

## INOVAÇÃO NO SISTEMA AUTOMATIZADO DE PROVAS DE MÚLTIPLA ESCOLHA COM EMBARALHAMENTO INTELIGENTE DE GABARITOS

**Gabriel Costa Fileno, Kaio Eduardo Braga Barbosa, Rafael Augusto Guimarães da Silva, Hélio Lourenço Esperidião Ferreira.**

Colégio Técnico “Antônio Teixeira Fernandes”, Rua Paraibuna, 78, Jardim São Dimas - 12245-020 - São José dos Campos - SP, Brasil, gabriel.costa.fileno@gmail.com, kaio.barbosa0824@gmail.com, rafaelaugustogui@gmail.com, helioesperidiao@gmail.com.

### Resumo

O artigo apresenta uma solução inovadora para otimizar o tempo gasto pelos educadores e funcionários de uma instituição educacional no processo de elaboração e correção de avaliações. O *software* desenvolvido é capaz de gerar provas objetivas nominais com gabaritos diferentes a partir de um modelo Word preenchido pelos professores. Esse documento é manipulado por um algoritmo de embaralhamento e realiza a correção com o gabarito correspondente através do processamento de imagem e leitura de código QR (*Quick Response Code*). Com este sistema de provas personalizadas, alunos com dificuldades visuais recebem o suporte necessário ao receberem provas com fonte ampliada de acordo com a necessidade garantindo acessibilidade e inclusão além de dificultar o compartilhamento de respostas durante a avaliação. Em testes realizados no Colégio Técnico “Antônio Teixeira Fernandes” apresentou eficácia e precisão superior a modelos existentes durante o processo de correção e no gerenciamento de provas.

**Palavras-chave:** Correção. Gabarito. Embaralhamento. Processamento de Imagem. Avaliação.

**Curso:** Técnico em Informática.

### Introdução

A pesquisa 'Tempo de trabalho e de ensino: composição da jornada de trabalho dos professores paulistas' revela a pesada carga horária extraclasse enfrentada pelos docentes, com cerca de 97% dos entrevistados dedicando horas além do previsto em contrato para atividades adicionais e tarefas como a correção e criação de múltiplas provas manualmente são atividades que aumentam a jornada de trabalho, diminuindo o tempo disponível para outros processos pedagógicos (Barbosa *et al.*, 2020).

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são recursos tecnológicos utilizados para processar e gerenciar informações, facilitando o controle e fluxo de dados nas organizações (Pinto; Molina; Paletta, 2022). No ambiente educacional, essa metodologia pode ser implementada no processo avaliativo diminuindo a carga horária gasta pelos avaliadores, por meio de uma ferramenta que gerencie a aplicação de provas (de Lima Neto, 2020).

A técnica de Reconhecimento Óptico de Marca (OMR), capaz de capturar dados em formulários digitalizados através do processamento de imagem, utilizando da detecção de padrões e contraste de cores presente na imagem, garante que a correção de múltiplos gabaritos seja realizada de modo acelerado e automático, evitando que falhas humanas ocorram durante o processo e a necessidade de alocar profissionais para corrigi-los (de Elias; Tassinaffo; Hirata Jr, 2021).

O artigo utiliza das TIC para aprimorar o processo de aplicação e gerenciamento de avaliações objetivas por meio da criação e correção de provas automaticamente. Na criação de questões, o projeto automatiza a implementação de múltiplos gabaritos em uma aplicação da avaliação, gera provas nominais e amplia a fonte do texto para pessoas com deficiência visual. Na correção, as respostas preenchidas pelos alunos são identificadas pelo processamento de imagem usando o OMR. Objetivando otimização de tempo, garantindo personalização e atendendo necessidades especiais.

### Metodologia

O desenvolvimento do projeto baseou-se na integração da interface desenvolvida em C# com um servidor local projetado em Python responsável pela realização das tarefas de criação, correção e comunicação com o banco de dados MongoDB em simultaneidade com a parte gráfica.

