

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

N244d Nascimento, Thiago.  
Desenvolvimento de um Aplicativo Offline para Análise de  
Fatores de Risco de Evasão em Escolas Públicas / Thiago  
Nascimento, Carlos Portela, Rodrigo Lisbôa. — 2025.  
23 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Carlos Portela  
Coorientador(a): Prof. Dr. Rodrigo Lisbôa  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Campus Universitário de Tucuruí, , Tucuruí, 2025.

1. Aplicativos Offline. 2. Evasão Escolar. I. Portela,  
Carlos. II. Lisbôa, Rodrigo. III. Título.

CDD 001.6425

---

# Desenvolvimento de um Aplicativo *Offline* para Análise de Fatores de Risco de Evasão em Escolas Públicas

Thiago Nascimento<sup>1</sup>, Carlos Portela<sup>1</sup>, Rodrigo Lisboa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada - Universidade Federal do Pará (UFPA) - Campus Universitário de Tucuruí - Tucuruí - PA - Brasil

<sup>2</sup>Instituto Ciberespacial - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Belém - PA - Brasil

{thiagosilva, csp}@ufpa.br, rodrigo.lisboa@ufra.edu.br

**Abstract.** *This article presents the development and implementation of a technological solution aimed at addressing school dropout in public schools with limited infrastructure. The proposed solution consists of an Android mobile application capable of digitizing printed questionnaires and operating offline, ensuring local data collection and storage related to dropout risk factors. Using an action research methodological approach, the study was implemented in three public schools in the municipality of Cametá-PA, involving school administrators and teachers in the data collection process for 58 students. The results indicate the technical feasibility and potential social impact of the tool, as it enables evidence-based pedagogical interventions even in contexts without internet connectivity.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta o desenvolvimento e a aplicação de uma solução tecnológica voltada ao combate da evasão escolar em escolas públicas com infraestrutura limitada. A proposta consiste em um aplicativo móvel Android, capaz de digitalizar questionários impressos e operar de forma offline, garantindo a coleta e armazenamento local de dados sobre fatores de risco à evasão. Utilizando abordagem metodológica de pesquisa-ação, o estudo foi implementado em três escolas do município de Cametá-PA, envolvendo gestores e professores na coleta de dados de 58 estudantes. Os resultados apontam viabilidade técnica e potencial impacto social da ferramenta, ao permitir intervenções pedagógicas baseadas em evidências mesmo em contextos sem conectividade.*

## 1. Introdução

A evasão escolar é um problema persistente no Brasil, especialmente no ensino fundamental e médio. De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), quase 400 mil crianças e jovens de 6 a 14 anos não estavam frequentando a escola em 2023 [IBGE 2023]. Na última década, tem-se constatado uma baixa motivação dos estudantes no processo de aprendizagem e/ou uma reduzida permanência na escola [Cabral 2017]. No cenário pós-pandemia, esse abandono tem preocupado gestores escolares e outros membros da comunidade. Conceitualmente, a evasão ocorre quando um estudante abandona os estudos e não retorna à escola no ano letivo seguinte [Agência Brasil 2012]. Nesse sentido, tanto fatores internos quanto externos podem ser determinantes para a decisão do estudante de permanecer ou abandonar a escola. Alguns exemplos incluem,

mas não se limitam a: falta de incentivo familiar, necessidade de trabalhar e localização da escola [Silva and Araújo 2017].

Para mitigar a evasão escolar, o Ministério da Educação (MEC) e outras instituições têm investido em tecnologias que facilitam a coleta e a análise de dados escolares, permitindo intervenções mais eficazes e baseadas em evidências [Freitas et al. 2023]. Estudos indicam que a identificação precoce de fatores de risco associados à evasão escolar possibilita a adoção de estratégias preventivas, reduzindo o abandono dos estudantes [Pereira and Dias 2020].

A tecnologia tem se mostrado uma aliada fundamental na identificação de fatores de risco e na criação de estratégias para reduzir a evasão escolar, contribuindo para intervenções mais acessíveis e personalizadas [OECD 2021]. No entanto, desafios estruturais, como a conectividade limitada, ainda representam barreiras para a implementação de soluções digitais, uma vez que apenas 59% das escolas públicas brasileiras possuem acesso à internet [UNICEF 2023]. Para contornar essa limitação, este estudo propõe uma abordagem inovadora baseada no desenvolvimento de um aplicativo móvel que possa operar de forma *offline*, permitindo a digitalização de questionários em papel e a coleta de informações sobre a evasão escolar, garantindo que a tecnologia seja acessível mesmo em contextos com restrições de conectividade.

O diferencial tecnológico da solução está na capacidade de capturar, armazenar e processar dados *offline*, com a posterior sincronização automática para um servidor central assim que a conexão com a internet estiver disponível. O aplicativo, desenvolvido para dispositivos Android, utiliza algoritmos de verificação de enquadramento e qualidade da imagem, garantindo a captura precisa dos dados. Os dados coletados são integrados a um sistema de análise que aplica técnicas automatizadas para identificar padrões de risco de evasão escolar, permitindo que gestores educacionais tomem decisões baseadas em evidências e em tempo hábil.

O presente artigo detalha o processo de desenvolvimento dessa solução tecnológica, explorando a arquitetura do sistema, o fluxo de digitalização e a forma como a análise automatizada dos dados pode contribuir para a implementação de estratégias de combate à evasão escolar. Além desta seção introdutória, na Seção 2 é apresentada a fundamentação teórica. A Seção 3 aborda a metodologia da pesquisa-ação, incluindo o contexto e a abordagem tecnológica utilizada. Na Seção 4 são apresentados os resultados obtidos em três escolas municipais e as análises realizadas. Em seguida, na Seção 5, são discutidas as implicações, contribuições e limitações da solução. Por fim, as considerações finais e os trabalhos futuros são apresentados na Seção 6.

## **2. Fundamentação Teórica**

### **2.1. Abandono Escolar versus Evasão Escolar**

A literatura educacional e os órgãos oficiais que monitoram o fluxo escolar no Brasil utilizam os termos abandono e evasão de forma distinta, embora muitas vezes sejam tratados como sinônimos em discursos cotidianos. Nos referenciais técnicos do INEP, o abandono integra as “taxas de rendimento” (junto de aprovação e reprovação), enquanto a evasão integra as “taxas de fluxo” (com promoção e repetência), reforçando que se tratam de fenômenos diferentes no acompanhamento do percurso do estudante [INEP 2022].

O abandono escolar ocorre quando o estudante deixa de frequentar as aulas durante o ano letivo em que está matriculado, caracterizando uma ruptura imediata no vínculo escolar [Instituto Unibanco 2023a, Silva and Araújo 2017].

Já a evasão escolar refere-se à não matrícula do estudante no ano seguinte após ter abandonado os estudos, caracterizando a exclusão mais definitiva do sistema educacional. Em outras palavras, o aluno não retorna ao sistema no ciclo subsequente. Essa distinção é explicitada em relatórios técnicos e notas de acompanhamento educacional [Instituto Unibanco 2023a, INEP 2022]. O foco desta pesquisa é a evasão escolar. Evidências nacionais recentes indicam que o fenômeno da evasão é mais intenso no ensino médio em comparação às demais etapas da educação básica, o que traz implicações diretas para políticas de permanência e proteção social [MEC 2023].

## **2.2. Panorama da Evasão Escolar**

O fenômeno da evasão escolar no Brasil não é recente, mas se agravou durante a pandemia de Covid-19 e no período imediatamente posterior. No período pré-pandemia, dados do Censo Escolar e da PNAD Contínua já apontavam níveis elevados de exclusão educacional. Em 2019, aproximadamente 1,1 milhão de crianças e adolescentes de 4 a 17 anos estavam fora da escola [FCC 2024]. Além disso, mais de 20% dos jovens de 14 a 29 anos não haviam concluído a educação básica, evidenciando a dificuldade histórica de permanência no sistema [Fucape 2022].

Durante a pandemia (2020–2021), esse cenário se agravou de forma significativa. O abandono escolar no ensino médio cresceu 128%, passando de 165 mil para 377 mil estudantes, com variações regionais alarmantes: aumento de 846% na região Norte e 218% no Nordeste [INESC 2021]. O ensino remoto emergencial, implantado de forma abrupta, expôs desigualdades estruturais de acesso a equipamentos e conectividade, impactando principalmente estudantes das camadas mais vulneráveis [FCC 2024].

