

Explorando TV Boxes em Ambientes Educacionais: Vantagens e Limitações operando como Thin Client

Moises Pinhao Sobrinho^{1,2,3}, Dr. José Vigno Moura Sousa^{1,2,3},
Francisco Manoel Portela Moura Alves de Carvalho³,
Carlos Alexandre Nery da Silva³, Leone Rodrigues Santos^{1,2,3}

¹Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Piripiri, Piauí (PI), Brasil.

²Núcleo de Processamento de Dados - NPD
Piripiri, Piauí (PI), Brasil.

³Laboratório de Engenharia de Software - LES
Piripiri, Piauí (PI), Brasil.

moissessobrinho@aluno.uespi.br, josevigno@prp.uespi.br, manoel.portela@aluno.uece.br,
alexandre.nery@aluno.uece.br, leonesantos@aluno.uespi.br

Abstract. *With the advancement of technology and the rise of paid streaming platforms, illegal consumption of subscription TV content has become a significant issue in Brazil. To combat piracy and reduce technological inequality, the Federal Revenue Service partnered with educational institutions to repurpose seized TV Box devices. These devices are reconfigured with open-source software and used in academic projects that promote digital inclusion. This study compares the performance of a TV Boxes operating as a computer, utilizing its own resources, and as a Thin Client accessing a server via Remote Desktop Protocol (RDP). The methodology involved configuring the devices for both functions. The results demonstrate the viability and efficiency of these solutions, highlighting cost reduction and positive impacts on education and the environment.*

Keywords: *TV Box, Thin Client, Remote Desktop Protocol RDP, Performance, Technology.*

Resumo. *Com o avanço da tecnologia e o crescimento das plataformas de streaming pagas, o consumo ilegal de conteúdo de TV por assinatura se tornou um problema significativo no Brasil. Para combater a pirataria e reduzir a desigualdade tecnológica, a Receita Federal firmou parceria com instituições de ensino para reaproveitar aparelhos de TV Boxes apreendidos. Esses dispositivos são reconfigurados com software de código aberto e utilizados em projetos acadêmicos que promovem a inclusão digital. Este estudo compara o desempenho de uma TV Box operando como computador, utilizando seus próprios recursos, e como Thin Client acessando um servidor via Remote Desktop Protocol (RDP). A metodologia envolveu a configuração dos dispositivos para ambas as funções. Os resultados demonstram a viabilidade e eficiência dessas soluções, evidenciando a redução de custos e o impacto positivo na educação e no meio ambiente.*

Palavras-chaves: *TV Box, Thin Client, Remote Desktop Protocol RDP, Desempenho, Tecnologia.*

1. Introdução

Com o avanço da tecnologia e a popularização das mídias das plataformas de *streaming* pagos, o consumo ilegal de conteúdo de TV por assinatura tornou-se um problema significativo no Brasil. De acordo com [Feltrin 2020], o Brasil já liderou o ranking mundial em consumo de pirataria online. Essa prática afeta milhões de consumidores e gera prejuízos financeiros consideráveis para a indústria. Segundo [Sachi et al. 2023], estima-se que cerca de 33 milhões de brasileiros utilizem meios ilícitos para acessar esses serviços, resultando em uma perda anual de 15,5 bilhões de reais, no qual, entre os dispositivos mais comuns nessa atividade estão mais de 600 mil aparelhos de TV Boxes irregulares, com *software* ilegal, que são frequentemente apreendidos e destruídos pela Secretaria da Receita Federal, resultando em uma prática que, além de onerosa, contribui para a geração de lixo eletrônico.

Para mitigar a pirataria e promover a redução da desigualdade tecnológica, no Brasil, a Receita Federal tem promovido projetos de destinação de mercadorias apreendidas. Em parceria com instituições de ensino, esses projetos visam reaproveitar as TV Boxes, substituindo o *software* ilegal, ou seja, programas que provêm da pirataria, por sistemas de código aberto. Este projeto não só amplia o ensino de informática e a disseminação de *software* livre, mas também incentiva a inclusão digital de comunidades carentes, conforme o Projeto de Lei nº 587/2022.

