

VANIR GARCIA

SISTEMA PARA CONTAGEM AUTOMÁTICA DE ALEVINOS
BASEADO EM VISÃO COMPUTACIONAL

CAMPO GRANDE – MS
2015

VANIR GARCIA

**SISTEMA PARA CONTAGEM AUTOMÁTICA DE ALEVINOS
BASEADO EM VISÃO COMPUTACIONAL**

Pré-Projeto de Pesquisa apresentado ao
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu
em Ciências Ambientais e Sustentabilidade
Agropecuária para o ano de 2015.

CAMPO GRANDE – MS
2015

Sumário

1.	GRUPO DE PESQUISA VINCULADO AO PROJETO.....	4
2.	INTRODUÇÃO.....	5
3.	JUSTIFICATIVA.....	6
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
3.2.	Cadeia produtiva do peixe	7
3.2.	Peixes em cativeiros.....	10
3.3.	Trabalhos relacionados	11
3.4.	Visão Computacional.....	11
4.	OBJETIVOS.....	12
4.1.	Objetivo Geral.....	12
4.2.	Objetivos Específicos	12
5.	METODOLOGIA.....	13
5.1.	Realizar entrevistas.....	13
5.2.	Obter imagens dos peixes.....	13
5.3.	Desenvolver um protótipo.....	13
5.4.	Desenvolver o equipamento final.....	14
5.5.	Desenvolver o Sistema Computacional	14
5.7.	Testes, ajustes de dados e implantação do sistema.....	14
5.8.	Documentação do projeto implementado.....	15
6.	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	15
7.	RESULTADOS ESPERADOS	15
8.	IMPACTOS E BENEFÍCIOS ESPERADOS PARA MATO GROSSO DO SUL.....	16
9.	MOTIVOS PELA ESCOLHA DO CURSO E PERSPECTIVAS APÓS A SUA CONCLUSÃO.....	16
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. GRUPO DE PESQUISA VINCULADO AO PROJETO

INOVISAO - Grupo de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Visão Computacional. O INOVISAO tem como principal objetivo a integração entre pesquisa, desenvolvimento e inovação para contribuir com o desenvolvimento do estado do Mato Grosso do Sul. O grupo possui diversos projetos de visão computacional voltados para aplicações no agronegócio e outras áreas relevantes para a região.

Através de parcerias com indústrias, outras instituições de pesquisa e agências de fomento, o INOVISAO tem tido sucesso na obtenção de investimentos para a pesquisa no estado, que já resultaram em diversas publicações e no registro de dois softwares, além da criação de uma empresa de base tecnológica que iniciou a inserção dos produtos gerados no mercado nacional e internacional.

O grupo tem auxiliado na organização de diversos eventos da área, como International Workshop on Combinatorial Image Analysis (CIARP), Workshop Internacional de Análise Combinatória de Padrões (IWCIA), Pacific Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT), as Conferências COMPIMAGE e VIPIMAGE, tendo ajudado a trazer para Campo Grande a Conference on Graphics, Patterns and Images em 2008 (SIBGRAPI). O INOVISAO reúne pesquisadores, professores, extensionistas e empresários para atender, estabelecer metodologias, selecionar, desenvolver ou transferir tecnologias visando o aumento de eficiência de empreendimentos rurais voltados à criação, produção e comercialização de peixes. O grupo inclui especialistas em Ciência da Computação, Redes de Computadores, administradores e empresários que atuam no ramo.

No grupo INOVISAO existem várias aplicações em áreas distintas. Como por exemplo, o projeto TOPOLINO que tem o objetivo de realizar o rastreamento de camundongos a fim de obter características do comportamento desse animal quando submetido à aplicação de fármacos (SILVA E GONÇALVES, 2007). Já o projeto DTCOURO tem o objetivo de desenvolver um sistema que seja capaz de identificar automaticamente defeitos em peles e couro bovino (RODRIGUES E VIANA, 2007), (AMORIM, 2007). Em (PISTORI E SOUZA, 2010) são apresentados outros projetos desenvolvidos pelo INOVISAO.

2. INTRODUÇÃO

O peixe é um produto que para ser comercializado precisa ser industrializado ou passar por um processo rigoroso de controle para ser consumido pela população. O valor nutricional e energético que o peixe possui traz ao produto uma procura frequente tanto no mercado interno quanto no externo. Com a maior procura do produto, normas de padronização foram criadas com o objetivo de estabelecer uma identificação e qualidade do produto produzido. Em Mato Grosso do Sul, a Lei nº 3.886, de 28 de abril de 2010, Dispõe sobre a pesca e a aquicultura e estabelece medidas de proteção e controle da ictiofauna, e dá outras providências.

O documento do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas - SEBRAE informa que para a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – ONU/FAO, enquanto a demanda mundial por pescado cresce em ritmo acelerado, as possibilidades de expansão da captura pesqueira estão caminhando para a extinção de algumas espécies. Diante dessa realidade da escassez de pescados, surge então a criação de peixes em cativeiro (piscicultura), tanto peixes para alimentação quanto decorativos para aquários. A FAO estima que o único caminho para garantir a produção de pescados para alimentar a população mundial venha a ser atendida via piscicultura. Considerando a estimativa feita pela FAO e também ao considerar a nova onda ambientalista, em especial no que tange a proteção dos rios, mares, lagos, lagoas, dentre outros, e por conseqüência na preservação dos peixes, incluindo todas as espécies, alguns cuidados especiais também têm que ser tomados para a atividade de piscicultura (SEBRAE, s/d).