No pós-pandemia (2022–2023), embora tenha havido esforços para recompor a aprendizagem e reduzir os índices de abandono, a evasão ainda permanece em níveis preocupantes. O Censo Escolar de 2023 registrou uma taxa de 3,0% de evasão no ensino fundamental e 5,9% no ensino médio, confirmando que esta etapa continua sendo a mais crítica [Instituto Unibanco 2023b]. Entre adolescentes de 15 a 17 anos, cerca de 8,1% permaneceram fora da escola, segundo a PNAD Contínua [IBGE 2023]. Esses dados revelam que os efeitos da pandemia não foram totalmente superados e reforçam a urgência de políticas públicas e soluções tecnológicas que ampliem as condições de permanência e inclusão educacional.

## **2.3. Tecnologias para Combate à Evasão Escolar**

As tecnologias voltadas para o combate à evasão escolar incluem Sistemas de Alerta Preventivo (SAP), que identificam alunos com potencial de abandonar a escola com base em indicadores de risco, como notas, faltas e histórico acadêmico [UNICEF 2018]. Esses sistemas permitem a análise preditiva do comportamento dos estudantes, possibilitando a implementação de estratégias preventivas para mitigar o risco de abandono.

A implementação de SAPs em diferentes países, como Estados Unidos, Inglaterra, Áustria e Croácia, demonstra a eficácia dessas tecnologias na redução da evasão escolar

[MEC 2022]. No entanto, no Brasil, a adoção desses sistemas ainda é limitada, principalmente devido à infraestrutura precária de conectividade em muitas escolas públicas. A dependência de acesso contínuo à internet dificulta a implementação de soluções baseadas em *cloud computing*, exigindo alternativas que possam operar de forma descentralizada.

Diante desse cenário, diversos estudos sugerem que sistemas adaptáveis, que combinem armazenamento local e sincronização assíncrona, podem ser mais eficazes em regiões de baixa conectividade [Pereira and Dias 2020]. Essas soluções garantem que a coleta e análise de dados sobre evasão escolar não sejam comprometidas pela indisponibilidade de rede, permitindo a continuidade das ações preventivas independentemente da infraestrutura tecnológica local.

#### **2.4. Tecnologias sem Conectividade e Soluções *Offline***

A internet tornou-se uma ferramenta essencial para a educação, proporcionando acesso a um vasto universo de conhecimento e suporte pedagógico. No entanto, a falta de conectividade continua sendo um dos principais desafios para a implementação de soluções tecnológicas em escolas públicas. Segundo [Souza and Rodriguez 2020], a ausência de conexão adequada impede que gestores e educadores utilizem plataformas de monitoramento educacional baseadas em nuvem, tornando necessária a adoção de alternativas offline.

Em diferentes países, Sistemas de Alerta Preventivo (SAP) têm sido implementados de forma centralizada e em ambiente online. Nos Estados Unidos e na Inglaterra, por exemplo, os *Early Warning Systems* operam a partir de grandes bases de dados escolares, analisadas em tempo real para prever riscos de evasão [UNICEF 2018, MEC 2022]. Em países europeus, como Áustria e Croácia, esses sistemas também se mostram eficazes, mas dependem de infraestrutura de rede estável e contínua, o que reforça a necessidade de conectividade como pré-requisito para sua utilização plena.

Entretanto, esse modelo encontra barreiras significativas em contextos educacionais brasileiros. Apenas 59% das escolas públicas possuem acesso regular à internet, e em áreas rurais a disponibilidade é ainda mais limitada [UNICEF 2023]. Nesses cenários, a adoção de soluções baseadas apenas em cloud computing torna-se inviável, visto que interrupções de rede comprometem a coleta e análise contínua dos dados [CGI.br 2023].

Em resposta a essa limitação, a UNESCO recomendou, em 2023, o uso de tecnologias offline para garantir a equidade no acesso à educação, especialmente em países em desenvolvimento, onde a infraestrutura é desigual [UNESCO 2023]. Essas tecnologias permitem que dados e conteúdos educacionais sejam armazenados localmente e sincronizados com servidores centrais somente quando uma conexão estável estiver disponível.

Nesse contexto, soluções baseadas em armazenamento local, compressão de dados e sincronização automatizada têm se mostrado eficazes para garantir que informações críticas possam ser coletadas e analisadas sem dependência contínua da internet. Estudos indicam que abordagens híbridas, que combinam tecnologia móvel e computação distribuída, são alternativas viáveis para contextos educacionais de infraestrutura limitada, promovendo maior acessibilidade e autonomia no gerenciamento de dados acadêmicos [Silva and Araújo 2017].

Assim, a adoção de arquiteturas offline não decorre de uma escolha arbitrária,

mas de uma necessidade prática frente às limitações de infraestrutura. Enquanto os SAPs online demonstram resultados positivos em países com ampla conectividade, sua implementação no Brasil exige adaptações que assegurem funcionamento autônomo em escolas desconectadas. Nesse sentido, arquiteturas *offline-first* possibilitam a continuidade da coleta de dados e a emissão de alertas preventivos mesmo em ambientes de baixa conectividade, garantindo equidade e confiabilidade na gestão educacional.

## 2.5. Arquitetura *Offline-First*

A arquitetura *offline-first* (ou *local-first*) tem se consolidado como uma estratégia essencial em sistemas que precisam operar em contextos de conectividade instável. Sua premissa central é tratar a rede como recurso circunstancial, garantindo que o funcionamento principal do aplicativo ocorra de forma local e independente da internet, com a sincronização dos dados acontecendo posteriormente. Essa abordagem busca assegurar a continuidade da experiência do usuário, mesmo em ambientes sujeitos a falhas de comunicação, como zonas rurais, pesquisas de campo e contextos educacionais com infraestrutura precária [Kleppmann et al. 2019].

Autores como [Kleppmann et al. 2019] apresentam os chamados sete ideais do software *local-first*, que fundamentam esse paradigma: i) respostas rápidas às ações do usuário sem depender de rede; ii) possibilidade de uso em múltiplos dispositivos; iii) funcionamento completo em modo offline; iv) suporte à colaboração resiliente; v) preservação de dados a longo prazo; vi) maior segurança e privacidade pela guarda local da informação; e vii) autonomia do usuário sobre seus próprios dados. Tais princípios oferecem um norte para o desenvolvimento de sistemas descentralizados e mais confiáveis, ainda que demandem cuidados adicionais com a sincronização e a consistência dos dados.

Nesse sentido, [Pothineni 2024b] reforça a importância de estratégias robustas para garantir a confiabilidade da sincronização, destacando o equilíbrio entre consistência e disponibilidade. O autor enfatiza que a arquitetura *offline-first* exige mecanismos de segurança local, compressão e técnicas de consistência eventual, bem como políticas claras de resolução de conflitos, visto que a concorrência entre diferentes dispositivos é inevitável em cenários de uso intensivo.

A literatura também apresenta exemplos práticos que validam essas propostas. Estudos como o de [Guda 2025] demonstram a aplicação da arquitetura *offline-first* em sistemas de comunicação, utilizando banco de dados local (SQLite/Room) aliado a algoritmos de sincronização que garantem estabilidade mesmo em longos períodos sem conexão. No campo das interfaces, pesquisas recentes destacam o papel de camadas resilientes no *front-end*, que combinam armazenamento local, *retries* inteligentes e *service workers* para manter a responsividade percebida, reduzindo significativamente o impacto da perda de rede na experiência do usuário [Michael 2025].

Assim, observa-se que a arquitetura *offline-first* não se limita a um conceito abstrato, mas se configura como um modelo já consolidado e adotado em diferentes domínios, apoiado tanto por propostas teóricas quanto por aplicações concretas. Sua relevância está em possibilitar a continuidade da coleta e do processamento de dados, garantindo resiliência, segurança e desempenho em ambientes de conectividade limitada, aspectos que dialogam diretamente com os desafios enfrentados em contextos educacionais e de pesquisa em campo.

### 3. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho é classificada como qualitativa e baseada no método Pesquisa-Ação [Riol and Thuillier 2015]. A Pesquisa-Ação permite estudar em profundidade os problemas reais enfrentados por agentes envolvidos em determinado contexto e, ao mesmo tempo, buscar soluções colaborativas para resolver esses problemas [Bueno and García 2015]. Este trabalho foi conduzido no contexto de um projeto de extensão universitária da Universidade Federal do Pará, no município de Cametá, e envolveu a participação ativa de 21 agentes, incluindo gestores escolares, professores e uma equipe técnica multidisciplinar de desenvolvimento de soluções tecnológicas.

