

**DIGITALIZAÇÃO DE NÚMEROS MANUSCRITOS COM INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Julianna Orso, João Vitor Godinho e João Arthur Becker

**Resumo**

A digitalização de documentos físicos é um dos maiores gargalos de eficiência em empresas e repartições públicas que ainda dependem fortemente do papel. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de reconhecimento de números manuscritos com o uso de Inteligência Artificial, utilizando redes neurais treinadas com o dataset MNIST. A solução visa automatizar a extração de dados numéricos de documentos escaneados, reduzindo erros humanos, otimizando o tempo de trabalho e liberando os profissionais para tarefas mais estratégicas. O sistema desenvolvido consiste em um MVP funcional com potencial de aplicação imediata e baixo custo de adoção, com interface amigável e possibilidade de expansão futura. Esta proposta se destaca por sua simplicidade aliada à alta aplicabilidade, trazendo inovação acessível ao cotidiano de instituições escolares, setores administrativos e órgãos públicos.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Digitalização; Escrita Manual; Reconhecimento de Dígitos; Redes Neurais.

**1 INTRODUÇÃO**

A transformação digital vem modificando diversos setores da sociedade, no entanto, muitas instituições ainda enfrentam dificuldades com processos que permanecem presos ao meio físico, principalmente no que se refere à manipulação de documentos manuscritos. Em secretarias escolares, repartições públicas e empresas tradicionais, grande parte da rotina de trabalho é dedicada à digitação de dados extraídos manualmente de fichas, autorizações, bilhetes, formulários e protocolos. Esse processo, além de

custoso em termos de tempo, está sujeito a erros humanos que podem causar atrasos, retrabalho e até mesmo o cancelamento de processos.

Com o avanço das tecnologias de Inteligência Artificial (IA), novas soluções tornaram-se viáveis para automatizar tarefas antes exclusivamente humanas. Em especial, a área de visão computacional evoluiu significativamente, permitindo o reconhecimento de padrões visuais como dígitos manuscritos com alta precisão. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema baseado em redes neurais treinado com o dataset MNIST — um dos mais utilizados para tarefas de classificação de dígitos escritos à mão — com o objetivo de criar uma solução funcional que possa ler e digitalizar números manuscritos de documentos escaneados.

A proposta visa oferecer uma alternativa de baixo custo e fácil implementação para instituições que lidam com altos volumes de documentos físicos, permitindo a extração automatizada de informações numéricas para posterior uso digital. Com foco em acessibilidade e impacto direto no cotidiano dos usuários, o projeto descreve o desenvolvimento de um Produto Mínimo Viável (MVP) funcional, utilizando bibliotecas consolidadas como TensorFlow e ferramentas de visualização interativa. A aplicação propõe não apenas um avanço técnico, mas também uma abordagem prática para melhorar a eficiência operacional de setores historicamente negligenciados pela tecnologia de ponta.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 O Problema e a Justificativa

Diversas instituições públicas e privadas ainda mantêm fluxos de trabalho que dependem fortemente do uso de papel. Em escolas, por exemplo, secretários são responsáveis por digitar manualmente dados de centenas de autorizações, fichas cadastrais e bilhetes escolares. Em órgãos públicos, estagiários e servidores enfrentam desafios semelhantes, ao transcrever informações manuscritas para sistemas digitais — tarefa que consome tempo, causa sobrecarga e está suscetível a erros.



Embora tecnologias de escaneamento existam há décadas, o problema central permanece: o conteúdo manuscrito ainda precisa ser interpretado e digitado por um ser humano. Nesse contexto, a Inteligência Artificial, como uma ferramenta capaz de aprender, reconhecer padrões e reconhecer linguagens, representa uma oportunidade promissora para automatizar esse processo de forma precisa e acessível.

## 2.2 Fundamentação Técnica: Redes Neurais e MNIST

A proposta deste projeto baseia-se na utilização de uma rede neural artificial do tipo MLP (Perceptron Multicamadas), treinada com o famoso conjunto de dados MNIST — uma base composta por 60 mil imagens de treino e 10 mil de teste contendo dígitos manuscritos (de 0 a 9) com resolução de 28x28 pixels. Redes neurais são um dos pilares da Inteligência Artificial. Elas são modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano, como a utilização "Neurônios", que são artificialmente criados, organizados em camadas e treinados para reconhecer padrões como o de dígitos manuscritos. Já a MLP é um tipo específico de rede neural artificial, caracterizado por ter múltiplas camadas de neurônios, o que lhe permite aprender padrões complexos de dados.

