ReGeo ISSN: 2177-3246

REAPROVEITAMENTO DE TV BOXES APREENDIDAS COMO MICROCOMPUTADORES EDUCACIONAIS: UMA ABORDAGEM DE ECONOMIA CIRCULAR PARA JOGOS EDUCATIVOS

REUSE OF SEIZED TV BOXES AS EDUCATIONAL MICROCOMPUTERS: A CIRCULAR ECONOMY APPROACH FOR EDUCATIONAL GAMES

REAPROVECHAMIENTO DE TV BOXES INCAUTADAS COMO MICROCOMPUTADORAS EDUCATIVAS: UN ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA JUEGOS EDUCATIVOS

https://doi.org/10.56238/revgeov17n8-207

Data de submissão: 21/07/2026 **Data de publicação:** 21/08/2026

Álvaro Barbosa de Carvalho Júnior
Doutor em Engenharia Mecânica
Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)
E-mail: alvaro.junior@unimontes.br

Maria das Dores Magalhães Veloso
Doutora em Engenharia Florestal
Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)
E-mail: dora.veloso@unimontes.br

Adalto Soares da Fonseca Júnior
Mestre em Modelagem Computacional e Sistemas
Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)
E-mail: adalto.junior@unimontes.br

Fellipe Lopes Silva
Graduando em Engenharia de Sistemas
Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)
E-mail: fellipelopessilva5@gmail.com

Gustavo Soares Barcelos
Graduando em Engenharia de Sistemas
Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)
E-mail: gustavo.b.soares14@gmail.com

Filipe Araújo Florêncio
Pós-Graduado em Direito Tributário
Instituição: Receita Federal do Brasil (RFB)
E-mail: filipe.florencio@rfb.gov.br

RESUMO
O acesso limitado a equipamentos computacionais em escolas públicas brasileiras compromete a inclusão digital e a equidade educacional. Paralelamente, o crescente volume de TV Boxes não homologadas pela Anatel representa um passivo tecnológico cuja destinação adequada permanece um desafio. Este trabalho avaliou a viabilidade técnica e social da transformação desses dispositivos, após

descaracterização, em microcomputadores educacionais, em parceria entre a Receita Federal do Brasil e a UNIMONTES, considerando aspectos da economia circular e da inclusão digital. A metodologia envolveu diagnóstico de hardware, instalação de sistema operacional livre e testes com softwares e jogos educativos de código aberto. Os resultados indicaram desempenho satisfatório em tarefas básicas, apesar das limitações de conectividade e hardware, demonstrando a viabilidade de uso em ambientes educacionais controlados e o potencial do reaproveitamento de TV Boxes não homologadas, apreendidas em operações de fiscalização, como estratégia para ampliar o acesso à tecnologia digital em instituições públicas de ensino.

Palavras-chave: Inclusão Digital. Políticas Públicas. Economia Circular. Reaproveitamento Tecnológico. TV Box. Educação.

ABSTRACT

Limited access to computer equipment in Brazilian public schools undermines digital inclusion and educational equity. At the same time, the increasing number of TV Boxes lacking certification from the Brazilian National Telecommunications Agency (Anatel) represents a technological asset whose proper destination remains a challenge. This study evaluated the technical and social feasibility of transforming these devices, after decharacterization, into educational microcomputers through a partnership between the Brazilian Federal Revenue Service and the State University of Montes Claros (UNIMONTES), considering aspects of circular economy and digital inclusion. The methodology involved hardware diagnostics, installation of a free operating system, and testing with open-source educational software and games. The results indicated satisfactory performance in basic tasks, despite connectivity and hardware limitations, demonstrating the feasibility of use in controlled educational environments and the potential of reusing non-certified TV Boxes seized during inspection operations as a strategy to expand access to digital technology in public educational institutions.

Keywords: Digital Inclusion. Public Policy. Circular Economy. Technological Reuse. TV Box. Education.

