

Análise de Desempenho de Aparelhos TV Box Descaracterizados para Uso Educacional

Fellipe Toffolo de Souza
UNIOESTE
Foz do Iguaçu, Brasil
fellipe.souza1@unioeste.br

Renan Batalha da Silva
UNIOESTE
Foz do Iguaçu, Brasil
renan.silva15@unioeste.br

Kelyton Medeiros Lacerda
UNIOESTE
Foz do Iguaçu, Brasil
kelyton.lacerda@unioeste.br

Guilherme Silva Altarugio
UNIOESTE
Foz do Iguaçu, Brasil
guilherme.altarugio@unioeste.br

Claudio Roberto Marquette Mauricio
UNIOESTE
Foz do Iguaçu, Brasil
claudio.mauricio@unioeste.br

Antonio Marcos Massao Hachisuca
UNIOESTE
Foz do Iguaçu, Brasil
antonio.hachisuca@unioeste.br

Abstract— This document is based on a project aimed at repurposing confiscated TV box devices through the installation of open-source operating systems. The project includes cataloging these devices, recharacterizing them by replacing illegal firmware, and installing educational-purpose software. However, this document specifically focuses on the performance analysis for educational use. The ultimate goal is to provide a foundation to demonstrate the feasibility of using these devices in public schools, thereby promoting digital inclusion.

Keywords—TV Box; recharacterizing; digital inclusion; benchmark.

Resumo— Este documento baseia-se em um projeto que visa reaproveitar dispositivos TV box apreendidos através da instalação de sistemas operacionais de código aberto. O projeto inclui catalogar estes dispositivos, descaracterizá-los, substituindo firmware ilegais e instalar softwares de propósito educacional. No entanto, este documento concentra-se especificamente na análise de desempenho para uso educacional. O objetivo final é fornecer uma base para evidenciar a viabilidade de utilizar esses dispositivos em escolas públicas, promovendo assim a inclusão digital.

Palavras-chave— TV Box; descaracterização; inclusão digital; benchmark.

I. INTRODUÇÃO

Com o advento da computação eletrônica e o crescente aumento do poder computacional, os dispositivos eletrônicos de uso cotidiano se tornam cada vez mais acessíveis. Ao passo que aqueles mais modernos se destinam a aplicações mais específicas e computacionalmente desgastantes, os menos potentes se tornam mais acessíveis em questões de custo. Contudo, esse barateamento de componentes de *hardware* gera oportunidades para o desenvolvimento da pirataria e do mercado clandestino ilegal, já que o custo de confecção e montagem dos componentes é reduzido. Um dos dispositivos afetados por esse mercado ilegal são as chamadas TV Boxes, pequenos computadores com processamento mediano, utilizados para streaming de vídeos e canais de televisão. Centenas de milhares de exemplares de TV boxes são apreendidos anualmente,

com a grande maioria sendo destruída e reciclada no sentido convencional. Claramente, esta abordagem, apesar de mais rápida e eficiente, leva a um aumento na produção de lixo eletrônico, além de reduzir drasticamente o valor do material que antes compunha os dispositivos computadorizados. De fato, conforme notícias publicadas [1], cerca de 97 mil aparelhos TV boxes foram apreendidos e destruídos no ano de 2022, somando mais de 13 milhões de reais.

Diante disso, busca-se uma proposta com uma alternativa viável para aplicar as capacidades destes dispositivos de forma consciente, eliminando as características que os tornam ilegais, mas conservando suas capacidades operacionais como pequenos computadores. Assim, uma abordagem elaborada para o uso consciente e assistente dos dispositivos em questão é a ideia de descaracterizá-los, removendo seu *software* original ilegal, e ressignificá-los para aplicações educacionais, voltando seu uso para o ensino fundamental da educação pública. Conforme conclui Nuñez-Unda et al. [2], a educação pública pode se beneficiar de alternativas de computadores de baixo custo, como foi o caso dos Raspberry Pi, que são minicomputadores próprios para testes e aprendizado de desenvolvimento para aplicações de pequeno porte. Além disso, a necessidade de uma revitalização na área educacional é reforçada pela falta de investimentos na infraestrutura da educação pública, principalmente relativo a questões tecnológicas e a aquisição de componentes ou dispositivos necessários para fomentar uma inclusão digital dos estudantes da rede pública.