De acordo com [SILVA 2024], que examina como o acesso à tecnologia influencia no desempenho acadêmico dos participantes do ENEM, a desigualdade tecnológica ainda é uma realidade marcante no Brasil, que afeta o desempenho dos estudantes, pois aqueles com menos acesso à tecnologia têm menos oportunidades de aprendizado e preparação. Desse modo, a proposta da Receita Federal da reutilização de equipamentos, que anteriormente seriam descartados, surge como uma alternativa viável para a inclusão digital e a redução do desperdício eletrônico.

Assim como o Orange Pi, Raspberry Pi e outras similares, as TV Boxes pertencem ao conjunto *Single Board Computers (SBC)*, ou seja, computadores de placa única que integram processador, memória, interfaces de entrada e saída, além de outros recursos em um único circuito. No entanto, devido ao seu baixo custo, apresentam limitações de *hardware*, o que resulta em menor potência comparado aos SBCs citados anteriormente.

Desse modo, a utilização das TV Boxes como *Thin Client*, ou seja, computadores projetados para funcionar como um terminal de acesso a um servidor centralizado, pode atuar como alternativa para maximizar o seu desempenho, onde os usuários podem realizar tarefas complexas e intensivas em computação trocando dados com este servidor, reduzindo custos computacionais ao utilizar servidores potentes para processar, enquanto os dispositivos clientes lidam apenas com a interface de usuário [Amazon Web Services 2024].

Sendo assim, este trabalho propõe uma comparação entre o desempenho de uma TV Box executando tarefas como um computador, utilizando seus próprios recursos, e outra TV Box usada como *Thin Client*, isto é, uma solução que se alinha com os princípios de TI Verde (*Green IT*), uma vez que utiliza menos energia e ocupa menos espaço físico [Morais 2019], com objetivo de analisar e identificar as

vantagens e limitações de cada abordagem, fornecendo visões sobre a aplicabilidade desses dispositivos em ambientes educacionais e corporativos.

2. Trabalhos Relacionados

O desenvolvimento sustentável, embora frequentemente desafiador, é uma necessidade imperativa que traz benefícios duradouros. Adotar práticas sustentáveis é essencial para garantir o bem-estar das futuras gerações. Segundo [Sachi et al. 2023], que propôs transformar TV Boxes em computadores acessíveis, promovendo o uso de *software* livre em comunidades carentes e melhorando a inclusão digital nas escolas, um projeto alinhado com os objetivos de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente no que tange ao consumo e produção responsáveis, abordando a destinação adequada de equipamentos eletrônicos e a conscientização sobre a ilegalidade da pirataria de TV por assinatura.

[da Cunha Mendes and Corsini 2023], descreve o Projeto Além do Horizonte, que transformou equipamentos de TV Box em minicomputadores doados a escolas públicas municipais de Minas Gerais, teve um impacto significativo na educação e na inclusão digital.

No estudo de [Silva et al. 2023], foi investigada a implementação e avaliação de um *cluster* de computadores, isto é, conjunto de servidores interconectados que atuam como se fossem um único sistema e trabalham juntos para realizar tarefas de forma mais eficiente e escalável, utilizando receptores de TV Boxes apreendidos, reaproveitados como minicomputadores. Para avaliar o desempenho, foi utilizada a Lei de Amdahl e a biblioteca OpenMPI para calcular o *speedup*, ou seja, o número que mede o desempenho relativo de dois sistemas processando o mesmo problema de um algoritmo de números primos. Os resultados mostraram que os *clusters* de TV Boxes e desktops apresentaram um desempenho semelhante, concluindo que um *cluster* com TV Box é adequado para o ensino de computação de alto desempenho e para pesquisas que exigem cálculos complexos.

