



Esta obra está sob o direito de
Licença Creative Commons
Atribuição 4.0 Internacional.

ACESSIBILIDADE DIGITAL PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA: DIAGNÓSTICO TÉCNICO E RECOMENDAÇÕES DE BAIXO CUSTO

Claudevânia Lima Mendonça

RESUMO

Este estudo examina as condições de acessibilidade digital vividas por estudantes com deficiência visual na educação básica, em contexto de baixa infraestrutura, e propõe um modelo processual mínimo para elevar o padrão de qualidade acessível. Adotou-se desenho misto: entrevistas semiestruturadas com quatro estudantes (um com cegueira e três com baixa visão), três auxiliares do AEE e um professor de sala de recursos; e verificação técnica de materiais e plataformas com checklist derivado de WCAG 2.2 e PDF/UA, além de escala de usabilidade e planilha de barreiras. A análise temática articulou relatos e evidências observáveis (estrutura semântica, foco, navegação por teclado, alt-text, OCR, rótulos em formulários e pistas auditivas em vídeo). Os achados indicam padrão estrutural de exclusão: 4/4 materiais em PDF-imagem sem OCR e sem marcação; 0% de imagens com alternativa textual; três de quatro estudantes avaliaram como inadequados o uso do Classroom com leitor de tela e a videoaula sem mouse; inexistência de checklist institucional e de revisão pré-publicação; TA limitada a NVDA em um único computador funcional; conectividade instável. Com base nessa triangulação, o artigo formula a noção de piso verificável de acessibilidade — conjunto de critérios auditáveis antes da publicação — e apresenta uma agenda de curto prazo, de baixo custo e alto rendimento: autoria em formatos editáveis com estilos; exportação apenas de PDFs taguados com OCR; alt-text obrigatório; formulários rotulados e testados por teclado; audiodescrição breve quando necessária; checklist de uma página e revisão relâmpago pelo AEE; plano off-line para dados móveis; instalação ampla de NVDA e apoio ao TalkBack. Conclui-se que formatos e processos explicam mais acessibilidade do que equipamentos raros, oferecendo um caminho reproduzível para redes que operam em condições materiais semelhantes.

Palavras-chave: Acessibilidade Digital; Deficiência Visual; Educação Básica; Desenho Universal para a Aprendizagem; Tecnologia Assistiva.

1 INTRODUÇÃO

A consolidação da tecnologia assistiva como dimensão constitutiva do direito à educação inclusiva é resultado de um longo processo histórico de normatização e de debates internacionais sobre acessibilidade, que encontram no ordenamento jurídico brasileiro diretrizes específicas, como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015). Esse marco normativo, ao estabelecer a acessibilidade como princípio estruturante das políticas públicas, desloca a discussão sobre recursos tecnológicos do campo instrumental para o âmbito dos direitos humanos, tema problematizado também na literatura educacional recente (Ribeiro; Sant'Anna Reis, 2025). Nesse contexto, tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, concebidas com interfaces multissensoriais e interativas, passam a ser tratadas como dispositivos com potencial de emancipação pedagógica para estudantes com deficiência visual, desde que alinhadas a práticas curriculares inclusivas (BRASIL, 2015).

Ao examinar a literatura recente, observa-se expansão do uso de ambientes imersivos no campo educacional, ainda tímida quando direcionada especificamente

a alunos com deficiência visual (Ramos, 2024). Esses recursos viabilizam a construção de experiências que ampliam a apreensão de conceitos abstratos por meio de audiodescrição, feedback tátil e pistas sonoras, articulando percepção e cognição de modo situado, tal como discutido em investigações aplicadas em contextos escolares (Ramos, 2024). Essa possibilidade, entretanto, demanda desenho instrucional cuidadoso e critérios de acessibilidade desde a concepção, sob pena de reproduzir barreiras preexistentes no sistema educacional (BRASIL, 2015).

A análise do cenário indica descompasso entre a retórica da inovação e sua incorporação efetiva ao cotidiano escolar, sobretudo na rede pública. Relatórios de diagnóstico de infraestrutura e uso pedagógico das TIC apontam obstáculos de conectividade, disponibilidade de dispositivos e suporte técnico, além de lacunas na formação docente para práticas digitais inclusivas (NIC.br, 2024). Mesmo quando há aquisição pontual de equipamentos de RV e RA, prevalece utilização episódica, pouco articulada ao planejamento pedagógico e à avaliação da aprendizagem, o que limita efeitos formativos e inclusivos esperados (NIC.br, 2024).

Outro aspecto diz respeito às competências necessárias para mediar experiências imersivas adaptadas a alunos com deficiência visual, mobilizando recursos sensoriais de forma coerente com objetivos de aprendizagem e com a BNCC. Estudos recentes registram que a ausência de formação especializada e de materiais acessíveis compromete a efetividade das práticas com tecnologias imersivas, especialmente no que concerne ao desenho de atividades e à avaliação de processos e produtos (Lopes et al., 2024). A literatura aplicada reforça que a mediação docente precisa articular acessibilidade, intencionalidade didática e monitoramento contínuo de engajamento e desempenho dos estudantes (Ramos, 2024).

