



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

**PROPOSTA DE SOLUÇÃO DE TV CORPORATIVA DE BAIXO
CUSTO BASEADA EM IOT**

Cristian Scheid

Lajeado, dezembro de 2023



Cristian Scheid

**PROPOSTA DE SOLUÇÃO DE TV CORPORATIVA DE BAIXO CUSTO
BASEADA EM IOT**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia de Computação, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Me. Edson Moacir Ahlert

Lajeado, dezembro de 2023

Cristian Scheid

**PROPOSTA DE SOLUÇÃO DE TV CORPORATIVA DE BAIXO CUSTO
BASEADA EM IOT**

A Banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada no componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia de Computação, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação:

Prof. Me. Luis Antônio Schneiders
Universidade do Vale do Taquari - Univates

Prof. Me. Juliano Dertzbacher
Universidade do Vale do Taquari - Univates

Lajeado/RS, 4 de dezembro de 2023

RESUMO

A comunicação é essencial para o sucesso de organizações, tanto no setor privado quanto no público. Com o avanço tecnológico, surgiram diversas ferramentas para aprimorar essa comunicação, abrangendo desde a intranet até as redes sociais e a TV corporativa. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo investigar, implementar, testar e avaliar uma solução de TV corporativa baseada nos princípios da Internet das Coisas (IoT), com enfoque na viabilidade econômica e na otimização da gestão do tráfego de rede. Entretanto, a implementação de um sistema de TV corporativa enfrenta desafios, como custos elevados e falta de infraestrutura adequada. Diante disso, foram analisadas as variáveis que poderiam causar lentidão na rede, junto com opções acessíveis de hardware e software. Isso resultou na proposição e implementação de um sistema de TV corporativa que utilizou o software gratuito PiSignage em conjunto com computadores pessoais e placas Raspberry Pi como hardware para gerenciar e reproduzir conteúdos. As placas Raspberry Pi se destacaram como a opção mais econômica de hardware, alinhando-se com a proposta de desenvolver um sistema de baixo custo. Posteriormente à implementação, foram conduzidos testes de consumo de largura de banda do sistema, revelando a capacidade de utilizá-lo com baixo impacto no tráfego de rede ao qual está integrado. Esse resultado reforça a eficácia da solução proposta, demonstrando sua habilidade em operar de maneira eficiente e sustentável, minimizando interferências no ambiente de rede em que está inserido.

Palavras-chave: TV corporativa; IoT; comunicação visual.

ABSTRACT

Effective communication is crucial for the success of organizations, both in the private and public sectors. With technological advancements, various tools have emerged to enhance communication, ranging from intranet to social media and corporate TV. In this context, this study aims to investigate, implement, test, and evaluate a corporate TV solution based on the principles of the Internet of Things (IoT), focusing on economic viability and optimizing network traffic management. However, implementing a corporate TV system poses challenges such as high costs and inadequate infrastructure. Consequently, an analysis of variables that could cause network latency, coupled with affordable hardware and software options, led to the proposal and implementation of a corporate TV system. This system utilized the free PiSignage software in conjunction with personal computers and Raspberry Pi boards as hardware for content management and playback. Raspberry Pi boards emerged as the most cost-effective hardware option, aligning with the goal of developing a low-cost system. Following implementation, bandwidth consumption tests were conducted, revealing the system's capability to operate with minimal impact on integrated network traffic. This outcome reinforces the effectiveness of the proposed solution, showcasing its ability to operate efficiently and sustainably while minimizing disruptions in the network environment.

Keywords: Corporate TV; IoT; visual communication.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dell Vostro Small Desktop	27
Figura 2 - ASUS Chromebox 4	29
Figura 3 - Raspberry Pi 3 Model B+	30
Figura 4 - Mini PC Intel NUC	31
Figura 5 - Diagrama da arquitetura do sistema PiSignage	48
Figura 6 - Interface do usuário do site hospedado em pisignage.com	49
Figura 7 - Mensagem na parte inferior da tela do player	53
Figura 8 - Diagrama do cenário de testes	59
Figura 9 - Servidor inicializado a partir de um terminal	60
Figura 10 - Interface de usuário do PiSignage	61
Figura 11 - Instalação da imagem PiSignage no Raspberry Pi	62
Figura 12 - Instalação da extensão do PiSignage no aplicativo Chrome	62
Figura 13 - Registro do player notebook ASUS S46CB	63
Figura 14 - Licença do player notebook ASUS S46CB	63
Figura 15 - Aba Players da Interface de usuário do PiSignage	64
Figura 16 - Deploy em andamento	64
Figura 17 - Cenário de teste da solução de TV corporativa	65
Figura 18 - Interface do Nethogs	67
Figura 19 - Nethogs identificando o processo node	68
Figura 20 - Planilha de registro dos testes de reprodução local	69
Figura 21 - Gráfico da taxa de transferência da reprodução local	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo dos trabalhos relacionados

42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BMP	Bitmap
GIF	Graphics Interchange Format
HTML	Hyper Text Markup Language
IoT	Internet of Things
JPG	Join Photographic Experts Groups
MP4	MPEG-4 (Media Program Expert Group)
npm	Node Package Manager
PC	Personal Computer
PDF	Portable Document Format
PNG	Portable Network Graphic
RSS	Really Simple Syndication
RTMP	Real Time Messaging Protocol
RTSP	Real Time Streaming Protocol
TV	Televisão
UDP	User Datagram Protocol

SUMÁRIO

RESUMO	3
ABSTRACT	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	7
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Problema de pesquisa	11
1.2 Objetivos	12
1.3 Estrutura do trabalho	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Comunicação	15
2.2 Comunicação institucional	16
2.3 Sistema de telecomunicações	18
2.4 Sinalização Digital	19
2.5 TV corporativa	20
2.5.1 Tipos de TV corporativa	22
2.6 Tráfego de rede	22
2.7 Internet das Coisas (IoT)	24
2.8 Plataformas de hardware para TV corporativa	25
2.8.1 Computador pessoal (PC)	26
2.8.2 Chromebox	27
2.8.3 Raspberry Pi	29
2.8.4 Mini PC	31
2.9 Plataformas de software para TV corporativa	32
2.9.1 Xibo	32
2.9.2 Yodeck	33
2.9.3 PiSignage	34
3 TRABALHOS RELACIONADOS	35
3.1 Development of Digital Signage for Primary School using Raspberry Pi	35
3.2 IoT Based Smart Advertisement Using Raspberry-Pi	37
3.3 Android Based Digital Notice Board using Raspberry Pi - ARM11	38

3.4 Sig TV: um protótipo de um sistema TV corporativa no âmbito da UFRN	40
3.5 Solução parametrizável para Corporate TV	41
3.6 Comparativo entre os trabalhos relacionados	42
4 MATERIAIS E MÉTODOS	45
4.1 Tecnologias utilizadas	46
4.2 Software de reprodução e gerenciamento de dispositivos	46
4.2.1 PiSignage	47
4.2.1.1 Arquitetura do sistema PiSignage	47
4.2.1.2 PiSignage Player	48
4.2.1.3 Servidor PiSignage	49
4.2.1.4 Interface do usuário	49
4.2.1.5 Recursos de criação e gerenciamento de conteúdo	50
4.2.1.6 Formatos de mídia suportados	51
4.2.1.7 Licenças, assinaturas e preços	52
4.2.1.8 Servidor local de código aberto	54
4.2.1.9 Reprodução local de mídias	55
4.3 Hardware da solução	56
4.4 Implementação da solução	57
5 TESTES E ANÁLISES DOS RESULTADOS	66
5.1 Testes de consumo de tráfego de rede	66
5.2 Análise dos resultados	71
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

A comunicação efetiva é fundamental para o sucesso de qualquer instituição, seja ela privada ou pública. Uma comunicação clara e transparente entre a instituição, seus funcionários e clientes é essencial para manter um bom relacionamento e garantir que as expectativas sejam atendidas, e com a evolução da tecnologia, existem diversas ferramentas que podem ser utilizadas para garantir que isso aconteça.

Uma das ferramentas disponíveis para a comunicação de uma instituição é a intranet. Conforme Ribeiro (2020), a intranet é uma rede corporativa interna configurada como um site, que movimenta informações restritas à empresa, com o propósito de aumentar a segurança e centralizar informações relevantes para os objetivos da mesma, sendo acessível apenas pelo corpo diretivo e colaboradores através de logins e senhas individuais. Isso faz dela uma ferramenta essencial para garantir que os funcionários estejam alinhados com a cultura, valores e objetivos da empresa.

As redes sociais também são uma ferramenta importante para a comunicação de uma organização. Segundo Truzzi (2018), as instituições podem usar as redes sociais para se conectar com seus clientes, compartilhar informações sobre seus produtos e serviços, responder a perguntas e fornecer suporte ao cliente. As redes sociais são uma forma eficaz de aumentar o engajamento e a fidelidade dos clientes.

Outra ferramenta importante para a comunicação é a televisão (TV) corporativa. Conforme Teclógica (2016), a TV corporativa é uma forma de comunicação visual que permite que as empresas transmitam informações importantes para seus funcionários e clientes, como anúncios de produtos, atualizações de projetos, entretenimento e informações gerais.

Mais especificamente, é um sistema de exibição de conteúdo multimídia em telas eletrônicas dentro dos espaços de uma instituição, substituindo os tradicionais

sinais e cartazes estáticos por displays digitais dinâmicos e interativos que podem mostrar uma ampla gama de conteúdo, incluindo vídeos, imagens, textos e animações. Nesta era de tecnologia avançada, esta ferramenta está se tornando cada vez mais popular, pois oferece às empresas uma maneira flexível e eficiente de se comunicar com seu público.

A implementação de um sistema de TV corporativa pode ser um desafio para as instituições, principalmente aquelas que não possuem experiência prévia com essa tecnologia. Segundo EasySignage (2023), algumas das dificuldades que podem surgir ao implementar essa tecnologia são o alto custo de implementação e a falta de infraestrutura de rede e hardware.

Apesar desses desafios, um sistema de TV corporativa pode fornecer às empresas uma ferramenta poderosa para publicidade, disseminação de informações e promoção da marca. Trabalhando com profissionais experientes e investindo na tecnologia certa, as empresas podem superar essas dificuldades e colher os benefícios desta tecnologia.

1.1 Problema de pesquisa

A implementação de uma TV corporativa pode ser uma tarefa desafiadora para muitas empresas. Embora a tecnologia esteja cada vez mais acessível, ainda existem desafios significativos a serem superados.

Um dos principais desafios na implementação de um sistema de TV corporativa está relacionado à infraestrutura inadequada. Para que o conteúdo de alta qualidade seja transmitido para telas distribuídas em toda a empresa, é necessário contar com uma infraestrutura de rede robusta, além de monitores e reprodutores de mídia para reproduzir o conteúdo.

Sendo assim, o custo de implementação é um aspecto que pode ser problemático para muitas empresas, pois embora a tecnologia em si seja acessível, implementar um sistema de TV corporativa ainda pode exigir um investimento

significativo. Diante disso, empresas com orçamentos limitados podem ter dificuldades em justificar os gastos.

Outro fator a ser considerado é o aumento do tráfego de rede causado pelo conteúdo digital que é exibido nos televisores, já que este é enviado através da rede da instituição, podendo sobrecarregar a infraestrutura de rede existente e prejudicar a qualidade do serviço de rede para outros dispositivos e aplicativos. Isso pode levar a problemas como lentidão da rede, interrupções de serviço, tempos de carregamento lentos de páginas da web e falhas no acesso a outros aplicativos.

Para superar esses problemas, é importante que as empresas considerem todas as opções disponíveis e planejem cuidadosamente a implementação da TV corporativa. A pesquisa sobre soluções simples e baratas deve levar em conta o tamanho da empresa, o orçamento disponível e as habilidades técnicas dos funcionários. A terceirização da implementação também pode ser uma opção viável para muitas empresas.