Em seu projeto, [Sabino et al. 2017] destacam a viabilidade e os benefícios da implantação de *Virtual Desktop Infrastructure (VDI)*, ou seja, o principal caso de uso para *Thin Client*, em laboratórios de informática universitários, utilizando o protocolo RDP. A pesquisa fornece visões relevantes para instituições de ensino que buscam melhorar a infraestrutura de seus laboratórios de informática com desktops, promovendo um ambiente de aprendizado mais eficiente e econômico.

[Da Luz et al. 2024] investigaram a viabilidade do reaproveitamento de TV Boxes para *edge computing*, um modelo de computação distribuída que aproxima a computação e o armazenamento de dados das fontes de dados, em contagem de pessoas, demonstrando que esses dispositivos podem realizar milhões de inferências com uma pegada de carbono reduzida, superando equipamentos convencionais em sustentabilidade ao utilizar a matriz energética brasileira. O estudo destaca o potencial ambiental e inovador dessas soluções para cidades inteligentes.

No estudo conduzido por [Morais 2019], foi investigado o uso do *Raspberry Pi*, um exemplo de *Single Board Computer (SBC)*, como *Thin Client*. O objetivo foi avaliar as vantagens e desvantagens dessa solução, fornecendo subsídios para a decisão

sobre a criação ou substituição de um ambiente *Thin Client* utilizando *Raspberry Pi* em substituição a computadores desktop. Os resultados obtidos evidenciam tanto os desafios de usabilidade quanto as vantagens econômicas dessa abordagem, incluindo a redução significativa nos custos de manutenção e implantação. Adicionalmente, o estudo analisou o desempenho do *Raspberry Pi* em termos de consumo de recursos de *hardware* do servidor, demonstrando sua eficiência e viabilidade em ambientes de TI verde.

[Silva et al. 2019] implementaram uma arquitetura *thin-client* em um laboratório universitário utilizando o *Raspberry Pi 3*. O estudo detalhou os requisitos, componentes e configurações necessários para criar uma infraestrutura funcional, além de demonstrar que essa solução pode replicar o desempenho de computadores convencionais via rede TCP/IP. O trabalho concluiu com recomendações para aprimoramento futuro.

No trabalho realizado por [Directo 2016], configurou-se estações de trabalho *thin-client* em diversos escritórios, com o objetivo de criar um ambiente de computação sustentável e ecologicamente correto. O estudo revelou que o uso de *thin clients* resulta em uma redução significativa no consumo de energia e nos custos de hardware em comparação com sistemas tradicionais. A pesquisa concluiu que essa tecnologia é especialmente adequada para tarefas leves, como ferramentas de produtividade, navegação na web e outras atividades comuns em ambientes de escritório.

Desse modo, esses trabalhos demonstram o uso de TV Boxes em diferentes contextos, enfatizando as vantagens econômicas, sustentáveis e educacionais. No entanto, diferenciam-se do presente estudo por não realizarem um comparativo de performance. Este artigo, ao contrário, objetiva principalmente a análise dos ganhos e melhorias no desempenho das TV Boxes atuantes como *Thin Client*, utilizando-se assim essas tecnologias na promoção da inclusão digital, e contribuindo para a redução do impacto ambiental e dos custos operacionais, proporcionando uma solução viável e eficiente para diversas aplicações computacionais.

3. Metodologia

Com o crescente interesse em soluções de baixo custo e alta eficiência para computação pessoal e corporativa, este estudo propõe uma análise de desempenho entre diferentes configurações de SBCs de baixo custo. Para tal, foram utilizados aparelhos de TV Boxes, fornecidas pela Receita Federal. Foram implementados procedimentos padronizados para a configuração dos dispositivos, garantindo consistência e precisão nos testes subsequentes, os quais foram divididos em três subseções principais: primeiro, as subseções 3.1 e 3.2 detalham como os aparelhos de TV Boxes foram configurados para a análise. A subseção 3.1 aborda a configuração do aparelho como computador pessoal (TV Box 1), enquanto a subseção 3.2 explora a configuração do aparelho como um *Thin Client* (TV Box 2). Por último, a subseção 3.3 descreve a metodologia de testes utilizada para avaliar o desempenho de ambas as abordagens.