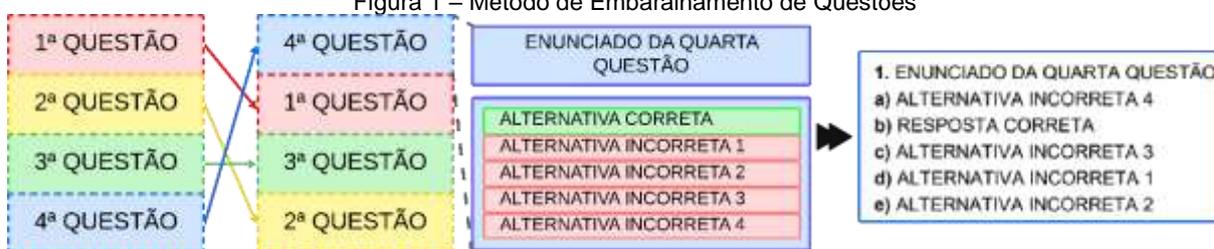
A interface gráfica do sistema foi desenvolvida em C# por meio do Visual Studio, aproveitando a ferramenta de *Rapid Application Development* (RAD) que viabiliza o desenvolvimento de Formulários Windows através de uma interface gráfica e de suas ferramentas de interoperabilidade que permitem a utilização do *scanner* e da caixa de diálogo de impressão diretamente da aplicação (Gathimba, 2021).

O Python possui uma biblioteca de pacotes, contendo estrutura de dados e métodos já disponíveis para uso, tornando-se confiável para desenvolvimentos rápidos e simples, como também é eficaz e consistente em projetos de maior complexidade (Python, 2024). No sistema, os pacotes utilizados foram: PyMongo, python-docx, *Open Source Computer Vision* (OpenCV), ZBar e websockets.

A maleabilidade de informações de provas, fontes opcionais de alunos, preferências do usuário na interface e listas de chamadas que podem sofrer modificações em sua composição requerem a utilização do MongoDB para o armazenamento de dados em estrutura não fixa através do PyMongo (Bezerra Neto, 2019).

A biblioteca python-docx possui capacidade de manipular documentos Word ao localizar os blocos XML (*Extensible Markup Language*) presentes na estrutura do arquivo. Correspondentes às questões e alternativas, a reorganização destes blocos cria diversas versões de prova, como ilustrado na Figura 1. A manipulação da estrutura XML também permite a ampliação do tamanho do texto para pessoas com dificuldades visuais.

Figura 1 – Método de Embaralhamento de Questões



Fonte: Os autores, (2024).

O processo de correção de provas foi implementado adotando técnicas de processamento de imagem, enumeradas de 1 a 10 na Figura 2. Inicialmente, a imagem digitalizada é segmentada para a região do cabeçalho e sofre alterações das cores a fim de garantir o contraste entre as respostas preenchidas e os alvéolos vazios (etapas 1, 2 e 3). Em seguida, a avaliação é alinhada visando a identificação das regiões do gabarito e a correção é realizada ao determinar como preenchidos os alvéolos que contém média de cor superior à média do grupo controle definida no algoritmo desenvolvido (etapas 4, 5, 7, 8, 9 e 10). Além disso, a biblioteca ZBar foi utilizada para detectar os dados presentes no código QR (*Quick Response Code*), que identifica a prova e o aluno respectivo (etapa 6).

Figura 2 – Processamento de Imagem no Processo de Correção



Fonte: Os autores, (2024).

A integração dos módulos é realizada por meio da arquitetura *Model-View-Controller* (MVC), utilizando *WebSockets* para permitir a comunicação em tempo real entre os componentes do sistema. O envio bilateral de dados sem depender de solicitações é essencial para que a interface seja constantemente atualizada de acordo com o avanço do processo de criação e correção de prova que ocorrem em segundo plano. Para garantir que o usuário perceba o avanço e a fluidez destes processos, barras de progresso foram adicionadas na interface do sistema e são atualizadas quando a aplicação recebe um *WebSocket* do servidor Python.

## Resultados

O método *kanban* é uma estrutura popular usada em ambientes profissionais para gestão dos processos da equipe. Ele se baseia nos princípios de: visualização, gerenciamento do fluxo e identificação dos gargalos operacionais das tarefas (da Silva, 2019). Com esta estrutura implementada na tela principal, o responsável pelo processo pedagógico do colégio pode gerenciar as avaliações utilizando colunas que separam as provas pela situação em que se encontram dentro de um fluxo avaliativo, Figura 3.

