



**Sistema de Contagem Automática de Peixes com Estimativa de
Massa Utilizando Visão Computacional e Aprendizagem de
Máquina**

Chamada FUNDECT/CNPq/SECTEI N° XX/2018 – DCR

Universidade Católica Dom Bosco-UCDB

Doutorado em Desenvolvimento Local

Grupo de Pesquisa INOVISÃO

Outubro / 2018
Campo Grande-MS

1. DESCRIÇÃO E BREVE HISTÓRICO DO GRUPO DE PESQUISA

O Grupo de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Visão Computacional (INOVISÃO) tem explorado recursos científicos do ramo da visão computacional para criar soluções inovadoras para problemas locais em diversas frentes de pesquisa. O grupo é constituído por docentes, pesquisadores, estudantes de mestrado, doutorado, estudantes de graduação envolvidos em TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) e iniciação científica e estudantes de ensino médio envolvidos em iniciação científica júnior, com projetos em quatro frentes de pesquisa: perícia forense/palinologia (PERICIA/PALINOVIC), piscicultura (FISHCV), pecuária de corte (PECVC) e agricultura de ponta (VANTAGRO).

As pesquisas realizadas pelo grupo INOVISÃO possuem aporte instituições parceiras de nível nacional e internacional, seja com pessoal, espaço físico, equipamento, base de dados, apoio operacional, capacitação, etc. Citam-se algumas:

CeTeAgro/UCDB – Centro de Tecnologia e Análise do Agronegócio.

Coordenadoria Geral de Perícias/Secretária de Estado de Justiça e Segurança Pública.

University of Nebraska – Lincoln, Universidade do Nebraska – Lincoln ou UNL, localizada no estado norte americano de Nebraska, cidade Lincoln.

Herbário CGMS/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

LABGIS/UFMS – Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais.

LEGO/Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) – Laboratório de Ecologia Gustavo de Oliveira Castro.

LAMIV/Universidade Estadual de Feira Santana (UEFS) – Laboratório de Micromorfologia Vegetal.

URI – University of Rhode Island, também localizada nos Estados Unidos no Estado de Rhode Island, na cidade de Providence.

O grupo possui experiência na organização de diversos eventos nacionais e internacionais. A seguir, citam-se alguns:

CIARP – International Workshop on Combinatorial Image Analysis, 2018.

IWCIA – Workshop Internacional de Análise Combinatório de Padrões, 2018.

IWAIPR - 6th International Workshop on Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2018.

PSIVT – Pacific Rim Symposium on Image and Video Technology.

SIBGRAPI – Conference on Graphics, Patterns and Images, 2018.

NEUROTECHNIX - 5th International Congress on Neurotechnology, Electronics and Informatics, 2017. Entre outros.

Por último, mas não menos importante, o grupo possui atualmente 8 patentes depositadas junto ao INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial, além de dezenas de artigos publicados em eventos nacionais e internacionais.

2. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

A pesca é uma das atividades mais antigas da história da humanidade. Consiste na retirada de organismos subaquáticos do ambiente natural para consumo, recreação ou ornamentação. A pesca extrativista, voltada para subsistência, não é suficiente para suprir a demanda regional e também nacional além de não garantir a segurança alimentar, normalmente associada à rastreabilidade durante toda a cadeia alimentar e consequentemente qualidade de produção (EMBRAPA, 2015).

Além disso, no Brasil e no mundo tem ocorrido um aumento significativo no consumo de proteínas provenientes da carne de pescados, sobretudo, pela valorização do seu valor nutricional associado à melhoria da saúde e qualidade de vida das pessoas (pescado saúde e nutrição). Não obstante o aumento da demanda, segundo relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2017), 815 milhões de pessoas sofrem com a fome e milhões de crianças estão ameaçadas de má nutrição. Houve um aumento de 11% do número de pessoas desnutridas de 2016 em relação a 2015, e esse número tem aumentado desde 2014.

Assim como o gado, porcos e aves possuem a possibilidade de aplicação de processos de pecuária de precisão, para levar carnes de qualidade para a mesa do consumidor, faz-se necessário o manejo e criação de peixes de forma automatizada para atender a demanda por carnes de pescados, de forma similar ao que ocorre com outras fontes de proteína animal. Portanto a aquicultura que é o cultivo de organismos aquáticos tem um papel fundamental para o suprimento dessa demanda. Embora essa prática existisse há 5 mil anos, foi somente no último século, quando se aprendeu a controlar a reprodução de algumas espécies de peixes e camarões, que essa prática alcançou notoriedade (Dias, 2009).

Embora a piscicultura tenha usufruído de vários avanços tecnológicos nas últimas décadas, o processo de manejo e criação de peixes carece de inovação tecnológica para aumentar a produção dos piscicultores e tornar o negócio mais competitivo (EMBRAPA, 2015).

Com o desenvolvimento desta proposta, espera-se atender demanda local do grupo de piscicultores do Projeto Pacu , localizado na Fazenda Santa Rosa em Terenos-MS,

trazendo inovação tecnológica baseada em hardware e software para a realização da contagem de peixes e estimativa de massa, para a venda e comercialização destes.

O autor julga de grande valia esta pesquisa por que a temática que ela pertence engloba todo um contexto, passando desde o processo de produção de peixes, até a distribuição no mercado local, regional, nacional e internacional. Em um mercado competitivo quando a produção é alta a tendência é o produto ter preço reduzido (SOARES e BELO, 2015). Quando o preço é baixo, o produto atinge um número maior de consumidores, em especial os de menor poder aquisitivo. Dessa forma, pode-se afirmar que o desenvolvimento deste projeto poderá impactar no aumento da produtividade e qualidade de peixes da empresa Projeto Pacu, além do que poderá contribuir com a redução de pessoas que sofram com a fome (ou desnutrição) no Brasil, através da maior disponibilidade de pescados e com preços mais acessíveis.

Portanto, caracteriza-se como impacto econômico para Mato Grosso do Sul, atingir benefícios primeiramente para os produtores envolvidos diretamente na contagem e mensuração dos peixes, pois a automatização deste processo conduz a maior confiabilidade, praticidade e segurança para os peixes e também para a saúde dos produtores, que muitas vezes desgastam excessivamente para manter o controle sobre a produção. Dessa forma, terão tempo para se envolver em outras atividades na empresa, como por exemplo, a busca por novos clientes, visando o aumento da produtividade. Acredita-se que é possível impulsionar o negócio da empresa Projeto Pacu, para além de fortalecer o mercado local tornar-se referência no uso de tecnologia de ponta atrelada à cadeia produtiva.

