



CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA QUALIDADE

LUIZA GABRIELLI DA MONÇÃO SILVA

MÉTODO QUALITATIVO DE IMAGENS DE CARNE BOVINA
UTILIZANDO VISÃO COMPUTACIONAL

Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento
Hash SHA256 do PDF original 9ae549ec1b302cca0d65a1a8de0d77ae8a96c58a92f948b911059c54ec9fd355
<https://valida.ae/b9f2b9079647410a83c334cf122a7783bf4b936828b8dd21c>

LINS/SP
2º SEMESTRE/2024





CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA QUALIDADE

LUIZA GABRIELLI DA MONÇÃO SILVA

**MÉTODO QUALITATIVO DE IMAGENS DE CARNE BOVINA
UTILIZANDO VISÃO COMPUTACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio
Seabra, para obtenção do Título de Tecnólogo em
Gestão da Qualidade

Orientador: Prof. Dr. Roberto Outa.

LINS/SP
2º SEMESTRE/2024

Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento
Hash SHA256 do PDF original 9ae549ec1b302cca0d65a1a8de0d77ae8a96c58a92f948b911059c54ec9fd355
<https://valida.ae/b9f2b9079647410a83c334cf122a7783bf4b936828b8dd21c>





Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento
Hash SHA256 do PDF original 9ae549ec1b302cca0d65a1a8de0d77ae8a96c58a92f948b911059c54ec9fd355
<https://valida.ae/b9f2b9079647410a83c334cf122a7783bf4b936828b8dd21c>

Silva, Luiza Gabrielli da Monção

S586m Método qualitativo de imagens de carne bovina utilizando visão computacional / Luiza Gabrielli da Monção Silva. — Lins, 2024.

21f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão da Qualidade) — Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra: Lins, 2024.

Orientador(a): Dr. Roberto Outa

1. Processamento de Imagens. 2. Aprendizado de Máquina. 3. Qualidade da Carne Bovina. 4. Sistema de Gestão da Qualidade. 5. Automação Industrial. I. Outa, Roberto. II. Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra. III. Título.

CDD 658.562





Escaneie a imagem para verificar a autenticidade do documento
Hash SHA256 do PDF original 9ae549ec1b302cca0d65a1a8de0d77ae8a96c58a92f948b911059c54ec9fd355
<https://valida.ae/b9f2b9079647410a83c334cf122a7783bf4b936828b8dd21c>

LUIZA GABRIELLI DA MONÇÃO SILVA

MÉTODO QUALITATIVO DE IMAGENS DE CARNE BOVINA UTILIZANDO VISÃO COMPUTACIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio
Seabra, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Tecnólogo em Gestão da Qualidade sob
orientação do Prof. Dr. Roberto Outa.

Data de aprovação: ____/____/____

Prof. Dr. Roberto Outa

Profa. Ma. Alyssa Carolina Barbosa Marques Gedo

Prof. Me. Reinaldo de Oliveira Nocchi





SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	4
1 INTRODUÇÃO	5
2 OBJETIVO	6
2.1 OBJETIVO GERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3 JUSTIFICATIVA	6
4 PROBLEMA DA PESQUISA	6
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
5.1 PROCESSAMENTO DE IMAGENS APLICADO À INSPEÇÃO DE ALIMENTOS	7
5.2 APRENDIZADO DE MÁQUINA NA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS.....	7
5.3 QUALIDADE DA CARNE BOVINA.....	8
5.4 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE (SGQ) NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA	8
5.5 AUTOMAÇÃO NO CONTROLE DE QUALIDADE.....	9
6 METODOLOGIA EXPERIMENTAL	9
6.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CARNE UTILIZANDO A TÉCNICA DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS	10
6.2 ALGORITMO CLASSIFICADOR DE CARNE BOVINA	13
7 DISCUSSÃO GERAL	17
8 CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	19
APENDICE A – TABELA DE DADOS.....	21





MÉTODO QUALITATIVO DE IMAGENS DE CARNE BOVINA UTILIZANDO VISÃO COMPUTACIONAL

Luiza Gabrielli da Monção Silva ¹

Dr. Roberto Outa ²

¹ Acadêmico do Curso de Gestão da Qualidade da Faculdade de Tecnologia de Lins
Prof. Antônio Seabra – Fatec, Lins – SP, Brasil

² Docente do Curso de Gestão da Qualidade da Faculdade de Tecnologia de Lins
Prof. Antônio Seabra – Fatec, Lins – SP, Brasil

RESUMO

Atualmente o Brasil está entre os maiores exportadores de proteína bovina do mundo e devido a isso as demandas por qualidade tem se tornado cada vez maiores, ocasionando no ramo frigorífico uma busca constante por novas tecnologias. Paralelamente a esta situação, a inteligência artificial teve crescimento exponencial, fornecendo tecnologias que automatizam processos e aumentam o nível de confiabilidade. Destarte, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia automatizada para análise e classificação da qualidade da carne bovina, integrando técnicas de processamento de imagens e aprendizado de máquina ao sistema de gestão da qualidade (SGQ). O primeiro processo analisou características visuais da carne, como cor, textura, marmorização e espessura da gordura, enquanto o segundo classificou a carne em três categorias de qualidade ("boa", "média" ou "ruim") utilizando o modelo random forest. Os algoritmos foram testados em um ambiente experimental, apresentando resultados que demonstraram eficiência no processamento: uma proporção de vermelho de 24,29% indicou frescor, uma variância de textura de 1557,02 sugeriu maciez, e uma proporção de gordura de 1,60% indicou marmorização moderada. A classificação automatizada garantiu maior consistência e precisão na inspeção, atendendo aos requisitos do SGQ e reduzindo a subjetividade do processo. Do ponto de vista prático, o método possibilitou a automatização do controle de qualidade em frigoríficos, otimizando o tempo de avaliação e reduzindo custos operacionais. Do ponto de vista científico, este trabalho destaca a integração de inteligência artificial no setor frigorífico, apresentando uma abordagem inovadora para controle de qualidade e abrindo possibilidades para aplicações futuras em outros segmentos da indústria alimentícia.

Palavras-Chaves: Processamento de Imagens; Aprendizado de Máquina; Qualidade da Carne Bovina; Sistema de Gestão da Qualidade; Automação Industrial

ABSTRACT

Brazil is currently one of the world's largest exporters of beef protein. Consequently, there has been a significant increase in demand for high-quality products, which has led to a continuous search for innovative technologies in the meat industry. Concurrently, the field of artificial intelligence has experienced exponential growth, with the development of technologies that automate processes and enhance reliability. The objective of this study was to develop an automated methodology for the analysis and classification of beef quality, integrating image processing and machine learning techniques into the Quality Management System (QMS). The initial process entailed the analysis of visual characteristics of the meat, including colour, texture, marbling and fat thickness. The subsequent process employed the Random Forest model to





classify the meat into three quality categories: "good", "average" or "bad". The algorithms were tested in an experimental environment, and the results demonstrated efficient processing. The red ratio of 24.29% indicated freshness, the texture variance of 1557.02 suggested tenderness, and the fat ratio of 1.60% indicated moderate marbling. The automated grading system ensured greater consistency and precision in inspection, thereby meeting the requirements of the Quality Management System (QMS) and reducing the subjectivity of the process. From a practical standpoint, the method made it possible to automate quality control in slaughterhouses, thereby optimising evaluation time and reducing operating costs. From a scientific standpoint, this work highlights the integration of artificial intelligence in the meatpacking sector, presenting an innovative approach to quality control and opening up possibilities for future applications in other segments of the food industry.

