



UFC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CAMPUS QUIXADÁ

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

VINÍCIUS AMORIM SALES LOPES

**UMA PROPOSTA DE COMPUTADORES DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO TV
BOXES APREENDIDAS**

QUIXADÁ

2023

VINÍCIUS AMORIM SALES LOPES

UMA PROPOSTA DE COMPUTADORES DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO TV BOXES
APREENDIDAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Bacelar de Oliveira.

QUIXADÁ

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L856p Lopes, Vinícius Amorim Sales.
Uma proposta de computadores de baixo custo utilizando tv boxes apreendidas / Vinícius Amorim Sales
Lopes. – 2023.
44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá,
Curso de Engenharia de Software, Quixadá, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Cristiano Bacelar de Oliveira..

1. Sistemas embarcados (Computadores). 2. Sistema operacional . 3. Android (Recurso eletrônico). 4.
Linux (Sistema operacional de computador). I. Título.

CDD 005.1

VINÍCIUS AMORIM SALES LOPES

UMA PROPOSTA DE COMPUTADORES DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO TV BOXES
APREENDIDAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Bacelar de Oliveira.

Aprovada em: ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cristiano Bacelar de Oliveira. (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. André Ribeiro Braga.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Thiago Werlley Bandeira da Silva.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Agradeço primeiramente a Deus, depois a minha família, minha namorada e ao meu orientador.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado o dom da vida e ter me capacitado para este momento e me permitido concluir e entregar esse trabalho.

Ao meu pai, Claudeni Sales, por todo apoio emocional, por todo incentivo e por ter me ensinado a ser quem eu sou, por ter me educado e por ter dedicado incontáveis horas de trabalho para que fosse possível eu estar hoje em outra cidade apresentando meu Trabalho de Conclusão de Curso.

A minha namorada, Larissa Loiola, por dividir todos os seus dias comigo para me incentivar a concluir esse trabalho e não me deixar desistir dele, por todo amor, carinho, paciência e atenção, eu te amo.

A minha irmã, Amanda Sales, por me alegrar e me divertir durante todos os dias em que estive em Quixadá.

A minha mãe, Onélia Amorim, por se preocupar comigo e se dedicar pra ser uma boa mãe.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cristiano Bacelar, pela sua orientação, por todo o incentivo e por me mostrar que eu era capaz de concluir esse trabalho, mas também por todo o suporte e orientação ao longo dos semestres na Universidade Federal do Ceará - Campus Quixadá.

“Por mais que as coisas fujam ao nosso controle, elas continuam rigorosamente sob o controle de Deus.” (Hernande Dias Lopes).

RESUMO

Nos últimos anos a busca por alternativas aos meios de reprodução de mídia da TV fechada e ao streaming de vídeo pago, fizeram crescer no mercado ilegal a compra de aparelhos piratas chamados de TV Box. Esse aumento citado, fez com que os órgãos responsáveis pela a fiscalização e apreensão desses aparelhos, procurassem uma alternativa viável para o descarte e destruição em massa desses aparelhos que geram tanto prejuízo para as grandes empresas de mídia. O objetivo deste trabalho é ser uma alternativa dentro da lei para as TV Boxes apreendidas, já que elas se tratam de um Sistema Embarcado (SE) e que podem ser reutilizadas e readequadas para servirem como um computador em escolas, faculdades, hospitais, dentre outros ambientes públicos. Para tal, este trabalho alterou o Sistema Operacional (SO) das TV Boxes apreendidas, substituindo seu sistema de fábrica por um SO livre Linux. Por fim, foi feita uma análise para decidir se os aparelhos formatados podem ser utilizados como computadores.

Palavras-chave: tv box; sistemas embarcados; sistema operacional.

ABSTRACT

In recent years, the search for alternatives to closed TV media and paid video streaming has led to an increase in the purchase of pirate TV Boxes on the illegal market. This increase has prompted the agencies responsible for inspecting and seizing these devices to look for a viable alternative to the mass disposal and destruction of these devices, which are causing so much damage to the big media companies. The aim of this work is to provide an alternative within the law for seized TV Boxes, since they are an Embedded System (ES) and can be reused and repurposed to serve as a computer in schools, colleges, hospitals and other public environments. To this end, this work changed the Operating System (OS) of the seized TV Boxes, replacing their factory system with a free Linux OS. Finally, an analysis was carried out to decide whether the formatted devices can be used as computers.

Keywords: tv boxes; embedded system; operating system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Demonstração de aplicações sugeridas para vários RTOS disponíveis	20
Figura 2	–	Fluxograma com as atividades do trabalho proposto	25
Figura 3	–	Tela do Multitool	28
Figura 4	–	Tela de carregamento do Armbian	28
Figura 5	–	Tela de criação de usuário e senha	29
Figura 6	–	Tela exibindo as especificações técnicas do aparelho já formatado	29
Figura 7	–	Exemplo de uso do Write no Armbian	30
Figura 8	–	Exemplo de uso do Impress no Armbian	31
Figura 9	–	Exemplo de uso do Calc no Armbian	31
Figura 10	–	Exemplo de uso do Navegador Web Chromium	32
Figura 11	–	Exemplo de uso da ferramenta online Google Meet no Armbian	32
Figura 12	–	Exemplo de uso do software Geany no Armbian	33
Figura 13	–	Exemplo de uso do Python através do Terminal do Armbian	34
Figura 14	–	Exemplo de uso do software Visual Studio Code no Armbian	35
Figura 15	–	Exemplo de uso do software nativo de reprodução de vídeo do Armbian	36
Figura 16	–	Exemplo de uso do YouTube para assistir vídeos no Armbian	36
Figura 17	–	Exemplo de edição de imagens utilizando o Gimp no Armbian	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre os trabalhos relacionados e este trabalho	23
Quadro 2 – Descrição dos software utilizados para análise	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempo Gasto em segundos (s) e minutos (m) para carregar um software .. 39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SE	Sistema Embarcado
ARM	<i>Advanced RISC Machine</i>
OTT	<i>Over-the-top</i>
SSH	<i>Secure Shell</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
SO	Sistema Operacional
RTOS	<i>Real Time Operating Systems</i>
WSN	<i>Wireless Sensor Networks</i>
RTES	<i>Real Time Embedded Systems</i>
ASIC	<i>Application Specific Integrated Circuit</i>
FPGA	<i>Field Programmable Gate Array</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.2	Motivação	16
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	16
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Sistemas Embarcados	17
2.2	Arquitetura ARM	17
2.3	Sistemas Operacionais para Sistemas Embarcados	18
3	TRABALHOS RELACIONADOS	21
3.1	E-Lixo eletrônico de informática	21
3.2	Economia Circular no Brasil: Estudo de caso em um Centro de Recondicionamento de Computadores	21
3.3	Projeto Reconecta UFRGS: Computadores Recondicionados para Estudantes de Baixa Renda	22
3.4	Comparativo entre os trabalhos relacionados e o trabalho proposto	23
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
4.1	Etapas Do Desenvolvimento Do Projeto	26
5	RESULTADOS	39
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	41
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O uso de TV Box piratas, para que usuários possam acessar serviços de streaming de forma ilegal, tornou-se cada vez mais frequente. Por sua vez, TV Box são caracterizados como aparelhos que utilizam tecnologia *over-the-top* (OTT) para acessar o conteúdo ao vivo de emissoras livres ou a cabo (LOBATO; SARKAR, 2019). Embora existam muitos aparelhos que façam isso de forma legal e lícita, o problema está em aparelhos que fazem uso dessa tecnologia juntamente com um sistema operacional Android para ter acesso ao conteúdo de forma ilegal.

Dentro desse contexto de crescimento do uso de aparelhos de transmissão OTT para uma utilização voltada para pirataria, as autoridades responsáveis por atuar no combate a esse tipo de prática, como ANATEL e a Receita Federal, buscam por uma solução para lidar com o problema que é gerado pelo mercado de TV Box ilegais no país, onde em abril de 2021 a Receita Federal apreendeu quase 124 mil desses aparelhos piratas apenas no estado do Rio de Janeiro¹. Outra medida que foi tomada recentemente, foi o bloqueio total do sinal² dessas TV Box, tornando, em teoria, impossível a reprodução de conteúdo pago.

Considerando um conceito geral para Sistemas Embarcados (SE), onde podemos defini-los como um sistema embutido em um microprocessador que opera de forma física dentro de um dispositivo com objetivo de executar uma tarefa bem definida (SOUSA *et al.*, 2015) fica claro que as TV Box se tratam de um SE por atenderem a esse conceito. Esse contexto apresentado sobre os SE, dá o entendimento necessário para que seja possível utilizar as TV Box de maneira a programá-las para uma nova finalidade que se assemelha mais aos SE que encontramos no mercado.

Em pesquisa feita no ano de 2019 pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic)³, foi revelado que 39% dos estudantes de escolas públicas urbanas não têm computador ou tablet em casa, sendo apenas 9% nas escolas particulares, mostrando que ainda há uma grande diferença de estrutura e acessibilidade entre escolas públicas e particulares. Esses dados mostram que apenas pouco mais da metade da população infantil possui algum equipamento eletrônico para fazer pesquisas escolares ou até mesmo para usar como auxílio em atividades acadêmicas.

