

Solução de reconhecimento biométrico facial como estratégia para otimizar o processo de registro da chamada

Biometric facial recognition solution as a strategy to optimize the call registration process

Solución de reconocimiento facial biométrico como estrategia para optimizar el proceso de registro del pase de lista

André Crepaldi¹

<https://orcid.org/0000-0002-3229-3835>

Eduardo Martins Morgado²

<https://orcid.org/0000-0001-7974-1829>

Roberta Spolon³

<https://orcid.org/0000-0003-3164-2658>

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, São Paulo – Brasil. E-mail: crepaldi_fm@hotmail.com.

² Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, São Paulo – Brasil. E-mail: eduardo.morgado@unesp.br.

³ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, São Paulo – Brasil. E-mail: roberta.spolon@unesp.br.

Resumo

A solução de reconhecimento biométrico facial é uma tecnologia implantada, no início de 2023, com o objetivo de otimizar o processo de registro da frequência e controlar a evasão. Assim, o presente artigo objetiva avaliar a eficiência da referida tecnologia em uma escola pública do estado do Paraná. Trata-se de um estudo de caso, sob análise qualitativa, com 20 validações da solução em turmas do Ensino Médio em junho de 2023. Embora a solução aplicada tenha alcançado uma redução de tempo gasto para o registro da chamada em sala de aula, os resultados desta investigação não revelaram valores significativos, conforme tem sido anunciado pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR). Constatou-se também que a solução obteve precisão média de 91,1% nos testes realizados, abaixo do valor estabelecido no pregão eletrônico. Por fim, concluiu-se que fatores como velocidade e conexão com a internet, bem como os perfis dos estudantes, podem influenciar diretamente os resultados.

Palavras-chave: Tecnologias de informação e comunicação (TICs). Reconhecimento biométrico facial. Registro de frequência escolar. Educação.



Abstract

The biometric facial recognition solution is a technology implemented in early 2023 with the aim of optimizing the attendance registration process and controlling dropout. Thus, this article aims to evaluate the efficiency of this technology in a public school in the state of Paraná. This is a case study, under qualitative and quantitative analysis, with 20 validations of the solution in high school classes in June 2023. Although the applied solution achieved a reduction in the time spent on registering attendance in the classroom, the results of this investigation did not reveal significant values, as has been announced by the Paraná State Department of Education (SEED-PR). It was also found that the solution obtained an average accuracy of 91.1% in the tests carried out, below the value established in the electronic auction. Finally, factors such as speed and internet connection, as well as student profiles, can directly influence the results.

Keywords: *Information and communication technologies (ICTs). Facial biometric recognition. School attendance registration. Education.*

Resumen

La solución de reconocimiento biométrico facial es una tecnología que se implementó a principios de 2023 con el objetivo de optimizar el proceso de registro de asistencia y controlar la deserción. Así es que el objetivo de este artículo es evaluar la eficiencia de esta tecnología en una escuela pública del estado de Paraná. Se trata de un estudio de caso, bajo análisis cualitativo y cuantitativo, con 20 validaciones de la solución en clases de la Educación Secundaria en junio de 2023. A pesar de que la solución aplicada logró una reducción en el tiempo de registro del pase de lista en el aula, los resultados de esta investigación no revelaron valores significativos, como ha sido anunciado por la Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR). También se constató que la solución alcanzó una precisión media del 91,1% en las pruebas realizadas, por debajo del valor establecido en la licitación electrónica. Por último, se concluyó que factores como la velocidad y la conexión a Internet, así como el perfil de los alumnos, pueden influir directamente en los resultados.

Palabras clave: *Tecnologías de la información y la comunicación (TICs). Reconocimiento biométrico facial. Registros de asistencia escolar. Educación.*

1 Introdução

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) são ferramentas potencializadoras de processos nos mais diferentes setores da sociedade. Na Educação, pesquisas apontam a emergência das tecnologias, seja na modalidade de ensino presencial ou a distância, independentemente do nível (Brito; Costa, 2020). Há um certo fascínio pelas tecnologias no âmbito da Educação, porém somente incluí-las nesse cenário não é suficiente. É necessário organizar todo o trabalho para incorporar os recursos de forma mais efetiva (Melo; Messias; Soares, 2020). Boa parte dos processos empreendidos manualmente nas escolas tem sido automatizada. A introdução de sistemas digitalizados e automatizados nas escolas propicia uma variedade de transformações. Sistemas de chamada *on-line*, plataformas de aprendizagem,

sistemas de gerenciamento de conteúdo, além de outras atribuições dirigidas às aulas e à frequência são exemplos para a otimização de processos e a maximização de resultados.

A hipótese principal desta pesquisa é que o registro da frequência em sala, baseado em sistema digital, consome parte da aula. Além do tempo gasto, nesse tipo de chamada, pode haver a impossibilidade de realização quando a conexão com a internet apresentar falhas. Nessa circunstância, o professor pode recorrer ao formato tradicional mediante uma listagem impressa, que pode ser facilmente burlada pelos alunos tendo em vista a possibilidade de confirmação de presença de um estudante ausente (Fontes; Almeida, 2021). Esses mesmos autores recordam que, historicamente, o processo de registro da frequência escolar foi realizado via assinatura em listagem, evoluindo para os formatos de registro mediante sistema digital pelo qual o professor confirma a presença em ordem alfabética. Apesar de esse formato significar um avanço tecnológico, há muitos questionamentos. Por exemplo, durante o registro de uma chamada via sistema digital, pode ocorrer um equívoco por parte do professor ao lançar presença para algum aluno ausente ou falta para algum aluno presente. Situação análoga pode ser considerada quando um estudante burla o processo ao confirmar a presença de um aluno ausente (Fontes; Almeida, 2021).

