

## TEAD - Terminal Econômico para Atividades Digitais

SILVA, A. A.<sup>1</sup>; AMORIM, L. G. P.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> IFRN – Campus São Gonçalo do Amarante

Grande área do conhecimento: Ciências Exatas e da Terra

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): Indústria, Inovação e Infraestrutura

### 1 INTRODUÇÃO

Instituições públicas de ensino no Brasil enfrentam um dilema constante: a necessidade de modernização tecnológica para apoiar suas atividades administrativas e pedagógicas e a realidade de orçamentos restritos. Nesse contexto, a otimização de recursos torna-se uma diretriz essencial. Frequentemente, computadores de mesa (*desktops*) com alta capacidade de processamento são alocados para tarefas simples e repetitivas, como consultas a sistemas, preenchimento de formulários ou acesso a portais institucionais. Tal prática acarreta não apenas um custo de aquisição elevado, mas também maior consumo de energia, maior ocupação de espaço físico e uma manutenção mais complexa do que a função realmente exige.

O projeto **TEAD – Terminal Econômico para Atividades Digitais**, iniciado em 2025 no IFRN – Campus São Gonçalo do Amarante, nasceu como uma resposta direta a esse desafio. A iniciativa foi catalisada pela doação de um lote de aparelhos TVBox, apreendidos por autoridades policiais e destinados à instituição. Em vez de armazenar ou descartar esses dispositivos, vislumbrou-se a oportunidade de reaproveitá-los de forma produtiva e inovadora, transformando-os em "terminais leves" (ou *thin clients*). A aplicação inicial definida foi o sistema de cadastro de cartões de acesso para estudantes, uma tarefa essencialmente baseada em uma interface web.

Este reaproveitamento criativo de hardware não apenas representa um ganho econômico direto, eliminando a necessidade de adquirir novos computadores, mas também se alinha fortemente a práticas de sustentabilidade. Ao estender a vida útil de equipamentos eletrônicos, o projeto contribui para a redução do lixo eletrônico (e-waste), um dos problemas ambientais mais presentes da atualidade.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi desenvolver e implantar terminais de baixo custo a partir de dispositivos TVBox, configurados para operar de forma autônoma e segura em tarefas específicas baseadas na web. Para alcançar este objetivo principal, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Adaptar um sistema operacional leve e compatível (Armbian) para o hardware dos TVBox disponíveis.
- Implementar um modo de operação restrito (modo quiosque) para garantir que os terminais executassem exclusivamente a aplicação designada, evitando o uso indevido.

- Desenvolver scripts para automatizar tarefas de manutenção, como o desligamento e religamento programado dos terminais, otimizando o consumo de energia.
- Validar a estabilidade e o desempenho da solução em um ambiente de uso real, garantindo uma operação contínua e segura para as atividades diárias da instituição.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A proposta do projeto TEAD se apoia em três pilares conceituais: a computação de baixo custo com *thin clients*, o reaproveitamento de hardware com sistemas operacionais abertos e as práticas de sustentabilidade alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

### 2.1 Thin Clients e Computação de Baixo Custo

O modelo de *thin client* refere-se a um computador minimalista e de baixo consumo que depende de um servidor central para a maior parte do seu processamento. No entanto, o termo também é popularmente aplicado a dispositivos que, mesmo operando de forma autônoma, são projetados para tarefas leves e específicas, principalmente baseadas em navegadores web. Essa abordagem contrasta com o modelo de *fat client* (o PC tradicional), que possui poder de processamento, armazenamento e recursos de software para operar de forma totalmente independente e multitarefa.

Para instituições de ensino com recursos limitados, a adoção de terminais leves é uma estratégia eficaz para otimizar o parque tecnológico, reduzindo custos de aquisição, consumo de energia e complexidade de manutenção. Dispositivos como os TVBox, embora originalmente projetados para entretenimento, possuem arquitetura de hardware (processador ARM, memória RAM e armazenamento flash) suficiente para funcionar como terminais dedicados a aplicações web.

### 2.2 Hardware de TVBox e o Sistema Armbian

Os aparelhos TVBox são, em essência, pequenos computadores de placa única (SBCs) equipados com processadores de arquitetura ARM. O modelo utilizado no projeto é baseado no chipset Rockchip RK322x, popular em dispositivos de baixo custo. A viabilidade de transformar esses aparelhos em estações de trabalho funcionais depende crucialmente do suporte de software.

