

23 - Leitura: Computer Vision Applied To The Inspection And Quality Control Of Fruits And Vegetables (III)

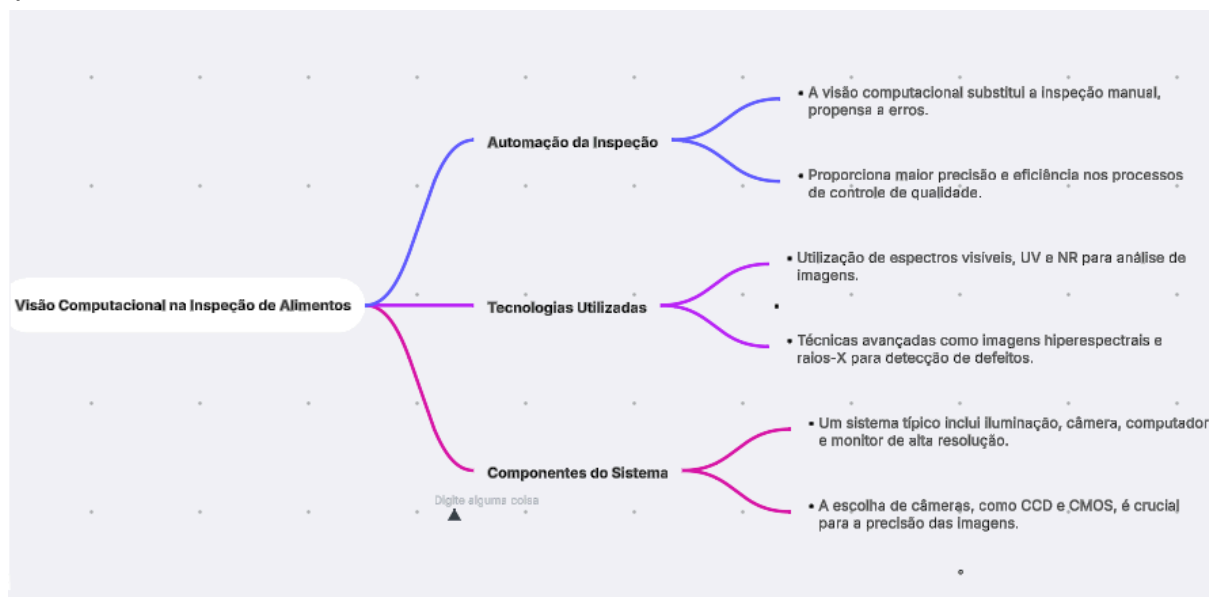
Higor Miller Grassi

Descrição da Atividade: O artigo aborda a substituição da inspeção manual por sistemas automatizados, detalhando técnicas como análise espectral, detecção de defeitos e processamento de imagens para avaliar características como cor, textura e maturação.

Visão Computacional na Inspeção de Alimentos

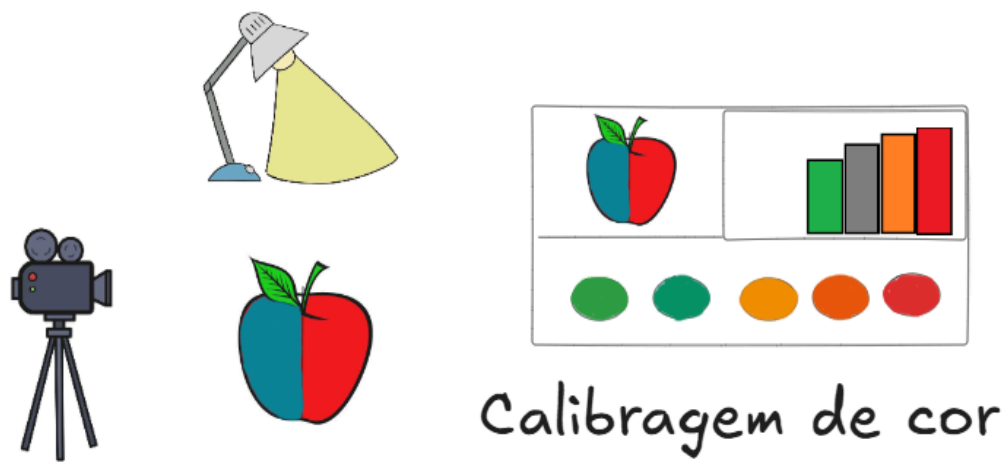
A aplicação de sistemas de visão computacional na inspeção de frutas e vegetais tem se mostrado uma ferramenta para a automação e aprimoramento dos processos de controle de qualidade, e com esses sistemas substituem a inspeção manual que é propensa a erros, proporcionando maior precisão e eficiência, sendo assim a visão computacional é utilizada para classificação, avaliação da qualidade com base em características internas e externas, monitoramento de processos de armazenamento e análise de tratamentos experimentais.