RESUMEN

El acceso limitado a equipos informáticos en las escuelas públicas brasileñas compromete la inclusión digital y la equidad educativa. Paralelamente, el creciente número de TV Boxes sin homologación de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil (Anatel) representa un recurso tecnológico cuya adecuada destinación aún constituye un desafío. Este estudio evaluó la viabilidad técnica y social de transformar estos dispositivos, tras su descaracterización, en microcomputadoras educativas, mediante una colaboración entre la Receita Federal de Brasil y la Universidad Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), considerando aspectos de economía circular e inclusión digital. La metodología incluyó el diagnóstico del hardware, la instalación de un sistema operativo libre y pruebas con programas y juegos educativos de código abierto. Los resultados indicaron un desempeño satisfactorio en tareas básicas, a pesar de las limitaciones de conectividad y hardware, demostrando la viabilidad de su uso en entornos educativos controlados y el potencial del reaprovechamiento de TV Boxes sin homologación, incautadas en operaciones de fiscalización, como estrategia para ampliar el acceso a la tecnología digital en instituciones públicas de enseñanza.

Palabras clave: Inclusión Digital. Políticas Públicas. Economía Circular. Reaprovechamiento Tecnológico. TV Box. Educación.

1 INTRODUÇÃO

A incorporação de tecnologias digitais no ambiente educacional tem se consolidado como um elemento essencial para o desenvolvimento de competências contemporâneas, especialmente aquelas relacionadas ao pensamento crítico, à resolução de problemas e à inclusão digital (UNESCO, 2021). No entanto, a realidade de grande parte das instituições públicas de ensino no Brasil ainda é marcada pela limitação de acesso a equipamentos computacionais — apenas 51% das escolas municipais brasileiras dispõem de computadores para atividades educacionais (CGI.BR, 2025) —, o que compromete tanto a qualidade do ensino quanto a equidade no acesso ao conhecimento. A baixa disponibilidade de dispositivos por aluno, associada às restrições orçamentárias enfrentadas por escolas e universidades públicas, evidencia um cenário no qual soluções tradicionais de aquisição de equipamentos nem sempre são viáveis em larga escala.

Paralelamente a esse contexto, observa-se o aumento significativo das apreensões de dispositivos eletrônicos utilizados de forma irregular, como as TV Boxes destinadas à transmissão não autorizada de conteúdo digital: somente entre janeiro de 2025 e janeiro de 2026, a Anatel, junto a Receita Federal do Brasil, retirou de circulação mais de 1,3 milhão de equipamentos sem homologação, avaliados em mais de R$ 136,6 milhões (AGÊNCIA GOV, 2026). Esses equipamentos, não homologados por órgãos reguladores, são frequentemente apreendidos em operações de combate à pirataria, passando a constituir um passivo tecnológico cuja destinação adequada nem sempre é claramente definida. Esse cenário levanta questões relevantes relacionadas ao descarte de resíduos eletrônicos, à sustentabilidade e ao potencial de reaproveitamento desses dispositivos.

Nesse sentido, o conceito de economia circular ganha destaque como estratégia para reinserção de produtos e materiais no ciclo de uso, reduzindo o desperdício e promovendo a utilização mais eficiente de recursos (EMF, 2013; BRASIL, 2024). O reaproveitamento de equipamentos eletrônicos apreendidos insere-se diretamente nessa perspectiva, ao permitir a transformação de dispositivos originalmente associados a práticas irregulares em ferramentas com finalidade social e educacional. Além disso, a utilização de *software* livre, especialmente sistemas operacionais baseados em Linux, amplia as possibilidades de adaptação desses dispositivos, reduzindo custos e favorecendo a autonomia tecnológica das instituições (SILVEIRA, 2004; STALLMAN, 2015).