Segundo, espera-se fortalecer a parceria do grupo INOVISÃO com o Projeto Pacu a fim de ser referência na construção e comercialização do equipamento de contagem e estimativa de massa de peixes.

2.1. Problema Ou Questão Norteadora

Um dos problemas relatados pelos piscicultores está relacionado à contabilização dos alevinos (filhotes de peixe). Segundo (ALIYU et al., 2017) a contagem de peixes normalmente é feita de forma manual, frequentemente associados a erros de cálculos resultando em prejuízos financeiros para piscicultores e consumidores. Outro problema apontado pelos piscicultores é o cálculo de massa o qual normalmente é feito com trabalho manual por vários profissionais, podendo acarretar em danos físicos aos alevinos, erros na pesagem e, conseqüentemente prejuízo financeiro.

O projeto FISCHCV possui parceria firmada com o Projeto Pacu desde 2015. Vários resultados foram obtidos desde o início dessa parceria, dentre eles, destaca-se o

desenvolvimento de um equipamento de contagem de alevinos e estimação de massa. Na Figura 1, é mostrado o equipamento criado e implantado na sede da empresa.

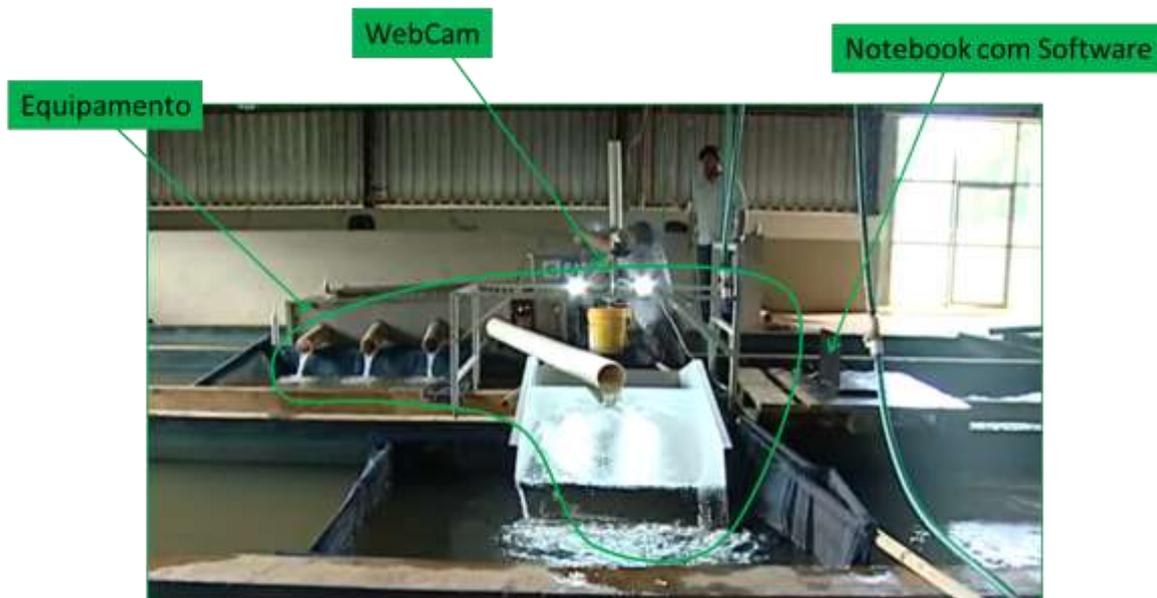


Figura 1: Equipamento desenvolvido no projeto FISHCV.

Diante desse contexto, emergem alguns questionamentos. É possível melhorar o percentual de acerto das contagens para tornar a atividade da piscicultura mais competitiva no mercado global? É possível desenvolver sistema de pesagem mais rápido, confiável e que não traga prejuízo físico para os alevinos? As respostas para essas perguntas poderão advir da realização deste projeto, intitulado Sistema de Contagem Automática de Alevinos com Estimativa de Massa utilizando Visão Computacional e Aprendizagem de Máquina.

2.2. Hipótese(s)

Algumas grandezas são importantes para serem mensuradas e processadas pelo equipamento, tais como: tempo de medição, largura do canal de passagem, taxa de transferência de alevinos e outros. O projeto do equipamento deve considerar tais grandezas, para responder precisamente pela coleta, contagem e distribuição dos alevinos. Dessa forma, em um canal com largura de passagem 3, por exemplo, ou seja, 3 alevinos em paralelo, implicaria em um tempo de contagem muito maior a que outro canal com largura de passagem 10. Logo, a taxa de transferência seria menor no primeiro caso, porém a

precisão (taxa de acertos) na contagem aumentaria. Igualmente, a taxa de transferência seria maior no segundo caso, porém a precisão diminuiria.

O software, por outro lado, dependeria da quantidade de câmeras, disposição física da(s) câmera(s), qualidade da imagem, tempo de resposta de processamento do computador, entre outros, os quais implicariam no tempo de resposta do software.

O equipamento desenvolvido no Projeto FISHCV com o software de contagem de alevinos apresentou precisão média de 90,71% e medida-F de 88% (ALBUQUERQUE; PISTORI, 2016). Com o desenvolvimento deste projeto, soluções serão propostas e estudadas para melhorar o percentual de acertos, reduzindo o percentual de falsos positivos e falsos negativos, visando aumentar a confiabilidade e precisão do equipamento.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Aperfeiçoar um sistema baseado em hardware e software com enfoque na estimativa de massa de alevinos utilizando visão computacional e aprendizagem de máquina.