Diante desse quadro, importa problematizar a reorganização das práticas pedagógicas frente à introdução de tecnologias imersivas, considerando condições institucionais, arquiteturas curriculares e culturas escolares. O conceito de acessibilidade, frequentemente reduzido a ajustes técnicos, deve incluir dimensões pedagógicas e culturais para assegurar participação significativa de estudantes com deficiência visual, conforme orientam as diretrizes legais de inclusão (BRASIL, 2015). Essa leitura converge com análises que destacam o

design universal para aprendizagem e a centralidade da mediação docente na efetividade do uso de RA e RV em contextos reais (Ramos, 2024).

Nesse horizonte, a investigação proposta busca compreender não apenas a dimensão técnica da aplicação de RA e RV na educação de estudantes com deficiência visual, mas as condições concretas de sua apropriação no cotidiano escolar. A estratégia metodológica de entrevistas com dois professores de áreas formativas distintas, um da educação especial e outro do ensino regular, permite captar percepções, critérios de planejamento e dificuldades de implementação, dialogando com achados sobre infraestrutura e formação continuada reportados em diagnósticos nacionais (NIC.br, 2024). Ao aproximar o discurso normativo da prática, pretende-se tensionar possibilidades e limites observados pela literatura aplicada (Ramos, 2024).

O objetivo central consiste em analisar, à luz de referenciais teóricos e normativos, desafios e benefícios do uso de tecnologias imersivas no ensino de estudantes com deficiência visual, identificando práticas que favoreçam inclusão e aprendizagem significativa. Essa formulação ancora-se no marco legal de garantia de acessibilidade educacional

(BRASIL, 2015), incorpora evidências sobre uso pedagógico de tecnologias e lacunas formativas docentes (NIC.br, 2024; Lopes et al., 2024) e se apoia em estudos aplicados que discutem desenho instrucional acessível e mediação multissensorial em ambientes imersivos (Ramos, 2024). Com isso, delineia-se uma agenda analítica que articula princípios legais, evidência empírica e experiência docente.

O objetivo central é analisar, à luz de referenciais teóricos e normativos, os desafios e benefícios decorrentes do uso de tecnologias imersivas no ensino de estudantes com deficiência visual, identificando práticas pedagógicas que favoreçam a inclusão e a aprendizagem significativa. Ao articular as contribuições da legislação, dos estudos acadêmicos recentes e das experiências docentes, pretende-se oferecer subsídios para o debate sobre a integração qualificada da tecnologia à educação inclusiva.

2. Acessibilidade Digital na Educação Básica: Padrões Internacionais, Normas Brasileiras, UDL e Governança de Processos

2.1 Padrões internacionais (WCAG 2.2, WAI-ARIA e formatos PDF/UA e EPUB): critérios técnicos que asseguram leitura e navegação com tecnologias assistivas

A expressão “acessível” no digital deixa de ser rótulo genérico quando se traduz em requisitos verificáveis que garantem percepção, operação, compreensão e robustez em diferentes cenários de uso, inclusive com leitores de tela e navegação por teclado. A versão mais recente das Web Content Accessibility Guidelines organiza essa ambição em critérios que amarram semântica, foco visível, contraste, rotulagem e ordem lógica de leitura, compondo um chão técnico para autoria e curadoria de materiais didáticos (W3c, 2023). Em ambientes de aprendizagem, essa matriz evita que o recurso “funcione” apenas para quem vê e usa mouse, assegurando rotas equivalentes de estudo para estudantes com deficiência visual (W3c, 2023).

A camada de acessibilidade não se esgota no HTML semântico, pois há componentes que exigem comunicação explícita de papéis, estados e relações para a árvore de acessibilidade. Nesses casos, os atributos WAI-ARIA operam como suplemento pontual, desde que aplicados com parcimônia e testados com teclado para impedir rotulagens duplicadas, armadilhas de foco e anúncios confusos pelo leitor de tela (W3c, 2021). O princípio é simples e exigente ao mesmo tempo: privilegiar elementos nativos e reservar

ARIA para lacunas específicas, sempre submetendo o resultado a verificação com tecnologia assistiva antes da publicação (W3c, 2023).

A dimensão documental exige outra lente, porque o PDF permanece hegemônico na circulação escolar e cristaliza barreiras quando sai do editor como “imagem” não pesquisável. O padrão PDF/UA, formalizado na ISO 14289-1, define o mínimo indispensável para leitura assistida, como tagueamento, hierarquia, ordem de leitura e alternativas textuais, garantindo que títulos, tabelas e figuras sejam navegáveis e corretamente anunciados (Iso, 2014). Em ecossistemas de livros e objetos educacionais, o EPUB Accessibility 1.1 oferece arquitetura interoperável com navegação interna, metadados e descrição de mídia, alternativa valiosa quando a obra pede atualização contínua e portabilidade (W3c, 2023).

Como esclarece a própria norma ISO 14289-1 ao definir os critérios técnicos mínimos para um PDF acessível:

Além das descrições alternativas para imagens, a acessibilidade de um documento eletrônico depende de uma variedade de informações semânticas que descrevem a estrutura lógica e a organização do conteúdo da página em seções, parágrafos, listas, tabelas e assim por diante.

(ISO 14289-1:2014, p. –, tradução minha).

Entre norma e prática há um elo metodológico que precisa ser assumido como rotina: critérios de aceite e testes rápidos incorporados ao ciclo editorial. A cada componente publicado, pergunta-se se há rótulo claro, foco identificável, ordem lógica e estrutura semântica coerente, evitando o lançamento de materiais que “passam” visualmente, mas fracassam para quem depende de leitor de tela (W3c, 2023). Esse compromisso desloca a discussão de preferências individuais para verificações objetivas que sustentam qualidade em escala (W3c, 2023).