No contexto educacional, estudos têm explorado o uso de dispositivos computacionais de baixo custo, como microcomputadores compactos e sistemas embarcados, destacando seu potencial para aplicações em ensino de programação, experimentação científica e inclusão digital (UPTON; HALFACREE, 2016; MATHE *et al.*, 2024). Esses dispositivos apresentam vantagens como baixo consumo energético, custo reduzido e flexibilidade de uso. No entanto, a maior parte dessas iniciativas

está associada à aquisição de novos equipamentos, havendo ainda uma lacuna significativa no que se refere ao reaproveitamento sistemático de dispositivos eletrônicos já existentes, especialmente aqueles provenientes de apreensões realizadas por órgãos públicos.

Adicionalmente, observa-se que a integração entre instituições de ensino superior e órgãos governamentais representa uma oportunidade relevante para o desenvolvimento de soluções aplicadas com impacto social direto. Nesse contexto, projetos que envolvem o reaproveitamento tecnológico podem contribuir simultaneamente para a redução de resíduos eletrônicos e para a ampliação do acesso à tecnologia em ambientes educacionais. Uma iniciativa nesse sentido é o Projeto Além do Horizonte, parceria entre a Receita Federal do Brasil e instituições de ensino superior mineiras que, desde 2021, converte TV Boxes apreendidas em minicomputadores destinados a escolas públicas, com ações já realizadas no próprio município de Montes Claros (ANATEL, 2022).

Diante desse cenário, o presente trabalho propõe avaliar a viabilidade técnica do reaproveitamento de TV Boxes apreendidas, por meio de sua descaracterização e reconfiguração como microcomputadores educacionais. A pesquisa contempla aplicações pedagógicas, por meio da seleção, curadoria e implantação de jogos educativos em ambientes controlados de uso. Assim, busca-se responder à seguinte questão de pesquisa: é tecnicamente viável transformar dispositivos apreendidos em ferramentas educacionais funcionais?

Ao abordar essa questão, o estudo contribui para o avanço do conhecimento na interface entre a gestão de bens públicos apreendidos, a economia circular e a inclusão digital, articulando essas dimensões regulatórias, institucionais e sociais a uma aplicação concreta em contextos educacionais de diferentes níveis de ensino, por meio de uma abordagem que integra economia circular, *software* livre e aplicações educacionais.

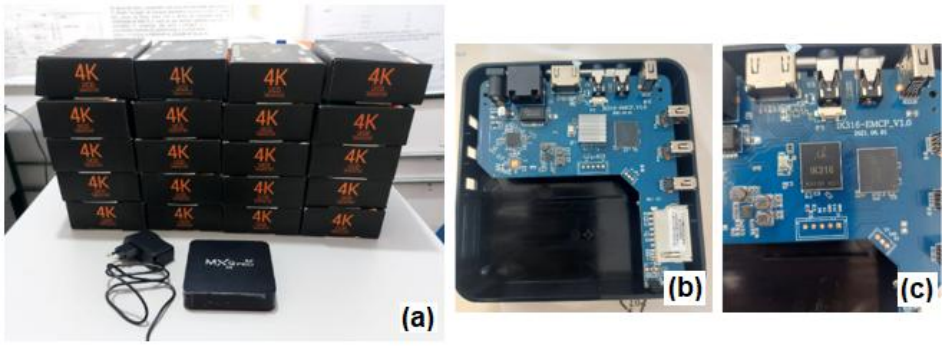
2 METODOLOGIA

Esse estudo foi desenvolvido a partir de uma parceria entre a Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e a Receita Federal do Brasil (RBF), da cidade de Montes Claros - MG, que disponibilizou 100 unidades de TV Boxes apreendidas para fins de pesquisa e reaproveitamento tecnológico. Inicialmente, as unidades foram divididas em dois grupos: 20 destinadas à análise da viabilidade de transformação em microcomputadores e 80 voltadas à investigação da instalação de jogos educacionais *open source*. Na Figura 1 encontra-se uma visão geral dos dispositivos analisados. Algumas unidades podem ser observadas na Figura 1(a).