Keywords: Image Processing; Machine Learning; Beef Quality; Quality Management System; Industrial Automation

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, com aproximadamente 166 milhões de cabeças, representando próximo de 16% do rebanho mundial (Alves, Goes e Mancio, 2006). Além de ser o segundo em produção, o Brasil, no ranking mundial ocupa também o segundo lugar na exportação e no consumo de carne bovina (Melo *et al.*, 2016), confirmando a expressiva importância de requisitos de qualidade no âmbito frigorífico nacional. Esse setor tem enfrentado um aumento expressivo das demandas por padrões rigorosos de qualidade, devido ao crescimento de mercado, consoante a Filho (2026) os consumidores estão cada vez mais compreensíveis e exigentes.

Atualmente, as inspeções realizadas nesse ramo são feitas manualmente, o que resulta em uma gama de desafios, como: a falta de previsão e a falha nas classificações de qualidade da carne. Dessa forma, para as empresas que produzem carne, é imprescindível garantir que a qualidade seja eficaz e padronizada visando assegurar um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) eficiente que promova a melhoria contínua e que atenda às expectativas dos consumidores.

Tendo em vista que na produção de proteína bovina é de suma importância que os produtos atendam às condições sanitárias e as características impostas pelo cliente, a precisão e padronização passa a ser fundamental. A adoção de novas tecnologias de produção e a modernização da gestão rural contribui significativamente para o aumento da produtividade do rebanho, tendo como grande diferencial a produção de carne bovina a custos competitivos (Rotta *et al.*, 2010).

Concomitante ao citado, os avanços tecnológicos tornaram-se uma alternativa para automatizar as inspeções de qualidade. Segundo Rudek (2001) os sistemas de visão computacional, têm contribuído significativamente em diversas fases do ciclo produtivo de um produto, tais como orientação de deslocamento de um robô, automatização de tarefas em células de manufatura, planejamento da produção e controle de qualidade. Ou seja, essa parte da inteligência artificial tornou uma alternativa para automatizar as inspeções de qualidade, isso porque, otimiza os processos gerando análises que facilitam a identificação de desvios de padrão da qualidade.

Sendo assim, o trabalho busca compreender como a inteligência artificial pode agregar na classificação da carne bovina contribuindo diretamente com o SGQ no ramo de produção da carne bovina.





2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi obter uma análise da qualidade da carne bovina por meio da automatização e compreender sua aplicação em um contexto do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). Isso ocorreu através do desenvolvimento de dois processos automatizados, utilizando técnicas de processamento de imagens e aprendizado de máquina. A análise visou automatizar, padronizar e otimizar o controle de qualidade, fornecendo uma metodologia objetiva para medir características essenciais, como cor, textura, marmorização e espessura da gordura, e classificá-las em termos de qualidade, de modo a atender aos padrões industriais e de conformidades exigidos pelo SGQ.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar processamento de imagens para que seja utilizado como método qualitativo para definir os parâmetros da carne.
- Implementar modelo de aprendizado de máquina para classificar a carne bovina através de uma base de dados do excel e *Random Forest*.
- Analisar os resultados obtidos e contextualizá-los ao contexto do Sistema de Gestão da Qualidade.

3 JUSTIFICATIVA

Atualmente a tecnologia faz-se presente em diversos ramos industriais, e a inteligência artificial tem desempenhado um papel fundamental na otimização dos processos. Destarte, a análise da carne bovina é uma área promissora nesse contexto, isso porque, com ela é possível acelerar o processo de inspeção fazendo com que seja rápida e precisa, auxiliando na conformidade dos produtos e fornecendo maior confiabilidade nas informações. Os benefícios da aplicação da visão computacional em um processo de frigorífico são: classificação automatizada da carne bovina, inspeção visual automática, controle de qualidade e segurança alimentar e otimização do processo produtivo. O projeto, por tanto, aplicar dos métodos automatizados para análise da carne bovina, definindo o produto como bom, médio ou ruim, demonstrando como a inteligência artificial pode ser uma grande aliada para classificá-la.

Nesse contexto o trabalho mostrará como estudo do tema pode ser utilizado para detectar irregularidades, como sinais de deterioração, assim como, identificar de forma rápida e precisa as características de qualidade da carne, permitindo a segregação e o direcionamento adequado dos produtos, evitando perdas desnecessárias, maximizando a eficiência da produção e contribuindo diretamente com o SGQ do frigorífico.

4 PROBLEMA DA PESQUISA

A inspeção da carne bovina em grande parte é realizada através de avaliações manuais, o que pode resultar em defeitos e falta de objetividade. Ferramentas automatizadas são mais certos e podem garantir padrões rigorosos e que aumentam a confiabilidade do controle de qualidade.





5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 PROCESSAMENTO DE IMAGENS APLICADO À INSPEÇÃO DE ALIMENTOS

O processamento de imagens é um método da inteligência artificial muito utilizado em diversas organizações para realizar processamentos e análises de imagem, já que fornecem informações rápidas, econômicas e eficazes. Normalmente as técnicas de processamento de imagens estão baseadas em métodos matemáticos que permitem descrever quantitativamente imagens das mais diversas origens. (Albuquerque e Albuquerque, 2002). As técnicas usadas na análise de imagens incluem aquisição de imagem, pré-processamento e interpretação da imagem pela quantificação e classificação de imagens e objetos de interesse das imagens (Narendra e Hareesh, 2010). As técnicas aplicadas no processamento e análise de imagens possibilitam extrair informações visuais como, forma, cor e textura, com o objetivo de identificar características das imagens para a utilização em um sistema de reconhecimento de padrões. (Borth *et al.*, 2014)

A elevação dos custos de produção, as exigências dos mercados por alimentos mais seguros e rastreáveis, preocupação crescente com a contaminação ambiental e as mudanças climáticas são fatores que têm contribuído para intensificar os avanços da agricultura de precisão incluindo aplicações da visão computacional na agricultura. (Borth, 2014)

No ramo frigorífico o processamento de imagens permite a verificação das características visuais da carne, tradicionalmente a inspeção da qualidade dessas é realizada por pessoas, de acordo com Pereira (2017) a avaliação dos alimentos é baseada nos aspectos visuais através de classificadores. Ou seja, a análise de imagens pode colaborar com a detecção dessas características de forma precisa e automatizada, permitindo que a mão de obra humana seja utilizada para outras tarefas, ou reduzi-la para diminuir custos.

