

# Relatório de Leitura

Lucas Buligon Antunes

**Data de finalização:** 05/07/2023

## **Artigo base:**

SALDAÑA, Erick; SICHE, Raúl; LUJÁN, Mariano; et al. Review: computer vision applied to the inspection and quality control of fruits and vegetables. Brazilian Journal of Food Technology, v. 16, p. 254–272, 2013. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/bjft/a/y5bZb5gBbdYS4SKrkGyZ7qr/?lang=en>>. Acesso em: 4 jul. 2023.

# 1. Introdução

Tendo em vista seu alto potencial, a visão computacional vem sendo amplamente aplicada na indústria. Esse vasto campo de aplicação se deve ao fato que sistemas de visão computacional fornecem quantidades significativas de informação, **inclusive dados na região do espectro eletromagnético**, na qual o olho humano não é sensível.

Uma das áreas na qual vem sendo empregada é a inspeção de qualidade de produtos alimentícios, principalmente frutas e vegetais, muito por sua qualidade ser definida por uma série de propriedades físico-químicas que as tornam mais ou menos atrativas para os consumidores. Dentre essas propriedades, valem ser citadas: tamanho, peso, formato, cor, presença de terra e pragas, entre outros.

A maioria desses fatores é tradicionalmente avaliado visualmente por humanos, mas atualmente tem sido substituído por sistemas baseados em visão computacional e análise de imagens. **No processo manual de seleção, há um risco relativamente alto de erro humano, visto que as decisões feitas por humanos podem ser afetadas por fatores psicológicos.**

Entretanto, a inspeção de produção agrícola automatizada tem algumas peculiaridades e problemas que outros setores não apresentam, devido à natureza biológica dos produtos inspecionados. **Frutas e vegetais apresentam uma imensa variedade de características, diferente de produtos industrializados.** Tudo isso afeta o desenvolvimento de algoritmos capazes de extrair decisões baseados na análise de imagens, sendo necessário achar um balanço entre agilidade e precisão para a indústria.

## 2. Sistemas de Visão Computacional

No processo de inspeção e avaliação técnica, a visão computacional apresenta a vantagem de ser rápida, consistente, objetiva, **não invasiva** e barata. Entretanto, devido a grande variedade de formas, texturas e cores, o sucesso de um sistema assim depende amplamente da configuração de hardware utilizada, **juntamente com a iluminação.**

### 2.1. Iluminação

Um bom sistema de iluminação deve prover uma iluminação uniforme na cena, evitando a presença de brilhos ou sombras. Se a cena não for iluminada corretamente, a incerteza e erros de classificação irão aumentar, assim fazendo necessário o pré-processamento das imagens, aumentando o tempo necessário para realizar a análise.

Vale ressaltar que a maneira como a iluminação deve ser utilizada varia muito conforme o formato do objeto. Por exemplo, para objetos esféricos é mais conveniente usar um difusor hemisférico de maneira a iluminar uniformemente. Entretanto, nesse sistema e nos que iluminam o objeto de cima, o topo dos objetos aparece mais luminoso que as bordas, criando uma mudança na intensidade que deve ser corrigida depois.

Ainda sobre correção de erros, brilhos e reflexos nos objetos podem ser prevenidos utilizando um sistema de iluminação com filtros polarizadores e o uso de técnicas de

*cross-polarization*. Além disso, quando o objeto sob inspeção é translúcido ou a informação obtida de sua análise é seu contorno, iluminação de fundo pode ser utilizada.

Ademais, vale ressaltar os sistemas de iluminação que induzem o fenômeno da fluorescência, **devido ao possível dano ou produção de características invisíveis ao olho humano**. Por exemplo, fluorescência induzida no espectro ultravioleta permite certos tipos de danos externos nas frutas e produz fluorescência no espectro visível,

## 2.2. Técnicas de processamento de imagem

### 2.2.1. Transformações no espaço de cor

Existem três aspectos que determinam cor, sendo eles: o tipo de fonte de emissão que irradia um objeto, as propriedades físicas do próprio objeto e o meio intermediário (água ou ar). Assim, o modelo RGB é o mais comumente utilizado, nele cada sensor captura a intensidade da luz no espectro vermelho (R), verde (G) ou azul (B). Entretanto, o modelo RGB é dependente do dispositivo e não idêntico às intensidades do sistema CIE. Outro problema com o modelo RGB é que ele não é um espaço perceptivamente uniforme.