Segundo o IBGE, em 2013, a produção total da piscicultura brasileira foi de 392,5 mil toneladas, estando em sua maioria, 26,8%, localizada no Centro-Oeste, num total de 105 mil toneladas. Mato Grosso e Goiás lideram a produção com 75, 6 e 23 mil toneladas, respectivamente. Em Mato Grosso do Sul, a produção é de 5,7 mil toneladas (IBGE, 2013).

Esta pesquisa almeja empregar o processamento de imagens e a visão computacional, aliado a um dispositivo eletromecânico, com o objetivo de caracterizar, identificar e efetuar a contagem automática de peixes e alevinos produzidos nas fazendas do Projeto Pacu: empresa de estrutura familiar com uma das unidades instalada na Fazenda Santa Rosa, no município de Terenos-MS.

O Projeto Pacu distribui alevinos de pintado e outros peixes para todo Brasil por transporte aéreo e rodoviário. Possui caminhões equipados com transfish e equipe treinada para transportar peixes vivos. Através de seu trabalho pioneiro no desenvolvimento técnicas de produção de peixes nativos, pesquisou esta espécie e implantou a primeira fazenda de engorda em escala industrial de surubins, a Agropeixe, atual Mar e Terra. Foi a primeira empresa a produzir e comercializar alevinos de pintados treinados na ração. As estratégias de

condicionamento alimentar dos surubins estão em constante evolução dentro da empresa. O sucesso do cultivo de qualquer peixe depende da aquisição de alevinos de boa qualidade, oriundos de produtores idôneos, por isso o Projeto Pacu fornece aos seus clientes alevinos produzidos a partir de matrizes criteriosamente selecionadas, bem nutridas, livres de doenças e cuidadosamente manipuladas durante as etapas da reprodução. Devido a estes detalhes e aos cuidados especiais dedicados à qualidade da água, à nutrição e à sanidade durante a larvicultura e alevinagem, os alevinos do Projeto Pacu: não apresentam consanguinidade; são isentos de parasitos e livres de doenças; possuem tamanho uniforme e expressam todo o potencial de crescimento em cultivo.

Atualmente, no Projeto Pacu, a contagem de peixes é realizada manualmente. Essa é uma tarefa demorada e muito cansativa, por esse motivo, erros e imprecisões na contagem podem ocorrer devido ao desgaste humano. Com o projeto, a árdua tarefa de contagem manual será realizada por um equipamento constituído por um *hardware*, responsável pelo acondicionamento e transporte dentro do mecanismo, e via *software*, baseado em Visão Computacional, acarretando maior agilidade sem perda de eficácia na contagem. Os dados capturados pelo *software* serão comparados com dados obtidos através da contagem manual a fim de obter a validação e consequente confiabilidade do sistema.

Para a contagem dos alevinos na fazenda Projeto Pacu utiliza-se um grupo de pessoas para efetuar o trabalho. Cada integrante da equipe de contagem utiliza pequenas peneiras, com as quais recolhem de um a três alevinos por vez do tanque de criação e os colocam em outro recipiente onde são acondicionados para o transporte.

Propomos então um sistema de contagem usando tecnologia agregada, consistindo em um subsistema mecânico, um subsistema eletrônico para controle da parte mecânica, um subsistema óptico de captura de imagens e um subsistema computacional para contagem e tratamento das informações.

3. JUSTIFICATIVA

Uma etapa importante na cadeia produtiva do peixe no Projeto Pacu ocorre no momento de contar e embalar com precisão, de forma rápida e sem causar stress nos peixes. Atualmente, para se contar os peixes utiliza-se de aproximadamente dez pessoas no processo, sendo que nove pessoas contam de forma manual os peixes e uma pessoa soma as quantidades que cada um conta. Essa contagem é feita de forma rudimentar utilizando em torno de 10 pessoas para efetuar o trabalho. A equipe de contagem utiliza peneiras, com as quais recolhem de um a três alevinos por vez e os colocam em outro recipiente. Um dos componentes da

equipe de contagem fica com um marcador nas mãos e a cada cem alevinos que é contado por uma mesma pessoa é produzido um som ao bater a peneira na borda da rede, e o contador é incrementado.

Esse processo conduz a erros e imprecisões no processo de contagem, originado prejuízos para o produtor ou para o cliente. Nosso projeto pretende automatizar processos através de ferramentas de Visão Computacional, trazendo agilidade, controles mais eficazes que permitam tomadas de decisão que tragam maior retorno dos investimentos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.2. Cadeia produtiva do peixe

Para falarmos sobre a cadeia produtiva do peixe, há necessidade de buscarmos uma definição para aqüicultura, que segundo o MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura) é “o cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático”. (BRASIL. MPA, 2014). Ela inclui a piscicultura, melacocultura, ostreicultura, mitilicultura, carcinicultura, algicultura, ranicultura e criação de jacarés.

Nesse texto trataremos especificamente da piscicultura voltada à criação de peixes em cativeiro no estado de Mato Grosso do Sul, tomando como base a empresa Projeto Pacu no município de Terenos-MS.

