



## RESTAURAÇÃO DE IMAGENS AFETADAS POR ARTEFATOS DURANTE PROCESSO DE SOLDA EM LENTES DE CÂMERAS

EDWILSON SILVA VAZ JUNIOR<sup>1</sup>; LUCAS CAETANO MEIRELES PEREIRA<sup>2</sup>  
CRISTIANO RAFAEL STEFFENS<sup>3</sup>; PAULO LILLES JORGE DREWS JUNIOR<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – ed\_1005@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande (FURG) - caetano02117@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – cristianosteffens@furg.br

<sup>4</sup>Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – paulodrews@furg.br

### 1. INTRODUÇÃO

A dinâmica da economia atual requer que os processos de manufatura sejam cada vez precisos e confiáveis, levando boa parte do setor industrial a utilizar ferramentas automatizadas no seu chão de fábrica. Na área de soldagem, é comum que robôs de solda estejam inseridos de forma a automatizar o processo. Por vezes, estes robôs possuem pouquíssima ou até nenhuma necessidade de interação com um operador humano. Nestes casos, em geral, o robô possui sua tomada de decisão guiada através de algoritmos de visão computacional, necessitando, portanto, de uma câmera acoplada a ele. Naturalmente, para que esta câmera consiga obter imagens adequadas para que os procedimentos sejam feitos corretamente, necessita-se posicioná-la próxima à tocha de soldagem. Em decorrência desta proximidade, as lentes da câmera estão vulneráveis a inevitáveis efeitos colaterais da solda, como fuligem e respingos de solda.

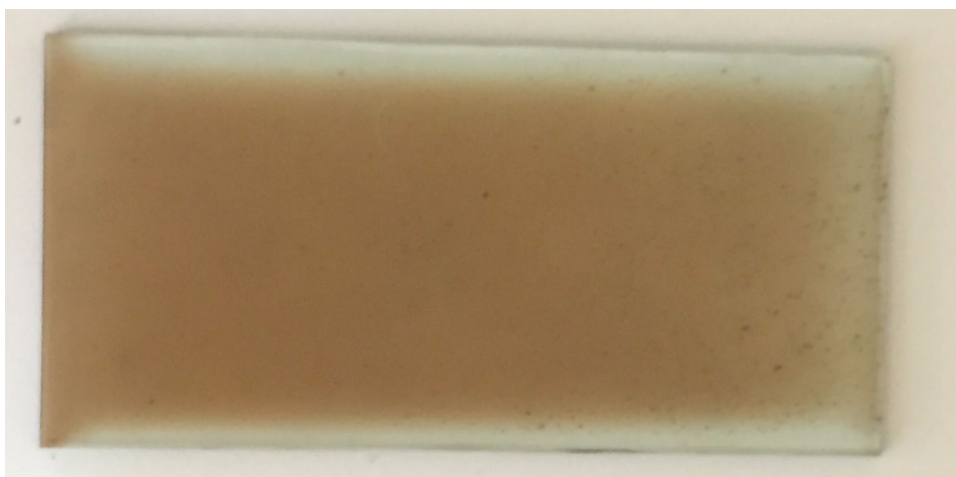


Figura 1 - Vidro protetor afetado por fuligem

Observando que lentes de câmera não são produtos financeiramente baratos, costuma-se utilizar vidros de proteção para que nenhum tipo de sujeira ou respingo as danifique. Estes vidros são acoplados à frente da lente, permitindo que as imagens sejam capturadas normalmente. A Figura 1 ilustra um vidro de proteção após 40 minutos soldando chanfros industriais. A partir desta figura, nota-se que após um tempo de processo de solda a fuligem predomina o vidro, o qual ainda apresenta, em determinadas áreas, alguns respingos pequenos de solda. A Figura 2 apresenta uma imagem capturada por uma câmera a qual está acoplado o vidro apresentado na Figura 1 em frente à lente. Já a Figura 2b mostra

seu respectivo *ground-truth*, onde o vidro protetor foi substituído por um vidro sem presença de sujeira.

