



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA EM  
RESTAURAÇÃO DE IMAGENS SATELITAIS E AÉREAS

Stephane Cristina dos Santos Boff

Relatório de Iniciação Científica  
do programa PIBIC, orientada pelo  
Dr. Haroldo Fraga de Campos Velho (INPE) e  
Dra. Ana Paula Abrantes de Castro e Shiguemori (IFSP)

INPE  
São José dos Campos  
2022





MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA EM  
RESTAURAÇÃO DE IMAGENS SATELITAIS E AÉREAS

Stephane Cristina dos Santos Boff

Relatório de Iniciação Científica  
do programa PIBIC, orientada pelo  
Dr. Haroldo Fraga de Campos Velho (INPE) e  
Dra. Ana Paula Abrantes de Castro e Shiguemori (IFSP)

INPE  
São José dos Campos  
2022



## RESUMO

A restauração de imagens tem como objetivo melhorar imagens que tenham sido degradadas por processos diversos associados à aquisição, transmissão ou processamento, visando melhorar a qualidade para facilitar a interpretação visual. As técnicas clássicas de restauração de imagens baseiam-se em algum conhecimento a priori do fenômeno de degradação, sendo voltadas para a modelagem da degradação e a aplicação do processo inverso na recuperação da imagem corrigida. Dada a dificuldade de estimar alguma informação a priori do fenômeno de degradação, a literatura mostra um aumento na pesquisa do uso de técnicas de inteligência computacional na restauração de imagens. Este trabalho, teve como objetivo avaliar algoritmos de Processamento Digital de Imagens (PID) que possuam características similares ao cérebro humano quando aplicados em tarefas de visão computacional e processamento de imagens. O objetivo era avaliar o emprego de diferentes técnicas baseadas em aprendizagem de máquina para restauração de imagens de forma a serem suficientemente adaptáveis para diferentes tipos de imagens. Como continuidade das pesquisas iniciadas em (CASTRO et al., 2009; CASTRO et al., 2008a; CASTRO et al., 2008b; CASTRO et al., 2008c). Entretanto, a bolsista teve problemas de saúde e foi substituída por outro bolsista, não conseguindo finalizar todas as etapas.

Palavras-chave: Restauração de Imagens. Multiescala. Redes Neurais Artificiais.



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES .....	2
2. DESENVOLVIMENTO.....	3
2.1 METODOLOGIA.....	3
2.2 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES: .....	3
Atividade 1 – Reunião com a orientadora do projeto.....	3
Atividade 2 - Realização de revisão bibliográfica em trabalhos da área.....	3
Atividade 3 – Capacitação do Bolsista.....	4
Atividade 4 – Estudo sobre o problema .....	4
2.3. MÉTODOS DE APRENDIZAGEM .....	4
2.4. IMPLEMENTAÇÃO DOS OPERADORES TRADICIONAIS E DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA .....	5
3 CONCLUSÃO .....	6
4. AGRADECIMENTOS.....	7
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	8

# 1 INTRODUÇÃO

Devido ao desenvolvimento tecnológico e computacional, é crescente o uso de imagens digitais nas mais diversas aplicações, como: segurança, monitoramento, medicina, biologia, automação industrial, astronomia, área militar, sensoriamento remoto, e navegação autônoma. Estas aplicações requerem métodos computacionais de Processamento Digital de Imagens (PDI) para melhorar a qualidade das imagens facilitando a percepção humana e a interpretação automática por meio de máquinas.

A técnica de restauração de imagens tem como objetivo melhorar uma imagem em algum aspecto, tentando recuperar uma imagem que tenha sido degradada, usando algum conhecimento a priori do fenômeno de degradação. Os sistemas de imageamento podem produzir imagens degradadas causadas pelo movimento relativo entre o objeto e a câmera (borramento), turbulências atmosférica e difração ótica (GONZALEZ,XXXX). Assim, o projeto das técnicas de restauração é extremamente importante para sistemas de medidas baseadas em imagens, desde que as imagens degradadas possam ser significativamente melhoradas para as operações de extração de características e reconhecimento de objetos.