O modelo é composto por três camadas principais para processamento de informação:

Uma camada de entrada que "achata" a imagem (Flatten).

Uma camada densa intermediária com 128 neurônios e ativação ReLU (Uma função matemática aplicada aos neurônios em uma rede neural).

Uma camada de saída com 10 neurônios, utilizando a função softmax, que calcula probabilisticamente a chance de uma imagem corresponder a um dos 10 dígitos (0 a 9).

O treinamento foi feito utilizando a biblioteca TensorFlow. Com 5 épocas de aprendizagem, sendo que, cada época, representa um ciclo completo de

treinamento em que o modelo processou todo o conjunto de dados de treino de uma vez.

A função de perda utilizada foi `sparse_categorical_crossentropy`. Esse passo é responsável por criar uma métrica que calcula a diferença entre a previsão do modelo e o valor real, minimizando assim essa "perda" e tornando o modelo mais preciso.

Como Otimizador (algoritmo responsável por ajustar os parâmetros da rede neural durante o treinamento) utilizamos o "adam", um dos otimizadores mais populares e eficientes, conhecido por sua boa performance em uma grande variedade de problemas.

### 2.3 Desenvolvimento do MVP

O MVP (Produto Mínimo Viável) consiste em um script Python desenvolvido no Google Colab, capaz de:

- Carregar e treinar o modelo com a base MNIST.

- Avaliar o desempenho do modelo com gráficos de acurácia e validação.

- Permitir o upload de imagens externas contendo números manuscritos (por exemplo, fotos tiradas com celular).

- Pré-processar essas imagens (conversão para tons de cinza, redimensionamento, normalização) e realizar previsões com o modelo treinado.

- Exibir o número identificado pelo sistema, com visualização gráfica.

Essa primeira versão permite validar a ideia com simplicidade e comprovar a viabilidade técnica de uso da IA para reconhecimento de escrita manual.

### 2.4 Aplicação Prática e Personas Envolvidas

Com base em entrevistas e observações de campo, foram definidas personas que representam os usuários diretamente beneficiados:

Juliana, secretária escolar que lida diariamente com dezenas de fichas e autorizações, e que poderia automatizar a entrada de dados como CPF e datas de nascimento.

Larissa, estagiária em uma repartição pública, responsável por transcrever dados de formulários que, se digitados com erro, resultam em retrabalho e cancelamento de processos.

Ambas representam um público com pouco tempo, alta responsabilidade e necessidade de soluções simples, confiáveis e acessíveis.

### 2.5 Impactos Esperados

A adoção de um sistema baseado em IA para leitura de números manuscritos pode gerar:

- Redução significativa de erros manuais.

- Agilidade na entrada de dados e organização de documentos.

- Liberação de tempo para atividades estratégicas e de maior valor.

- Redução de custos operacionais com retrabalho e papel.

### 2.6 Modelo de Negócios e Estratégia de Expansão

Inicialmente, o projeto será oferecido como um software de prateleira com planos de assinatura limitados à quantidade de documentos processados. A estratégia de adoção inclui:

- Abordagem direta B2B com empresas e órgãos locais.

- Uso da rede de contatos dos desenvolvedores (networking) para encontrar os primeiros clientes.

- Desenvolvimento incremental com base no feedback dos usuários iniciais.

Com a validação do MVP, o produto poderá evoluir para incluir:

- Reconhecimento completo de textos (OCR).

- Extração de campos específicos de formulários

- Integração com sistemas escolares ou de gestão pública.



### 2.7 Viabilidade e Sustentabilidade

O uso de bibliotecas gratuitas e a possibilidade de uso em nuvem tornam o projeto financeiramente viável. O código é leve e pode ser executado em máquinas modestas. Além disso, o uso de modelos prontos como o MNIST acelera o tempo de desenvolvimento e reduz os custos.

## 3 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou como a Inteligência Artificial pode ser aplicada de forma prática e acessível para resolver um problema cotidiano enfrentado por inúmeras instituições: a transcrição manual de dados manuscritos. Por meio do desenvolvimento de um sistema baseado em redes neurais treinadas com o dataset MNIST, foi possível construir um Produto Mínimo Viável (MVP) funcional capaz de reconhecer números escritos à mão com alta acurácia.