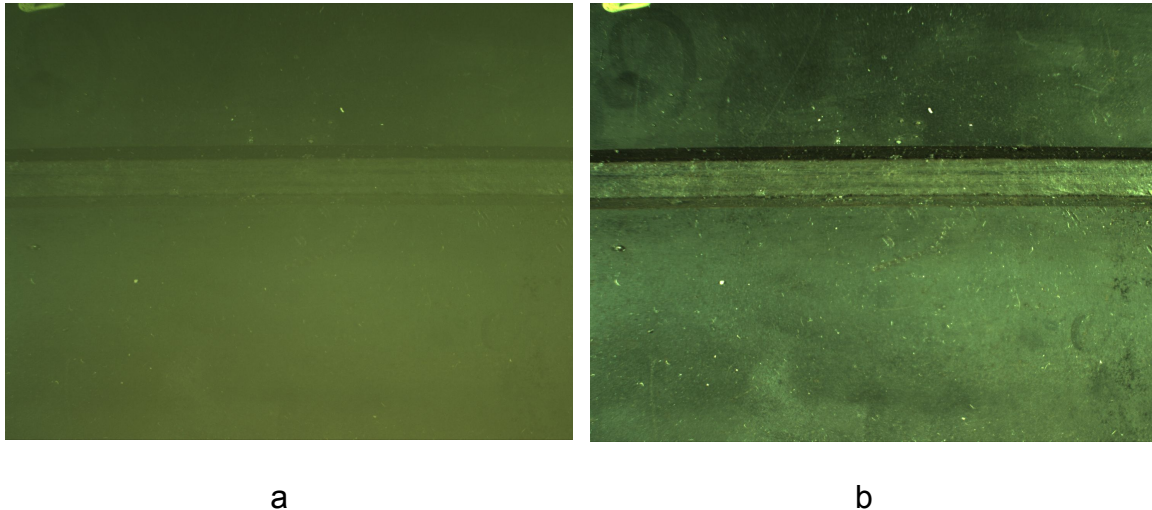


Figura 2 - a) Imagem capturada por câmera afetada por fuligem  
b) Imagem sem interferência de fuligem

Em geral, durante um processo de soldagem por um robô automatizado, não se existem condições para que um vidro seja trocado ou limpo. Portanto, o processo deve continuar independentemente da existência ou não de sujeiras aderentes ao vidro. Como pode-se observar, a Figura 2a perde uma significativa quantidade de informações em relação à imagem sem influência de artefatos (Figura 2b). Em especial, perde-se detalhes do centro do chanfro, onde, neste caso, poderia ser executada uma inspeção de qualidade da solda feita. Nota-se também a perda de contraste na imagem, situação que pode afetar o reconhecimento das características do chanfro, informação prescindente para guiar o robô.

Nota-se que a perda de contraste assemelha-se à perda apresentada em (ZHOU e LIN, 2007), desenvolvendo característica de monocromaticidade nas regiões afetadas por fuligem. Além disso, percebe-se que as altas frequências na imagem capturada utilizando o vidro com fuligem são danificadas, gerando um efeito de minimização de detalhes. O intuito deste trabalho é restaurar a imagem de forma a recuperar, da melhor maneira possível, os detalhes nela contidos e ajustar o contraste de suas cores, tentando aproximar a imagem a algo visualmente atrativo e auxiliando, também, na recuperação de possíveis informações relevantes a algoritmos de visão computacional na área de soldagem robótica.

Diferentemente de trabalhos como (EIGEN et al., 2013) e (YANG et al., 2016), os quais utilizam redes neurais treinadas para recuperar detalhes dentro de partículas de poeira e (LI et al., 2012), que necessita de uma série de imagens de uma mesma cena, o objetivo deste trabalho se dá por encontrar uma solução capaz de resolver os problemas apresentados a partir de apenas uma imagem de entrada.