A primeira etapa da pesquisa consistiu na identificação dos componentes de *hardware* de todas as unidades, realizada por meio de inspeção visual e da utilização de *softwares* de diagnóstico. Para

essa análise, os dispositivos foram abertos e seus principais componentes eletrônicos foram identificados, conforme ilustrado nas Figuras 1(b) e (c).

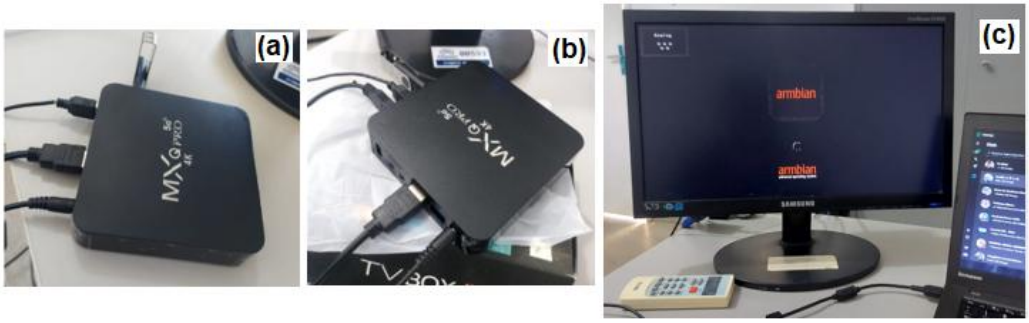
Figura 1. Imagem ilustrativa das TV Boxes: (a) unidades de TV Boxes apreendidas, (b) detalhe da placa principal e seus componentes; (c) detalhe do processador IK316.



Fonte: Os Autores

Em seguida, os dispositivos foram reconfigurados com a remoção do sistema operacional original e a instalação de uma distribuição Linux compatível com as limitações de *hardware* identificadas. Nessa etapa, foram realizadas diferentes tentativas de instalação do sistema operacional, em função da falta de padronização dos dispositivos. Na primeira tentativa, utilizou-se a instalação do Linux (Armbian), por meio de pendrive, sem sucesso devido à não identificação do dispositivo como unidade de inicialização (*boot*). Na segunda tentativa, buscou-se a instalação por meio de conexão direta com um computador, utilizando cabo USB-USB e *softwares* específicos, os quais não reconheceram adequadamente os dispositivos. Na terceira tentativa, a instalação foi realizada com sucesso por meio de cartão de memória (SD), método que se mostrou eficaz, permitindo a correta inicialização e execução do sistema Linux. As etapas de tentativa e validação do processo de instalação estão representadas na Figura 2.

Figura 2. Instalação do sistema operacional Linux: (a) tentativa de configuração inicial com conexões externas; (b) tentativa de instalação via conexão direta com computador; (c) boot bem-sucedido do sistema Armbian após instalação por meio de cartão de memória (SD).



Fonte: Os Autores

Após a instalação do sistema operacional, foram realizadas configurações básicas, incluindo idioma, fuso horário e *layout* de teclado, de modo a adequar os equipamentos ao uso educacional. Na etapa seguinte, foram conduzidos testes com diferentes *softwares* em 20 unidades, incluindo o pacote LibreOffice, navegadores de internet (Chromium, Firefox e Opera) e ambiente de programação em *Python*. Os testes realizados avaliaram aspectos como desempenho, estabilidade, reprodução de áudio e vídeo e conectividade. Em uma etapa posterior, a pesquisa foi expandida para a utilização dos dispositivos como plataformas de jogos educativos. Foram selecionados 206 jogos e atividades educacionais *open source* — critério primário de seleção, alinhado aos princípios de *software* livre discutidos na Introdução —, sendo 204 provenientes da suíte GCompris, além dos jogos 2048 e Scratch, classificados por conteúdo pedagógico em subcategorias temáticas que vão de Matemática e Lógica a Ciências, Artes, Música e Eletrônica (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos jogos e atividades educacionais selecionados, por categoria temática e conteúdo

