

Restauração de imagens com redes neurais

Lucas A. Rodrigues
lucas.antunes.rodrigues@usp.br

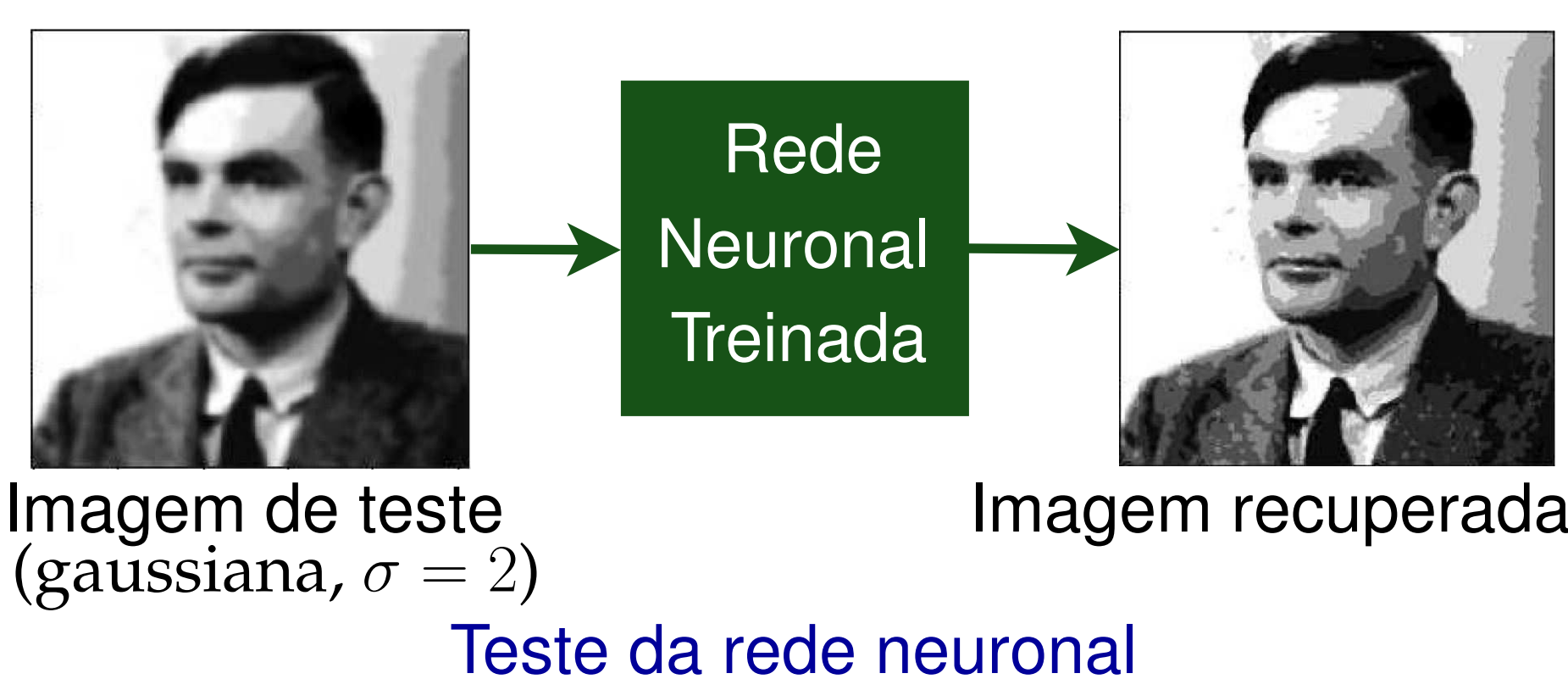
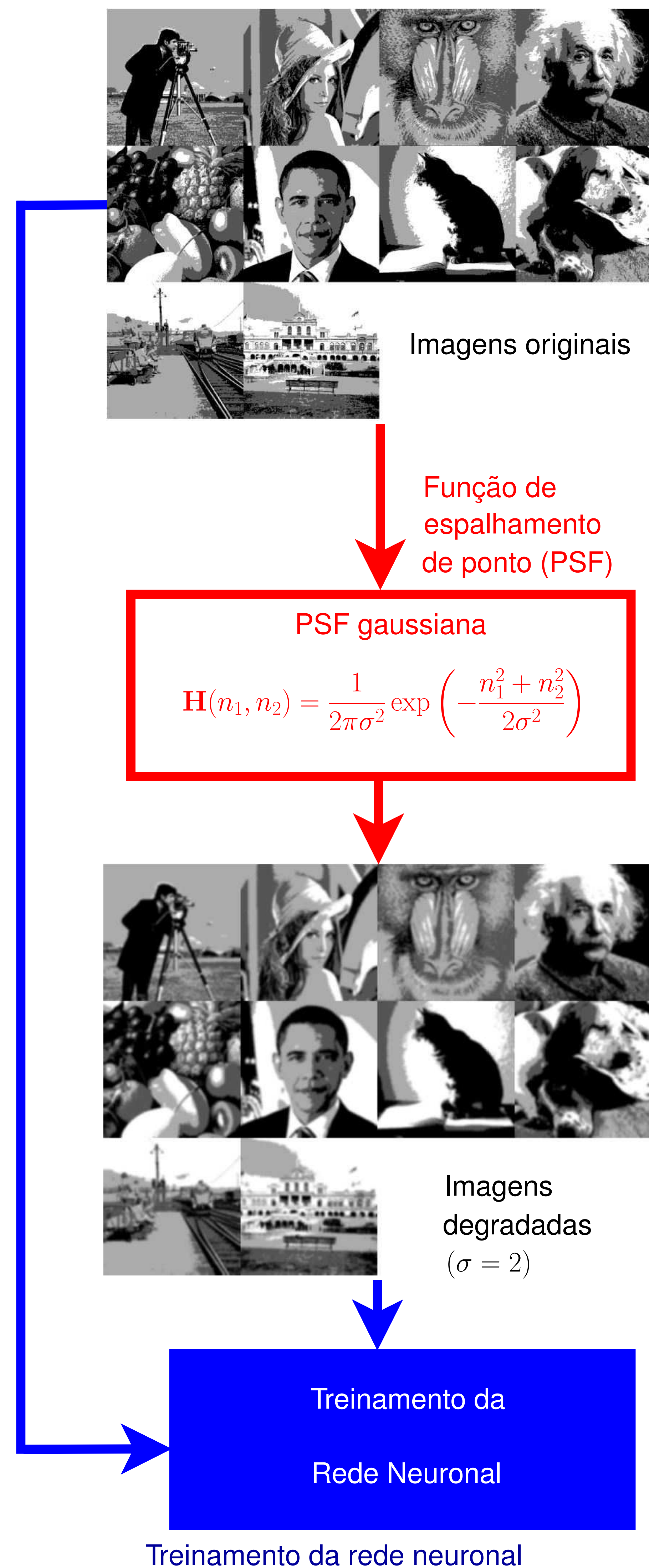
Renato Candido
renatocan@lps.usp.br