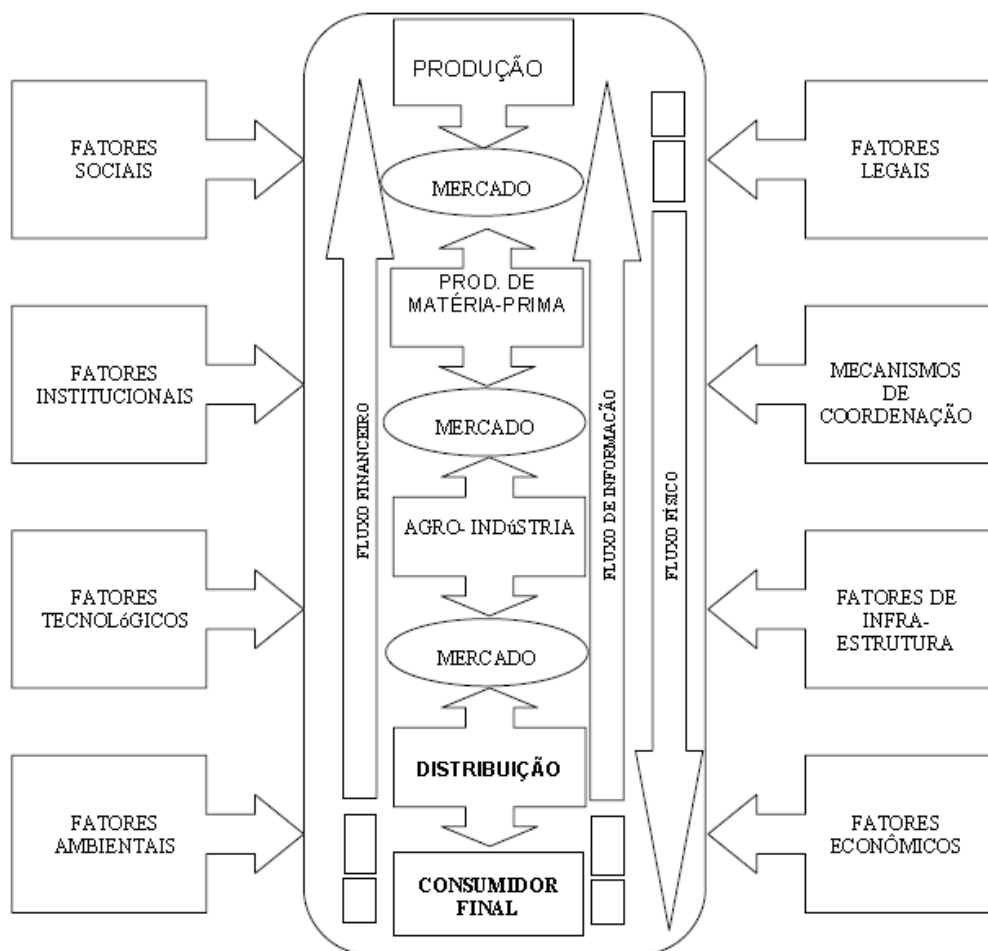
Como os peixes são animais que possuem um mecanismo no corpo que adapta sua temperatura de acordo com a temperatura do meio ambiente (pecilotérmicos), têm dependência direta e indireta do ambiente e, portanto são mais afetados pelas variações de condições ambientais que animais terrestres, por isso a preocupação com o meio ambiente e, principalmente com a água, deve fazer parte de todo projeto voltado à aquicultura (CYRINO et. al., 2015). Para esses mesmos autores, o desenvolvimento sustentável de atividades agrícolas, incluindo a piscicultura, deve preservar a terra, a água, a flora e a fauna, ser tecnicamente correto, economicamente viável, e socialmente desejável.

De acordo com o Governo Federal, o Brasil possui uma das maiores reservas de água doce do mundo, com cerca de 8,2 bilhões de metros cúbicos de água em rios, lagos, açudes e represas; além da extensa faixa litorânea, mas possui uma produção anual de pescado, que gira em torno de 1,5 milhões de toneladas, ainda pequena em relação ao seu potencial. (BRASIL, 2014) e para a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) o Brasil tem condições de produzir, pelo menos, 20 milhões de toneladas. Atualmente está na faixa de 2 milhões, ou seja, existe espaço para crescimento e investimentos no setor.

Em sentido amplo, cadeia produtiva diz respeito a um conjunto de operações técnicas para produção e distribuição de um determinado produto. Em relação à peixes, inclui a produção de alevinos (filhotes de peixe, que são comercializados quando atingem em torno de

50 a 70g, com 4 a 6 cm de comprimento; o que ocorre em 60 a 90 dias), produção de ração, conservação, criação, engorda, beneficiamento, transporte e comercialização do pescado, além das atividades de pesquisa, formação e capacitação. Para Prochmann e Michel (2003, p.8), “a cadeia de produção é um conjunto de ações econômicas que presidem a valoração dos meios de produção e asseguram a articulação das operações.” Na Fig. 1 temos um exemplo de estrutura de cadeia produtiva.

FIGURA 1 - EXEMPLO DE ESTRUTURA DE CADEIA PRODUTIVA



FONTE: Batalha e Silva (1999 apud Prochmann e Michel, 2003, p. 11).