A proposta se destaca por sua simplicidade, aplicabilidade imediata e baixo custo de implementação, mostrando que mesmo soluções tecnológicas consideradas básicas podem gerar grande impacto em ambientes que ainda operam majoritariamente em papel. Secretarias escolares, órgãos públicos e setores administrativos podem se beneficiar diretamente da automação desse processo, economizando tempo, evitando erros e permitindo que os profissionais foquem em tarefas de maior relevância.

Além dos ganhos operacionais, o projeto se alinha com os princípios de inovação enxuta e desenvolvimento incremental, permitindo que o sistema evolua conforme o feedback dos usuários e a maturidade do produto. O uso de bibliotecas consolidadas e de código aberto, como o TensorFlow, também assegura a viabilidade técnica e econômica da proposta.

Conclui-se que a digitalização de documentos com IA não precisa ser complexa para ser eficiente. Soluções simples, bem aplicadas e pensadas para o usuário final, podem transformar a rotina de trabalho e abrir portas para

futuras integrações mais robustas com tecnologias de OCR e sistemas de gestão. A proposta aqui apresentada é um passo importante na direção de tornar a inteligência artificial uma ferramenta acessível e funcional em contextos reais e cotidianos.

## REFERÊNCIAS

1. LECUN, Y.; BOTTUO, L.; BENGIO, Y.; HAFFNER, P. Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition. *Proceedings of the IEEE*, v. 86, n. 11, p. 2278–2324, 1998.
2. TENSORFLOW. TensorFlow: An end-to-end open source machine learning platform. Disponível em: <https://www.tensorflow.org/>. Acesso em: 06 jul. 2025.
3. KERAS. Keras Documentation: Getting Started. Disponível em: <https://keras.io/>. Acesso em: 06 jul. 2025.
4. DENG, L. The MNIST Database of Handwritten Digit Images for Machine Learning Research. *IEEE Signal Processing Magazine*, v. 29, n. 6, p. 141–142, 2012.
5. GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.
6. MCCORMICK, P. *Introduction to Neural Networks with TensorFlow and Keras*. Disponível em: <https://www.mattnccormick.com/>. Acesso em: 06 jul. 2025.
7. STANFORD UNIVERSITY. *AI Index Report 2023*. Stanford HAI. Disponível em: <https://aiindex.stanford.edu/report/>. Acesso em: 06 jul. 2025.
8. MCKINSEY & COMPANY. *The state of AI in 2023*. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/>. Acesso em: 06 jul. 2025.
9. SILVA, A. C. et al. Inteligência Artificial e sua Aplicação na Educação e na Gestão Pública. *Revista de Tecnologia Aplicada*, v. 9, n. 2, p. 55–68, 2022.
10. CODAC – Controle, Acesso a Dados e Comunicação. *Relatório de Impressão Documental 2022*. Documento interno, consultado em brainstorm do grupo.
11. CHOLLET, F. *Deep Learning with Python*. 2. ed. Manning Publications, 2021.
12. UNOESC. *Manual do Aluno de Graduação*. Videira: UNOESC, 2024.

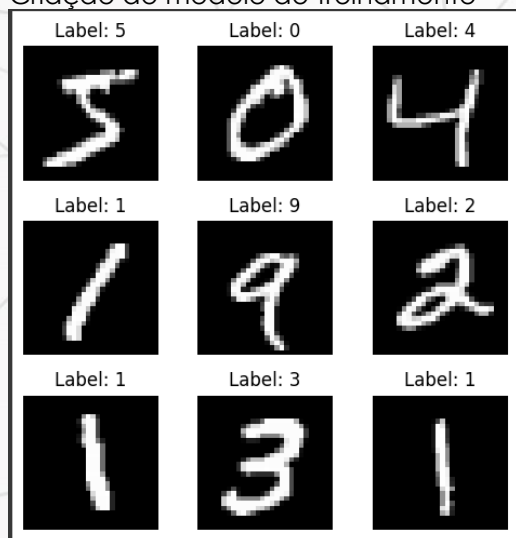
Sobre o(s) autor(es)

Juliana Orso – Graduada em Ciência da Computação, UNOESC – Campus Videira.  
E-mail: orsojulianna@gmail.com

João Vitor Godinho – Graduando em Ciência da Computação, UNOESC – Campus Videira.  
E-mail: joaovitor.godinho@outlook.com

João Arthur Becker – Graduando em Ciência da Computação, UNOESC – Campus Videira.  
E-mail: joao.becker@unoesc.edu.br

Criação do modelo de treinamento



Fonte: Projeto de Inteligência Artificial: DIGITALIZAÇÃO DE NÚMEROS MANUSCRITOS COM INTELIGENCIA ARTIFICIAL, Unoesc - 2025.