Categoria	Atividades	% do total	Conteúdo
Matemática	72	35,0%	Aritmética, numeração, operações matemáticas, medidas, dinheiro, calendário, relógio, balança e jogos de memória com números.
Leitura e Língua Portuguesa	24	11,7%	Alfabetização, letras, palavras, vocabulário, gramática, ortografia, braille e código Morse.
Tecnologia	19	9,2%	Uso do mouse, teclado, digitação, coordenação motora para informática e primeiros conceitos de interação com o computador.
Lógica	18	8,7%	Sequências, raciocínio lógico, labirintos, padrões, resolução de problemas e desafios cognitivos.
Estratégia	15	7,3%	Jogos clássicos de estratégia, como xadrez, damas, jogo da velha, lig-4, oware e moinho.
Diversão	12	5,8%	Jogos recreativos voltados ao entretenimento e ao desenvolvimento de habilidades gerais.
Quebra-cabeça	7	3,4%	Montagem de figuras, formas geométricas e desafios visuais.
Música	6	2,9%	Ritmo, instrumentos musicais, notas musicais e composição.
Artes	6	2,9%	Desenho, pintura, simetria, criatividade e expressão artística.
Física e Meio Ambiente	5	2,4%	Ciclo da água, eclusa, mistura de cores e luz, fenômenos físicos e ambientais.
História	5	2,4%	Linha do tempo, história de Louis Braille, família, cronologia e algarismos romanos.
Eletricidade e Eletrônica	4	1,9%	Circuitos elétricos analógicos e digitais, energia e princípios básicos da eletrônica.
Geografia	3	1,5%	Países, regiões, mapas e monumentos do mundo.
Astronomia e Espaço	3	1,5%	Sistema Solar, gravidade e exploração espacial.
Memória	3	1,5%	Jogos de memória visual e auditiva sem foco em conteúdos matemáticos.
Biologia e Animais	2	1,0%	Animais domésticos e selvagens, identificação e classificação.
2048 (jogo avulso)	1	0,5%	Raciocínio lógico e resolução de quebra-cabeças numéricos.
Scratch (jogo avulso)	1	0,5%	Introdução à programação em blocos e ao pensamento computacional.
Total	**206**	**100%**	—

Fonte: Os Autores

A totalidade dos jogos selecionados foi instalada com sucesso nas unidades destinadas a essa finalidade, sem nenhum caso de falha: das 100 unidades avaliadas, a totalidade (100%) foi

reconfigurada e utilizada com sucesso na instalação dos jogos educacionais. Para garantir o uso adequado em ambiente escolar, foi desenvolvido o sistema GameBox, baseado em modo quiosque, que restringe o acesso às funcionalidades administrativas do sistema operacional e limita a utilização do dispositivo ao ambiente educacional proposto.

Como etapa final, as unidades reconfiguradas foram destinadas à utilização prática em diferentes setores da UNIMONTES e em escolas públicas da cidade de Montes Claros, com o objetivo de avaliar sua aplicação em ambientes educacionais reais e sua contribuição para práticas pedagógicas e inclusão digital. As unidades foram distribuídas entre escolas das redes estadual e municipal, setores internos da UNIMONTES — incluindo o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) — e a própria Receita Federal do Brasil, como retorno institucional da parceria (Tabela 2). Cada unidade foi entregue em formato de kit completo, composto por TV Box com os jogos educacionais previamente instalados, carregador, controle remoto e cabo HDMI (Figura 3), de modo a viabilizar o uso imediato do equipamento pelas instituições recebedoras.

