

Desenvolvimento de Software para Contorno de Bordas e Encaixe Inteligente de Couro de Peixe

Jéssica Eduarda Ferreira*, Lanna Beatriz Guedes Fedrigo*,
Rodrigo Ramos Nogueira*, Gabriel Murilo Ribeiro Gonino*

*Instituto Federal Catarinense, Ibirama, Brasil.

Email: jessica02ef@gmail.com, lannabgp@gmail.com,
rodrigo.nogueira@ifc.edu.br, gabriel.gonino@ifc.edu.br

Abstract— Facing current environmental challenges, such as the discard of toxic waste and the wastage of raw materials, the search is growing for sustainable solutions to mitigate these problems. The present work arises to assist a rising project that aims to create ecological pieces using fish skins as raw material. The objective is to develop software capable of optimizing the use of these skins. The application will utilize features such as automatic background removal and image fusion, as well as complementary functions like deletion of used images. With the implementation of the software, currently under development, the aim is to collaborate with sustainable initiatives focused on transforming fish skins into pieces of clothing and eco-friendly accessories, uniting technology with the quest for a more conscious future.

Keywords—Sustainability; Fish skins; Software; Optimization; Ecological parts; Technology.

Resumo— Diante dos atuais desafios ambientais, como o descarte de resíduos tóxicos e desperdícios de matéria-prima, cresce a busca por soluções sustentáveis que possam mitigar esses problemas. O presente trabalho surge para auxiliar um projeto em ascensão que visa à confecção de peças ecológicas utilizando peles de peixe como matéria-prima. O objetivo é desenvolver um software capaz de otimizar o aproveitamento dessas peles. A aplicação utilizará recursos como a remoção automática de fundo e fusão de imagens, além de contar com funcionalidades complementares, como exclusão de imagens usadas. Com a implementação do software, atualmente em desenvolvimento, deseja-se colaborar com iniciativas sustentáveis voltadas à transformação de peles de peixe em peças de roupas e acessórios ecológicos, unindo tecnologia à busca por um futuro mais consciente.

Palavras-chave—Sustentabilidade; Peles de peixe; Software; Otimização; Peças ecológicas; Tecnologia

I. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, os impactos ambientais causados pelo excesso de resíduos industriais e descarte inadequado de materiais têm sido o alvo da atenção de pesquisadores, empresas e comunidades. E com este cenário, a busca por soluções sustentáveis tem tido um grande crescimento, no setor na moda, por exemplo, surgem iniciativas voltadas à confecção de produtos ecológicos, que reaproveitam

materiais considerados resíduos e descartados por muitos. E é neste cenário que se encontra o Projeto Peixário, uma ideia inovadora que transforma peles de peixe em tecidos ecológicos, promovendo a sustentabilidade, e o reaproveitamento de materiais orgânicos, assim, unindo ciência, sustentabilidade, moda ao aproveitar peles de peixe que antes eram jogadas fora, criando novas formas de pensar como produzimos e consumimos. Assim, ajuda a formar jovens mais conscientes, criativos e preparados para transformar o mundo ao seu redor.

Entretanto, o projeto enfrenta um desafio atualmente: o alto desperdício de matéria-prima, causado pela dificuldade em aproveitar as peles de peixe com formatos irregulares. Visando solucionar este problema, o presente trabalho visa desenvolver um software que tem como principal objetivo a redução deste desperdício, através do uso de técnicas de visão computacional e processamento de imagem o sistema será capaz de realizar o contorno automático das bordas das peles e assim, propor encaixes inteligentes que minimizem o uso da matéria-prima.

II. TRABALHOS CORRELATOS

Na indústria têxtil, a otimização do aproveitamento de tecidos é fundamental tanto para a viabilidade econômica quanto para a sustentabilidade ambiental. De maneira análoga ao trabalho de Alves[1], que desenvolveu uma ferramenta computacional para otimizar o encaixe de moldes para corte, o presente estudo visa otimizar o uso de peles de peixe através de tecnologias de processamento de imagem e bancos de dados.