3.1. Configuração como computador pessoal

A descaracterização da TV Box 1 envolveu a remoção de logotipos da fabricante e a substituição do sistema operacional de fábrica (Android 11) por meio de um

cartão Micro SD pela instalação do sistema operacional *Armbian*, seguida pela instalação da interface gráfica padrão do *Armbian* para garantir uma experiência de uso intuitiva. A mesma foi configurada com a distribuição *Armbian 23.05.0-trunk Bookworm*, que utiliza o Linux de geração *RK322x-box*. Este dispositivo possui um processador *Quad-Core ARM Cortex-A7 de 1.4 GHz*, 1 GB de memória RAM e 8 GB de armazenamento. Após a instalação do *Armbian*, a interface gráfica própria da distribuição foi configurada para proporcionar uma experiência de uso direta e intuitiva.

Após a instalação e configuração, foram realizados testes de inicialização para assegurar que o sistema estivesse funcionando corretamente. Finalmente, verificou-se o funcionamento de aplicativos básicos, garantindo que a TV Box estivesse pronta para uso cotidiano e desempenho adequado nas tarefas previstas. Desse modo, a Figura 1 ilustra a configuração da TV Box atuando como computador pessoal.

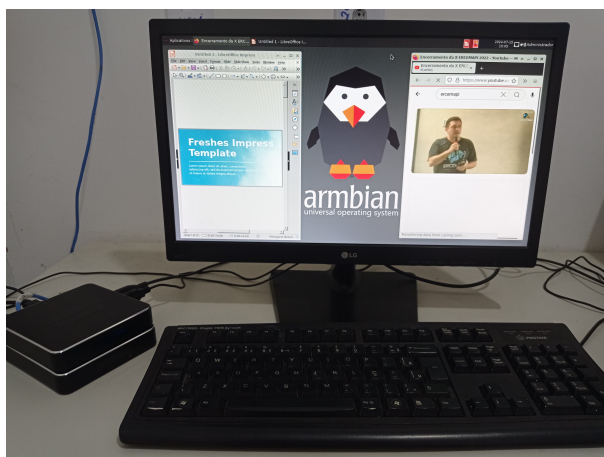


Figura 1. TV Box configurada como desktop
Fonte: Autoria própria.

3.2. Configuração como um *Thin Client*

A TV Box 2 foi configurada com as mesmas características da TV Box 1, porém, em uma versão sem interface gráfica (apenas com terminal), para transformá-la em *Thin Client*, no qual foi utilizado o *Remote Desktop Protocol (RDP)*, que é uma tecnologia que permite aos usuários acessar e operar sistemas remotamente, oferecendo uma experiência de uso semelhante à local, o qual é muito utilizado na administração de Tecnologia da Informação (TI), no trabalho home office e na educação. Sendo assim, utilizou-se o *FreeRDP*, que é uma implementação eficiente do protocolo de acesso remoto e permitiu a conexão com um servidor remoto operando com Windows 10.

O servidor remoto é equipado com um processador Intel Core i5-5200U, 8 GB de memória RAM e 1 TB de armazenamento. Os dispositivos foram conectados à mesma rede do Núcleo de Processamento de Dados da Instituição de Ensino, permitindo que a TV Box se comunique de forma eficaz com o desktop. Essa configuração possibilita que o equipamento, mesmo com recursos limitados, acesse e utilize os recursos do servidor para realizar tarefas mais complexas, proporcionando

uma experiência de computação real e acessível para os usuários, como ilustrado na Figura 2.