A tecnologia permite a análise de imagens em diferentes espectros, incluindo visível, ultravioleta (UV) e infravermelho próximo (NIR), além de técnicas avançadas como imagens hiperespectrais, ressonância magnética e raios-X, as abordagens possibilitam a detecção de defeitos, medição de cor, tamanho, forma e textura, além da avaliação de características internas, como maturação e danos, com a capacidade de explorar regiões do espectro eletromagnético invisíveis ao olho humano amplia significativamente as possibilidades de inspeção e controle de qualidade.



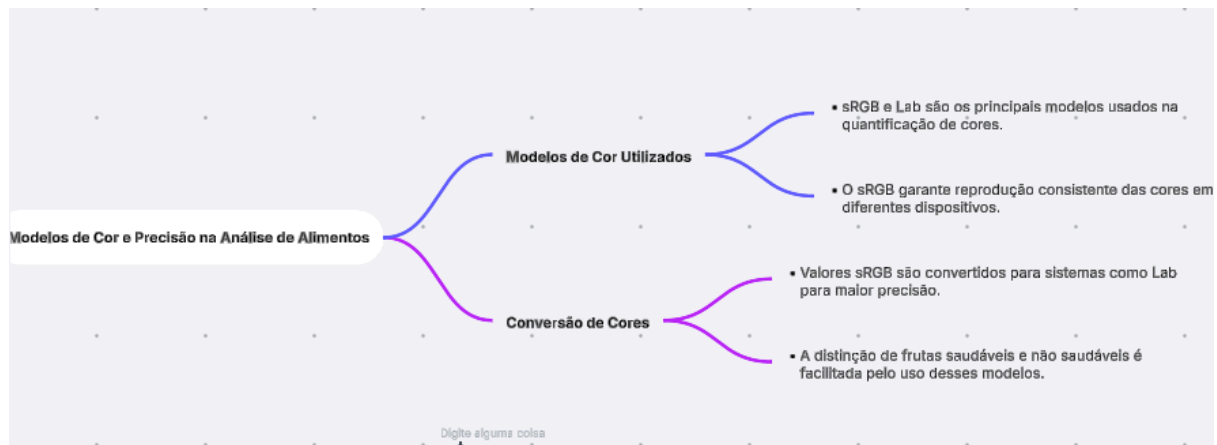
Um sistema típico de visão computacional é composto por um dispositivo de iluminação, uma câmera, um computador e um monitor de alta resolução. A qualidade das imagens geradas depende da configuração desses componentes,

sendo essencial uma iluminação uniforme e estável para evitar reflexos e sombras. Câmeras CCD e CMOS são amplamente utilizadas, com destaque para as versões multiespectrais e hiperespectrais, que capturam imagens em diferentes comprimentos de onda, a escolha adequada desses equipamentos é crucial para garantir a precisão e a eficiência do sistema de inspeção, tendo o modelo de CCD, onde consiste em pixels que são sensíveis às cores primárias(RGB), ou câmeras mais sofisticadas, onde encontram 3 CCD, que criam três cópias da cena, uma do filtro vermelho, outra do filtro verde e a terceira do filtro azul, assim como na próxima imagem, onde mostra como é feita a calibração de cor com os raios UV.