Em conclusão, implementar uma TV corporativa não é uma tarefa fácil. No entanto, com o planejamento adequado e a escolha da abordagem certa, as empresas podem superar esses desafios e colher os benefícios da TV corporativa em sua comunicação interna.

Considerando os aspectos acima, o problema da pesquisa deste trabalho é: **“Como é possível implementar uma solução de TV corporativa com baixo consumo de tráfego de rede de forma econômica?”**.

1.2 Objetivos

Considerando o problema de pesquisa supracitado, o objetivo geral deste trabalho é investigar, implementar, testar e avaliar uma solução de TV corporativa baseada em IoT, de baixo custo e que gere pouco tráfego de rede. Já os objetivos específicos são:

- Investigar alternativas baratas de software e hardware que atendam os requisitos necessários para implantação de um sistema de TV corporativa;

- Determinar variáveis que causam lentidão em um tráfego de rede e procurar uma forma de reduzir a mesma;
- Apresentar uma solução em software e hardware que torne possível implementar um sistema de TV corporativa de forma barata e que consuma pouco tráfego de rede;
- Realizar a implementação e teste de um sistema de TV corporativa, utilizando equipamentos de baixo custo, visando minimizar o impacto no tráfego de rede local durante sua operação.

1.3 Estrutura do trabalho

A pesquisa em análise segue uma estrutura composta por cinco capítulos. O primeiro capítulo consiste na introdução, onde são abordados a problemática do trabalho, os objetivos e a estrutura geral do estudo.

No segundo capítulo, denominado fundamentação teórica, são exploradas as pesquisas, estudos e fundamentos científicos que embasam o desenvolvimento do trabalho, visando atingir o seu objetivo.

O terceiro capítulo trata dos trabalhos relacionados, onde serão apresentados cinco estudos que possuam relação com a pesquisa e a problemática desta monografia. Serão destacados os avanços significativos na área e os resultados alcançados. Ao final deste capítulo, será realizada uma comparação entre eles.

No quarto capítulo, serão abordados os materiais e métodos utilizados na elaboração do trabalho, bem como os procedimentos, técnicas, tecnologias empregadas, cronograma e resultados obtidos. Este capítulo engloba também a abordagem científica adotada e os fins da pesquisa.

O quinto capítulo abordará os testes realizados e as análises dos resultados obtidos através deles. Este segmento do trabalho desempenha um papel crucial na avaliação da eficácia e validade das hipóteses propostas.

O sexto e último capítulo contempla as considerações finais, onde serão descritos os resultados alcançados pelo presente projeto. Por fim, serão apresentadas as referências bibliográficas utilizadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são discutidos conceitos que embasam o tema deste trabalho, de modo a tornar viável a compreensão do problema proposto e suas possíveis soluções.

2.1 Comunicação

Conforme Silva (2005), a existência humana depende essencialmente da comunicação, pois desde o nascimento, o ser humano é influenciado e influencia o ambiente em que vive por meio de diversos sinais, como gestos e sons. Quando ocorre uma comunicação entre duas pessoas, é necessário considerar duas realidades complementares. A palavra "comunicar" tem uma relação etimológica com o adjetivo "comum" e o substantivo "comunidade", o que significa que comunicar é sinônimo de "tornar comum", "compartilhar" e "estabelecer uma comunidade".

Segundo Rahme (2017), a comunicação se dá por meio de várias formas e em diferentes níveis, e está diretamente relacionada à capacidade e à intenção de expressar de forma clara e objetiva a mensagem pretendida para o público-alvo. Ao nos comunicarmos, buscamos que as pessoas compreendam nossas intenções e sejam impactadas por elas.

Solio (2010) compreende que a comunicação é um processo que ocorre em etapas distintas, começando com a recepção de dados pelos sujeitos, seguida pelo seu processamento e, finalmente, gerando respostas multifocais que dependem da interação entre os sujeitos e estão sujeitas a uma disputa de poder pela construção do sentido.

A comunicação é um processo de troca bidirecional em que um interlocutor é designado como emissor e outro como receptor, e ambos alternam sua função durante a interação. Nesse processo, ocorrem fenômenos interessantes,

especialmente em relação aos significados atribuídos ao que é dito por cada um dos participantes. As diferenças perceptuais são um fator a ser considerado, especialmente em relação aos conteúdos, formas de construção e implicações no comportamento dos envolvidos (RIBEIRO, 2008).

Em resumo, a comunicação é essencial na convivência em sociedade, pois implica na troca de informações e significados entre as pessoas. Para que a comunicação seja eficaz, é importante que quem envia a mensagem tenha uma intenção clara e esteja ciente de como o receptor vai interpretá-la. Além disso, o receptor deve ser capaz de compreender a mensagem no seu contexto, levando em conta as diferenças de percepção e as maneiras como o significado da mensagem é construído.

2.2 Comunicação institucional

De acordo com Bueno (2009), a comunicação institucional, também conhecida como corporativa, organizacional ou empresarial, é um conjunto de estratégias, ações e processos utilizados para fortalecer a reputação da empresa perante seus públicos de interesse.

Segundo Solio (2010), a comunicação em uma organização pode ser formal, quando se expressa de forma clara e objetiva normas, diretrizes e valores da cultura organizacional, ou informal, quando incorpora valores subjetivos que fazem parte do imaginário dos indivíduos envolvidos, circulando pelos espaços não oficiais da empresa.

Conforme Ribeiro (2008), dentro de um contexto organizacional, a comunicação ocorre em diferentes formas, sendo elas a comunicação formal ou informal e interna ou externa. A comunicação formal é uma troca vertical de informações entre membros da organização, limitada ao compartilhamento de tarefas através de diretivas, ordens e relatórios, mantendo distância entre a chefia e seus subordinados. Já a comunicação informal ocorre em todas as direções e não segue linhas formais de autoridade, podendo facilitar a circulação rápida de

informações ou dificultar a realização de tarefas caso não seja clara e precisa, prejudicando o bom funcionamento da empresa.

Ribeiro (2008) ressalta uma dinâmica interessante entre a comunicação formal e informal. Por exemplo, em uma reunião de trabalho formal, os participantes podem criar um contexto informal a partir de suas interações, e o inverso também pode ocorrer, quando um ambiente informal leva a situações em que a comunicação precisa ser formal, como em um simples encontro para tomar café que acaba tratando de questões da empresa.

Em relação à abrangência da comunicação, Ribeiro (2008) entende que a comunicação interna circula apenas nos circuitos internos da organização e é usada por todos os colaboradores, podendo ser formal ou informal. Já a comunicação externa é aquela estabelecida entre a empresa e o meio externo, como outras organizações, empresas ou a própria sociedade. É importante que a comunicação externa seja cuidadosa para proteger e melhorar a imagem da organização, aumentando sua legitimidade institucional. Além disso, o contato com o meio externo pode influenciar o formato organizacional, agindo sobre o comportamento das pessoas e dos sistemas organizacionais.

Embora muitos empresários e gestores considerem a comunicação como a principal fonte de problemas e solução para disfunções organizacionais, Ribeiro (2008) argumenta que ela não deve ser encarada como a única causa ou como uma solução milagrosa para todos os problemas. É fundamental um gerenciamento adequado do processo organizacional, dada a sua amplitude e importância para as empresas.

De acordo com Ribeiro (2008), a comunicação desempenha um papel crucial nas transformações organizacionais. Ela facilita a compreensão dos processos de transmissão e assimilação de novos conceitos, bem como a socialização do conhecimento ao compartilhar as metas da organização com todos os colaboradores. Quando os trabalhadores têm pleno conhecimento dos planos da organização, eles podem contribuir de maneira efetiva para as mudanças propostas.

Além disso, segundo Ribeiro (2008), a comunicação adequada desempenha um papel essencial na redução dos custos associados ao processo de mudança organizacional. Ao integrar a comunicação nas estratégias de planejamento estratégico, aumenta-se a probabilidade de sucesso na implementação de novas tecnologias. No entanto, é crucial utilizar a comunicação de forma correta, levando em consideração o amplo entendimento da cultura e clima organizacional.

2.3 Sistema de telecomunicações

Conforme Riswarta e Fath (2021), quando se fala em um sistema de telecomunicações, refere-se ao processo de envio ou transmissão de informações de um local para outro. Esse sistema é composto por vários elementos, como infraestrutura de telecomunicações, dispositivos e instalações, que possibilitam a comunicação a longas distâncias.

Em termos gerais, um sistema de telecomunicações segue as seguintes etapas (RISWARTA e FATH, 2021):

- O processo de comunicação inicia-se com a existência de uma mensagem ou informação que precisa ser enviada de um indivíduo ou dispositivo para outro;
- A mensagem ou informação é convertida em formato binário ou bits, que são posteriormente codificados em sinais. Essa etapa ocorre no dispositivo codificador;
- Os sinais são transmitidos ou enviados pelo transmissor através de um meio selecionado. É essencial contar com um meio de transmissão apropriado para minimizar interferências durante o percurso;
- Em seguida, os sinais são recebidos pela estação receptora;
- Os sinais são decodificados de volta para o formato binário ou bits, que são então convertidos em uma mensagem legível ou audível pelo dispositivo receptor.

Dessa forma, o sistema de telecomunicações possibilita a transferência eficiente e confiável de informações de um ponto a outro, desempenhando um papel crucial na comunicação moderna.

2.4 Sinalização Digital

Segundo Qomariah (2020), a sinalização digital é uma forma abrangente de nova mídia que substitui os meios convencionais por diversos aplicativos e tecnologias. De maneira geral, ela envolve sinais eletronicamente controlados, que podem ser atualizados rapidamente e com baixo custo, permitindo o envio da mensagem para múltiplos monitores simultaneamente.

De acordo com Panuntun, Rochim e Martono (2015), a sinalização digital é um serviço unidirecional de informação baseado em mídia digital. Sua eficácia depende da estratégia de entrega da mensagem e é comumente utilizada em locais estratégicos com grande concentração de pessoas. Ao contrário da televisão, a sinalização digital transmite mensagens direcionadas, em vez de uma transmissão ampla. Esse conceito restrito influencia as estratégias de entrega de mensagem nesse tipo de sinalização. Tecnologias de tela plana, como LCD, LED ou plasma, são usadas para exibir conteúdo multimídia.

A seguir estão algumas vantagens da sinalização digital em comparação com anúncios fixos, conforme mencionado por Panuntun, Rochim e Martono (2015):

- **Atração visual:** o conteúdo dinâmico tem maior capacidade de atrair a atenção do público;
- **Momento e local adequados:** a sinalização digital permite a atualização personalizada do conteúdo em momentos e situações específicas. As mensagens podem ser direcionadas de acordo com o público-alvo;
- **Economia de custo e tempo:** a sinalização digital combina vários tipos de mídia convencional em um formato mais interessante e atraente;

- Maximização do retorno do investimento: ao vender espaço publicitário para fornecedores ou parceiros comerciais, a sinalização digital se torna uma fonte de lucro;
- Imagem corporativa: a sinalização digital proporciona uma impressão moderna ao ambiente onde é implementada, o que pode aumentar o prestígio da empresa.

Conforme mencionado por Qomariah (2020), a sinalização digital é composta por um sistema que inclui servidor, monitor e software, permitindo a edição e alteração integrada de mensagens e informações. Além disso, ela oferece flexibilidade na segmentação do público-alvo, baseada em agendamentos e características demográficas.

Segundo Qomariah (2020), a sinalização digital suporta todos os tipos de mídia digital, como texto, imagens, áudio, animação e vídeo. Os usuários podem escolher livremente o tipo de exibição direcionado ao público, proporcionando conteúdo de qualidade. Atualmente, as telas de plasma e LCD são as opções mais populares, mas essa preferência pode mudar de acordo com as necessidades e o avanço das tecnologias de exibição.