5.2 APRENDIZADO DE MÁQUINA NA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS

Aprendizado de Máquina (AM) é uma área de Inteligência Artificial (IA) que visa o desenvolvimento de técnicas computacionais capazes de adquirir conhecimento de forma automática. (Oshiro, 2013) É baseado na utilização de algoritmos que fazem com que uma máquina aprenda padrões a partir de um banco de dados.

O Random Forest (RF) está entre os algoritmos mais utilizados para classificação de dados. De acordo com Oshiro (2013) ele é uma técnica eficiente e que opera de forma rápida diante grandes bases de dados. O classificador RF gera uma série de árvores de decisão e votos nas classes classificadas por cada árvore para determinar a classe final. (Leite e Lopes, 2021) Seguindo, os pressupostos do autor, "RF é um algoritmo de aprendizado de máquina supervisionado, utilizado para resolver problemas de classificação e regressão". Estes classificadores têm uma estrutura em árvores, em que cada árvore é inicializada de forma aleatória. Os nós dessas árvores são binários, ou seja, só existem duas possibilidades de resposta (Silva *et al.*, 2016)

Em indústrias o aprendizado de máquina é usado para identificar defeitos e postergar falhas em processos. Em empresas do ramo frigorífico pode ser utilizado para automatizar as inspeções, onde a visão computacional junto a árvores de decisões determina a conformidade do produto com o padrão estabelecido. A análise da proteína bovina facilita a avaliação de parâmetros como cor, textura, memorização e espessura de gordura.





5.3 QUALIDADE DA CARNE BOVINA

Atualmente, a qualidade da carne representa uma das principais preocupações, especialmente para consumidores mais exigentes (Melo *et al.*, 2016). Ainda de acordo com o autor os parâmetros de qualidade da carne bovina estão associados à quantidade e distribuição de gordura e à cor, para produto fresco, e à maciez, sabor, aroma e suculência, quando produto pronto para consumo. Dessa forma, será levado em consideração as características de qualidade: cor, textura (maciez), marmoreio e espessura de gordura.

Para Ferreira *et al.* (2023) a textura pode ser uma manifestação sensorial da carne, e a maneira com que ela reage quando é ingerida, estando diretamente ligada a maciez podendo gerar outras sensações no ato de degustação. Ou seja, a textura está diretamente ligada à maciez.

A maciez da carne bovina constitui fator estratégico para garantir a estabilidade ou expansão de mercado (Alves, Goes e Mancio, 2006). Para os autores, “dentre as características de qualidade da carne bovina, a maciez assume posição de destaque, sendo considerada a característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores.”

A proteína bovina é classificada como carne vermelha, tendo grande importância devido aos nutrientes necessários para o ser humano. A cor da carne é um dos primeiros atributos a ser observados pelo consumidor tendo, portanto, grande importância na decisão deste na hora de efetuar a compra (Andrighetto *et al.*, 2010). Ainda conforme o autor, a cor da é uma característica de relevância para o ramo frigorífico, pois é utilizada como parâmetro para tipificação de carcaça em diversos países.

O marmoreio é uma condição em que a gordura está entremeada a carne. O grau de marmoreio, constitui o depósito de gordura intramuscular e contribui para a melhoria das características sensoriais da carne, principalmente sabor, maciez e suculência (Ferreira *et al.*, 2023). A gordura de marmoreio aumenta a maciez e a suculência da carne os quais são atributos que os consumidores julgam como determinantes para a compra (Malero Júnior, 2021). Ou seja, é um parâmetro que agrega na qualidade final e no valor agregado para o cliente.

A espessura de gordura é um item a se levar em consideração, principalmente, pois garante o sabor e chama atenção no momento da compra. Para Correia, Oliveira e Silva (2013) “uma sensação de suculência é mantida pelo teor de gordura na carne que estimula a salivação e lubrifica o bolo mastigatório.”

A gordura subcutânea funciona como um isolante térmico, diminuindo a velocidade de resfriamento da carcaça, evitando a desidratação, o escurecimento e a redução da maciez da carne. (Bridi e Constantino, s.d). Seguindo os pensamentos da autora, “a gordura também conferem valor nutritivo, como fonte de energia, de ácidos graxos essenciais e de vitaminas lipossolúveis.”

5.4 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE (SGQ) NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

O Sistema de Gestão da Qualidade, conforme a ISO 9001:2015, define procedimentos para garantir que produtos e/ou serviços atendam às expectativas do cliente e as normas regulamentadoras. Uma das características principais da norma NBR ISO 9001 é que seus requisitos além de influenciarem sobre a qualidade final do produto e sobre a satisfação do cliente, atuam também na redução do desperdício, no tempo de parada dos equipamentos, na ineficiência da mão de obra, resultando em





um aumento da produção (Nogueira e Dasmaceno, 2016).

Com consumidores cada vez mais exigentes por qualidade e o aumento das exigências por certificados de qualidade ISO 9001 se faz cada vez mais necessário a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) nas indústrias de alimentos (Lima e Seleme, 2020).

Além de garantir a segurança no consumo, a gestão da qualidade também pode trazer benefícios para as empresas. Uma boa reputação no mercado, por exemplo, é essencial para o sucesso de uma indústria de alimentos (Luana, 2023)

5.5 AUTOMAÇÃO NO CONTROLE DE QUALIDADE

A automação no controle da qualidade possui vantagem em reação aos procedimentos manuais tradicionalmente utilizados, ofertando à organização precisão, rapidez na tomada de decisões e a minimização de falhas humanas.

A utilização da inteligência artificial (IA) em processos técnicos de diagnóstico é uma área de grande interesse e relevância para a indústria, pois envolve a aplicação de técnicas avançadas de computação para detectar, identificar e corrigir falhas, anomalias ou desvios complexos em sistemas industriais. A inteligência artificial pode ajudar os profissionais do setor a fazer diagnósticos mais precisos, rápidos e eficientes, reduzindo custos, riscos e o impacto negativo de falhas. (Perdigão *et al.*, 2023).

A análise de imagem tem sido um grande aliado para o controle da qualidade, pois através dela, a inspeção é rápida e baseada em padrões estabelecidos previamente, isso ocorre pois, de acordo com Bohrer (2021), os métodos de visão computacional apresentam forte potencial de aplicação, tendo capacidade de detectar falhas e imprecisões nos processos de fabricação utilizando imagens digitais, ou seja, sem contato físico com a peça.

Sendo assim, seguindo os pensamentos de acordo com o site ESGInnova Group (2024), a integração da IA nos Sistemas de Qualidade está revolucionando a forma como as organizações gerenciam e melhoram a qualidade de seus produtos e serviços. Logo, automação, através da inteligência artificial, tende a ser efetiva, principalmente, quando utilizada em grande escala quando comparado com o método manual em um Sistema de Gestão da Qualidade.