Já sobre aparelhos computadores presentes em escolas públicas pelo país, a carência

¹ Disponível em: <https://abrir.link/4TA5m> Acesso em: 27 Maio 2022

² Disponível em: <https://abrir.link/I3rXJ> Acesso em: 15 Abril 2023

³ Disponível em: <https://abrir.link/p8xRo> Acesso em: 03 Setembro 2023

continua, já que em 2022 o Cetic realizou outra pesquisa⁴, que mostrou que 42% das escolas de ensino fundamental ainda não tinham nenhum tipo de computador para que os alunos pudessem fazer o uso desses equipamentos durante suas atividades acadêmicas. Como destacado no breve estudo de Miranda *et al.* (2020) durante os tempos de pandemia causada pelo Coronavírus COVID-19 em 2020, ficou claro a necessidade do uso de computadores para que estudantes de diferentes níveis, fundamental, médio e superior, pudessem realizar suas atividades, e mesmo após a pandemia, o mundo não foi mais o mesmo e a necessidade do uso desses equipamentos eletrônicos e computadores, ainda existe, ainda que não seja mais tão essencial para a continuidade das aulas, dado que não são mais remotas.

No Brasil é notório a dificuldade para a distribuição de computadores e aparelhos eletrônicos para os estados, ficando a cargo dos governos estaduais receberem a verba para educação e fazer o repasse para os municípios. Seja por conta do mau uso ou desgaste do tempo e falta de manutenção, escolas sofrem com computadores parados que já não funcionam mais, isso somado aos dados da falta de computadores em escolas, evidencia o problema relacionado a carência desses computadores.

Algumas TV Box mais básicas possuem processadores *Advanced RISC Machine* (ARM) com uma frequência consideravelmente elevada, que variam de 1 a 2 Ghz e são equipadas com até 4Gb de memória RAM. Isso é bastante considerável para o que se espera de um aparelho que tem como única finalidade acessar internet e reproduzir a programação das emissoras de televisão. Tendo em vista esta configuração e levando em conta que algumas TV Box possuem configurações ainda mais avançadas, este projeto visa mostrar que é possível formatar esses aparelhos e reutilizá-los como computadores de mesa.

Dado os altos números divulgados pela Receita Federal, sobre TV Box piratas no Brasil, onde 610 mil aparelhos já foram destruídos nos últimos 6 anos, sendo que apenas em março de 2022 111 mil aparelhos avaliados em 14 milhões de reais já foram destruídas⁵ sem qualquer redirecionamento, o trabalho proposto irá apresentar um estudo com base em seus trabalhos relacionados e conceitos, para que possa obter sucesso em uma futura implementação do que está sendo proposto. Posteriormente ao trabalho, espera-se que com o sucesso da implementação desejada nas TV Box, elas possam servir como aparelhos que voltem de forma legal para a sociedade, podendo ser reutilizadas em escolas de todo o país como computadores para o auxílio de atividades escolares.

⁴ Disponível em: <https://abrir.link/fIv7p> Acesso em: 3 Setembro 2023

⁵ Disponível em: <https://abrir.link/OOaUI> Acesso em: 27 Maio 2022

1.2 Motivação

A motivação deste trabalho é a busca por uma alternativa ao alto descarte e destruição de TV Box que são apreendidas tanto por serem aparelhos comercializados de forma ilegal, como por também operarem fora da legalidade. Dado que esses aparelhos configuram-se em SE programados para reproduzir mídias de forma ilegal, o projeto irá se aproveitar desse fato para torná-los um Sistema Embarcado reprogramado do zero, e torná-los uma alternativa viável para outros usos de forma a se tornarem uma solução para o problema encontrado na apreensão desses aparelhos.

Outro fator motivacional é que, a partir da implementação deste projeto, será possível obter uma solução computacional para os problemas já citados na comercialização e apreensão desses aparelhos, de modo que possam ser aproveitados para aplicações em áreas diversas, reaproveitando assim algo que antes era apenas um aparelho ilegal que seria descartado.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é reutilizar aparelhos TV Box ilegais apreendidos, de forma a construir um sistema computacional que possa ser aproveitado pela sociedade, resultando, assim, em uma solução alternativa ao desmanche desses aparelhos quando são apreendidos no mercado ilegal. Dado o objetivo geral, este projeto apresenta também os seguintes objetivos específicos que deverão ser satisfeitos:

1.2.2 Objetivos Específicos

Implementar um sistema viável de modo a evitar o descarte e destruição de TV Box apreendidas;

Construir o sistema proposto utilizando, preferencialmente, ferramentas e software livres;

Fornecer uma solução computacionalmente eficiente, respeitados os limites dos dispositivos, de forma a permitir seu uso em aplicações diversas;

Tornar possível a doação desses equipamentos formatados, para fins acadêmicos e para que possam ser utilizados como computadores em sala de aula.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistemas Embarcados

Como enfatizado por Dos Santos (2019) embora em sua maioria os Sistemas Embarcados (SE) sejam na maioria das vezes mais simples que um computador de propósito geral, os SE são completos e ideais para realizarem a função específica para o qual são desenvolvidos. Geralmente se tratam de um sistema encapsulado dentro de uma pequena placa que conta com sua própria memória e com um processador de arquitetura ARM capaz de processar os dados de maneira satisfatória.

Por se tratarem de sistemas desenvolvidos com uma funcionalidade específica, não é difícil encontrar exemplos para SE, isso porque eles estão presentes em muitas áreas comuns para todos nós, como por exemplo projetores de imagem, geladeira, aviões, micro-ondas e outros. Mas não se limitando apenas a produtos já conhecidos, corriqueiramente novos equipamentos são pensados para serem desenvolvidos como sistemas embarcados.

Assim como mostrado por Nureni (2022), não basta apenas desenvolver SE sem o mínimo planejamento de software e hardware, pois eles são projetados para atender e satisfazer critérios de segurança, confiabilidade e desempenho. É possível afirmar que nos dias de hoje vivemos uma verdadeira revolução digital que é puxada pela a capacidade computacional dos SE, bem como pelas suas mais diversas aplicações em tempo real que não poderiam ser simplesmente atendidas pelos computadores pessoais de usuários comuns (NURENI, 2022).

2.2 Arquitetura ARM

A arquitetura ARM, ou *Advanced RISC Machine* está bastante presente nos dias de hoje, mesmo tendo sido desenvolvida em 1980 permanece bastante atual tendo aplicações em processadores de SE e principalmente em dispositivos móveis, e como o objeto de estudo e pesquisa desse projeto se trata de um Sistema Embarcado, as TV Box, os processadores delas também são baseados na arquitetura ARM.

O uso de processadores ARM também é bastante presente em aplicações que desejam extrair o máximo de desempenho desses processadores em virtualização de máquinas e sistemas. Mais recentemente na evolução dos aparelhos móveis, os processadores ARM foram utilizados para fazer a aceleração do algoritmo *Multi-Scale Retinex*, algoritmo responsável por pós processamento de imagem, como é citado pelo Forte (2015), onde a arquitetura dos mesmos

foi essencial para um melhor processamento das imagens tiradas com as câmeras dos aparelhos, isso por conta da velocidade de execução e processamento desse algoritmo por parte dos processadores.

2.3 Sistemas Operacionais para Sistemas Embarcados

Popularmente conhecidos por ser a interface que conecta o hardware dos computadores com os demais softwares, os Sistemas Operacionais convencionais são programas que se encarregam de gerir todos os componentes conectados à placa mãe como o processador, dispositivos de memória e dispositivos de entrada e saída de dados, bem como ser graficamente o que permite que o usuário interaja e gerencie os outros software nos computadores. Partindo dessa introdução básica apresentada, temos o Sistemas Operacionais para Sistemas Embarcados, que muitas vezes se tratam dos *Real Time Operating Systems* (RTOS), por serem os SOs que atendem a demanda e necessidade dos SE em muitas situações (POTHUGANTI *et al*, 2016), porém não se limitando apenas a eles.

Assim como os SO presentes em computadores casuais, os RTOS são necessários para controlar minuciosamente as funções que o SE deverá realizar para atender ao propósito específico pelo qual ele foi desenvolvido. Como Pothuganti *et al.* (2016) mostram em seu trabalho, um RTOS precisa atender a algumas características importantes que vem diretamente do kernel, antes que possa ser caracterizado como uma boa escolha para ser utilizado em um SE, algumas dessas características citados em seu trabalho são várias plataformas e suporte a *Universal Serial Bus* (USB), suporte multicore/multiprocessador, gerenciamento de memória virtual e dinâmica, dentre outras.

Como é abordado por Jabeen *et al.* (2016) um SE pode ser desenvolvido para para muitos objetivos específicos que podem acabar por se diferenciar bastante entre si, por isso é bastante comum que não exista apenas um único SO que venha a atender a demanda exigida por esses SE. Com base nisso e no que já foi dito, é possível separar os SO abordados aqui em dois grupos, os RTOS que já foram mencionados, e os outros SO para Sistemas Embarcados que não necessariamente se caracterizam como um RTOS. No trabalho já citado de Jabeen *et al.* (2016) é mostrado o exemplo de alguns SO desenvolvidos especificamente para uma rede de sensores sem fio, ou *Wireless Sensor Networks* (WSN), onde cada um é responsável por executar uma função dentro do seu próprio SE conectado a rede.