2.5 TV corporativa

Segundo SuaTV (2023), a TV Corporativa é uma ferramenta fundamental para a sinalização digital no contexto da comunicação institucional, promovendo transparência, engajamento, e disseminação de valores. Lundstrom e Weiss (2008) a definem como uma solução ampla de disseminação de conteúdo que permite a gestão centralizada e publicação de mídia digital numa rede de telas. Já Teclógica (2016) entende a TV corporativa como um canal de comunicação dinâmico, que possibilita publicar e divulgar imagens, vídeos e notícias em monitores espalhados por uma ou mais unidades de uma instituição.

Segundo Teclógica (2016), a TV corporativa é um canal de comunicação eficaz entre a empresa e seus públicos, pois oferece benefícios como a utilização de

recursos audiovisuais, agilidade na atualização de conteúdos em tempo real e a possibilidade de alcançar um maior impacto visual. Com isso, as empresas que buscam inovação e aprimoramento na comunicação têm encontrado nesta tecnologia um diferencial significativo.

Os canais de TV corporativos costumam transmitir informações e publicidade relacionadas à empresa e, às vezes, são utilizados para comunicar informações importantes aos funcionários, como saídas de emergência, previsão do tempo, mudanças na política da organização, entre outros. Esses canais recebem esse nome porque são normalmente transmitidos nas redes internas das grandes corporações (MORILLO-VELARDE, 2011).

Conforme Rudolf (2023), além dos recursos de usabilidade, a TV corporativa possui elementos que transformam a comunicação empresarial em uma poderosa ferramenta de engajamento e construção de público. Recursos como visualização de vídeos, capacidade de transmitir eventos ao vivo, opções de assinatura e comércio eletrônico e integração completa com aplicativos essenciais de marketing, RH e comunicação são padrão neste sistema. A TV Corporativa oferece às empresas a oportunidade de fornecer conteúdo em vídeo para os envolvidos da mesma forma que as organizações de mídia profissional o fazem para seus clientes, a uma fração do custo, e sem exigir uma equipe de TI para gerenciar tudo isso.

Morim (2016) entende que este sistema oferece diversas vantagens, dentre as quais se destacam a possibilidade de exibir mensagens dinâmicas, vídeos, animações, conteúdos web e transmissões de vídeo em tempo real, atraindo e retendo espectadores. A TV corporativa pode ser utilizada por organizações de ensino, como escolas e universidades, para fornecer informações relevantes aos alunos, professores, funcionários e visitantes sobre acontecimentos e eventos. Tudo pode ser feito de forma digital e remota, oferecendo praticidade e eficiência às organizações que optam por essa tecnologia.

2.5.1 Tipos de TV corporativa

A implementação da TV corporativa é possível através de três modelos, sendo eles: Stand-alone; Web-based; IPTV-based, os quais são detalhados abaixo (MORIM, 2016).

O modelo Stand-alone é uma solução simples de TV corporativa. Consistem em um único computador conectado a um monitor, permitindo que o conteúdo seja controlado exclusivamente pelo computador correspondente. Além disso, é possível adicionar novos conteúdos usando dispositivos de armazenamento portátil (MORIM, 2016).

O modelo Web-based possibilita o controle direto do conteúdo da tela por meio de um navegador da web, permitindo a exibição de informações específicas em cada monitor. A implementação é simples, com acesso remoto disponível através de qualquer navegador, e é uma opção acessível e de baixo custo, dispensando a necessidade de software ou hardware dispendioso. A única exigência é o custo do sistema de TV Corporativa, computador associado, conectividade de rede e eletricidade (MORIM, 2016).

No modelo IPTV, os conteúdos são transmitidos em streaming para o IPTV e, em seguida, entregues diretamente de um servidor central para os players conectados a monitores em rede. Isso oferece benefícios, como proteção de conteúdo e garantia da integridade dos dados, além de recursos avançados, como canais ilimitados. Porém, há desvantagens, como a necessidade de uma infraestrutura de rede complexa, com servidores, players e gerenciamento de serviços, além do custo elevado de alguns componentes de hardware. Também requer treinamento, integração com bases de dados e alta largura de banda. Falhas no servidor central podem deixar todo o sistema indisponível (MORIM, 2016).

2.6 Tráfego de rede

A Internet enfrenta desafios decorrentes de seu próprio sucesso, como o crescimento sem precedentes, a heterogeneidade e o comportamento imprevisível

do tráfego de rede. O aumento do número de usuários e a demanda por aplicações cada vez mais avançadas consomem os recursos de largura de banda, mesmo que sejam abundantes. Em vez de tentar suprir infinitamente essa demanda, uma solução possível é otimizar a utilização da largura de banda, evitando redundâncias de tráfego e desperdícios que ocorrem na rede devido ao crescimento descontrolado (DEUSDADO, 2002).

A largura de banda, segundo Ferguson e Huston (1998), é a taxa máxima de transferência contínua entre dois pontos. Ela pode ser limitada tanto pela infraestrutura física do caminho percorrido na rede quanto pelos processos de comunicação concorrentes que compartilham esse caminho. A taxa de transmissão, também conhecida como largura de banda requerida, afeta diretamente a qualidade da transmissão, pois a quantidade de dados enviada para a rede precisa ser ajustada de acordo com a aplicação.

De acordo com Deusdado (2002), cada pacote na rede entra em competição pela largura de banda e pode receber uma parcela desproporcional quando há muitas conexões disputando. A comutação de pacotes permite que a rede direcione o tráfego de forma transparente durante as falhas, porém as conexões podem ficar sobrecarregadas, resultando em congestionamento. Para lidar com essa situação, os protocolos de transmissão da Internet incorporam mecanismos de controle de congestionamento que automaticamente reduzem a taxa de transmissão quando detectam congestionamento. Isso faz com que o tráfego na rede seja influenciado pelas condições passadas de cada conexão, resultando em correlações e interações complexas ao longo do tempo.

No caso de um sistema de TV Corporativa, Rollins (2015) entende que existem duas formas de entrega de conteúdo do servidor para os reprodutores de mídia, sendo elas streaming IP e reprodução local. Em uma solução de streaming IP, os dados são entregues em partes aos dispositivos reprodutores, ao longo do período de transmissão do conteúdo. Já com métodos de entrega de reprodução local, todos os arquivos do projeto são entregues a cada reprodutor de mídia apenas uma vez e são armazenados e reproduzidos até que o servidor envie um novo conteúdo (ROLLINS, 2015).

Ao comparar as duas formas de entrega de conteúdo, Rollins (2015) entende que com streaming IP existem picos de consumo da largura de banda durante toda a transmissão, enquanto a reprodução local consome a largura de banda apenas ao enviar um conteúdo novo a partir do servidor, o que faz desta uma solução uma opção mais amigável para a rede, causando menos impacto no tráfego de rede.

PiSignage (2022) também entende que ao utilizar uma solução com método de entrega de reprodução local, é possível economizar a largura de banda da rede onde o sistema de TV corporativa for implementado.

Técnicas criativas de controle de largura de banda de rede podem ser implementadas através do roteador de rede ou da infraestrutura de switch, por meio de utilitários de qualidade de serviço (QoS). Por exemplo, o conteúdo pode ser carregado nos reprodutores lentamente durante as horas de pico e mais rapidamente durante as horas de menor movimento (ROLLINS, 2015).

2.7 Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas (IoT) é um conceito que visa unir o mundo físico com o mundo digital, permitindo a constante comunicação e interação entre pessoas e objetos. Com funções como reconhecimento inteligente, localização, rastreamento e gerenciamento de dispositivos, a IoT possibilita a troca de informações em tempo real (MORAIS *et al.*, 2018).

No âmbito da TV corporativa, a interconexão possibilitada pela IoT facilita a comunicação entre dispositivos, elevando essa tecnologia para além de um simples meio passivo de transmissão. Essa dinâmica não apenas viabiliza a transmissão de conteúdos, mas também confere à TV corporativa a capacidade de se ajustar dinamicamente às demandas do ambiente empresarial.

Para Moraes *et al.* (2018), a crescente popularidade da IoT deve resultar em serviços inovadores baseados em sua tecnologia, o que torna o tema relevante para instituições acadêmicas, indústrias e organizações governamentais, visto que

apresenta um grande potencial para melhorar aspectos sociais, profissionais e econômicos.

A Internet das Coisas (IoT) emergiu com a evolução das redes sem fio, que possibilitaram a conexão de dispositivos móveis à internet e ampliaram o seu papel na nossa vida diária. A IoT interliga objetos, permitindo que eles se comuniquem entre si e se tornem "inteligentes" quando possuem capacidade de processamento. Essa interconexão abre um vasto campo de possibilidades, como sensores inteligentes que enviam alertas e acionam ações automatizadas, eletrodomésticos controlados remotamente, sistemas de produção otimizados e até mesmo cidades inteligentes. A IoT está revolucionando o nosso cotidiano e oferece um leque de aplicações com potencial ainda maior do que podemos imaginar (SACOMANO *et al.*, 2018).

Dessa forma, a IoT não é apenas um conceito abstrato, mas uma peça-chave na transformação da TV corporativa em uma ferramenta inteligente, adaptável e integrada ao ambiente organizacional moderno.

2.8 Plataformas de hardware para TV corporativa

Para implementar um sistema de TV corporativa, é essencial dispor de um reprodutor de conteúdo, ou seja, um dispositivo responsável pela exibição dos materiais em uma tela ou monitor.

Neste capítulo, vamos abordar alguns dos dispositivos comumente utilizados para essa finalidade, mais especificamente o computador pessoal (PC), o Chromebox, o Raspberry Pi e o mini PC. Exploraremos as características, funcionalidades e considerações específicas de cada um desses dispositivos, a fim de fornecer uma análise comparativa e auxiliar na escolha do mais adequado para a implementação de uma TV corporativa.

2.8.1 Computador pessoal (PC)

Um computador pessoal (PC) é um tipo de microcomputador desenvolvido para ser utilizado por um único indivíduo de cada vez. Antes do surgimento dos PCs, os computadores eram predominantemente utilizados por empresas, onde terminais eram conectados a um grande computador central compartilhado por múltiplos usuários (LUTKEVICH, 2023).

De acordo com Lutkevich (2023), tanto em ambientes domésticos quanto empresariais, os computadores pessoais (PCs) são capazes de armazenar, recuperar e processar diversos tipos de dados. Os PCs executam um firmware que suporta um sistema operacional (SO), que, por sua vez, oferece suporte a uma ampla variedade de outros softwares.

O computador pessoal é especialmente projetado para atender às demandas de pequenas empresas e profissionais autônomos, proporcionando uma variedade de recursos técnicos que tornam essa escolha atraente para aqueles que buscam um desempenho confiável e eficiente.

Equipado com processadores de alto desempenho, o PC é capaz de lidar com eficiência com multitarefas e aplicativos que exigem muitos recursos. Além disso, oferece suporte a uma quantidade significativa de memória, permitindo uma execução rápida e eficiente de aplicativos, proporcionando uma experiência de computação fluída (DELL, 2023).

No que diz respeito ao armazenamento, o computador pessoal apresenta opções de HDD ou SSD, sendo que este último oferece benefícios como tempos de inicialização mais rápidos, transferências de arquivos ágeis e um desempenho aprimorado para as atividades diárias.

Além disso, oferece uma variedade de opções de conectividade, como portas USB, HDMI, DisplayPort, Ethernet e áudio, permitindo a conexão de monitores, periféricos e dispositivos externos. Também possui suporte para tecnologias sem fio, como Wi-Fi e Bluetooth, garantindo uma conectividade rápida e confiável (DELL, 2023).

Existem no mercado opções com design compacto e versátil, conforme Figura 1, o que permite que o dispositivo seja facilmente acomodado sob a mesa, proporcionando uma solução eficiente para otimização do espaço de trabalho.

Figura 1 - Dell Vostro Small Desktop.



Fonte: DELL (2023).