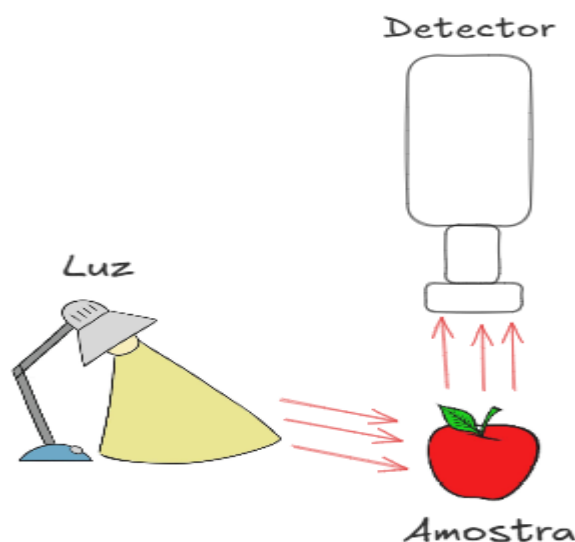
Modelos de Cor e Precisão na Análise de Alimentos

Os modelos de cores sRGB e Lab são amplamente usados na quantificação de cores de alimentos. O sRGB é um modelo independente do dispositivo, garantindo a reprodução consistente das cores em diferentes aparelhos, sendo utilizado para mapear os sinais RGB capturados por sistemas de visão computacional para um padrão independente de dispositivo, e dito isso, como a renderização da imagem depende do dispositivo, os valores sRGB são frequentemente convertidos para outros sistemas, como Lab*, para maior precisão na análise de cores, assim como na imagem a seguir onde por conta das cores e formato, consegui distinguir a diferenças das frutas, o mesmo, aplicado para frutas que não estão saudáveis.



Processamento de Imagens e Análise de Qualidade

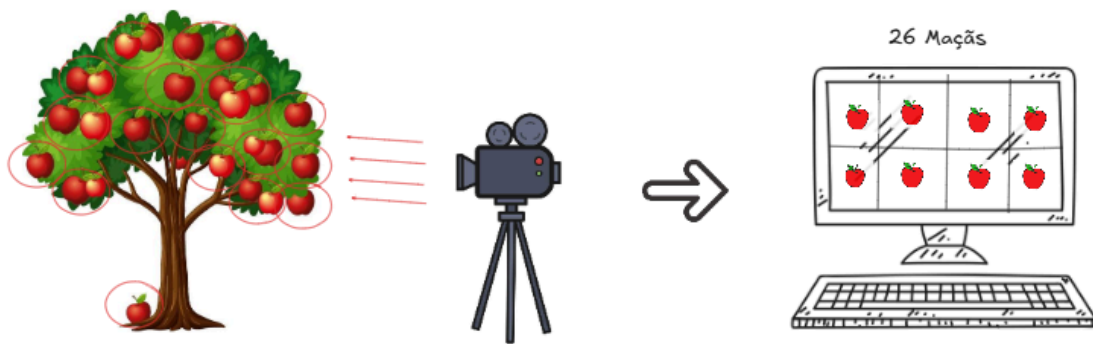
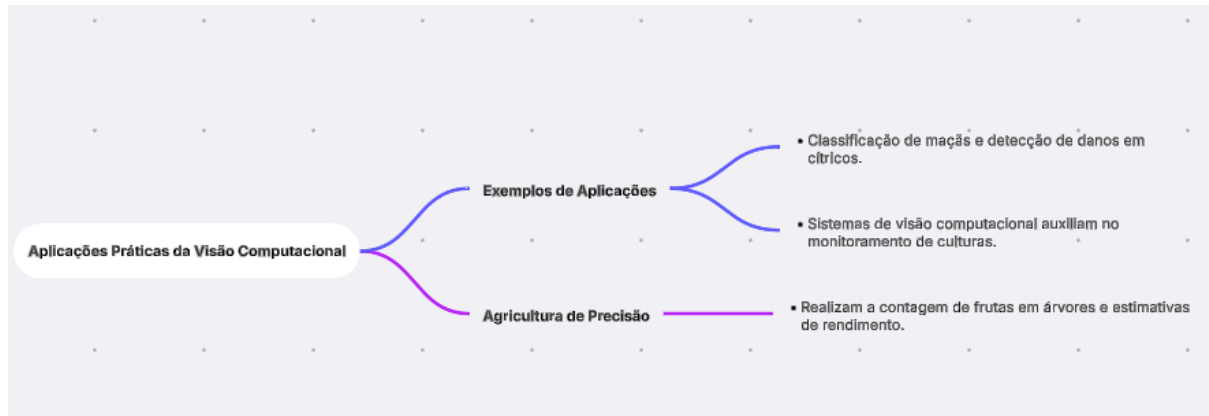
O processamento de imagens envolve diversas técnicas, como transformações de espaço de cor, calibração de cor e análise de textura, sendo assim, a cor um dos atributos mais relevantes para a qualidade dos alimentos e sua medição é fundamental para a aceitação do consumidor e além disso, a forma e o tamanho são fatores importantes para a classificação e comercialização de frutas e vegetais, a análise de textura, por sua vez, auxilia na detecção de defeitos superficiais e na avaliação da maturação do produto, assim como mostra na imagem a seguir onde explica como que funciona como um esquema de captura de informações espectrais de uma amostra utilizando um sistema de iluminação e um detector.