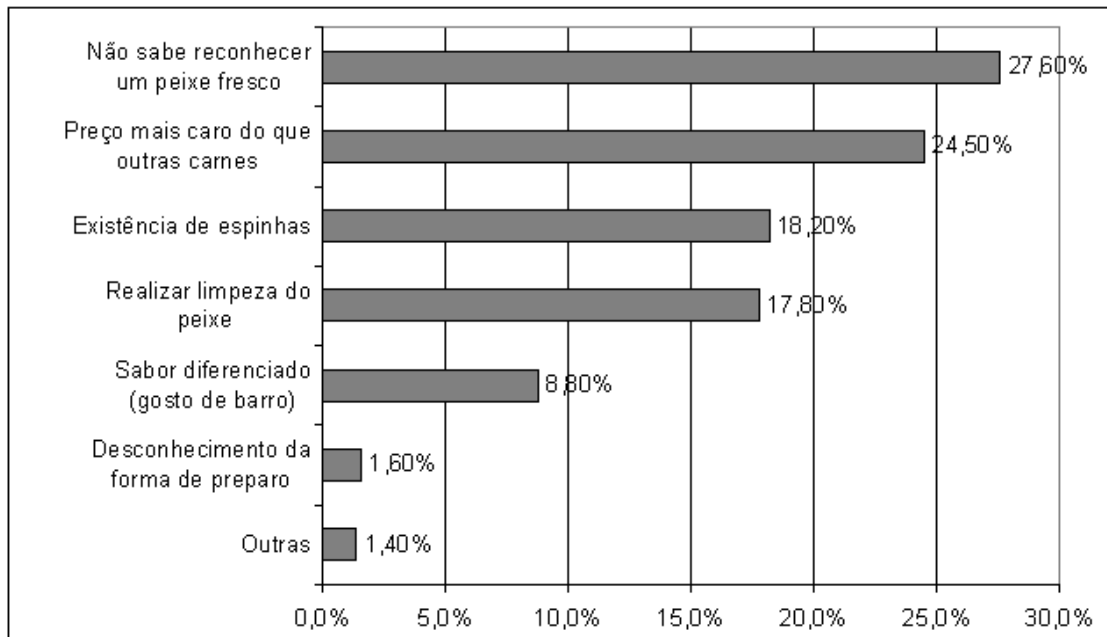
Para Souza et. al. (2008, p. 3),

A piscicultura pode alavancar o desenvolvimento social e econômico, possibilitando o aproveitamento efetivo dos recursos naturais locais, principalmente os hídricos, e a criação de postos de trabalhos assalariados. Entretanto, existem inúmeras variáveis que condicionam ou afetam o sucesso de um empreendimento rural, sendo difícil determinar quais são aqueles que contribuem fundamentalmente para caracterizar um bom empreendimento rural.

Entender a cadeia produtiva permite-nos compreender as ações internas das empresas e as ações com fornecedores, consumidores e distribuidores, trazendo um conhecimento que

permite identificar oportunidades de melhorias no processo e trazer ganhos para os envolvidos, desde o produtor até o consumidor final. Observar o consumidor final permite que outras etapas da cadeia produtiva repensem suas práticas. O Gráfico 1 apresenta fatores que desestimulam o consumo da carne de peixe.

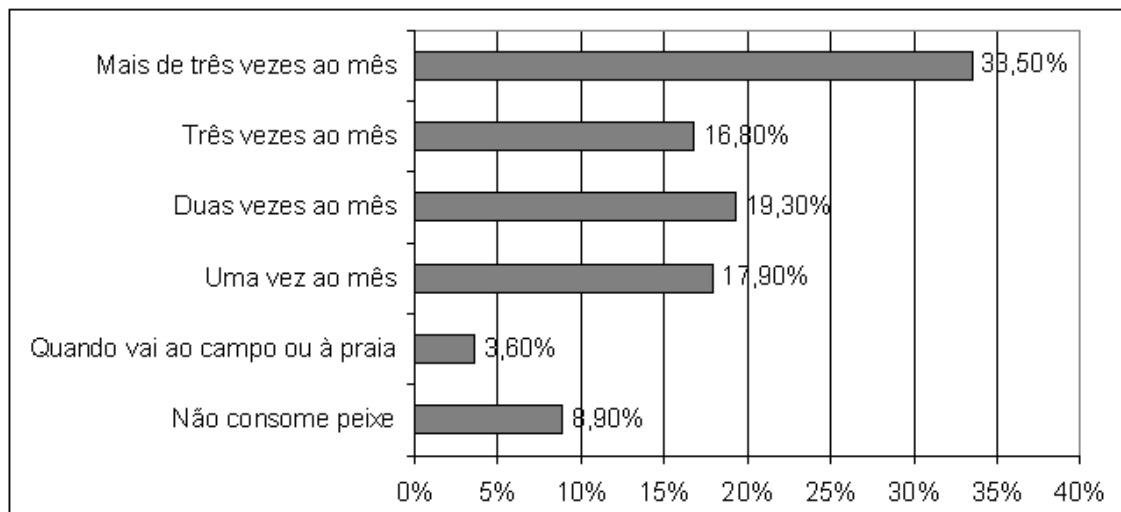
Gráfico 1 - fatores que desestimulam o consumo da carne de peixe



FONTE: kubitza (2002 apud Prochmann e Michel, 2003, p. 30).

Observa-se pelo Gráfico 2 que o consumo de peixe no Brasil tem um grande potencial de crescimento.

Gráfico 2 - Frequência do consumo de carne de peixe



FONTE: kubitza (2002 apud Prochmann e Michel, 2003, p. 32).

O setor produtivo da cadeia da piscicultura brasileira já domina as técnicas de produção de alevinos e engorda das principais espécies, a exemplo do Projeto Pacu. A eficiência da produção está diretamente ligada à espécie de peixe escolhido, ao manejo necessário e às condições ambientais da piscicultura.

