seria de consenso popular que o crescimento fosse ainda mais exponencial. Entretanto, no Brasil, ainda existem diversos desafios a serem enfrentados; um deles se encontra no processo de contabilização dos peixes.

Em grande parte, essa contabilização no Brasil é feita fazendo o uso intensivo em mão de obra braçal para ir de tanque em tanque coletando amostras de peixes para determinar se o cardume de um tanque será transferido para favorecer seu desenvolvimento; despachado para entrega para frigoríficos e mercados; entre outros destinos.

Isso eleva os custos produção da piscicultura, os quais até poderiam ser reduzidos pelo uso de máquinas, porém “as empresas ainda são pequenas e o setor está pouco amadurecido, não há demanda e escala que viabilizem investimentos da indústria de maquinários no segmento” (Sidonio, et al., 2012).

Em vista desse desafio, o estudo em questão objetivou confeccionar uma câmera de custo acessível e configurá-la para realizar a contagem dos peixes fazendo o uso da técnica chamada correlação óptica para extrair características únicas (Benini; Neto, 2016) das espécies de peixe e, assim, averiguar posteriormente a aplicabilidade desse equipamento no mercado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para o cumprimento do objetivo proposto, o enfoque principal foi o desenvolvimento do código da câmera, visto que os seguintes itens: microcontrolador esp32-cam; módulo esp32 com suporte para cartão micro SD; e câmera OV2640; foram adquiridos já pré-fabricados e montados.

A escolha desse conjunto de componentes se deve ao fato de terem um custo acessível, facilidade na troca de possíveis componentes danificados e seu uso comum em diversos projetos de câmera de identificação facial, reconhecimento de objetos e transmissão de vídeos.

Durante esse processo de desenvolvimento, estabeleceu duas etapas. A primeira foi um teste piloto utilizando um código de detecção de objetos adquirido em um fórum digital, visando tanto averiguar se os demais componentes da câmera estavam em pleno funcionamento, como obter um vislumbre do processo de contagem em execução, como observado na Figura 1 abaixo.

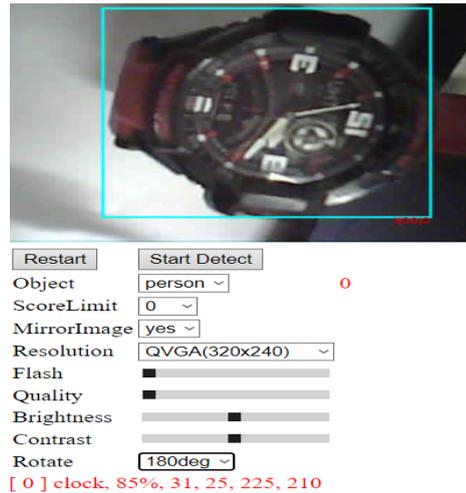


FIGURA 1. layout da tela de detecção com a câmera em funcionamento. (fonte: próprio autor)

A segunda etapa era desenvolver o código de modo que ele executasse o processo de correlação óptica. Para isso o código precisaria:

- Ter um banco de dados com imagens de referência para que o sistema identifique as características morfológicas externas para o reconhecimento das tilápias;
- Das imagens capturadas em vídeo, quando realizada a identificação, selecionar uma sub-imagem de amostra;
- Calcular o coeficiente de correlação por meio da seguinte equação:

$$cc = \frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot q_i - n \cdot p_m \cdot q_m}{\left( \sum_{i=1}^n p_i^2 - n \cdot p_m^2 \right) \cdot \left( \sum_{i=1}^n q_i^2 - n \cdot q_m^2 \right)}$$

FIGURA 2. fórmula para cálculo da correlação óptica. (fonte: PUC-Rio)

$p_i$  e  $q_i$ : vetores que correspondem aos tons de cinzas dos pixels da imagem de referências e da sub-imagem de amostra, respectivamente.

$p_m$  e  $q_m$ : valores médios dentre, respectivamente, todos os  $p_i$  e  $q_i$ .

$n$ : número de pixels da sub-imagem

- identificar os pontos de máximo e mínimo, visando preferencialmente valores próximos de 1 e -1, pois indicariam respectivamente, correlação da amostra com a imagem e correlação da amostra com a imagem espelhada;(González, 2019)

Para o cumprimento das exigências do código, se fez necessário para o pesquisador se aprofundar no estudo da visão computacional, sendo o material base para isso o livro “Introdução à Visão Computacional com Python e OpenCV” de Ricardo Antonello. Além disso, para a criação do banco de imagens para o treinamento do sistema, foram utilizadas cerca de 40 imagens de tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) disponibilizadas gratuitamente pelo site INaturalist.