2.8.2 Chromebox

O Chromebox é uma plataforma de hardware baseada no sistema operacional Chrome OS do Google, que é projetado para uma experiência de computação simples e centrada na web. Ele oferece acesso rápido e fácil a aplicativos baseados em nuvem, como o Google Docs, Planilhas e Apresentações, além de uma ampla variedade de aplicativos disponíveis na Chrome Web Store. Diversos fabricantes produzem e comercializam seus próprios modelos de

Chromebox, oferecendo diferentes opções em termos de especificações, designs e recursos.

Alguns dos fabricantes populares que lançaram modelos Chromebox incluem Acer, ASUS, HP, Dell e Lenovo. Cada um desses fabricantes tem sua própria linha de dispositivos Chromebox com características distintas, como processadores, memória, armazenamento e opções de conectividade. Essas variações permitem que os usuários escolham um Chromebox que atenda às suas necessidades específicas.

O Chromebox oferece desempenho sólido e eficiente para várias tarefas. É capaz de lidar com atividades cotidianas, como navegação na web, reprodução de mídia e trabalho em documentos, de forma rápida e eficiente. Em relação à memória, o Chromebox pode ser configurado com capacidade adequada para executar aplicativos e multitarefa de forma suave. Além disso, possui armazenamento de alta velocidade, resultando em tempos de inicialização rápidos e uma experiência ágil no geral (ASUS, 2023).

O Chromebox vem com uma variedade de portas e conectividade para atender às necessidades de conexão dos usuários. Ele inclui portas USB, HDMI, DisplayPort, Ethernet, além de conectividade Wi-Fi e Bluetooth integradas. Essas opções de conectividade permitem a conexão de monitores externos, periféricos e dispositivos de armazenamento adicionais (ASUS, 2023).

Outro ponto a ser destacado é a segurança do Chromebox. O Chrome OS incorpora várias camadas de segurança, incluindo atualizações automáticas regulares para manter o sistema operacional e os aplicativos protegidos contra ameaças. Além disso, o Chromebox suporta a inicialização verificada, o que ajuda a proteger contra malware e garante que o sistema seja iniciado apenas com software confiável (ASUS, 2023).

Com seu design compacto, conforme Figura 2, o Chromebox é facilmente integrado a diferentes ambientes, como escritórios domésticos, ambientes de trabalho e salas de aula. Sua eficiência energética também é uma vantagem, resultando em menor consumo de energia e menor impacto ambiental.

Figura 2 - ASUS Chromebox 4.



Fonte: ASUS (2023).

2.6.3 Raspberry Pi

O Raspberry Pi é um computador de baixo custo do tamanho de um cartão de crédito que pode ser conectado a um monitor de computador ou TV e utilizado com um teclado e mouse padrão. Ele é capaz de fazer tudo o que se espera de um computador desktop, desde navegar na internet e reproduzir vídeos em alta definição até criar planilhas, processar texto e jogar jogos. Além disso, o Raspberry Pi tem sido usado em uma ampla variedade de projetos digitais, desde máquinas de música e detectores de presença até estações meteorológicas (RASPBerry, texto digital).

Existem diversos modelos do Raspberry Pi disponíveis no mercado, lançados ao longo dos anos em várias gerações do computador, proporcionando opções diversificadas para atender às necessidades dos usuários. Em termos de conectividade, o Raspberry Pi pode ter uma variedade de opções, como portas USB para conectar periféricos, como teclado, mouse e dispositivos de armazenamento externo, e portas HDMI, permitindo a conexão a monitores e TVs compatíveis. Alguns modelos também podem oferecer conectividade sem fio, como Wi-Fi e Bluetooth, para facilitar a comunicação e a conexão com outros dispositivos

compatíveis, portas Ethernet para conexão de rede com fio e um conector de vídeo composto para conexão a dispositivos de vídeo mais antigos.

Além disso, dependendo do modelo, o Raspberry Pi pode ter um conector de expansão GPIO, permitindo a conexão de diferentes componentes eletrônicos e a expansão das funcionalidades do dispositivo. No entanto, é importante verificar as especificações do modelo específico do Raspberry Pi que você está considerando para entender quais recursos de conectividade estão disponíveis.

O Raspberry Pi também suporta uma variedade de sistemas operacionais, oferecendo flexibilidade para escolher o sistema que melhor se adapta às necessidades do seu projeto. Resumindo, o Raspberry Pi é um dispositivo versátil e poderoso, adequado para uma ampla gama de projetos, desde prototipagem e educação até soluções de automação residencial e entretenimento, proporcionando uma combinação de desempenho, conectividade e recursos expansíveis, tudo em um tamanho compacto, conforme Figura 3.

Figura 3 - Raspberry Pi 3 Model B+.



Fonte: RASPBERRY (2023).

2.8.4 Mini PC

O mini PC é uma solução versátil que oferece alto desempenho em um formato compacto. Ele é alimentado por processadores robustos, que proporcionam um bom desempenho para tarefas intensivas em CPU. Esses processadores são capazes de lidar com uma variedade de tarefas, desde navegação na web até edição de vídeo e jogos (INTEL, 2023).

Uma das características notáveis do mini PC é o seu tamanho compacto, como pode ser visto na Figura 4. Com dimensões reduzidas, ele pode ser facilmente colocado em qualquer espaço, seja na sala de estar, no escritório ou até mesmo montado atrás de um monitor. Apesar do seu tamanho diminuto, oferece uma ampla variedade de portas e conectividade, incluindo portas USB, HDMI, DisplayPort, Thunderbolt e Ethernet, permitindo a conexão de monitores, teclados, mouses e outros dispositivos.

Figura 4 - Mini PC Intel NUC.



Fonte: INTEL (2023)

O mini PC fabricado pela é compatível com redes Wi-Fi e Bluetooth, o que viabiliza uma conexão sem fio ágil e estável. Além disso, possui slots e conexões que permitem a adição de memória RAM adicional, oferecendo flexibilidade aos usuários, permitindo que atualizem o sistema conforme suas necessidades mudam ao longo do tempo.

Esta máquina oferece suporte a uma variedade de sistemas operacionais, como Windows, Linux e outros, permitindo aos usuários escolherem a opção que mais lhes agrada e aproveitar todos os recursos do mini PC. Além disso, é reconhecido por sua eficiência energética, consumindo menos energia do que os desktops convencionais, o que resulta em menor consumo energético e impacto ambiental reduzido.

2.9 Plataformas de software para TV corporativa

A implementação bem-sucedida de um sistema de TV corporativa requer não apenas hardware adequado, mas também uma plataforma de software capaz de gerenciar e reproduzir o conteúdo desejado nos dispositivos de exibição. Neste capítulo, examinaremos algumas das soluções de software frequentemente empregadas no contexto da TV corporativa, com foco em Xibo, Yodeck e PiSignage.

2.9.1 Xibo

O Xibo é uma plataforma de software amplamente reconhecida para a gestão de sistemas de TV corporativa. Ele oferece um sistema de gerenciamento de conteúdo que permite aos usuários controlar eficientemente o conteúdo exibido em dispositivos de exibição, como telas em escritórios, lojas e áreas públicas. Com suporte a diversos formatos de mídia, como imagens, vídeos e feeds de notícias, o Xibo possibilita a criação e agendamento de listas de reprodução de conteúdo, garantindo uma experiência de visualização dinâmica e envolvente (XIBO, 2023).

O Xibo é compatível com múltiplos sistemas operacionais, tornando-o versátil para diferentes ambientes. Pode ser executado em sistemas Android, Docker, Tizen, webOS e Windows. Essa ampla variedade de plataformas suportadas garante a integração do Xibo em diversos dispositivos e sistemas existentes, maximizando sua utilidade e alcance.

O plano mais econômico do Xibo está disponível através de uma assinatura mensal de US\$ 4.90 por dispositivo. Embora esse plano tenha algumas limitações

em comparação com os planos de maior valor, ele oferece a possibilidade de implementar um sistema completo de TV corporativa sem complicações no local escolhido.

2.9.2 Yodeck

O Yodeck é outra plataforma destacada para a gestão de sistemas de TV corporativa, proporcionando uma solução abrangente para controlar e exibir conteúdo em diversos dispositivos de exibição. Ele oferece um sistema intuitivo para criação e agendamento de listas de reprodução, permitindo que os usuários organizem uma variedade de mídias, incluindo imagens, vídeos e feeds de redes sociais, de maneira eficaz (YODECK, 2023).

Essa solução é compatível com várias plataformas, incluindo Android, FireOS, Tizen, webOS, Windows e Raspberry Pi. Essa ampla gama de plataformas suportadas oferece flexibilidade na escolha dos dispositivos que serão integrados ao sistema, possibilitando uma exibição dinâmica e eficiente do conteúdo em diversos ambientes e cenários.

Além das capacidades de gerenciamento e exibição de conteúdo, o Yodeck também disponibiliza recursos de monitoramento e controle remoto, permitindo que administradores acompanhem o status e desempenho dos dispositivos de exibição de forma centralizada. Isso é particularmente benéfico para empresas que precisam manter uma rede de dispositivos em diferentes locais geográficos. Com sua interface amigável e recursos abrangentes, o Yodeck se destaca como uma solução poderosa e versátil para implementações de TV corporativa, atendendo às demandas de comunicação visual eficaz.

O Yodeck oferece um plano de assinatura a partir de US\$ 7.99 por mês por dispositivo, na opção mais econômica.

2.9.3 PiSignage

O PiSignage é uma plataforma de sinalização digital que se baseia na versátil placa Raspberry Pi, embora não se restrinja a ela. Essa solução possibilita o controle e a exibição de conteúdo em telas remotas, tornando a transmissão de informações relevantes para diferentes públicos mais simples. Com a capacidade de personalizar o conteúdo e agendar a exibição, o PiSignage se tornou uma escolha popular em várias aplicações, desde publicidade e TV corporativa até a divulgação de informações em tempo real (PISIGNAGE, 2022).

A compatibilidade do PiSignage com diversas plataformas é uma característica essencial para sua versatilidade. Além do Raspberry Pi, a solução pode ser utilizada em um computador executando o aplicativo Chrome e em outras plataformas de hardware baseadas em Debian, como o mini PC Intel NUC. Essa variedade de plataformas suportadas demonstra o compromisso do PiSignage em proporcionar máxima flexibilidade aos usuários, permitindo que escolham a plataforma que melhor se adapte às suas necessidades e infraestrutura existente.

O modelo de preços do PiSignage se destaca por sua flexibilidade. Para gerenciar dispositivos de reprodução, os usuários podem escolher entre o servidor hospedado em *pisignage.com*, mediante uma assinatura paga, ou podem instalar um servidor local de código aberto, sem custos adicionais. Ao criar uma conta em *pisignage.com*, dois players são isentos de cobrança. No entanto, para adicionar mais dispositivos, é aplicada uma taxa única de US\$ 25.00 por player. Aqueles que optarem por não pagar pelos dispositivos extras ainda podem usar o software, mas uma mensagem indicando o uso do software PiSignage será exibida na parte inferior da tela.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

No capítulo anterior, foram introduzidos os princípios e recursos essenciais que constituem a fundação deste estudo. Nesta seção, serão examinados estudos prévios que possuem semelhanças com o atual. A seleção dos trabalhos relacionados foi realizada por meio de extensivas pesquisas na internet, levando em conta critérios como relevância, atualidade, metodologias e resultados para garantir a escolha de trabalhos relevantes e complementares ao nosso estudo. O objetivo é realizar uma comparação das abordagens distintas, identificar diferenças e pontos em comum, analisar as metodologias empregadas, os resultados alcançados e determinar a estratégia mais adequada para a condução do presente estudo.

3.1 Development of Digital Signage for Primary School using Raspberry Pi

Gunawan *et al.* (2021) realizaram um trabalho intitulado "Development of Digital Signage for Primary School using Raspberry Pi", que teve como objetivo projetar e desenvolver um sistema de sinalização digital de baixo custo em uma escola primária utilizando o Raspberry Pi. Um monitor LCD e um computador Raspberry Pi 4 foram utilizados para exibir diversos conteúdos informativos, como datas de provas, programação diária e outros anúncios.