3.2. Peixes em cativeiros

O peixe em cativeiro é um produto produzido principalmente para o consumo, pois possuem elevada importância para a sobrevivência do homem, na forma de alimentos e na geração de renda, mas também há espécies para ornamentação. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA:

O Brasil apresenta todas as condições favoráveis para a atividade pesqueira e para a aquicultura, uma vez que possui uma costa marítima de 8.500 km e 12% da água doce disponível no planeta. Porém, ainda é preciso superar barreiras e investir cada vez mais em conhecimento e pesquisa para que o país deixe de ser um importador e passe a ser um exportador de pescado, tornando-se uma potência aquícola (EMBRAPA, 2014).

Segundo a mesma empresa,

A pesca baseia-se na retirada de recursos pesqueiros do ambiente natural. Já a aquicultura é baseada no cultivo de organismos aquáticos geralmente em um espaço confinado e controlado. A grande diferença entre as duas atividades é que a primeira, por ser extrativista, não atende as premissas de um mercado competitivo. Já a aquicultura possibilita produtos mais homogêneos, rastreabilidade durante toda a cadeia e outras vantagens que contribuem para a segurança alimentar, no sentido de gerar alimento de qualidade, com planejamento e regularidade.

Além das questões de sanidade e biossegurança, segundo a Embrapa (2014), o processamento tecnológico da cadeia produtiva de peixes nativos, faz com que produtores vendam seus pescados sem agregação de valor e parceria entre universidades e a iniciativa privada, contribuem para a consolidação do setor, em que o avanço tecnológico e a inovação, vão transformar o Brasil numa das maiores potências aquícolas.

Fagundes et al (2008, p. 218) argumenta que a piscicultura pode alavancar o desenvolvimento social e econômico, pois possibilita o aproveitamento dos recursos hídricos, e a criação de postos de trabalhos e que “uma empresa, ao elaborar um produto, tem um custo de produção para processar e combinar os insumos, usando uma tecnologia até finalizá-lo e comercializá-lo”.

A empresa onde realizaremos os experimentos foi pioneira no desenvolvimento de tecnologia para reprodução de peixes brasileiros e iniciou suas pesquisas com as espécies pacu, peal e corimbatá. Logo que essas espécies foram reproduzidas com sucesso, começaram as pesquisas para espécies mais exigentes, como piraputanga, piracanjuba e matrinxã. O grande salto tecnológico foi o desenvolvimento das técnicas de reprodução do pintado e do dourado. Outros peixes também foram reproduzidos, como os bagres jaú, jurupensen, jurupoca e pirara. O Projeto Pacu desenvolveu pacotes tecnológicos, incorporou e desenvolveu métodos construtivos para a piscicultura brasileira. Com esta empresa, pioneira

no setor, surgiu inúmeros produtores de peixes, pesque-pague, frigoríficos e fábricas de ração em todo o Brasil.

3.3. Trabalhos relacionados

Buscando melhorar o processo de seleção e contagem dos alevinos para distribuição e transporte buscamos outros trabalhos relacionados. Selecionamos alguns artigos que possuem ligação com nosso objeto de pesquisa. Desses artigos elegemos os três mais diretamente relacionados ao nosso objeto de pesquisa.

A contagem de alevinos contidos em um pequeno recipiente foi abordada por Labuguen et al (2012) e Liangzhong e Ying (2013), sendo que os primeiros propuseram um sistema de contagem de alevinos utilizando um aquário transparente de 40x30x20cm e obtiveram as imagens com uma câmera posicionada 30cm acima do aquário, com foco no centro do mesmo. Utilizou software para binarizar a imagem obtida; para contar, utilizaram após a binarização, software de detecção de borda. Interessante observar que os autores utilizaram um sistema de contagem em que todos os alevinos estão num mesmo recipiente. Os outros dois autores apresentaram um contador automático de peixes, onde todos os peixes estão, também, em um mesmo recipiente, utilizando Visão Computacional e Máquina de vetores de suporte por mínimos quadrados (LS-SVM).

Esse tipo de contagem em que os peixes se encontram num mesmo recipiente não é interessante para o objetivo que pretendemos. Nossa proposta é contar, identificar e selecionar os peixes individualmente, obtendo precisão na contagem.

Cadieux et al (2000) expõem um método de contagem de peixes utilizando sensores infravermelhos para identificar os peixes que passam por um determinado caminho. De acordo com os autores, a precisão ficou em torno de 80% quando comparada com a contagem manual. Esse método foi aplicado direto no ambiente natural dos peixes e teve o objetivo de verificar a quantidade de peixes que transpunham as barragens em suas correntes migratórias.

3.4. Visão Computacional

Na área da visão computacional, são desenvolvidos algoritmos para obtenção de informações a partir de imagens, algumas vezes, buscando a automatização de tarefas geralmente associadas à visão humana. Na visão humana, os olhos capturam as imagens e posteriormente o cérebro realiza a análise e identificação de seu conteúdo. A visão computacional possui uma série de etapas para reproduzir essa tarefa realizada pelos seres humanos.

Para determinados problemas, todas as etapas da visão computacional são aplicadas em sequência, porém essa não é uma regra para aplicações nessa área. Embora os conceitos mencionados em seguida estejam apresentados em sequência e relacionados, eles são independentes, sendo assim, pode haver situações em que apenas uma ou algumas etapas conseguem resolver o problema em questão com metodologias diferentes dessa apresentada.