Definição de camadas da rede neural

Model: "sequential\_4"

Layer (type)	Output Shape	Param #
flatten_4 (Flatten)	(None, 784)	0
dense_8 (Dense)	(None, 128)	100,480
dense_9 (Dense)	(None, 10)	1,290

Total params: 101,770 (397.54 KB)  
Trainable params: 101,770 (397.54 KB)  
Non-trainable params: 0 (0.00 B)

Fonte: Projeto de Inteligência Artificial: DIGITALIZAÇÃO DE NÚMEROS MANUSCRITOS COM INTELIGENCIA ARTIFICIAL, Unoesc - 2025.

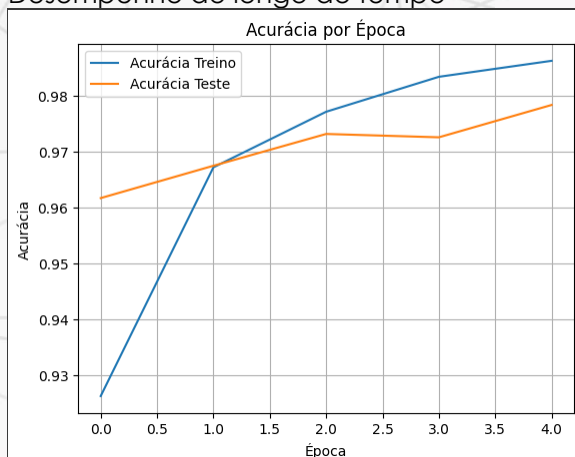
Treinamento com 5 Épocas

Epoch 1/5	1875/1875	10s 5ms/step	accuracy: 0.8749	loss: 0.4336	val_accuracy: 0.9617	val_loss: 0.1274
Epoch 2/5	1875/1875	7s 4ms/step	accuracy: 0.9645	loss: 0.1178	val_accuracy: 0.9675	val_loss: 0.1037
Epoch 3/5	1875/1875	9s 5ms/step	accuracy: 0.9768	loss: 0.0789	val_accuracy: 0.9732	val_loss: 0.0900
Epoch 4/5	1875/1875	10s 5ms/step	accuracy: 0.9837	loss: 0.0568	val_accuracy: 0.9726	val_loss: 0.0909
Epoch 5/5	1875/1875	11s 5ms/step	accuracy: 0.9875	loss: 0.0431	val_accuracy: 0.9784	val_loss: 0.0737

Fonte: Projeto de Inteligência Artificial: DIGITALIZAÇÃO DE NÚMEROS MANUSCRITOS COM INTELIGENCIA ARTIFICIAL, Unoesc - 2025.

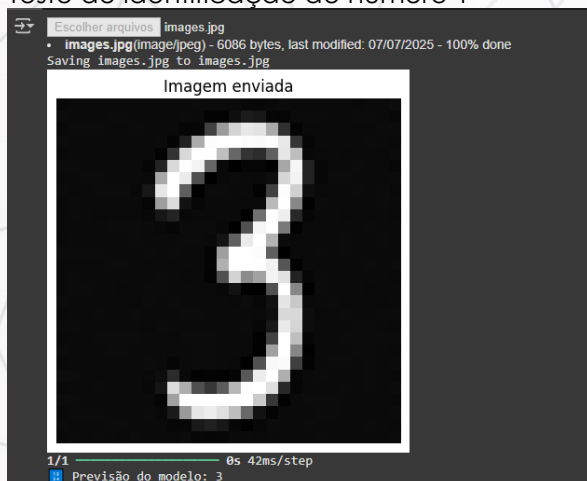


## Desempenho ao longo do tempo



Fonte: Projeto de Inteligencia Artificial: DIGITALIZAÇÃO DE NÚMEROS MANUSCRITOS COM INTELIGENCIA ARTIFICIAL, Unoesc - 2025.

## Teste de identificação de número 1



Fonte: Projeto de Inteligencia Artificial: DIGITALIZAÇÃO DE NÚMEROS MANUSCRITOS COM INTELIGENCIA ARTIFICIAL, Unoesc - 2025.

## Teste de identificação de número 2



Fonte: Projeto de Inteligencia Artificial: DIGITALIZAÇÃO DE NÚMEROS MANUSCRITOS COM INTELIGENCIA ARTIFICIAL, Unoesc - 2025.