Segundo Gunawan *et al.* (2021), na escola primária, os alunos muitas vezes não conseguem comunicar adequadamente aos pais informações importantes sobre o que acontece na escola, como datas de exames, reuniões de pais e mestres, horário diário das aulas, dia de entrega de boletins e dia dos esportes. Com o objetivo de resolver esse problema, o estudo foi criado visando desenvolver uma solução que permitisse uma melhor comunicação entre a escola e os pais, disponibilizando um monitor na parte externa da escola.

O trabalho de Gunawan *et al.* (2021) explorou duas formas de fazer o gerenciamento do conteúdo exibido nos monitores. A primeira forma foi utilizando

uma solução comercial chamada Screenly, que foi a ferramenta que consideraram mais adequada e fácil de usar em comparação com as outras soluções disponíveis no mercado. A segunda maneira foi utilizando o WordPress como um sistema de gerenciamento de conteúdo (CMS), onde todas as informações necessárias, como imagens e posters de diversos eventos escolares, são carregadas no sistema.

Conforme Gunawan *et al.* (2021), o Screenly é uma opção adequada para exibir imagens em sequência aleatória, com cada imagem sendo exibida por 5 segundos. Ele também suporta reprodução de vídeos com boa qualidade de áudio, desde que sejam codificados em h264. No entanto, a versão gratuita do Screenly, tem uma limitação de armazenamento de 500MB e não permite a exibição de várias informações na mesma tela. Apesar dessas limitações, o Screenly ainda é uma opção adequada para anúncios simples, de acordo com os autores mencionados.

Já o WordPress, segundo Gunawan *et al.* (2021), é reconhecido por sua estabilidade e facilidade de atualização e gerenciamento, sendo possível personalizá-lo com plugins. Além disso, ele suporta uma variedade de mídias e informações, o que torna a exibição atrativa e dinâmica.

Após experimentar ambas as opções mencionadas acima, Gunawan *et al.* (2021) chegaram à conclusão de que o primeiro método é suficiente para anúncios simples, enquanto o segundo método é mais adequado para as necessidades da escola primária em questão.

O estudo realizado por Gunawan *et al.* (2021) é relevante para o presente trabalho, uma vez que aborda o desenvolvimento de um sistema de sinalização digital de baixo custo utilizando o Raspberry Pi, o que está alinhado com o objetivo deste estudo. As descobertas de Gunawan *et al.* (2021) podem oferecer insights valiosos para a presente pesquisa, especialmente em relação à seleção de métodos eficazes de gerenciamento de conteúdo e escolha de hardware para a implementação do sistema de TV corporativa. Por outro lado, o presente trabalho visa propor uma solução mais abrangente que possa ser aplicada em diversos contextos, enquanto a solução de Gunawan *et al.* (2021) tem um foco mais

específico para atender uma demanda de uma escola primária, para resolver um problema muito particular.

3.2 IoT Based Smart Advertisement Using Raspberry-Pi

Anuradha *et al.* (2019) realizaram uma pesquisa intitulada “IoT Based Smart Advertisement Using Raspberry-Pi”. O objetivo era implementar um servidor que pudesse ser administrado pelo usuário para exibir anúncios em ambientes internos, reduzindo a necessidade de interação humana para trocar os anúncios repetidamente e diminuindo os gastos causados por isso.

Para implementar este projeto, Anuradha *et al.* (2019) dividiram a execução em quatro módulos: estabelecimento de um servidor, criação de várias unidades de reprodução, exibição de anúncios na tela do cliente sem interação humana e utilização de uma abordagem de agendamento de tempo para reproduzir os anúncios automaticamente. Para implementar esses módulos, optaram por utilizar o Yodeck, uma plataforma de gerenciamento de conteúdo digital baseada na nuvem, que permite a criação, programação e exibição de conteúdo em telas.

Para colocar em prática os módulos mencionados acima, Anuradha *et al.* (2019) criaram uma conta no Yodeck e configuraram o Raspberry Pi para criar um Yodeck Player. Em seguida, o player foi registrado na conta Yodeck e vídeos e imagens foram adicionados à plataforma. Após fazer alterações na conta, as novas informações foram enviadas para os monitores. O Yodeck utiliza cinco subcategorias de arquivos, sendo elas arquivos de imagem, vídeos, páginas da web, documentos e arquivos de áudio.

Anuradha *et al.* (2019) chegaram à conclusão de que a tecnologia de publicidade inteligente controlada remotamente usando Raspberry Pi foi projetada e testada com sucesso para o upload de imagens em movimento. Eles desenvolveram um servidor que é administrado pelo usuário para exibir anúncios em ambientes internos e utilizaram uma abordagem de agendamento de tempo para reproduzir automaticamente os anúncios necessários em intervalos específicos. Isso reduz a necessidade de interação humana para trocar os anúncios repetidamente e diminui

os gastos. A tecnologia não está restrita a um domínio específico e pode ser acessada de qualquer local.

O estudo realizado por Anuradha *et al.* (2019) é importante para este trabalho, pois se concentra no desenvolvimento de um sistema de exibição de anúncios em monitores aplicando conceitos de IoT. As conclusões alcançadas por Anuradha *et al.* (2019) podem oferecer algumas ideias valiosas para a presente pesquisa, especialmente no que diz respeito à seleção de métodos eficazes de gerenciamento de conteúdo e opções de hardware para a implementação do sistema de TV corporativa.

No entanto, o presente trabalho foca em usar IoT para propor uma solução de TV corporativa, enquanto o trabalho de Anuradha *et al.* (2019) tem foco específico em propaganda, o que implica em uma diferenciação na forma de comunicação e no tipo de conteúdo apresentado.

3.3 Android Based Digital Notice Board using Raspberry Pi - ARM11

No estudo realizado por Supriya, Sekhar e Chandra (2016), intitulado "Android Based Digital Notice Board using Raspberry Pi - ARM11", foi desenvolvido um sistema de publicidade digital inovador. O foco do estudo foi em anúncios em vídeo digital ou eletrônico com conectividade sem fio. Os pesquisadores propuseram a instalação de um ou mais anúncios utilizando um Raspberry Pi, buscando proporcionar economia tanto em custos quanto em espaço.

Supriya, Sekhar e Chandra (2016) implementaram um sistema de sinalização digital que é gerenciado remotamente e está ligado a vendas, marketing e publicidade. O objetivo foi criar um sistema de sinalização digital fácil de usar, baseado na web, barato, eficaz e compacto, que pode ser controlado e modificado pelos usuários. O sistema utiliza PHP como linguagem de programação do lado do servidor, o servidor web Apache, o framework Bootstrap para desenvolvimento front-end, CSS3 para personalização da interface, JavaScript para tornar as páginas interativas e jQuery como uma biblioteca JavaScript leve.

Além disso, o sistema foi desenvolvido usando o sistema operacional Ubuntu Server 12.04 LTS, a IDE NetBeans para desenvolvimento, HTML5 como linguagem de marcação e o sistema operacional Raspbian para dispositivos Raspberry Pi. O banco de dados MySQL foi utilizado para armazenar os dados e a hospedagem em nuvem foi fornecida pela Digital Ocean.

Os pesquisadores Supriya, Sekhar e Chandra (2016) desenvolveram um painel de controle e uma biblioteca de mídia, permitindo que os usuários gerenciem o sistema através de dispositivos conectados à internet. A integração do sistema envolveu a conexão de uma tela, cabo de energia e Ethernet ao Raspberry Pi. O sistema é de fácil administração e possui design responsivo para diferentes dispositivos.

Ao terminar o trabalho, Supriya, Sekhar e Chandra (2016) concluíram que o sistema apresenta várias vantagens, como baixo custo, flexibilidade, confiabilidade e consumo de energia reduzido. O sistema é útil para exibir avisos sem a necessidade de papel, requer menos mão de obra e pode ser aplicado em diferentes contextos, como escolas, hospitais e estações ferroviárias. Eles afirmam que o sistema de aviso digital é uma necessidade em instituições e locais públicos, fornecendo informações de forma acessível e contribuindo para a preservação ambiental, economizando papel e tinta.

O estudo realizado por Supriya, Sekhar e Chandra (2016) tem bastante em comum com o presente trabalho, pois aborda o desenvolvimento de um sistema de avisos digital usando conceitos da IoT. Os pesquisadores exploraram a conectividade sem fio e a facilidade de substituição e inserção de anúncios em diferentes formatos. Suas conclusões sobre a eficiência e eficácia desse sistema de publicidade digital podem fornecer dicas valiosas para esta pesquisa, especialmente em relação a um método de gerenciamento de conteúdo eficaz e seleção adequada de hardware.

3.4 Sig TV: um protótipo de um sistema TV corporativa no âmbito da UFRN

No trabalho de Costa (2021), intitulado "Sig TV: um protótipo de um sistema TV corporativa no âmbito da UFRN", foi desenvolvido um sistema de TV Corporativa com base em uma pesquisa aplicada, qualitativa e descritiva. A pesquisa envolveu a análise de bibliografias e documentos para compreender a eficiência desse tipo de comunicação e a política de comunicação da UFRN, e posteriormente, o desenvolvimento do sistema de TV corporativa, que foi chamado de Sig TV.

O resultado foi um modelo funcional do sistema, utilizando tecnologias gratuitas como PHP, MySQL, Bootstrap e Xampp. Esse sistema permite exibir diversos tipos de conteúdo, como imagens, vídeos, avisos, horários de aulas e notícias, e pode ser acessado e controlado por dispositivos móveis ou computadores, independentemente do sistema operacional.

A conclusão do estudo realizado por Costa (2021) é de que o protótipo do sistema de TV corporativa desenvolvido para a UFRN alcançou os objetivos propostos e está pronto para ser implementado nos diversos locais do campus. Espera-se que essa implementação seja bem-sucedida no ambiente acadêmico, promovendo uma comunicação interna mais eficiente e atrativa.

Recomenda-se a realização de melhorias e expansões futuras, como a integração com o sistema SIG, a inclusão de recursos de acessibilidade e a padronização da comunicação, visando aprimorar ainda mais o sistema. No entanto, devido às limitações impostas pela pandemia da COVID-19, não foi possível testar o sistema com os usuários e obter seus feedbacks, o que seria valioso para o desenvolvimento de uma interface amigável e a implementação de recursos adicionais.

A pesquisa realizada por Costa (2021) é importante para o meu trabalho, pois trata do desenvolvimento de um protótipo de um sistema de TV corporativa. Ao analisar as características do sistema proposto, como a exibição de conteúdo multimídia, o controle remoto via dispositivos móveis e a possibilidade de instalação em telas estratégicas, posso obter insights valiosos quanto às possibilidades e

recursos que uma TV corporativa pode oferecer a uma instituição. No entanto, a solução desenvolvida por Costa (2021) foi feita para uso interno no campus da UFRN, o que impossibilita a recriação deste sistema em outros cenários.

3.5 Solução parametrizável para Corporate TV

Morim (2019) conduziu uma pesquisa com o objetivo de desenvolver uma solução de TV corporativa chamada "Solução parametrizável para Corporate TV". A motivação para esse estudo surgiu da identificação de um problema nas TVs corporativas, que consistia na limitação de exibir o mesmo conteúdo em todos os monitores da instituição. A solução foi desenvolvida majoritariamente com a linguagem PHP, baseando-se no microcomputador Raspberry Pi. Isso permitiu a geração de informações dinâmicas e oportunas para um público diversificado, neste caso, os departamentos de uma instituição de ensino superior.

De acordo com Morim (2019), o projeto foi bem-sucedido ao alcançar todos os objetivos estabelecidos, inclusive a substituição dos sistemas existentes pela utilização do Raspberry Pi. Isso resultou em uma melhor utilização do sistema e na criação de um portal com funcionalidades personalizadas para cada monitor.