Os métodos convencionais de registro de chamada são questionáveis por apresentar algumas fragilidades. A dificuldade de autenticar os registros é uma delas, pois as listagens impressas, além de consumirem parte do tempo de aula, podem ser facilmente burladas pelos alunos nas situações em que não são conferidas pelo professor. O registro da frequência via sistema digital também pode ser adulterado. Consome, igualmente, parte do tempo da aula e está sujeito a um equívoco do professor durante o processo. Dessa forma, ambos os formatos explicitados são frágeis no que se refere a confiança, tempo de execução e, sobretudo, autenticação das informações registradas. Por outro lado, o reconhecimento biométrico facial surge como uma possível solução, com potencial de otimizar o tempo e proporcionar segurança e autenticação dos registros. Embora o reconhecimento tenha sido carregado de promessas de mudanças, são necessários testes e validações capazes de destacar a efetividade da tecnologia (Fontes; Almeida, 2021).

Assim, a inteligência artificial (IA) surge como solução fundamental na identificação de alunos no âmbito escolar (Diniz *et al.*, 2012). Em se tratando do assunto, Tavares, Moreira e Amaral (2020) consideram o potencial de contribuições da IA na sociedade e ressaltam que sua implementação na Educação tem sido um processo lento.

De acordo com Monteiro *et al.* (2020, p. 2), “a inteligência artificial é uma área muito complexa, dividindo-se em muitas áreas de especialização – sendo uma delas o reconhecimento de imagens e faces”. Por essa razão, este estudo se dedica à inteligência artificial de reconhecimento biométrico facial, definida como a tecnologia que identifica automaticamente a identidade da(s) face(s) de pessoa(s) existentes em várias imagens por meio de características biométricas da face (Biesseck; Zacarkim, 2021).

Segundo a Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná (Celepar), a chamada manual, via sistema digital, nas escolas estaduais consome entre 7 e 10 minutos por dia, o que equivale a 33 horas anuais por turma (Celepar, 2023). Nessa conjuntura, a Celepar abriu um edital de pregão eletrônico, em 2022, para o desenvolvimento de uma solução baseada em inteligência artificial a fim de proporcionar a identificação dos estudantes, garantir a presença deles nas escolas, otimizar o processo de registro de frequência escolar e controlar a evasão. A solução desenvolvida foi implantada no aplicativo e sistema Escola Paraná Professores, que reúne diversos recursos que facilitam a comunicação entre o professor e suas turmas (Celepar, 2023).

Nesse contexto teórico e prático, este artigo objetiva avaliar a eficiência da solução de reconhecimento biométrico facial no processo de registro da chamada em sala de aula em uma escola pública de Cascavel-PR. Para tanto, foi utilizado o método de estudo de caso, sob análise quali quantitativa, para realizar 20 validações durante o mês de junho de 2023.

Para melhor abordagem do tema de investigação, este trabalho está organizado em seções. A primeira seção abarca os trabalhos relacionados ao uso da tecnologia de reconhecimento biométrico facial na Educação, com ênfase no processo de registro escolar; a segunda seção contempla os principais aspectos da solução desenvolvida e implantada no aplicativo e sistema Escola Paraná Professores; a terceira seção abrange os procedimentos metodológicos; a quarta seção apresenta os resultados da pesquisa e a quinta seção aborda a discussão dos resultados. Foram consideradas, nesta investigação, preferencialmente, pesquisas publicadas nos últimos cinco anos, ou seja, de 2018 a 2023.

2 Trabalhos relacionados

A inteligência artificial é uma das tecnologias que mais se desenvolveram nos últimos anos e tem sido cada vez mais utilizada nos setores da sociedade. Pelo viés de Parreira,

Lehmann e Oliveira (2021, p. 679), “[...] existe IA quando a máquina exhibe comportamento inteligente, isto é, responde ajustadamente ao ambiente e age com probabilidade de sucesso”. Ou seja, a IA é construída à medida que uma máquina se comporta de modo que, se fosse um ser humano, poderia ser considerada inteligente (Mccarthy, 2007).

O reconhecimento facial é um dos métodos biométricos que utilizam características da face humana e tem várias vantagens, já que os estudos nessa área são desenvolvidos há mais de 30 anos, o que significa que a tecnologia se encontra em um estágio bem desenvolvido (Diniz *et al.*, 2013). Na visão de Orvalho (2019), o reconhecimento biométrico facial consiste basicamente na capacidade de identificar uma pessoa por meio de uma imagem ou vídeo. O método funciona comparando as características de uma imagem selecionada com as de uma fotografia disponível em um banco de dados. O sistema de reconhecimento facial é inferior a outros sistemas de identificação, como íris oculares e impressões digitais, no entanto é muito utilizado devido a sua simplicidade (Orvalho, 2019).

A tecnologia de reconhecimento facial pode ser usada em diferentes situações, como na identificação de pessoas ou desbloqueio de *smartphones*. Além disso, é possível identificar pessoas em meio à multidão a partir de um escaneamento individual (Ruback; Avila; Cantero, 2021). Apesar de se tratar de uma tecnologia não tão recente, há uma quantidade limitada de estudos na literatura que abordam a IA na Educação, essencialmente no uso do reconhecimento facial para o registro da chamada.

As aplicações e investigações em IA na Educação dirigidas ao reconhecimento biométrico facial abordam o uso da tecnologia com autenticação de usuário como ferramenta de segurança no acesso aos ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs). Silva e Zampirolli (2020) discutem a autenticidade das avaliações *on-line* realizadas nos AVAs e destacam que a autenticação, nesses casos, ocorre, na maioria das vezes, mediante o uso de uma senha pessoal. Há um potencial do reconhecimento biométrico facial para resolução de problemas de autenticação nas avaliações *on-line*, conforme destacam os autores, porém é preciso superar desafios no que se refere ao acesso à tecnologia às instituições de ensino (Silva; Zampirolli, 2020).