Na etapa de pré-processamento, ocorrem processos como a redução de ruídos e o realce das imagens, geralmente, com o intuito de aumentar a qualidade da imagem para que as etapas posteriores não sofram as interferências dessas imperfeições. Com a imagem pré-processada, ocorre a segmentação, que tem como objetivo dividir a imagem de acordo com os objetos de interesse. Com os grupos de objetos segmentados (por exemplo, fundo e alevinos), é necessário realizar a extração de informações que permitam a caracterização dos tipos de objetos de interesse para cada problema. Para maiores informações os trabalhos (LUCCHESI E MITRA, 2001), (GONÇALVES ET AL., 2007), (PAULA et al., 2009) e (OLIVEIRA et al., 2009) apresentam aplicações e técnicas distintas de extração de atributos. Um grupo de objetos do mesmo tipo também é denominado classe. Definidas as classes de um determinado problema, quando apenas a informação do objeto específico é analisada, consegue-se identificar a qual classe essa informação pertence. Esse processo é realizado por algoritmos de reconhecimento de padrões. Como exemplo podemos citar o *template matching* que possui objetivo de encontrar padrões em uma imagem (YUEN ET AL. 2009) e (AL-MAMUM ET AL. 2009). Para esse projeto os padrões que deverão ser encontrados referem-se aos peixes e alevinos. Uma das principais abordagens para reconhecimento de padrões é a aprendizagem supervisionada, que, a partir de exemplos previamente classificados de objetos das diferentes classes, busca inferir modelos capazes de representar e reconhecer novos objetos.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Desenvolver um sistema computacional, baseado em visão computacional, com o intuito de realizar a contagem automática de alevinos. Contagem essa que será realizada através do tratamento de imagens digitalizadas.

4.2. Objetivos Específicos

1. Aplicação de técnicas de visão computacional e áreas afins para realização de reconhecimento e contagem de alevinos;
2. Testes e ajustes de dados do processo;
3. Documentação do projeto implementado.

5. METODOLOGIA

5.1. Realizar entrevistas.

Através de conversa com todos os trabalhadores envolvidos na contagem de peixes e alevinos no Projeto Pacu, obter mais informações a respeito do processo utilizado atualmente, levantando opiniões, sugestões, dificuldades e problemas que os mesmos identificam no processo atual.

5.2. Obter imagens dos peixes e estudo dos algoritmos.

Para capturar as imagens dos alevinos será utilizada uma câmera digital conforme fig. 1. Com a imagem capturada será necessário aplicar técnicas de visão computacional. Tendo em vista as subáreas da visão computacional e a grande quantidade de algoritmos que cada subárea possui serão estudados e implementados algoritmos de cada uma dessas subáreas com o objetivo de encontrar a técnica ou o conjunto de técnicas que serão necessárias para solucionar o problema em questão.

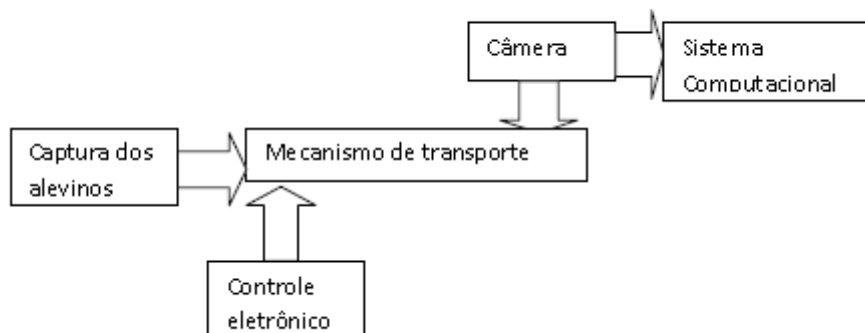


Fig. 1: Diagrama esquemático do projeto. Fonte: próprio autor.

5.3. Desenvolver um protótipo.

Desenvolver um protótipo para testes que atenda parcialmente o objetivo da tese, de maneira a ocupar uma quantidade menor de pessoas no processo de contagem. Nessa etapa vamos utilizar de profissionais da área de eletrônica e mecânica para o desenvolvimento.

O protótipo consistirá de uma parte mecânica que recolherá e transportará os alevinos até os instrumentos de contagem e desses até o recipiente de embalagem. Pretende-se que esta parte mecânica seja controlado por Arduino¹.

Durante o processo de desenvolvimento do sistema, efetuaremos a contagem manual como vem sendo feita e confrontar com a contagem automática para comparação entre as contagens.

5.4. Desenvolver o equipamento final.

Em conjunto com profissionais da área de eletrônica e mecânica validar o equipamento final a partir do protótipo que foi construído.

5.5. Desenvolver o Sistema Computacional

Para desenvolvimento do software definitivo faremos testes com softwares já disponíveis, tais como weka, gimp, matlab, dentre outros, que são utilizados para outros fins, mas que podem convergir para o nosso objetivo. Para isso seguiremos os seguintes passos:

- (a) Estudar e implementar algoritmos de pré-processamento de imagens;
- (b) Estudar e implementar algoritmos de extração de atributos;
- (c) Estudar e implementar algoritmos de segmentação de imagens;
- (d) Estudar e implementar técnicas de reconhecimento de padrões;
- (f) Implementar módulo que realize a contagem dos alevinos.