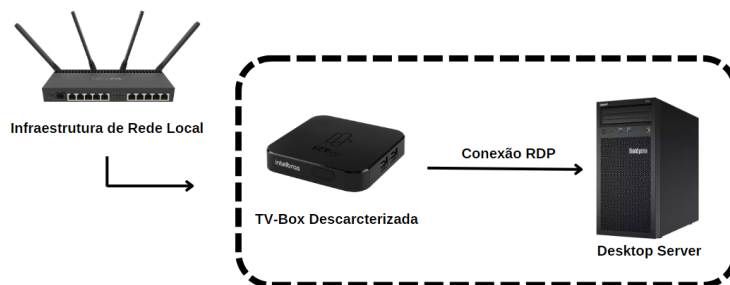


Figura 2. Tv Box conectada ao servidor por meio do RPD

Fonte: Autoria própria.

Entretanto, a avaliação foi realizada em um ambiente controlado, e um aspecto que merece destaque é a questão da escalabilidade. Embora a configuração atual tenha se mostrado eficaz, é importante considerar os desafios e limitações que poderiam surgir com o aumento do número de *Thin Clients*. Fatores como a capacidade do servidor, a carga de rede e o desempenho com um maior número de conexões simultâneas são variáveis que poderiam impactar a eficiência do sistema em ambientes maiores.

3.3. Metodologia de Testes

Após todas as etapas de configuração, foi realizada uma análise para verificar o funcionamento e a fluidez do sistema. Foram avaliadas a viabilidade de utilização com base no tempo de execução e a ocorrência de travamentos excessivos. Os testes foram conduzidos por estudantes do curso de Bacharelado em Ciência da Computação. Durante o período experimental, os usuários desempenharam uma variedade de atividades, incluindo:

- I Navegação na Internet: Acesso e exploração de *websites*, tais como *meet.google.com*, *mail.google.com* e *youtube.com*; pesquisas online em sites de revistas de computação como: *Journal of Health Informatics - JHI*, *Revista de Sistemas e Computação - RSC* e *SBC Open Libe - SOL*, e utilização de recursos digitais e plataformas de aprendizado digital, por exemplo: *alura.valeonetworks.com*, *www.udemy.com* e *ed.escoladnc.com*.
- II Edição de Documentos: Criação e edição de textos, manipulação de planilhas e organização de arquivos.
- III Comunicação Eletrônica: Envio e recebimento de e-mails, facilitando a comunicação pessoal e profissional.
- IV Experiências Multimídia: Visualização de vídeos e plataforma de *streaming*, com áudio e vídeo em diferentes resoluções.

Para a análise, foram selecionados sete *softwares*, considerados mais utilizados para fins acadêmicos, conforme apresentado na Tabela 1, que descreve suas respectivas funções. O objetivo foi analisar o desempenho de cada um, medindo o

tempo necessário para sua execução e comparando os resultados entre os diferentes dispositivos ao realizar a mesma tarefa.

Tabela 1. Lista dos Softwares usados para análise do projeto

<i>Software</i>	<i>Função</i>
Firefox	Navegar na internet
Gmail	Envio e recebimento de e-mails
Google Meet	Criar e participar de reuniões online
<i>Libre Office Calc</i>	Criar e editar Planilhas
<i>Libre Office Impress</i>	Criar e editar slides de apresentação
<i>Libre Office Writer</i>	Escrever e editar textos, criar e redigir documentos
<i>YouTube</i>	Reproduzir vídeos online

Fonte: Autoria própria.

4. Resultados

Para obter resultados precisos na implementação das TV Boxes como computadores, foi elaborada uma tabela detalhada apresentando os resultados das análises de tempo e a comparação entre os aparelhos. O estudo comparativo utilizou duas configurações distintas:

- TV Box 1: Configurada com interface gráfica, onde todos os processos foram executados diretamente em seu próprio hardware.
- TV Box 2: Configurada para funcionar como *Thin Client*, acessando recursos e executando tarefas através do Protocolo RDP em um servidor remoto.

Esta abordagem permitiu avaliar tanto o desempenho individual de cada dispositivo quanto a eficácia do uso de um servidor para tarefas mais intensivas. A Tabela 2 ilustra a média de tempo gasto para a execução dos programas citados, fornecendo uma visão clara das capacidades e limitações de cada configuração.