Na ótica de Diniz *et al.* (2012, p. 1), “atualmente, a maioria dos ambientes virtuais de aprendizagens (AVAs) não dispõe de mecanismos eficientes que possam identificar os alunos tanto no acesso ao sistema, quanto durante o desenvolvimento de suas atividades”. Sendo assim, Diniz (2012, 2013), desenvolveu um sistema de reconhecimento facial denominado *RedFace*,

aplicado em um AVA. Além de *login* e senha, o sistema inclui a funcionalidade de autenticação biométrica facial.

Ao acessar o *RedFace*, o sistema realiza a captura de imagem do usuário por meio de uma *webcam*, detectando a face do aluno na imagem e identificando-a conforme as outras faces cadastradas no sistema (Diniz *et al.*, 2012 e 2013). Para o desenvolvimento da aplicação, foi utilizado “[...] algoritmo Viola-Jones para a detecção da face, e as técnicas de análise de componentes principais (PCA) e Eigenfaces no processo de extração de características da face” (Diniz *et al.*, 2013, p. 110).

Situações recorrentes em sala de aula que ocasionam problemas prejudiciais ao ensino e à aprendizagem podem ser solucionadas mediante o reconhecimento biométrico facial (Chiquito *et al.*, 2020). Além da aplicação da referida tecnologia para registro da chamada, outras possibilidades também são elencadas nos estudos de Chiquito (2020), como detecção de atenção e engajamento do aluno, constatação de presença em conjunto e análise de comportamento (Chiquito *et al.*, 2020).

Os estudos de Jesus *et al.* (2018) demonstram o uso do reconhecimento biométrico facial em algumas aplicações na Educação, enfatizando o Ensino Fundamental. Entre as possibilidades, os autores consideram as iniciativas voltadas para o controle da merenda com o objetivo de evitar desperdícios de alimentos, bem como o registro de frequência escolar, controle de alunos e prevenção na escola (Jesus *et al.*, 2018).

3 Solução de reconhecimento biométrico facial por meio da análise de imagens

A solução de reconhecimento biométrico facial, implantada no aplicativo e sistema Escola Paraná Professores¹, foi desenvolvida pela empresa Valid² ao vencer um processo de pregão eletrônico³ realizado pela Celepar. Entre os principais aspectos técnicos e descrição da solução presentes no edital, constam:

¹ Aplicativo e sistema destinado ao gerenciamento de turmas, assim como conteúdo, controle de frequência, avaliação e planejamento. É destinado ao professor e à equipe pedagógica das escolas da Rede Estadual de Ensino.

² Disponível em: <https://valid.com/pt-br/>. Acesso em: 2 jun. 2023.

³ Pregão eletrônico nº 1349/2020. Disponível em: <https://www.administracao.pr.gov.br/Compras/Pagina/Compras-Parana-Consulta-de-Editais-e-Licitacoes>. Acesso em: 2 jun. 2023.

8.1.1.1 Trata-se do serviço necessário para prover reconhecimento facial para até 15 milhões de imagens por mês, por meio de análise de imagens fotográficas, recebendo as referidas imagens e fazendo a devolutiva das identificações encontradas por meio de APIs (Application Programming Interface), isto é, um conjunto de rotinas e padrões disponíveis via Internet para comunicação com o mecanismo).

8.1.1.6 O prazo máximo para devolutiva das identificações, pelos reconhecimentos faciais, da análise de uma imagem com até 40 faces, contado a partir do recebimento pela API (não contabilizando, portanto, o tempo de tráfego de rede ou processamentos nos dispositivos dos usuários) não deve ser superior a 6 segundos.

8.1.1.19 Para que o processamento dos eventos de reconhecimento biométrico facial atenda às expectativas da CONTRATANTE em relação à assertividade e desempenho na confirmação da identidade da pessoa em questão, os seguintes requisitos devem ser atendidos pelo módulo de identificação automatizada de rostos:

- a) Capacidade de identificação de rostos a partir de 80 x 80 pixels;
- b) Identificação de até 40 rostos em uma única imagem;
- c) Extração de pontos característicos para cada face extraída;
- d) Detecção do número total de faces com mais de 80x80 pixels presentes nas imagens;
- e) Identificação facial com assertividade igual ou superior à 95% para até 40 pessoas presentes na imagem, estando a resolução de cada face igual ou superior a 80x80 pixels, e ao menos 50% de área de rosto visível;

8.1.1.20 A média de assertividade no reconhecimento de pessoas presentes no total de imagens analisadas não deverá ser inferior à 95%, incluindo demais métricas da tabela a seguir, sob pena de sanções previstas no Acordo de Níveis de serviços (ANS) no contrato (CELEPAR, 2022, p. 06-08).

Tabela 1 – Métricas estabelecidas.

Métrica	Valores
Acurácia	97,5%
Verdadeiro positivo	100%
Falso positivo (máximo)	0%
Verdadeiro negativo	95%
Falso negativo	5%
Precisão	100%
<i>Recall</i>	95,2%
Escore F1	97,54%

Fonte: Celepar (2022, p. 8).

A solução encontra-se em fase de teste pela Secretaria de Educação (SEED) nas escolas estaduais desde o início de 2023. Além disso, está disponível para 78% das escolas, o que equivale a 90% dos alunos da rede. Nas escolas insulares, quilombolas, indígenas e rurais ou casa familiar rural, a tecnologia não foi implementada devido às particularidades e, sobretudo, aos aspectos técnicos de conexão com a internet (Celepar, 2023).

Foram consideradas pela SEED algumas motivações para o desenvolvimento e a implantação da solução. Entre elas, constam o indicador de frequência escolar, realizado via monitoramento, visto que, além de confiável, deve alcançar a meta estabelecida de, no mínimo, 90% de presença dos alunos nas escolas. Outra motivação diz respeito ao tempo de consumo para realizar a chamada manualmente, o que consome entre 7 e 10 minutos diariamente, correspondendo a 33 horas anuais por turma, conforme a Celepar (2023).