Além dos conceitos já mostrados neste capítulo, é importante se aprofundar sobre os SO mais utilizados atualmente em SE, dado que para o desenvolvimento deste trabalho foi

necessário um estudo prévio para decidir qual SO seria utilizado nas TV Boxes apreendidas. Diante disto, Pothuganti *et al.* (2016) desenvolveu um trabalho onde é feito um estudo comparativo entre RTOS e suas diferentes aplicações para os SE. Para uma exemplificação maior da importância desse estudo dentro de suas aplicações no cotidiano, o autor faz uma introdução sobre as aplicações desses sistemas nas indústrias automotivas, aeroespaciais e de motocicletas, mostrando dados sobre o uso microcontroladores na indústria automotiva e o seu orçamento gasto na parte de eletrônica, além de mostrar a utilização desses sistemas em motores de motos e computadores de aviões e carros. Outro aspecto importante sobre esses sistemas que é introduzido no trabalho, é a sua praticidade, já que são simples de serem implementados, consomem pouca memória e possuem baixa sobrecarga, segundo o autor.

Feita a contextualização do assunto principal do artigo, o autor divide em três seções comparativas, análises e resultados sobre seis diferentes RTOS. Alguns dos RTOS analisados foram o QNX, VxWorks⁶, Nucleus RTOS (GREGORIO *et al.*, 2019) e o MicroC/OS-2⁷. As três seções analisam a conformidade com padrões e protocolos, o gerenciamento de memória, e por fim a especificação de processo e sincronização de tarefas. A Figura 1 listada mais adiante nesta seção mostra um resultado obtido pela comparação dos RTOS citados anteriormente, e traz também uma sugestão de onde eles poderiam ser aplicados.

Para este trabalho foi escolhido o Armbian⁸ como SO a ser instalado e utilizado nos aparelhos apreendidos, e os principais fatores para esta decisão foi a compatibilidade desse sistema com as placas utilizadas nas TV Boxes disponíveis para este projeto e o amplo suporte encontrado nos fóruns oficiais do Armbian para quem deseja utilizá-lo em uma TV Box. Além do fator já citado, outros fatores que contribuíram foram, a interface semelhante a outros SO que são encontrados em computadores de uso pessoal e acadêmico, o que deve tornar o uso desses aparelhos mais intuitivo para o usuário final, além de trazer software já pré instalados, como navegador web, software dedicados a escritório, de programação e de reprodução de áudio e vídeo.

⁶ Disponível em: <https://abrir.link/AUXox> Acesso em 02 Julho 2022.

⁷ Disponível em: <https://abrir.link/2FcXK> Acesso em 02 Julho 2022

⁸ Disponível em: <https://docs.armbian.com/> Acesso em 13 Ago 2022

Figura 1 - Demonstração de aplicações sugeridas para vários RTOS disponíveis

RTOS	Overall Architecture and Performance	Suggested Application
Vxworks	Excellent	Complex real time and embedded application,space- craft.
MicroC/OS-2	Excellent	Educational & Embedded Based Applications.
QNX NEUTRINO OS	Very good	Server, Embedded & Workstations.
Windows CE	good	Minimalist computer and embedded application
Lynx OS	Excellent	Military, avionics, Industry, control, telecommunication
Nucleus RTOS	Very good	Setup Boxes, Cellular Phones &Consumer Electronics

Fonte: Pothuganti *et al.* (2016)

3 TRABALHOS RELACIONADOS

3.1 E-Lixo eletrônico de informática

Embora o tema deste trabalho elaborado por Lucena *et al.* (2022), faça referência ao lixo gerado por eletrônicos, a intenção dos seus idealizadores é fazer com que a quantidade desse lixo que é gerado, venha a diminuir a partir do condicionamento e reparo de computadores, suas peças e periféricos. Como nem todo equipamento pode ser condicionado e/ou reparado, o trabalho também traz a importância de um descarte correto e consciente para essas peças eletrônicas que podem causar prejuízo para as pessoas e o meio ambiente.

O trabalho foi dividido em quatro etapas: coleta do material, triagem do material recebido, conserto e armazenamento, e por fim a doação para a comunidade acadêmica. A etapa de triagem e conserto do material foi realizada no Novatec campus CEDETEG em uma área adequada para reparo e análise dos equipamentos eletrônicos. Após os reparos, todos os computadores condicionados tiveram a instalação de software livre para que pudessem ser doados.

Durante o tempo de implementação do projeto, foi possível condicionar e doar 17 computadores e outros equipamentos eletrônicos para o uso acadêmico, como HD, monitores e outros periféricos. Como intenção para uma possível continuidade para o projeto, os autores informam que desejam que os alunos do curso de Ciência da Computação realizem treinamentos e aulas para que possam ajudar no condicionamento de computadores, para que mais máquinas possam ser reparadas e doadas.

3.2 Economia Circular no Brasil: Estudo de caso em um Centro de Condicionamento de Computadores

Esse projeto do autor Rossi *et al.* (2022), foi desenvolvido com o intuito de diminuir e eliminar a produção de resíduos eletrônicos descartados na sociedade, focando na economia circular do Brasil e se baseando na que é praticada em outros países. Para tanto, os autores tentam difundir e aplicar a ideia de uma economia circular, que nada mais é do que tornar possível a recuperação, reparação de equipamentos para que seus materiais possam ser reutilizados no ciclo de produção, ou seja, o resíduo é transformado em recurso.

O projeto traz alguns exemplos de iniciativas tanto privadas quanto públicas que buscaram aplicar o conceito de economia circular no Brasil e no mundo, seus benefícios e

conquistas alcançadas através de práticas de reuso e recuperação de recursos, ou simplesmente fazendo com que o produto final dure mais. Todos esses exemplos serviram de base para que os autores pudessem desenvolver um estudo sobre os impactos positivos que o projeto Centros de Recondicionamento de Computadores tem no nosso país.

Segundo o artigo, o projeto Centros de Recondicionamento de Computadores é uma iniciativa do Governo Federal, e possibilita que jovens possam se qualificar profissionalmente para reparar computadores e peças eletrônicas que seriam destinadas a aterros sanitários e/ou lixões, além de permitir que diversos equipamentos sejam reparados e devolvidos para a sociedade através de iniciativas de inclusão digital.

3.3 Projeto Reconnecta UFRGS: Computadores Recondicionados para Estudantes de Baixa Renda

O artigo escrito por Ribas *et al.* (2021), foi elaborado tendo como motivação um problema que ficou evidente com o início da Pandemia causada pela COVID-19 em 2020, a falta de equipamentos e computadores para que estudantes de baixa renda pudessem acompanhar as aulas remotas e fazer suas atividades ministradas no ensino superior. Para tratar desse problema, os responsáveis pelo artigo divulgaram o projeto “Reconnecta UFRGS” no site oficial da universidade e em suas redes sociais, para que pessoas físicas pudessem acessar um formulário e então fizessem a doação de seus computadores, notebooks e telas para os computadores, já pessoas jurídicas tiveram que entrar em contato pelos meios de comunicação divulgados, para que a equipe do projeto fosse receber as máquinas doadas.

Após a doação do equipamento, a equipe responsável fez o recondicionamento de cada um que foi doado, mas se limitaram a recondicionar apenas o hardware de computadores e notebooks, pois era possível realizar a troca de peças que não estavam funcionando, por peças que funcionavam, utilizando apenas os componentes doados. Já as telas de computadores apenas foram repassadas para os estudantes caso elas estivessem funcionando, não havendo nenhum recondicionamento.

Para receber o equipamento, o estudante precisava apenas se inscrever em um formulário online, colocando seus dados para a entrega do equipamento e um comprovante de vínculo com a Universidade. Para contemplar um estudante com o equipamento, os idealizadores do projeto decidiram fazer um sorteio no Facebook com o nome dos que se inscreveram no formulário online. Para acompanhar possíveis problemas com os equipamentos recondicionados, a equipe criou um canal no WhatsApp, que permitiu que estudantes

contemplados entrassem em contato com a equipe do projeto, para obter assistência técnica, caso necessário.

3.4 Comparativo entre os trabalhos relacionados e o trabalho proposto

Para fins comparativos entre o trabalho que está sendo proposto e os seus respectivos trabalhos relacionados, o Quadro 1 foi elaborado e contém um alguns detalhes sobre cada projeto, sendo esses detalhes os seus contextos, aplicações e plataformas.