Aplicações Práticas da Visão Computacional

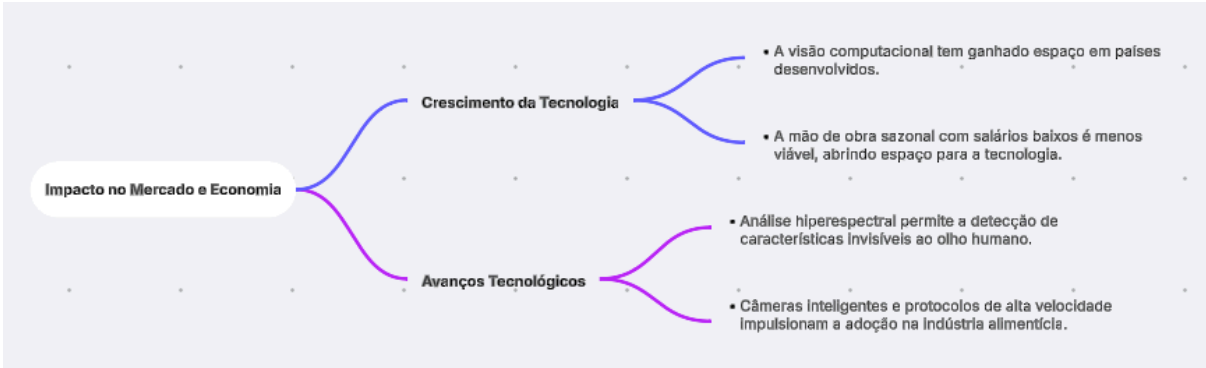
Entre as aplicações práticas da visão computacional destacam-se a classificação de maçãs, detecção de danos em citros, estimativa do volume de melancias e monitoramento da maturação de bananas, sendo utilizada também é utilizada na agricultura de precisão, permitindo o monitoramento de culturas e a

estimativa do rendimento das colheitas. Por exemplo, sistemas de visão computacional podem identificar frutas em árvores, e realizar a contagem na mesa, assim como na imagem a seguir.