Para a detecção de bordas, a análise de imagem é uma etapa crucial. Yang et al.[2] desenvolveram um método bio inspirado para detecção de bordas, fundamentado no funcionamento de células cerebrais, que permite a identificação de contornos de forma mais precisa. A combinação com técnicas de visão computacional potencializa a segmentação de imagens. A metodologia proposta por Naiman et al.[4] foca na identificação de pixels que compõem as bordas, garantindo um resultado invariante à rotação da imagem e oferecendo uma representação mais robusta. Adicionalmente, o estudo de Qi e Yang[5] analisou diferentes técnicas em imagens com características variadas, como iluminação e ruído, observando que as ferramentas apresentam vantagens e limitações dependendo do contexto de aplicação.

No campo de aplicação da visão computacional, Fjorden et al.[11] desenvolveram o sistema ScaleGuard, que utiliza inteligência artificial para detectar e quantificar a perda de escamas em salmões com alta precisão. De forma similar, para otimizar a produção agrícola, Qian et al.[12] empregaram redes neurais artificiais para processar imagens e estimar a produção de maçãs, utilizando segmentação de cores e ajuste de círculos para o reconhecimento dos frutos. Na área de mineração, Estrada-Ruiz e Pérez-Garibay[13] utilizaram redes neurais para analisar imagens de espuma e estimar o diâmetro e a distribuição de bolhas, que se correlacionam com a concentração de minerais.

A análise desses estudos demonstra que abordagens baseadas na detecção precisa de bordas e na segmentação de imagens tendem a alcançar resultados significativos no encaixe de formas, sejam elas regulares ou irregulares, como é o caso das peles de peixe. Este trabalho busca, portanto, integrar os conhecimentos e as ferramentas identificadas para desenvolver um sistema com desempenho otimizado para a identificação e o agrupamento das peças.

III. OBJETIVOS

O presente trabalho visa desenvolver um software que tem como foco a redução do desperdício de peles de peixe, principal matéria-prima utilizada para a confecção de tecidos ecológicos. Através do uso de técnicas de visão computacional, o sistema será capaz de:

- Realizar o contorno automático e preciso das bordas das peles a partir de uma imagem digital.
- Extrair as dimensões métricas (comprimento e largura em centímetros) de cada peça de couro.
- Gerar dados estruturados (vetor do contorno, área, dimensões) que servirão de entrada para um futuro módulo de encaixes inteligentes, maximizando o aproveitamento da matéria-prima.

IV. METODOLOGIA

Esta seção apresenta as abordagens metodológicas utilizadas no processo de desenvolvimento do sistema, incluindo a definição dos objetivos do trabalho e a escolha das ferramentas e linguagens de programação que serão empregadas.

A. Tecnologias Utilizadas

A seleção das tecnologias para este projeto foi fundamentada em estudos que demonstram a eficácia da visão computacional para otimização de processos em diversas indústrias. O núcleo do sistema é desenvolvido na linguagem de programação Python, escolhida por sua robustez e pelo vasto ecossistema de bibliotecas para análise de dados e inteligência artificial. Para as tarefas de processamento de imagem, a biblioteca OpenCV é a ferramenta central.

A metodologia empregada para identificar os contornos das peles de peixe implementa uma abordagem que se alinha aos princípios de precisão e invariância à rotação, essenciais para uma representação robusta das bordas, conforme discutido por Naiman et al.[4]. A detecção é realizada pelo algoritmo

Canny, uma técnica consolidada que, combinada com etapas de pré-processamento como a suavização de ruídos, endereça os desafios de variações de iluminação e textura, uma consideração crucial apontada por Qi e Yang[5] em sua análise de diferentes cenários de imagem.

A viabilidade da aplicação de visão computacional para análise de peixes é corroborada por trabalhos como o de Fjorden et al.[11], que criaram o sistema ScaleGuard para detectar e quantificar a perda de escamas em salmões com alta precisão, validando o uso de técnicas similares para a análise de subprodutos como o couro. A maturidade dessa abordagem é ainda evidenciada por sua aplicação bem-sucedida em outros setores, como na agricultura para a estimativa da produção de maçãs (Qian et al.[12]) e na mineração para a análise da concentração de minerais (Estrada-Ruiz e Pérez-Garibay[13]).