Tabela 2. Tempo gasto em segundos (s) e minutos (min) e descrição de resposta

Software	TV Box 1	Resposta - 1	TV Box 2	Resposta - 2
Firefox	25 s	Êxito	05 s	Êxito
Gmail	15 s	Êxito	08 s	Êxito
Google Meet	02:21 min	Falha	15 s	Êxito
Libre Office Calc	46 s	Êxito	06 s	Êxito
Libre Office Impress	31 s	Êxito	10 s	Êxito
Libre Office Writer	29 s	Êxito	11 s	Êxito
YouTube	01:40 min	Êxito	15 s	Êxito

Fonte: Autoria própria.

Os resultados mostram que a TV Box configurada como *Thin Client* (TV Box 2) apresentou desempenho superior em todas as tarefas analisadas quando comparada à TV Box configurada com interface gráfica (TV Box 1). A TV Box 2 conseguiu executar tarefas complexas, como o uso do Google Meet, de forma eficiente, executando o processo 9 vezes mais rápido que a TV Box 1, que falhou nesse aspecto

devido às suas limitações de hardware, onde não foi possível a criação e participação em reuniões online.

A execução de software de produtividade, como o Libre Office (*Calc, Impress, e Writer*), que apesar de ser viável a execução pela TV Box como computador pessoal, ainda foi significativamente mais rápida na proposta como *Thin Client*. Esta diferença de desempenho destaca a vantagem de utilizar um servidor remoto para processar e executar tarefas mais intensivas, aliviando a carga do dispositivo cliente.

Os resultados sugerem que, enquanto a TV Box configurada como computador pessoal pode ser adequada para tarefas básicas, sua aplicabilidade é limitada quando se trata de tarefas mais intensivas. Em contraste, a versão como *Thin Client*, representada pela Figura 3, proporcionou uma experiência de uso melhor e mostrou-se eficaz para apoiar as necessidades educacionais e tecnológicas dos estudantes. O sistema atendeu às necessidades básicas de computação, como navegação fluida na internet, armazenamento de dados, comunicação por e-mail eletrônico, processamento e edição de textos, e reprodução de multimídia em qualidade regular, promovendo acessibilidade digital em ambientes com recursos limitados.

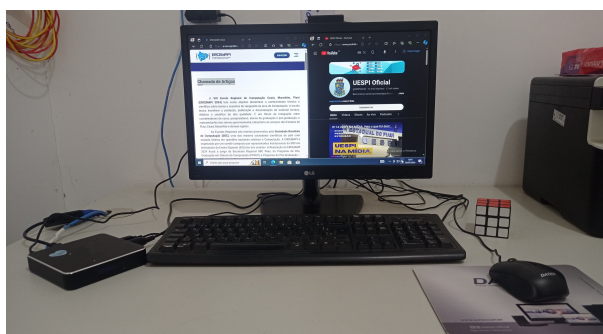


Figura 3. TV Box atuando como Thin Client e acessando servidor
Fonte: Autoria própria.

5. Conclusão

Este estudo teve como objetivo analisar o comportamento e desempenho de TV Boxes em diferentes configurações, revelando diferenças significativas entre as abordagens testadas. A TV Box 1, configurada como computador pessoal, mostrou-se eficiente para tarefas locais, com desempenho satisfatório em atividades básicas de computação. Em contrapartida, a TV Box 2, operando como *Thin Client* através do Protocolo RDP, destacou-se ao executar tarefas mais complexas, aproveitando o poder de processamento do servidor remoto e demonstrando uma fluidez superior em aplicações exigentes.

Esses resultados evidenciam a versatilidade das TV Boxes e sua capacidade de adaptação a diferentes necessidades computacionais propondo soluções acessíveis e eficientes. Tais descobertas têm implicações importantes para a inclusão digital em regiões com recursos limitados. A reutilização de desses aparelhos como *Thin Clients* pode oferecer uma maneira acessível e eficiente de fornecer acesso a recursos computacionais avançados, promovendo a educação e o desenvolvimento profissio-

nal. Além disso, ao adotar soluções tecnológicas sustentáveis, é possível reduzir o desperdício eletrônico e contribuir para um futuro mais verde.