É aqui que o Armbian se destaca. O Armbian é uma distribuição Linux baseada no Debian/Ubuntu, otimizada para rodar em uma vasta gama de SBCs. Conforme documentado pela comunidade de desenvolvedores (FORUM ARMBIAN, 2023), o sistema oferece imagens pré-compiladas e um conjunto de ferramentas que permitem ajustar o kernel e os módulos para hardwares específicos, como os processadores RK322x. O repositório *Educabox* (GITHUB, 2023)

também explora essa possibilidade, demonstrando a simplicidade técnica de converter TVBox em estações de trabalho para fins educacionais usando o Armbian.

### **2.3 Modo Quiosque para Segurança e Foco**

Uma vez que os terminais se destinam ao acesso público para uma única função, é imperativo restringir o acesso ao restante do sistema operacional. Para isso, utiliza-se o modo quiosque. Conforme descrito pela documentação do Mozilla Support (2023) e do Blog ScaleFusion (2023), o modo quiosque permite que um navegador, como o Chromium, seja iniciado em tela cheia, sem barras de endereço, menus ou acesso a outras áreas de trabalho.

Essa configuração transforma o dispositivo em um terminal monofuncional, garantindo que o usuário interaja apenas com a aplicação web designada. Isso não só melhora a segurança, prevenindo alterações indevidas no sistema, mas também torna a experiência do usuário mais direta e focada na tarefa a ser executada.

### **2.4 Sustentabilidade e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**

O projeto TEAD está intrinsecamente ligado a práticas sustentáveis. Ao dar uma nova função a equipamentos que seriam descartados, a iniciativa aborda diretamente o ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis. Este objetivo da ONU incentiva a redução da geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização. O reaproveitamento de eletrônicos é uma ação prática que estende o ciclo de vida dos produtos e minimiza o descarte de lixo eletrônico, cujos componentes podem ser altamente poluentes.

## **3 METODOLOGIA**

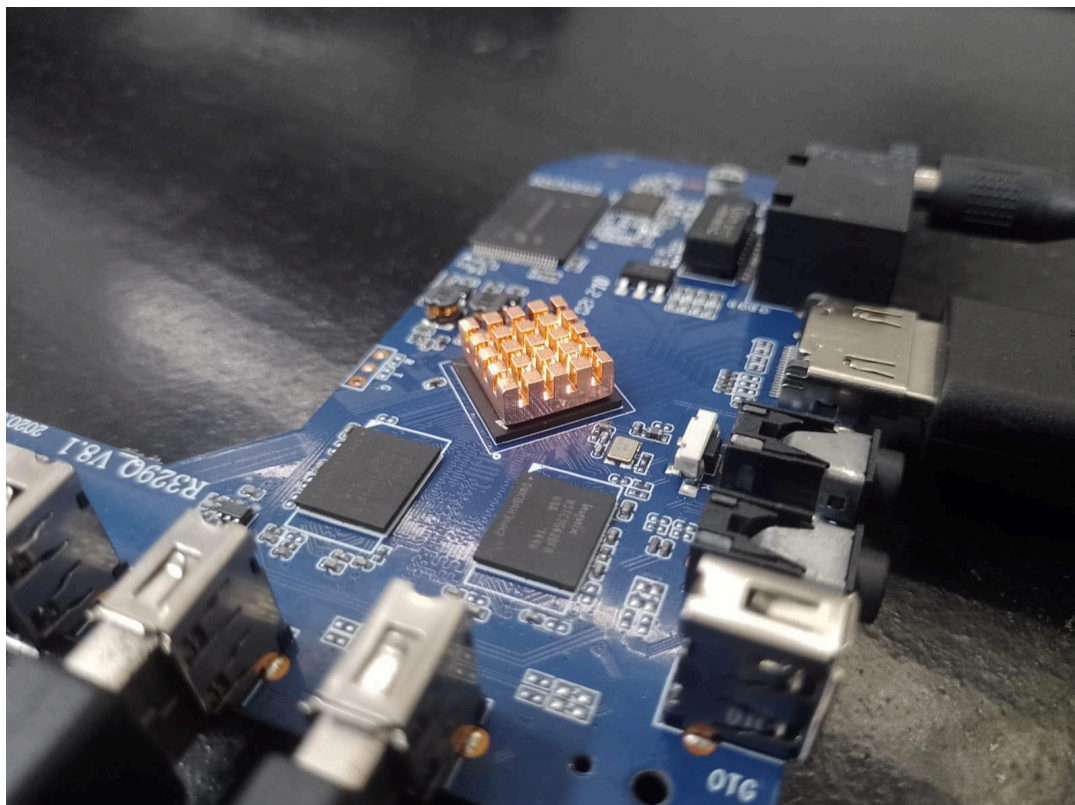
Este trabalho foi conduzido como um estudo de caso de natureza aplicada e com abordagem qualitativa. O estudo focou na implantação e validação da solução TEAD em dois ambientes distintos: o IFRN – Campus São Gonçalo do Amarante (local de desenvolvimento) e o IFRN – Campus Santa Cruz (local de replicação da solução), o que permitiu avaliar a robustez e adaptabilidade do projeto. O processo metodológico foi dividido em quatro fases principais.