Magno T. M. Silva
magno.silva@usp.br

Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

1. Introdução

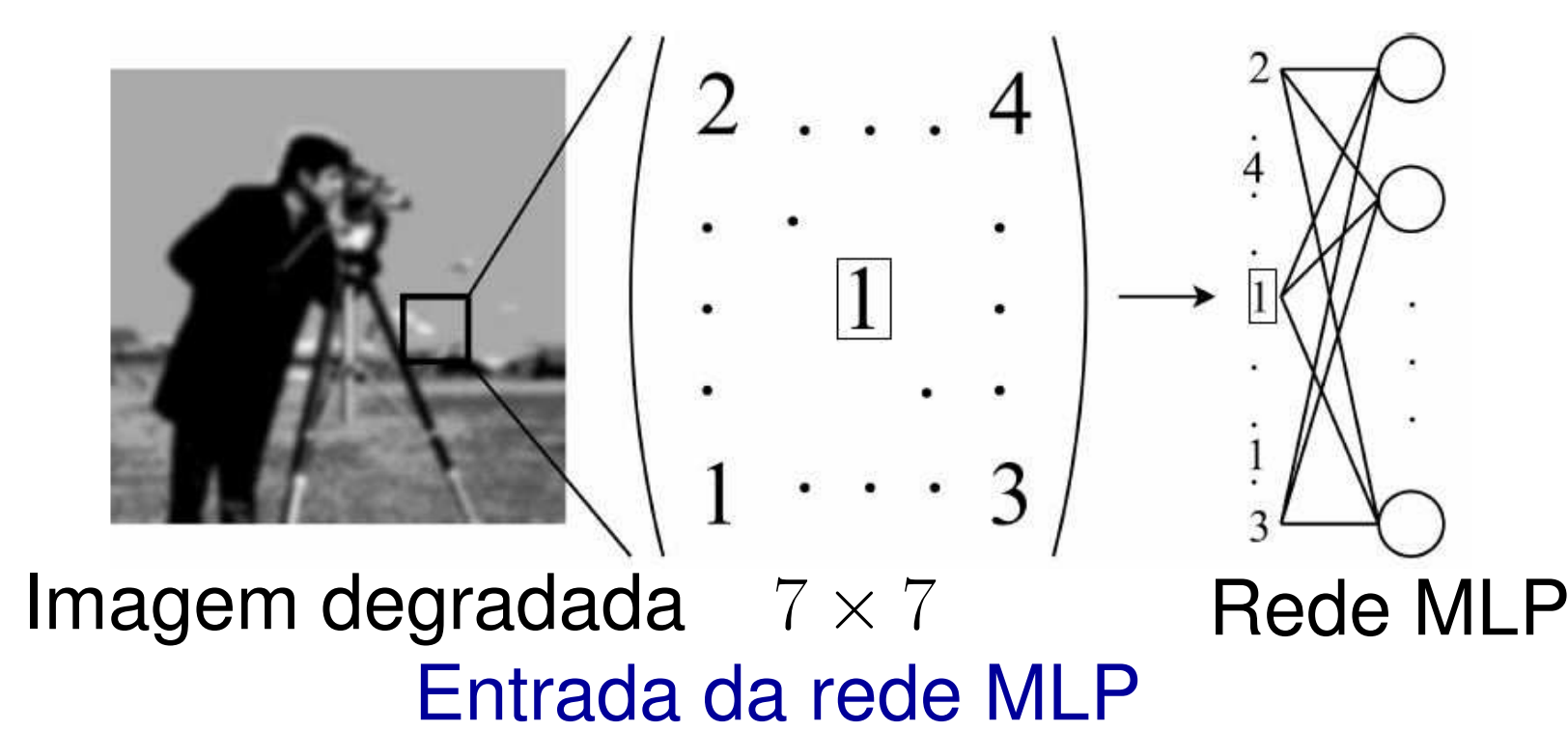
Este trabalho apresenta os resultados obtidos na restauração de imagens por meio de duas redes neurais: perceptron multicamadas (*multi-layer perceptron - MLP*) e convolucional (*convolutional neural network - CNN*).



O índice de similaridade estrutural média (*mean structural similarity - MSSIM*) foi usado para medir a similaridade entre a imagem degradada e/ou restaurada com a original sem degradação. Essa medida assume valor no intervalo $[0, 1]$, sendo igual a um quando as duas imagens são iguais.

2. Resultados com 4 tons

Primeiramente, foram treinadas duas redes MLP (**MLP-A** e **MLP-B**) com imagens contendo 4 níveis de cinza. As configurações dessas redes estão descritas a seguir.



Configurações das redes MLP

- ◆ **Entrada:** Matriz $7 \times 7 \rightarrow$ vetor com 49 pixels de 20 imagens degradadas 256×256
- ◆ **Saída:** 4 neurônios (um por cada nível de cinza); a rede decidiu pelo nível de cinza correspondente ao neurônio de saída que apresentou o maior valor
- ◆ **Camadas ocultas:** 2 com 40 neurônios cada
- ◆ **Algoritmo:** *Backpropagation*
- ◆ **Otimizador:** Gradiente estocástico (SGD), $\eta = 0,1$ a $0,001$; $\alpha = 0,001$; mini-batch $k = 32$
- ◆ **Função de ativação:** **MLP-A – Sigmóide**; **MLP-B – Tangente hiperbólica** para as camadas ocultas e **Softmax** para camada de saída
- ◆ **Função custo:** **MLP-A – Erro quadrático**; **MLP-B – Entropia cruzada**