2.2 Normas brasileiras e diretrizes (NBR 17060, NBR 9050 e eMAG 3.1): tradução das exigências globais para o cotidiano das redes públicas

No plano nacional, a ABNT NBR 17060 aproxima a linguagem das diretrizes internacionais do cotidiano das equipes escolares, sistematizando parâmetros de comunicação digital acessível aplicáveis a sites, documentos e serviços educacionais (Abnt, 2022). Ao explicitar exigências para estrutura, contraste, rotulagem e testes, a norma reduz ambiguidades na definição do que conta como “mínimo aceitável” e

viabiliza instrumentos internos de verificação antes da divulgação aos estudantes (Abnt, 2022). Essa tradução local cria interoperabilidade institucional entre pedagogia, AEE e tecnologia, onde antes havia esforços dispersos.

Embora voltada ao ambiente físico, a ABNT NBR 9050 consolida princípios de previsibilidade, segurança e autonomia do usuário que iluminam decisões de interação em interfaces digitais. Ao orientar percursos claros, sinalização consistente e redução de esforço desnecessário, o documento oferece base conceitual para organizar fluxos de navegação que respeitem estratégias de leitura assistida e ampliação de conteúdo (Abnt, 2020). Em conjunto, esses princípios evitam soluções “criativas” que aumentam carga cognitiva e produzem barreiras evitáveis em tarefas escolares corriqueiras (Abnt, 2020).

O Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico, versão 3.1, adiciona um repertório operacional que interessa diretamente às redes públicas, com diretrizes para linguagem clara, contraste adequado, navegação sem dependência do mouse e estruturação de páginas de serviço (Governo Federal, 2014). Ao alinhar essas orientações com as exigências de comunicação digital da NBR 17060, gestores podem converter expectativas

genéricas em listas de verificação e prazos de correção, criando um ciclo de melhoria contínua para plataformas e materiais de uso curricular (Abnt, 2022). Essa convergência reduz o hiato entre o enunciado normativo e a experiência concreta do estudante com deficiência visual (Governo Federal, 2014).

A efetividade do marco, contudo, depende de adoção institucional que transforme diretrizes em processos auditáveis. Regulamentos com critérios de aceite, responsabilidades definidas e canais de reporte permitem que escolas capturem erros antes da sala de aula virtual, preservando tempo docente e evitando exclusões silenciosas que só aparecem no desempenho (Abnt, 2022). Quando o contrato de tecnologia exige conformidade e a formação docente inclui exercícios de checagem com teclado e leitor de tela, o padrão deixa de oscilar com a boa vontade individual e passa a integrar a qualidade do serviço educacional (Governo Federal, 2014).

2.3 Conceitos pedagógicos (UDL e desenho universal): como planejar materiais que já nascem acessíveis e avaliáveis por teclado

Do ponto de vista pedagógico, o Desenho Universal para a Aprendizagem propõe antecipar barreiras ao ofertar múltiplos meios de engajamento,

representação e ação como princípio de projeto, em vez de remendos posteriores que chegam tarde e custam caro. Ao orientar autoria com estilos de título consistentes, alternativas textuais informativas e tarefas operáveis por teclado, o quadro do UDL se articula organicamente com os critérios técnicos da web, produzindo experiências previsíveis para quem usa tecnologias assistivas (Cast, 2018). Essa previsibilidade sustenta estudo autônomo e favorece a permanência quando a infraestrutura é modesta (Cast, 2018).

Como explica o próprio CAST (2018) ao introduzir o sentido e a função pedagógica das Diretrizes UDL:

As Diretrizes UDL são uma ferramenta utilizada na implementação do Desenho Universal para a Aprendizagem, uma estrutura voltada à melhoria e à otimização do ensino e da aprendizagem para todas as pessoas, com base em evidências científicas sobre como os seres humanos aprendem. (CAST, 2018, p. 4, tradução minha).

A literatura sobre desenho universal no ensino inclusivo mostra que padrões e rotinas instrucionais bem definidos reduzem a dependência de soluções ad hoc e diminuem a necessidade de correções tardias. Ao sistematizar práticas de autoria, avaliação e mediação que já nascem

acessíveis, Burgstahler demonstra ganhos de autonomia para estudantes com baixa visão e cegueira, inclusive em cursos que fazem uso intensivo de materiais digitais e atividades online (Burgstahler, 2015). Esses resultados são transferíveis para a educação básica quando se mantém a simetria entre diretrizes técnicas e intencionalidade pedagógica (Burgstahler, 2015).

O encontro entre UDL e WCAG não é apenas teórico; ele reorganiza o trabalho docente ao definir o que precisa ser verificado antes da aula. Uma sequência com objetivos claros, materiais com hierarquia semântica, imagens descritas e vídeos com pistas auditivas suficientes produz rotas de leitura equivalentes para diferentes perfis sensoriais, sem exigir reedições constantes de conteúdo (W3c, 2023). Nas avaliações, formulários rotulados e ordens de tabulação coerentes evitam que o esforço de responder substitua o esforço de pensar, condição essencial para aferir aprendizagem em igualdade de condições (Cast, 2018).