### **Fase 1: Preparação do Hardware e Sistema Base**

O ponto de partida foi a preparação dos cartões microSD com a imagem do sistema operacional Armbian. Uma vez que os aparelhos TVBox não possuem um padrão unificado de componentes, foi necessário utilizar a ferramenta rk322x-config para configurar os parâmetros específicos de cada dispositivo, como o modelo do processador (RK3228A), o tipo de memória interna

e, crucialmente, o módulo Wi-Fi para conectividade. Nesta fase, também foi realizada uma intervenção física para mitigar problemas de superaquecimento: a instalação de dissipadores de calor de cobre sobre o processador, como ilustrado na Figura 1.

**Figura 1** – Instalação do dissipador de cobre no PCBox



Fonte: elaboração própria.

## **Fase 2: Configuração do Ambiente de Usuário**

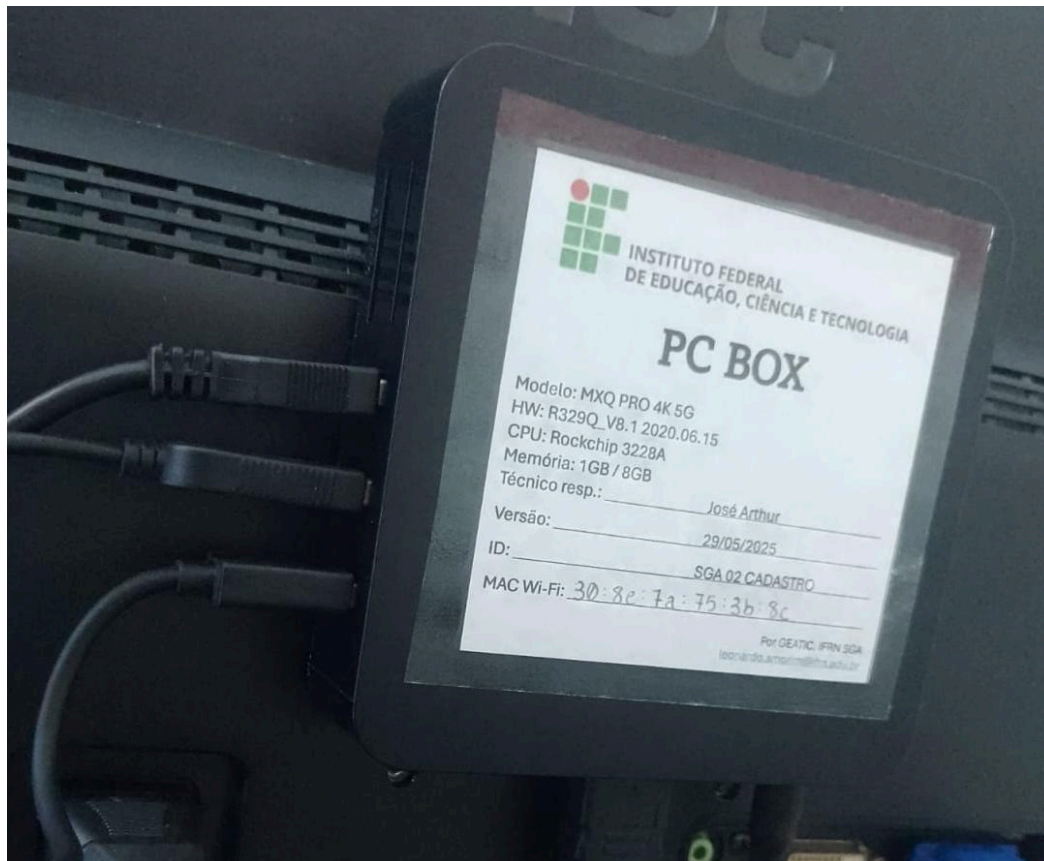
Com o sistema base funcional, a próxima etapa foi automatizar e proteger o ambiente. Foi configurado o login automático no perfil de usuário "pcbox" e a inicialização automática da sessão gráfica XFCE. O ambiente XFCE foi otimizado para a aplicação, desativando notificações, protetores de tela e removendo todos os ícones da área de trabalho, para criar uma interface limpa e sem distrações. Adicionalmente, o sistema foi configurado para sincronizar a data e a hora com os servidores NTP internos do IFRN, garantindo a precisão dos registros.