6 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram desenvolvidos dois algoritmos, ambos independentes, mas ligados intrinsecamente aos aspectos de qualidade. O primeiro algoritmo, análise de imagem e segundo algoritmo, classificação da qualidade da carne, demonstram uma avaliação automatizada da qualidade da carne. O algoritmo de análise de imagem utiliza técnicas de processamento de imagens (como detecção de bordas, análise de cor, textura, marmorização e espessura de gordura) para extrair características físicas diretamente de fotos da carne. O algoritmo de classificação entra em ação após a extração dessas características visuais. Utilizando um modelo de aprendizado de máquina (no caso, o Random Forest), o algoritmo classifica a carne em diferentes categorias de qualidade, como “boa”, “média” ou “ruim”. Basicamente, o algoritmo de análise de imagem fornece as informações visuais necessárias para que o classificador faça a avaliação final da qualidade da carne bovina em aplicações





industriais, como frigoríficos, onde a qualidade da carne precisa ser verificada de maneira rápida e precisa.

Note que, neste trabalho, o objetivo não é demonstrar o algoritmo ou seu desenvolvimento, mas sim, demonstrar a sua aplicação ao Sistema de Gestão da Qualidade. Portanto, na sequência, serão comentados somente o funcionamento de cada algoritmo, cuja ênfase está nos resultados por eles processados.

6.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CARNE UTILIZANDO A TÉCNICA DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Este algoritmo realiza uma avaliação automatizada da qualidade da carne utilizando técnicas de processamento de imagens, com o uso da biblioteca OpenCV. A primeira etapa consiste no carregamento de uma imagem de carne a partir de um arquivo local. Em seguida, a imagem passa por um processo de remoção de fundo branco, de forma a isolar apenas a carne para análise. Essa remoção é feita convertendo a imagem para o espaço de cor HSV e aplicando uma máscara que identifica e exclui as áreas brancas, deixando apenas a carne visível. Após a remoção do fundo, o algoritmo realiza diferentes tipos de análises visuais sobre a carne. Uma dessas análises é a de cor, onde o código busca pela presença de tons de vermelho na carne, que indicam o frescor do produto. O algoritmo calcula a proporção de pixels vermelhos e retorna essa medida como uma porcentagem da área total da carne na imagem.

Outro aspecto que o algoritmo avalia é a textura da carne. Para isso, ele converte a imagem para escala de cinza e aplica a transformação de Laplace, que realça bordas e variações na imagem, permitindo medir a complexidade da textura. A variância dessas bordas é calculada e usada como uma métrica de textura, sugerindo se a carne tem uma estrutura mais fibrosa e, portanto, potencialmente mais macia. O algoritmo também avalia a marmorização da carne, ou seja, a quantidade de gordura visível na imagem. Para isso, ele converte a imagem para uma forma binarizada e calcula a proporção de pixels brancos, que representam a gordura, retornando esse valor como uma porcentagem. Além disso, a espessura da gordura externa também é analisada usando a técnica de detecção de bordas de Canny, permitindo determinar a grossura da camada de gordura presente na carne. A figura 6.1.1 é uma amostra de carne em processo no frigorífico.

Figura 6.1.1 – Carne Bovina em Processamento



Fonte: Arquivo pessoal, 2024

A figura 6.1.2 mostra o processo de remoção de fundo da imagem.

Figura 6.1.2 – Carne em Processo com remoção de fundo da imagem





Fonte: Arquivo pessoa, 2024.

Note que o fundo preto e azul mostra que o algoritmo tentou isolar a carne do ambiente de fundo original, removendo as áreas que poderiam ser brancas. Esse tipo de análise é útil para avaliar a qualidade da carne de forma automatizada, analisando métricas como cor, textura, marmorização (gordura interna) e espessura da gordura externa. As áreas mais escuras na carne indicam onde há menos gordura, enquanto as regiões mais claras (brancas) indicam a presença de gordura interna e externa. O fundo da imagem pode estar parcialmente processado, o que explica os detalhes em preto ao redor do contorno da carne. Isso sugere que o código de remoção de fundo fez um bom trabalho, mas ainda deixou alguns traços, principalmente nas bordas superiores. A figura 6.1.3 mostra o resultado de uma binarização ou processamento de uma imagem de carne, onde os pixels foram separados em dois grupos: preto e branco.

Figura 6.1.3 – Processo de Binarização da Imagem



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Note que, este processo normalmente é feito para segmentar ou destacar áreas específicas da imagem, como as regiões de gordura e carne.

As áreas brancas provavelmente correspondem às regiões de gordura ou áreas de maior brilho/reflexo na carne. As áreas pretas representam as regiões que não se enquadram nesses critérios, ou seja, o restante da carne e o fundo da imagem, que foi removido ou preenchido de preto. Esse tipo de processamento pode estar relacionado a uma análise de marmorização (quantidade de gordura interna na carne) ou à espessura da gordura externa. O algoritmo processa a imagem para facilitar a detecção e quantificação da gordura presente no corte de carne. A partir dessa

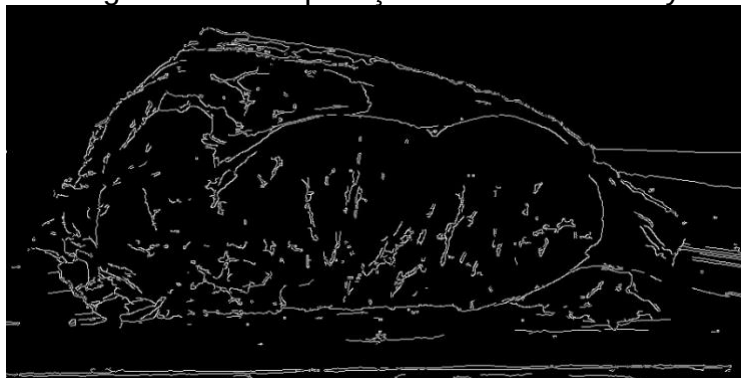




binarização, é possível calcular a proporção de gordura em relação à área total da carne na imagem.

A figura 4 mostra a aplicação do filtro de Canny para destacar as principais transições de intensidade da carne.

Figura 6.1.4 – Aplicação do filtro de Canny



Fonte: Arquivo pessoal, 2024

Note que, as bordas mais finas e detalhadas indicam onde ocorrem mudanças bruscas de cor ou textura na imagem original. Os contornos brancos delimitam as principais estruturas internas e externas da peça de carne, como as áreas onde há variação entre o músculo e a gordura. As linhas indicam:

1. **Bordas externas** da peça de carne, que delimitam a forma geral.
2. **Contornos internos**, que podem representar fibras musculares ou áreas de gordura interna (marmorização).
3. **Divisão entre gordura e carne**, destacando a separação das camadas de gordura e o músculo.

A partir dessa detecção de bordas, é possível calcular métricas como proporção de gordura, espessura de gordura e complexidade da textura da carne.