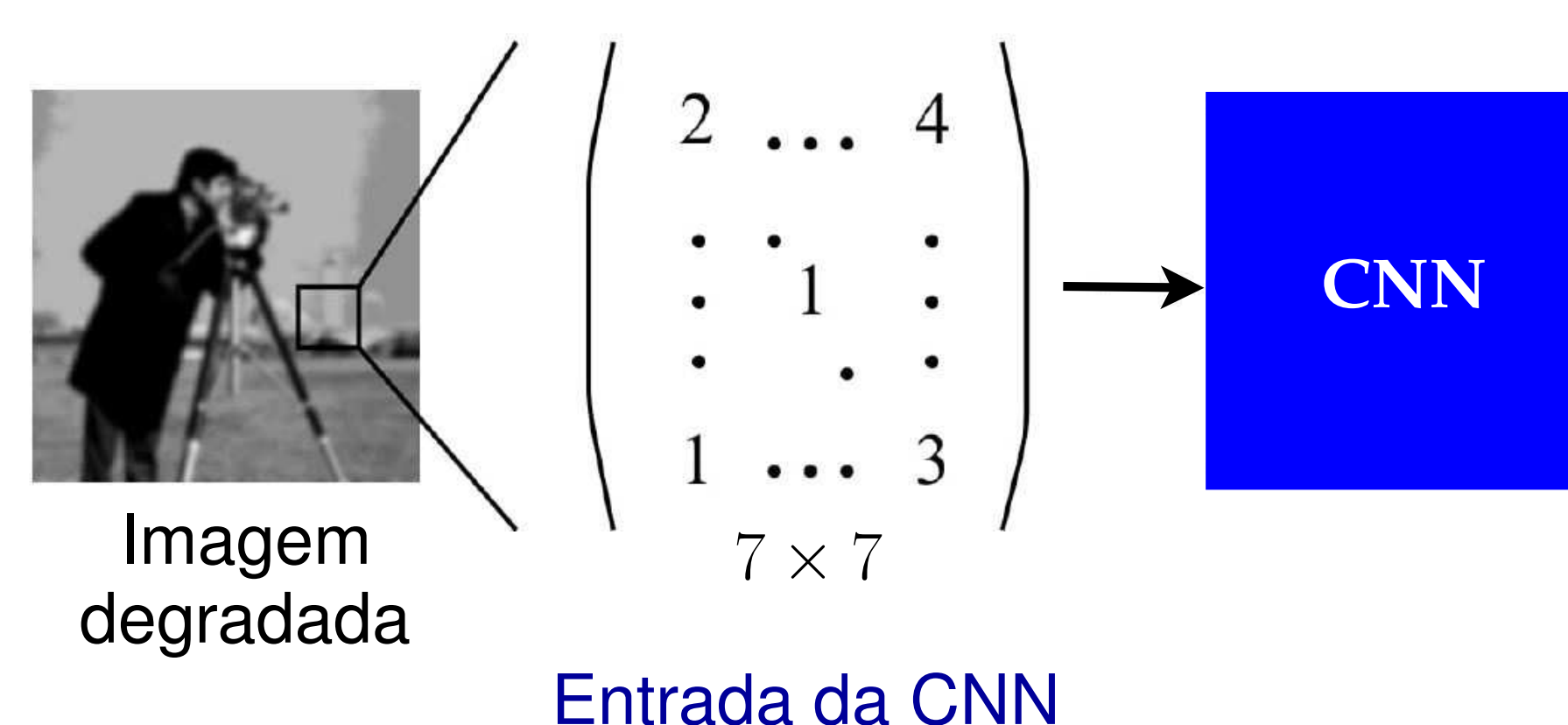
A **MLP-A** tem uma configuração clássica enquanto a **MLP-B** leva em conta os avanços recentes da área de *deep learning*.



A imagem restaurada pela **MLP-B** é superior à restaurada pela **MLP-A**. Os valores de MSSIM corroboram com essa observação.

3. Resultados com 8 tons

Em seguida, foram treinadas duas redes MLP (**MLP-SGD** e **MLP-Adam**) e duas CNNs (**CNN-Menor** e **CNN Maior**) com imagens contendo 8 níveis de cinza. As configurações dessas redes estão descritas a seguir.