3.2. Objetivos Específicos

Para a consecução do objetivo geral da pesquisa, é necessário o cumprimento dos seguintes objetivos específicos:

- Estudar e levantar o referencial teórico sobre aquicultura, em especial a piscicultura e o processo de produção de alevinos;
- Estudar a metodologia de trabalho em campo, bem como os processos tradicionais de coleta, armazenagem, contagem, medição e distribuição de alevinos pelos piscicultores do Projeto Pacu;
- Estudar especificamente sobre peixes, reprodução, características físicas, qualidade genética, etc.;
- Estudar os principais contadores de peixes existentes no mercado com foco no seu funcionamento, preço e patente;
- Estudar a Visão Computacional e a sua biblioteca OpenCV;
- Estudar técnicas e algoritmos de Aprendizagem de Máquina;
- Estudar e avaliar o atual aparato de mensuração dos alevinos desenvolvidos por pesquisadores do INOVISÃO;

- Desenvolver um novo aparato de mensuração;
- Estudar e avaliar o software desenvolvido por pesquisadores do INOVISÃO e as funcionalidades do mesmo;
- Desenvolver novas funcionalidades com técnicas de processamento diferentes das implementadas atualmente, tanto para a contagem quanto para a estimativa de massa;
- Validar modelo proposto através de métodos estatísticos;
- Produzir artigos para publicação dos resultados em eventos e revistas especializadas.

4. INOVAÇÃO E/OU ORIGINALIDADE DESTACADAS NO PROJETO

Contadores automáticos de peixes baseado em tecnologias analógicas e digitais utilizando sensores de diversas naturezas são encontrados nos mercado nacional e internacional. Todavia, criar um contador e estimador de massa de alevinos baseado em técnicas de visão computacional e aprendizagem de máquina é um desafio para cientistas do mundo todo. Muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos em Mato Grosso do Sul através do grupo de pesquisa INOVISÃO, na Universidade Católica Dom Bosco-UCDB, coordenado pelo professor Doutor Hemerson Pistori. Inclusive, este projeto vai ao encontro de uma das linhas de pesquisa do grupo INOVISÃO, a fim de dar continuidade e melhorar os resultados práticos para o emplacamento de um produto para contagem e estimativa de massa de alevinos. Entretanto, esta tecnologia poderá ser aplicada em outras áreas da aquicultura tais como: carcinicultura: cultivo de camarões; ranicultura: cultivo de rãs; ostreicultura: cultivo de ostras; mitilicultura: cultivo de mexilhões; algicultura: cultivo de algas; e malacocultura: cultivo de moluscos.

5. REVISÃO DA LITERATURA

5.1 Histórico da Aquicultura

A Aquicultura é o cultivo de organismos subaquáticos, ou seja, que possuem pelo menos uma parte do seu ciclo de vida na água. Dessa forma a aquicultura pode ser subdividida em piscicultura: cultivo de peixe; carcinicultura: cultivo de camarões;

ranicultura: cultivo de rãs; ostreicultura: cultivo de ostras; mitilicultura: cultivo de mexilhões; algicultura: cultivo de algas; e malacocultura: cultivo de moluscos (KATO e SOUSA, 2017).

A piscicultura tem conquistado cada vez mais espaço no mercado de alimentos no Brasil e no mundo. O principal motivo é o aumento do consumo da carne de pescados, provenientes tanto de rios quanto de oceanos. Esse aumento na procura deve-se em virtude das pessoas buscarem uma fonte de proteína mais saudável que acaba propiciando uma melhor qualidade de vida (MACIEL et al., 2015).

A OMS (Organização Mundial de Saúde) relatou que o consumo de pescados tem aumentado desde 1961 a uma taxa de 3,6% ao ano, enquanto que a população mundial tem crescido a uma taxa de 1,8% ao ano. Dessa forma, o consumo que era de 9 kg anual por pessoa em 1960, passou para 17 kg por pessoa em 1997. Portanto, a disponibilidade e o consumo de carnes de peixes e derivados em um período aproximado de 40 anos praticamente dobrou em relação ao crescimento populacional (WRO, 2003).

Apesar do consumo de carne de pescado ter aumentado nas últimas décadas, o consumo no Brasil ainda é baixo quando comparado com carnes bovinas, avinas e suínas. Dentre os principais motivos apontados pelos consumidores brasileiros, destacam-se: o preço elevado; desconhecimento da forma de preparo; preferência por outras carnes devido às características de cheiro, sabor, textura, presença de espinhas e a falta de divulgação das informações de procedência e qualidade (MACIEL et al., 2015 e SCORVO FILHO, 2004).

Um comparativo dos riscos e benefícios do consumo de pescados é discutido pela WHO (*World Health Organization*). Nele os autores corroboram que peixe é um importante alimento rico em proteínas e nutrientes para compor uma dieta saudável e balanceada, com efeitos benéficos para redução de doenças cardiovasculares e AVCs (Acidente Vascular Cerebral). Por outro lado, eles alertam que tais doenças podem ser também motivadas pela ingestão alimentar de potenciais contaminantes químicos como metilmercúrio e compostos de dioxinas (dibenzo-p-dioxinas policloradas [PCDDs], dibenzofuranos policlorados [PCDFs] e bifenilos policlorados [PCBs]). (WHO, 2010).

Estudos mostraram (PANORAMADA DA AQUICULTURA, 2014), que crianças diagnosticadas com Transtornos de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), que foram submetidas à suplementação de DHA - um ácido graxo polinsaturado da família ômega-3 - encontrados em algas de rios e mares e que são consumidos por certas espécies de peixes, apresentaram melhoras das atividades cognitivas e perceptivas em relação àquelas crianças que não tomaram a medicação. Isso ocorre, sobretudo, em virtude do DHA ser um ácido graxo importante para a formação do cérebro e partes do sistema nervoso central de animais e seres humanos (PANORAMADA DA AQUICULTURA, 2014).

O Brasil é um país privilegiado pela biodiversidade de rios e costa marítima, bem como pela biodiversidade de espécies de peixes e clima favorável, o que possibilita o desenvolvimento da aquicultura nas suas diversas subclassificações.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a aquicultura é a mais rápida das atividades agropecuárias em termos de resultados produtivos e uma das poucas capazes de responder com folga ao crescimento populacional, o que pode contribuir para o combate à fome em todo o mundo (EMBRAPA, 2018).

Relatório da ONU constatou um aumento de mais de 38 milhões de pessoas em relação a 2016, que sofreram com a fome ou algum tipo de má nutrição, atingindo em 2017 um total de 815 milhões de pessoas, sobretudo, devido aos conflitos civis e as mudanças climáticas. Na América Latina e Caribe, este relatório registrou 42 milhões de pessoas nessas condições (FAO, 2017).