O objetivo principal era desenvolver uma solução parametrizável para a TV corporativa, com o propósito de gerenciar e controlar uma rede de sinalização digital. Durante o desenvolvimento do projeto, foi necessário um esforço adicional para assegurar o correto funcionamento da solução em diferentes navegadores, que possuem suporte variado de funcionalidades.

Além disso, a solução desenvolvida por Morim (2019) apresenta um tempo de resposta mais rápido em comparação com outros sistemas de exibição. Ela evita o risco de falha em um único ponto, algo comum em televisões analógicas ou IPTV, por meio da utilização de um processador conectado a cada monitor, que armazena localmente as informações a serem exibidas. Isso possibilita a personalização do conteúdo de acordo com a localização dos usuários, adaptando as informações exibidas para atender às necessidades dos espectadores locais.

A pesquisa conduzida por Morim (2019) desempenha um papel fundamental no meu trabalho, uma vez que aborda um problema comum encontrado nas TVs corporativas: a limitação de exibir o mesmo conteúdo em todos os monitores da instituição. Além disso, o estudo destaca a substituição dos sistemas existentes pelo Raspberry Pi, resultando em uma utilização mais eficiente do sistema e na criação de um portal com funcionalidades personalizadas para cada monitor.

Essas descobertas e realizações apresentadas por Morim (2019) fornecem uma base sólida e inspiradora para a proposta de uma solução de TV corporativa de baixo custo, apresentando também uma opção de hardware para ser utilizado como reproduzidor de mídias. Contudo, a solução desenvolvida por Morim (2016) foi pensada e testada num campus universitário, o que torna sua aplicação limitada a este contexto.

3.6 Comparativo entre os trabalhos relacionados

Na Tabela 1 é apresentado um comparativo entre as propostas apresentadas nos trabalhos relacionados, são apresentados itens como: área de foco, objetivo, metodologia, ferramentas, resultados, limitações. Os trabalhos foram nomeados, na ordem em que foram apresentados, de Trabalho A, B, C, D e E.

Tabela 1 – Comparativo dos trabalhos relacionados.

Aspectos	Trabalho A	Trabalho B	Trabalho C	Trabalho D	Trabalho E
Área de foco	Sinalização digital de escola primária	Publicidade digital	Publicidade digital	TV corporativa em instituição de ensino superior	TV corporativa
Objetivo	Desenvolver um sistema de sinalização digital de baixo custo	Desenvolver um servidor de anúncios internos administrado pelo usuário, com a	Desenvolver um sistema de sinalização digital de fácil utilização,	Analisar bibliografias e documentos para compreender a eficiência	Desenvolver uma solução parametrizável de TV corporativa

		capacidade de alterar repetidamente e os anúncios e reduzir os custos.	baseado na web, barato, eficaz e de tamanho compacto, que possa ser controlado e modificado pelos usuários	de comunicação da TV corporativa e a política de comunicação da UFRN. Desenvolver posteriormente o sistema de TV corporativa chamado Sig TV.	
Metodologia	Estudo de caso	Estudo de caso	Estudo de caso	Pesquisa aplicada, qualitativa e descritiva	Pesquisa aplicada, qualitativa e descritiva
Ferramentas	Raspberry Pi, wordpress e Screenly	Raspberry Pi e Yodeck	Raspberry Pi, PHP, Javascript	PHP, Bootstrap e Xampp	Raspberry Pi, PHP, Bootstrap e Xampp
Resultados	Wordpress é mais adequado para implementar TV corporativa na escola	Servidor implementado com sucesso, proporcionando redução de necessidade de interação humana para trocar os anúncios repetidamente e diminuição de gastos	Servidor foi implementado com sucesso, gerando baixo custo, flexibilidade, confiabilidade e consumo de energia reduzido.	Os objetivos estabelecidos foram alcançados e o sistema está pronto para ser implementado em várias áreas do campus da UFRN.	Os objetivos foram alcançados com sucesso, resultando na substituição dos sistemas existentes pelo Raspberry Pi e na criação de um portal personalizado para cada monitor, melhorando a utilização do sistema.
Limitações	Foco voltado para uma situação específica de escola primária	Limitado às tecnologias e hardware utilizados e o foco voltado para área de publicidade	Foco voltado para área de publicidade, não tanto para TV corporativa	Foco maior na parte do servidor, deixando de lado a parte dos reprodutores	Limitado às tecnologias e hardware utilizados

				de mídia	
--	--	--	--	----------	--

Fonte: Do autor (2023).

Em resumo, o presente trabalho se diferencia dos outros projetos em sua área de aplicação, metodologias e ferramentas utilizadas, mas compartilha semelhanças em termos de objetivos. A proposta visa fornecer uma solução econômica e eficiente para a transmissão de conteúdo em ambientes corporativos por meio de uma TV corporativa baseada em IoT. Essas distinções oferecem oportunidades para expandir o trabalho e explorar integrações com outras áreas do conhecimento, com o objetivo de melhorar ainda mais o desempenho desse sistema.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, são discutidos aspectos relacionados à classificação e características da pesquisa, abrangendo sua abordagem, propósito e técnicas utilizadas.

A investigação adota uma abordagem quantitativa para avaliar a eficácia da solução proposta em relação ao consumo de tráfego de rede. Conforme afirmado por Casarin e Casarin (2012), a pesquisa desse tipo emprega uma metodologia que faz amplo uso de modelos matemáticos e dados estatísticos, recorrendo à amostragem sempre que possível. Seu objetivo principal é analisar o comportamento de uma variável, examinando a frequência de sua ocorrência. A partir da análise dos resultados obtidos, busca-se elucidar o fenômeno por meio da busca por explicações ou soluções.

O propósito central desta pesquisa, de acordo com a descrição de Leão (2016), é de natureza exploratória, visando aprimorar a compreensão do tema sob investigação, possibilitando uma investigação mais aprofundada do fenômeno em estudo e promovendo a emergência de novas perspectivas. Esse enriquecimento de conhecimento, por sua vez, facilita a formulação de questões de pesquisa mais precisas e a criação de hipóteses inovadoras. De modo geral, essa fase inicial costuma servir como ponto de partida em um processo de pesquisa, sendo aplicada ao contexto específico deste estudo na área de TV corporativa.

As técnicas utilizadas neste trabalho, pesquisa bibliográfica e pesquisa experimental, foram adotadas para examinar o contexto atual da TV corporativa, seus desafios e oportunidades. De acordo com Cervo *et al.* (2006), a pesquisa bibliográfica busca explicar problemas por meio da análise de referências teóricas publicadas, enquanto a pesquisa experimental se caracteriza pela manipulação direta das variáveis do estudo, permitindo investigar as relações de causa e efeito em um fenômeno específico. Essas abordagens contribuem para a formulação de

ideias e questões que orientarão o desenvolvimento da solução proposta, bem como a identificação das melhores práticas e técnicas aplicáveis nesse campo.

Seguindo a definição de Casarin e Casarin (2012), a pesquisa experimental envolve a aplicação de intervenções controladas em um grupo de estudo e a subsequente análise dos efeitos resultantes dessas intervenções. Com base nessa abordagem, será proposta uma solução de TV corporativa de baixo custo baseada em IoT. Isso permitirá avaliar a eficácia da solução proposta, identificar oportunidades de melhorias e ajustes para aprimorar seu desempenho e, assim, contribuir para a solução dos desafios enfrentados no contexto da TV corporativa.

4.1 Tecnologias utilizadas

Neste segmento, iremos oferecer uma visão panorâmica das tecnologias utilizadas para implementar uma solução de TV corporativa, as quais têm um papel crucial na obtenção de resultados confiáveis e no entendimento dos processos envolvidos. A escolha adequada dos materiais e a utilização de métodos apropriados são elementos indispensáveis para assegurar a precisão, a reprodutibilidade e a confiabilidade dos experimentos.

4.2 Software de reprodução e gerenciamento de dispositivos

Para implementar uma solução de TV corporativa, optou-se por utilizar o Pisignage como software responsável pela reprodução dos conteúdos e gerenciamento dos dispositivos de reprodução. Como o objetivo deste trabalho é apresentar uma solução de TV corporativa de baixo custo, o Pisignage se mostrou a melhor opção de software dentre as pesquisadas, visto que ele pode ser utilizado de forma totalmente gratuita.

Para fazer uso desta ferramenta de forma totalmente gratuita, basta instalar um servidor local na empresa utilizando o software de código aberto disponibilizado no site do Pisignage. Além disso, pode-se utilizar o software do Pisignage nos dispositivos de reprodução também de forma gratuita, desde que a empresa não se

importe de ter uma pequena mensagem na parte inferior da tela informando que o software é de autoria do Pisignage.

No capítulo a seguir, detalharemos o funcionamento, características e recursos do software Pisignage.

4.2.1 PiSignage

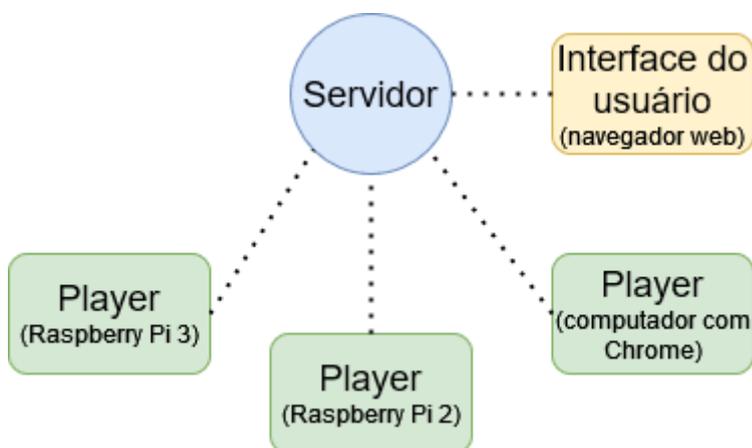
O PiSignage é uma solução de sinalização digital baseada em Raspberry Pi que permite gerenciar e exibir conteúdo em várias telas remotamente. Pode ser usada para diversos fins, incluindo publicidade, TV corporativa, exibição de informações em tempo real, entre outros.

Na página do Pisignage (2022) são disponibilizados dois softwares de código aberto: o PiSignage Player e o PiSignage Server. O PiSignage Player é instalado no dispositivo que irá reproduzir o conteúdo recebido do servidor em uma tela, enquanto o PiSignage Server pode ser utilizado para criar um servidor local dentro da organização, permitindo o gerenciamento dos dispositivos e do conteúdo exibido em cada um deles.

4.2.1.1 Arquitetura do sistema PiSignage

O PiSignage é composto por três componentes principais, que são o player, o servidor e a interface do usuário, conforme diagrama da Figura 5.

Figura 5 - Diagrama da arquitetura do sistema PiSignage.



Fonte: Do autor (2023).

4.2.1.2 PiSignage Player

O PiSignage Player é o dispositivo que executa o software PiSignage Player e exibe o conteúdo recebido pelo servidor em uma tela. O dispositivo pode ser uma placa Raspberry Pi, um computador rodando o aplicativo Chrome, ou alguma outra plataforma de hardware baseada em Debian, como o mini PC Intel NUC (PISIGNAGE, 2022).

O software PiSignage Player é construído em node.js e se comunica com o servidor via websocket. Dessa forma, o player pode ser gerenciado pelo servidor por meio de uma interface web.

O software PiSignage Player foi desenvolvido para fornecer uma operação confiável e vem com muitos recursos, como depuração e atualização de software remoto, captura de imagem da tela, registro de eventos, capacidade de usar utilitários Linux (ssh, rede), etc.