A equipe técnica do projeto, responsável pelo desenvolvimento das soluções de software, foi composta por 1 professor coordenador, 1 mestrando e 5 professores colaboradores de instituições externas. Além disso, o projeto teve parceria com o Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais (NEES), vinculado ao Instituto de Computação (IC) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) da UFAL, interagindo constantemente com 1 gerente de projetos desse grupo. Assim, a equipe de desenvolvimento das soluções foi representada diretamente por 8 participantes. Os agentes da educação básica foram representados por 1 secretária do ensino fundamental do município, 3 diretores de escolas públicas e 9 professores, totalizando 13 participantes.

A escolha pelo método de Pesquisa-Ação decorre de uma série de tentativas e adaptações de soluções tecnológicas já existentes, que não se mostraram eficazes no combate à evasão escolar em regiões com infraestrutura de conectividade limitada. Essa abordagem metodológica permitiu um desenvolvimento iterativo da solução, identificando limitações práticas e implementando melhorias progressivas. Na Figura 1, são apresentadas as etapas metodológicas definidas para a pesquisa.



Figura 1. Etapas Metodológicas da Pesquisa.

Na Etapa 1, foi conduzido um levantamento bibliográfico sobre evasão escolar e tecnologias de apoio ao combate do abandono escolar. Em seguida, o coordenador do projeto se reuniu com a secretária do ensino fundamental do município, explicando o objetivo do projeto de extensão: “desenvolver soluções tecnológicas para promover o enfrentamento do abandono e da evasão escolar em escolas públicas do município de Cametá”. A secretária auxiliou na realização de um evento local para discutir a problemática com diretores e professores do município. Nessa etapa, foram utilizados questionários estruturados para conduzir entrevistas com os agentes escolares presentes. Como resultado, os gestores afirmaram que o combate à evasão é feito de forma reativa, após o abandono escolar. Apesar de observarem o afastamento dos alunos, o diálogo só é realizado após a desistência. Todos os professores relataram possuir *smartphone* com câmera, bem como todas as escolas possuem impressora.

Posteriormente, foi discutida a necessidade de aplicar questionários impressos para que os gestores escolares e estudantes pudessem responder perguntas sobre fatores de risco de evasão. No **Anexo A**, são apresentadas as questões contidas no questionário de coleta de dados. É importante destacar que esse instrumento foi elaborado por uma equipe de psicométrica e aprovado pelo comitê de ética da UFAL. Adicionalmente, o **Anexo B** apresenta as questões sociodemográficas e o **Anexo C** destaca as dimensões associadas a cada questão do instrumento.

A partir desse contexto, na Etapa 2, foram definidos os requisitos da solução e a escolha pelo desenvolvimento de um aplicativo de digitalização para reconhecimento e extração das respostas dos questionários. Adicionalmente, foi desenvolvido um SAP para receber às respostas coletadas e realizar a análise das dimensões de risco de evasão, fornecendo uma devolutiva com a recomendação de uma intervenção. Na Etapa 3, ambas soluções foram implementadas e testadas em ambientes de desenvolvimento pela equipe de testes.

Na Etapa 4, foram utilizadas as soluções propostas por 9 professores que digitalizaram 58 questionários (1 por estudante) de 3 escolas públicas de Ensino Fundamental de Cametá. Na Figura 2 é apresentada uma foto da aplicação dos questionários sobre evasão em uma das escolas públicas participantes do estudo. Por fim, na Etapa 5, os resultados obtidos foram analisados e retroalimentaram o ciclo da Pesquisa-Ação.



**Figura 2. Aplicação dos Questionários em uma Turma do Ensino Fundamental.**

Após a aplicação dos questionários na Etapa 5, houve a avaliação das soluções

propostas quanto ao atendimento do objetivo: coleta e análise de dados. Por fim, na Etapa 6, foi gerada uma nova versão do aplicativo (Subseção 3.5), bem como novos módulos para o SAP, visando atender às sugestões dos usuários das escolas e da equipe técnica.

### **3.1. Benchmark de Soluções Existentes**

Inicialmente, buscamos aplicar soluções de coleta de dados já existentes no mercado, como Jotform, SurveyMonkey Anywhere e Zoho Forms.

Essas soluções comerciais frequentemente não possuem integrações automatizadas com plataformas de análise dedicadas para monitoramento de indicadores específicos, como a evasão escolar, e tão pouco oferecem funcionalidades para aplicação de questionários impressos personalizados, deixando uma lacuna na capacidade de aplicação prática.

Assim, optou-se por implementar uma solução integrada com uma plataforma de análise psicométrica dos riscos de evasão.

### **3.2. Etapa 1: Implementação de Solução Adaptada com Funcionalidade *Online***

Diante das limitações encontradas no uso das soluções existentes, a equipe desenvolveu uma solução adaptada para coleta de dados, focada em formulários digitais que funcionavam exclusivamente em ambiente *online*, o que se mostrou inviável no contexto das escolas do município de Cametá, onde apenas duas das oito escolas possuíam acesso à internet de forma estável. A maioria dos professores utilizava conexão própria em seus aparelhos móveis, o que impôs uma barreira à adoção de tais soluções de forma padronizada. Essa solução dependia de conexão ativa com a internet para capturar e enviar os dados coletados. No entanto, durante os testes realizados nas escolas, constatou-se que a instabilidade da conexão gerava interrupções frequentes no processo de coleta e transmissão dos dados, resultando em perda de informações e retrabalho.

Assim, optou-se por implementar uma solução dinâmica que detectava quando havia conexão com internet para efetivar a submissão de dados multidimensionais sobre riscos de evasão, conforme mostra o fluxo do diagrama de sequência da Figura 3.

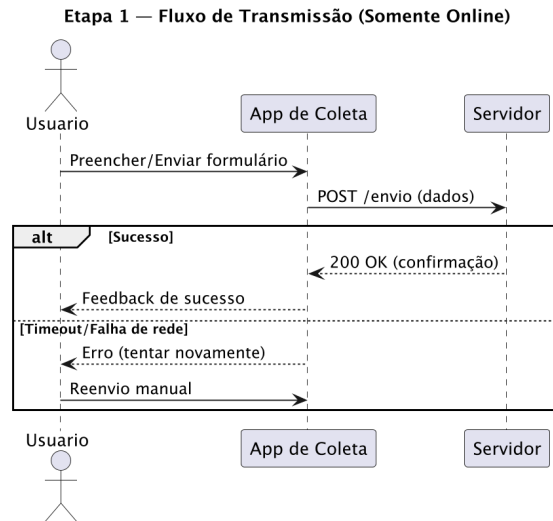
### **3.3. Etapa 2: Solução com Detecção de Conexão com Internet**

Para superar os problemas identificados, desenvolvemos uma nova versão da solução que detectava automaticamente a presença de uma conexão com a internet antes de realizar a transmissão dos dados coletados. Contudo, não havia uma abordagem focada no armazenamento *offline*, que era tratado apenas de forma secundária. Outro problema dessa abordagem era a incapacidade de diferenciar se a conexão era estável ou se possuía uma velocidade mínima adequada para a transmissão segura dos dados. Como resultado, a coleta de dados apresentava falhas, com pacotes corrompidos ou transmissões incompletas em situações de baixa qualidade da conexão.

Assim, refinou-se a solução a fim de identificar se a conexão era adequada para a transmissão dos dados via celular, conforme mostra o fluxo do diagrama de sequência da Figura 4.

### **3.4. Etapa 3: Solução com Detecção de Tipo de Conexão**

Na tentativa de melhorar a robustez da solução, uma nova versão foi desenvolvida para detectar o tipo de conexão utilizada (Wi-Fi ou dados móveis) antes da transmissão dos dados.