Segundo o IBGE (2017), o Brasil registrou aumento na produção de pescados da aquicultura, com 4,4 % em 2016 a mais em relação à produção de 2015, totalizando 507,12 mil toneladas de pescados produzidos em solo nacional. Nesse contexto e diante do cenário emergente de grandes transformações nas últimas décadas, a piscicultura torna-se uma alternativa de investimento de agronegócio para pequenos, médios e grandes produtores.

Ano após ano novos produtores ingressam neste mercado e para produzir é necessário investimento em alevinos, produtos químicos (fertilizantes), rações, assistência técnica e mão de obra de funcionários (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Todavia, para tornar o negócio competitivo é necessário investimento tecnológico, em toda a cadeia reprodutiva, passando desde a criação de larvas de qualidade até a entrega dos peixes para o consumidor final. A contagem de alevinos e a estimativa de massa é importante para dosar a quantidade de ração e medicamento, por exemplo. Segundo Zion (2012), na maioria das vezes o processo de produção de alevinos é feito de forma manual.

5.2 Equipamentos de contagem e medição de peixes

Existem poucos dispositivos eletromecânicos e computadorizados caracterizados como contadores de peixes, capazes de realizar a contagem de peixes de vários tamanhos, mensurar tamanho e estimar a massa. Há tecnologias estrangeira disponível, mas de

altíssimo custo de aquisição. Por exemplo, a empresa suíça *Pentair Aquatic Eco-Systems*¹ apresenta um equipamento baseado em leitura ótica através de *bioescanner*, capaz de identificar e mensurar peixes de 3g a 6kg, com precisão de 99 a 100% e capacidade de processamento de até 60000 alevinos de 3g por hora.

A Figura 2 mostra o equipamento *VAKI Bioscanner Fish Counter* modelo V-Channel 1 para peixes pequenos e médios.



Figura 2: Equipamento VAKI Bioscanner Fish Counter.
Fonte: <https://pentairaes.com/vaki-bioscanner-fish-counter.html>

A Figura 3 mostra a unidade de controle que pode ser utilizada junto com o modelo V-Channel 1.



Figura 3: Unidade de Controle do equipamento VAKI Bioscanner Fish Counter.
Fonte: <https://pentairaes.com/vaki-bioscanner-fish-counter.html>

Diante deste cenário, métodos e técnicas científicas vêm ganhando destaque para ajudar o produtor a aumentar sua produção, auxiliando desde a fertilização e separação das espécies de alevinos até a contagem e distribuição destes.

¹ Disponível em: <<https://pentairaes.com/vaki-bioscanner-fish-counter.html>>

5.3 Visão Computacional e Aprendizagem de Máquina

A visão computacional, segundo Parker (2011), consiste na identificação e classificação de objetos em uma imagem. Ela descreve a visão percebida em termo de hardware e software, podendo ser utilizada em aplicações tais como: busca por imagem, navegação de robôs, processamento médico por imagem, gerenciamento de fotos e muito mais (Solem, 2012).

Um sistema de Visão Computacional possui algumas etapas que normalmente são comuns a todo e qualquer tipo de sistema desta natureza. A Figura 4 mostra as principais etapas de um sistema de visão computacional.

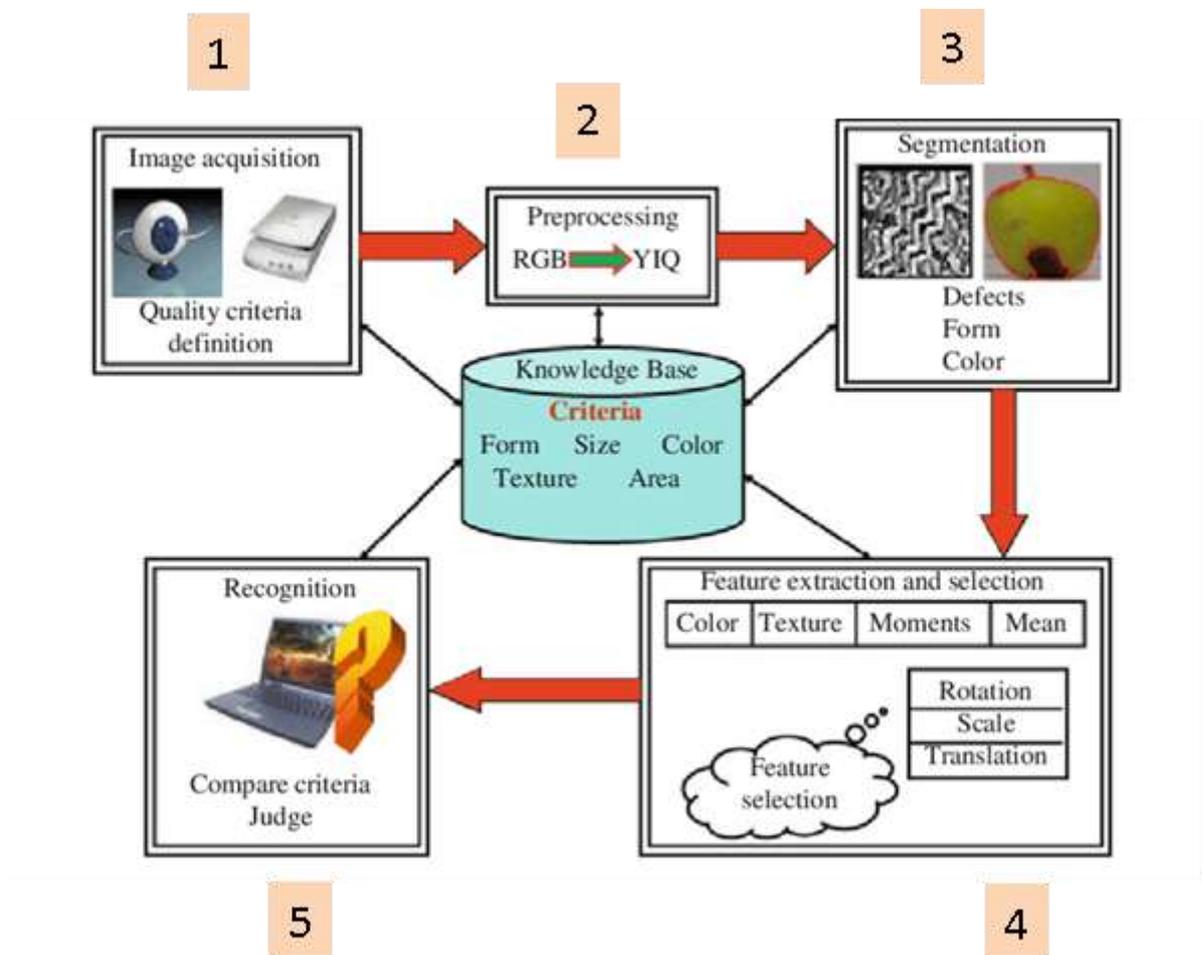


Figura 4: Principais etapas de um sistema de visão computacional.