Esse alinhamento pedagógico-técnico também organiza a formação continuada, que deixa de ser uma coleção de “dicas” e passa a trabalhar com cenários, critérios e protótipos revisáveis. Ao praticar a conversão de um slide com imagem em material com alternativa textual, ou a

reestruturação de um PDF em documento tagueado, o professor internaliza o porquê pedagógico de cada ajuste e enxerga seu efeito na navegação assistida (Burgstahler, 2015). A consequência é um ciclo virtuoso no qual a qualidade acessível emerge do planejamento didático e não de correções emergenciais após reclamações (Cast, 2018).

2.4 Aplicação prática (processos, checklists e governança): do arquivo à rotina institucional com verificação e responsabilidade compartilhada

A tradução do marco normativo-pedagógico em rotina diária exige governança, não apenas boa vontade. A literatura de processos em acessibilidade digital demonstra que políticas internas, critérios de aceite e auditorias periódicas geram melhorias duradouras quando comparados a treinamentos isolados sem verificação, porque estabelecem expectativas claras e vias de correção institucionalizadas (Lazar, Goldstein e Taylor, 2015). Em equipes pequenas, ciclos curtos com checagem de teclado, revisão de ordem de leitura e verificação de alternativas textuais antes da publicação interceptam erros recorrentes com custo marginal reduzido (W3c, 2023). Essa lógica processual é compatível com escolas de

infraestrutura limitada e calendário apertado (Lazar, Goldstein e Taylor, 2015).

Checklists institucionais derivados de WCAG e da NBR 17060 funcionam como barreiras de proteção que padronizam o “minimamente aceitável” antes que um arquivo chegue ao estudante. Itens como presença de estilos de título, foco visível, rótulos claros em botões e formulários, além de PDFs com OCR e tagueamento, podem ser verificados rapidamente por pares e por equipes de apoio em um fluxo de duas etapas, publicação e revisão (Abnt, 2022). Quando essa verificação é documentada, torna-se possível rastrear recorrências e ajustar formações futuras com base em evidência concreta de erro (W3c, 2023). O resultado é previsibilidade sem burocracia excessiva, com ganhos diretos na autonomia discente (Abnt, 2022).

A responsabilidade compartilhada fecha o circuito ao distribuir papéis entre autoria docente, AEE, gestão e fornecedores de tecnologia. Contratos e termos de referência que exigem conformidade a WCAG 2.2 e PDF/UA, somados a regulamentos pedagógicos que explicitam critérios de aceite e prazos de correção, criam incentivos alinhados para evitar que a acessibilidade dependa de heróis ocasionais (W3c, 2023). Ao mesmo tempo, rotinas de reporte com devolutiva rápida permitem

que estudantes e auxiliares sinalizem barreiras e acompanhem a solução, reforçando a cultura de qualidade como prática coletiva (Lazar, Goldstein e Taylor, 2015). É nessa tessitura de processos, critérios e responsabilidades que “acessível” deixa de ser promessa e passa a ser atributo verificável do material didático publicado (Abnt, 2022).

3 Metodologia

Adotou-se um desenho misto, enxuto e reproduzível que combina entrevistas semiestruturadas com verificação técnica de materiais didáticos, de modo a aproximar experiências de uso e critérios normativos de acessibilidade digital. As entrevistas contemplaram professores do atendimento educacional especializado e estudantes com deficiência visual, enquanto a inspeção técnica aplicou checklist derivado da versão mais recente das diretrizes da web e do padrão para documentos portáteis acessíveis, com foco em semântica, foco visível, ordem de leitura e descrição de mídia (W3c, 2023; Iso, 2014). A opção por um protocolo compacto segue recomendações de métodos em interação humano-computador, privilegiando instrumentos claros, replicáveis e de baixo custo de

implementação em contextos escolares (Lazar, Feng e Hochheiser, 2017).

O campo empírico caracteriza-se por infraestrutura limitada, com laboratório de quatro computadores, dois operantes, presença do leitor de tela apenas em uma máquina, ausência de linha e impressora Braille e conectividade intermitente atrelada a contrato de vinte megabits, condições que afetam o acesso cotidiano a plataformas e arquivos. A amostra incluiu quatro estudantes com deficiência visual, sendo um com cegueira e três com baixa visão, além de três auxiliares do atendimento especializado e um professor da sala de recursos, compondo um recorte criterial orientado por disponibilidade e heterogeneidade funcional. Essa configuração é coerente com diagnósticos de conectividade e dispositivos na educação brasileira e com diretrizes de inclusão digital previstas na política nacional recente, que reforçam a necessidade de soluções pragmáticas nos territórios (Cetic.br, 2023; Brasil, 2023).

A coleta qualitativa empregou roteiros semiestruturados que exploraram navegação com leitor de tela, acesso a documentos, uso de formulários e consumo de vídeos, com duração aproximada de trinta a quarenta minutos por participante, em formato presencial ou remoto conforme

viabilidade. Todos os procedimentos foram pensados para serem acessíveis: termos de consentimento em arquivo editável e em áudio, possibilidade de acompanhante, tempos estendidos quando necessário e comunicação por mensagens de voz para participantes com limitação de leitura no celular. A mediação técnica considerou o ecossistema efetivamente usado pelos participantes, com referência a leitores de tela em computador e em Android, garantindo aderência entre o protocolo e as condições reais de uso (Nv Access, 2024; Google, 2024).