Quadro 1- Comparação entre os trabalhos relacionados e este trabalho

Trabalhos	Contexto	Dispositivos	Plataforma
Lucena <i>et al.</i> (2022)	Alternativa para o desmanche incorreto de computadores	Computadores descartados e doados	Linux
Rossi <i>et al.</i> (2022)	Análise sobre os benefícios da economia circular na reparação de computadores	Computadores descartados	Win/Linux
Ribas <i>et al.</i> (2021)	Recondicionamento de computadores usados, para estudantes universitários	Computadores descartados	Win/Linux
Trabalho Proposto	Uma Proposta de Computadores de Baixo Custo Utilizando TV Boxes Apreendidas;	TV Box apreendidas	ARM/Linux

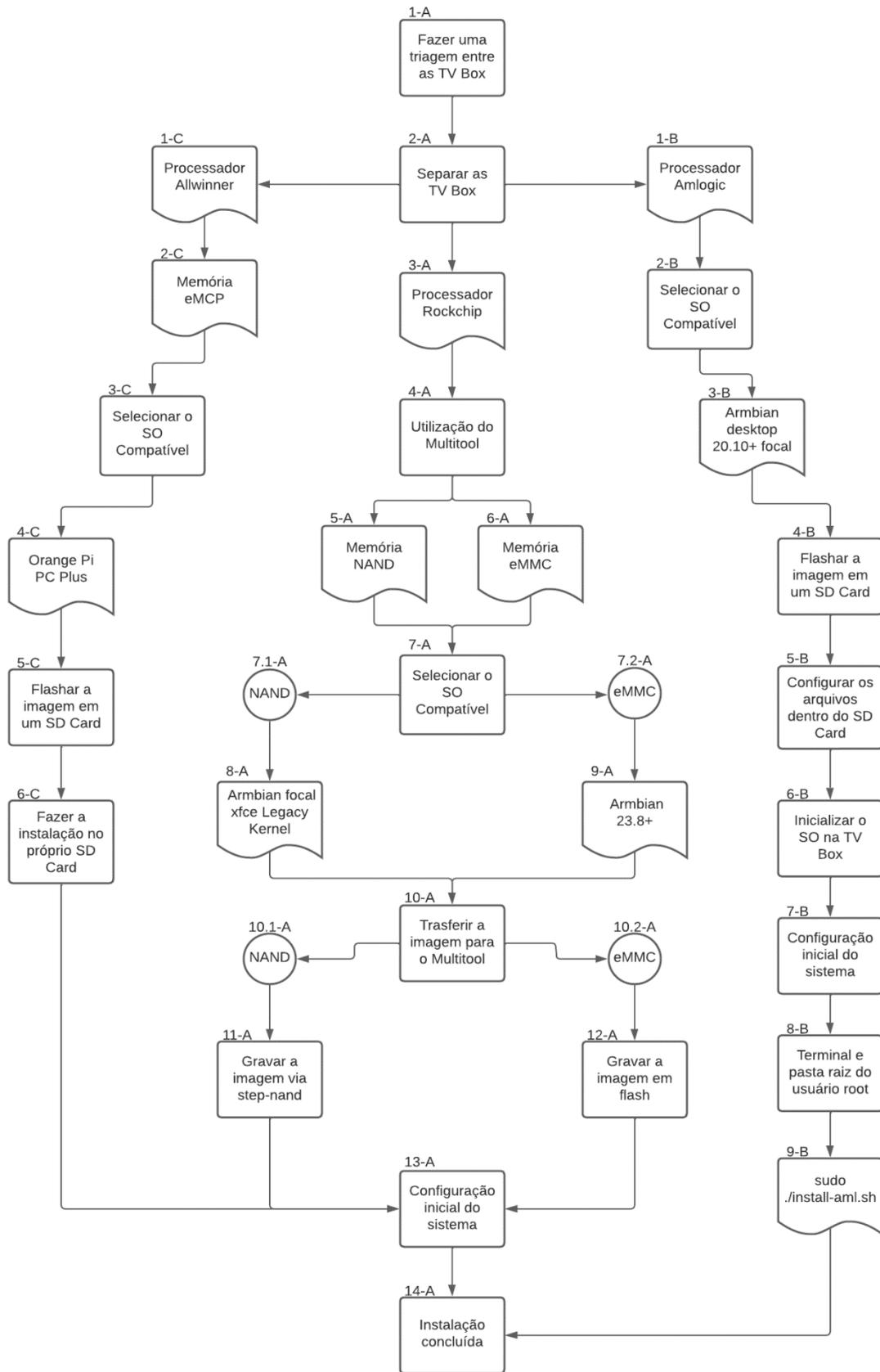
Fonte: Elaborado pelo o autor

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a implementação do projeto proposto, foi necessário seguir etapas planejadas para que o procedimento de formatação das TV Box seja bem sucedido. As etapas mencionadas serviram para que cada TV Box pudesse passar pelo o processo de formatação do sistema e instalação de um novo SO dedicado e apropriado para Sistemas Embarcados, tornando assim possível que elas pudessem ser utilizadas como um mini computador de mesa. O fluxograma representado na Figura 1, foi criado para representar visualmente o processo de desenvolvimento e implementação do trabalho proposto.

Além disso, para averiguar a viabilidade da utilização desses aparelhos como um computador pessoal, foi feita uma análise que consistiu na utilização das TV Box em diferentes categorias de software, office, vídeo e programação, e uma medida de tempo de utilização de cada um deles comparada com o tempo de utilização em outros computadores.

Figura 2 - Fluxograma com as atividades do trabalho proposto



Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as partes mostradas fluxograma da Figura 2 serão citadas na Seção 4.1 deste trabalho de forma mais detalhada.

4.1 Etapas Do Desenvolvimento Do Projeto

Para a formatação das TV Boxes e realização do projeto proposto, as seguintes etapas foram realizadas:

- Triagem com as TV Box disponíveis na Universidade Federal do Ceará - Campus Quixadá, para separá-las por suas especificações, como está ilustrado no quadro 1-A do da Figura 2;
- Separação de aparelhos entre aqueles que utilizam processadores ARM Rockchip⁹, Amlogic¹⁰ e Allwinner¹¹, essa separação é vista nos quadros 1-C, 2-A e 1-B da Figura 2:

As TV Boxes foram separadas assim, pois durante as pesquisas realizadas para a formatação desses aparelhos, foi concluído que os diferentes tipos de processadores necessitavam de diferentes tipos de sistemas operacionais, bem como diferentes formas de fazer a formatação. Sendo Allwinner os processadores que apresentaram menor suporte em material de pesquisa para que fosse feita a formatação das TV Boxes que utilizavam ele em sua construção. Isso se deve pelo fato do fabricante utilizar memórias eMCP, que de forma resumida é uma memória eMMC de baixo consumo e de um único chip, porém que ainda não possui um suporte de instalação do Armbian diretamente nela.

- Para esse projeto, foi escolhido trabalhar com as TV Box com processadores Rockchip e Amlogic, dada a maior facilidade de formatação, pois possuem uma abrangência maior de guias de instalações e um maior suporte da comunidade de desenvolvimento do Armbian, além de geralmente utilizarem em seu conjunto memórias NAND ou eMMC;
- Os aparelhos já selecionados foram então separados novamente entre aqueles que possuíam memória NAND e eMMC. Os aparelhos com

⁹ Disponível em: <https://abrir.link/OWYAU> Acesso em 29 Março 2022.

¹⁰ Disponível em: <https://abrir.link/bTxXv> Acesso em 13 Agosto 2023

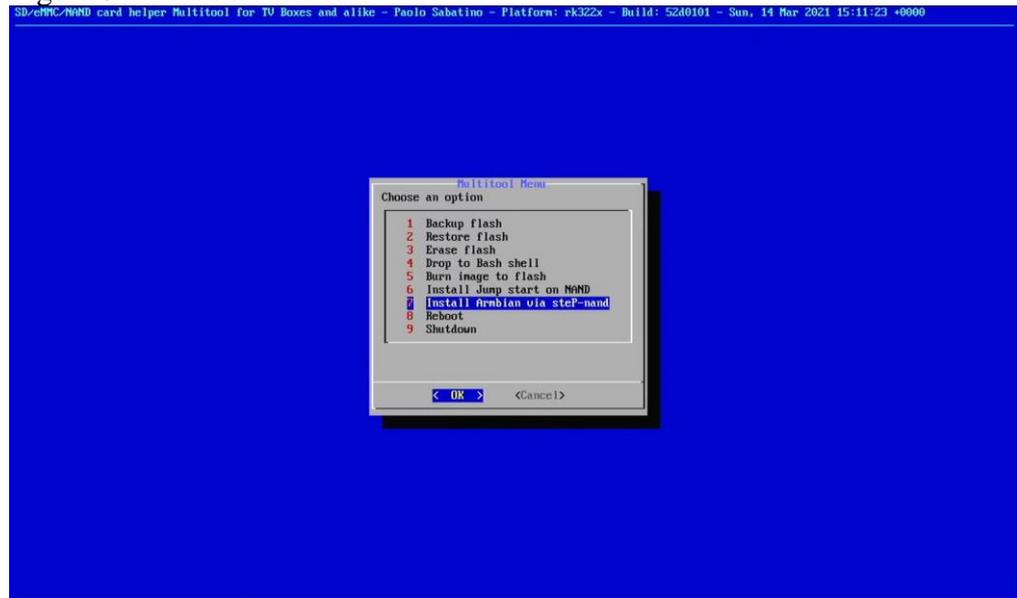
¹¹ Disponível em: https://linux-sunxi.org/Allwinner_SoC_Family Acesso em 13 Agosto 2023

processadores Amlogic disponíveis no Campus da Universidade Federal do Ceará em Quixadá, possuíam exclusivamente memórias eMMC. Para saber qual memória estava sendo utilizada nas TV Boxes com processadores Rockchip, foi utilizado o software Multitool¹², como mostra o quadro 4-A da Figura 2.