Portanto, baseando-se em um projeto de objetivos mais amplos, este artigo visa avaliar o uso dos aparelhos TV Box descaracterizados e ressignificados para propósitos educacionais, definindo primeiramente o que são os dispositivos, algumas distinções importantes e quais modelos serão considerados para as análises. As análises serão baseadas na execução de um software que realiza a execução de um programa para avaliação de desempenho do hardware *benchmark* e na medição do uso

da *Central Processing Unity* (CPU) e da memória *Random Access Memory* (RAM) durante a execução de aplicativos padrão, feitas considerando o relativamente baixo poder de processamento dos exemplares. Os resultados aqui apresentados buscam complementar as conclusões obtidas por outros trabalhos, como é o caso do trabalho de Neto [3], que confirmou a viabilidade de utilizar diferentes modelos de single board computers para fins educacionais, concentrando-se em *Single Board Computers* (SBC's) já estabelecidos no meio tecnológico, como Orange Pi, Raspberry Pi e suas variantes, em contrapartida com a proposta do presente trabalho, que busca fazer o mesmo para SBC's apreendidos após sua descaracterização. Por fim, os resultados serão discutidos com a intenção de responder a questão da viabilidade no processo de descaracterizar os dispositivos e voltar sua aplicação para a educação. Os aparelhos analisados foram legalmente obtidos através de uma parceria entre a Receita Federal, responsável pela apreensão dos dispositivos ilegais, e o Itaipu Parquetec (antigo PTI) com o objetivo de reaproveitá-los.

As referências selecionadas foram escolhidas com o propósito de atender às demandas identificadas ao longo do desenvolvimento, assegurando uma fundamentação sólida e alinhada aos objetivos propostos.

II. CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE DOS DISPOSITIVOS CONSIDERADOS

A. Mapeamento dos modelos

Os aparelhos TV Box utilizam uma arquitetura ARM e uma estrutura de *hardware* baseada em SoC (System On Chip), atributos que garantem a compatibilidade com sistema Android e contribuem para sua eficiência energética. Existem vários fabricantes de SoC para TV Box e cada um desenvolve seu firmware a fim de otimizar o desempenho de seu chip, além de estabelecer sua própria arquitetura de design para cada dispositivo. Para os propósitos deste projeto, foram utilizados dispositivos de duas fabricantes, Amlogic [4] e Rockchip [5], em virtude do suporte oferecido para instalação de sistemas operacionais de *software* livre, como o sistema Armbian [6], que apresenta uma comunidade ativa de desenvolvedores [7].

Os SoCs são divididos em famílias, cada uma projetada para otimizar o desempenho em diferentes modelos. A seguir, são apresentadas as características dos SoCs utilizados:

- 1) RK3228A (Rockchip): SoC da família RK322x, apresenta processador Quad-core Cortex-A7.
- 2) S905X (Amlogic): SoC da Família S9xx, apresenta processador ARM Cortex-A53.

B. Obtenção das Informações de Hardware

Algumas informações de *hardware* de cada aparelho foram obtidas através dos *softwares* AIDA64 e CPU-Z, e podem ser vistas nas tabelas abaixo.