Adaptada de: Vergara-Villegas (2014).

1) Aquisição de imagens: Captura, armazenamento, transmissão, calibração, etc.

Um sistema de visão computacional trabalha com imagens. Ultimamente temos uma amplitude muito grande de dispositivos de captura de imagens, tais como: câmeras digitais, celulares e Smartphones, câmeras de CFTV, Scanners e digitalizadores, webcams, e câmeras para 3D. Alguns tipos de imagens que poderão ser utilizadas como entradas em um sistema de visão computacional são: imagens de satélite, imagens de ressonância magnética e tomografia computadorizada, Raio X e Ultrassonografia, Microscópico, telescópio, câmera globo 360°, etc. (Pistori, 2015).

Além do equipamento de captura, é importante ressaltar que o ambiente pode estar sujeito a diversos tipos de iluminação, o que poderá impactar na qualidade da imagem. Lentes de diversas naturezas também podem afetar a qualidade final da imagem.

Tipos de armazenamento e compactação da imagem devem ser levados em consideração devido a possível perda de qualidade da imagem, podem afetar significativamente na validação do sistema de visão computacional.

A angulação em que a imagem é coletada afeta também a qualidade da mesma. Técnicas de calibração da câmera podem ajudar na hora de gerar uma imagem mais confiável.

2) Pré-processamento: Melhoramento, detecção de bordas, estereoscopia, etc.

Realizar o processamento digital da imagem consiste em realizar transformações para facilitar as etapas subsequentes. Algoritmos para diminuição de ruídos, suavização, detecção de bordas, detecção de sombras e mecanismos de visão estéreo - que buscam relacionar a visão humana através de duas câmeras, isto é, duas perspectivas - são algumas técnicas que podem auxiliar o sistema de visão computacional nesta etapa.

3) Segmentação

Segmentação consiste em criar segmentos (grupos). É o processo de separação dos objetos de interesse presentes em uma imagem, abstraindo informações desnecessárias para o processamento. Para tanto, algoritmos de segmentação criam segmentos na imagem fracionando em partes diferentes, isto é, criando segmentos diferentes que poderão ser úteis ou não para determinado problema. Dentre as técnicas de Segmentação, citam-se: limiarização ou binarização, detecção de descontinuidade (bordas), detecção regiões com similaridades dos pixels (*Region Based Method*), baseada em agrupamentos de pixels com

características similares (*Clustering Based Method*), por Watershed (erosão e dilatação) e segmentação por Equações Diferenciais Parciais (Kaur, 2014).

4) Extração, seleção e redução de atributos (características)

Consiste em extrair características da imagem que possibilitam descrever a imagem através de suas particularidades inerentes e também descartar aquelas que não possuem significância para o sistema de visão computacional. Uma foto, por exemplo, capturada por uma webcam comum por um período de 10s a uma taxa de 30 quadros por segundo (fps), colorida padrão RGB (*Red, Green e Blue*) com intensidade de 24 bits por pixel (ou 3 bytes por pixel), com resolução *full hd* de 1920 x 1080, resulta na Equação 1.

$$177,97 \text{ MB/s} = \frac{(1920 \times 1080 \times 3 \text{ bytes por pixel} \times 30 \text{ frames por segundo})}{1024 \times 1024}$$

Equação 1 – Exemplo de Cálculo de dados.

Portanto, para 10 segundos de vídeo resulta na equação 2:

$$1,73 \text{ GB} = \frac{(177,97 \times 10 \text{ segundos})}{1024}$$

Equação 2 – Exemplo de Cálculo de dados.

Dessa forma é gerada uma grande quantidade de dados de vídeo que nem sempre possui 100% de informação útil. Com a extração de atributos, espera-se selecionar as características que realmente importam em cada quadro, removendo, por exemplo, o fundo de tal forma que não perda informação útil. Assim, a etapa anterior de segmentação é importante para redução dos atributos, que pertencem ao vetor de atributos da imagem. Esses vetores de atributos serão utilizados para serem treinados pelos algoritmos de aprendizagem para que possam aprender.

Existem diversas áreas estudadas por onde se podem extrair atributos de uma imagem. As mais utilizadas são Cor, Textura, Gradiente e Forma/Contorno (Pistori, 2015).

5) Reconhecimento de Padrões

É por si uma área da Inteligência artificial. O Reconhecimento de Padrões visa identificar objetos (rosto, mãos, formas, etc.) em uma imagem. O desafio está em realizar a classificação sob condições adversas de variância, rotação, escala, translação, cisalhamento, iluminação, etc. O ser humano possui a incrível habilidade de reconhecimento de padrões independentes dessas invariâncias (Pistori, 2015).

Dentre algumas aplicações típicas de reconhecimento de padrões citam-se: reconhecimento de fala, classificação de mensagens como spam, reconhecimento de escrita, reconhecimento de faces, entre outros.

SUCHARTA e JYOTHI (2013), divide em 4 áreas: Correspondência de Modelos, Classificação Estatística, Correspondência Sintática ou Estrutural e Redes Neurais Artificiais. Os autores afirmam ainda que esses modelos não são totalmente independentes e pode existir ambiguidade de interpretação.