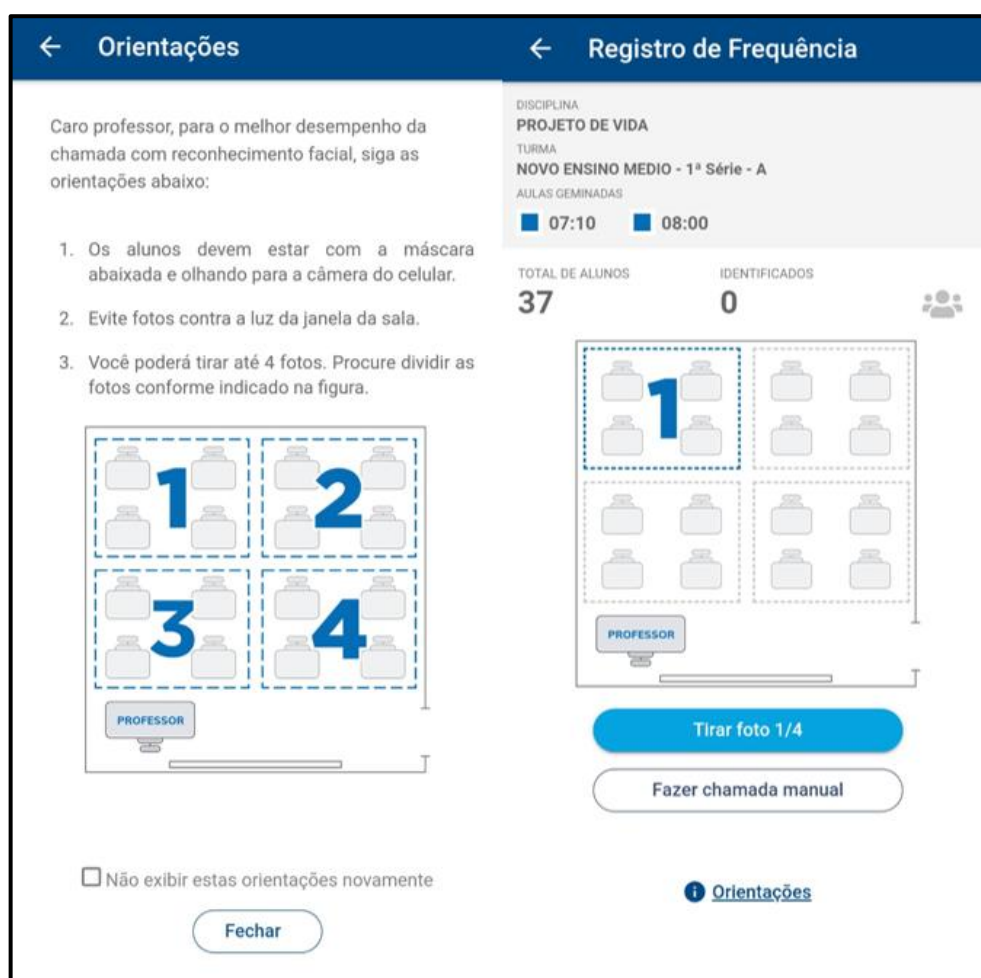
Inicialmente, a solução foi testada nas escolas e o experimento apresentou uma redução de tempo, chegando, no máximo, a 30 segundos para o registro da chamada (Celepar, 2023). Para fins de exemplificação, a seguir são descritas as etapas de funcionamento da tecnologia. Em um primeiro momento, a escola cadastra os estudantes mediante a fotografia individual e o Código Geral de Matrícula (CGM). Em seguida, essas fotos cadastradas são armazenadas em um banco de dados da Celepar. Na prática, quando o professor realiza o registro da chamada em sala de aula utilizando a solução, a tecnologia referenciada permite produzir de uma a quatro fotos, sendo que é essencial organizar os alunos de modo que todos apareçam. Após o registro das imagens, os arquivos produzidos são enviados à nuvem da empresa Valid, que automaticamente faz o recorte das faces dos estudantes identificados para, então, criar um *hash* para cada face e, posteriormente, comparar com o *hash* individual cadastrado na base de dados, vinculada ao CGM do aluno. Por fim, a solução devolve os CGMs identificados e armazena os registros na base de dados da Celepar durante o período de um ano para fins de auditoria. Cabe relatar que a empresa Valid não armazena os registros das faces, apenas a Celepar.

A solução pode ser utilizada pelo computador ou por um aplicativo via sistema Android, contudo recomenda-se a utilização em um dispositivo que contenha câmera com melhor resolução. Ao abrir o aplicativo pelo celular e selecionar a turma de que deseja fazer o registro da chamada, são apresentadas algumas instruções na tela inicial. Sendo assim, a solução funciona conforme se descreve: primeira etapa, aquisição das imagens pelo professor (máximo de quatro fotografias); segunda etapa, pré-processamento; terceira etapa, extração das características; quarta e última etapa, classificação e confirmação. Após o término das etapas

mencionadas, deve-se finalizar a chamada ou alterar manualmente as frequências dos estudantes ausentes ou as não identificadas por alguma razão.

A Figura 1 apresenta a interface da solução de reconhecimento biométrico facial desenvolvida e implantada no aplicativo e sistema Escola Paraná Professores.

Figura 1 – Interface da solução.



Fonte: SEED PR (2023).

A Celepar atribui alguns benefícios à solução empreendida, incluindo a otimização do tempo, a segurança, a confirmação do registro de presença de modo *on-line* e, por fim, a possibilidade de averiguar a autenticidade dos registros nas eventuais situações necessárias (Celepar, 2023). A ferramenta segue os padrões de segurança no que se refere às leis de privacidade, mediante os sistemas de criptografia (Celepar, 2023).

4 Metodologia

A pesquisa consiste em um estudo qualiquantitativo, de corte transversal, em uma escola pública no município de Cascavel, região oeste do estado do Paraná. A escola estadual Marilis Faria Pirotelli situa-se no centro da referida cidade e continha, em 2023, 1.187 alunos, sendo 611 no Ensino Fundamental e 576 no Ensino Médio (SEED, 2023). A investigação ocorreu em junho daquele ano e prevaleceram as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos em Ciências Humanas e Sociais presentes na Resolução 510/2016, do Conselho Nacional de Saúde, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design (FAAC), campus Bauru-SP, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, sob o Parecer nº 6.247.872, de agosto de 2023.