Tabela 2. Distribuição das TV Boxes reconfiguradas por instituição/unidade de destino

Instituição / Unidade	**Rede / Setor**	**Quantidade**
Escola Municipal Bolívar de Andrade	Rede municipal	19
Escola Municipal Rozenda Zane	Rede municipal	19
CEMEI Professora Heloísa Sarmento	Rede municipal	6
Escola Estadual Américo Martins	Rede estadual	10
PIBID	UNIMONTES	20
Programa de Modelagem Computacional e Sistemas	UNIMONTES	18
Laboratório de Educação Matemática	UNIMONTES	6
Receita Federal do Brasil	Órgão parceiro	2
Total	—	**100**

Fonte: Os Autores

Figura 3. Kit educacional entregue às escolas e setores da UNIMONTES, composto por TV Box com os jogos educacionais instalados, carregador, controle remoto e cabo HDMI



Fonte: Os Autores

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo indicam que as TV Boxes apreendidas apresentam potencial real de reaproveitamento como microcomputadores educacionais, mesmo considerando suas limitações de *hardware*. A instalação de distribuições Linux com kernels compatíveis permitiu a execução de aplicações básicas, com funcionamento estável do sistema e responsividade adequada para tarefas educacionais.

Os dispositivos reconfigurados apresentaram ambiente operacional funcional, incluindo inicialização do sistema Linux, execução do ambiente gráfico e disponibilidade de aplicações instaladas, conforme ilustrado na Figura 4. Destaca-se ainda o funcionamento adequado do pacote LibreOffice, evidenciando a capacidade dos equipamentos em atender atividades acadêmicas básicas, como edição de textos, planilhas e apresentações.

Figura 4. Ambiente operacional das TV Boxes após reconfiguração: (a) inicialização do sistema Linux (Armbian); (b) ambiente operacional em execução; (c) instalação e funcionamento do pacote LibreOffice; (d) menu do sistema com aplicações disponíveis para uso educacional.



Fonte: Os Autores

No que se refere ao desempenho, observou-se que o navegador Chromium apresentou resultados superiores em comparação ao Firefox e ao Opera, especialmente em função das restrições de processamento impostas pelo *hardware*, composto por processador IK316, 2 GB de memória RAM e 8 GB de armazenamento. Após a instalação do sistema operacional e dos *softwares* básicos, verificou-se a disponibilidade aproximada de 840 MB de memória RAM para uso, o que reforça a necessidade de utilização de aplicações leves e otimizadas. Como estratégia complementar, a utilização de cartões de memória para expansão do armazenamento pode contribuir para melhor organização de dados e

instalação de aplicações adicionais, embora não represente ganho direto de desempenho em termos de processamento ou memória RAM.

Outro ponto crítico identificado foi a limitação de conectividade. A interface Wi-Fi dos dispositivos não pôde ser utilizada devido à ausência de *drivers* compatíveis com o sistema Linux adotado, sendo necessária a utilização de conexão via cabo Ethernet. Embora essa limitação não inviabilize o uso em ambientes controlados, como laboratórios de informática, ela restringe a flexibilidade de implantação em contextos com infraestrutura limitada. Adicionalmente, para viabilizar o uso de monitores mais antigos, foi necessária a utilização de conversores de sinal HDMI para VGA, evidenciando a necessidade de adaptações físicas complementares.

No âmbito educacional, a utilização dos dispositivos como plataformas de jogos mostrou-se viável. A seleção e curadoria dos jogos e atividades *open source* garantiram compatibilidade com o *hardware* disponível, com taxa de instalação bem-sucedida de 100% e nenhum caso de falha de *hardware* entre as unidades avaliadas, proporcionando uma experiência de uso estável e adequada ao ambiente escolar. O desenvolvimento do sistema GameBox, operando em modo quiosque, foi fundamental para assegurar o controle de uso, impedindo alterações indevidas e restringindo a interação dos usuários às aplicações educacionais previamente definidas. Cabe destacar que o sistema não requer autenticação de usuários nem realiza qualquer coleta de dados pessoais das crianças, em conformidade com o princípio da necessidade previsto no art. 6º, III, e com a proteção reforçada de dados de crianças estabelecida no art. 14, § 4º, da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (BRASIL, 2018), o que reduz barreiras administrativas e riscos associados ao tratamento de dados de menores.