4.2.1.3 Servidor PiSignage

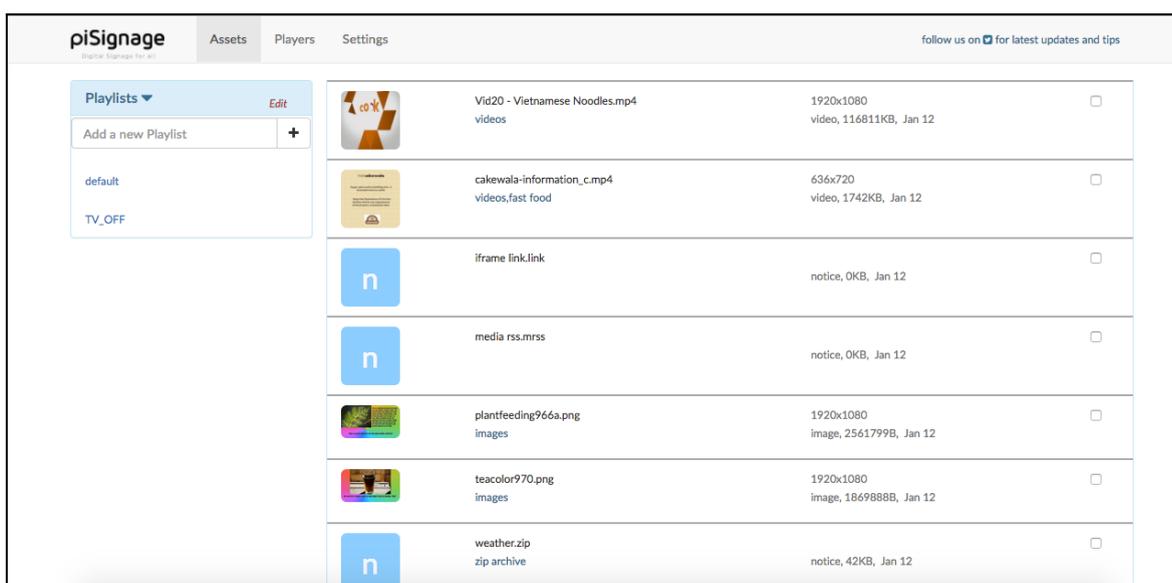
O servidor PiSignage é o componente responsável pelo gerenciamento do conteúdo e da configuração dos players. Existem duas maneiras de gerenciar os players PiSignage, utilizando o servidor hospedado em pisignage.com ou criando um servidor local com o software de código aberto disponibilizado pela solução.

Para utilizar o servidor hospedado em pisignage.com é necessário pagar uma mensalidade, enquanto com a opção de software de código aberto não é necessário pagar nada. Mais detalhes com relação aos preços do produto serão vistos adiante.

4.2.1.4 Interface do usuário

A interface do usuário é o portal web que permite aos usuários criar e gerenciar conteúdo e configurar os players, conforme Figura 6. Ela pode ser acessada na página pisignage.com ou através de um navegador web utilizando o endereço configurado no servidor local, caso a instituição tenha optado por esta opção.

Figura 6 - Interface do usuário do site hospedado em pisignage.com.



Fonte: PiSignage (2022).

4.2.1.5 Recursos de criação e gerenciamento de conteúdo

O PiSignage oferece uma ampla gama de recursos para criar e gerenciar conteúdo digital em múltiplas telas. De acordo com PiSignage (2022), os recursos incluem:

- **Gerenciamento de Conteúdo:** O PiSignage permite enviar e gerenciar vários tipos de conteúdo, incluindo imagens, vídeos, apresentações, feeds RSS, HTML personalizado e muito mais. O sistema também oferece a capacidade de criar playlists para organizar o conteúdo em ordem de exibição.
- **Personalização de Layouts:** O PiSignage oferece vários modelos de layout pré-construídos que podem ser personalizados com suas próprias imagens e conteúdo personalizado. Também é possível criar seus próprios layouts a partir do zero, usando o editor de layout do PiSignage.
- **Controle de Exibição:** O software permite definir várias regras de exibição, como a duração do tempo de exibição, o número de vezes que o conteúdo é exibido e a ordem de exibição do conteúdo.
- **Gerenciamento de Dispositivos:** O software permite gerenciar remotamente os dispositivos usados para exibir o conteúdo. Isso inclui a capacidade de verificar o status da conexão de rede, reiniciar o dispositivo, atualizar o software e muito mais.
- **Segurança:** O PiSignage oferece recursos de segurança, como autenticação de usuário, controle de acesso baseado em função e criptografia de dados. Isso ajuda a garantir que apenas usuários autorizados possam acessar o sistema e que os dados transmitidos sejam seguros.
- **Monitoramento:** O software fornece uma visão geral dos dispositivos registrados no sistema, bem como informações sobre o uso de dados e de armazenamento.

- Integração com Aplicativos: O PiSignage suporta a integração com vários aplicativos, como o Google Agenda, o Instagram e o Twitter. Isso permite exibir informações em tempo real em suas telas de sinalização digital.

Utilizando o servidor hospedado em pisignage.com, estão disponíveis ainda alguns recursos extra (PISIGNAGE, 2022):

- gerenciamento de usuários;
- módulo de relatórios;
- criação de aviso;
- localização IP dos players;
- opção para definir nome e local para cada player;
- deploy automático quando a tela de configuração do grupo é encerrada;
- visualização de calendário para agendamento de várias listas de reprodução em grupo;
- edição de link;
- disponibilidade da versão beta;
- aviso do sistema como parte da lista de reprodução.

4.2.1.6 Formatos de mídia suportados

O software PiSignage usa players específicos de mídia, como omxplayer, livestreamer e chromium-browser, para um desempenho ideal para a reprodução de mídia no Raspberry Pi. Os vídeos são convertidos para o formato MP4 no servidor e posteriormente são reproduzidos pelo player (PISIGNAGE, 2022).

Aqui estão os principais tipos de mídia que podem ser reproduzidos pelo PiSignage:

- Vídeos MP4 com resolução de até 1920x1080;

- Streaming - RTSP, RTMP, shoutcast, YouTube, UDP;
- Áudio MP3 (também pode ser usado como música de fundo);
- Imagens - formatos JPG, PNG, GIF, BMP;
- Página HTML;
- Weblinks com suporte Cross Origin;
- Formatos RSS de mídia;
- PDF.

4.2.1.7 Licenças, assinaturas e preços

Para utilizar os serviços e o software da solução PiSignage, são cobrados alguns valores, dependendo do caso de uso. O PiSignage trabalha com duas tarifas de cobrança, a licença do player e a assinatura para utilizar o servidor hospedado em pisignage.com.

Ao criar uma conta em pisignage.com o usuário recebe dois players isentos de cobrança, mas caso optar por incluir mais algum, é cobrada uma tarifa única de US\$ 25,00 por player adicionado. Ao vincular um novo player na conta do usuário, um arquivo de licença é gerado ao pagar a tarifa e automaticamente transferido para o player em questão. Caso o usuário não gerar esta licença, ou seja, não efetuar o pagamento da tarifa, o player irá exibir a mensagem “**** This player is powered by pisignage.com ****” na parte inferior da tela, conforme Figura 7.

Figura 7 - Mensagem na parte inferior da tela do player.



Fonte: Do autor (2023).

Para utilizar o servidor hospedado em pisignage.com é necessário ter uma assinatura, que funciona com um sistema de créditos. Cada player vinculado a conta do usuário consome um crédito por mês, e ao criar a conta o usuário recebe gratuitamente vinte e quatro créditos. Se o usuário optar por manter apenas dois players, por exemplo, estes vinte e quatro créditos irão durar doze meses de assinatura, já que dois créditos são consumidos por mês, um para cada player. Caso o usuário deseje comprar mais créditos, o PiSignage cobra US\$ 20,00 por doze créditos.

Caso o usuário opte por instalar um servidor local utilizando o software de código aberto disponibilizado na página do PiSignage, fica isento de pagar a assinatura, pagando apenas a licença dos players que adicionar na sua rede. Mesmo utilizando esta opção de servidor local, o usuário ainda recebe dois players isentos de cobrança ao criar a sua conta.

O PiSignage é uma solução de sinalização digital versátil e eficiente que permite criar e gerenciar conteúdo digital em várias telas remotamente. Suas

funcionalidades e recursos fazem dele uma opção atraente para empresas que buscam uma solução de sinalização digital confiável e fácil de usar.

4.2.1.8 Servidor local de código aberto

Por outro lado, se você preferir hospedar seu próprio servidor, o PiSignage também oferece software de servidor de código aberto que você pode baixar e instalar em seu próprio servidor. Essa opção oferece controle total sobre sua rede de sinalização digital e permite personalizar o software para atender às suas necessidades específicas, além de isenção da taxa de assinatura.

De acordo com Pisignage (2022), as especificações de hardware recomendadas para a implantação de um servidor local consistem em uma máquina equipada com um processador Intel, pelo menos 2GB de memória e um armazenamento de 30GB ou superior, que pode ser um SSD ou um disco rígido. Essas são as diretrizes sugeridas pelos desenvolvedores da solução, mas é possível optar por utilizar componentes diferentes, caso seja do interesse do usuário.

Quanto a parte de software, são necessárias as seguintes ferramentas para implementar o servidor de código aberto (PISIGNAGE, 2022):

- Sistema operacional baseado em Linux;
- MongoDB - sistema de banco de dados;
- Node.js - framework de servidor;
- npm - conversor de vídeo;
- FFmpeg - ferramenta para edição e conversão de imagens;
- ImageMagick - ferramenta para manipulação de imagens;
- Git - sistema de controle de versão.

Em suma, este capítulo apresentou uma análise das tecnologias utilizadas para a implementação do sistema de TV corporativa proposto. Ao compreender as

tecnologias envolvidas e seus benefícios, fica evidente que a escolha correta e o planejamento cuidadoso são fundamentais para o sucesso da implementação do sistema de TV corporativa.

4.2.1.9 Reprodução local de mídias

Um recurso muito importante do PiSignage é a reprodução local de mídias, ou seja, a reprodução dos arquivos a partir do armazenamento local dos players. Isso significa que ao definir uma playlist de vídeos, por exemplo, ao enviar os vídeos para os players, é efetuado o download dos arquivos e estes ficam armazenados na pasta local dos dispositivos, de onde são reproduzidos.

Isso é de suma importância para este projeto pois atende um dos objetivos estabelecidos, que é diminuir o impacto no tráfego de rede da instituição onde será implementado o sistema. Como o material fica armazenado na pasta local do player, ele não precisa receber a todo momento os pacotes referentes aos materiais do servidor, deixando a largura de banda disponível para as demais operações da instituição.

Uma vez definida uma playlist de materiais através da interface do usuário, o gerenciador pode realizar um deploy, ou seja, realizar uma atualização dos conteúdos, que são enviados para todos os players. Uma vez que o player termina o download dos materiais recebidos do servidor, ele pode inclusive funcionar offline, não precisando mais de conexão com a rede, pelo menos até que o usuário defina uma nova playlist de conteúdo e queira atualizar os materiais dos players da instituição.

É importante destacar que esse sistema não opera da mesma forma para conteúdos de streaming, como RTSP, RTMP, shoutcast, YouTube e UDP, pois estes tipos de conteúdo exigem o envio contínuo de pacotes para reproduzir o conteúdo em tempo real. No entanto, o sistema é eficiente para reproduzir vídeos, áudios, imagens, páginas HTML e PDF.

4.3 Hardware da solução

No que diz respeito ao hardware, é possível utilizar qualquer uma das plataformas suportadas pelo PiSignage para implementar esta solução de TV corporativa. Isso inclui placas Raspberry Pi, computadores que executem o aplicativo Chrome, bem como outras plataformas de hardware baseadas em Debian, como o mini PC Intel NUC.

Para ter uma ideia dos preços destas plataformas de hardware, realizamos uma pesquisa na plataforma Mercado Livre, uma plataforma de comércio eletrônico que permite compras e vendas online de uma ampla variedade de produtos. Nesta plataforma estão disponíveis para venda todas as opções de hardware suportadas pelo PiSignage. Esta pesquisa foi conduzida em 27 de outubro de 2023, e os preços estão sujeitos a alterações no momento da leitura deste trabalho.