## **Fase 3: Implementação do Modo Quiosque e Automação**

O núcleo funcional da solução foi a implementação do modo quiosque no navegador Chromium. Um script de inicialização foi criado para carregar o navegador em tela cheia, apontando diretamente para a URL do sistema de cadastro de cartões. Para facilitar a manutenção, um segundo script foi desenvolvido para permitir a saída temporária do modo quiosque mediante uma combinação

de teclas, acessível apenas por um técnico. A Figura 2 exibe o terminal já instalado e em operação no hall do campus.

**Figura 2** – Instalação do terminal TEAD no hall do campus



Fonte: elaboração própria.

#### **Fase 4: Automação do Gerenciamento de Energia e Validação**

Para aumentar a eficiência energética e reduzir a necessidade de intervenção manual, foi implementado um sistema de ciclo de energia automatizado. Isso foi alcançado pela combinação de dois elementos:

- **Scripts de Desligamento:** Uma tarefa agendada (cron job) foi criada no Armbian para executar um comando de desligamento (shutdown) ao final do horário de funcionamento da instituição.
- **Smart Plugs (Tomadas Inteligentes):** Os terminais foram conectados à rede elétrica através de smart plugs controlados por Wi-Fi. Essas tomadas foram programadas para cortar completamente a energia após o desligamento agendado e restabelecê-la pela manhã, antes do início do expediente. Isso garante que os terminais só consumam energia durante seu período de uso.



A solução final foi implantada e monitorada. O gráfico de desempenho, exibido na Figura 3, foi extraído da interface de monitoramento do smart plug e valida o sucesso dessa automação, mostrando uma queda clara no consumo de energia durante as horas não operacionais.

**Figura 3** – Gráfico de desempenho do recurso de desligamento/ligamento automáticos



Fonte: elaboração própria.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação do projeto TEAD gerou resultados positivos significativos, que são discutidos abaixo, incluindo os desafios encontrados e as soluções desenvolvidas.

### 4.1 Resultados Econômicos e Operacionais

As principais conquistas do projeto são tangíveis e impactam diretamente o orçamento e as operações da instituição:

- **Redução de Custos:** O resultado mais evidente foi a economia gerada pela reutilização de equipamentos doados em vez da compra de novos computadores. Considerando um custo conservador para um novo computador de mesa de entrada em torno de R\$ 2.500,00, o custo para reaproveitar um TVBox (cartão SD, dissipador e *smart plug*) representa menos de 5% desse valor.