TABELA I
INFORMAÇÕES DE HARDWARE OBTIDAS PELO AIDA64

Modelo	Fabricante	SoC	Família	RAM	Armazenamento
HA	Amlogic	Indefinido	Indefinido	2GB	10.85GB
X plus	Rockchip	RK3229	RK322x	2GB	5GB
TG3	Amlogic	Indefinido	Indefinido	2GB	10.85

TABELA II
INFORMAÇÕES DE HARDWARE OBTIDAS PELO CPU-Z

Modelo	Fabricante	SoC	Família	RAM	Armazenamento
HA	Amlogic	Indefinido	Indefinido	2GB	10.85GB
X plus	Rockchip	RK3229	RK322x	2GB	4.82GB
TG3	Amlogic	Indefinido	Indefinido	2GB	10.85GB

Com o objetivo de verificar a exatidão das informações obtidas pelo *software*, foi realizada a abertura dos dispositivos para inspeção interna, onde foram identificadas informações indefinidas e algumas inconsistências. No caso da X plus, o SoC real foi identificado como RK3228A enquanto o SoC da HA e da TG3 como S905X.

III. DESCARACTERIZAÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO DOS MODELOS

A. Processos de descaracterização

Nesta seção será descrito brevemente como foi o processo de substituição do firmware ilegal originalmente presente nos aparelhos. Para tal, foram seguidos métodos encontrados em fóruns da Internet e em alguns artigos. Em especial, a metodologia descrita por Lopes [7] foi seguida para a X plus.

O processo de descaracterização da X plus consiste, resumidamente, em gravar um *software* chamado Multitool em um cartão SD através de uma ferramenta apropriada, como Etcher. Após a gravação bem-sucedida do Multitool no SD, o próximo passo é inserir o arquivo .img (imagem do sistema a ser gravado) na pasta chamada "images", que estará presente no cartão SD. Por fim basta inserir o cartão SD, ligar o aparelho e selecionar a opção "burn image to flash".

Já para a HA e a TG3 o processo de descaracterização foi o mesmo, que se resumiu em gravar o arquivo de imagem compatível em um cartão de memória, editar os arquivos .dtb (device tree blob) e inserir diretamente nos exemplares.

B. Mapeamento de Plataformas Educacionais

O mapeamento das plataformas educacionais foi conduzido por meio de pesquisas em fontes oficiais, como sites governamentais [8], além de distribuidoras de aplicativos como a KDE [9]. A partir desse levantamento, foram selecionados alguns aplicativos que possuíam compatibilidade com o sistema operacional, como CodeBlocks, para o ensino de programação, KBranch, para matemática, Kalzium, para química e KLetres, para alfabetização. Estes aplicativos, que são executados localmente, tiveram um desempenho satisfatório.

Além disso, com os resultados da pesquisa, foram identificadas diversas plataformas educacionais baseadas em navegadores, como o Scratch e Quizizz, que apresentaram um desempenho mediano. No entanto, a plataforma de ensino Khan Academy apresentou lentidão, resultando em uma experiência insatisfatória para o usuário.

Portanto, esses resultados evidenciam a viabilidade do projeto. Embora algumas das plataformas educacionais mapeadas tenham apresentado desempenho abaixo do esperado, há uma variedade de alternativas que cumprem o mesmo propósito e oferecem um desempenho aceitável.

IV. MÉTODOS DE ANÁLISE DE DESEMPENHO E RESULTADOS OBTIDOS

Para obter resultados concretos no que se refere ao desempenho dos aparelhos considerados após a descaracterização, foi utilizado o *HardInfo*, um utilitário do sistema Linux. O *software* foi configurado para executar três testes de estresse de *benchmark* em cada um dos modelos, sendo eles N-Queens, FPU-FFT e *Raytracing*.

Cada um dos testes serve a um propósito para medir as capacidades dos aparelhos. No caso do problema N-queens o algoritmo associado envolve técnicas de busca combinatória exigindo processamento lógico e recursivo de forma intensiva. Já para o algoritmo FPU-FFT, cálculos complexos exigem intensamente o processamento da unidade de ponto flutuante da CPU (FPU), assim como é o caso do *Raytracing*. A Tabela III mostra a pontuação obtida para cada um dos modelos, lembrando que uma pontuação menor significa um melhor desempenho.