O resultado final das métricas podem ser vistas na tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Métricas da Análise de Gordura na carne

Métrica	Resultado
Proporção de Vermelhos	24,29%
Variância da Textura	1557,02
Proporção de Gordura	1,60%
Espessura da Gordura	4115,5 px

Fonte: Arquivo pessoal, 2024

Explicação dos Resultados:

1. Proporção de Vermelho (%):

Uma alta proporção de vermelho (24.29%) indica que a carne tem uma cor fresca e desejável, o que é um bom indicador de qualidade.

2. Variância de Textura:

Uma variância de textura alta (1557.02) sugere que a carne tem uma estrutura mais complexa, com mais fibras musculares e potencialmente mais macia. Texturas mais homogêneas resultam em uma variância mais baixa.





3. Proporção de Gordura (%):

Uma proporção de gordura de 1.60% indica uma quantidade moderada de marmorização, o que é geralmente bom para o sabor e suculência da carne.

4. Espessura da Gordura (px):

Uma medida alta de espessura da gordura (4114.50px) indica uma camada significativa de gordura externa. Dependendo do tipo de corte e das preferências culinárias, isso pode ser visto como positivo para proteção durante o cozimento e adição de sabor.

6.2 ALGORITMO CLASSIFICADOR DE CARNE BOVINA

Este algoritmo tem como finalidade classificar a qualidade da carne bovina em três categorias: “boa”, “média” ou “ruim”, utilizando quatro características físicas da carne: cor, textura, marmorização e espessura da gordura. Para realizar essa classificação, o algoritmo utiliza um modelo de Random Forest, que é uma técnica de aprendizado de máquina amplamente usada em problemas de classificação e regressão. Basicamente, é uma solução automatizada para classificar a qualidade da carne bovina com base em atributos físicos mensuráveis. Utilizando o modelo de Random Forest, ele garante uma boa robustez e precisão, especialmente em situações em que a separação entre as classes pode ser complexa. Ao final, o algoritmo também fornece métricas de avaliação e gráficos que ajudam a interpretar a eficácia do modelo e visualizar a distribuição dos dados.

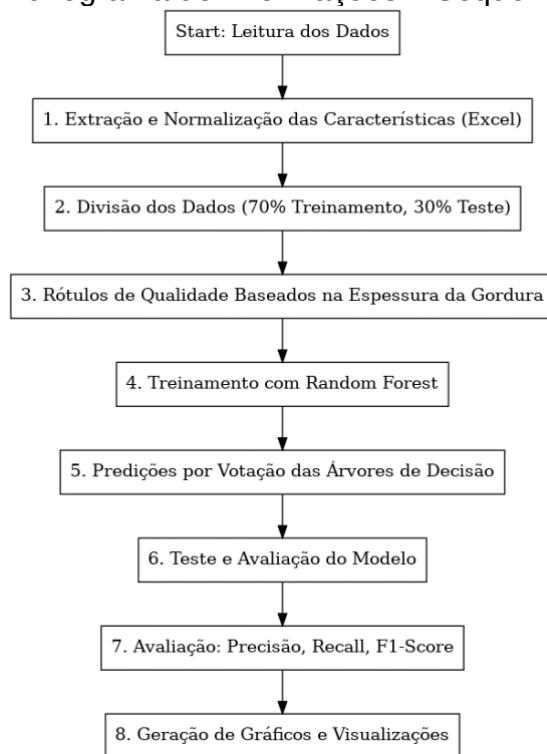
O processo começa com a leitura dos dados de um arquivo Excel (conforme apresentada no APÊNDICE A), onde as quatro características relevantes são extraídas e normalizadas para que todos os atributos estejam na mesma escala, garantindo que nenhum atributo tenha mais peso do que outro. Em seguida, os dados são divididos em dois conjuntos: 70% das amostras são usadas para treinamento e 30% para teste. Cada amostra recebe um rótulo de qualidade com base na espessura da gordura (amostras com menor espessura são rotuladas como “ruim”, e as com maior espessura como “boa”). Esses rótulos serão usados pelo modelo para aprender a classificar as amostras. O algoritmo então utiliza um modelo de Random Forest, que cria várias árvores de decisão. Cada árvore faz uma previsão independente, e a classificação final da carne é decidida com base na votação da maioria das árvores, o que torna o modelo mais preciso e robusto. Depois de treinar o modelo com o conjunto de treinamento, ele é testado no conjunto de teste. O algoritmo compara as previsões do modelo com os rótulos reais para medir seu desempenho. Métricas como precisão, recall e F1-Score são usadas para avaliar o quão bem o modelo foi capaz de classificar as amostras. Por fim, o algoritmo gera gráficos que ajudam a visualizar os resultados, incluindo a distribuição dos rótulos (mostrando quantas amostras foram rotuladas como “boa”, “média” ou “ruim”), a matriz de confusão (indicando os acertos e erros de classificação do modelo), e histogramas mostrando a distribuição dos atributos normalizados.

A figura 6.2.1 mostra o diagrama sequencial de processamento das informações.





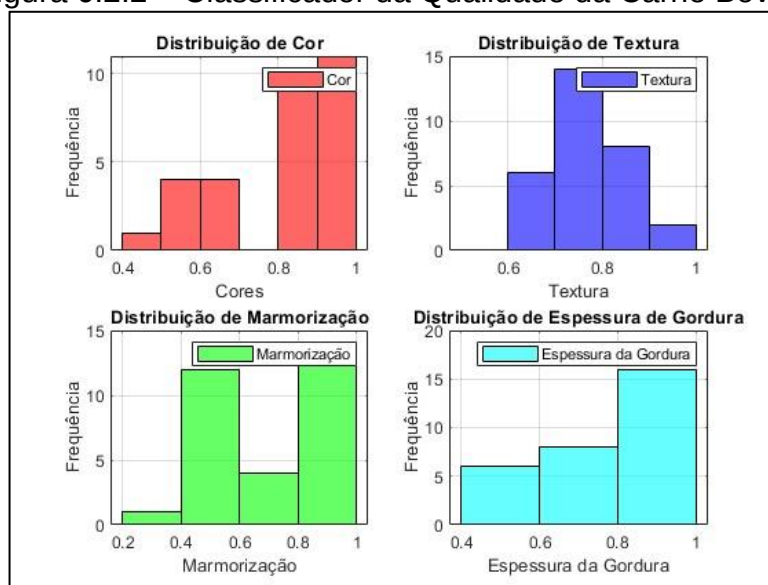
Figura 6.2.1 – Fluxograma de Informações – Sequência de Processamento



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

A figura 6.2.2 mostra quatro histogramas que mostram a distribuição de diferentes atributos usados no modelo de classificação da qualidade da carne bovina.

Figura 6.2.2 – Classificador da Qualidade da Carne Bovina



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.





Note que, os gráficos ajudam a visualizar como as amostras de carne se distribuem em relação aos atributos considerados no modelo de classificação (Cor, Textura, Marmorização e Espessura de Gordura), fornecendo uma ideia da variabilidade e concentração dos dados em cada atributo.