A verificação técnica de materiais consistiu na análise de arquivos e páginas efetivamente utilizados no curso das aulas, incluindo documentos portáteis e conteúdos em ambientes virtuais, examinados com um checklist pontual. Os itens abrangeram estrutura de títulos, landmarks, rotulagem de botões e links, navegação por teclado, foco visível, presença de texto alternativo em imagens, ordem lógica de leitura, aplicação de reconhecimento óptico de caracteres em documentos escaneados e disponibilidade de pistas auditivas ou audiodescrição em vídeos. Cada verificação registrou evidências com capturas de tela, anotações de leitor de tela e, quando pertinente, pequenos trechos reproduzidos para demonstrar o anúncio do elemento em

questão, seguindo critérios consolidados para conteúdo acessível na web e para documentos conformes ao padrão universal de acessibilidade (W3c, 2023; Iso, 2014; Abnt, 2022).

Do ponto de vista dos instrumentos, utilizou-se uma planilha de barreiras que codificou ocorrências por categoria técnica, tais como navegação por teclado, foco, landmarks, alternativas textuais, reconhecimento óptico e rótulos em formulários, permitindo contabilização simples e comparação entre materiais. Para captar a aceitabilidade percebida após tarefas típicas de estudo, aplicou-se uma escala breve de usabilidade amplamente utilizada em pesquisas aplicadas, com pontuação sumarizada para cada participante e comentário livre sobre esforço e clareza de interação. A combinação de registro objetivo de barreiras e medida sintética de experiência busca equilibrar granularidade técnica e julgamento do usuário em cenários de baixa infraestrutura (Lazar, Feng e Hochheiser, 2017; W3c, 2023).

A análise qualitativa seguiu a abordagem de análise temática, com leitura exaustiva, geração inicial de códigos, busca e revisão de temas e construção de uma narrativa analítica que articula padrões recorrentes e exceções informativas. Dois

eixos orientaram a codificação: experiências de uso relatadas pelos participantes e evidências observáveis nos materiais, com triangulação sistemática para evitar inferências exclusivamente declarativas. Notas de pesquisa, memos analíticos e uma trilha de auditoria documentaram decisões de inclusão e exclusão temática, assegurando transparência do processo e possibilidade de replicação do percurso analítico em contextos semelhantes (Braun e Clarke, 2006; Braun e Clarke, 2019).

A dimensão ética foi contemplada com termo de consentimento livre e esclarecido em formatos acessíveis, anonimização por pseudônimos, armazenamento seguro dos áudios e arquivos em repositório protegido e possibilidade de retirada a qualquer tempo sem prejuízo para os participantes. Procedimentos de acomodação, como pausas, apoio de acompanhante e disponibilização de materiais em arquivo editável e áudio, foram previstos para reduzir barreiras durante a própria pesquisa, respeitando princípios de inclusão digital estabelecidos em marcos recentes. O protocolo dialoga com orientações nacionais para educação digital e com práticas recomendadas para condução de estudos de interação, buscando mitigar

riscos e maximizar a utilidade pública dos achados para redes de ensino (Brasil, 2023; Lazar, Feng e Hochheiser, 2017).

4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

A dependência sistemática de PDF-imagem observada nas turmas avaliadas não é um detalhe técnico irrelevante: ela inviabiliza a leitura por tecnologias assistivas e rompe a rastreabilidade do conteúdo, ferindo, de saída, os pilares perceptível e robusto da acessibilidade (W3c, 2023, critérios 1.1.1 e 1.3.1). Sem OCR e sem tagueamento, títulos não se tornam cabeçalhos, listas viram blocos amorfos e figuras permanecem silenciosas para o leitor de tela, em desacordo com o PDF/UA quanto a hierarquia, ordem lógica e alternativas textuais (Iso, 2014). Esse padrão técnico reverbera no pedagógico: quem precisa estudar com leitor de tela não lê, não busca e não anota; quem tem baixa visão perde contraste, redimensionamento e orientação visual mínima (Abnt, 2022; W3c, 2023). Trata-se, portanto, de uma barreira estrutural, não de um inconveniente episódico.

Parte central da explicação está na ausência de processos. Não havia checklist institucional, nem revisão prévia pelo AEE, e ajustes ocorreram apenas como “pronto-socorro” depois do problema. A literatura

de processos em acessibilidade mostra que políticas internas com critérios de aceite e auditorias rápidas oferecem ganhos mais duradouros do que capacitações isoladas, pois criam expectativas estáveis e pontos de controle no fluxo editorial (Lazar, Goldstein e Taylor, 2015; Abnt, 2022). Em contextos com pouca margem tecnológica, alinhar norma e rotina é a estratégia com melhor razão custo-benefício, porque desloca o resultado da boa vontade individual para um circuito verificável de autoria, revisão e publicação (W3c, 2023).

“A escola não tem padrão; falta um passo-a-passo simples para todo material.”(Professor da sala de recursos, entrevista, 2025).

A fala do professor explicita a lacuna de governança. Sem um “pisso de qualidade” negociado, a produção diária acaba variando entre práticas incompatíveis com leitores de tela e soluções improvisadas. Essa instabilidade contraria a diretriz de comunicação digital acessível em serviços educacionais públicos, que demanda previsibilidade de estrutura, contraste, rotulagem e testes mínimos antes da publicação (Abnt, 2022). Em termos de política, a Política Nacional de Educação Digital oferece a moldura para incorporar tais critérios a regulamentos e contratos,

incluindo cláusulas de conformidade a WCAG 2.2 e PDF/UA em aquisições e termos de referência (Brasil, 2023).