Além da tarefa de desenvolver o código da câmera, também se fez necessário o produzir uma caixa hermética de proteção para realizar um possível teste prático da embaixo d’água. Para isso, foi desenvolvido um teste piloto utilizando os seguintes materiais:

- 1 pote de poliestireno com dimensões de 7 cm x 5,6 cm x 5,6 cm;
- 3 anéis de vedação de borracha.
- 1 tubo de PVC com 10cm de diâmetro e 1,5m de altura;
- 1 tampa para tubo de PVC com 10cm de diâmetro;
- 1 tubo de cola para junção de tubos de PVC;

- 1,6m de corda de poliestireno;
- 1 peso de 500g;
- 1 rolo de papel toalha.

O teste constituiu em construir uma coluna de água de modo a simular, de forma prática, as condições de pressão na profundidade mínima de 1,5m a qual a caixa será submetida. Para isso, juntou-se o conjunto tubo e tampa de PVC com a cola para fazer a coluna. Depois, encheu-se completamente a coluna com água, como ilustrado pela Figura 4. Posteriormente, foi colocado na tampa do pote os anéis vedação, enquanto que dentro do pote foi colocado o peso envolto em papel toalha, como mostra a Figura 3.

Para realizar a verificação, descia-se a caixa até o final da coluna onde permanece por 5 minutos; depois o pote é levantado lentamente para evitar trincas e verifica se o papel havia umedecido em razão da infiltração de água.



FIGURA 3. Caixa de proteção da câmera.  
(fonte: próprio autor)



FIGURA 4. Coluna d'água para verificação da vedação do pote. (fonte: próprio autor)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos do teste piloto da caixa de proteção indicam que foi suprida a necessidade de vedação da caixa, de modo que, futuramente, serão conduzidos experimentos práticos com a câmera para verificar como o índice de refração da água dos tanques e afeta a identificação das tilápias e, se necessário, realizar as devidas correções.

Ademais, o código base utilizado de modelo já demonstrou cumprir o mínimo para a proposta da câmera, isto é, ela detecta, identifica e contabiliza objetos. Entretanto, esse mesmo código também demonstrou algumas falhas durante o processo de identificação, confundindo objetos em razão da mudança do ponto de vista da câmera ou por falta de visualização de certos elementos característicos, como evidenciado pela comparação da Figura 5 e da Figura 6 de verificações de identificação.

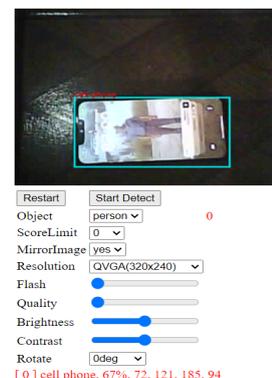
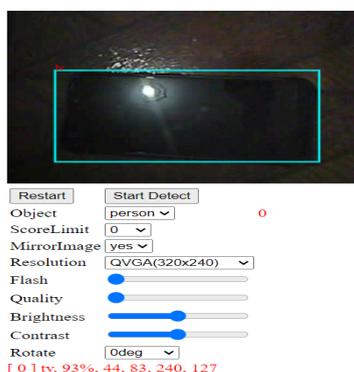


FIGURA 5. Detecção incongruente com o real objeto analisado. (Fonte: próprio autor)

FIGURA 6. Detecção de congruente com o real objeto analisado. (fonte: próprio autor)

Outro elemento que pode ter contribuído para ocorrência dessa ambiguidade pode ter sido resultante das poucas informações e características base para identificação do objeto (Machado; Moreno, 2013). Sendo assim, para uma posterior modificação do código para a identificação de tilápias, seria necessário um ajuste fino no sistema de detecção do código e sua base de dados deverá conter elementos característicos da espécie para refinar o processo de identificação.

Apesar do teste do código, o uso da técnica correlação óptica ainda não foi realizado. Isto pois, para sua implantação correta no sistema da câmera demanda o estudo ou conhecimento da ciência de visão computacional, campo do conhecimento este que ainda está sendo estudado pelo pesquisador. Em razão disso, o estudo dessa técnica para identificação de tilápias demandaria de mais tempo para apresentar resultados mais precisos.

