

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),



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

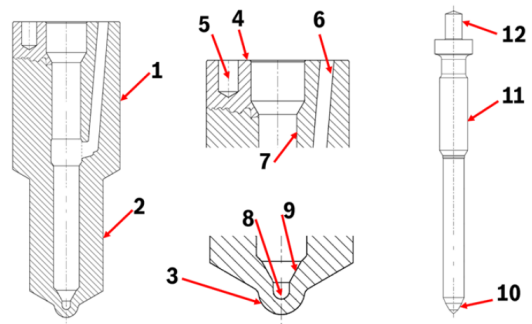


Figura 2. Componentes de um bico injetor diesel. Fonte: [2].

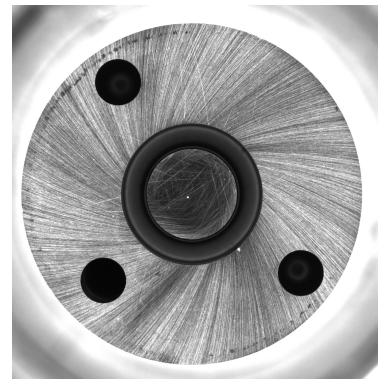


Figura 3. Superfície de vedação de um bico injetor diesel

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.

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/Images/";

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

% Show image
imshow(imNozzle);
```

Código 1. Carregar e visualizar a imagem

2) *Filtrar a imagem*: esta seção de código descreve as etapas para pré-processamento da imagem, utilizando filtros. No código apresentado, primeiramente foi construído o elemento "se" em formato de disco por meio da função *strel* para aplicação do filtro. Posteriormente, o elemento "se" foi utilizado em um filtro de *closing*, produzindo a imagem ilustrada na Figura 4. Por fim, foi criado um laço *for* para avaliar qual melhor valor de sensibilidade para binarização da imagem. A Figura 5 ilustra as imagens obtidas com os diferentes valores de sensibilidade.

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

% Apply closing morphology and show image
imClosed = imclose(imNozzle, se);
figure; imshow(imClosed);

% Show binarized images with different sensitivities
% Increment sensivity by 0.1
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. Filtrar a imagem e analisar sensibilidade para binarização

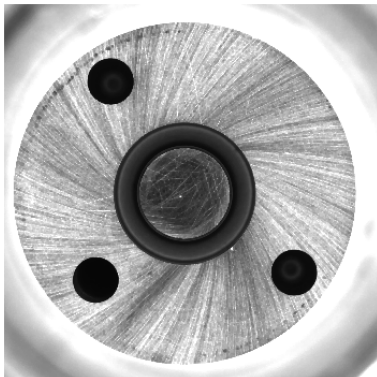


Figura 4. Imagem após aplicação de filtro de *closing*

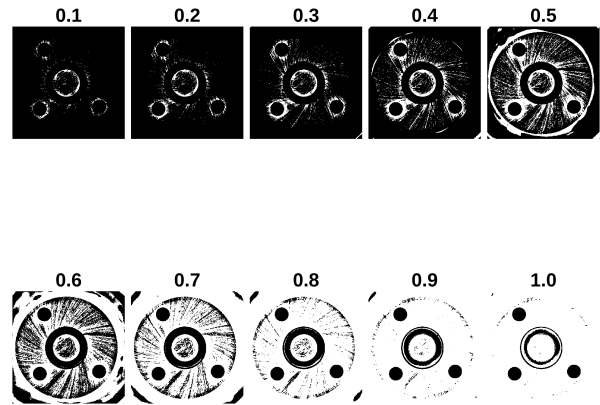


Figura 5. Imagem após aplicação de filtro de *closing*

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. Giroto, "Análise técnica para remanufatura de um bico injetor diesel," p. 75, 2023.