Figura 3 – Painel de Monitoramento de Avaliações



Fonte: Os autores, (2024).

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 relacionados 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.

## Discussão

O trabalho de Batista e Carvalho (2019) é um exemplo de sistema para correção automática de provas utilizando processamento de imagem e desempenhava uma precisão de 85%. No entanto, o sistema apresentado neste artigo é mais preciso e expande as funcionalidades ao incorporar automatizações também no processo de criação: a aleatorização da ordem das questões e das alternativas; nominação das avaliações; construção de provas adaptadas.

De acordo com Alencar, Magalhães e Diniz (2013) leva-se 240 minutos para corrigir 40 provas de 4 modelos diferentes resultando em uma velocidade média de 360 segundos por prova enquanto este projeto proporciona uma correção de 172 provas com 172 tipos diferentes em uma velocidade de 3 segundos por prova, Tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo dos Tempos de Correção de Avaliações

Tipo de correção	1 prova	40 (1 tipo de prova)	40 (2 tipos de prova)	40 (4 tipos de prova)	40 (40 tipos de prova)
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

Fonte: Adaptado de (Alencar; Magalhães; Diniz), 2013.

## Conclusão

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

umentar 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.; DINIZ, F. A.. Um sistema para o gerenciamento e correção de avaliações objetivas em dispositivos móveis. In: **Proceedings of International Conference on Engineering and Computer Education**. 2013. p. 128-132. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/icece2013/proc/works/29.pdf>. Acesso em 23 ago. 2024.

BARBOSA, A. *et al.* Tempo de trabalho e de ensino: composição da jornada de trabalho dos professores paulistas. **Educação e Pesquisa**, v. 47, p. e235807, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147235807>. Acesso em: 3 mar. 2024.

BATISTA, M. de A.; CARVALHO, B. F. S.. Aplicação Desktop Usando Processamento de Imagem para Correção Automática de Gabaritos. **XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior da Univap**, São José dos Campos, outubro, 2019. Disponível em: [https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2019/anais/arquivos/RE\\_0236\\_0616\\_01.pdf](https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2019/anais/arquivos/RE_0236_0616_01.pdf). Acesso em: 4 abr. 2024.

BEZERRA NETO, I. M.. **Sistema de monitoramento e gerenciamento de UTI Neonatal baseado em IoT**. 2019. 31 f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Computação) - Departamento de Engenharia e Automação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/43622>. Acesso em: 21 jul. 2024.

DA SILVA, J. B.; ANASTÁCIO, F. A. de M.. Método Kanban como Ferramenta de Controle de Gestão. **ID on Line. Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 43, p. 1018-1027, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/idonline.v13i43.1575>. Acesso em: 20 jul. 2024.

DE ELIAS, E. M.; TASINAFFO, P. M.; HIRATA JR, R. Optical mark recognition: Advances, difficulties, and limitations. **SN Computer Science**, v. 2, n. 5, p. 367, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00760-z>. Acesso em: 5 mar. 2024.

DE LIMA NETO, A. F.; COSTA, F. C.. Gerador de avaliações: uma ferramenta de elaboração de provas para instituições de ensino superior. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 46142-46159, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-299>. Acesso em: 25 jun. 2024.

GATHIMBA, B. **Windows Application Development: Desktop User Interface**. 2006. 39 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia) – Metropolia University of Applied Sciences, 2006. Disponível em: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202103203618>. Acesso em: 29 jun. 2024.

PINTO, D.; MOLINA, L. G.; PALETTA, F. C.. Uso das tecnologias da informação e comunicação na gestão da informação e do conhecimento nas organizações. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 12, n. 1, p. 80-96, 2022. Disponível em: <https://www.eca.usp.br/acervo/producao-academica/003074162.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2024.

PYTHON. **Python is a programming language that lets you work quickly and integrate systems more effectively**. Disponível em: <https://www.python.org/>. Acesso em: 29 jun. 2024.