

Processamento de Imagens para Detecção de Furos em Bicos Injetores Diesel

1st Wellinthon da Silveira Kiüller

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI-CT)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Curitiba, Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0009-0000-8591-0393>

I. INTRODUÇÃO

Os bicos injetores desempenham uma função fundamental nos sistemas de combustão a diesel. Em uma multinacional especializada na produção desses bicos, é essencial assegurar a rastreabilidade do produto ao longo dos diversos processos de fabricação. Uma forma eficaz de garantir a rastreabilidade é por meio de gravações a laser, que, ao contrário de etiquetas ou adesivos, permanece intacta durante o processo de fabricação.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo demonstrar a aplicação de técnicas de processamento de imagens para detectar furos na superfície de vedação de bicos injetores diesel, uma área estratégica para a gravação a laser com fins de rastreabilidade. O artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2.A, é apresentada uma breve explicação sobre os bicos injetores; an Seção 2.B, são descritas as técnicas de processamento de imagens utilizadas; por fim, a Seção de Considerações Finais encerra o artigo, destacando as contribuições do estudo.

II. METODOLOGIA

A. Bico Injetor Diesel

A Figura 1 ilustra um modelo de bico injetor, um dos principais componentes de um sistema de combustão a diesel. Como o foco deste trabalho é a aplicação de técnicas de processamento de imagens, o funcionamento do injetor não será abordado em detalhes. No entanto, a Figura 2 destaca alguns de seus componentes.

A Figura 2 destaca as seguintes regiões do bico injetor: base (1), haste (2), cúpula (3), furos de fixação (4 e 5), furo de injeção de combustível (6), guia do corpo (7), furo cego (8), assento da agulha (9), ponta da agulha (10), guia da agulha (11) e espiga da agulha (12) [2]. Os furos de fixação (4 e 5) e injeção de combustível (6) estão localizados em uma região chamada de superfície de vedação, conforme ilustra a Figura 3.

B. Processamento de Imagem

Nesta seção, são abordadas as técnicas de processamento de imagem utilizadas para detecção dos furos presentes na superfície de vedação do bico injetor, utilizando o *software* Matlab.



Figura 1. Bico injetor diesel. Fonte: [1].

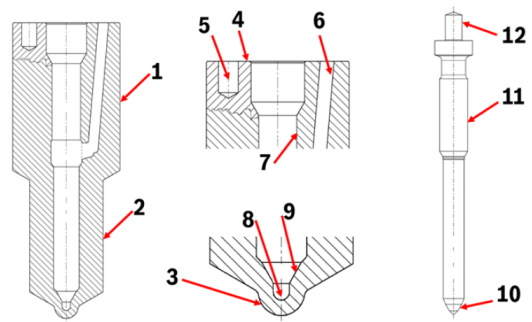


Figura 2. Componentes de um bico injetor diesel. Fonte: [2].

1) *Carregar imagem*: esta seção de código descreve as etapas para o carregamento e a visualização da imagem. No código apresentado, foi carregada uma imagem correspondente à Figura 3.

```
% Clear workspace
clear

% Set working directory
workDir = pwd + "/ProjetoFinal/Imagens/";

% Read image
imName = "Image0001.jpg";
imNozzle = imread(workDir + imName);

% Show image
imshow(imNozzle);
```

Código 1. Carregar e visualizar a imagem

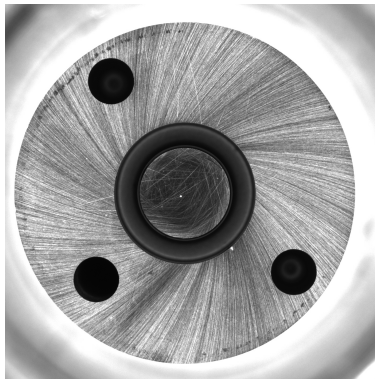


Figura 3. Bico injetor diesel

C. Filtrar a imagem

esta seção de código descreve as etapas para pré-processamento da imagem, utilizando filtros.

```
% Create structuring element
se = strel('disk', 3);

% Erode and binarize image
imClosed = imclose(imNozzle, se);

% Show images
figure;
for i=0.1:0.1:1.0
    imBinarized = imbinarize(imClosed, "adaptive", "Sensitivity", i);
    subplot(2, 5, i*10); imshow(imBinarized)
    title(i);
end
```

Código 2. Carregar e visualizar a imagem

```
% Select sensitivity to segmentation and color to highlight circles
sensitivity = 1;
edgeColor = [0 1 0];
backgroundColor = [1.000 1.000 0.067];
textColor = [0 1 0];
```

Código 3. Código de exemplo em Matlab

CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS

- [1] Karhub, "Bico Injetor Diesel Bosch - 0 433 175 140," 2025, acessado em: 17 maio 2025. [Online]. Available: <https://www.karhub.com.br/p/bico-injetor-diesel-bosch-0-433-175-140-13607060>
- [2] V. Girotto, "Análise técnica para remanufatura de um bico injetor diesel," p. 75, 2023.