**Figura 3. Fluxo de Transmissão da Etapa 1.**

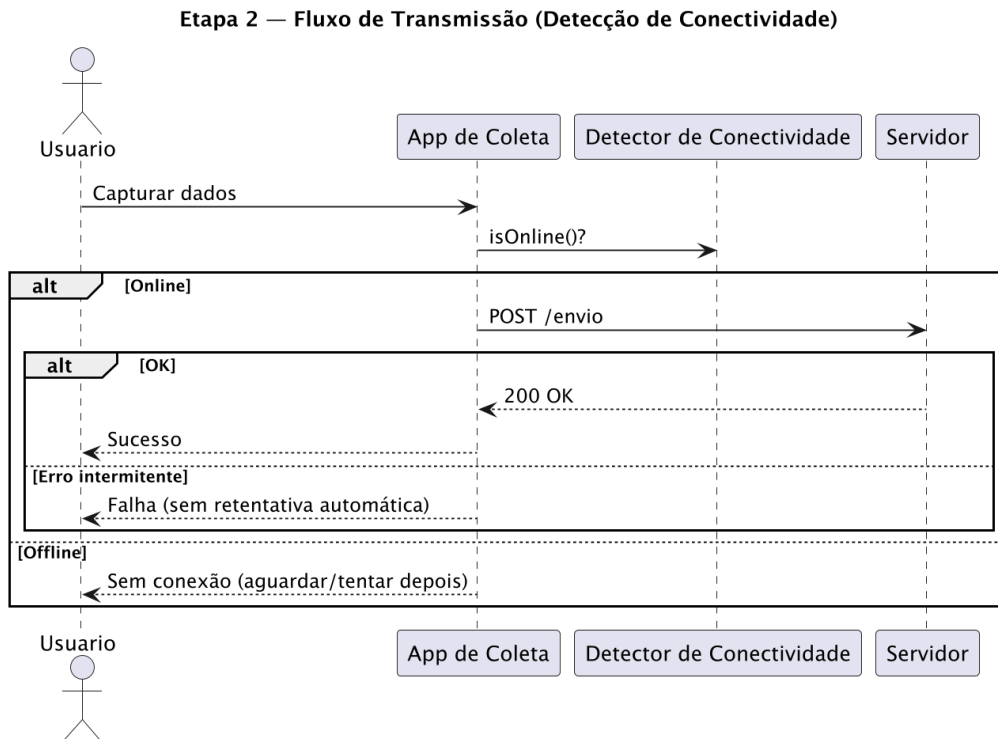
Nessa versão, o aplicativo exibia uma mensagem ao usuário, perguntando se ele desejava prosseguir com a transmissão, caso estivesse utilizando dados móveis. Embora essa abordagem tenha reduzido as falhas de transmissão, ainda gerava um tempo excessivo para o envio dos dados em redes móveis de baixa velocidade, além de depender da tomada de decisão do usuário, o que podia impactar a eficiência do processo de sincronização.

Assim, foi necessário implementar uma solução que permitisse a coleta *offline* para posterior sincronização, conforme mostra o fluxo do diagrama de sequência da Figura 5.

### 3.5. Etapa 4: Solução Final com Armazenamento *Offline* e Otimização de Transmissão

Após identificar as limitações das versões anteriores, desenvolveu-se a solução final baseada no conceito de sincronização *offline*, que permite a coleta e o armazenamento dos dados localmente, sem a necessidade de conexão ativa com a internet. Outro ponto relevante é que o usuário, mesmo tendo uma conexão estável, pode optar por ativar um modo de operação *offline*, conforme mostra o fluxo do diagrama de sequência da Figura 6.

Essa funcionalidade é essencial para evitar o uso involuntário de dados móveis. A transmissão dos dados é realizada utilizando as seguintes estratégias de otimização: (i) compactação de dados com GZIP, reduzindo o tamanho dos arquivos e o tempo de envio; (ii) criptografia AES, assegurando a confidencialidade das informações durante a transmissão; e (iii) divisão progressiva de pacotes em caso de falha, que permite reenvios parciais até que todas as partes sejam transmitidas com sucesso. Essa abordagem aumentou a eficiência e segurança da coleta de dados, minimizando problemas relacionados à instabilidade da conexão e reduzindo a necessidade de intervenção manual do usuário.



**Figura 4. Fluxo de Transmissão da Etapa 2.**

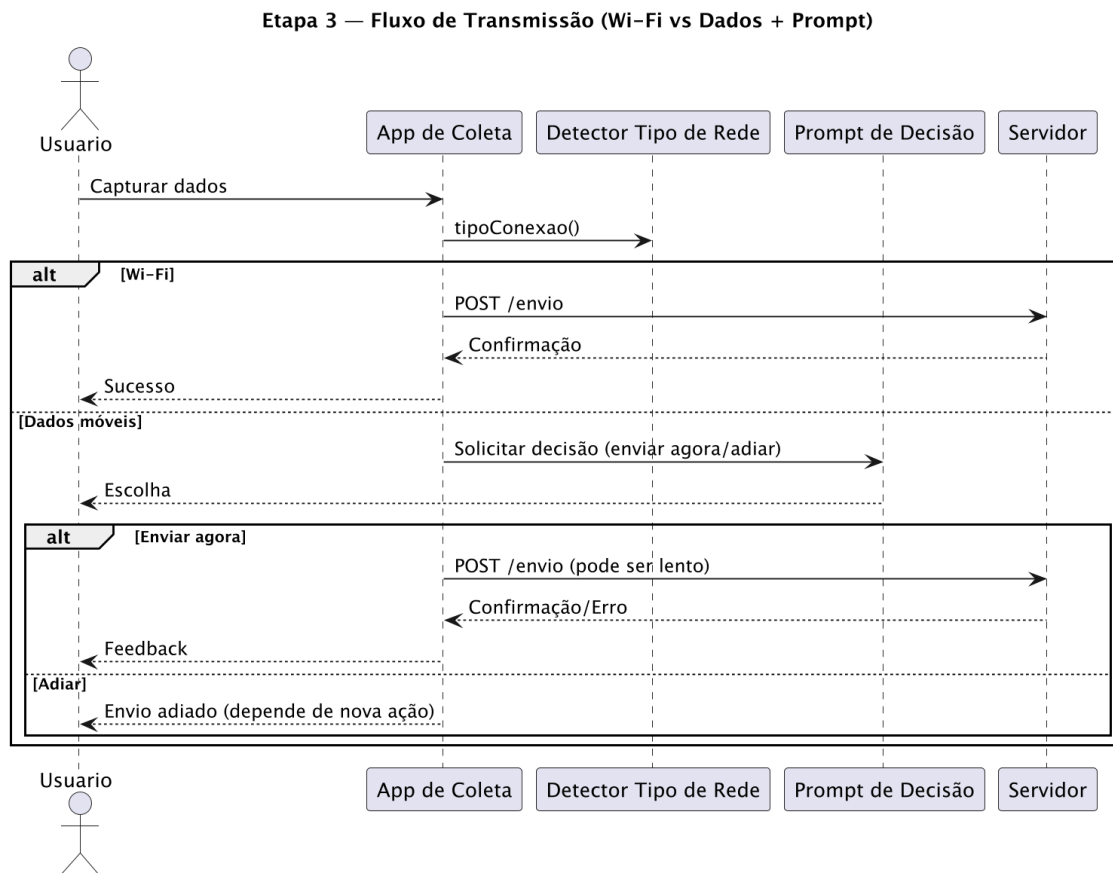
A literatura descreve diferentes modelos para operação sob conectividade limitada. O *online-first* mantém o servidor como fonte primária e utiliza cache apenas para leitura, sendo frágil em cenários instáveis. O *offline-capable* amplia o cache local, mas com escrita restrita, oferecendo suporte parcial ao funcionamento desconectado. Em contraste, o *offline-first* considera o cliente como fonte temporária e sincroniza alterações posteriormente segundo o princípio da consistência eventual, exigindo políticas de resolução de conflitos, quando necessárias. Para cenários de coleta robusta, a sincronização baseada em *logs (store-and-forward)* registra eventos localmente e os transmite em lotes, possibilitando processamento idempotente no servidor [Kleppmann 2019, Pothineni 2024a, Guda 2025].

## 4. Resultados

A coleta de dados foi realizada por meio do aplicativo desenvolvido para a plataforma Android, projetado para operar de forma *offline* e armazenar grandes volumes de dados localmente até que uma conexão com a internet estivesse disponível para sincronização. O aplicativo seguiu um fluxo arquitetural, com etapas que buscam assegurar a precisão, integridade e eficiência no armazenamento e envio dos dados coletados. A seguir, detalham-se a arquitetura do aplicativo, o processo de coleta de dados e as principais características técnicas que possibilitaram sua utilização em ambientes com conectividade limitada.