Os modelos de RNAs têm sido muito explorados em processamento de imagens pois, uma vez treinada, a ativação de uma rede neural é extremamente rápida tornando-se muito atraente para problemas que requerem processamento em tempo real através da possibilidade de implementação em hardware programável. Desta forma, estima-se avaliar algoritmos de Processamento Digital de Imagens (PID) que possuam características similares ao cérebro humano quando aplicados em tarefas de visão computacional e processamento de imagens.

Para realização destas tarefas foram planejados e realizados diversos capacitação do aluno bolsista; revisão bibliográfica das técnicas de restauração de imagens tradicionais (GONZALEZ, 2010); revisão bibliográfica das técnicas de aprendizagem de máquina (CASTRO et al, 2009; HAYKIN, 2000); escolha dos conjuntos de imagens para teste; aplicação da técnica de aprendizagem de máquina; ajustes de parâmetros para as diferentes tipos de imagens; avaliação da restauração de imagens; e avaliação da empregabilidade da solução nas aplicações de imagens Satelitais e Aéreas. A capacitação

e o nivelamento do aluno serão realizados via internet no início do projeto; para a revisão bibliográfica das técnicas de restauração de imagens tradicionais e de aprendizagem de máquina, o bolsista utilizará o portal da CAPES, além de artigos disponíveis na internet; a seleção das imagens utilizadas será definida pelos orientadores; a aplicação e a avaliação das técnicas estudadas serão realizadas no ambiente na nuvem Colab (COLAB, 2019) utilizando a linguagem Python (SAMPAIO, 2018) e as bibliotecas disponíveis.

## 1.1 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Para o desenvolvimento do trabalho serão desenvolvidas as seguintes atividades:

As atividades podem ser divididas em:

- a) Capacitação do Bolsista;
- b) Revisão bibliográfica; (TAREFA EM PARELALO→TECNICAS RESTAURACAO 5 ANOS)
- c) Estudo do ambiente na nuvem o *Colab* (COLAB, 2019);
- d) Estudo do algoritmo de inteligência artificial em Python especificamente, Redes Neurais Artificiais Profundas no ambiente *Colab*; (*PERCEPETRON*)
- e) Estudo dos algoritmos tradicionais de restauração de imagens no ambiente *Colab*;
- f) Estudo das bibliotecas *Keras* (KERAS, 2020), *Tensorflow* (TENSORFLOW, 2020), *Scikit Learn* (SCIKIT- LEARN, 2020) e *OpenCV* (INTEL, 2016) em linguagem Python;
- g) Escolha das imagens para os testes e validação das técnicas;
- h) Elaboração do relatório parcial;
- i) Implementação dos métodos de aprendizagem de máquina na tarefa de restauração de imagens;
- j) Implementação dos operadores tradicionais de restauração de imagens;
- k) investigação de medidas de desempenho que sejam independentes de conhecimento a priori da imagem original sem degradação;
- l) Elaboração de artigos e do relatório final.

## 2.DESENVOLVIMENTO

Esse capítulo aborda o desenvolvimento do projeto, além de ser descrito os estudos de caso abordados.

### 2.1 METODOLOGIA

As atividades realizadas pela bolsista durante a vigência da bolsa, teve início em 01 de agosto de 2021 e foi finalizada em 16 de março de 2022, estão sintetizadas a seguir, bem como a metodologia por ela utilizada.

### 2.2 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES:

A seguir são apresentadas as atividades estabelecidas para a pesquisa:

AGOSTO/2021: Treinamento do Bolsista e Estudo do ambiente da nuvem Colab;

SETEMBRO/2021: Revisão da Literatura;

OUTUBRO/2021: Estudo das bibliotecas *Keras, Tensorflow, Scikt Learn* e OpenCV no ambiente *Colab*;

NOVEMBRO/2021: Estudo do algoritmo da Rede Neural Artificial Profunda no ambiente *Colab*

DEZEMBRO/2022: Estudo dos algoritmos tradicionais de restauração de imagens no ambiente *Colab*;

JANEIRO/2022 a MARÇO/2021: Implementação da Rede neural e dos operadores tradicionais;

#### Atividade 1 – Reunião com a orientadora do projeto

As reuniões foram realizadas através da plataforma Microsoft Teams em uma equipe de reuniões, com a participação da orientadora e da estudante, as vezes de outras colegas de pesquisa para discussão sobre métodos de análises, resolução de dúvidas, acompanhamento e direcionamento da pesquisa. Além das reuniões, a orientadora esteve em contato com a bolsista para acompanhamento da pesquisa através de e-mail e de aplicativo de mensagens virtuais.