1. Distribuição de Cor:

- Este histograma, em vermelho, exibe a distribuição dos valores normalizados do atributo “Cor” da carne.
- Observa-se que a maioria dos valores está concentrada nos intervalos mais altos, indicando que a carne tende a apresentar cores mais intensas em relação à normalização adotada.

2. Distribuição de Textura:

- O histograma em azul mostra a distribuição da “Textura” da carne.
- A maioria dos valores se encontra na faixa média, com poucos valores extremos, indicando uma distribuição centralizada em texturas medianas.

3. Distribuição de Marmorização:

- O histograma verde exibe a distribuição da “Marmorização” da carne.
- Há uma maior concentração em valores médios e altos, sugerindo que a carne analisada tem, em grande parte, uma quantidade de marmorização considerável.

4. Distribuição de Espessura de Gordura:

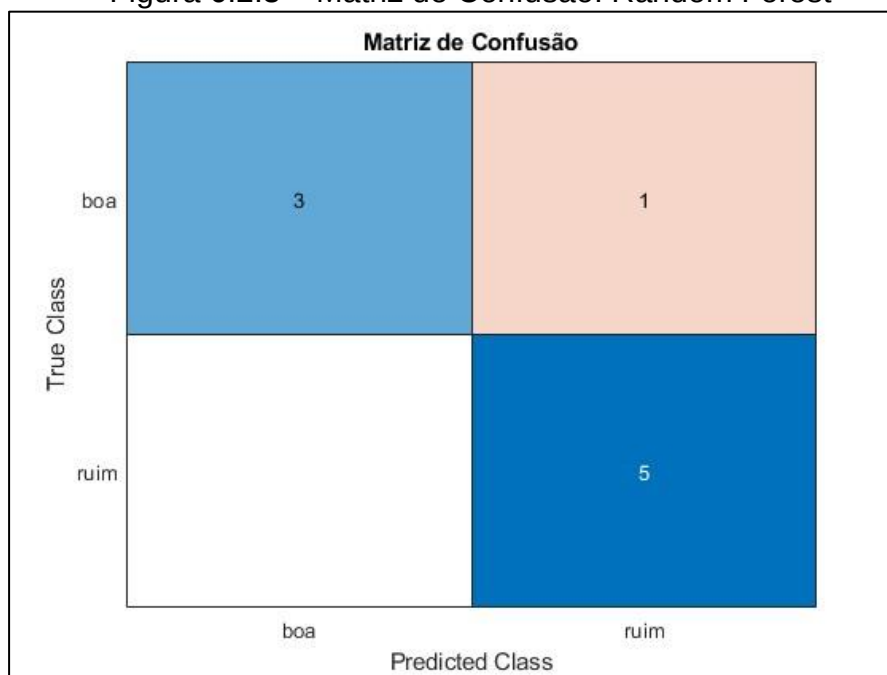
- O histograma ciano (azul-claro) mostra a distribuição da “Espessura de Gordura” da carne.
- A distribuição está levemente mais dispersa, com mais valores nos níveis superiores de espessura de gordura, indicando que muitas amostras têm uma camada de gordura mais espessa.

A figura 6.2.3 mostra uma matriz de confusão, que apresenta os resultados da classificação feita pelo modelo de Random Forest em relação à qualidade da carne bovina, com as categorias “boa” e “ruim”. A matriz de confusão compara os rótulos reais (classe verdadeira) com os rótulos preditos pelo modelo.





Figura 6.2.3 – Matriz de Confusão: Random Forest



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Note que, o modelo tem um bom desempenho em identificar as amostras “ruins” (5 acertos, sem erros), mas erra ao classificar 1 amostra “boa” como “ruim”. Essa matriz de confusão pode ser utilizada para calcular métricas como precisão, recall e F1-score, que avaliam o desempenho do modelo em termos de acertos e erros.

Os componentes da matriz são interpretados da seguinte maneira:

- **Eixo vertical (True Class):** Representa a classe verdadeira dos dados (rótulos reais), sendo “boa” e “ruim”.
- **Eixo horizontal (Predicted Class):** Representa a classe predita pelo modelo (rótulos preditos).

Elementos da matriz:

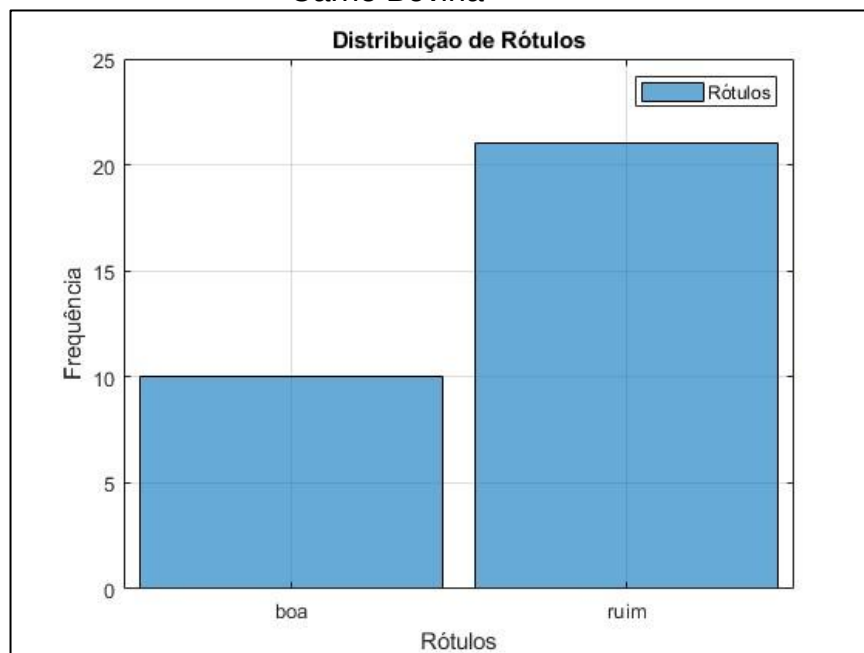
- **Canto superior esquerdo (3):** O modelo corretamente classificou 3 amostras como “boa” (verdadeiramente boas).
- **Canto superior direito (1):** O modelo classificou incorretamente 1 amostra como “ruim”, mas que na verdade é “boa”. Este é um **falso negativo**.
- **Canto inferior esquerdo (0):** Não houve amostras classificadas incorretamente como “boa” quando, na verdade, eram “ruins” (valor vazio).
- **Canto inferior direito (5):** O modelo corretamente classificou 5 amostras como “ruim” (verdadeiramente ruins).

A figura 6.2.4 mostra um histograma da distribuição de rótulos das amostras de carne bovina classificadas em duas categorias: “boa” e “ruim”.





Figura 6.2.4 – Histograma da Distribuição de Rotulos das Amostras de Carne Bovina



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Note que, o conjunto de dados contém significativamente mais amostras classificadas como “ruim” em comparação às amostras classificadas como “boa”. Isso sugere um desequilíbrio no número de amostras entre as duas categorias, o que pode influenciar o desempenho do modelo de classificação.