A pesquisa foi conduzida com base em um estudo de caso, com base em Yin (2001), partindo da compreensão de fenômenos sociais de maior abrangência por intermédio do estudo de um ou mais casos. Dessa forma, buscou-se avaliar a eficiência da ferramenta desenvolvida mediante 20 testes realizados em turmas do Ensino Médio durante o período referenciado anteriormente.

Uma vez definidos os objetivos e diretrizes da pesquisa, bem como identificado o local de investigação e obtido o parecer do Comitê de Ética, foi estabelecido um contato com o Núcleo Regional de Educação de Cascavel (NRE Cascavel) a fim de se formalizar e protocolar o pedido de autorização para a realização do estudo, conforme as normas do estado. Em seguida, com a aprovação do NRE Cascavel, foi estabelecido contato com a equipe diretiva da escola para explicar a proposta de pesquisa e solicitar permissão para realizar as validações nas turmas de Ensino Médio.

Depois, em junho de 2023, houve a validação da solução, testada 20 vezes em seis turmas do Ensino Médio, utilizando o aplicativo da referida ferramenta em um celular LG K61, com câmera inteligente e definição de 48 megapixels. Para cada validação, ou seja, registro de fotografias dos alunos em sala, os discentes foram orientados a se organizar de modo que todos pudessem aparecer nas imagens capturadas.

Além disso, foi cronometrado o tempo gasto para cada processo de registro da chamada. Ao final dessa etapa, os dados obtidos foram registrados em uma planilha do Excel para serem avaliados os seguintes aspectos: número de alunos presentes em sala, número de estudantes reconhecidos, número de alunos não reconhecidos, tempo utilizado para registrar a chamada e,

por fim, o percentual de precisão da solução. Para uma compreensão mais ampla, os dados foram expostos em um quadro anexado ao final deste artigo.

É importante frisar que os estudantes ausentes na data de validação, bem como aqueles fora de sala no ato do registro da chamada, não foram considerados no levantamento, portanto os resultados não consideram esses grupos e, conseqüentemente, não alteraram os resultados do estudo. Para fins de apresentação e discussão dos resultados, os dados foram expostos mediante tabelas, conforme as diretrizes de Gil (2008).

5 Resultados

Para maior precisão, foram realizadas 20 validações da ferramenta. Além disso, foi utilizado o símbolo “%” para indicar o valor percentual sobre o número de validações. Sendo assim, no que se refere aos alunos presentes em sala durante o período de validação, os resultados da pesquisa mostram a quantidade mínima de 19. Por outro lado, a quantidade máxima foi de 37 alunos. A média e a amplitude dos valores sobre os estudantes em sala indicam, respectivamente, 29 e 18 alunos. Houve ainda, nesse levantamento, um desvio padrão de 5,2 discentes.

Tabela 2 – Alunos presentes em sala nas turmas validadas.

Quantidade de validações (turmas)	Quantidade mínima	Quantidade máxima	Média	Amplitude	Desvio padrão
20	19	37	29	18	5,2

Fonte: Produção própria dos autores (2023).

Se, por um lado, a quantidade máxima de discentes presentes evidenciou a necessidade de organização da sala para um melhor registro de imagens e a conseqüente efetividade da solução, por outro, a quantidade mínima mostra uma sala de aula com maior facilidade para extração dos recursos da solução, considerando a menor concentração de estudantes. Por último, a média, isto é, a concentração ou ponto de equilíbrio em relação à quantidade de alunos presentes durante as validações, evidencia que os professores necessitam de orientação para maior extração da ferramenta avaliada.

Sobre os alunos reconhecidos, observa-se que a quantidade mínima foi de 17, enquanto a quantidade máxima foi 33. Os valores da média e amplitude foram de 26 e 16 alunos, respectivamente. Houve ainda, nesse levantamento, um desvio padrão de 4,7 estudantes.

Tabela 3 – Alunos reconhecidos em sala pela solução.

Quantidade de validações (turmas)	Quantidade mínima	Quantidade máxima	Média	Amplitude	Desvio padrão
20	17	33	26	16	4,7

Fonte: Produção própria dos autores (2023).

Os dados revelam algumas peculiaridades que evidenciam a maior efetividade da tecnologia empreendida nas situações em que a sala de aula contém uma quantidade menor de alunos, embora possa ser usada nas turmas com mais de 30 estudantes. Nas validações em turmas com 36 a 38 alunos, a média foi de 26 reconhecidos. É oportuno salientar que, conforme as diretrizes da Secretaria da Educação, é estabelecida a quantidade máxima de até 40 alunos por turma.

A Tabela 4 expõe os dados sobre o percentual de alunos não reconhecidos nas validações. Pelos valores, observa-se que boa parte foi reconhecida nas validações realizadas. Além disso, houve situações em que a solução alcançou 100% de efetividade. Por outro lado, a ferramenta não reconheceu a quantidade de seis alunos em uma determinada validação, situação decorrente da dificuldade dos discentes em se organizarem durante a captura das imagens usadas no processo de reconhecimento. O valor explicitado não inclui os alunos ausentes ou um eventual aluno fora de sala no ato da validação. Nesse sentido, a média de discentes não reconhecidos foi de 3, enquanto a amplitude e o desvio padrão corresponderam aos valores de 6 e 2, respectivamente.

Tabela 4 – Alunos não reconhecidos em sala pela solução.

Quantidade de validações (turmas)	Quantidade mínima	Quantidade máxima	Média	Amplitude	Desvio padrão
20	0	6	3	6	2

Fonte: Produção própria dos autores (2023).