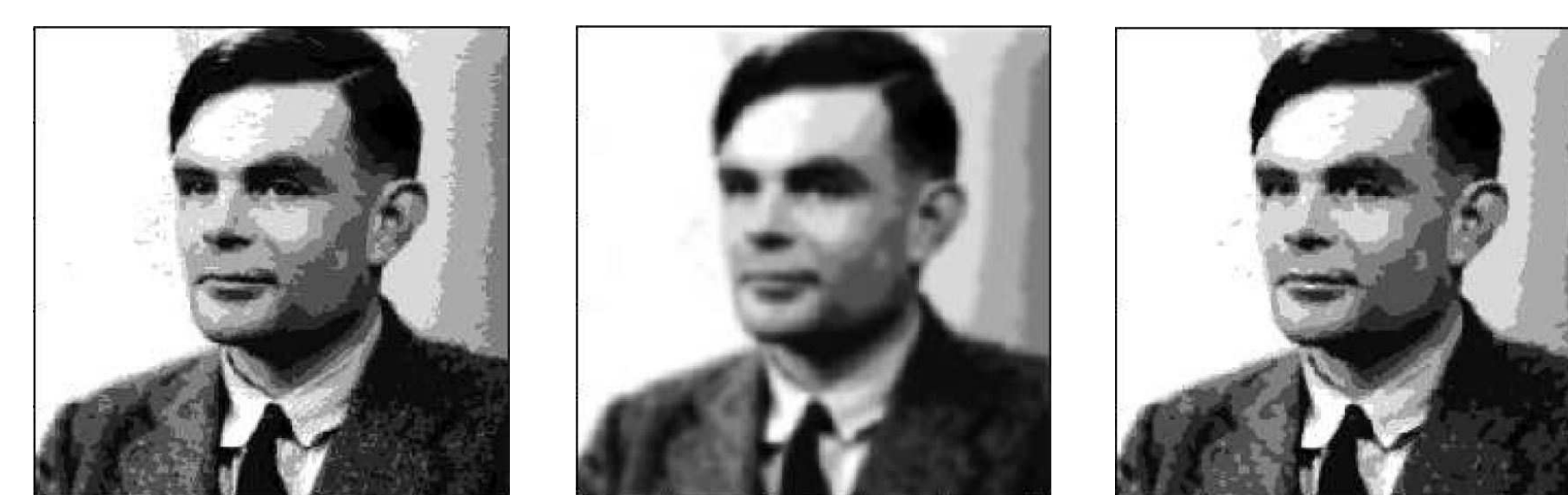


Configurações das redes MLP

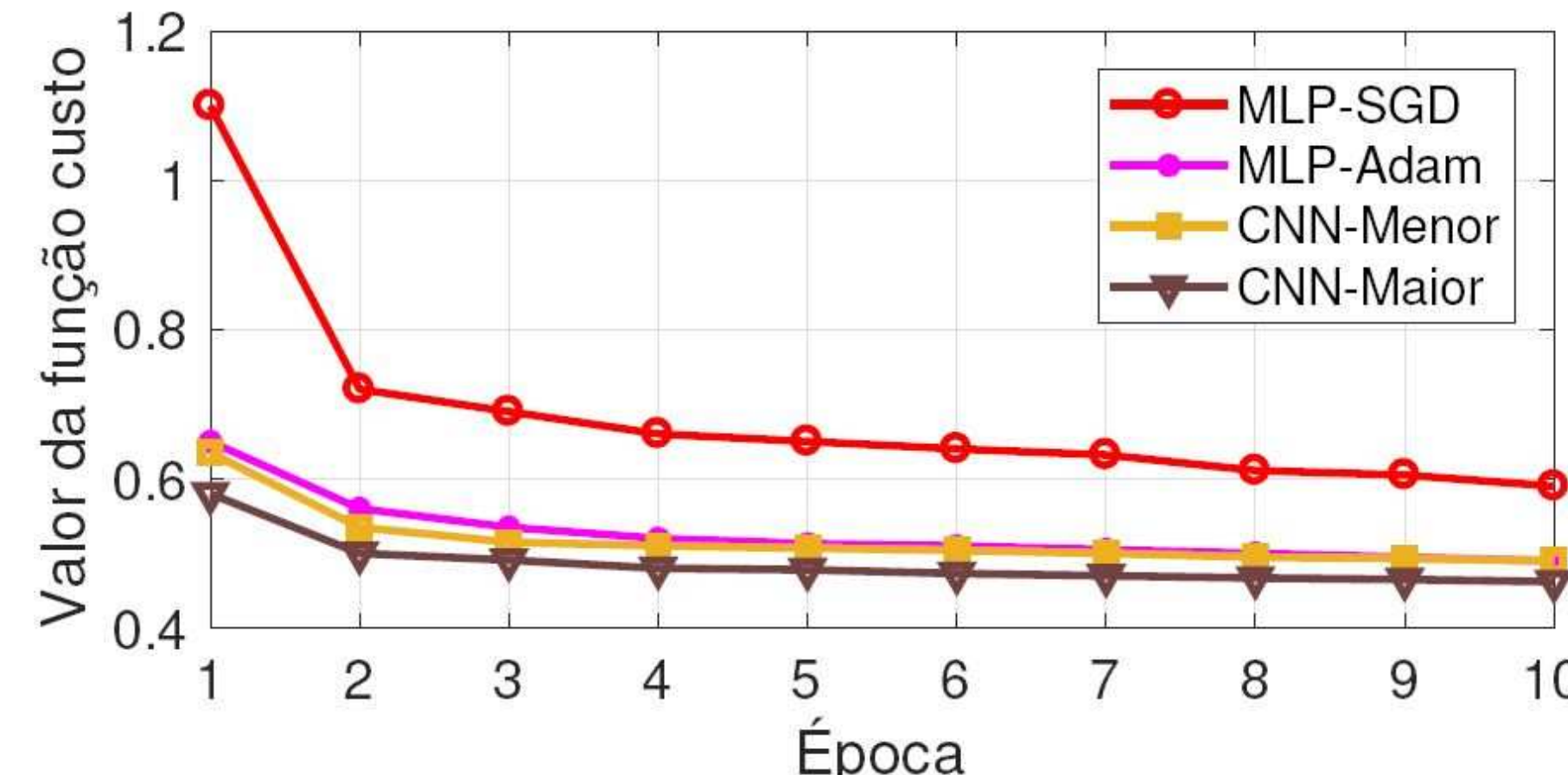
- ◆ **Entrada:** Matriz $7 \times 7 \rightarrow$ vetor com 49 pixels de 19 imagens degradadas 256×256
- ◆ **Saída:** 8 neurônios (um por cada nível de cinza); a rede decidiu pelo nível de cinza correspondente ao neurônio de saída que apresentou o maior valor
- ◆ **Camadas ocultas:** 2 com 40 neurônios cada
- ◆ **Algoritmo:** *Backpropagation*
- ◆ **Função de ativação:** ReLU para camadas ocultas e Softmax para camada de saída
- ◆ **Função custo:** Entropia cruzada
- ◆ **Otimizador:** **MLP-SGD** ($\eta = \alpha = 0,001$; $k = 32$); **MLP-Adam** ($\eta = 0,001$; $k = 32$)

Configurações das CNNs

- ◆ **Entrada:** Matriz 7×7 de 19 imagens degradadas 256×256
- ◆ **Saída:** 8 neurônios
- ◆ **Camadas ocultas:** **CNN-Menor – 3 camadas com 8 filtros 3×3 cada**; **CNN-Maior – 3 camadas com 8, 16 e 32 filtros 3×3 , respectivamente**
- ◆ **Algoritmo:** *Backpropagation*
- ◆ **Função de ativação:** ReLU para camadas ocultas e Softmax para camada de saída
- ◆ **Função custo:** Entropia cruzada
- ◆ **Otimizador:** Adam ($\eta = 0,001$; $k = 32$)