Para além da análise de imagem, a arquitetura do sistema será composta por uma interface web desenvolvida com HTML5 e CSS3, que proporciona ao usuário um meio intuitivo para submeter as imagens e visualizar os resultados. Todos os dados extraídos — como as dimensões, a área e os vetores de contorno de cada pele — são gerenciados e persistidos em um banco de dados PostgreSQL. A fim de garantir a organização, integridade e rastreabilidade das informações armazenadas, cada imagem processada recebe um identificador único, gerado automaticamente pelo banco de dados no momento do armazenamento. Esse identificador é vinculado a todos os dados extraídos da imagem, possibilitando o gerenciamento e a rastreabilidade individual de cada registro. Este repositório de dados é a fundação para a etapa subsequente de otimização, permitindo a implementação de algoritmos de encaixe inteligente. Desta forma, o projeto converge para um objetivo análogo ao do trabalho de Alves[1], que desenvolveu uma ferramenta computacional para otimizar o encaixe de moldes para corte, ao criar uma base tecnológica sólida para a maximização do aproveitamento de matéria-prima na indústria de tecidos ecológicos.

V. DESENVOLVIMENTO

Esta seção detalha a implementação do núcleo de processamento de imagem do sistema, que constitui a fundação técnica para todas as funcionalidades de otimização. O objetivo deste módulo é transformar uma imagem digital de uma pele de peixe, que é um dado não estruturado, em um conjunto de informações métricas e geométricas precisas. O processo foi desenvolvido em Python com a biblioteca OpenCV e segue um fluxo lógico dividido em três etapas principais: pré-processamento, detecção de contorno e, por fim, a extração de medidas através de calibração matemática.

A. Etapa 1: Pré-processamento e Normalização da Imagem

Ao receber uma imagem via upload, o sistema primeiramente a converte para escala de cinza. Matematicamente, isso significa reduzir a representação de cada pixel de três canais de cor (RGB - Vermelho, Verde e Azul) para um único canal de intensidade luminosa. Essa

conversão simplifica drasticamente a análise, pois os algoritmos de detecção de borda operam sobre gradientes de intensidade, não sobre variações de cor. Em seguida, é aplicado um filtro de suavização, o Gaussian Blur, que opera através de uma convolução matemática. Esse filtro calcula a média ponderada de cada pixel com seus vizinhos, efetivamente "borrando" a imagem de forma sutil. O propósito é eliminar ruídos de alta frequência, como a textura fina da própria pele ou pequenas sombras, que poderiam ser erroneamente interpretados como bordas.

As Figuras 1, 2 e 3 mostram algumas amostras de peles de peixes tratadas e pintadas que serão levadas para corte, onde o software em desenvolvimento atuará a fim de maximizar a utilização da matéria-prima, para, posteriormente, se tornarem um objeto maior.



Fig 1: Peles de peixe tratadas com diferentes tonalidades e formatos.



Fig 2 e 3: Peles de peixe tratadas com coloração intensa, ilustrando a variedade de padrões que o sistema precisará reconhecer e unir com base na similaridade de contornos.

B. Etapa 2: Detecção de Contorno via Análise de Gradiente

Para esta tarefa, foi empregado o algoritmo Canny Edge Detector. Matematicamente, o algoritmo Canny opera calculando o gradiente da função de intensidade da imagem em cada ponto. O gradiente é um vetor que aponta na direção da maior variação de intensidade, e sua magnitude indica quão abrupta é essa variação. Pontos com alta magnitude de gradiente são fortes candidatos a pertencer a uma borda. O algoritmo refina essa detecção ao suprimir os pixels que não constituem um máximo local (deixando as bordas com apenas um pixel de espessura) e utilizando dois limiares (histerese) para conectar bordas fortes e eliminar as fracas. O resultado é um mapa de bordas limpo. Para garantir que o contorno seja uma linha perfeitamente fechada, aplicamos operações morfológicas de dilatação (para conectar pequenos vãos) e erosão (para refinar a espessura da linha).