## 2. METODOLOGIA

Visto que este trabalho está intrinsecamente ligado à validação experimental, o primeiro passo foi a criação de um *dataset* de imagens capturadas a partir de vidros contendo fuligem. Este *dataset* é a base deste trabalho, visto que a partir dele todos testes e experimentos serão feitos, bem como a avaliação dos resultados gerados. Para sua geração, diversos cuidados foram levados em consideração, em especial cuidados com a iluminação, tentando mantê-la homogênea em toda superfície, bem como posicionamento da câmera em relação ao chanfro (utilizou-se 90°) e geração de *ground-truth* para eventuais comparações futuras.

Os métodos propostos em (CODRUTA et al., 2012) e (CODRUTA et al., 2013) resolvem problemas distintos com o mesmo procedimento: fusão de imagens. Esta fusão de imagens se dá por, a partir de uma imagem, serem geradas  $n$  novas imagens, chamadas de imagens de entrada, sendo cada uma delas processadas a partir de um tipo de filtro, geralmente conhecido em processamento de imagens. Estes filtros, em geral, são aplicados com o intuito de corrigir o que está faltando na imagem, ou seja, quais defeitos esta imagem possui. Estas imagens criadas, por tentar corrigir um defeito na imagem, podem acabar desencadeando em outros ruídos, como um efeito colateral. Para corrigir isso, novos filtros são criados, os chamados pesos das imagens. Para cada imagem de entrada, portanto, serão calculados seus pesos referentes e, por fim, multiplicados cada peso normalizado pela sua respectiva entrada.

Tendo estas imagens em mãos, se faz o somatório delas, gerando assim uma imagem final. Para otimizar os resultados, utiliza-se processamento de imagens em múltiplas escalas através de pirâmide gaussiana e laplaciana, aumentando o contraste da imagem, detalhes de alta frequência e redução de ruído. Neste trabalho, utilizou-se dois tipos de filtros para gerar as imagens de entrada, sendo eles balanço de branco e outro onde a imagem passa por um filtro bilateral (TOMASI e MANDUCHI, 1998) e uma equalização de histograma local, e três filtros de peso para cada imagem de entrada.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação do código de fusão de imagens, bem como os parâmetros adequados para a resolução do problema foram permitiram que se atingisse resultados satisfatórios para a aplicação. A Figura 3 apresenta o resultado gerado pela solução proposta para a mesma imagem apresentada na Figura 2a. Percebe-se, de forma comparativa, que os detalhes da imagem estão muito mais aparentes, bem como foram removidos os borrões gerados pela fuligem. A avaliação da imagem restaurada é obtida através da utilização de métricas de similaridade estrutural e métricas cegas de avaliação de qualidade das imagens.



Figura 3 - Imagem resultante da fusão de imagens

#### 4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta uma colaboração na área de processamento de imagens e soldagem robótica, resolvendo um problema ainda não tratado na literatura. O trabalho obteve bons resultados na restauração de imagens afetadas por fuligem, resultando em uma imagem visualmente muito mais atrativa que a imagem de entrada. Da mesma forma as imagens obtidas também apresentam melhora significativa quando aplicada em algoritmos clássicos de visão computacional.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ZHOU, C.; LIN, S. Removal of Image Artifacts Due to Sensor Dust. **2007 IEEE Computer Vision and Pattern Recognition**, p.1-8, 2007.

EIGEN, D. et al. Restoring an Image Taken through a Window Covered with Dirt or Rain. **2013 IEEE International Conference on Computer Vision**, p.633-640, 2013.

LI, C. et al. Removal of Dust Artifacts in Focal Stack Image Sequences. **21st International Conference on Pattern Recognition**, 2012.

YANG, P. et al. Dust particle detection in surveillance video using salient visual descriptors. **Computers and Electrical Engineering**, v.62, p.224-231, 2016.

CODRUTA, C. et al. Enhancing underwater images and videos by fusion. **2012 IEEE Computer Vision and Pattern Recognition**, p.81-88, 2012.

CODRUTA, C. et al. Single image dehazing by multi-scale fusion. **IEEE Transactions on Image Processing**, v.12, n.8, p.3271-3282, 2013.

C. Tomasi and R. Manduchi. Bilateral Filtering for Gray and Color Images, **Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Computer Vision**, 1998.