Outra barreira recorrente reside em formulários e atividades: rótulos ausentes, instruções implícitas, ordem de tabulação errática. Em termos normativos, há violação direta de nome, papel e valor e de cabeçalhos e rótulos, requisitos desenhados justamente para que o leitor de tela anuncie o que é o controle e qual ação é esperada (W3c, 2023, critérios 4.1.2 e 2.4.6). A consequência pedagógica é a troca do esforço cognitivo pelo esforço de decifrar a interface, o que distorce a avaliação.

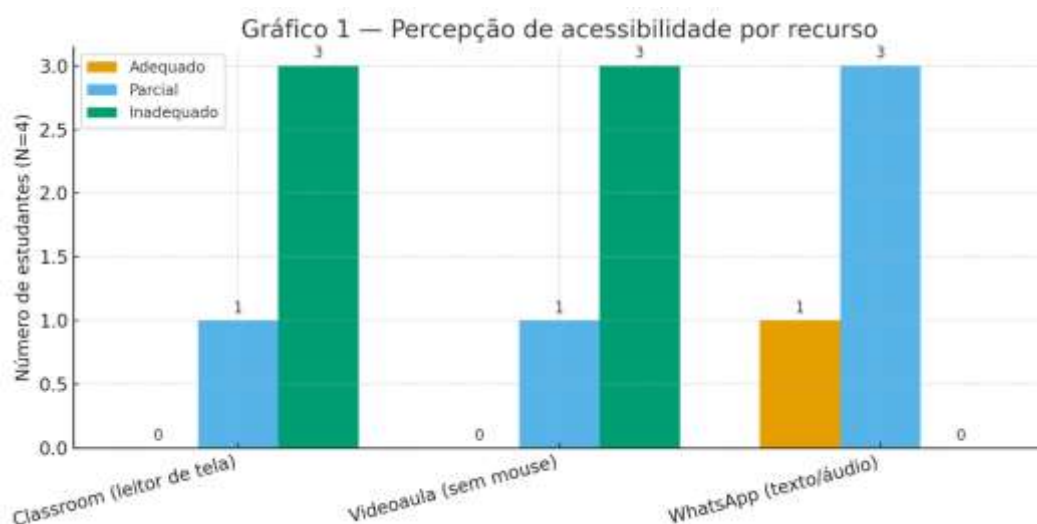
“Muitos Forms vêm sem rótulo; o leitor não anuncia o que é para fazer.” (Auxiliar AEE, entrevista, 2025).

Nos territórios com conectividade frágil, as escolhas de formato pesam ainda mais. Plataformas com renderização pesada e documentos grandes agravam quedas de sessão e inviabilizam download, sobretudo quando o celular compartilhado é o principal dispositivo de acesso (Cetic.br, 2023). A PNED recomenda soluções escalonadas que combinem conectividade, conteúdos off-line e qualificação de recursos, evidenciando que arquivos leves, editáveis e semanticamente estruturados

devem ser o padrão preferencial para continuidade de estudo em redes públicas (Brasil, 2023; Unesco, 2023). Nesse cenário, a decisão pedagógica “o que publicar” e “em que formato” é tão decisiva quanto a disponibilidade de equipamento.

Os dados de percepção dos estudantes iluminam essa interação entre técnica e contexto. O Classroom e a videoaula sem mouse foram classificados como inadequados por três dos quatro participantes, enquanto o WhatsApp

funcionou como apoio estável por combinar texto simples e áudio curto, menos sensíveis a banda e renderização. A interpretação é consistente com o princípio de priorizar estruturas semânticas e mídia descrita quando a conectividade é limitada, reservando vídeo para casos em que agrega informação insubstituível e com pistas auditivas adequadas (W3c, 2023; Unesco, 2023).



Fonte: dados do estudo; N = 4.

Do ponto de vista pedagógico, o UDL oferece a moldura para converter padrões técnicos em escolhas didáticas: múltiplas representações com equivalência informacional, tarefas operáveis por teclado e avaliação com formulários rotulados e rotas de navegação claras. Quando essas

escolhas passam a ser premissas de projeto e não remendos, a tecnologia assistiva deixa de ser paliativo e se torna parte da arquitetura do curso (Cast, 2018; Burgstahler, 2015). A análise do caso sugere que decisões simples, estilos de título, alt-text informativo, PDF com OCR e tagueamento, rótulos explícitos em Forms,

explicam mais acessibilidade do que a presença de equipamentos raros, sobretudo onde o NVDA pode ser instalado em minutos e o TalkBack já está no dispositivo (Nv Access, 2024; Google, 2024).

Para ancorar as recomendações no cotidiano escolar, sintetizamos as

evidências no quadro a seguir. Ele amarra barreira observada, regra violada, evidência local e ação de baixo custo, permitindo que a equipe pedagógica trate a acessibilidade como atributo auditável de qualidade.