- Pesquisar qual versão do Armbian era compatível com o hardware encontrado nas TV Boxes, esse passo é mostrado nos quadros 7-A, 2-B e 3-C da Figura 2.
- Utilização de imagens do SO com *legacy kernel*, pois elas já vêm com uma interface construída, o que foi considerado essencial para o público alvo do projeto, mas o usuário pode utilizar uma imagem *main line* em memórias eMMC e assim construir sua interface da maneira que achar melhor;
- Gravar a versão escolhida em um cartão SD, pois as TV Boxes disponíveis no Campus da Universidade, não davam *boot* através de outro dispositivo. Esse passo é ilustrado nos quadros 5-C, 4-B e 10-A da Figura 2.
- Instalação manual feita nos aparelhos Amlogic e Allwinner, porém como já explicado antes, a utilização dos aparelhos Allwinner foi descartada, já que a imagem não poderia ser instalada na memória principal do aparelho, apenas no cartão SD. Esse passo é mostrado nos quadros 6-C e 5-B da Figura 2.
- Instalação utilizando novamente o software Multitool em aparelhos Rockchip, que além de informar qual tipo de memória presente na TV Box, faz também a instalação do SO de forma segura. A Figura 3 mostra a aparência do Multitool:

¹² Disponível em: <https://abrir.link/GAAnc> Acesso em 13 Agosto 2023

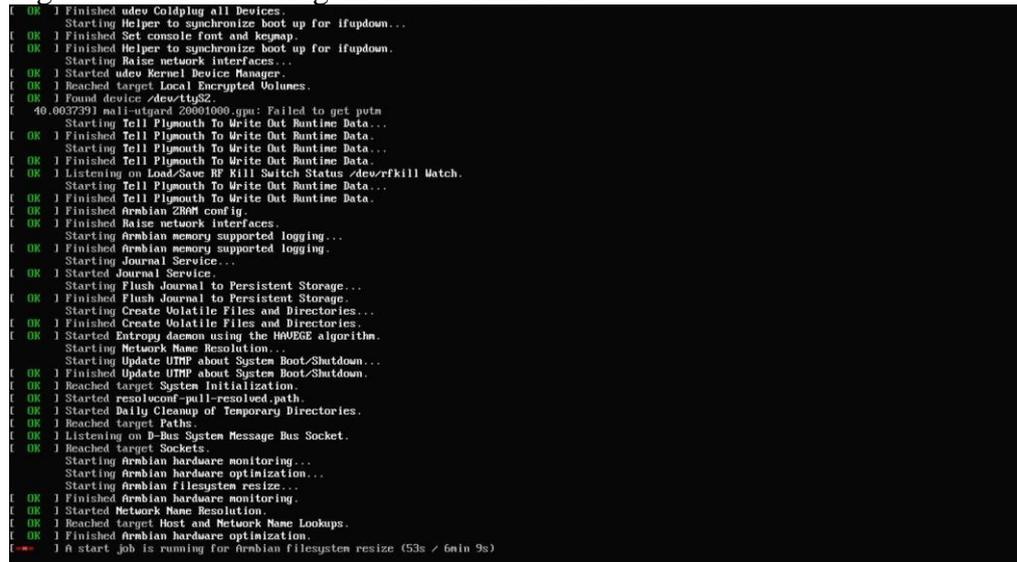
Figura 3 - Tela do Multitool



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Instalação iniciada na TV Box. A Figura 4 mostra o processo de instalação do Armbian:

Figura 4 - Tela de carregamento do Armbian



Fonte: Elaborado pelo autor

- Configuração de nome do usuário root, o tipo de diretório, bash ou zsh e o nome do usuário e senha. A Figura 5 mostra o processo citado:

Figura 5 - Tela de criação de usuário e senha

```

Welcome to ARMBIAN!

Documentation: https://docs.armbian.com | Community: https://forum.armbian.com

Create root password: ****
Repeat root password: ****
Rejected - it is too short. Try again [3].
Create root password: ****
Repeat root password: ****
Rejected - it is too simplistic/systematic. Try again [2].
Create root password: ****
Repeat root password: ****

Support status: no support (unsupported userspace)

Choose default system command shell:

1) bash
2) zsh

Shell: BASH

Creating a new user account. Press <Ctrl-C> to abort

Desktop environment will not be enabled if you abort the new user creation

Please provide a username (eg. your first name): Vinicius

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Feito isto, o aparelho TV Box está formatado e pronto para o uso pessoal como um computador de mesa. A Figura 6 mostra o Armbian instalado em uma TV Box com processador Rockchip e memória NAND, onde está sendo exibido em tela algumas configurações do aparelho formatado:

Figura 6 - Tela exibindo as especificações técnicas do aparelho já formatado