Os dados revelam um conjunto de fatores sobre os discentes não reconhecidos. O primeiro deles é devido ao mau posicionamento dos alunos em relação à câmera, assim como a falta de consciência, organização e colaboração. Os tópicos anunciados implicam a eficiência da solução em relação ao reconhecimento, como também o tempo gasto para o registro da chamada.

Em relação à promessa de redução do tempo gasto para registro da chamada utilizando-se a solução, os resultados indicam fatores importantes. Por um lado, o tempo destinado para a referida função foi reduzido para uma média de 2 minutos, sendo que, no formato convencional, o tempo supera esse valor, segundo a Celepar (2023). Por outro lado, os testes não comprovaram a redução de tempo dentro do previsto, ou seja, até 30 segundos. Na validação de melhor desempenho, a solução obteve um tempo de 51 segundos para registro da chamada, enquanto, na situação de pior desempenho, efetivou o registro da chamada em 6 minutos. Por fim, a média constatada nas validações para efetivar a chamada foi de 2 minutos, com amplitude de 5 minutos e 49 segundos e desvio padrão de 1 minuto 30 segundos.

Tabela 5 – Tempo gasto em sala com a solução.

Quantidade de validações (turmas)	Tempo mínimo	Tempo máximo	Média	Amplitude	Desvio Padrão
20	51 s	6 min	2 min	5min49s	1min30s

Fonte: Produção própria dos autores (2023).

Pelos resultados, observa-se que a solução não alcançou o valor previsto, muito pelo contrário, ficou distante da promessa de mudança. É fundamental, contudo, elencar alguns fatores de diferentes dimensões que afetaram o desempenho da ferramenta. A falha da conexão e a baixa velocidade da internet, fatores de dimensão tecnológica, afetaram profundamente o reconhecimento das imagens, impactando na mesma proporção o tempo de processamento e a execução de tal tarefa. Constatou-se, em dois momentos, a necessidade de se utilizarem os dados móveis do professor em decorrência da conexão lenta da rede WI-FI da escola. Em outro momento, situações já anunciadas neste trabalho, como o mau posicionamento do aluno em relação à câmera unido a falta de consciência, organização e colaboração, afetaram o desempenho da solução.

Por fim, os dados da Tabela 6 revelam a precisão da ferramenta. Embora a tecnologia referenciada não tenha alcançado a eficiência anunciada no edital de pregão eletrônico, é essencial considerar a efetividade de 100% alcançada em uma determinada validação. Diante do exposto, a precisão média ficou um pouco abaixo do estabelecido na licitação, mas dentro dos 90%.

Tabela 6 – Precisão apresentada pela solução.

Quantidade de validações (turmas)	Precisão mínima	Precisão máxima	Média	Amplitude	Desvio padrão
20	77,8%	100%	91,1%	22,2%	6,4%

Fonte: Produção própria dos autores (2023).

É evidente que os padrões de exigência para a solução não foram atingidos. Na prática, a ferramenta demonstrou algumas particularidades, porém é imprescindível apontar novamente as variáveis que afetaram o desempenho da tecnologia, ainda que as situações elencadas sejam corriqueiras no ambiente de sala de aula. Assim como na Tabela 5, o quadro anterior revela os problemas de dimensão tecnológica, entre eles a conexão e a velocidade lenta da internet da escola. Além desses, o mau posicionamento para a câmera dos estudantes, durante a captura das imagens, interferiu no resultado alcançado, embora os discentes tenham sido orientados a se organizar para facilitar a captura das imagens.

6 Discussão

A solução avaliada apresentou resultados satisfatórios ao reduzir o tempo gasto para registro da chamada para 2 minutos e, ao mesmo tempo, alcançou uma precisão de 91,1%, contudo são resultados abaixo do descrito na licitação, sendo que o tempo de registro da chamada previsto com a solução é de 30 segundos, enquanto a precisão da tecnologia estabelecida é de 95%.

A tecnologia empreendida pode ser considerada um importante instrumento na otimização do tempo e facilitar o trabalho docente, no entanto aspectos tecnológicos, como a velocidade e a conexão com a internet na escola, são essenciais e afetam diretamente o tempo

de processamento e a quantidade de estudantes identificados pela solução. Constatou-se também a necessidade de orientar os alunos em sala para melhor extração dos resultados.

Ainda que os resultados não tenham alcançado os valores previstos, a solução obteve avanços significativos nas situações testadas em turmas com menos de 30 alunos. A ferramenta ainda pode alcançar resultados mais satisfatórios ao ser testada em turmas da Educação Profissional e Tecnológica ou, ainda, no Ensino Superior, considerando o perfil discente e a possibilidade de menor quantidade de estudantes por turma. Sendo assim, sugerem-se futuras investigações com perfis diferentes de alunos, assim como em outros níveis de ensino, buscando estabelecer relações entre os resultados.

Apesar de poucos estudos existirem sobre o reconhecimento biométrico facial para fins de registro da chamada, algumas investigações, como as de Diniz *et al.* (2012, 2013) e Silva e Zampirolli (2020), constataram a importância da tecnologia em questão para algumas aplicações, como controle da merenda, verificação de presença, detecção de atenção, engajamento e autenticação de usuário nos ambientes virtuais de aprendizagem.

A investigação empreendida por Silva e Zampirolli (2020) constatou que, no modelo desenvolvido para os testes iniciais de validação em um AVA, a precisão foi bastante aceitável no uso da verificação facial, possibilitando certificar que o usuário é de fato a pessoa que diz ser, ou seja, a face a ser verificada é a face cadastrada do usuário (Silva; Zampirolli, 2020). Por sua vez, a solução desenvolvida por Diniz *et al.* (2012, 2013), também para autenticação em um AVA, mostrou que o algoritmo de detecção de faces apresentou eficácia na taxa de acerto e no tempo de processamento, no entanto a abordagem utilizada se mostrou sensível em imagens cujas condições de iluminação não são passíveis de controle (Diniz *et al.*, 2012).

