



DO PAPEL AO DIGITAL: MODERNIZANDO A APLICAÇÃO E CORREÇÃO DE PROVAS UTILIZANDO TÉCNICAS DE PDI E OMR

Allysson Bruno Chaves Assunção ¹; Victor Ramalho Estanislau ²; Saulo Henrique Cabral Silva ³;

1 Allysson Bruno Chaves Assunção, Bolsista (CNPq, FAPEMIG ou IFMG), Sistemas de Informação, IFMG Campus Ouro Branco - MG; assuncaoallysson5@gmail.com

2 Victor Ramalho Estanislau, Sistemas de Informação, IFMG Ouro Branco, Ouro Branco – MG; victorestanislau1@gmail.com

3 Orientador: Saulo Henrique Cabral Silva, Pesquisador do IFMG, Campus Ouro Branco; saulo.cabral@ifmg.edu.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto DetetIF, uma solução escalável e de baixo custo baseada em técnicas de Reconhecimento Óptico de Marcas (OMR) e Processamento Digital de Imagens (PDI), criada para automatizar a geração e correção de provas de múltipla escolha, além de organizar a alocação dos alunos nas salas de aplicação, visando otimizar o processo de avaliação em instituições educacionais de pequeno a grande porte. A proposta foi desenvolvida para operar sem necessidade de hardware específico ou elevado poder computacional, garantindo acessibilidade e eficiência, vantagens recorrentes de soluções baseadas em software. A metodologia aplicada inclui uma sequência automatizada de processos que se inicia com a divisão dos alunos nas salas por meio de um algoritmo, que, com base na lista de alunos e na quantidade de salas, sugere uma organização otimizada para minimizar interferências durante as avaliações. Em seguida, o sistema gera automaticamente gabaritos personalizados para cada aluno com seus dados de identificação, posicionados conforme a organização proposta. Após a realização das provas, os gabaritos preenchidos são digitalizados em uma impressora comum e processados pelo sistema, que realiza a correção com base no gabarito oficial. Os resultados são então compilados em um arquivo que indica a pontuação individual dos alunos, conforme seus acertos. Testes realizados demonstraram que o sistema alcança uma precisão de 96% na identificação das marcações, além de reduzir significativamente o tempo para a realização completa do processo, desde a organização até a divulgação dos resultados, que era uma queixa constante dos alunos. A análise dos dados finais permite ainda uma visão ampla do desempenho dos alunos, fator que auxilia valorosamente na tomada de decisões pedagógicas. Assim, o DetetIF se mostra uma solução viável e eficiente, capaz de reduzir custos, agilizar processos e aperfeiçoar a gestão educacional, especialmente em cenários com alto volume de alunos e provas, sendo uma ferramenta muito útil para a avaliação dos alunos de forma facilitada.

PALAVRAS CHAVES: Correção automatizada de avaliações, Reconhecimento Óptico de Marcas, OMR, PDI.



INTRODUÇÃO

A avaliação do desempenho estudantil é prática essencial em instituições de ensino, sendo as provas de múltipla escolha uma das modalidades mais amplamente empregadas para monitorar o aprendizado, como observado por Zhang et al. (2020). Embora eficazes no acompanhamento da evolução dos estudantes, métodos de correção manual dessas provas ainda predominam, causando entraves significativos em termos de precisão, tempo e escalabilidade. Erros recorrentes e a demora no processamento das respostas dificultam o retorno de feedback aos alunos, além de sobrecarregar a equipe docente.

Para contornar esses desafios, tecnologias de Reconhecimento Óptico de Marcas (OMR) e Processamento Digital de Imagens (PDI) têm sido adotadas em soluções de correção automatizada, representando o que há de mais atual na modernização do processo avaliativo, especialmente em instituições de médio e grande porte.

Entretanto, a adoção de máquinas específicas para OMR ainda implica em custos elevados, o que torna a tecnologia inacessível para muitas instituições, que, alternativamente, recorrem ao uso de scanners comuns para digitalização dos gabaritos. Esse método alternativo, porém, apresenta desafios quanto ao alinhamento e à qualidade das imagens, comprometendo a precisão da correção. Nesse contexto, o projeto DetetIF surge como uma solução inovadora e acessível, utilizando PDI para padronizar e tratar as imagens dos gabaritos, melhorando a precisão sem a necessidade de equipamentos específicos. Com o tratamento digital das imagens, que envolve aplicação de filtros, binarização e alinhamento das marcações (Deng et al., 2019), o DetetIF facilita a identificação das respostas dos alunos com alta acurácia. Posteriormente, a tecnologia OMR é utilizada para analisar as marcações escaneadas e realizar a correção automática, comparando as respostas com o gabarito oficial, o que permite calcular as pontuações de forma rápida e precisa, além de viabilizar uma análise abrangente e estatística dos dados obtidos (SANGUANSAT, 2015).