Restauração com a CNN-Maior após 10 épocas



Valor da função custo ao longo das épocas

- ◆ A **CNN-Maior** atingiu o menor valor da função custo que os das demais redes logo na segunda época
- ◆ A **MLP-SGD** também é capaz de obter o mesmo resultado de restauração, mas leva cerca de 100 épocas para isso
- ◆ As redes **MLP-Adam** e **CNN-Menor** apresentam um resultado pior em termos de MSSIM, mesmo depois de 100 épocas apesar de atingirem aproximadamente o mesmo valor da função custo da **CNN-Maior**
- ◆ O tempo de processamento de uma época da **MLP-SGD** é 1,43 vezes menor que o da **CNN-Maior**. No entanto, para atingir o mesmo MSSIM, o tempo de treinamento total da **CNN-Maior** é cerca de 35 vezes menor que o da **MLP-SGD**

4. Conclusões

- ◆ Resultados obtidos com redes que levam em conta avanços recentes da área de *deep learning* são melhores se comparados com os das redes clássicas
- ◆ A CNN apresenta vantagens em termos de custo computacional quando comparada com a MLP
- ◆ Em um trabalho futuro, pretende-se considerar outros tipos de PSF para degradação de imagens, o que pode levar a uma mistura de especialistas e possibilitar uma restauração cega