O eixo horizontal (**Rótulos**) mostra as duas categorias de classificação da carne: **boa** e **ruim**. O eixo vertical (**Frequência**) indica a quantidade de amostras em cada uma das categorias. Há aproximadamente **10 amostras** rotuladas como “boa”. Há cerca de **22 amostras** rotuladas como “ruim”.

7 DISCUSSÃO GERAL

A discussão deste trabalho está centrada na aplicação dos resultados obtidos pelos dois processos automatizados – análise de imagem e classificação da carne bovina – e sua relação com a melhoria e controle da qualidade no contexto de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ).

Análise de Imagem no SGQ

Os resultados do processo de análise de imagem oferecem uma forma padronizada de medir e avaliar características essenciais da carne bovina, como cor, marmorização, textura e espessura da gordura. No âmbito de um SGQ, isso significa que a inspeção da qualidade da carne pode ser realizada de maneira objetiva e consistente, assegurando que o produto atenda aos critérios estabelecidos de conformidade.

A remoção de fundo mostrou-se eficaz para isolar a carne, eliminando interferências externas que poderiam comprometer a análise. Isso é importante para garantir que as medições e avaliações subsequentes sejam feitas com precisão, minimizando a variabilidade no processo de inspeção. No controle de qualidade, a padronização deste processo reduz o risco de erros humanos, contribuindo





diretamente para a consistência e repetibilidade dos resultados, um dos pilares da ISO 9001:2015.

A análise de cor calculou com sucesso a proporção de vermelho presente na carne, indicando o frescor e a qualidade visual. No SGQ, esse dado fornece uma métrica objetiva que pode ser utilizada como um critério de aceitação ou rejeição do produto. A variação mínima nas avaliações torna o processo de controle de qualidade mais confiável e alinhado com os princípios de tomada de decisão baseada em evidências, promovido pela ISO 9001.

Além disso, a análise da espessura da gordura e da marmorização permite determinar a conformidade dos produtos com os requisitos estabelecidos, assegurando que a carne tenha a quantidade adequada de gordura para satisfazer as especificações do cliente. Esses dados são cruciais para monitorar a qualidade da carne em tempo real, proporcionando uma base sólida para ações corretivas imediatas, quando necessário.

Classificação da Qualidade da Carne no SGQ

Os resultados da classificação da carne, baseados nas características extraídas do processo de análise de imagem, oferecem uma solução automatizada para avaliar se o produto atende aos padrões de qualidade estabelecidos no SGQ. A classificação objetiva das amostras de carne como “boa”, “média” ou “ruim” garante que a qualidade da carne bovina seja avaliada de maneira uniforme e em conformidade com os requisitos da ISO 9001:2015.

No SGQ, essa classificação representa um ponto chave na prevenção de não conformidades. Ao permitir a identificação rápida de produtos que não atendem aos critérios, o sistema evita que carnes de qualidade inferior avancem no processo produtivo ou sejam entregues ao consumidor, o que é uma contribuição direta para a satisfação do cliente e para a melhoria contínua.

Os resultados das classificações, avaliados através de métricas como precisão, recall e F1-Score, demonstram que o sistema pode ser ajustado continuamente para melhorar sua acurácia e reduzir erros de classificação. Esse monitoramento contínuo do desempenho do sistema é fundamental para garantir a eficácia do controle de qualidade no longo prazo, promovendo a melhoria contínua do processo, como exigido pela ISO 9001.

8 CONCLUSÃO

Este trabalho oferece uma solução para o controle de qualidade da carne bovina, atendendo aos requisitos da indústria e promovendo avanços científicos na automação de processos de inspeção de alimentos. A combinação de análise de imagem e classificação por aprendizado de máquina forneceu uma metodologia eficiente e objetiva para a avaliação da qualidade da carne bovina, atendendo às exigências de conformidade do SGQ. A automação do processo de inspeção de carne reduziu a subjetividade, proporcionando consistência e repetibilidade na avaliação, o que é importante para a ISO 9001:2015.

Do ponto de vista industrial, os benefícios da aplicação dessa metodologia permitem que os frigoríficos realizem inspeções rápidas e confiáveis, reduzindo o tempo de avaliação manual e, conseqüentemente, os custos operacionais. A padronização no controle de qualidade aumenta a confiança no produto final, assegurando que a carne atenda aos padrões de frescor, suculência e maciez exigidos pelo mercado consumidor. Isso melhora a satisfação do cliente e diminui a





probabilidade de reclamações ou devoluções, contribuindo para uma gestão da qualidade e eficiência operacional.

Na ciência, a contribuição deste trabalho é relevante por apresentar uma abordagem inovadora que utiliza técnicas de inteligência artificial e processamento de imagens para uma área ainda dependente de avaliações visuais humanas. Ao integrar métodos objetivos para a análise de características físicas da carne, este trabalho promove a adoção de tecnologias emergentes na indústria alimentícia, abrindo caminho para pesquisas futuras sobre a aplicação de ferramentas de automação e inteligência artificial em outros setores produtivos. Além disso, os algoritmos desenvolvidos podem ser expandidos e adaptados para o controle de qualidade de outros tipos de alimentos, ampliando o conhecimento sobre a aplicação dessas técnicas em diversos contextos industriais.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALBUQUERQUE, M. P.; ALBUQUERQUE, M. P. Processamento de Imagens: Métodos e Análises. **MESONPI**, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://mesonpiold.cbpf.br/e2002/cursos/NotasAula/PDSI.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.
- ALVES, D. D.; GOES, R. H. de T. e B. de; MANCIO, A. B. MACIEZ DA CARNE BOVINA. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135–149. Out. 2006. DOI: 10.5216/cab.v6i3.370. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/370>. Acesso em: 17 set. 2024.
- ANDRIGHETTO, C. et al. Características químicas e sensoriais da carne bovina. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 11. Set. 2010. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/60a62fecab1e70a4af9ab12b6d090423.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.
- BOHRER, V. **Desenvolvimento de um sistema de visão computacional para a avaliação da qualidade de furos**. TCC (Graduação em Eng. De Controle e Automação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 43. 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/223534>. Acesso em: 13 set. 2024.
- BORTH, M. R. et al. A Visão Computacional no Agronegócio: Aplicações e Direcionamentos. **GPEC - Grupo de Pesquisa em Engenharia e Computação**, Ponta Porã, Out. 2014. Disponível em: http://www.gpec.ucdb.br/pistori/publicacoes/borth_eaeco2014.pdf. Acesso em: 19 set. 2024.
- BRIDI, A. M.; CONSTANTINO, C. Qualidade e Avaliação de Carcaças e Carnes Bovinas. **GPAC - Uel**, [S. l.], p. 1-18, s.d. Disponível em: <https://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Qualidade%20e%20Avaliacao%20de%20Carcacas%20e%20Carnes%20Bovinas.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.
- CORREIA, M. das G. da S.; OLIVEIRA, J. D. de; SILVA, T. R. dos S. Fatores determinantes da qualidade nutricional da carne bovina. **Caderno de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde - UNIT - SERGIPE**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 37–46. Fev. 2013. Disponível em: <https://periodicosgrupotiradentes.emnuvens.com.br/cadernobiologicas/article/view/288>. Acesso em: 26 set. 2024.
- FERREIRA, J. M. de S. et al. Parâmetros de qualidade avaliados em carne bovina: uma revisão: Quality parameters evaluated in cattle meat: a review. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 1319–1332. Maio 2023. DOI: 10.34188/bjaerv6n2-031. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/59810>. Acesso em: 26 set. 2024.
- FILHO, A. L. Produção de carne bovina qualidade, quantidade ou ambas? In: II SIMBOI - SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2., 2006, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: [s. n.], 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237404396_PRODUCAO_DE_CARNE_BOVINA_NO_BRASIL_QUALIDADE_QUANTIDADE_OU_AMBAS.pdf. Acesso em: 11 set. 2024.
- La inteligencia artificial en los sistemas de calidad. **ESGinnova Group**, 11 de junho de 2024. Disponível em: <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2024/06/la-inteligencia-artificial-en-los-sistemas-de-calidad/>. Acesso em 07 set. 2024.
- LEITE, D. R. A.; MORAES, R. M. de; LOPES, L. W. Método de Aprendizagem de Máquina para Classificação da intensidade do desvio vocal utilizando Random Forest. **Journal of Health**