O ambiente configurado nos dispositivos permite acesso direto a aplicações educacionais, incluindo ferramentas voltadas ao desenvolvimento do raciocínio lógico e da introdução à programação (Figura 5). A organização simplificada da *interface* contribui para a utilização intuitiva dos equipamentos em contextos educacionais.

Figura 5. Tela inicial do ambiente educacional configurado nas TV Boxes, evidenciando a disponibilidade de jogos educativos voltados ao desenvolvimento lógico e computacional.



Fonte: Os Autores

Os dispositivos reconfigurados permitem a execução de diferentes aplicações educacionais, incluindo jogos de raciocínio lógico como o 2048, ambientes de introdução à programação como o ScratchJr e plataformas educacionais interativas como o GCompris (Figura 6). Essa diversidade de aplicações evidencia o potencial dos equipamentos para atender a múltiplas demandas pedagógicas, que se extendem desde a alfabetização até o desenvolvimento do pensamento computacional (AUTA; STROELE, 2024).

Figura 6. Aplicações educacionais executadas nas TV Boxes: (a) jogo de raciocínio lógico 2048; (b) ambiente de programação ScratchJr; (c) plataforma educacional GCompris com atividades cognitivas e de alfabetização.



Fonte: Os Autores

Adicionalmente, observou-se que o ambiente configurado permite encerramento simplificado das aplicações por meio de comandos diretos, como a utilização da tecla ESC, facilitando o controle do sistema em ambiente educacional. Destaca-se ainda a portabilidade dos dispositivos, que podem ser facilmente transportados e instalados em diferentes locais, utilizando apenas conexão HDMI para exibição. Ressalta-se que a execução dos jogos educacionais não depende de acesso à internet, o que amplia a aplicabilidade dos equipamentos em contextos com infraestrutura limitada, especialmente em escolas rurais e municipais, onde a conectividade ainda é desigual (CGI.BR, 2025).

O projeto se destaca por atender simultaneamente a diferentes níveis educacionais, desde a educação básica até o ensino superior, ampliando seu potencial de aplicação. De forma geral, os resultados indicam que, embora existam limitações técnicas relevantes, especialmente relacionadas à compatibilidade de *hardware* e à conectividade, o desempenho dos dispositivos é suficiente para aplicações educacionais básicas. Além disso, o estudo demonstra que soluções baseadas em reaproveitamento tecnológico podem ser implementadas de forma eficaz quando associadas ao uso de *softwares* livres e a estratégias de adaptação. A aprovação e a institucionalização do projeto pela Universidade Estadual de Montes Claros, por meio da Resolução CEPEx/Unimontes nº 830, de 17 de setembro de 2025, que estabelece sua execução e a parceria com a Receita Federal do Brasil, evidenciam o respaldo institucional da iniciativa e seu potencial para o desenvolvimento de pesquisas e aplicações voltadas ao reaproveitamento tecnológico e à inclusão digital (UNIMONTES, 2025).

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que o reaproveitamento de TV Boxes apreendidas constitui uma alternativa tecnicamente viável para a criação de microcomputadores educacionais, desde que sejam consideradas as limitações inerentes ao *hardware* e adotadas estratégias adequadas de adaptação.

A utilização de sistemas operacionais baseados em Linux e de *softwares* livres possibilitou a execução de atividades relevantes, mesmo em dispositivos com recursos reduzidos, evidenciando a robustez da solução proposta. No âmbito pedagógico, a implementação do sistema GameBox permitiu a utilização segura e controlada dos dispositivos, garantindo sua adequação ao ambiente escolar.

Além da viabilidade técnica, o projeto apresenta elevada relevância social, ao promover a transformação de equipamentos apreendidos, originalmente associados a práticas irregulares, em ferramentas educacionais capazes de contribuir para a inclusão digital. A destinação dos dispositivos a setores institucionais e escolas públicas reforça o potencial de aplicação prática da solução em diferentes contextos educacionais.

