

DIGITALIZAÇÃO DE NÚMEROS MANUSCRITOS COM INTELIGÊNCIA 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 multiplas 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.mattmccormick.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.

ARTIGO

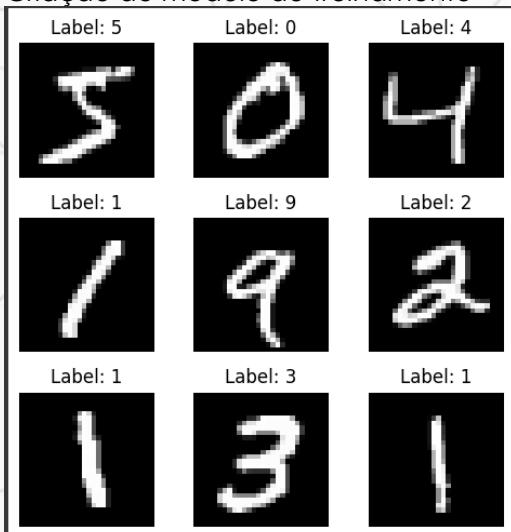
Sobre o(s) autor(es)

Julianna Orso – Graduanda 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: joao.vitor.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 Inteligencia 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)

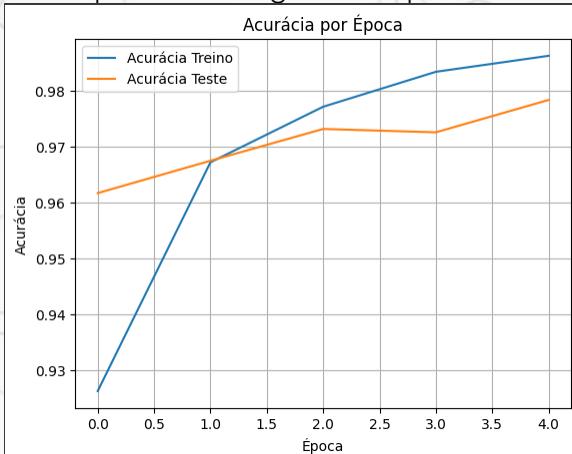
Fonte: Projeto de Inteligencia Artificial: DIGITALIZAÇÃO DE NÚMEROS MANUSCRITOS COM INTELIGENCIA ARTIFICIAL, Unoesc - 2025.

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 Inteligencia 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.

ARTIGO

ANUÁRIO PESQUISA E EXTENSÃO UNOESC VIDEIRA - 2025