- Informatics**, Brasil, v. 1. Mar. 2021. Disponível em: <https://jhi.sbis.org.br/index.php/jhi-sbis/article/view/814>. Acesso em: 27 set. 2024.
- LIMA, F. P.; SELEME, R. Gestão da qualidade na indústria alimentar. In: ConBRepro – Congresso Brasileiro de Engenharia da Produção, 10., 2020, Paraná. **Anais eletrônicos**. [...] Parana: Aprepro, 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/08202020_160832_5f3ece2c9d80b.pdf. Acesso em: 24 set. 2024.
- LUANA, K. Gestão da Qualidade na indústria de alimentos: qual a importância? **Qualiex**, 2023. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/gestao-da-qualidade-na-industria-de-alimentos/>. Acesso em: 20 set. 2024.
- MELERO JÚNIOR, É. **Fatores que afetam o marmoreio da carne**, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Zootecnia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/71364944-0519-43fa-9647-f793b50f6267/content>. Acesso em: 18 set. 2024.
- MELO, A. F. et al. Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina: Revisão. **PUBVET**, Rio Verde, v. 10, n.10, p.785-794, Out. 2016. Disponível em: https://ocmt.agr.br/wp-content/uploads/2023/06/Fatores_que_influenciam_na_qualidade_da_carne_bovina_Revisao.pdf. Acesso em: 17 set. 2024
- NARENDRA, V.G.; HAREESH, K.S. Quality inspection and grading of agricultural and food products by computer vision – A review. **International Journal of Computer Applications**, v. 2, n.1, p. 43-65, 2010
- NOGUEIRA, M. O.; DAMASCENO, M. L. V. Importância do sistema de gestão da qualidade para indústria de alimentos. **Caderno de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 84–93, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2927>. Acesso em: 24 set. 2024.
- OSHIRO, T. **Uma abordagem para a construção de uma única árvore a partir de uma Random Forest para classificação de bases de expressão gênica**. 2013. 101 p. Dissertação (Mestrado em Bioinformática) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/95/95131/tde-15102013-183234/publico/monografia>.
- PERDIGÃO, I. L. et al. O papel da IA na otimização de processos industriais. *Revista FT*, v. 27, n. 127, 2011. Disponível em: <https://revistaft.com.br/o-papel-da-ia-na-otimizacao-de-processos-industriais/>. Acesso em: 21 set. 2024.
- PEREIRA, L. F. S. **Espectroscopia no NIR e processamento de imagens digitais para classificação de mamão papaia (Carica papaia L.) Golden**. 2017. 80 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1631399>. Acesso em: 21 set. 2024.
- ROTTA, P. et al. The Effects of Genetic Groups, Nutrition, Finishing Systems and Gender of Brazilian Cattle on Carcass Characteristics and Beef Composition and Appearance: A Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 12, p. 1718–1734, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.90071>. Acesso em: 20. Set 2024.
- RUDEK, M; COELHO, L.; JUNIOR, O. VISÃO COMPUTACIONAL APLICADA A SISTEMAS PRODUTIVOS: FUNDAMENTOS E ESTUDO DE CASO. **Enegep**, 2001. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2001_tr10_0917.pdf. Acesso em: 18 set. 2024.
- SILVA, J. et al. Classificação de Sinais de Trânsito Usando Otimização por Colmeias e Random Forest. In: XII Congresso brasileiro de inteligência computacional, 12., 2015, Curitiba. **Anais eletrônicos**. [...] Curitiba: SBIC, 2015. Disponível em: https://sbic.org.br/eventos/cbic_2015/cbic2015_submission_166/. Acesso em: 24 set. 2024.





APENDICE A – TABELA DE DADOS

Tipo de Carne	Item Classificação	Cor	Textura	Marmorização	Espessura da gordura
Contra Filé	1	0,8	0,7	0,6	0,6
	2	0,8	0,8	0,6	0,7
	3	0,9	0,7	0,6	0,7
	4	0,7	0,6	0,7	0,6
	5	0,9	0,6	0,5	0,7
	6	0,8	0,6	0,4	0,6
	7	0,9	0,7	0,8	0,7
	8	0,8	0,7	0,6	0,85
	9	0,8	0,8	0,7	0,8
	10	0,4	0,6	0,4	0,7
	11	0,7	0,8	0,9	0,8
	12	0,9	0,8	0,9	0,7
	13	0,6	0,7	0,8	0,9
	14	0,9	0,8	1	0,9
	15	0,9	0,7	0,7	1
	16	0,8	0,7	0,6	0,8
	17	0,9	0,9	0,8	1
	18	0,8	0,7	0,6	0,8
	19	0,8	0,7	0,6	1
	20	0,7	1	1	0,6
	21	0,6	0,7	0,3	0,6
	22	0,9	0,8	1	1
	23	0,9	0,6	0,7	0,8
	24	0,7	0,8	0,8	1
	25	0,6	0,7	0,8	0,7
	26	0,8	0,6	0,5	0,6
	27	0,9	0,7	0,6	0,8
	28	1	0,8	0,9	0,7
	29	0,8	0,7	0,9	1
	30	0,6	0,7	0,8	0,9

Na tabela contém as amostras obtidas de 30 peças de carne do tipo contrafilé. Características de cor, textura, marmorização e espessura de gordura foram avaliadas em uma escala de 0 a 1 e posteriormente foram utilizadas na aplicação do *random forest*.