Quadro 1 — Matriz de barreiras e correções de baixo custo (30–60 dias)

<i>Barreira observada</i>	<i>Regra/Princípio</i>	<i>Evidência local</i>	<i>Ação imediata</i>
<i>PDF em imagem</i>	WCAG 1.1.1, 4/4 1.3.1; PDF/UA	4/4 materiais sem OCR	Produzir em .doc/Docs com estilos ; exportar apenas PDF com OCR e tagueamento (Iso, 2014; Abnt, 2022; W3c, 2023)
<i>Imagens alt-text</i>	WCAG 1.1.1	0% com descrição	Inserir alternativa textual objetiva no corpo/atributo (W3c, 2023)
<i>Forms rótulo</i>	WCAG 4.1.2; 2.4.6	Relatos de “sem anúncio”	Nomear campos e ajustar tabulação ; testar com leitor de tela (W3c, 2023)
<i>Vídeos pistas auditivas</i>	WCAG 1.2.x	“vídeo não ajuda”	Roteiro com 2–3 frases de audiodescrição quando necessário (W3c, 2023)
<i>Conectividade instável</i>	PNED; políticas de acervo	Quedas e dados móveis	Plano off-line : DOC ampliado e áudio em pendrive; priorizar arquivos leves (Brasil, 2023; Cetic.br, 2023)

Fonte: dados do estudo; W3c (2023); Iso (2014); Abnt (2022); Brasil (2023); Cetic.br (2023).

Em síntese crítica, o caso confirma um mecanismo de exclusão previsível: materiais sem semântica e sem descrição, combinados a conectividade precária e

ausência de rotina de verificação. O enfrentamento dessa tríade não depende de soluções dispendiosas, mas de governança mínima: padrão de arquivo editável,

verificação pré-publicação por checklist, cláusulas de conformidade em contratos e formação situada com protótipos reais. Essa agenda está alinhada ao marco normativo nacional, às diretrizes internacionais e ao quadro pedagógico de UDL, e pode ser implementada em ciclos curtos, com indicadores simples de acompanhamento, proporção de PDFs com OCR, percentual de imagens com alt-text, taxa de formulários rotulados, até que “acessível” se torne rotina verificável e não exceção reativa (Abnt, 2022; W3c, 2023; Brasil, 2023; Cast, 2018).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interpretação dos achados sustenta que a exclusão digital, no caso analisado, é produzida antes de tudo por escolhas editoriais e por ausência de rotinas de garantia da qualidade. Quando o material nasce como imagem não pesquisável, sem marcação semântica e sem alternativas textuais, a tecnologia assistiva não tem como operar e a aprendizagem fica condicionada à mediação de terceiros. Nessa chave, a desigualdade não emerge do acaso, mas de um encadeamento previsível que transforma formato e processo em determinantes do acesso. O resultado é um regime de participação frágil, no qual a

continuidade do estudo depende de soluções ad hoc e de esforços individuais pouco sustentáveis. A conclusão desloca o foco de “ter equipamento” para “produzir informação em condições de ser lida”. Essa mudança de lente é estratégica para redes com pouca margem tecnológica. Ela redefine onde estão os ganhos rápidos e duradouros.

A contribuição conceitual do estudo é propor a noção de piso verificável de acessibilidade como dimensão de qualidade educacional. Piso verificável significa tratar a acessibilidade como propriedade editorial do recurso, expressa em critérios passíveis de checagem antes da publicação: estrutura de títulos, ordem de leitura, rótulos anunciáveis, alternativas textuais e operabilidade por teclado. Com esse enquadramento, a escola sai do campo da acomodação episódica e entra na esfera da engenharia de conteúdo, onde cada arquivo carrega evidências do seu próprio compromisso com a inclusão. O conceito também explicita a natureza sociotécnica do problema: semântica, autoria e governança se coproduzem e precisam ser alinhadas para que a tela se torne extensão do espaço pedagógico, e não barreira invisível. Ao tornar o requisito audível e mensurável, o piso verificável reduz ambiguidade e amplia accountability.

Acerca da questão metodológica, o trabalho apresenta um protocolo compacto de triangulação que combina relato de uso, inspeção técnica e registro de barreiras por categorias operacionais. Essa arquitetura conecta a experiência do estudante ao comportamento objetivo do arquivo e da interface, o que evita inferências exclusivamente declarativas. Além de replicável, o protocolo é econômico: pode ser executado por equipes pequenas e incorporado ao ciclo editorial sem interromper o calendário escolar. Dele derivam indicadores simples, porém sensíveis a melhoria, como proporção de PDFs com OCR e marcação, cobertura de alternativas textuais e taxa de formulários rotulados. Esses indicadores funcionam como “sinais precoces” de inclusão, úteis para gestão de escolas e redes e para avaliação de políticas. Ao mesmo tempo, constituem uma base de comparação para estudos futuros com séries temporais e recortes territoriais.

No que diz respeito às implicações, os resultados apontam para uma agenda de implementação que não depende de investimentos massivos. O eixo é reorganizar o trabalho com três decisões de alto rendimento: adotar formatos editáveis com semântica desde a autoria, instituir verificação pré-publicação com checklist

curto e distribuir responsabilidades entre docência, atendimento especializado e gestão. A essas decisões soma-se um desenho pedagógico que opera com equivalência informacional entre mídias, garante avaliação por teclado e prevê rotas off-line para territórios de conectividade instável. Quando incorporadas a regulamentos e a contratos de tecnologia, essas medidas reduzem variabilidade, criam previsibilidade para estudantes com deficiência visual e alinham o cotidiano escolar a um padrão mínimo sustentado por evidência. O ganho não está apenas em “corrigir erros”, mas em instituir uma prática que previne a sua recorrência.