Por se tratar de um estudo que considerou apenas turmas do Ensino Médio de uma central de banco de dados, considera-se que os resultados da investigação podem variar de acordo com o nível de ensino e o perfil do aluno. Além disso, escolas de menor porte podem obter outros resultados, o que propicia considerar esses aspectos nas próximas pesquisas.

A solução pode facilitar o registro da chamada e reduzir o tempo gasto, o qual poderá ser mais bem aproveitado e destinado às finalidades de ensino e aprendizagem. Monteiro (2020) recorda que o sistema de registro de frequência manual é defasado e a troca desse formato pode melhorar a qualidade da aula. O ganho do tempo perdido com o registro da frequência manual, segundo o autor, permite ao docente focar no aprendizado do aluno. Outras vantagens podem ser atribuídas ao reconhecimento biométrico facial, como a segurança e o monitoramento pela

equipe diretiva das escolas, uma vez que armazena as faces em um banco de dados (Monteiro, 2020).

De fato, os resultados da investigação, unidos ao levantamento bibliográfico, evidenciam as profundas mudanças no âmbito da Educação desencadeadas pelas transformações tecnológicas. As transfigurações indicam inúmeros desafios. De um lado, a tecnologia é carregada de ferramentas que colaboram para uma mudança cultural, social e econômica, que reduzem tempo, esforços físicos e ressignificam tarefas, impactando a dinâmica das ocupações no mundo do trabalho. Por outro lado, a tecnologia acarreta ameaças às ocupações e trazem incertezas à medida que os avanços tecnológicos são introduzidos e seus impactos percebidos nos diferentes setores da economia.

Em se tratando do assunto, Monteiro (2020) aborda o estudo da tecnologia e seus aspectos históricos, ao mesmo tempo em que abrange estudos sobre a inteligência humana. Inicialmente, a tecnologia não foi vista com capacidade para substituir o homem no trabalho, porém, atualmente, ela tem sido utilizada na execução de diferentes tarefas, essencialmente na indústria, substituindo habilidades físicas e cognitivas do homem (Monteiro, 2020).

A inteligência artificial, segundo Vicari (2021), favorece mudanças de paradigmas sociais, mas isso ainda não ocorre com tanta profundidade e visibilidade na Educação, o que torna importante investigar aplicações de IA nessa área (Vicari, 2021). É fundamental, no entanto, também que a apropriação dessa tecnologia ocorra de modo planejado e gradativo, mais como uma ferramenta de suporte do que um processo de robotização, como reforçam Tavares, Moreira e Amaral (2020).

Duas perspectivas sobre a inteligência artificial na Educação podem ser observadas. A primeira envolve a substituição de tarefas humanas pela tecnologia. A segunda inclui a tecnologia como responsável por assumir funções, como suporte às tarefas de aprendizagem (Tavares; Moreira; Amaral, 2020). Assim, são consideradas tecnologias de primeira geração aquelas que atuam como suporte ao professor na execução de tarefas que integram a referida profissão. EM contrapartida, as tecnologias de segunda geração são aquelas que substituem a capacidade humana na execução de tarefas que integram uma determinada ocupação (Parreira, Lehmann, Oliveira, 2021). Partindo dessa observação, a solução apresentada neste estudo pode ser avaliada pela perspectiva das tecnologias de primeira geração, ou seja, aquelas que atuam como suporte ao professor.

As constantes transformações econômicas e sociais desencadeadas pelos avanços tecnológicos têm sido ultimamente averiguadas. Embora haja uma crescente nos estudos sobre IA, é relevante considerar futuras investigações, dirigidas a aplicações dessa tecnologia na Educação, sobretudo no que diz respeito ao reconhecimento biométrico facial. Dessa forma, este trabalho sugere novas pesquisas sobre o tema que objetivem testar soluções de reconhecimento biométrico facial no registro da chamada em sala de aula. Para tal sugestão, são necessárias investigações em diferentes níveis de ensino, perfis de turmas e quantidade de alunos, de modo que os resultados expressem hipóteses e avanços na ciência.

7 Considerações finais

Este estudo avaliou a eficiência da solução de reconhecimento biométrico facial no processo de registro da chamada em uma escola pública do estado do Paraná. A solução foi implantada no aplicativo e sistema Escola Paraná Professores, a fim de otimizar o processo de registro da chamada e, ao mesmo tempo, controlar a evasão escolar.

As chamadas realizadas manualmente, via sistema digital nas escolas do Paraná, consomem um tempo considerável, conforme observou a Celepar (2023). Diante dessa situação, a referida instituição pública abriu edital de pregão eletrônico para desenvolver uma solução de reconhecimento biométrico facial com o objetivo de reduzir o tempo gasto nesse processo para até 30 segundos, com precisão de eficiência de 95%. Além disso, a proposta objetiva identificar os estudantes diariamente para garantir a presença deles nas escolas e, assim, controlar a evasão.

A pesquisa aponta que houve uma redução do tempo destinado para registro da chamada usando-se a solução, e os testes demonstraram uma precisão média de 91,1%. Ambos os resultados, contudo, apresentaram valores abaixo do estabelecido. Alguns fatores são considerados ao se observarem os aspectos que influenciaram a eficiência da ferramenta, como velocidade e conexão da internet, perfil das turmas, quantidade de estudantes em sala, falta de cooperação dos estudantes, entre outros.

Esta investigação foi realizada em uma escola pública central de Cascavel-PR, com turmas do Ensino Médio. Os resultados, utilizando a solução, podem sofrer alterações, a depender do contexto da validação e do perfil da escola ou nível de ensino. Por essa razão, a pesquisa, ao mesmo tempo em que enfatiza sua relevância para a área, reconhece as devidas

limitações de um estudo de caso, embora os resultados tenham se tornado relevantes para suscitar reflexões e novas hipóteses.

