

# Sistema Automatizado de Provas de Múltipla Escolha com Embaralhamento Inteligente de Gabaritos

Gabriel Costa Fileno<sup>1</sup>, Kaio Eduardo Braga Barbosa<sup>1</sup>,  
Rafael Augusto Guimarães da Silva<sup>1</sup>, Hélio Lourenço Esperidião Ferreira<sup>1</sup>,  
Johnny Marques<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

{gabriel.costa.fileno, kaio.barbosa0824}@gmail.com

{rafaelaugustogui, helioesperidiao}@gmail.com

johnny@ita.br

**Resumo.** *Este trabalho propõe uma solução inovadora para reduzir o tempo dedicado por educadores e funcionários na criação e correção de avaliações. Além de proporcionar maior acessibilidade para alunos com deficiência visual, o sistema dificulta o compartilhamento de respostas. O software desenvolvido elabora provas objetivas personalizadas, variando os gabaritos a partir de um modelo em Word, e realiza a correção automaticamente por meio de processamento de imagem e leitura de QR Code. Testes realizados no Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes comprovaram sua eficiência superior em relação a métodos tradicionais.*

**Abstract.** *This work proposes an innovative solution to reduce the time educators and staff spend on creating and grading assessments. In addition to enhancing accessibility for visually impaired students, the system makes it more challenging to share answers. The developed software generates personalized multiple-choice exams with different answer keys from a Word template and automatically grades them using image processing and QR Code reading. Tests conducted at Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes confirmed its superior efficiency compared to traditional methods.*

## 1. Introdução

O trabalho de Barbosa (2021) destaca a elevada carga horária extraclasse dos docentes, apontando que cerca de 97% dos entrevistados trabalham além do estipulado em contrato. Atividades como elaboração e correção manual de múltiplas provas prolongam a jornada de trabalho, reduzindo o tempo disponível para outras práticas pedagógicas.

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) desempenham um papel essencial na organização e processamento de informações, facilitando o gerenciamento de dados em diversas áreas [Pinto et al. 2022]. No contexto educacional, a aplicação dessas tecnologias na avaliação pode reduzir significativamente o tempo despendido por professores na correção de provas, por meio de ferramentas que auxiliam na automatização desse processo [de Lima Neto and Costa 2020a].

O Reconhecimento Óptico de Marca (OMR) é uma técnica que permite a extração de dados a partir de formulários digitalizados, utilizando processamento de imagem para detectar padrões e contrastes. Esse método possibilita a correção rápida e automatizada de diferentes versões de gabaritos, minimizando erros humanos e eliminando a necessidade de correção manual [de Elias et al. 2021a].

Neste trabalho, as TIC são aplicadas para aprimorar a gestão e a aplicação de avaliações objetivas, automatizando tanto a criação quanto a correção das provas. O sistema desenvolvido gera versões personalizadas das avaliações, embaralhando gabaritos, nomeando as provas e ajustando o tamanho da fonte para garantir acessibilidade a alunos com deficiência visual. O reconhecimento das respostas é feito via processamento de imagem utilizando OMR, otimizando o tempo dos educadores, proporcionando maior personalização e atendendo a diferentes necessidades pedagógicas.

## **2. Descrição do Sistema**

O projeto foi desenvolvido integrando uma interface em C# a um servidor local em Python, que gerencia simultaneamente a criação, correção e comunicação com o banco de dados MongoDB, além de interagir com a interface gráfica.

A interface do sistema foi construída em C# utilizando o Visual Studio, que fornece suporte ao desenvolvimento rápido de aplicações (RAD). Essa abordagem permitiu a criação de formulários Windows e o uso de ferramentas que facilitam a interoperabilidade, como a integração com scanner e a funcionalidade de impressão diretamente na aplicação [Gathimba 2006].

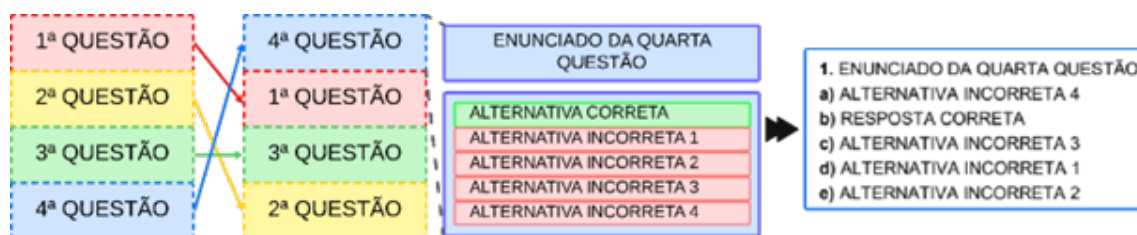
Python foi escolhido como a base do servidor devido à sua vasta biblioteca de pacotes, que disponibiliza estruturas de dados e métodos prontos para uso. Sua confiabilidade possibilita tanto implementações ágeis quanto aplicações mais complexas [Python 2024]. No desenvolvimento do sistema, foram utilizados os pacotes PyMongo, python-docx, Open Source Computer Vision (OpenCV), ZBar e WebSockets.