### 4.1. Arquitetura Funcional do Aplicativo

A arquitetura da solução foi dividida em quatro camadas principais:



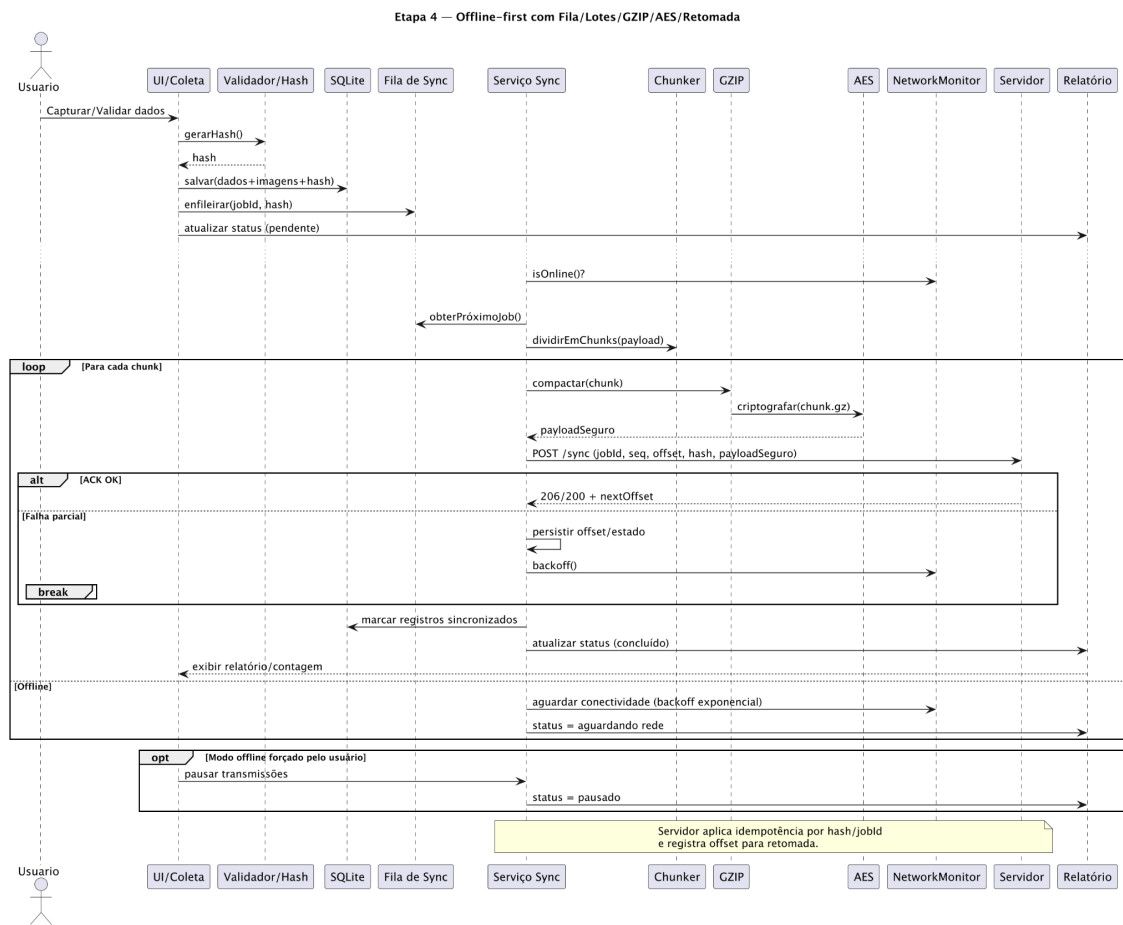
**Figura 5. Fluxo de Transmissão da Etapa 3.**

- **Interface do Usuário (UI):** Desenvolvida com foco em usabilidade, guia o usuário por todas as etapas da coleta, desde a seleção da turma até o envio dos dados.
- **Lógica de Aplicação:** Responsável pelas regras de negócio, incluindo validações, controle de fluxo, tratamento de erros e notificações.
- **Armazenamento Local:** Utiliza SQLite para gestão de dados *offline*, com indexação por identificadores únicos, garantindo integridade e organização.
- **Sincronização e Comunicação com o Servidor:** Gerencia o envio seguro e eficiente dos dados, com compressão, criptografia e registro de *logs* para controle e rastreamento do processo.

#### 4.2. Coleta de Dados *Offline*

A coleta de dados foi realizada no período de 13 de junho a 20 de setembro de 2022, contemplando 3 escolas, 9 turmas e 58 alunos de escolas públicas de Cametá [Nascimento et al. 2023]. As 3 escolas voluntárias para participar do projeto não possuíam acesso à Internet sem fio. Apenas os computadores da secretaria possuíam conexão cabeada. Assim, optou-se por imprimir os questionários e os gabaritos com as opções de resposta, apresentados na Figura 7.

Após a seleção da turma e do aluno, o responsável pela coleta iniciava uma “Nova Digitalização”, conforme a tela da Figura 8.



**Figura 6. Fluxo de Transmissão da Etapa 4.**

**QUESTIONÁRIO SÓCIO-DEMOGRÁFICO**

QUESTIONÁRIO SÓCIO-DEMOGRÁFICO – CARTÃO DE RESPOSTAS

NOME DO ESTUDANTE: \_\_\_\_\_

NOME DA ESCOLA: \_\_\_\_\_

NOME DA TURMA: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_

QUANTAS PESSOAS MORAM NA RESIDÊNCIA DO PAVILÃO? \_\_\_\_\_ BAIRRO ONDE MORAM: \_\_\_\_\_ ESTIMATIVA DE TEMPO DO TRAJETO CASA-ESCOLA: \_\_\_\_\_

Preenchia apenas uma opção por questão. Utilize apenas caneta ou cor PRETA. Preenchimento incorreto.

NÃO marque com "X". NÃO rasure.

FAÇA       NÃO FAÇA  
 1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

01  1    2    3    4    5

02  1    2    3    4    5

03  1    2    3    4    5

04  1    2    3    4    5

05  1    2    3    4    5

06  1    2    3    4    5

07  1    2    3    4    5    6

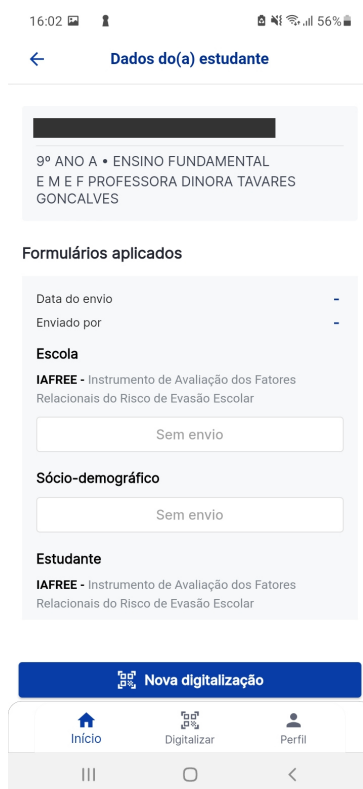
08  1    2    3    4    5    6    7

09  1    2    3    4    5    6    7

10  1    2    3    4    5    6    7

Pag. 03

**Figura 7. Gabarito preenchido pelos estudantes.**



**Figura 8. Seleção de um estudante de uma escola.**

A câmera do dispositivo era ativada com um recurso de ajuste de enquadramento, que exibia guias visuais para auxiliar o alinhamento adequado do gabarito do questionário, conforme a Figura 9. Esse recurso foi essencial para garantir imagens de boa qualidade, minimizando distorções e otimizando a extração posterior dos dados.

Por fim, o aplicativo permite visualizar os questionários digitalizados, excluir ou enviar, conforme mostra a Figura 10. O envio pode ser feito somente quando o responsável obter conexão com a rede. Caso não tenha Internet, o aplicativo armazena as imagens internamente para posterior submissão.

O aplicativo demonstrou sua viabilidade como uma ferramenta de apoio à gestão educacional. A possibilidade de realizar a captura de dados com controle de enquadramento e qualidade, armazenar localmente e enviar de forma otimizada, reduz significativamente os gargalos enfrentados por gestores escolares na obtenção de informações para a tomada de decisão.

### **4.3. Armazenamento Local e Organização dos Dados**

Cada questionário digitalizado era salvo localmente em um banco de dados SQLite, com organização por turma, aluno e data. Essa estrutura favoreceu a recuperação ágil das informações, mesmo em ambientes desconectados.

Para otimizar o espaço de armazenamento e reduzir riscos de perda de dados, o aplicativo implementou compressão de imagens, reduzindo o tamanho dos arquivos sem comprometer a qualidade necessária para análise. Cada digitalização era identificada por um *hash* único, garantindo integridade e evitando duplicações durante a sincronização.