Embora a inteligência artificial consista em uma área não tão recente, poucos são os estudos que se dedicam à sua aplicação na Educação, principalmente no reconhecimento biométrico facial para o registro da chamada. Sendo assim, o estudo aponta a relevância de novas pesquisas na área e ressalta que os resultados permitem avaliar a eficiência da ferramenta em questão e contribuem para uma discussão aprofundada no campo teórico.

Por fim, e não menos importante, sobre as futuras investigações, certamente mais estudos deverão ser desenvolvidos para a consolidação desta pesquisa, seja nos Ensinos Fundamental e Médio, Educação Profissional ou Ensino Superior. É bem provável que a ferramenta avaliada passe por uma atualização tecnológica nos próximos anos, com a implementação de novos recursos, proporcionando novas aplicações.

Referências

BIESSECK, B. J. G.; ZACARKIM, V. L. Avaliação da CNN FaceNet para reconhecimento facial de estudantes em sala de aula. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 27558-27563, mar. 2021.

BRITO, G. D. S.; COSTA, M. L. F. Apresentação – Cultura digital e educação - desafios e possibilidades. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 36, n. e76482, 2020.

CELEPAR. **Celepar desenvolve sistema que usa tecnologia de reconhecimento facial para controle de presença nas escolas**, 2023. Disponível em: <https://www.celepar.pr.gov.br/Noticia/Celepar-desenvolve-sistema-que-usa-tecnologia-de-reconhecimento-facial-para-controle-de>. Acesso em: 7 abr. 2023.

CHIQUITO, E. A. Gerenciamento de Frequência Escolar Usando Visão Computacional e Redes Neurais Convolucionais. **XI Computer on the Beach**, Balneário Camboriú-SC, 2 a 4 set. 2020.

DINIZ, F. A. *et al.* RedFace: Um Sistema de Reconhecimento Facial para Identificação de Estudantes em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, dez. 2012.

DINIZ, F. A. *et al.* Um sistema de reconhecimento facial aplicado a um ambiente virtual de aprendizagem composto por agentes pedagógicos. *In: VIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION*, 2013, Luanda, **Anais [...]**. Luanda-AO, 2013.

FONTES, V. P.; ALMEIDA JR., P. L. Sistema para automação de frequência em sala de aula com reconhecimento biométrico. **Revista Semiárido de Visu**, Petrolina, v. 9, n. 3, 2021. p. 243-256.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JESUS, A. B. E. A. de. Protótipo de reconhecimento de expressões faciais com computação afetiva na educação. In: IX JICE - JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO, 2018, Palmas, **Anais [...]**. Palmas, 2018.

MCCARTHY, J. **What is artificial intelligence?**, Stanford, nov. 2007. Disponível em: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.

MELO, M. E. F. A. D.; MESSIAS, C. M. B. D. O.; SOARES, F. A. A. O computador e o rendimento escolar: uma análise situacional com concluintes do ensino médio. **Revasf**, Petrolina-PE, v. 10, n. 21, p. 323-353, 2020.

MONTEIRO, L. A. F. E. A. Inteligência artificial: a importância do reconhecimento facial na educação. **Revista Presença Geográfica**, v. 7, n. 1, jan./jun. 2020.

ORVALHO, V. Reconhecimento facial. **Revista Ciência Elementar**, Porto, v. 7, n. 4, dez. 2019.

PARANÁ - GOVERNO DO ESTADO. Compras Paraná: Consulta de Editais e Licitações. **Administração**, 2022. Disponível em: <https://www.administracao.pr.gov.br/Compras/Pagina/Compras-Parana-Consulta-de-Editais-e-Licitacoes>. Acesso em: 2 jun. 2023.

PARREIRA, A.; LEHMANN, L.; OLIVEIRA, M. O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação – percepção e avaliação dos professores. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 113, p. 975-999, out./dez. 2021.

RUBACK, L.; AVILA, S.; CANTERO, L. Vieses no Aprendizado de Máquina e suas Implicações Sociais: Um Estudo de Caso no Reconhecimento Facial. **Workshop sobre as implicações da computação na sociedade (WICS)**, Porto Alegre, 2021. p. 90-101.

SEED, S. D. E. D. E. Consulta Escolas. **Secretaria da Educação - Consulta Escolas**, 2023. Disponível em: <https://www.consultaescolas.pr.gov.br/consultaescolas/pages/paginas/profissionais/profissionaisEstabelecimento.xhtml?windowId=c26>. Acesso em: 6 jun. 2023.

SILVA, D. G. D.; ZAMPIROLI, F. D. A. Reconhecimento facial para validação de usuário durante um questionário no Moodle. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE 2020). 2020. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020.

TAVARES, L. A.; MOREIRA, M. C.; AMARAL, S. F. D. Inteligência Artificial na Educação: Survey. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, jul. 2020.

VICARI, R. M. Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. **Estudos Avançados**, v. 101, n. 35, p. 73-84, 2021.

CREPALDI, A.; MORGADO, E. M.; SPOLON, R.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXO

Tabela 7 – Validações realizadas.

Validação	Estudantes presentes em sala	Identificados	Não identificados	Tempo utilizado	Precisão
01	27	23	4	3min	85,2%
02	19	17	2	2min30s	89,5%
03	28	25	3	2min30s	89,3%
04	29	28	1	4min	96,6%
05	35	29	6	3min	82,9%
06	33	27	6	1min	81,8%
07	23	23	0	2min	100%
08	35	33	2	2min	94,3%
09	34	32	2	2min	94,1%
10	27	21	6	4min	77,8%
11	32	29	3	3min	90,6%
12	37	33	4	2min	89,2%
13	32	31	1	2min	96,9%
14	27	25	2	1min30s	92,6%
15	34	33	1	55s	97,1%
16	29	27	2	51s	93,1%
17	31	25	6	6 min	80,6%
18	19	19	0	1min37s	100%
19	30	29	1	2 min	96,7%
20	21	20	1	3 min	95,2%

Fonte: Produção própria dos autores.

Enviado em: 28/09/2023
Revisado em: 03/04/2025
Aprovado em: 08/04/2025