#### Atividade 2 - Realização de revisão bibliográfica em trabalhos da área.

Foram realizadas abordagens, para que obtivesse um levantamento de artigos com a finalidade de estudos relacionados ao tema da pesquisa, possibilitando a realização do

embasamento teórico do trabalho e capacitação da estudante para desenvolvimento dos programas que vão apresentar testes e treinamentos contidos neste relatório.

### Atividade 3 – Capacitação do Bolsista

Durante a realização do projeto a bolsista assistiu palestras, aulas ministradas pela orientadora e cursos online sobre a área:

- AULA DE INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL E METODOLOGIA CIENTÍFICA (Plataforma Teams)
- AULA SOBRE COLAB (Plataforma MEET)

### Atividade 4 – Estudo sobre o problema

Após o estudo os ambientes foram seguidos alguns passos principais: capacitação do aluno bolsista; revisão bibliográfica das técnicas de restauração de imagens tradicionais (GONZALEZ, 2010); revisão bibliográfica das técnicas de aprendizagem de máquina (CASTRO et al, 2009; HAYKIN, 2000); escolha dos conjuntos de imagens para teste; aplicação da técnica de aprendizagem de máquina; ajustes de parâmetros para as diferentes tipos de imagens; avaliação da restauração de imagens; e avaliação da empregabilidade da solução nas aplicações de imagens Satelitais e Aéreas.

A capacitação e o nivelamento do aluno foram realizados via internet no início do projeto; para a revisão bibliográfica das técnicas de restauração de imagens tradicionais e de aprendizagem de máquina, o bolsista utilizará o portal da CAPES, além de artigos disponíveis na internet; a seleção das imagens utilizadas será definida pelos orientadores; a aplicação e a avaliação das técnicas estudadas serão realizadas no ambiente na nuvem Colab (COLAB, 2019) utilizando a linguagem Python (SAMPAIO, 2018) e as bibliotecas disponíveis.

Para atingir seus objetivos, este projeto foi dividido nas seguintes etapas:

## 2.3. MÉTODOS DE APRENDIZAGEM

Objetivo desta etapa foi investigar operadores baseados em técnicas de aprendizagem, como por exemplo, Redes Neurais Artificiais Profundas (CASTRO et al, 2009), na tarefa de restauração de imagens. Os operadores estudados devem ser capazes de aprender durante o processo de restauração de imagens, e se adaptarem a qualquer tipo de imagem. A aprendizagem pode ser entendida como a busca em um espaço de hipóteses para

encontrar um resultado apropriado, começando apenas por uma suposição básica sobre o problema (RUSSELL, 2004). Estas hipóteses podem ser representadas por um conjunto de sentenças lógicas, ou seja, um novo exemplo poderá ser classificado deduzindo uma sentença de classificação a partir da hipótese e da descrição de exemplos. Esta abordagem permite o conhecimento a priori, porque sentenças que já são conhecidas podem ajudar na classificação de novos exemplos. O conhecimento a priori pode ajudar um operador a aprender a partir de novas experiências, ou seja, melhorar a habilidade de aprender à medida que adquirem o conhecimento. Os operadores baseados em aprendizagem podem envolver uma variedade de aspectos, como, interação com o ambiente externo, avaliação e correção das decisões, inferências e utilização de conhecimento prévio. Na perspectiva de um sistema de apoio à concepção e à decisão, é fundamental assegurar a interação entre o sistema, através das informações sobre o que se aprendeu automaticamente, possibilitando a capacidade de orientar a aprendizagem do operador. Assim, estes operadores devem ser capazes de restaurar imagens através das informações adquiridas.