```

vinicius@rk322x-box: ~
vinicius@rk322x-box: ~ 80x24
vinicius@rk322x-box:~$ neofetch
vinicius@rk322x-box
-----
OS: Armbian (21.08.8) armv7l
Host: Generic RK322x TV Box board
Kernel: 4.4.194-rk322x
Uptime: 20 mins
Packages: 1311 (dpkg)
Shell: bash 5.0.17
Resolution: 1920x1080
DE: Xfce 4.14
Theme: Numix [GTK2], Adwaita [GTK3]
Icons: Numix [GTK2], Adwaita [GTK3]
Terminal: x-terminal-emul
CPU: Generic DT based system (4) @ 1.200GHz
Memory: 373MiB / 961MiB

```

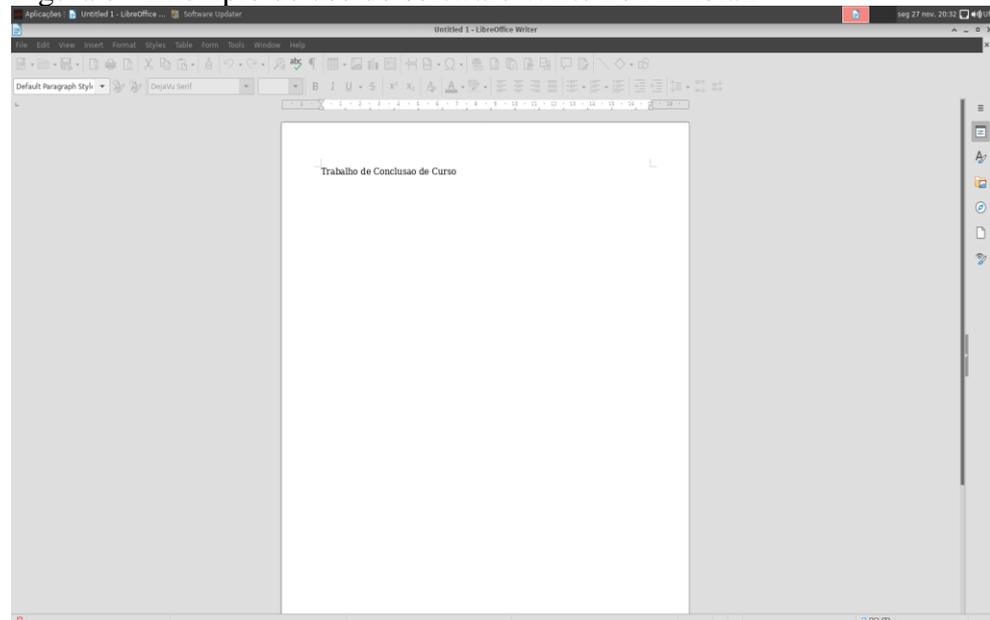
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após todas essas etapas e com os aparelhos já configurados, foi realizada uma análise, de forma a verificar o funcionamento do sistema e a viabilidade de está implementando essas TV Box como computadores de mesa para uso pessoal. A análise consistiu em um teste que mediu o tempo gasto para executar cada software, bem como uma comparação com o tempo que outro dispositivo levou para executar o mesmo software e por fim, se era viável ou não a sua utilização com base no tempo e travamentos excessivos. As Figuras 7 a 17 mostram alguns dos software que foram utilizados para análise, divididos em suas categorias. Para uma melhor compreensão, o Quadro 2 exibe a função de cada um dos software utilizados.

Office e produtividade:

- Write: Software livre que é utilizado para escrever textos e produzir documentos. Comumente utilizado por usuários em escolas, escritórios e outras áreas que necessitam do uso de software para redigir documentos. A Figura 7 exibe a tela do Write.

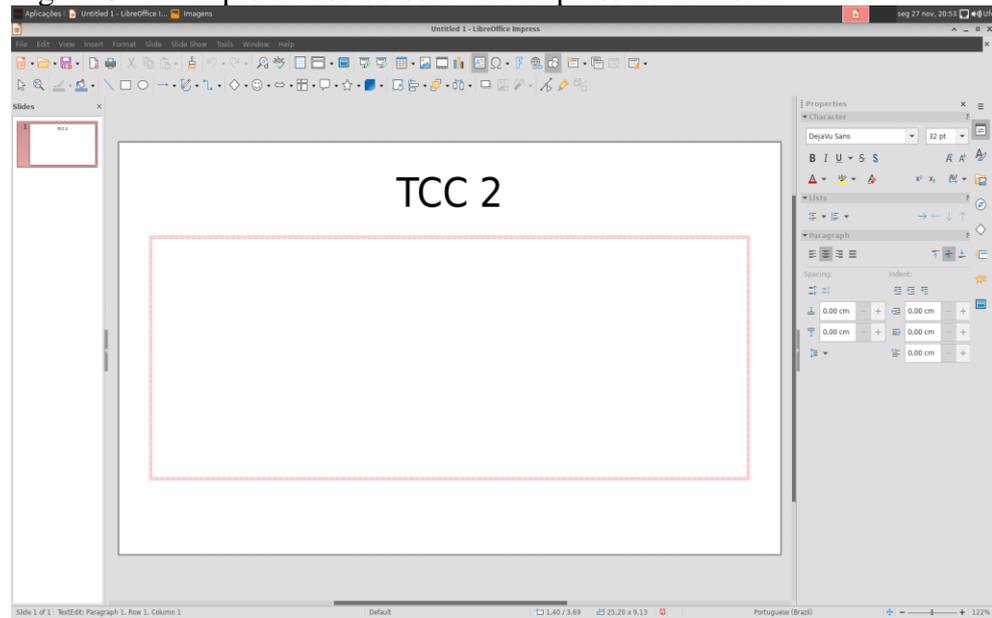
Figura 7 - Exemplo de uso do software Write no Armbian



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Impress: Software livre que é utilizado para apresentar textos e trabalhos em forma de slide. Comumente utilizado por usuários em escolas, escritórios e outras áreas que precisam apresentar suas ideias e projetos em forma de slide e buscam a alternativa de um software gratuito. A Figura 8 exibe a tela inicial do Impress.

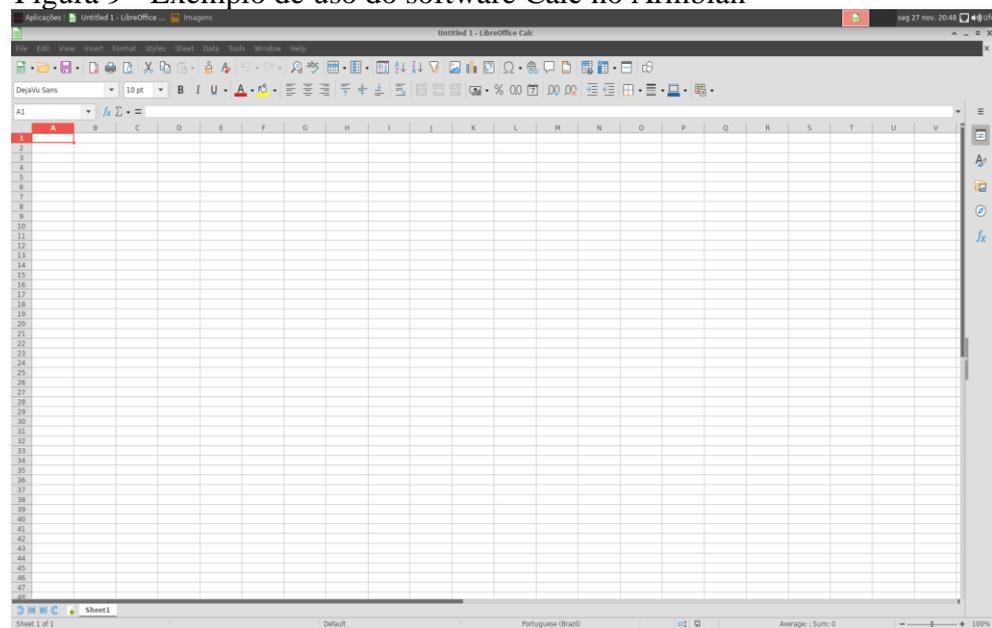
Figura 8 - Exemplo de uso do software Impress no Armbian



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Calc: Software livre que é utilizado para esboçar dados em planilhas e produzir documentos. Comumente utilizado por usuários em escolas, escritórios e outras áreas que necessitam do uso de um software para redigir planilhas de forma gratuita e eficiente. A Figura 9 exhibe a tela inicial do Calc.

Figura 9 - Exemplo de uso do software Calc no Armbian

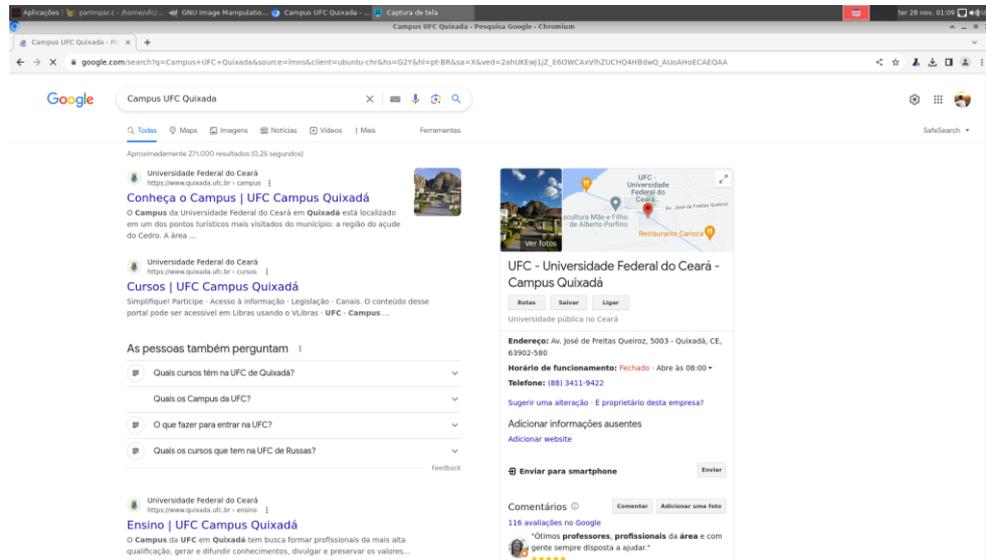


Fonte: Elaborado pelo autor.

- Navegador Web Chromium: Software livre baseado no navegador oficial do Google, o Chrome. É utilizado para navegar na internet e acessar sites diversos. Comumente

utilizado por usuários de sistemas Linux que estão acostumados a utilizar o Chrome em outros SO. A Figura 10 exibe uma pesquisa feita no Chromium.

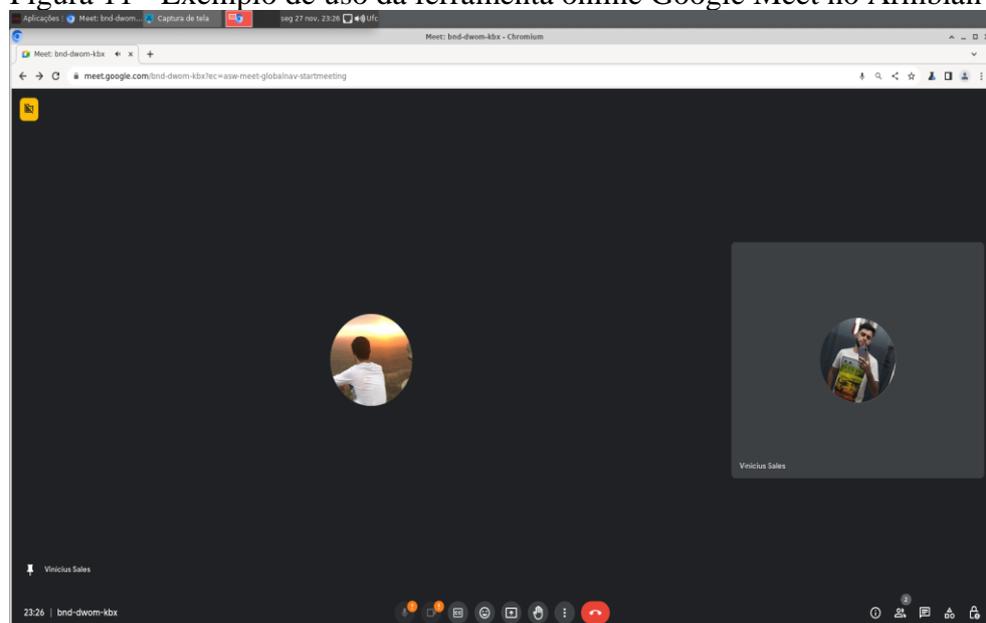
Figura 10 - Exemplo de uso do navegador Chromium no Armbian



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Google Meet: Sistema Web criado pela Google, que permite criar e participar de reuniões online. A Figura 11 mostra um exemplo de uso do Google Meet, onde foi criada uma reunião de teste para analisar a utilização da ferramenta no Armbian.

Figura 11 - Exemplo de uso da ferramenta online Google Meet no Armbian



Fonte: Elaborado pelo autor.

Programação:

- Geany: Software livre, utilizado por usuários que desejam programar em linguagens como C e Python. A Figura 12 exibe um exemplo de utilização do Geany no Armbian, compilando um código em C.

Figura 12- Exemplo de uso do software Geany no Armbian

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5
6     int num1,num2;
7
8     printf("\nInforme os números: ");
9     scanf ("%i%i",&num1,&num2);
10
11     if (num1 % 2 == 0){
12         printf ("\n número %i é par e",num1);
13     }else {
14         printf ("\n número %i é ímpar e",num1);
15     }
16     if (num1>num2){
17         printf (" é o número é o maior");
18     }else {
19         printf (" é o número é o menor");
20     }
21
22
23
24     if (num2 % 2 == 0){
25         printf ("\n número %i é par e",num2);
26     }else {
27         printf ("\n número %i é ímpar e",num2);
28     }
29     if (num2>num1){
30         printf (" é o número é o maior");
31     }else {
32         printf (" é o número é o menor");
33     }
34
35     return 0;
36 }
37