## CONCLUSÕES

Os testes piloto realizados neste estudo demonstraram que a solução proposta apresenta um potencial promissor para reduzir custos e simplificar o processo de contagem de tilápias no setor de piscicultura, utilizando uma câmera de baixo custo e o princípio de correlação óptica. A vedação da caixa de proteção da câmera atendeu aos requisitos mínimos para futuras aplicações submersas, e o código de detecção de objetos, embora eficiente em alguns aspectos, ainda necessita de aprimoramentos para aumentar sua precisão, especialmente em situações de variação de ângulos de visão e identificação de características específicas dos peixes. Com base nos resultados obtidos, recomenda-se o desenvolvimento de novas versões do sistema, incorporando ajustes no algoritmo de detecção e na configuração da câmera, visando aumentar a confiabilidade e a aplicabilidade comercial da tecnologia. Esse aprimoramento poderá contribuir significativamente para o mercado de piscicultura, oferecendo uma alternativa acessível e eficaz para piscicultores de pequeno e médio porte.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, desejo agradecer à minha mãe, Adriana Leandro de Araújo, e a meu pai, Shelby Heleno da Silva, pelo apoio emocional na confecção desse primeiro relatório. Agradeço a minha tia, Giane Leandro de Araújo, pelas dicas para a realização da montagem da metodologia de pesquisa.

Agradeço também a professora Daniela Terenzi, cujas recomendações de sites, periódicos e acervos bibliográficos auxiliaram na construção bibliográfica do projeto. Agradeço a meu orientador Fabriciu Alarcão Veiga Benini pela oportunidade de participar do projeto, além do conhecimento informático o qual adquiri em decorrência das pesquisas realizadas.

Por fim, agradeço também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq), responsável por fornecer uma bolsa de pesquisa, a qual por sua vez permitiu a aquisição dos equipamentos necessários para o projeto.

## REFERÊNCIAS

BENINI, Fabriciu Alarcão Veiga; NETO, Luiz G.. Custo computacional para correlator de Vanderlugt aplicado na identificação de impressão digital. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 2., 2016, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos, SP: IFSP, 2016. p. 76-79. ISSN 2525- 9377. <http://wipex.scl.ifsp.edu.br/ocs/index.php/wipex/2wipex/paper/viewFile/36/30>

**EXPORTAÇÕES DA PISCICULTURA BRASILEIRA CRESCEM 48% NO PRIMEIRO TRIMESTRE DE 2024 COM RELAÇÃO AO MESMO PERÍODO DO ANO PASSADO.** EMBRAPA Pesca e Aquicultura. Abril de 2024. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1163796/1/InfComExpPisci-17.pdf>. Acesso em: 22 de julho de 2024

Feliciano Ouriveis, Natália. **FATORES RELACIONADOS AO CONSUMO DA CARNE DE PEIXE PELA POPULAÇÃO DE CAMPO GRANDE – MS.** Disponível em:

<https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/5130#:~:text=Estima-se%20para%20o%20ano,milhões%20de%20toneladas%20em%202025>. Acesso em: 6 de agosto de 2024

Github. **Object detection esp32-cam.** Disponível em: [https://github.com/cifertech/ObjectDetection\\_ESP32cam](https://github.com/cifertech/ObjectDetection_ESP32cam). Acesso em: 18 de julho de 2024

GONZALEZ, J. **Verificação da hipótese do  $\Delta K_{ef}$  como a força motriz da propagação de trincas por fadiga.** Tese (Doutorado em Engenharia) Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da PUC-Rio. p.93. 2019

MACHADO, Thiago; MORENO, Marcelo F.. Sistema de baixo custo para a detecção de objetos reais na produção do audiovisual. **Revista do Programa de Pós-graduação em Comunicação Universidade Federal de Juiz de Fora / UFJF** ISSN 1981- 4070. Volume 7, nº2, p 1-12, dezembro, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/lumina/article/view/21071/11446>. Acesso em: 2 de setembro de 2024

SENAR. Piscicultura: Fundamentos da produção de peixes. Coleção Senar, 195. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.– Brasília; SENAR, 2017

SILVA, Renata Oliveira da. Descrição das diferenças anatômicas, externas e internas, observadas entre machos e fêmeas da tilápia (*oreochromis niloticus*). **Rio Grande do Norte- INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE.** Disponível em: [SILVA-Renata-Oliveira-da.-Descrição-das-diferenças-anatômicas-externas-e-internas-observadas-entre-machos-e-fêmeas-da-Tilápia-oreochromis-niloticus.pdf](#). Acesso em: 27 de setembro de 2024

**Valor da produção da pecuária e aquicultura chega a R\$ 122,4 bilhões em 2023.** Agência IBGE notícias. Setembro de 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41352-valor-da-producao-da-pecuaria-e-aquicultura-chega-a-r-122-4-bilhoes-em-2023>. Acesso em: 25 de setembro de 2024