TABELA III
PONTUAÇÕES OBTIDAS PARA CADA MODELO NO TESTE

Tv	teste	N-Queens	FPU-FFT	Raytracing
X plus		17,19	23,69	9,72
HA		7,42	9,97	4,44
TG3		6,8	10,02	5,83

Adicionalmente, foi realizada uma validação do uso das TV Boxes em um ambiente pedagógico, para a qual foram selecionados aplicativos comuns no cotidiano educacional, abrangendo desde plataformas de comunicação até ferramentas de desenvolvimento e prototipagem. A análise concentrou-se no desempenho desses *softwares* em tarefas pedagógicas típicas, visando avaliar sua viabilidade para o uso em salas de aula ou laboratórios de informática. Os resultados para esta validação, no entanto, não foram quantificados por medidas numéricas, mas sim pela experiência de usuário, que foi descrita na Tabela V, sendo que na Tabela IV constam os programas considerados para esta análise.

TABELA IV
DESCRIÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS UTILIZADOS NA ANÁLISE

Software	Funcionalidade
Google meet	Serviço de participação e criação de reuniões online
Microsoft teams	Plataforma de comunicação e colaboração
Geany	IDE de desenvolvimento de código de programação
VsCodium	IDE de desenvolvimento de código de programação
Arduino IDE	Plataforma de prototipagem para hardware
Figma	Editor de prototipagem e design

TABELA V
DADOS OBTIDOS AO EXECUTAR APLICAÇÕES NA TG3

Software	Tempo de inicialização(s)	Tipo de teste	Estabilidade
Google meet	103	Inicialização de uma vídeo chamada	Moderado
Microsoft teams	97	Uso de funcionalidades básicas	Moderado
Geany	3	Teste unitário	Sem travamentos
VsCodium	28	Teste unitário	Sem travamentos
Arduino IDE	22	Teste de funcionalidades de execução de código	Sem travamentos
Figma	Não foi possível inicializar um projeto	Tentativa de abrir um novo projeto	Não foi possível testar

V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados dos testes de benchmark, apresentados na Tabela III, indicam que os modelos TG3 e HA tiveram um desempenho significativamente superior em relação ao modelo X Plus. Isso pode ser explicado pela arquitetura mais robusta dos SoCs utilizados nesses

dois modelos, que possuem melhor suporte para processamento intensivo. Com relação aos resultados alcançados para a execução de aplicações educacionais, conforme apresentado na tabela IV, o Geany, destacado como uma IDE leve e rápida com dependências mínimas, apresentou um resultado satisfatório no seu uso, com inicialização rápida e sem sinais de travamentos. Em contrapartida, ferramentas como o Figma não conseguiram ser executadas devido a limitações de GPU, demonstrando que os dispositivos não são adequados para tarefas gráficas mais pesadas. Ainda, ao executar múltiplos aplicativos simultaneamente, os dispositivos apresentaram certa lentidão, particularmente em *softwares* que exigem maior poder de processamento. A reprodução de vídeo também foi limitada a uma resolução de 720p para os modelos de maior desempenho, o que restringe o uso em atividades que demandam maior qualidade visual, apresentando, porém, relativa usabilidade para menores resoluções.

Esses resultados deixam claro que, apesar das limitações de *hardware*, os modelos TG3 e HA apresentam desempenho aceitável para tarefas educacionais leves, enquanto o modelo X Plus mostrou-se menos eficiente. Mais pesquisas devem ser feitas em relação à comunicação entre o *software* e o *hardware* da X plus como forma de garantir que sua performance está atingindo os valores mais altos suportados pelo processador.

VI. CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, pode-se argumentar que as TV Boxes, em sua maioria, são capazes de atender às necessidades de tarefas educacionais simples, como a programação e o uso de ferramentas leves, desde que não sejam exigidos recursos gráficos de processamento mais intenso ou *hardware* mais robusto.