5.6. Testes, ajustes de dados e implantação do sistema.

Com o término do desenvolvimento do sistema computacional, os resultados obtidos computacionalmente serão comparados com os resultados da contagem realizada pelo processo manual. Caso o erro não esteja presente entre uma faixa tolerável o sistema será ajustado. Nessa etapa seguiremos os seguintes passos:

- (a) Realizar a validação do sistema;
- (b) Realizar ajustes que eventualmente surgirão após os testes realizados;
- (c) Realizar testes no sistema.

¹ Arduino® é uma plataforma eletrônica flexível, fácil de usar, econômica e open source, destinada a profissionais, entusiastas e curiosos em geral. Disponível em: < <http://br-arduino.org/>>. Acesso em: 30 de abr. 2015.

5.7. Documentação do projeto implementado.

O desenvolvimento de um artigo com os resultados e técnicas implementadas neste trabalho é um meio de compartilhar os conhecimentos adquiridos durante a pesquisa com a comunidade acadêmica.

- (a) Desenvolver material com a documentação do projeto desenvolvido;
- (b) Escrever um artigo com os resultados e técnicas utilizadas para o desenvolvimento deste projeto.

6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Atividades	1º Ano				2º Ano				3º Ano				4º Ano			
5.1	X	X														
5.2	X	X	X	X	X	X										
5.3	X	X	X	X	X	X	X	X								
5.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
5.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
5.6									X	X	X	X	X	X		
5.7														X	X	

7. RESULTADOS ESPERADOS

Com o desenvolvimento desse projeto estima-se obter um sistema computacional que realize a identificação e contagem dos peixes e alevinos, tornando essa atividade uma tarefa menos trabalhosa e mais rápida. Como os resultados obtidos pelo sistema serão comparados com a contagem realizada manualmente, a confiabilidade do software é uma meta para esse projeto. Com a maior agilidade no processo de contagem dos peixes alevinos estima-se que piscicultores possam se beneficiar desse desenvolvimento. Essa informação é importante, pois o preço total do produto comercializado é dado pela quantidade de alevinos, ou seja, há necessidade de garantir ao produtor e ao comprador que a quantidade está de acordo com o negócio que foi acertado.

O uso da visão computacional empregada na contagem de peixes poderá auxiliar no desenvolvimento de projetos futuros no INOVISAIO.

8. IMPACTOS E BENEFÍCIOS ESPERADOS PARA MATO GROSSO DO SUL

O impacto estimado com o desenvolvimento deste projeto diz respeito à automatização da contagem de peixes e alevinos e conseqüente classificação dos mesmos. Com essa automatização o processo de contagem poderá ser realizado sem um desgaste muito grande do especialista.

Com um sistema que realize a contagem do produto comercializado estima-se que os produtores, visando o lucro agregado ao produto se preocupem mais com os cuidados necessários para criação.

Com um sistema que realize a contagem dos peixes e dos alevinos de forma automática e com condições ambientais favoráveis para a criação, a região pode aumentar sua capacidade de ser referência em produção de peixe, trazendo investimentos para a região.

Este projeto possuirá códigos-fontes livre e o sistema será multiplataforma, ou seja, poderá ser usado no sistema Linux e Windows por exemplo. Após a conclusão deste projeto o sistema computacional desenvolvido será registrado e transformado em um produto comercial. Neste projeto o INOVISAO possui parceria com a empresa **Projeto Pacu**, que comercializa equipamentos para piscicultura, cria, recria, engorda, comercializa, no mercado interno e externo, peixes regionais de várias espécies.

9. MOTIVOS PELA ESCOLHA DO CURSO E PERSPECTIVAS APÓS A SUA CONCLUSÃO

O pesquisador deste projeto é Técnico em Eletrônica pela ETE-FMC, Tecnólogo em Redes de Computadores pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Mestre em Educação, também pela UCDB e membro do grupo INOVISÃO a partir de 2015. O doutorado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da UCDB possui projetos multidisciplinares de grande visão comercial. Sendo assim, a maioria dos projetos presentes no mercado alia a pesquisa científica com empresas da iniciativa pública e privada, tornando o projeto mais robusto, por agregar conhecimentos de diferentes origens, e mais enriquecedor para o pesquisador.

O Projeto Pacu é referência na criação, produção e comercialização de equipamentos para piscicultura, peixes e alevinos. Com a parceria com a UCDB estima-se que o conhecimento adquirido e desenvolvido no doutorado possa ser aplicado no projeto trazendo mais um diferencial para as atividades de pisciculturas desenvolvidas.

A principal motivação para a escolha do curso deve-se a possibilidade de conciliar os conhecimentos da computação aos das Ciências Ambientais. Dessa forma, auxiliar no aprimoramento dos projetos desenvolvidos pelos grupos de pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco.

Com a conclusão do doutorado espera-se obter conhecimentos mais consolidados sobre as Ciências ambientais e sobre sustentabilidade agropecuária e as maneiras mais apropriadas de aplicar a computação para a solução de problemas dessa área.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANO ALIMELLI, GIORGIO PENNAZZA, MARCO SANTONICO, ROBERTO PAOLESSE, DANIEL FILIPPINI, ARNALDO D'AMICO, INGEMAR LUNDSTRÖM, CORRADO DI NATALE. **Fish freshness detection by a computer screen photoassisted based gas sensor array**. *Analytica Chimica Acta*, Volume 582, Issue 2, 23 January 2007, Pages 320-328, ISSN 0003-2670. Amsterdam, NL: Elsevier Scientific Publishing. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2006.09.046>>. Acesso em: 02 abr. de 2015.