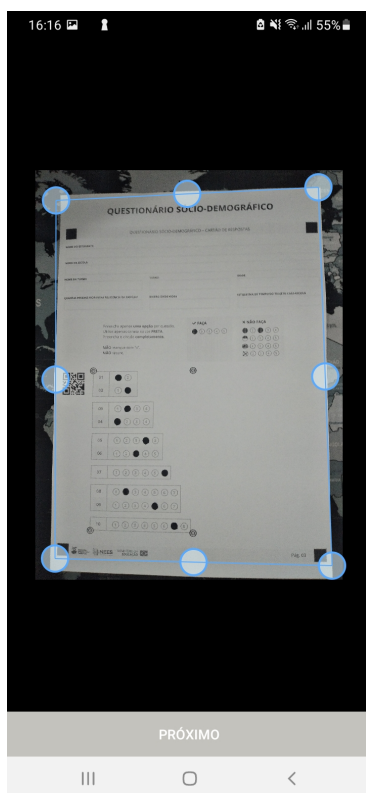


Figura 9. Ajuste do gabarito a ser digitalizado.



Figura 10. Opções de ações para os questionários.

#### 4.4. Sincronização Automática e Transmissão dos Dados

Quando o dispositivo se conectava à internet, o processo de sincronização era iniciado automaticamente. Inicialmente, o sistema validava os *hashes* das digitalizações para garantir a integridade dos dados. Em seguida, os arquivos eram compactados e transmitidos para um servidor central hospedado na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), por meio de protocolo seguro.

Para evitar sobrecarga de rede, especialmente em situações com grandes volumes de dados, a transmissão era realizada em lotes, com controle por fila. Caso a conexão fosse interrompida, o sistema retomava a sincronização a partir do ponto exato da falha, preservando a completude da transferência.

Ao final da sincronização, um relatório de sucesso era gerado automaticamente, e as cópias locais eram mantidas temporariamente até que a equipe de suporte confirmasse o recebimento e o processamento dos dados no servidor.

#### 4.5. Análise da Evasão Escolar

As digitalizações dos dados foram enviadas para o servidor da UFAL, tornando-se acessíveis para o SAP. O SAP, apresentado na Figura 11, permite realizar a extração dos dados dos questionários e analisar a psicometria dos fatores de evasão por dimensões, por estudante e turma.

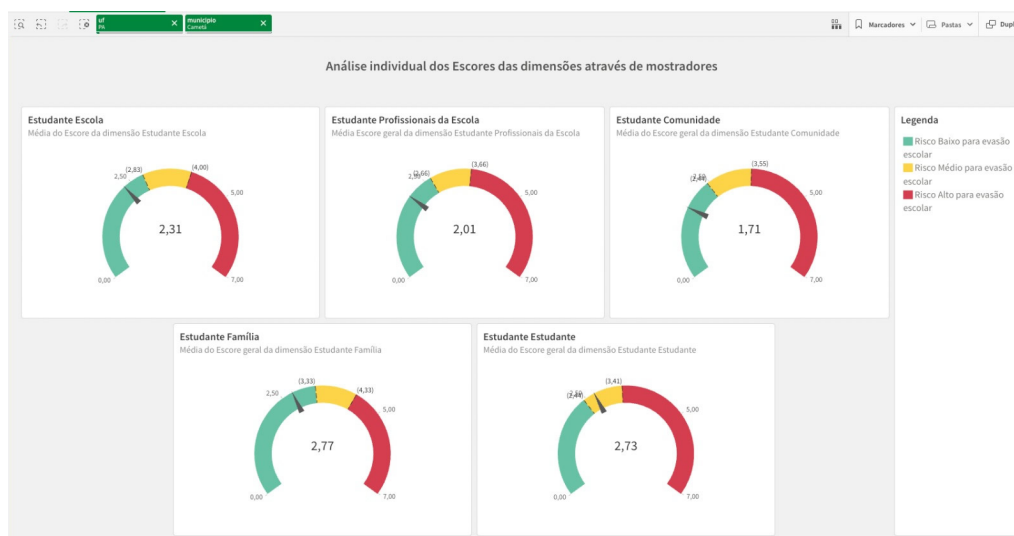


Figura 11. Monitoramento do Risco de Evasão de Estudante por Dimensões.

A Tabela 1 destaca as principais análises realizadas pela equipe de predição do projeto, formada por especialistas da UFAL que possui acesso ao SAP. A análise dos riscos de evasão foi realizada por dimensões para cada turma participante de cada escola (nomes fictícios).

Em relação a turma do 8º ano B da escola ABC, os maiores riscos de evasão estão associados à dimensão **Estudante-Estudante (E-EST)** com média igual a 2,88 (médio risco). O desinteresse dos alunos por essa escola é provocado pela falta de significado e de qualidade das atividades escolares. Quando o estudante não consegue perceber a relevância e utilidade do processo educacional, enfrentando dificuldades para compreender

**Tabela 1. Risco de Evasão de Estudante por Turmas.**

Nome Turma	Nome Escola	E-ESC	E-PROF	E-FAM	E-COM	E-EST
8º ANO B	ABC	2,58	1,70	2,83	1,55	2,88
7º ANO A	ABC	2,55	1,16	1,66	1,33	2,33
6º ANO B	ABC	1,50	1,00	2,41	1,27	2,27
9º ANO	ABC	2,40	1,20	2,06	1,42	2,02
8º ANO A	DEF	2,55	2,66	3,34	2,01	3,18
9º ANO A	GHI	1,50	1,90	2,50	1,71	2,61
7º ANO A	GHI	1,85	1,71	2,69	1,25	2,58
7º ANO B	GHI	2,74	2,56	2,75	1,92	2,77
8º ANO B	GHI	2,66	1,56	3,30	1,97	2,95

como ele afetará sua entrada no mercado de trabalho, acesso ao ensino superior, valores e metas pessoais, ocorre um desengajamento e abandono.

Quanto ao 8º ano A da escola DEF, a dimensão que apresentou maior risco de evasão foi **Estudante-Família (E-FAM)** com média igual a 3,34 (alto risco).

Para que os estudantes dessa escola se engajem nas atividades escolares, pode ser necessário o apoio complementar da família por meio da orientação nas tarefas de casa, estímulo ao estudo e acesso a recursos culturais. No entanto, a falta de recursos e suporte adequados pode impedir que os jovens tenham condições de estudar. As responsabilidades domésticas e familiares, embora muitas vezes sejam invisibilizadas, são consideradas como trabalho informal, o que pode levar ao afastamento, abandono e, conseqüentemente, à evasão escolar.

Na escola GHI, turma 7º ano B, destaca-se a dimensão **Estudante-Profissionais da Escola (E-PROF)** com média igual a 2,56 (médio risco), que inclui a rigidez das estruturas curriculares, resultando na incapacidade de os estudantes escolherem temas, esportes ou expressões artísticas de seu interesse. O desinteresse pela escola geralmente é causado pela falta de significado e qualidade das atividades escolares, o que resulta em uma falta de atratividade. Já na turma do 8º ano B da escola GHI, destaca-se para análise a dimensão **Estudante-Escola (E-ESC)** com média igual a 2,66 (médio risco), que envolve as condições materiais necessárias para o acesso e a permanência na escola, como uniforme, material escolar e um espaço adequado para estudar. Os estudantes provenientes de famílias mais pobres têm maior probabilidade de serem excluídos do sistema educacional, pois essa diferença socioeconômica também se reflete na dificuldade de acesso a materiais de estudo, transporte e um espaço apropriado para estudar.

Por fim, os membros do projeto fizeram a apresentação desses resultados da predição aos gestores das escolas participantes do projeto, por meio de relatórios impressos. Como próximas etapas, a equipe do projeto e os gestores irão identificar ações de intervenções no contexto Secretaria da Educação Básica para diminuição dos fatores de riscos nas escolas do município de Cametá. Essas ações para acompanhamento e encaminhamento de estudantes em riscos de evasão serão disponibilizadas no SAP para todos os envolvidos no projeto.

## 5. Discussões

### 5.1. Comparação com Soluções Existentes

No Programa Nacional de Tuberculose do Paquistão [VillageReach 2016], a digitalização do registro TB03 foi redesenhada com o ODK Scan para operar sob conectividade intermitente: o formulário passou a empregar campos estruturados (bolhas/caixas de dígitos e QR), com OCR e validação no próprio dispositivo, persistência local e sincronização oportunista quando havia rede disponível. Em avaliação empírica, observou-se redução do tempo de digitação de cerca de 2 minutos por registro para 10 segundos, além de queda do tempo de transferência de dados (antes via courier, 1–2 dias) para minutos em situações com conectividade; a acurácia atingiu 99,2% (bolhas) e 79,4% (dígitos) antes da verificação humana [VillageReach 2016]. Tais resultados derivam justamente do deslocamento do trabalho crítico para o modo offline e de um fluxo *store-and-forward* com envio assíncrono, compatível com ambientes de infraestrutura precária.