Entretanto, a avaliação foi realizada em um ambiente controlado, e um aspecto que merece destaque é a questão da escalabilidade. Embora a configuração atual tenha se mostrado eficaz, é importante considerar os desafios e limitações que poderiam surgir com o aumento do número de *Thin Clients*. Fatores como a capacidade do servidor, a carga de rede e o desempenho com um maior número de conexões simultâneas são variáveis que poderiam impactar a eficiência do sistema em ambientes maiores.

Para trabalhos futuros, pretende-se simular cenários com uma quantidade ampliada de Thin Clients para avaliar as implicações sobre a escalabilidade, fornecendo assim diretrizes mais concretas para a implementação em ambientes mais complexos e utilizar o protótipo configurado como *Thin Client* para a criação de um laboratório sustentável. Esta abordagem não só otimiza os recursos existentes, como também promove a reutilização de *hardware*, contribuindo para a redução de custos e impacto ambiental, ao mesmo tempo que fornece uma plataforma desenvolvida para atividades educacionais e de pesquisa. Investigações adicionais podem focar em melhorar a interface de usuário e a estabilidade do sistema, além de explorar novas aplicações educacionais e corporativas para essas soluções tecnológicas.

Referências

- Amazon Web Services (2024). O que é um thin client? Accessed: 2024-07-14.
- Câmara dos Deputados (2022). Projeto de Lei nº 587, de 15 de março de 2022: Pronta para Pauta na Comissão de Ciência, Tecnologia e Inovação (CCTI) - Projeto institui Política Federal TI Verde, para promover a reutilização e reciclagem de computadores descartados por órgãos públicos. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2318002>. Acesso em: 01 mai. 2024.
- da Cunha Mendes, D. and Corsini, F. (2023). O impacto social do projeto além do horizonte nas escolas públicas municipais beneficiadas. *15^o JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E 12^o SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS*, 15(3).
- Da Luz, G. P. P., Sato, G. M., Gonzalez, L. F. G., and Borin, J. F. (2024). Repurposing of tv boxes for a circular economy in smart cities applications.
- Directo, D. H. R. (2016). Green office computer workstations using thin client systems.
- Feltrin, R. (2020). Brasil é 1^o do mundo em consumo de pirataria online, diz estudo. [Online; acesso 25-junho-2024].
- Lai, A. M. and Nieh, J. (2006). On the performance of wide-area thin-client computing. *ACM Transactions on Computer Systems (TOCS)*, 24(2):175–209.
- Morais, F. L. (2019). Thin client raspberry pi.

- Oliveira, V. C., Procopio, E. T., Mota, A. d. A., and Mota, L. T. (2011). Benefícios em eficiência energética com o uso de thin clients em uma arquitetura cliente servidor.
- Sabino, L. et al. (2017). Análise da implantação de virtual desktop infrastructures em laboratórios de informática de uma universidade.
- Sachi, L. H. et al. (2023). Descaracterização de tv-box. In *Programa de Apoio Institucional à Extensão*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP - Campus SLT. Disponível em: <https://ifsp.edu.br/noticias/4172-transformando-tecnologia-em-educacao-projeto-descaracterizacao-de-tv-box-beneficia-escolas-carentes>.
- SILVA, L. L. d. (2024). Desigualdade digital no brasil: impacto do acesso à tecnologia no desempenho acadêmico dos participantes do enem.
- Silva, P. H. B., Gomes, J. P. D. T., de Mello Innocentini, M. D., and Formigoni, C. E. (2023). Análise de Desempenho de um Cluster Beowulf com Utilização de TV Box. In *15^o Jornada Científica e Tecnológica e 12^o Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS*, volume 15. Disponível em: <https://josif.ifsuldeminas.edu.br/ojs/index.php/anais/article/view/761>.
- Silva, T. A. V. et al. (2019). Sistema thin client para aplicações laboratoriais de ensino.