Machine Learning

Dentro da área de Reconhecimento de Padrões tem outra grande área que é a *Machine Learning* (aprendizagem automática) permite um sistema de visão computacional aprender a partir de exemplo e generalizar. Para tanto, imagens, sinais bidimensionais e cadeias de caracteres são utilizados como entrada de um sistema de visão computacional de onde se extraem as características, subdivide os dados em conjuntos de treinamento, teste e validação.

Rastreamento de objetos

Embora não foi colocada na Figura 4, a etapa de rastreamento é muito utilizada em sistemas baseado em Visão Computacional. Rastreamento consiste em rastrear objetos em uma imagem. Para tanto, existem algumas técnicas que processam a informação do primeiro quadro com a informação do quadro subsequente. Parekh (2007) cita exemplos de algoritmos dessa área são subdivididos em 3 categorias:

Rastreamento por ponto em uma imagem: filtros de partículas, filtros de Kalman e Hipóteses Múltiplas;

Rastreamento por Kernel: Correspondência de modelo simples, Método de deslocamento de média, Vetores de Máquina de Suporte e Rastreamento baseado em camadas;

Rastreamento baseado em Silhueta: Baseado na forma e contorno.

Dentre as tecnologias utilizadas a visão computacional destaca-se como um promissor método para contagem, estimativa de massa e, rastreabilidade de alevinos e peixes, sobretudo pelo baixo custo associado ao uso desta tecnologia. Embora já utilizada com frequência na indústria, possui algumas limitações quando empregada na aquicultura, pois os alevinos são organismos sensíveis, que muitas vezes, são submetidos a estresses físicos, e expostos à luminosidade inadequada para que sejam coletadas as imagens para o processamento computadorizado (Zion, 2012; Menezes e Agostinho, 2014).

A aprendizagem de máquina ou aprendizagem automática consiste na habilidade do computador aprender sem ter sido explicitamente programado (Simon, 2013). A partir de dados amostrais de entradas, os algoritmos conseguem fazer previsões e tomar decisões guiadas por análise estatística dos dados ao invés de simplesmente seguir um fluxo estruturado de comandos, tudo isso sem intervenção humana.

Exemplo de aplicação envolvendo estimação de massa é citado por Fan e Liu (2013), onde os autores utilizam Máquinas de Vetores de Suporte (*Support Vector Machine*) para fazer a classificação e separação dos dados em dois hiperplanos, de onde é possível extrair informações úteis para a contagem e cálculo estimado de massa dos peixes.

Um conjunto de ferramentas de softwares é necessário para iniciar o estudo na área de visão computacional. A principal ferramenta a ser utilizada é o OpenCV (acrônimo para *Open Source Computer Vision Library*), criado pela Intel em 2000, que consiste de uma Interface de Programação de Aplicações (API) destinada ao processamento de imagens em diversas plataformas de desenvolvimento de Software. Atualmente encontra-se na versão 3.4.1 e detém licença BSD (*Berkeley Software Distribution*), isto é, domínio público sem nenhuma restrição tanto para uso acadêmico quanto profissional.

6. METODOLOGIA

A natureza desta pesquisa consiste em pesquisa aplicada, a fim de se produzir conhecimento para aplicar na solução de problemas específicos. O método de trabalho a ser utilizado nesta pesquisa é o indutivo com pesquisa de campo quantitativa, para obter informações a partir de dados coletados. Do ponto de vista dos objetivos, esta pesquisa é classificada como pesquisa exploratória, para levantamento bibliográfico e entrevista com pessoas. Quanto ao ponto de vista dos procedimentos técnicos está classificada como pesquisa experimental (Gil, 1994).

6.1 Área geográfica da pesquisa

As atividades a serem realizadas para o desenvolvimento desta pesquisa ocorrerão nas cidades de Campo Grande – MS e Terenos – MS, considerando que a pesquisa exploratória será realizada nas dependências da UCDB e que as atividades de campo serão realizadas nas dependências da Fazenda Santa Rosa, sede do Projeto Pacu, localizada na cidade de Terenos, Mato Grosso do Sul (Porto et al., 2016). A Figura 5, retirada do Google Mapas, mostra a localização geográfica do Projeto Pacu, situada na latitude -20.349939 e longitude -54.967468, aproximadamente 50 km da capital Campo Grande.



Figura 5: Localização geográfica Projeto Pacu.

6.2 Coleta de dados

A coleta de dados ocorrerá por meio de entrevistas com os produtores e funcionários da empresa Projeto Pacu. Dessa entrevista, informações básicas quanto aos processos de produção, metodologia de trabalho, definições de metas de trabalho, entre outros, poderão ser obtidos para melhor entendimento do problema.

Para realização dos testes e validação dos algoritmos propostos serão coletados vídeos de curta duração para poder construir o banco de dados de imagens, através de uma câmera Logitech C920 PRO WEBCAM HD de 640x680 pixels de resolução e com taxa de quadros de 30fps (quadros por segundo). A posição da câmera será fixa, portanto, a distância focal será a mesma para cada foto tirada (snapshot), bem como a largura do filete d'água. Assim, o algoritmo de aprendizagem realizará a contagem e a estimativa da massa para cada foto.

Além disso, decorrente das várias atividades de campo, serão coletadas informações e dados do equipamento atual para identificar adequadamente as lacunas que precisarão ser aperfeiçoadas para que o sistema proposto seja capaz de atender os objetivos desta

pesquisa. Destaca-se que o grupo de pesquisa INOVISÃO possui um banco de dados, que também poderá ser utilizado como dados amostrais.

6.3 Análise e Interpretação dos dados coletados

Após a coleta de dados, será aplicada a metodologia proposta na Figura 6 para análise e interpretação dos dados.



Figura 6: Metodologia de trabalho adotada.

Fonte: Tradução de Aliyu et al. (2017).

A aquisição das imagens será realizada por meio de câmera digital de alta resolução, com boa quantidade de quadros por segundo e boa distância focal. Ressalta-se que a qualidade da imagem é um importante fator para aplicação das técnicas de aprendizagem de máquina (HOWSE et al., 2015).

O pré-processamento ocorrerá por meio de aplicação de técnicas de detecção de bordas e morfologia digital (Parker, 2011). Já a segmentação de imagens ocorrerá por tom de cinza, pixel de borda, conjuntos nebulosos e/ou outro método a ser definido em conjunto com o orientador. A etapa de classificação e seleção dos dados a princípio será avaliada por meio de Redes Neurais com algoritmo *Back-Propagation*. Todavia, será estudada a possibilidade de uso de algum método de aprendizagem por reforço, como a programação dinâmica. A partir do qual será possível a obtenção de dados úteis para gerar informação de contagem e estimativa de massa.