No domínio educacional, a plataforma Kolibri [Akkinpally et al. 2021] foi concebida para ensino e aprendizagem sem Internet, por meio de instalação local (p. ex., em servidores/*laptops* de escola) e sincronização eventual quando a conectividade estiver disponível. Evidências documentadas no estudo de continuidade educacional da OCDE indicam que esse arranjo desacopla a entrega e o uso pedagógico da dependência de rede, assegurando acesso a conteúdos e monitoramento básico em contextos com conectividade restrita, ou seja, um desenho explicitamente *offline-first* aplicado à educação básica.

À luz dos dois casos apresentados, emergem três princípios estruturantes: (i) processamento, validação e persistência local no dispositivo/servidor da ponta; (ii) sincronização assíncrona do tipo *store-and-forward*, com retentativa e retomada a partir do ponto de falha; e (iii) ganhos mensuráveis em oportunidade e completude dos dados e em continuidade operacional. A solução aqui desenvolvida adere a esse arcabouço ao centralizar a operação no cliente, com armazenamento local estruturado (SQLite) e validações na borda; ao adotar transmissão em lotes com retomada e registro de *logs* para resiliência sob intermitências; e ao integrar eficiência/segurança do canal (compactação GZIP, criptografia AES e verificação de integridade por hash), coerentes com os objetivos de reduzir custos de transmissão e preservar a confidencialidade.

Assim como no ODK Scan [VillageReach 2016], a coleta e a curadoria principais são realizadas *offline*, e, à semelhança do Kolibri [Akkinpally et al. 2021], a desacoplagem entre uso local e replicação explica a manutenção de rotinas informacionais mesmo em escolas com rede oscilante, oferecendo completude superior e latências menores até a análise central.

Em síntese, a arquitetura proposta configura aplicação aderente do paradigma *offline-first* ao contexto amazônico, na região do Baixo Tocantins na cidade de Cametá, convergente com as evidências de saúde pública e de educação básica discutidas nos dois casos.

### 5.2. Relevância Técnica da Solução Desenvolvida

A funcionalidade *offline* e o processo de sincronização automatizada destacam-se como diferenciais técnicos da solução proposta. Em contextos educacionais com infraestrutura limitada, esses aspectos são determinantes para assegurar a continuidade, integridade e confiabilidade da coleta de dados.

O aplicativo desenvolvido permitiu que profissionais da educação pudessem capturar, armazenar e transmitir informações de maneira autônoma, mesmo sem acesso imediato à internet. O armazenamento seguro dos dados localmente, aliado à validação por *hash* e à compactação dos arquivos para transmissão posterior, garantiu a consistência das informações e evitou perdas durante o processo de sincronização. Tais características técnicas foram fundamentais para assegurar a viabilidade do projeto em regiões com baixa ou inexistente conectividade.

Nesse sentido, a proposta também se destaca em relação às ferramentas tradicionais de mercado, que apesar de oferecerem funcionalidades básicas de coleta, não atendem às especificidades dos contextos escolares brasileiros que operam em condições adversas de infraestrutura. Elas apresentam limitações significativas quanto à coleta *offline*, gerenciamento local de grandes volumes de dados, suporte a fluxos de captura personalizados e integração automatizada com sistemas de análise educacional.

Outro diferencial do aplicativo foi o nível de controle na captura das informações, com a utilização de algoritmos de enquadramento e verificação de nitidez em tempo real. Essa abordagem reduziu a ocorrência de erros humanos e melhorou a acurácia dos dados coletados, aspectos frequentemente negligenciados nas ferramentas de mercado.

A escolha por desenvolver uma solução própria não apenas respondeu às necessidades técnicas do projeto, mas também proporcionou um avanço relevante no campo da tecnologia educacional. A arquitetura implementada possibilitou uma atuação mais eficaz dos gestores escolares, ao garantir o acesso a dados confiáveis para subsidiar estratégias de combate à evasão escolar com base em evidências.

A aplicação prática da solução desenvolvida demonstrou não apenas sua viabilidade técnica, mas também sua pertinência social e educacional. Ao combinar elementos de inovação tecnológica com a realidade das escolas públicas brasileiras, o sistema desenvolvido contribuiu significativamente para a superação de barreiras históricas na gestão educacional. Os resultados obtidos apontam para o potencial do aplicativo como ferramenta de transformação no enfrentamento da evasão escolar.

### **5.3. Análise do Apoio do Aplicativo**

Os resultados apresentados na Subseção 4.5 evidenciam a viabilidade técnica e operacional do aplicativo desenvolvido para contextos educacionais com infraestrutura limitada. A coleta de dados *offline*, associada à sincronização posterior e segura, demonstrou-se eficaz ao permitir a continuidade das atividades mesmo na ausência de conexão com a internet, sendo essa a realidade presente em grande parte das escolas públicas brasileiras.

Ferramentas comerciais de coleta de dados, ainda que amplamente utilizadas, carecem de adaptação às realidades educacionais periféricas, sendo apontadas como ineficazes em contextos sem conectividade [Fonseca and Dias 2022]. Ferramentas tradicionais de mercado, como Jotform, SurveyMonkey Anywhere e Zoho Forms, dependem de conectividade constante e, geralmente, não oferecem controle sobre o processo de captura ou integração com plataformas de análise voltadas ao monitoramento de indicadores educacionais, como a evasão escolar.

Outro diferencial relevante é a precisão no controle da captura de imagem. Enquanto as ferramentas comerciais carecem de recursos para validar enquadramento e qua-

lidade, esse aplicativo incorpora algoritmos de verificação automática. Caso a imagem não atenda aos critérios de nitidez e posicionamento, o sistema orienta o usuário a refazer a captura. Isso reduz erros humanos e a necessidade de retrabalho, elevando a qualidade dos dados coletados.

Além disso, o aplicativo elimina a dependência de pontos de acesso à internet para funcionamento pleno. Sua arquitetura permite o armazenamento e posterior sincronização *offline*, ampliando sua aplicabilidade em contextos educacionais com infraestrutura tecnológica escassa.

Esses resultados confirmam achados da literatura sobre a importância de soluções adaptadas a realidades locais [Souza and Rodriguez 2020, UNESCO 2023], sobretudo quando há desigualdade de acesso digital. Ao atender diretamente a essa lacuna com uma proposta funcional, a pesquisa apoia a inclusão tecnológica e democratização do acesso à informação educacional.

#### **5.4. Alinhamento com Políticas Públicas**

Ao considerar as diretrizes do Ministério da Educação, como os Sistemas de Alerta Preventivo (SAP), o Busca Ativa Escolar e o recente Programa Pé-de-Meia, percebe-se que a solução proposta atua de forma complementar a essas políticas. Ela oferece um mecanismo de coleta e gestão de dados em regiões que não possuem conectividade constante, ampliando as ações de combate à evasão.

Além disso, a possibilidade de integração futura com sistemas nacionais, como a Plataforma Trajetórias Escolares, demonstra que a arquitetura desenvolvida possui potencial para escalabilidade e integração institucional, contribuindo diretamente com as metas dos planos estaduais e federais de educação.

#### **5.5. Contribuições Científicas e Tecnológicas**

Este estudo contribui cientificamente ao apresentar:

- Uma abordagem metodológica de pesquisa-ação aplicada a um problema concreto de gestão educacional, com ciclos bem definidos e documentados;
- O desenvolvimento de uma solução tecnológica inédita no contexto da coleta offline de dados educacionais estruturados, com ênfase em precisão, segurança e autonomia;
- Uma proposta replicável e escalável, que pode ser adaptada para outros municípios e realidades com desafios semelhantes;
- Uma ponte entre as áreas de computação, educação e políticas públicas, demonstrando como a tecnologia pode atender a finalidades sociais relevantes e urgentes.

#### **5.6. Limitações e Oportunidades Futuras**

Embora os resultados sejam promissores, existem algumas limitações na pesquisa. As 3 escolas na qual o estudo foi validado restringe os resultados, o que demanda validações adicionais em contextos diversos. Além disso, a análise preditiva de evasão ainda depende de integrações futuras com modelos de aprendizado de máquina, o que pode ampliar significativamente o impacto da ferramenta.