Como limitações do estudo, destacam-se a variabilidade dos dispositivos analisados e as dificuldades de compatibilidade entre *hardware* e *software*. Cabe ressaltar que este trabalho não teve como objetivo avaliar os impactos pedagógicos da utilização dos jogos, mas investigar a viabilidade técnica da transformação de TV Boxes apreendidas em plataformas computacionais educacionais; a mensuração de ganhos de aprendizagem constitui direção natural para trabalhos futuros. Como perspectivas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de distribuições Linux otimizadas para esse tipo de equipamento, bem como a ampliação do número de unidades testadas e a avaliação de longo prazo em ambientes educacionais reais. Adicionalmente, a utilização de cartões de memória para

expansão de armazenamento e a configuração de memória *swap* podem contribuir para maior estabilidade do sistema.

Destaca-se, por fim, que a proposta apresentada possui potencial de replicação em larga escala, especialmente em iniciativas públicas voltadas à inclusão digital e ao reaproveitamento tecnológico. Nesse contexto, o modelo desenvolvido pode servir como base para políticas institucionais e governamentais voltadas à transformação de passivos tecnológicos em soluções educacionais de impacto social.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOV. **Combate à pirataria**: Anatel retira mais de 1,3 milhão de produtos do mercado entre 2025 e 2026. Brasília, 2026. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202604/anatel-retira-mais-de-1-3-milhao-de-produtos-irregulares-do-mercado-entre-2025-e-2026. Acesso em: 30 jul. 2026.

ANATEL. **Anatel colabora com Receita Federal no programa Além do Horizonte**. Brasília, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-e-alem-do-horizonte-transformam-receptores-de-tv-piratas-em-minicomputadores-para-escolas. Acesso em: 30 jul. 2026.

AUTA, M.; STROELE, V. Jogos educativos digitais e a aprendizagem na escola. **Lynx**, v. 3, p. 1-8, 2024. Disponível em: https://periodicos.ufjf.br/index.php/lynx/article/view/45228. Acesso em: 30 jul. 2026.

BRASIL. Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Brasília, DF: Presidência da República, 2024.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF: Presidência da República, 2018.

CGI.BR. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**: TIC Educação 2024. São Paulo: Cetic.br/NIC.br, 2025. Disponível em: https://cetic.br/pesquisa/educacao/. Acesso em: 30 jul. 2026.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Towards the circular economy**: economic and business rationale for an accelerated transition. Cowes, 2013. Disponível em: https://ellenmacarthurfoundation.org. Acesso em: 30 jul. 2026.

MATHE, Sudha Ellison; KONDAVEETI, Hari Kishan; VAPPANGI, Suseela; DAYAL, Sunny Vanambathina; KUMARAVELU, Nandeesh Kumar. A comprehensive review on applications of Raspberry Pi. **Computer Science Review**, v. 52, art. 100636, 2024.

SILVEIRA, Sergio Amadeu da. **Software livre**: a luta pela liberdade do conhecimento. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2004.

STALLMAN, Richard. **Free software, free society**: selected essays of Richard M. Stallman. Boston: GNU Press, 2015.

UNESCO. **Digital learning and transformation of education**. Paris, 2021. Disponível em: https://www.unesco.org. Acesso em: 30 jul. 2026.

UPTON, Eben; HALFACREE, Gareth. **Raspberry Pi user guide**. 4. ed. Chichester: Wiley, 2016.

UNIMONTES. **Resolução CEPEx/UNIMONTES nº 830**, de 17 de setembro de 2025. Aprova o projeto de pesquisa Construção de Microcomputadores de Baixo Custo Utilizando TV Boxes Piratas. Montes Claros: Unimontes, 2025. Disponível em: https://unimontes.br/wp-content/uploads/2025/10/Resolucao_N__830.pdf Acesso em: 6 ago. 2026.