7. ATIVIDADES E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

A Tabela 1 apresenta o cronograma para o desenvolvimento do projeto e escrita da tese.

Atividades/etapa	2018 (trimestres)			2019 (trimestres)				2020 (trimestres)				2021 (trimestres)				2022 (trimestres)
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Revisão bibliográfica e análise documental	•	•														
Realização de entrevistas ou aplicação de questionário		•	•													
Montagem e construção do protótipo físico			•	•	•	•										
Realização de testes experimentais					•	•	•	•								
Realização de coleta de imagens							•	•	•							
Desenvolvimento do Software								•	•	•	•					
Testes experimentais com o software										•	•	•	•			
Análise e interpretação de dados										•	•	•	•	•		
Correção e ajustes no software												•	•			
Organização e categorização de dados qualitativos													•	•		
Redação e digitação preliminar da dissertação e ou tese		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Revisão da redação preliminar																
Entrega/depósito															•	
Apresentação/defesa																•

Tabela 1: Cronograma de trabalho.

8. RESULTADOS ESPERADOS, PRODUTOS E AVANÇOS

Espera-se com a realização deste projeto, obter inicialmente um vasto banco de dados de alevinos de pintado de diversos pesos e tamanhos. Após a análise e pré-processamento destes dados com algoritmos e técnicas de processamento de imagens espera-se desenvolver softwares de Visão Computacional e Aprendizagem de Máquina para realizar a contagem e estimativa de massa dos alevinos. Espera-se desenvolver ou melhorar o dispositivo físico por onde passam os alevinos, e realizar diversos testes para aferição do mesmo. Acredita-se na potencialidade do emplacamento de um produto, de onde deverão ser solicitadas novas patentes para este produto, que possui tecnologia de ponta para ser comercializado pelos produtores de peixes do estado de Mato Grosso do Sul, e também, a margem para a criação de uma Startup do ramo agronegócio.

9. IMPACTOS E BENEFÍCIOS PARA MATO GROSSO DO SUL

Realizar a contagem e estimar a massa de alevinos visa auxiliar o produtor a automatizar por meio de sistema baseado em Visão Computacional a sua produção, para proporcionar maior qualidade da cadeia produtiva. Processo este que atualmente são realizados de maneira manual, por várias pessoas, sendo dispendioso e susceptível a falhas humanas, poderá ser feito de forma eficiente e eficaz por sistema computacional, o que além de diminuir o estresse dos peixes, e promover a melhoria da sustentabilidade ambiental, potencializa o setor de manejo da fazenda, e conseqüentemente aumentando a produtividade da empresa Projeto Pacu.

O desenvolvimento de um sistema desta natureza permite atender a demanda local, bem como inserir no mercado nacional um produto de baixo custo benefício para poder potencializar o agronegócio brasileiro. Técnicas desta natureza visam alavancar a aquicultura de precisão tornando o estado de Mato Grosso do Sul competitivo e referência para o Brasil e o mundo.

10. ORÇAMENTO

Descrição	Preço unitário (R\$)	Quantidade	Total	Justificativa
Materiais e animais				
Ração Em Pó P/alevinos E Massas De Pesca P55 1 Kg	15	5	75	Alimento para os alevinos de pintado real
Cloreto De Magnésio Pa 100% Puro E Natural 1 Kg + 200 Gr Sal	63,9	1	63,9	Sal para ser utilizado no aquário para tratamento dos alevinos durante processo de coleta de imagens.
Equipamentos				
Notebook AVELL C74 PLACA DE VÍDEO: 2x SLi NVIDIA® GeForce® GTX 1070 (8GB GDDR5) Intel® Core™ i7-8700K Coffee Lake 3.7 GHz, 6 Cores, 12MB Cache (4.7 GHz com Max Turbo); 64 GB Memória DDR4 (2400 MHZ); 1ºHARD DISK SATA III: SSD 500GB SATA III; 2º HARD DISK SATA III: HD 2TB - 5400 RPM; 1º HARD DISK M.2: SSD M.2 - 250GB - [500 MB/s]; 2º HARD DISK M.2: Memória Intel® Optane™ - 16GB - Acelerador de Sistema + Mochila; BRINDE TELA (LCD): 17.3" 4K QFHD (3840 x 2160) com Tecnologia G-SYNC (Matte); WIRELESS: Killer E2200 LAN + Killer 1535 Wireless-AC Wi-Fi+Bluetooth Combo; TECLADO: Teclado Retro-Iluminado - PADRÃO INTERNACIONAL; GARANTIA : Garantia de 3 anos em mão de obra e de 1 ano em peças. Disponível em: https://avell.com.br/profissional/notebooks-para-engenharia/c74	26.588,00	1	26588	Notebook para ser utilizado tanto em campo quanto em laboratório para realização de testes e aplicações das técnicas de visão computacional e aprendizagem de máquina.
Huawei P20 Pro 128gb Dual Sim 6gb Ram 3 Cameras Tela 6.1 Nf; Display: 6.1"; Resolução: 1080 x 2240px; Câmera Primária: 40 MP; Gravação de Vídeo: 2160p; Capacidade: 128 GB, 6 GB RAM; Cartão de Memória: Não; Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1057220735-huawei-p20-pro-128gb-dual-sim-6gb-ram-3-cameras-tela-61-nf-_JM	3.859	1	3859	Smartphone com Câmera de alta resolução para ser utilizada na etapa de coleta de dados para construção de um dataset robusto e confiável.
Transporte (carro)				
Combustível Gasolina, considerar por dia 5 litros	9	100	900	Translado de ida e volta para a cidade de Terenos em para trabalho em campo de coleta e testes operacionais. Sendo 35 km de ida mais 35 km de volta, considerando consumo médio de 10km/l de gasolina, então 7 litros serão suficientes para 70 km diários.
TOTAL CUSTEIO:			31.485,9	
Bolsas				
Doutorado	2500	36	90000	Bolsa de doutorado do pesquisador com dedicação integral.
TOTAL				

11.REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Pedro Lucas França; PISTORI, Hemerson. *Contagem de Alevinos Baseada em Visão Computacional*. 2016. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2016. Available from: <<http://www.gpec.ucdb.br/pistori/orientacoes/monografias/pedro2016.pdf>>. Cited 2018 jun 29.