Como oportunidades futuras, destacam-se:

- A inclusão de um módulo de análise diretamente no aplicativo, com visualização de indicadores em tempo real;
- A expansão para outras áreas da gestão escolar, como desempenho acadêmico, frequência e fluxo escolar;
- A adaptação da solução para outras plataformas (iOS, desktop);
- A criação de uma API pública para integração com sistemas educacionais governamentais.

Os resultados e reflexões apresentados nesta seção reforçam que o desenvolvimento tecnológico, quando guiado por um entendimento profundo do contexto e das necessidades dos usuários, pode gerar soluções efetivas para problemas complexos como a evasão escolar. A proposta desenvolvida não apenas resolve um desafio técnico, mas evidencia como a computação pode contribuir, de forma ética e estratégica, com a educação pública brasileira.

## 6. Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo propor e implementar uma solução tecnológica voltada ao enfrentamento da evasão escolar em escolas públicas do ensino fundamental, com foco na coleta estruturada de dados em contextos de conectividade limitada. A solução desenvolvida, composta por um aplicativo móvel para digitalização de questionários em papel e um Sistema de Análise de Predição (SAP), demonstrou-se eficaz na coleta, armazenamento e sincronização segura de dados educacionais, mesmo em ambientes desconectados. O principal diferencial reside na arquitetura *offline* do sistema, que viabiliza a operação autônoma, garantindo a integridade e a continuidade do processo de coleta até que uma conexão estável permita a sincronização automática com o servidor central.

A adoção de técnicas de compressão, criptografia e transmissão resiliente, com divisão progressiva de pacotes em caso de falha, assegurou a segurança e eficiência no envio dos dados. Com isso, a solução permitiu o acesso a informações confiáveis e atualizadas por parte dos gestores escolares, contribuindo para a formulação de estratégias de intervenção baseadas em evidências.

A aplicação prática da solução em três escolas públicas do município de Cameté evidenciou o potencial transformador de tecnologias adaptadas às realidades locais. O uso de tecnologias apropriadas, com foco em usabilidade e contextualização, tem se mostrado decisivo para fortalecer a autonomia da gestão escolar e a tomada de decisões com base em dados. Do ponto de vista científico, o trabalho contribui ao integrar tecnologia, educação e políticas públicas por meio de uma abordagem metodológica aplicada. Assim, o estudo abre caminho para novas investigações sobre soluções educacionais em cenários de vulnerabilidade tecnológica.

Como trabalhos futuros, propõe-se:

- A expansão da solução para outros municípios e redes de ensino;
- O desenvolvimento de funcionalidades adicionais, como *dashboards* personalizados, relatórios gerenciais e alertas preditivos;
- A incorporação de módulos de capacitação para professores e gestores sobre uso e interpretação dos dados;

- A integração da solução com políticas públicas e plataformas nacionais, como o Censo Escolar e o Busca Ativa Escolar.

Em síntese, este trabalho reafirma a importância de se desenvolver soluções tecnológicas centradas nas pessoas, sensíveis ao contexto e orientadas para o bem público. Ao transformar a coleta de dados em uma prática acessível, esta pesquisa contribui para a construção de uma educação com mais equidade e inclusão, especialmente para escolas públicas e municípios do interior.

## Referências

- Agência Brasil (2012). Índice de abandono escolar é três vezes maior no 6º ano do ensino fundamental. <https://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2012-05-22/indice-de-abandono-escolar-e-tres-vezes-maior-no-6%C2%BA-ano-do-ensino-fundamental>, Maio.
- Akkinepally, N., Lichtman, L., and Petrie, C. (2021). *Jordan: Leveraging Edtech without Internet Connectivity using Kolibri (Education Continuity Stories Series)*. OECD Publishing, Paris. Agosto.
- Bueno, J. and García, L. (2015). Pesquisa-ação na construção de insumos conceituais de um ambiente computacional de apoio ao letramento bilíngue de crianças surdas. In *Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.
- Cabral, C. (2017). Evasão escolar: O que a escola tem a ver com isso? Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação e Direitos Humanos) – Universidade do Sul de Santa Catarina.
- CGI.br (2023). Tic educação 2023: pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação nas escolas brasileiras.
- FCC (2024). Censo escolar 2023: reprovação e abandono retomam crescimento após pandemia. Setembro.
- Fonseca, G. and Dias, M. M. (2022). Avaliação de ferramentas de coleta de dados em contexto de baixa conectividade. *Cadernos de Informática e Educação*, 14(2):45–61.
- Freitas, M. S., e Silva, W. d. Q., Rodrigues, A. M., Araújo, C. C. d. S., Aguiar, V. C. F., Moura, J. B. F., Araújo, S. B., and Soares, S. L. (2023). Tecnologias digitais: mediações pedagógicas no combate à evasão escolar. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 15(9):8024–8043.
- Fucape (2022). Efeitos da pandemia sobre o abandono escolar. Setembro.
- Guda, N. (2025). Implementation of offline-first architectures for android internet-based chat systems. *Multidisciplinary Global Education Journal*, 7(1):320–326.
- IBGE (2023). Instituto brasileiro de geografia e estatística. pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/17270-pnad-continua.html?edicao=39295>, Maio.
- INEP (2022). Dicionário de indicadores educacionais. Setembro.
- INESC (2021). Abandono no ensino médio brasileiro duplicou na pandemia. Agosto.

- Instituto Unibanco (2023a). Abandono e evasão escolar: diferenças conceituais. Setembro.
- Instituto Unibanco (2023b). Abandono e evasão escolar no brasil: dados do censo escolar 2023. Agosto.
- Kleppmann, M. (2019). *Designing Data-Intensive Applications*. O'Reilly Media, Sebastopol.
- Kleppmann, M., McCutcheon, A., Frey, C., Muller, D., and Beresford, A. (2019). Local-first software: You own your data, in spite of the cloud. In *Proceedings of the ACM Symposium on Cloud Computing (SoCC)*, pages 1–15, Santa Cruz, CA.
- MEC (2022). Programa brasil na escola. <https://www.gov.br/mec/pt-br/brasil-na-escola/eixos-do-programa/manual-sap-final.pdf>, Maio.
- MEC (2023). Censo escolar 2023: dados mostram crescimento da evasão no ensino médio. Setembro.
- Michael, E. (2025). Offline-first and retry strategies in resilient real-time front-end architecture. *International Journal of Computer Applications*, 182(7):15–24.
- Nascimento, T., Portela, C., Lisboa, R., Souza, M., Cordeiro, T., Lima, A., Álvaro Sobrinho, and Ferreira, J. (2023). Abordagem tecnológica sem conectividade para combater à evasão em escolas da educação básica. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 1243–1252, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- OECD (2021). *Organisation for Economic Co-operation and Development. Education at a Glance 2021: OECD Indicators*. OECD Publishing, Paris. [https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2021\\_b35a14e5-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2021_b35a14e5-en.html), Maio.
- Pereira, R. and Dias, A. (2020). As principais causas da evasão escolar: Uma análise com estudantes do 6º ano do ensino fundamental da rede pública de ensino. In *Anais do VII Congresso Nacional de Educação (CONEDU)*, Maceió.
- Pothineni, A. (2024a). Offline-first architectures in mobile learning. *International Journal of Mobile Learning*, 18(1):55–72.
- Pothineni, S. (2024b). Offline-first mobile architecture: Enhancing usability and resilience in mobile systems. *International Journal of Mobile Computing and Multimedia Communications*, 13(4):55–70.
- Riol, H. and Thuillier, D. (2015). Project management for academic research projects: Balancing structure and flexibility. *International Journal of Project Organisation and Management*, 7(2):51–68.
- Silva, R. and Araújo, R. (2017). Evasão e abandono escolar na educação básica no brasil: fatores, causas e possíveis consequências. *Educação Por Escrito*, 8(1):35–48.
- Souza, T. and Rodriguez, C. (2020). A utilização de softwares e plataformas online no ensino da matemática. In *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola*.
- UNESCO (2023). Education: from school closure to recovery. <https://www.unesco.org/en/covid-19/education-response>, Maio.

UNICEF (2018). Early warning systems for students at risk of dropping out. [https://www.unicef.org/eca/sites/unicef.org.eca/files/2018-11/Early warning systems for students at risk of dropping out\\_0.pdf](https://www.unicef.org/eca/sites/unicef.org.eca/files/2018-11/Early_warning_systems_for_students_at_risk_of_dropping_out_0.pdf), Maio.

UNICEF (2023). Project connect: Mapping school connectivity globally. <https://projectconnect.unicef.org/map/country/br>, Maio.

VillageReach (2016). Odk scan field trial report – tuberculosis register in pakistan. Agosto.