```

```

uf@orangeppcplus:~/Documentos/./parImpar
Rescurho
Informe os números: 2
Terminal
0 número 2 é par e é o número é o menor
0 número 2 é ímpar e é o número é o maioruf@orangeppcplus:~/Documentos

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Python: Linguagem de programação que permite escrever códigos e interpretá-los para desenvolver um software. Como Python pode ser utilizado diretamente do Terminal Armbian, a Figura 13 mostra um exemplo da utilização deste recurso.

Figura 13 - Exemplo de uso do Python através do Terminal do Armbian.

A terminal window titled 'ufc@orangeipcplus: ~/Documentos' with a red title bar. The terminal shows the following commands and output:

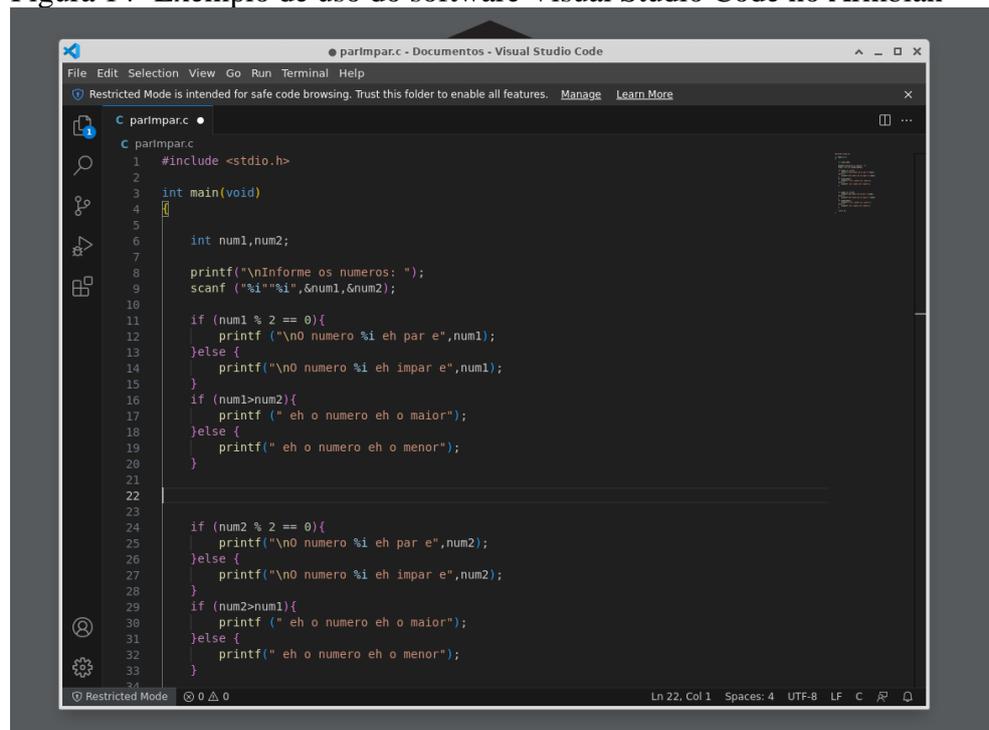
```
ufc@orangeipcplus:~/Documentos$ pico programa.py
ufc@orangeipcplus:~/Documentos$ python3 programa.py
informe um numero 3
O numero digitado foi 3
ufc@orangeipcplus:~/Documentos$
```

The terminal background is black with a faint watermark of a stylized face. At the bottom of the terminal window, the Armbian logo is visible, consisting of the word 'armbian' in a large, white, lowercase font, with 'universal operating system' in a smaller font below it.

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Visual Studio Code: Editor de texto que permite que usuários instalem extensões que interpretam diferentes linguagens, como C, C++, Java, dentre outros, além de possuir ferramentas diversas, como refatoração de código e controle de versionamento ligado ao Git. Visual Studio Code pertence a Microsoft mas pode ser utilizado em sistemas Linux, como mostra a Figura 14.

Figura 14 -Exemplo de uso do software Visual Studio Code no Armbian

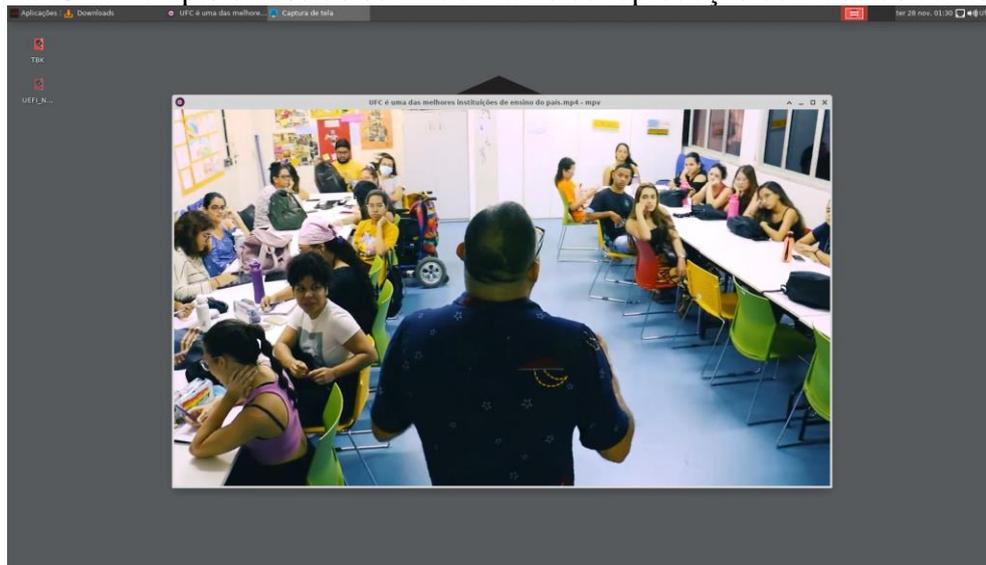


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico:

- Reprodutor de vídeo MPV: Software livre desenvolvido para sistemas Linux, com o intuito de reproduzir arquivos de vídeo em diferentes formatos, como mp4, MKV, dentre outros. Bastante utilizado no Armbian por já vir integrado ao sistema e ser bastante leve, não ocasionando travamentos durante seu uso. A Figura 15 mostra o MPV sendo utilizado no Armbian.

Figura 15 - Exemplo de uso do software nativo de reprodução de vídeo do Armbian



Fonte: Elaborado pelo autor.

- YouTube: Plataforma de vídeo online pertencente e mantida pelo Google. Hoje, é a principal plataforma online para usuários que desejam consumir vídeos, tanto para o autoaprendizado, quanto para o entretenimento. A Figura 16 mostra o YouTube sendo utilizado no Armbian.

Figura 16 - Exemplo de uso do YouTube para assistir vídeos no Armbian



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Gimp: Ferramenta de código aberto, com a funções de edição e criação de imagens, sendo uma das mais utilizadas por usuários de sistemas Linux, tanto por ser código aberto, quanto por não exigir tanto poder gráfico. A Figura 17 mostra o Gimp sendo executado no Armbian.

Figura 17 - Exemplo de edição de imagens utilizando o Gimp no Armbian



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como ambos os modelos de TV Box são vendidos como tendo as mesmas configurações, a análise não será esboçada separadamente para cada um deles, já que obtiveram resultados semelhantes e/ou idênticos entre eles. Vale ressaltar também que outros softwares foram testados, como por exemplo o VLC para vídeos e o Midori para navegar na internet, porém para exemplificar, foram mostrados apenas os prints de tela de um programa que representava a sua própria categoria.

Quadro 2 - Descrição dos software utilizados para análise

Descrição dos Softwares utilizados para análise	
Software	Função
Write	Escrever e editar textos, criar e redigir documentos
Impress	Criar e editar slides para apresentação
Calc	Criar e editar Planilhas
Chromium	Acessar a internet
Midori	Acessar a internet
Google Meet	Criar e participar de reuniões online
MPV	Reproduzir mídias de vídeo
Geany	Desenvolver códigos baseados em linguagem de programação
Visual Studio	Desenvolver códigos baseados em linguagem de programação
Python/Terminal	Desenvolver códigos baseados em linguagem de programação
Android Studio	Desenvolver códigos baseados em linguagem de programação
YouTube	Reproduzir vídeos online
Gimp	Editar e criar imagens

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 RESULTADOS

Para chegar a um resultado da viabilidade de implementação das TV Boxes como computadores pessoais, foi elaborada uma tabela que mostra os resultados das análises de tempo e comparação com outras máquinas. Para fins comparativos, foi escolhido um Desktop de mesa com 2.4Ghz de processador core i5 e 32Gb de RAM, e também um notebook com 1.6Ghz de processador core i3 e 8Gb de RAM. A Tabela 1 mostra uma média de tempo gasto para executar os programas citados:

Tabela 1 - Tempo Gasto em segundos (s) e minutos (m) para carregar um software

Tempo Gasto em segundos (s) e minutos (m)			
Software	TV Box	Desktop	Notebook
Write	15s	1s	1s
Impress	15s	1s	1s
Calc	15s	1s	1s
Google Meet	35s	3s	3s
Chromium	20 s	2s	2s
Midori	20 s	1s	1s
Geany	10s	1s	1s
Visual Studio	20s	3s	3s
Python/Terminal	5s	1s	1s
Android Studio	Não abre	20s	45s
MPV	15s	1s	1s
VLC	20s	1s	5s
YouTube	40s	1s	1s
Gimp	30s	1s	1s

Fonte: Elaborada pelo autor.

Sobre os resultados obtidos, vale destacar que alguns programas tiveram resultados já esperados, por se tratarem de software considerados leves, ou seja, que não exigem grande poder computacional para desempenhar sua função, como é o caso dos software para escritório e alguns de programação. Alguns software sequer chegaram a ser executados, como é o caso do Android Studio, mas isso se deve ao fato das TV Boxes não atenderem aos requisitos mínimos de sistema, já vídeos com qualidade superior a 720p, também não conseguiram ser exibidos, nesses casos os aparelhos travavam e a tela ficava preta. Uma última consideração, é que os dados exibidos na Tabela 2, desconsideram a primeira tentativa de inicialização dos software após a o sistema ter iniciado, isso porquê foi notado que nesses casos, eles demoravam um pouco mais que o normal para serem executados.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Com base nesses resultados esboçados na Tabela 2, e com a experiência de uso de cada software individualmente, é possível chegar a conclusão de que as TV Box podem sim ser reaproveitadas para o uso pessoal e/ou acadêmico, pois apresentou resultados satisfatórios na execução de alguns aplicativos possuindo um rápido tempo de resposta em sua execução e poucos travamentos. Vale destacar porém, que nem todas as aplicações apresentaram uma boa experiência de uso, mais especificamente os software que envolveram a utilização de vídeo proporcionaram mais trabalho para serem manuseados, bem como software com uma interface um pouco mais robusta, como é o caso do Visual Studio Code, que impressionante demorou um tempo considerável para poder abrir e poder ser utilizado. Já um software mais pesado de programação, nem sequer chegou a abrir, como é o caso do Android Studio, mas esse comportamento já era esperado, tendo em vista que as TV Box, mesmo formatadas, não atendem aos requisitos mínimos de instalação desse programa.