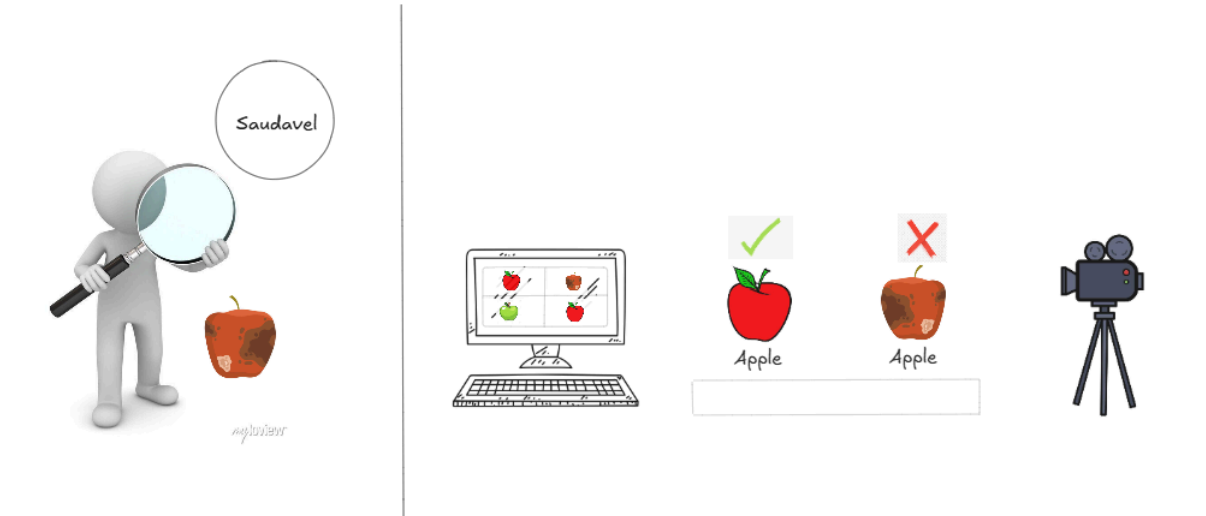


Impacto no Mercado e Economia

Tem ganhado mais espaço no mercado, destacando países desenvolvidos, onde o salário da mão de obra disposta a aceitar trabalhos sazonais com salários baixos estão em menor evidência, assim abrindo espaço para a visão computacional, principalmente em áreas que são invisíveis a olho nu.



A incorporação de técnicas avançadas, como a análise hiperespectral, possibilita a detecção de características que o ser humano não é capaz de identificar(citado anteriormente), incluindo danos internos e contaminações, e além disso, o desenvolvimento de câmeras inteligentes, que integram processadores de imagem, e o uso de protocolos de alta velocidade para transferência de dados estão impulsionando a adoção dessas tecnologias na indústria alimentícia, ilustrado na imagem a seguir, na imagem direita com uma inspeção humana falha e na parte a direita uma inspeção por visão computacional onde os erros são mitigados.



| Técnica / Conceito | O que é / faz | Quando usar / Aplicação prática |
|----------------------------|--|--|
| Visão Computacional | Substitui inspeção manual por sistemas com câmera, iluminação e processamento de imagem. | Inspeção automática de frutas e vegetais para avaliar cor, defeitos, maturação, etc. |
| Imagem Multiespectral | Capta diferentes comprimentos de onda (visível, UV, NIR). | Quando se quer analisar características invisíveis a olho nu (danos internos, contaminações). |
| Câmera CCD/CMOS | Capturam imagens com alta resolução e precisão de cor (RGB ou 3 CCDs). | Para garantir imagens confiáveis com boa calibração de cor. |
| Modelos de Cor (sRGB, Lab) | Representações de cor usadas para análise precisa e padronizada entre dispositivos. | Quando se deseja comparar ou classificar frutas com base em cor. |
| Processamento de Imagem | Inclui calibração, conversão de cor, análise de textura e forma. | Usado para detectar defeitos, maturação e classificar produtos. |
| Textura e Tamanho | Avaliam consistência e formato dos produtos. | Para diferenciar frutas maduras ou danificadas e organizar por padrão de qualidade. |
| Aplicações Práticas | Detecção de danos, contagem de frutas, medição de volume e análise espectral. | Usado em culturas como maçã, citros, melancia, banana, entre outras. |
| Impacto Econômico | Reduz custos com mão de obra, aumenta precisão e acelera a produção. | Quando há escassez de mão de obra barata ou exigência por rastreabilidade e padronização na indústria. |

Conclusão: A visão computacional é uma ferramenta poderosa para a inspeção automática de frutas e vegetais, oferecendo vantagens significativas em relação à inspeção manual. A capacidade de analisar grandes volumes de produtos individualmente, combinada com a precisão e a consistência dos sistemas automatizados, torna essa tecnologia essencial para a indústria de alimentos, juntamente ao desenvolvimento contínuo de técnicas de processamento de imagens, aliado ao avanço de hardware e software, promete expandir ainda mais as aplicações da visão computacional na inspeção e controle de qualidade de alimentos.