O desenvolvimento do DetetIF incluiu a participação de diferentes profissionais, como pedagogos, professores e alunos, que contribuíram para identificar as necessidades e os desafios da solução. A metodologia empregada seguiu um modelo incremental e iterativo, aplicando técnicas de desenvolvimento ágil com feedback contínuo, o que permitiu refinar funcionalidades como a geração de gabaritos personalizados, a organização automática das salas de aplicação e a correção automatizada. A arquitetura da solução foi estruturada com tecnologias modernas, incluindo Spring Framework, React JS, TypeScript e Next JS, que permitem uma integração simplificada e escalabilidade. Além disso, a utilização de uma API RESTful possibilita a interoperabilidade entre sistemas, favorecendo a manutenção e atualização do código.

Os testes realizados com gabaritos preenchidos por alunos permitiram calibrações para aumentar a precisão e reduzir a possibilidade de erros na identificação das respostas. A partir do segundo trimestre de 2024, a funcionalidade de organização de salas foi implementada para otimizar o processo, facilitando a localização das salas pelos alunos e minimizando erros de distribuição. Após a aplicação das provas, a coleta de feedback de alunos e aplicadores ajudou a

identificar áreas de melhoria, confirmando a relevância da solução e reforçando seu potencial de impacto positivo na gestão educacional.

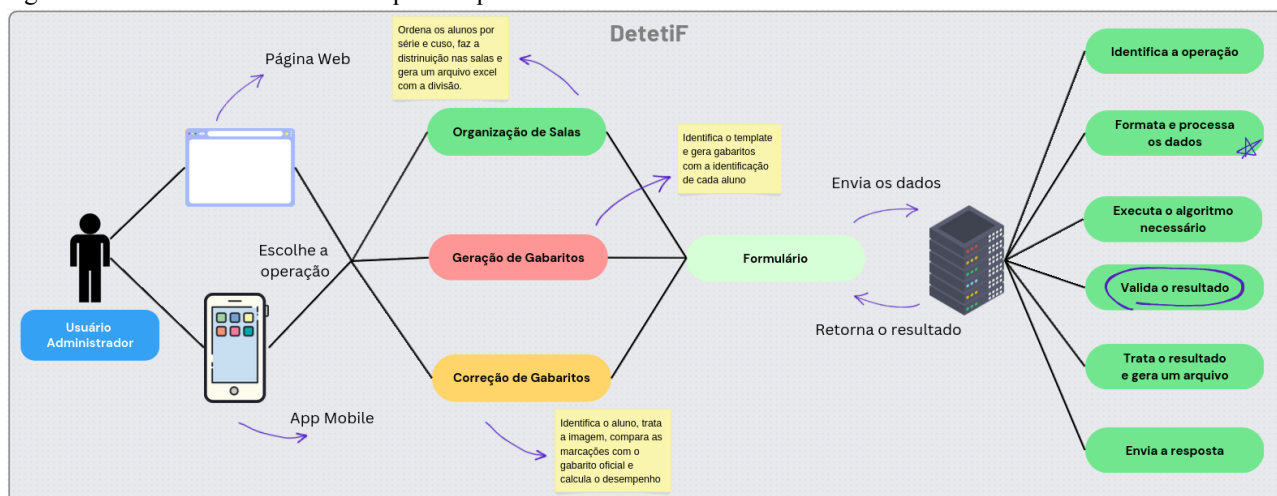
METODOLOGIA

Os estágios iniciais do desenvolvimento do projeto contaram com reuniões compostas por representantes de diferentes setores, como pedagogos, professores e alunos, a fim de mapear as necessidades, requisitos e desafios do sistema. Nessas reuniões, foram identificados pontos-chave, como a necessidade de automatização e integração dos processos desde a aplicação até a correção das avaliações, bem como a agilidade na entrega do feedback aos alunos.

A abordagem adotada teve como prioridade o desenvolvimento incremental e iterativo, com obtenção de feedback constante e aplicação de métodos ágeis. Nessa fase se deu a elaboração, testes e implementação iniciais do algoritmo de correção automatizada, geração de gabaritos com identificação de cada aluno, associação das respostas ao aluno correspondente, divulgação dos resultados e compilação de estatísticas com base nos acertos obtidos.

Para a fase de prototipagem, foram escolhidas tecnologias robustas, como Spring Framework, React JS, TypeScript e Next JS, definindo a arquitetura baseada nos princípios RESTful. Essa escolha, com separação clara entre front-end e back-end, facilita a manutenção e organização do código, promovendo facilidade de manutenção e organização do código. Essa abordagem oferece flexibilidade, permitindo a interoperabilidade entre sistemas por meio do protocolo HTTP e do formato JSON para troca de dados, bem como a integração simplificada de novos recursos e tecnologias (ROSA, 2022).

Figura 1 - Atores e funcionalidades que compõem o sistema.



A figura 1 demonstra o funcionamento atual do sistema, no qual um usuário administrador, professor responsável pela aplicação da prova, escolhe dentre as três funcionalidades principais: (1) organização de salas, (2) geração de gabaritos ou (3) correção das provas. O acesso às



funcionalidades, é provido a partir de uma interface web, onde após o preenchimento do formulário com as informações requeridas para a realização da operação, os dados são enviados para o servidor.