Alguns outros pontos podem ser destacados, como a utilização fluída dos navegadores web quando não utilizado mais de duas abas abertas, o que pode proporcionar o uso desses aparelhos para pesquisa na internet. Além disso, embora o site de vídeo conferência Google Meet tenha apresentado até que um bom tempo de resposta para ser aberto, levando em conta que se trata de um site onde o usuário utiliza suas funcionalidades para conversar remotamente com outros usuários, o Google Meet ao longo da sua utilização apresentou alguns travamentos que conseqüentemente congelaram a imagem e ocasionaram alguns travamentos de voz, o que poderia acabar prejudicando o entendimento entre as partes em caso de um diálogo remoto.

O ponto positivo vai de fato para os software de escritório, como Write, Impress e Calc, que apresentaram raros travamentos e foram executados em tempo satisfatório, e também para os software mais leves de programação, como Geany e a programação em Python pelo próprio terminal do Armbian, que durante a execução de alguns códigos, foram raras as vezes em que ocorreram travamentos, e o tempo de resposta foi sempre satisfatório. É importante frisar que tanto os software de escritório quanto os de programação citados, podem ser utilizados para estimular o aprendizado e auxiliar em atividades acadêmicas.

Com base nos resultados desse projeto, é possível chegar a conclusão de que as TV Box formatadas não substituem os computadores atuais, e de fato o intuito do presente trabalho não é mostrar que elas podem fazer isso, porém, através da análise de usabilidade feita, é legítimo concluir que elas podem sim serem utilizadas como computadores para atender a

necessidades mais básicas e servir como equipamento de auxílio ao estudo e desenvolvimento de estudantes, caso seja redirecionada para isso. Dado o aumento de aparelhos apreendidos e descartados, esse projeto mostrou uma alternativa satisfatória para o uso deles em um âmbito acadêmico e social.

Alguns trabalhos futuros que podem ser realizados a partir deste estudo são:

- Explorar meios de doações dos aparelhos já formatados, através de projetos legais em conjunto com os órgãos responsáveis pela sua apreensão;
- Explorar a utilização destes aparelhos em conjunto, como um *cluster*, como uma tentativa de aumentar seu desempenho de uso;
- Utilizar estes aparelhos como servidores e analisar seu desempenho e a viabilidade deste seu uso;
- Utilizar o trabalho como guia para que mais alunos possam formatar outras TV Boxes e programá-las para o uso em diferentes segmentos desejados.

REFERÊNCIAS

DOS SANTOS, M. et al. Mapeamento Tecnológico e Científico das Aplicações de Ações de Controle em Sistemas Embarcados. **Congresso de Gestão, Negócios e Tecnologia da Informação – CONGENTI**, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/congenti/article/view/9659>. Acesso em: 27 maio 2022.

FORTE, Cássio. **Processadores ARM: visão geral e aplicações**. In: GRUPO DE SISTEMAS PARALELOS E DISTRIBUÍDOS, 1., 2015, São José do Rio Preto. Artigo. São José do Rio Preto: Gspd, 2015. p. 1 - 16.

GREGORIO, Jesus et al. Forensic analysis of Nucleus RTOS on MTK smartwatches. **Digital Investigation**, [S. l.], ano 2019, v. 29, n. 1, p. 55-66, 19 mar. 2019. DOI 10.1016/j.diin.2019.03.007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742287618304286>. Acesso em: 2 jul. 2022.

GUO, Hengliang et al. CUDA-based parallelization of time-weighted dynamic time warping algorithm for time series analysis of remote sensing data. **Computers & Geosciences**, [S. l.], ano 2022, v. 164, p. 105122, 1 jul. 2022. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2022.105122>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300422000802>. Acesso em: 2 jul. 2022.

JABEEN, Qamar et al. Embedded Systems Supporting By Different Operating Systems. **International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology**, Mardan, Pakistan, ano 2016, v. 2, n. 2, p. 664-673, 11 maio 2016. DOI <https://doi.org/10.48550/arXiv.1610.07899>. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1610.07899>. Acesso em: 30 jun. 2022.

NURENI, Yekini. Overview Of Embedded System & Its Application. **3rd International Academic Conference Organized**, Yaba, Nigéria, ed. 1, p. 1-7, 20 maio 2022.

POTHUGANTI, Karunakar et al. A Comparative Study of Real Time Operating Systems for Embedded Systems. **International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering**, Karimnagar, India, ano 2016, v. 4, n. 1, p. 12008-12013, 14 jun. 2016. DOI 10.15680/IJIRCC.2016.0406224. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315614699_A_Comparative_Study_of_Real_Time_Operating_Systems_for_Embedded_Systems. Acesso em: 30 jun. 2022.

SARKAR, Pradip et al. The OTT TV Box as a Diasporic Media Platform. **Media Industries**, Austin, Texas, v. 6, n. 2, p. 134 - 150, 2019. DOI <https://doi.org/10.3998/mij.15031809.0006.208>. Disponível em: <https://quod.lib.umich.edu/m/mij/15031809.0006.208/--ott-tv-box-as-a-diasporic-media-platform?rgn=main;view=fulltext>. Acesso em: 15 maio 2022.

SHUKLA, Amit et al. A Review of the Scopes and Challenges of the Modern Real-Time Operating Systems. **International Journal of Embedded and Real-Time Communication Systems**, [S. l.], ano 2018, v. 9, n. 1, p. 66-82, 1 jan. 2018. DOI 10.4018/IJERTCS.2018010104. Disponível em: <https://www.igi-global.com/gateway/article/193622?ct=-8585441163425638605>. Acesso em: 1 jul. 2022.

SOUSA, Aêda et al. **Workshop Em Engenharia De Requisitos (Wer 2015)**, 18., 2015, Lima, Peru. Elicitação E Especificação De Requisitos Em Sistemas Embarcados: Uma Revisão Sistemática [...]. Pernambuco, Brasil: [s. n.], 2015. 12 p. v. 12.

MIRANDA, K. et al. Aulas Remotas Em Tempo De Pandemia: Desafios E Percepções De Professores E Alunos. **VII Congresso Nacional De Educação (CONEDU 2020)**, Maceió, Alagoas, v. 7, n. 1, 15 out. 2020. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA_ID5382_03092020142029.pdf. Acesso: 13 ago. 2023.

LUCENA, R et al. E-Lixo Eletrônico De Informática: Uma Alternativa Extensionista Para O Descarte Correto. **Seminário de Extensão Universitária da Região Sul**, Fronteira Sul, Chapecó, v. 30, n. 1, p. 4, 22 nov. 2022. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/seurs/article/view/17667>. Acesso em: 14 ago. 2023.

RIBAS, R et al. Projeto Reconecta Ufrgs: Computadores Recondicionados Para Estudantes De Baixa Renda. **Expressa Extensão**, v. 26, n. 3, p. 20-29, 30 ago. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/expressaextensao/article/view/21053>. Acesso em: 14 ago. 2023.

ROSSI, F. et al. Economia Circular No Brasil: Estudo De Caso Em Um Centro De Recondicionamento De Computadores. **Revista Geopolítica**, v. 13, n. 1, p. 109-123, 2022. Disponível em: <http://www.revistageopolitica.com.br/index.php/revistageopolitica/article/view/388>. Acesso em: 14 ago. 2023.