As diferenças entre cores no espaço RGB não correspondem às diferenças percebidas por humanos. **Assim, sRGB(Standard RGB) e  $L^*a^*b^*$  são comumente aplicadas na quantificação do padrão de cores de comidas.**

## 3. Aplicação na inspeção e controle de características de qualidade

O propósito final em muitos sistemas de inspeção baseados em visão computacional é estimar um ou vários pontos de interesse nos produtos em uma determinada data, assim relacionando-os com o consumidor o qual aprecia qualidade.

### 3.1. Cor

**Cor é visualmente um dos parâmetros mais importantes em definir a qualidade de qualquer tipo de comida**, assim sua avaliação sempre foi crucial e uma preocupação na indústria alimentícia e no desenvolvimento e pesquisa de alimentos. Nesse contexto as **propriedades sensoriais do alimento como sua aparência e cor da superfície**, os quais são os primeiros parâmetros avaliados, conseqüentemente **tem uma relação com a aceitação ou rejeição do produto pelo consumidor antes do alimento ser consumido**.

Além disso, deve ser mencionado que enquanto os colorímetros são dispositivos fáceis de serem calibrados, o ajuste de sistemas de análise de imagens depende de vários fatores e é mais complexo. **Diferentes dispositivos produzem diferentes valores RGB para o mesmo pixel em uma cena.**

**Assim, em termos de adequação para quantificação de cores em superfícies curvas, o espaço de cor  $L^*a^*b^*$  demonstrou ser o mais apropriado. Além disso, algumas vezes uma coordenada do  $L^*a^*b^*$  é suficiente para estabelecer a classificação da fruta.**

### 3.2. Tamanho e volume

O tamanho é uma característica particularmente importante na indústria alimentícia visto que o custo de muitos produtos está diretamente associado ao seu tamanho. A estimativa desse atributo em objetos regulares, como esféricos ou quase esféricos, é relativamente fácil, porém se tratando sobre frutas e vegetais com formas irregulares o processo se torna mais complexo.

Devido às irregularidades no formato dos produtos, a orientação do objeto em relação a câmera tem uma grande influência nas medidas estimadas para análise. Por essa razão, muitos autores combinam informações obtidas de diversas imagens em diferentes ângulos para realizar suas análises.

O volume é usado como uma medida indireta de tamanho, embora seja um desafio particularmente difícil estimar o volume de um objeto natural a partir de uma imagem plana. Um dos métodos mais frequentemente mencionados para estimar o volume de produtos alimentícios que apresentam simetria em torno de seus eixos é usando visão computacional para subdividir os objetos em diferentes partições.

### 3.3. Formato

O consumidor está sempre mais propenso a comprar frutas ou legumes mostrando suas formas características. Produtos com deformidades ou formas estranhas não podem ser comercializados ou têm de ser vendidos a preços mais baixos. As descrições de imagens feitas pelo homem são geralmente abstratas ou artísticas, não quantitativas. Como resultado, a identificação da forma de uma fruta é fácil para o cérebro, mas difícil para um computador.

Um ponto importante na identificação do formato é determinar a relação entre a forma e a maturidade do fruto em produtos cuja forma é usado como um índice de maturidade. Por exemplo, o ângulo das bananas diminui quando elas estão maduras.

### 3.4. Textura

A percepção de uma cor por um sistema de visão computacional é diferente se as superfícies dos objetos têm diferentes texturas. Por isso, o estudo da textura é frequentemente integrado em estudos de diferença de cores, incluindo aqueles usados para detectar a presença de defeitos externos. A textura pode desempenhar um papel importante na segmentação de imagens, uma vez que é uma ferramenta eficaz para a resolução de problemas no reconhecimento de padrões para inspecionar frutas e vegetais automaticamente.

## 4. Conclusão

A aplicação da tecnologia de visão computacional traz avanços significativos na inspeção de frutas e vegetais, tanto processados quanto não processados. Ela supera efetivamente as limitações da capacidade humana, permitindo a avaliação objetiva dos processos ao longo do tempo e detectando eventos além do espectro eletromagnético visível.

Além disso, sistemas hiperspectrais, em particular, fornecem informações valiosas sobre componentes específicos ou danos que só podem ser percebidos em determinados comprimentos de onda. Essas informações servem de base para o desenvolvimento de sistemas de visão computacional personalizados para propósitos específicos.

Juntamente a isso, os sistemas de classificação online facilitam a inspeção individual de grandes quantidades de produtos, oferecendo estatísticas detalhadas sobre o lote inspecionado. **No geral, a visão computacional aprimora o controle de qualidade na indústria agrícola, melhorando a precisão, eficiência e capacidade de detectar defeitos ou atributos sutis.**