C. Etapa 3: Extração de Medidas Reais via Calibração Métrica

O contorno extraído, sendo uma forma irregular, é geometricamente abstraído por um retângulo de área mínima rotacionado (*cv2.minAreaRect*). Esta abordagem é matematicamente superior a um retângulo comum, pois se ajusta à orientação natural da pele, fornecendo suas dimensões de comprimento e largura de forma muito mais precisa. O processo de conversão de pixels para centímetros é feito através de uma calibração baseada em uma referência conhecida. A lógica matemática é a seguinte:

- Medição em Pixels: Primeiro, o sistema calcula as dimensões do retângulo que envolve a pele (sua altura e largura) na unidade de medida da imagem, os pixels. Isso é feito usando a fórmula da distância Euclidiana:
 - $D = \text{raiz_quadrada}((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2)$
- Cálculo do Fator de Calibração: Em seguida, o sistema utiliza uma medida real informada pelo usuário (por exemplo, 90 cm). Ele identifica qual das dimensões em pixels (altura ou largura) é a maior e a usa para calcular um "Fator de Conversão", que define quantos pixels existem em um centímetro. A fórmula é:
 - Fator de Conversão (px/cm) = (Maior dimensão em pixels) / (Dimensão Real em cm)
- Conversão para Medidas Reais: Com este fator, o sistema finalmente calcula as dimensões reais da pele em centímetros, dividindo suas medidas em pixels pelo fator de conversão, conforme as fórmulas:
 - Largura Real (em cm) = Largura (em pixels) / Fator de Conversão
 - Altura Real (em cm) = Altura (em pixels) / Fator de Conversão

VI. RESULTADOS PARCIAIS

O resultado central deste trabalho é a entrega de um módulo de visão computacional validado, capaz de extrair medições da matéria-prima. As imagens a seguir demonstram não apenas o resultado final e correto do sistema, mas também a importância da lógica de programação refinada que foi implementada para garantir a correspondência fiel entre as dimensões calculadas e o objeto físico.

A Figura 4 apresenta o lado mais longo da peça com a medida menor (11.5 cm) e o lado mais curto com a medida maior (30.0 cm). Este tipo de erro, apesar de sutil, torna o resultado funcionalmente inútil, pois levaria a decisões de corte e encaixe completamente equivocadas, aumentando o desperdício.

Através de um algoritmo de atribuição lógica aprimorado, o software agora mede os lados do retângulo delimitador e associa inequivocamente a maior dimensão ao "comprimento" (a medida de referência de 30.0 cm) e a menor dimensão à "largura" (calculada proporcionalmente em 11.5 cm). Esta saída representa com precisão as proporções reais da peça, fornecendo dados fidedignos e

intuitivos para o usuário.