O armazenamento flexível de dados, necessário para lidar com informações de provas, configurações personalizadas para alunos e preferências do usuário, foi implementado com o MongoDB. Sua estrutura não fixa, acessada via PyMongo, permite a adaptação contínua conforme as demandas do sistema [Bezerra Neto 2019].

A manipulação de arquivos Word foi realizada por meio da biblioteca python-docx, que permite acessar blocos XML (Extensible Markup Language) dentro do documento. Essa funcionalidade possibilita a reorganização das questões e alternativas para criar diferentes versões de provas, conforme ilustrado na Figura 1. Além disso, a modificação da estrutura XML permite ajustar o tamanho da fonte para garantir acessibilidade a alunos com deficiência visual.

## **3. Solução**

A correção das provas foi implementada utilizando técnicas de processamento de imagem, organizadas em dez etapas, conforme ilustrado na Figura 2. O primeiro passo envolve a segmentação da imagem digitalizada, isolando a região do cabeçalho e ajustando as cores para realçar o contraste entre as respostas marcadas e os campos vazios (etapas 1, 2 e 3).



**Figura 1. Método de Embaralhamento de Questões**

Em seguida, a prova é alinhada para facilitar a identificação das áreas correspondentes ao gabarito. A correção ocorre ao reconhecer como preenchidos os alvéolos cuja média de cor excede o valor de referência estabelecido pelo algoritmo desenvolvido (etapas 4, 5, 7, 8, 9 e 10).

Além disso, a biblioteca ZBar foi empregada para extrair informações do código QR (Quick Response Code), permitindo a identificação automática da prova e do aluno correspondente (etapa 6).



**Figura 2. Processamento de Imagem no Processo de Correção**

A integração dos módulos do sistema segue a arquitetura Model-View-Controller (MVC), utilizando WebSockets para viabilizar a comunicação em tempo real entre os diferentes componentes.

A troca bidirecional de dados, sem necessidade de requisições constantes, permite que a interface seja atualizada dinamicamente conforme a criação e correção das provas ocorrem em segundo plano. Para proporcionar uma experiência mais intuitiva ao usuário, foram incorporadas barras de progresso à interface, que refletem as atualizações recebidas do servidor Python via WebSocket.

Para gerenciar as avaliações de forma mais eficiente, foi adotado o método kanban, amplamente utilizado em ambientes profissionais para organização de fluxos de trabalho. Esse modelo se baseia na visualização de tarefas, no controle do fluxo de atividades e na identificação de possíveis gargalos operacionais [da Silva and Anastácio 2019]. Integrado à interface principal do sistema, ele permite que os responsáveis pelo processo avaliativo acompanhem o status das provas em diferentes estágios do fluxo de correção, conforme ilustrado na Figura 3.

O sistema foi submetido a um teste realizado em cinco turmas distintas do Colégio Técnico “Antônio Teixeira Fernandes”, utilizando a infraestrutura do ambiente de operação do sistema. Totalizando 172 provas, a criação e impressão das avaliações transcorreram sem apresentar erros. Não foram encontrados erros na correção relaciona-



**Figura 3. Painel de Monitoramento de Avaliações**

dos à identificação do aluno correspondente. Em 2,33% das avaliações, não foi possível identificar as respostas dos alunos, contudo o sistema identificou o erro e habilitou a correção manual. Os outros 97,67% dos casos foram bem-sucedidos.

#### 4. Trabalhos Correlatos

Alencar *et al.* (2013) apresentaram um sistema para gerenciamento e correção de avaliações objetivas em dispositivos móveis. O estudo comparou a correção manual de provas com um sistema automatizado baseado em tecnologia móvel, reduzindo significativamente o tempo de correção de 240 minutos para 2 minutos em avaliações de múltiplos formatos.

Batista & Carvalho (2019) desenvolveram uma aplicação desktop baseada em processamento de imagem para correção automática de gabaritos. O sistema obteve uma precisão de 85%, mas não possuía funcionalidades como a randomização de questões e a adaptação para acessibilidade, que são diferenciais do trabalho analisado.

De Lima Neto & Costa (2020) desenvolveram uma ferramenta de geração de avaliações para ensino superior, facilitando a elaboração de provas e otimizando o tempo dos professores. Embora focado na criação de avaliações, o estudo se alinha à necessidade de automação na área educacional.

Barbosa *et al.* (2021) investigaram a carga horária extraclasse de docentes e concluíram que cerca de 97% dos professores ultrapassam a carga contratual devido a atividades como elaboração e correção manual de provas. O estudo reforça a necessidade de ferramentas automatizadas para otimizar o tempo dos educadores.

De Elias *et al.* (2021) analisaram avanços e desafios no reconhecimento óptico de marca (OMR), destacando suas limitações na leitura de preenchimentos parciais e interferências visuais. Esse estudo fornece uma base para aprimoramentos nos sistemas de correção automática baseados em imagem.