ALIYU, I. et al. *A Proposed Fish Counting Algorithm Using Digital Image Processing Technique*. ATBU Journal of Science, Technology and Education, v. 5, n. 1, p. 1- 11, 2017.

BRASIL. EMBRAPA. *Pesca e aquicultura*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/nota-tecnica>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

BRASIL. IBGE. . *Pecuária Municipal 2016: Centro-Oeste concentra 34,4% do rebanho bovino do país*. 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/16992-pecuaria-municipal-2016-centro-oeste-concentra-34-4-do-rebanho-bovino-do-pais.html>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

DIAS, Marcos Tavares (Org.). *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*. Macapá: Embrapa Amapá, 2009.

Fan, L. and Liu, Y. (2013). *Automate fry counting using computer vision and multi-class least squares support vector machine*. *Aquaculture*, 380:91–98. 24.

FAO. *A fome volta a crescer no mundo, afirma novo relatório da ONU*. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1037611/>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

GIL, A.C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. 207 p.

PORTO, Carlos Roberto Bernardes et al. *Empreendedorismo familiar e o desenvolvimento local: estudo de caso no Projeto Pacu*. In: MULTITEMAS, CAMPO GRANDE, MS, 50, 2016, Campo Grande. Estudo de Caso. 2016. v. 21, p. 153 - 169. Available from:

<http://www.gpec.ucdb.br/pistori/publicacoes/grillo_multitemas2016.pdf>. Cited 2018 apr 21.

HOWSE, Joseph et al. *OpenCV 3 Blueprints*. Birmingham: Packt Publishing, 2015. 514 p. (ISBN 978-1-78439-975-7).

KATO, Hellen Christina de Almeida; SOUSA, Diego Neves de. *Aprender brincando Aquicultura: Livro de atividades*. Brasília: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2017.

MACIEL, Erika da Silva et al. *Atributos de Qualidade do Pescado Relacionados ao Consumo aa Cidade de Corumbá, MS*. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, v. 1, n. 41, p.199-2016, 06 fev. 2015.

MENEZES, Camila Sousa Magela de; AGOSTINHO, Claudio Angelo. *Automação do Manejo Alimentar na Engorda de Tilápias Criadas em Tanque-Rede*. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Campus de Botucatu, Botucatu, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/113921/000801683.pdf?sequence=1>> . Acesso em: 14 abr. 2018.

OSTRENSKY, Antonio; BOEGER, Walter. *Piscicultura fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: Agropecuária Ltda, 1998. 211 p.

PANORAMA DA AQUICULTURA. Laranjeiras: Panorama da Aquicultura Ltda., v. 24, n. 143, maio 2014. Bimestral. Available from: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/143/images/PanoramadaAQUICULTURA143.pdf>>. Cited 2018 mar 30.

PARKER, James. R.. *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*. 2. ed. Indianapolis: Wiley, 2011. 506 p.

REBELATTO JUNIOR, Isidoro Antonio et al. *Levantamento da atuação da Embrapa em pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia nas áreas de pesca e aquicultura*. Palmas: Comitê Local de Publicações, 2015. 293 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 11). Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125391/1/SD11.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

SCORVO FILHO, João Donato. O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências. 2004. Available from: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/agronegocio_aquicultura.pdf>. Cited 2018 mar 30.

Simon, Phil (Março, 18, 2013). *Too Big to Ignore: The Business Case for Big Data*. Wiley. 89 páginas. ISBN 978-1-118-63817-0.

SOARES, Lariessa; BELO, Marco Antônio de Andrade. *Consumo de pescado no município de Porto Velho-RO*. 2015. Available from: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/multidisciplinar/consumo_de_pescado.pdf>. Cited 2018 mar 03.

SOLEM, Jan Erik. *Programming Computer Vision with Python*. Ebastopol: O'reilly Media, 2012. 256 p.

WHO. *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health: Global and regional food consumption patterns and trends*. 916. ed. Geneva: World Health Organization 2003, 2003. 17 p. (WHO Technical Report Series). Available from: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/en/gsfao_global.pdf>. Cited 2018 mar 18.

WHO. *Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption*. Roma: Sales And Marketing Group, 2010. (FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 978). Available from: <<http://www.fao.org/docrep/014/ba0136e/ba0136e00.pdf>>. Cited 2018 mar 30.

ZION, B. *The use of computer vision technologies in aquaculture – A review*. *Computers and Electronics in Agriculture*. Volume 88, October, Pages 125–132. 2012.

SUCHARTA, V., JYOTHI S. A Survey on Various Pattern Recognition Methods for the Identification of a Different Types of Images. *Publications of Problems & Application In Engineering Research - Paper*. CSEA 2012.

STACKOVERFLOW. Video Size Calculation. 2015. Disponível em: <<https://stackoverflow.com/questions/27559103/video-size-calculation>>. Acesso em: 06/10/2018.

PISTORI, 2015. Etapas de um Sistema de Visão Computacional. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=cLKK3sTXNtY>> . Acesso em 06/10/2018.

PISTORI, 2017. Relação de Visão Computacional com Computação Gráfica, Processamento de Imagens, etc. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=CKQ3g7ziX0I>> . Acesso em 06/10/2018.

PAREKH HIMANI S., THAKORE DARSHAK G., JALIYA UDESANG K. A Survey on Object Detection and Tracking Methods. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering. Vol. 2, Issue 2, February 2014.

KAUR, DILPREET, KAUR, YADWINDER. Various Image Segmentation Techniques: A Review. IJCSMC, Vol. 3, Issue. 5, May 2014, pg.809 – 814.

SUCHARTA, V., JYOTHI S. A Survey on Various Pattern Recognition Methods for the Identification of a Different Types of Images. Publications of Problems & Application in Engineering Research - Paper. CSEA 2012.

Stackoverflow. Video Size Calculation. 2015. Disponível em: <<https://stackoverflow.com/questions/27559103/video-size-calculation>>. Acesso em: 06/10/2018.