Portanto, é possível concluir que, com o objetivo de transformar esses aparelhos aprendidos em computadores de baixo custo para uso em ambientes escolares, as TV Boxes oferecem oportunidades viáveis, especialmente para atividades mais leves, embora seja necessário considerar as limitações de *hardware*. Esse tipo de dispositivo pode ser uma solução prática e econômica para fins educacionais em tarefas de menor demanda, desde que haja um planejamento adequado para evitar a sobrecarga. Assim, sua adoção dependerá de uma avaliação criteriosa das necessidades das escolas e dos aspectos práticos da aplicação desta solução.

Por fim, depreende-se que as TV Boxes apresentam uma alternativa tecnológica sustentável para o problema da desigualdade digital observado na rede pública, mitigando essa adversidade através de tecnologias *open-source* e se alinhando aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 4 – Educação de Qualidade, ao proporcionar a estudantes

de instituições públicas o acesso a ferramentas tecnológicas para o aprendizado, e o ODS 12 – Consumo e Produção Sustentáveis, ao incentivar a reutilização de dispositivos que seriam descartados como lixo eletrônico. Esta abordagem, além de trazer benefícios educacionais, também reduz o impacto ambiental do descarte de lixo eletrônico, enfatizando seu caráter sustentável. Este projeto, ainda em andamento, buscará ampliar os resultados apresentados neste artigo para o maior número de modelos de aparelhos TV box possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa gratidão aos nossos orientadores, Antonio Marcos Massao Hachisuca e Claudio Roberto Mauricio Marquette, e o nosso coordenador de projeto, Henrique Benitez, por nos oferecer a oportunidade de trabalhar em um projeto tão promissor que nos permite aprender e aplicar habilidades adquiridas de nossa experiência acadêmica em uma causa nobre.

Também agradecemos à equipe Latinoware pelo LatinScience, onde podemos compartilhar nosso projeto para a comunidade tecnológica.

REFERÊNCIAS

- [1] Receita Federal e ABTA. (2022). **Combate ao contrabando: Receita Federal e ABTA destruirão mais de 100 mil aparelhos de TV box piratas em Resende/RJ**. Avaliados em R\$ 14 milhões. Atualizado em 31 de outubro de 2022. [Online]. Available: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos>
- [2] Nuñez-Unda, Alfredo, Vera, Angelo, Haz, Lidice, Pinos, Viviana, Zurita, Roberto, & Medina, Silvia. (2018). **The Raspberry Pi as a Computer Substitute at Elementary Schools in Developing Countries, a Pilot Experiment in Ecuador**. MATEC Web of Conferences, 210, 04023. CSCC 2018. Universidad de Guayaquil. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/328100497_The_Raspberry_Pi_as_a_Computer_Substitute_at_Elementary_Schools_in_Developing_Countries_A_Pilot_Experiment_in_Ecuador
- [3] Neto, José Vieira da Costa. **Single-Board Computers e Tecnologias Open Source na Perspectiva Educacional**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Educacional, Instituto Universidade Virtual, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Orientador: Prof. Dr. José Rogério Santana. [Online]. Available: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/73461>
- [4] Amlogic. [Online]. Available: <https://www.amlogic.com/>.
- [5] Rockchip. [Online]. Available: <https://www.rock-chips.com/a/en/>.
- [6] Armbian. [Online]. Available: <https://www.armbian.com/>.
- [7] Lopes, Vinicius Amorim Sales. **Uma Proposta de Computadores de Baixo Custo Utilizando TV Boxes Apreendidas**. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Graduação em Engenharia de Software, Universidade Federal do Ceará, Campus Quixadá, Quixadá, 2023. Orientador: Prof. Dr. Cristiano Bacelar de Oliveira. [Online]. Available: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/76488>
- [8] Gov.br. [Online]. Available: <https://www.educacao.pr.gov.br/iniciar/>.
- [9] “Aplicativos do KDE.” [Online]. Available: <https://apps.kde.org/pt-br/>.