ALSMADI, MUTASEM KHALIL SARI; OMAR, KHAIRUDDIN BIN; NOAH, SHAHRUL AZMAN; ALMARASHDAH, IBRAHIM. **Fish recognition based on the combination between robust feature selection, image segmentation and geometrical parameter techniques using Artificial Neural Network and Decision Tree**.

International Journal of Computer Science and Information Security, IJCSIS, Vol. 6, No. 2, pp. 215-221, November 2009, USA. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/0912.0986>>. Acesso em 18 de maio de 2015.

ALSMADI, MUTASEM KHALIL SARI; OMAR, KHAIRUDDIN BIN; NOAH, SHAHRUL AZMAN; ALMARASHDAH, IBRAHIM. 2010. **Fish recognition based on robust features extraction from size and shape measurements using neural network**. *J. Comput. Sci.*, 6: 1088-1094. Disponível em: < <http://thescipub.com/html/10.3844/jcssp.2010.1088.1094> >. Acesso em 18 de maio de 2015.

BRASIL. **Produção de pescado no País cresce incentivada por políticas de fomento**. Portal Brasil. 2014. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/governo/2013/03/producao-de-pescado-no-pais-cresce>. Acesso em: 21 fev de 2015.

_____. EMPRAPA. **Pesca e Aquicultura**. 2014. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/nota-tecnica>>. Acesso em: 18 mar. de 2015.

_____. IBGE. **PPM 2013 investiga pela 1ª vez a aquicultura nacional**. 2013. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/3Q81I>. Acesso em: 08 maio de 2015.

_____. MPA. **Significado e especialidades da aquicultura**. 2015. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/aquicultura>. Acesso em 21 fev de 2015.

CADIEUX, S.; MICHAUD, F.; LALONDE, F., **Intelligent system for automated fish sorting and counting, Intelligent Robots and Systems, 2000. (IROS 2000). Proceedings. 2000 IEEE/RSJ International Conference on**, vol.2, no., pp.1279,1284 vol.2, 2000. Takamatsu, Japan. Disponível em: <doi: 10.1109/IROS.2000.893195>. Acesso em 22 mar. de 2015.

CYRINO, José Eurico Possebon et al . **A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura**. *R. Bras. Zootec.*, Viçosa , v. 39, supl. spe, July 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010001300009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 fev de 2015.

LABUGUEN, R.T.; VOLANTE, E.J.P.; CAUSO, A.; BAYOT, R.; PEREN, G.; MACARAIG, R.M.; LIBATIQUÉ, N.J.C.; TANGONAN, G.L., "**Automated fish fry counting and schooling behavior analysis using computer vision**," *Signal Processing and its Applications (CSPA), 2012 IEEE 8th International Colloquium on*, vol., no., pp.255,260, 23-25. Melaka, Malaysia. March 2012.

LIANGZHONG, F.; YING, L. Automate fry counting using computer vision and multi-class least squares support vector machine. **Aquaculture**, Amsterdam, 2013, <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848612006175>>. Data de acesso: 26 fev de 2015.

OLIVEIRA, J. A; DUTRA, L. V; RENNÓ, C. D; SANTOS, P. S. **Extração de Atributos de Forma para Classificação de Imagens de Alta Resolução do Satélite**. RC/CBERS-2B. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 7015-7022.

PAULA, L. B; PINHEIRO, M. G; ROSA, N, A; FIGUEIREDO, L. R; AZEVEDO-MARQUES, P. M. **Sistema para recuperação de mamografias com base em conteúdo: extração do vetor de características**. REVISTA ILUMINART. VOLUME 1, NÚMERO 1 ISSN: 1984 – 8625. Março de 2009.

PINKIEWICZ, T.H; PURSER G.J.; WILLIAMS R.N. **A computer vision system to analyse the swimming behaviour of farmed fish in commercial aquaculture facilities: A case study using cage-held Atlantic salmon**. *Aquacultural Engineering*. Volume 45, Issue 1, July. 2011, Pages 20–2. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014486091100029X>>. Acesso em: 21 fev de 2015.

PISTORI, H.; SOUZA, K. P. Tecnologia Adaptativa Aplicada à Biotecnologia: Estudos de Caso e Oportunidades. WTA - IV Workshop de Tecnologia Adaptativa, 2010, São Paulo. Anais do IV Workshop de Tecnologia Adaptativa, 2010.

PROCHMANN, Ângelo Mateu; MICHELS, Ido. **Estudo das cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul**: Piscicultura. Campo Grande, 2003. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/266851370_Estudo_da_Cadeia_Produtiva_da_Piscicultura_de_Mato_Grosso_do_Sul. Acesso em: 23 fev de 2015.

SATOLANI, Mônica Ferreira; CORRÊA, Cynthia Cândida; FAGUNDES, Mayra Batista Bitencourt. **Análise do ambiente institucional e organizacional da piscicultura no estado de mato grosso do sul**. Rio Branco, AC, 2008. Disponível em: < <http://ageconsearch.umn.edu/handle/113392>>. Acesso em: 18 mar. de 2015.

SEBRAE. **Como montar um negócio para criação de peixes**. Disponível em: < <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-um-neg%C3%B3cio-para-cria%C3%A7%C3%A3o-de-peixes>>. Acesso em: 09 fev. 2015. S/D.

ZION, B. **The use of computer vision technologies in aquaculture – A review**. *Computers and Electronics in Agriculture*. Volume 88, October 2012, Pages 125–132. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169912001950>>. Acesso em: 21 fev de 2015.