Para a funcionalidade de organização de salas, o usuário faz upload de um arquivo com a lista de alunos e suas respectivas séries, bem como a quantidade de salas disponíveis, e o layout das carteiras. Com essas informações, o sistema distribui os alunos de forma otimizada, seguindo regras de séries e cursos, retornando uma planilha que detalha a alocação final. Já na geração dos gabaritos identificáveis, utiliza-se a mesma lista de alunos, para produzir um documento PDF em que cada página corresponde a um gabarito específico para cada aluno, contendo um QR-Code exclusivo para a identificação de cada discente durante a etapa de correção.

Na etapa de correção, os gabaritos preenchidos previamente digitalizados são enviados ao servidor. Nesse processo, o sistema emprega algoritmos avançados e diversas bibliotecas para manipulação e reconhecimento de marcações. Entre as ferramentas utilizadas estão a biblioteca *PyPDF2*, para a manipulação de arquivos PDF; *Openpyxl*, para o tratamento de planilhas; e *OpenCV*, para o processamento e alinhamento das imagens, utilizando algoritmos como *ORB_create* para detecção e reconhecimento de padrões. Esses componentes colaboram para garantir o alinhamento adequado das marcações e realizar o reconhecimento preciso das respostas assinaladas, utilizando a aplicação de filtros através de métodos disponíveis na biblioteca *OpenCV*. O sistema então compara as alternativas selecionadas com o gabarito oficial, gerando uma planilha que apresenta as respostas de cada aluno, seu total de acertos e informações de identificação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O sistema DetetIF foi testado na avaliação interdisciplinar dos cursos técnicos integrados (administração, informática e metalurgia) do IFMG Campus Ouro Branco nos dois primeiros trimestres do ano de 2024, tanto para a organização das salas de aplicação, quanto para a geração de gabaritos, correção e avaliação.

Figura 2 - Resultado dos testes da solução, com tempo de execução e acurácia por amostra.

Quantidade de alunos	Tempo para gerar gabarito	Tempo para corrigir gabarito	Acurácia
1	3.65s	5.12s	100%
10	8.75s	17.61s	100%
100	53.22s	64.40s	96%
323	181.30s	351.02s	96.25%

Os resultados demonstraram uma alta acurácia do sistema, mesmo com o uso de uma impressora comum e sem hardware especializado de alto desempenho. O tempo de correção foi reduzido: de aproximadamente uma semana, quando realizadas manualmente, para apenas alguns



minutos com o uso da solução proposta. Essa otimização permitiu que os alunos tivessem acesso mais rápido às suas notas, promovendo um acompanhamento contínuo de seu desempenho ao longo do ano e facilitando a identificação de áreas com maior defasagem no conteúdo. Para os docentes, o sistema proporcionou mais tempo e disponibilidade para se dedicarem a atividades de ensino, pesquisa e extensão, além de reduzir a probabilidade de perda de gabaritos e atrasos de diferentes naturezas, decorrentes das circunstâncias particulares de cada professor envolvido no processo de correção e lançamento de notas.

CONCLUSÕES

A implementação do processo de organização automática de salas, geração e correção de gabaritos mostrou-se viável, oferecendo benefícios em relação aos métodos tradicionais manuais ou dependentes de hardware específico. A solução DetetIF, ao utilizar técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) e Reconhecimento Óptico de Marcas (OMR), proporcionou uma abordagem acessível, eliminando a necessidade de equipamentos especializados e permitindo que instituições de diversos portes a implementem sem grandes investimentos. Além disso, o sistema agrega flexibilidade, adaptando-se facilmente a diferentes configurações e necessidades institucionais, enquanto sua agilidade reduz o tempo de processamento e disponibilização dos resultados, facilitando o acompanhamento contínuo do desempenho estudantil. Com uma arquitetura escalável, o DetetIF permite que o processo de avaliação seja replicado em larga escala, atendendo instituições de médio e grande porte.

REFERÊNCIAS

CHEN, J., Zhu, F., Ma, S., Fu, K., Li, G., & Zhang, X. (2021). Automatic Grading System of Multiple-Choice Examination Based on Convolutional Neural Networks. *IEEE Access*, 9, 64671-64679.

CHAI, D. Automated marking of printed multiple choice answer sheets. 2016 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE). *Anais...IEEE*, 2016.

DENG, L., Li, J., Huang, Y., Zhuang, F., & Lian, Z. (2019). A Survey on Image Segmentation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 50(10), 3528-3550.

JAISWAL, P. Integrating Educational Technologies to Augment Learners' Academic Achievements. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, v. 15, n. 02, p. 145, 29 jan. 2020.

SANGUANSAT, P. Robust and low-cost Optical Mark Recognition for automated data entry. **ZHANG, L. et al.** Does a distributed practice strategy for multiple choice questions help novices learn programming? *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, v. 15, n. 18, p. 234, 2020. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7206937>>.

Victor Ramalho Estanislau, Saulo Henrique Cabral Silva. Do papel ao digital: Modernizando a aplicação e correção de provas utilizando técnicas de PDI e OMR. *ANAIS E E-BOOK DO IX SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO*, Ouro Branco, 2024