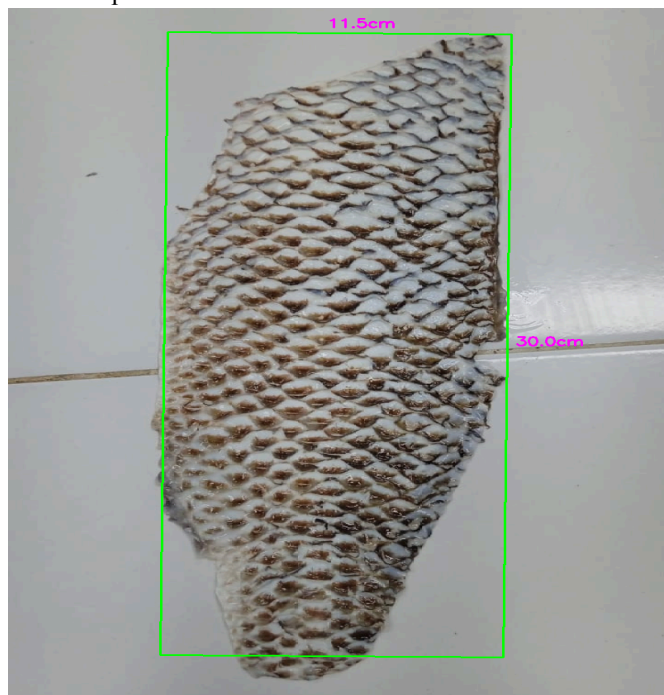


Fig 4: Medição pelo algoritmo desenvolvido

VII. CONCLUSÃO

Diante da necessidade por soluções sustentáveis, este trabalho entregou com sucesso o pilar tecnológico para a otimização do uso de peles de peixe na confecção de tecidos ecológicos. Através de um módulo de visão computacional validado, o sistema converte imagens da matéria-prima em dados métricos precisos e confiáveis. Esta automação representa uma ferramenta essencial para o Projeto <removido para revisão>, pois elimina a subjetividade da medição manual e estabelece uma base de dados sólida para reduzir o desperdício.

O desenvolvimento desta primeira etapa já representa um avanço significativo, unindo ciência e tecnologia aos princípios de sustentabilidade e moda defendidos pelo Projeto <removido para revisão>. A capacidade de quantificar o material de forma automática e precisa permite um controle de inventário e planejamento muito mais eficientes. Com isso, o sistema já garante o potencial de aproveitamento de peças que, anteriormente, poderiam ser descartadas por incerteza em suas dimensões reais.

Principal trabalho futuro será o desenvolvimento do algoritmo de encaixe inteligente (nesting), que utilizará os dados de contorno e área para calcular as combinações ótimas entre as peles. Paralelamente, será realizada a integração do sistema com o banco de dados e a interface web, permitindo que os usuários gerenciem as imagens, visualizem os layouts de corte sugeridos e recebam relatórios de aproveitamento.

AGRADECIMENTOS

<removed to double blind review>

REFERÊNCIAS

- [1] A. S. Alves, *Design do vestuário: protótipo funcional para o encaixe de moldes no tecido*, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura e Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, 2010.
- [2] D. Yang et al., “A bio-inspired edge and segment detection method by modeling multiple visual regions,” *The Visual Computer*, Heidelberg, vol. 41, no. 9, pp. 3173–3188, 2025.
- [3] Y. Dang et al., “A computer-vision based framework for virtual 3D garment reconstruction,” *Multimedia Tools and Applications*, 2024.
- [4] A. Naiman et al., “Edge detection and characterization of digitized images,” *Pattern Analysis and Applications*, London, vol. 26, no. 1, pp. 61–72, 2023.
- [5] J. Qi and H. Yang, “Research on image segmentation and edge detection technology based on computer vision,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1994, no. 1, p. 012035, 2021.
- [6] L. E. Borges, *Python para desenvolvedores*, 2nd ed., Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2010.
- [7] M. Marengoni and D. Stringhini, “Tutorial: introdução à visão computacional usando OpenCV,” *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, Porto Alegre, vol. 16, no. 1, pp. 126–134, 2009.
- [8] M. S. Silva, *Fundamentos de HTML5 e CSS3*, São Paulo: Novatec, 2015.
- [9] A. Milani, *PostgreSQL: guia do programador*, São Paulo: LivreBooks, 2021. Available at: <https://www.livrebooks.com.br/livros/postgresql-guia-do-programador-andre-milani-eb7fxbm70f4c/baixar-ebook>. Accessed on: June 23, 2025.
- [10] Silva, *CSS3: desenvolva aplicações web profissionais com o uso dos poderosos recursos de estilização das CSS3*, São Paulo: Novatec, 2012.
- [11] FJORDEN, Thomas et al. Image-based quantification of scale loss in fish using machine learning and computer vision. In: Seventeenth International Conference on Machine Vision (ICMV 2024). SPIE, 2025. p. 284-293.
- [12] QIAN, Jianping et al. A smartphone-based apple yield estimation application using imaging features and the ANN method in mature period. Scientia Agricola, v. 75, p. 273-280, 2018.
- [13] ESTRADA-RUIZ, R. H.; PÉREZ-GARIBAY, R. Neural networks to estimate bubble diameter and bubble size distribution of flotation froth surfaces. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, v. 109, n. 7, p. 441-446, 2