#### 2.4. IMPLEMENTAÇÃO DOS OPERADORES TRADICIONAIS E DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA

Nesta etapa, seria realizada a implementação dos operadores tradicionais e de aprendizagem de máquina utilizando a linguagem Python em ambiente em nuvem, que proporcionará troca de experiências entre o bolsista e os orientadores. Seriam utilizadas as bibliotecas de OpenCv (INTEL, 2016), Keras (KERAS, 2020), Tensorflow (TENSORFLOW, 2020) e Scikit Learn (SCIKIT- LEARN, 2020), em linguagem Python no ambiente Colab. Entretanto, a bolsista apresentou problema de saúde e não pode continuar com as atividades do projeto. Sendo substituída por outro bolsista.

### 3 CONCLUSÃO

Este relatório teve como objetivo mostrar as principais atividades realizadas pela bolsista durante a vigência do projeto. Foram executado o cronograma estipulado de agosto a março, realizando as atividades: Treinamento do Bolsista e Estudo do ambiente da nuvem Colab; Revisão da Literatura; Estudo das bibliotecas Keras, Tensorflow, Scikit Learn e OpenCV no ambiente Colab; Estudo do algoritmo da Rede Neural Artificial Profunda no ambiente Colab; Estudo dos algoritmos tradicionais de restauração de imagens no ambiente Colab; E o início da Implementação da Rede neural e dos operadores tradicionais.

A bolsista teve problemas de execução, pois durante a execução da iniciação científica apresentou um problema de saúde grave, sendo substituída por outro bolsista para dar continuidade no projeto.

#### 4. AGRADECIMENTOS

Agradeço a agência de fomento CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo financiamento desta pesquisa. Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pela oportunidade e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus Jacareí, pelo suporte técnico.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO, A.P.A.; Drummond, I.N.; SILVA, J.D.S. A multiscale neural network method for image restoration. **TEMA. Tendências em Matemática Aplicada e Computacional**, v. 8, p. 41-50, 2008a.
- CASTRO, A.P.A.; SILVA, J.D.S. Restoring images with a multiscale neural network based technique. In: Symposium on Applied Computing, 2008, Fortaleza, Ceara, Brazil. **Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing**. New York, NY, USA: ACM, 2008b. p. 1693-1697.
- CASTRO, A.P.A.; SILVA, J.D.S. Restoring images with a multiscale neural network. In: International Joint Conference on Neural Networks, 2008, Hong Kong. **Proceedings IJCNN**, 2008c. p. 3197-3203.
- CASTRO, A.P.A.; SILVA, J.D.S.; MEDEIROS, F.L.L.; SHIGUEMORI, E.H. Restauração de Imagens e detecção automática de características aplicados à Navegação Aérea Autônoma. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 6813-6819.
- COLAB, Colaboratory, 2019. Disponível em: <https://colab.research.google.com/notebooks/welcome.ipynb#scrollTo=P-H6Lw1vyNNd>
- HAYKIN, S. **Redes Neurais: Princípios e Práticas**, 2007.
- INTEL, **Open Source Computer Vision Library Reference Manual**, 2001. Disponível em: <http://www.cs.unc.edu/Research/stc/FAQs/OpenCV/OpenCVReferenceManual.pdf>  
Acessado em 03/2016.
- KERAS. Disponível em: <https://keras.io/>. Acesso em: 03 julho de 2020.
- PAULINO, Â. C.; GUIMARÃES, L. N. F.; SHIGUEMORI, E. H.. Assessment of Noise Impact on Hybrid Adaptive Computational Intelligence Multisensor Data Fusion Applied to Real-Time UAV Autonomous Navigation. **IEEE Latin America Transactions**, v. 18, p. 295-302, 2020.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P., **Inteligência Artificial**, 2004.
- SAMPAIO, C. **Data Science Para Programadores**, Ciência Moderna, 2018
- SCIKIT- LEARN. Disponível em: <https://scikit-learn.org/stable/>. Acesso em: 03 julho de 2020.
- TENSORFLOW Core. Disponível em: <https://www.tensorflow.org/tutorials>. Acesso em: 03 julho de 2020.