O trabalho publicado no Jornal de Barretos [de Barretos 2023] apresenta um sistema que utiliza visão computacional e processamento de imagens para identificar as alternativas marcadas pelos alunos, automatizando a correção das avaliações e aumentando a precisão no processo. Este trabalho complementa a proposta do artigo original ao demonstrar técnicas de reconhecimento óptico para análise de gabaritos.

## 5. Considerações Finais

O sistema apresentado em Batista & Carvalho (2019) é um exemplo de aplicação que utiliza processamento de imagem para correção automática de provas, alcançando uma precisão de 85%. Em contraste, a solução apresentada neste artigo aprimora essa abordagem, oferecendo maior precisão e ampliando suas funcionalidades. Além da correção automatizada, o novo sistema também automatiza a criação das avaliações, incluindo a randomização da ordem das questões e alternativas, a geração de provas nominais e a adaptação dos exames para necessidades específicas.

Segundo Alencar *et al.* (2013), o tempo necessário para corrigir manualmente 40 provas de quatro modelos distintos é de aproximadamente 240 minutos, o que equivale a uma média de 360 segundos por prova. Em comparação, o sistema desenvolvido neste estudo processa 172 provas, cada uma com um gabarito diferente, em apenas 3 segundos por prova, conforme demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1. Comparativo dos Tempos de Correção de Avaliações**

<b>Tipo de correção</b>	<b>1 prova</b>	<b>40 (1 tipo)</b>	<b>40 (2 tipos)</b>	<b>40 (4 tipos)</b>	<b>40 (40 tipos)</b>
Manual	~2,5 min	~90 min	~130 min	~240 min	não testado
Processamento de imagem (OMR)	~3 seg	~2 min	~2 min	~2 min	~2 min

O artigo apresenta uma solução que melhora a experiência do funcionário ao tornar o gerenciamento das avaliações visual através do painel kanban, reduzir o tempo gasto na correção de provas e aumentar a precisão e credibilidade deste processo, como discutido neste artigo. Garante acessibilidade para alunos com deficiências visuais ao fornecer provas com escala ajustada e dificulta o compartilhamento de respostas ao tornar as provas personalizadas para cada aluno. Melhorias futuras podem suprir a necessidade de realizar o ajuste do gabarito em caso de erro por parte do professor ao elaborar a prova e aproveitar a estrutura baseada em WebSockets para escalar o sistema para um ambiente online.

## Referências

- Alencar, F. E. S., Magalhães, R. M., and Diniz, F. A. (2013). Um sistema para o gerenciamento e correção de avaliações objetivas em dispositivos móveis. In *Proceedings of International Conference on Engineering and Computer Education*, pages 128–132.
- Barbosa, A. e. a. (2021). Tempo de trabalho e de ensino: composição da jornada de trabalho dos professores paulistas. *Educação e Pesquisa*, 47.
- Batista, M. d. A. and Carvalho, B. F. S. (2019). Aplicação desktop usando processamento de imagem para correção automática de gabaritos. In *XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior da Univap*.
- Bezerra Neto, I. M. (2019). *Sistema de monitoramento e gerenciamento de UTI Neonatal baseado em IoT*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- da Silva, J. B. and Anastácio, F. A. d. M. (2019). Método kanban como ferramenta de controle de gestão. *ID on Line. Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, 13(43):1018–1027.

- de Barretos, J. (2023). Criação de sistema de correção automática de provas. *Jornal de Barretos*.
- de Elias, E. M., Tasinaffo, P. M., and Hirata Jr, R. (2021a). Optical mark recognition: Advances, difficulties, and limitations. *SN Computer Science*, 2(5):367.
- de Elias, E. M., Tasinaffo, P. M., and Jr, R. H. (2021b). Optical mark recognition: Advances, difficulties, and limitations. *SN Computer Science*, 2(5):367.
- de Lima Neto, A. F. and Costa, F. C. (2020a). Gerador de avaliações: uma ferramenta de elaboração de provas para instituições de ensino superior. *Brazilian Journal of Development*, 6(7):46142–46159.
- de Lima Neto, A. F. and Costa, F. C. (2020b). Gerador de avaliações: uma ferramenta de elaboração de provas para instituições de ensino superior. *Brazilian Journal of Development*, 6(7):46142–46159.
- et al., A. B. (2021). Tempo de trabalho e de ensino: composição da jornada de trabalho dos professores paulistas. *Educação e Pesquisa*, 47.
- Gathimba, B. (2006). *Windows Application Development: Desktop User Interface*. Metropolis University of Applied Sciences.
- Pinto, D., Molina, L. G., and Paletta, F. C. (2022). Uso das tecnologias da informação e comunicação na gestão da informação e do conhecimento nas organizações. *Perspectivas em Gestão Conhecimento*, 12(1).
- Python (2024). *Python is a programming language that lets you work quickly and integrate systems more effectively*.