Reconhecemos limites: a escala é reduzida, o recorte é localizado e os dados dialogam com um momento específico de funcionamento institucional. Ainda assim, a coerência entre falas, inspeções e padrões técnicos sustenta a validade explicativa do mecanismo proposto. Desdobramentos promissores incluem estudos quasi-experimentais para estimar efeitos do piso verificável em aprendizagem e permanência, análises de custo-efetividade de diferentes combinações de intervenção e desenvolvimento de “portas de qualidade” automatizadas para ambientes virtuais. Também se abre espaço para investigações sobre formação docente baseada em

protótipos e sobre contratos de aquisição que integrem métricas de acessibilidade a níveis de serviço. Se a escola é capaz de transformar semântica e processo em rotina, a acessibilidade deixa de ser promessa e se afirma como atributo mensurável da educação básica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 17060:2022 — Acessibilidade na comunicação digital**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/>. Acesso em: 4 set. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050:2020 — Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/>. Acesso em: 28 set. 2025.

BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. **Using thematic analysis in psychology**. *Qualitative Research in Psychology*, v. 3, n. 2, p. 77–101, 2006. DOI: 10.1191/1478088706qp063oa. Disponível

em:

<https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>. Acesso em: 2 set. 2025.

BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. **Reflecting on reflexive thematic analysis**. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, v. 11, n. 4, p. 589–597, 2019. DOI: 10.1080/2159676X.2019.1628806.

Disponível em: <https://doi.org/10.1080/2159676X.2019.1628806>. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. **Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015. Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei Brasileira de Inclusão)**. Brasília: Presidência da República, 2015. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato_2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 12 ago. 2025.

BRASIL. **Lei n.º 14.533, de 11 de janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital**. Brasília: Presidência da República, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato_2023-2026/2023/lei/l14533.htm. Acesso em: 23 set. 2025.

BRASIL. Governo Federal. **Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico —**

eMAG 3.1. Brasília, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/acessibilidade-e-usuario/acessibilidade-digital/emag>. Acesso em: 6 out. 2025.

BURGSTAHLER, Sheryl (ed.). **Universal Design in Higher Education: From Principles to Practice**. 2. ed. Cambridge, MA: Harvard Education Press, 2015. Disponível em: <https://hep.gse.harvard.edu/9781612508177/universal-design-in-higher-education-second-edition/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

BURTON, Matthew J. et al. **The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: Vision beyond 2020**. *The Lancet Global Health*, v. 9, n. 4, p. e489–e551, 2021. DOI: 10.1016/S2214-109X(20)30488-5. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(20\)30488-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(20)30488-5/fulltext). Acesso em: 4 out. 2025.

CAST. **Universal Design for Learning (UDL) Guidelines, version 2.2**. Wakefield, MA, 2018. Disponível em: <https://udlguidelines.cast.org/>. Acesso em: 12 set. 2025.

CETIC.br; NIC.br. **TIC Educação 2023: pesquisa sobre o uso das tecnologias de**

informação e comunicação nas escolas brasileiras. São Paulo: NIC.br, 2024. Disponível em: <https://cetic.br/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

GOOGLE. **Get started on Android with TalkBack (Android Accessibility Help)**. 2025. Disponível em: <https://support.google.com/accessibility/android/answer/6283677>. Acesso em: 6 out. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 14289-1:2014 — Document management applications — Electronic document file format enhancement for accessibility — Part 1: Use of ISO 32000-1 (PDF/UA-1)**. Geneva: ISO, 2014. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/64599.html>. Acesso em: 23 set. 2025.

LAZAR, Jonathan; FENG, Jinjuan Heidi; HOCHHEISER, Harry. **Research Methods in Human–Computer Interaction**. 2. ed. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, 2017. Acesso em: 23 ago. 2025.

LAZAR, Jonathan; GOLDSTEIN, Daniel; TAYLOR, Anne. **Ensuring Digital Accessibility through Process and Policy**.

Burlington, MA: Morgan Kaufmann, 2015.
Acesso em: 5 set. 2025.

<https://www.w3.org/TR/wai-aria-1.2/>.
Acesso em: 19 set. 2025.

NV ACCESS. **NVDA User Guide**.
Brisbane, 2024. Disponível em:
<https://www.nvaccess.org/documentation/nvda/>. Acesso em: 26 set. 2025.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM
(W3C). **EPUB Accessibility 1.1**. 17 out.
2024. Disponível em:
<https://www.w3.org/TR/epub-a11y-11/>.
Acesso em: 30 set. 2025.

UNESCO. **Global Education Monitoring
Report 2023: Technology in education —
A tool on whose terms?** Paris: Unesco,
2023. Disponível em:
<https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology>. Acesso
em: 2 out. 2025.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM
(W3C). **Web Content Accessibility
Guidelines (WCAG) 2.2**. 5 out. 2023.
Disponível em:
<https://www.w3.org/TR/WCAG22/>.
Acesso em: 15 set. 2025.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM
(W3C). **Accessible Rich Internet
Applications (WAI-ARIA) 1.2**. 6 jun.
2023. Disponível em:

W3C WAI. **Understanding WCAG 2.2**.
2024. Disponível em:
<https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Understanding/>. Acesso em: 21 set. 2025.