- **Economia de Espaço Físico:** A natureza compacta dos dispositivos TVBox permitiu que fossem montados diretamente na parte traseira dos monitores, liberando espaço considerável em mesas e no chão em comparação com as volumosas torres de computador tradicionais. Isso é particularmente valioso em áreas públicas de grande circulação.
- **Baixo Consumo Energético:** Aparelhos TVBox consomem muito menos energia que PCs convencionais. Esse benefício foi amplificado pelo sistema de ciclo de energia automatizado. O gráfico na Figura 3 ilustra esse sucesso: o terminal consome cerca de 0,20 A durante a operação e cai para zero durante a noite e os fins de semana, eliminando o consumo de energia em modo de espera.
- **Manutenção Simplificada:** Devido ao hardware simples e à natureza bloqueada do sistema em modo quiosque, a manutenção é mínima. Como o sistema é carregado a partir de um cartão SD, em caso de falha crítica, um técnico pode restaurar um terminal à plena operação em minutos, simplesmente trocando o cartão por uma imagem pré-configurada.

#### 4.2 Desafios e Soluções Implementadas

Durante a fase inicial de implantação, dois desafios principais foram identificados e superados com sucesso:

- **Superaquecimento:** Nos primeiros testes, os dispositivos apresentaram sinais de degradação de desempenho e instabilidade devido ao superaquecimento, um problema comum em SoCs com refrigeração passiva que executam cargas de trabalho contínuas. Isso foi resolvido de forma eficaz com a instalação de pequenos dissipadores de calor de cobre no processador principal (Figura 1), o que melhorou a dissipação térmica e garantiu um desempenho estável ao longo do dia.
- **Automação do Ciclo de Energia:** Um processo manual para ligar e desligar os terminais diariamente era impraticável. A solução foi a combinação de desligamentos de software agendados e o uso de *smart plugs*. Essa abordagem híbrida não apenas automatizou o processo, mas também aumentou a economia de energia e a vida útil do hardware, evitando que funcionasse 24 horas por dia, 7 dias por semana.

#### 5 CONCLUSÃO

O projeto TEAD demonstrou com sucesso que é totalmente viável reaproveitar dispositivos de consumo de baixo custo, como os TVBox, para criar terminais funcionais, seguros e eficientes para tarefas institucionais específicas. A solução substituiu efetivamente computadores tradicionais, gerando reduções significativas de custo, consumo de energia e requisitos de espaço físico, ao mesmo

tempo que simplificou os procedimentos de manutenção. A implementação bem-sucedida em dois campi diferentes do IFRN confirma a viabilidade técnica e o valor operacional da proposta.

As inovações desenvolvidas durante o projeto, especialmente a adição de um recurso de ciclo de energia automatizado usando smart plugs e scripts, aprimoraram ainda mais a eficiência e a sustentabilidade do sistema, maximizando a economia de energia e minimizando a necessidade de intervenção humana.

Esta iniciativa serve como um modelo prático para outras instituições de ensino e entidades do setor público que buscam soluções criativas, de baixo custo e ambientalmente responsáveis para atender às suas demandas tecnológicas. Prova que, com engenhosidade e o uso de ferramentas de código aberto, é possível alcançar um grande impacto positivo mesmo com recursos limitados.

Como trabalhos futuros, o projeto tem um caminho claro para expansão. O plano é implantar mais terminais TEAD em outros setores e campi do IFRN, como em bibliotecas para consulta de catálogos ou como painéis de informação para comunicação institucional. Além disso, há potencial para explorar integrações mais profundas com outros sistemas institucionais, ampliando a gama de aplicações para esses dispositivos reaproveitados.

## REFERÊNCIAS

BLOG SCALEFUSION. **Modo Kiosk no Linux: benefícios e aplicações**. 2023. Disponível em: <https://blog.scalefusion.com/pt/linux-kiosk-mode/>. Acesso em: 11 ago. 2025.

FORUM ARMBIAN. **CSC Armbian for RK322x TV Box Boards**. 2023. Disponível em: <https://forum.armbian.com/topic/34923-csc-armbian-for-rk322x-tv-box-boards/>. Acesso em: 11 ago. 2025.

GITHUB. **Educabox**. 2023. Disponível em: <https://github.com/educabox>. Acesso em: 11 ago. 2025.

GITHUB. **Transformando aparelhos TVBox em terminais leves de baixo custo**. 2023. Disponível em: <https://github.com/21nho/Transformando-aparelhos-Tvbox-em-terminais-leves-de-baixo-custo>. Acesso em: 11 ago. 2025.

MOZILLA SUPPORT. **Configuração e uso do modo quiosque**. 2023. Disponível em: <https://support.mozilla.org>. Acesso em: 11 ago. 2025.