Os critérios adotados para a pesquisa de preços na plataforma do Mercado Livre (<https://www.mercadolivre.com.br>) foram os seguintes: o anúncio deveria ser de um produto novo e já ter sido adquirido e avaliado por compradores. Anúncios sem histórico de vendas ou avaliações de compradores não foram considerados. Atendendo a esses requisitos, selecionamos o anúncio com o menor preço para cada uma das opções de hardware pesquisadas.

Os dispositivos pesquisados incluíram a placa Raspberry Pi Model 3B+, que é o modelo de Raspberry Pi recomendado pelo próprio PiSignage, um computador pessoal e um Intel NUC. Os termos utilizados na pesquisa foram "Raspberry Pi Model 3B+", "Computador Pessoal" e "Mini PC Intel NUC", respectivamente. Seguindo os critérios previamente mencionados, obtivemos os seguintes valores:

- Raspberry Pi 3 Model B+ com fonte, dissipador, case e cartão micro SD de 16GB (CPU Cortex-A53 1.4GHz): R\$ 594,27
- Mini PC Intel NUC (CPU Celeron N5095, 2.70 GHz): R\$ 1.058,19
- Mini Desktop Dell Optiplex 3020 (Intel Core i3-4160T 3.10 GHz): R\$ 1.049

Conforme podemos observar, a placa Raspberry Pi foi a opção de hardware com preço mais acessível encontrada no momento da pesquisa deste trabalho,

tornando-se uma escolha interessante para quem deseja implementar um sistema de baixo custo.

Além disso, se a instituição já possui um sistema de TV corporativa baseado em PCs ou possui PCs disponíveis que não estão sendo utilizados, uma alternativa viável seria adotar o PiSignage por meio da integração com o aplicativo Chrome, evitando, dessa forma, a necessidade de adquirir novos equipamentos para os pontos já existentes.

4.4 Implementação da solução

Para efetuar a implementação da solução de TV corporativa delineada, foi concebido um cenário de teste, com o objetivo de simular a sua aplicação dentro de um ambiente institucional. Ao montar este cenário, uma das preocupações foi a de que ele abrangesse mais de um possível caso de uso, não se limitando a uma situação específica de determinada instituição, o que permite que ele possa ser replicado nos mais diversos locais.

Para atender a esta preocupação, optou-se por utilizar como dispositivos de reprodução dois modelos da placa Raspberry Pi e um notebook. Essa configuração permite, por exemplo, que uma empresa que já possui um sistema de TV corporativa utilizando PCs ou Raspberry Pis possa replicar o cenário aqui proposto, mantendo o hardware já existente e alterando apenas o software responsável por reproduzir o conteúdo.

Outro caso de uso seria o de uma instituição que ainda não tem um sistema de TV corporativa implementado. Nessa situação, poderia-se replicar este cenário utilizando a alternativa de hardware mais barata suportada pelo PiSignage, que neste caso é o Raspberry Pi. Em qualquer um dos casos, a instituição interessada em implementar um sistema de TV corporativa poderia replicar este cenário sem maiores problemas.

Como um dos focos deste trabalho é apresentar uma solução de TV corporativa de baixo custo, optou-se por instalar um servidor local com o código

aberto disponibilizado pelo PiSignage, já que este é isento de custos. Um notebook Asus S46CB foi utilizado para esta finalidade, tendo como sistema operacional o Debian 11. Cabe ressaltar que também é possível instalar o servidor local do PiSignage em máquinas rodando Windows ou MacOs, ficando à preferência do usuário.

Quanto aos dispositivos de reprodução, como mencionado anteriormente, optou-se por três dispositivos, sendo eles um Raspberry Pi Zero W, um Raspberry Pi Model 3 B+ e um notebook Asus S46CB.

O Raspberry Pi Zero W é um dos modelos mais simples da placa Raspberry Pi. Ele possui recursos como conectividade Wi-Fi e Bluetooth, e seu processador é um único núcleo de 1GHz, com 512MB de RAM. Além disso, possui uma porta mini HDMI, uma porta micro USB para conectividade, e pode ser alimentado através de uma porta micro USB. É uma opção compacta e versátil para projetos de baixo custo.

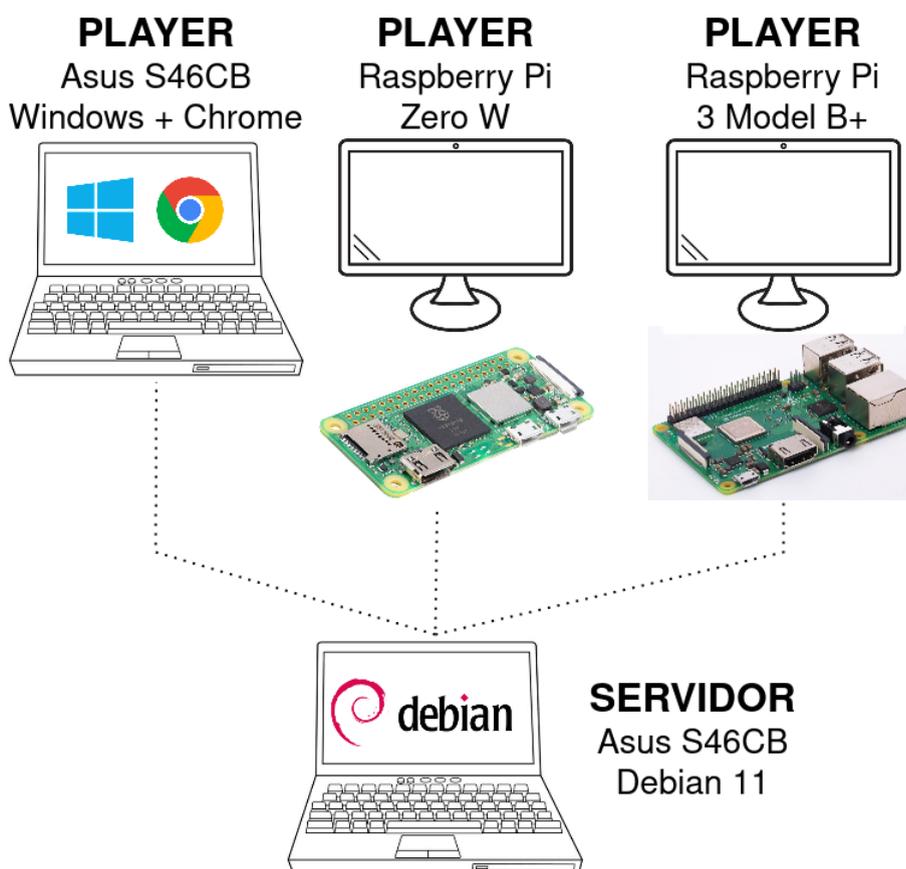
Já o Raspberry Pi Model 3 B+ é um poderoso computador compacto, que oferece um processador quad-core de 1,4 GHz, 1GB de RAM, e uma variedade de recursos, incluindo conectividade Ethernet e Wi-Fi integrada, quatro portas USB e uma porta HDMI. É uma escolha popular para projetos de IoT, servidores de mídia e muito mais devido ao seu desempenho sólido e recursos avançados. Cabe ressaltar que apesar de outros modelos de Raspberry Pi serem compatíveis com o PiSignage, o Raspberry Pi Model 3 B+ é o recomendado pelos desenvolvedores do software.

Por último temos um notebook Asus S46CB como dispositivo de reprodução. Vale a pena destacar que apesar de ser da mesma marca e modelo do notebook utilizado para o servidor, são máquinas diferentes. Este dispositivo utiliza Windows 10 como sistema operacional, e a partir dele está rodando o aplicativo Chrome.

Como mencionado anteriormente, o PiSignage pode ser utilizado através de uma extensão disponível para o navegador Chrome, e é desta forma que iremos conectar o software com esta máquina. Isso significa que qualquer máquina que rode o Chrome e permite instalar extensões nele está apta a utilizar o PiSignage,

não ficando restrito ao sistema operacional Windows, que foi utilizado neste cenário de teste, como podemos ver no diagrama da Figura 8.

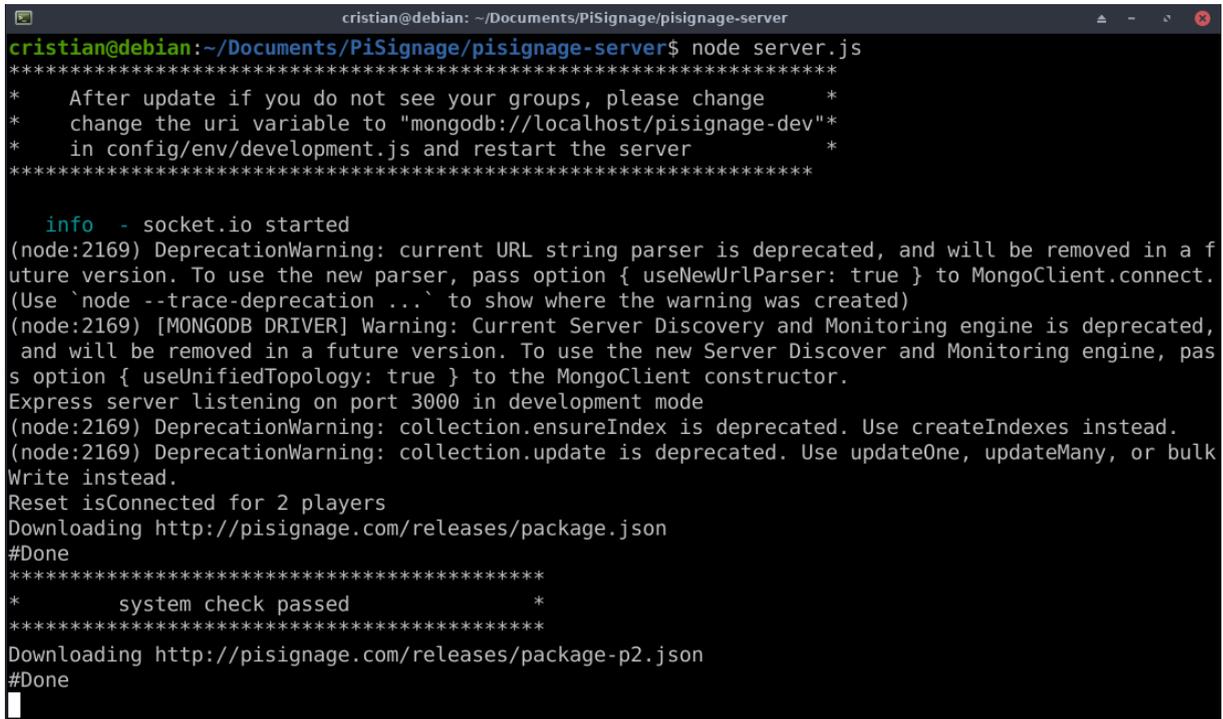
Figura 8 - Diagrama do cenário de testes.



Fonte: Do autor (2023).

Para instalar o servidor local open source oferecido pelo PiSignage, é fundamental começar assegurando que as ferramentas necessárias estejam corretamente instaladas na máquina alvo. Essas ferramentas e um guia detalhado sobre como instalá-las, juntamente com o próprio servidor, estão disponíveis no site da solução. Após a instalação bem-sucedida das ferramentas, o próximo passo consiste em clonar o repositório localizado em "<https://github.com/colloqi/pisignage-server>" diretamente na máquina. Dentro deste repositório clonado, você encontrará o arquivo "server.js". Basta executá-lo utilizando o comando "node server.js" a partir de um terminal. Ao fazer isso, o servidor será automaticamente inicializado, conforme Figura 9.

Figura 9 - Servidor inicializado a partir de um terminal.

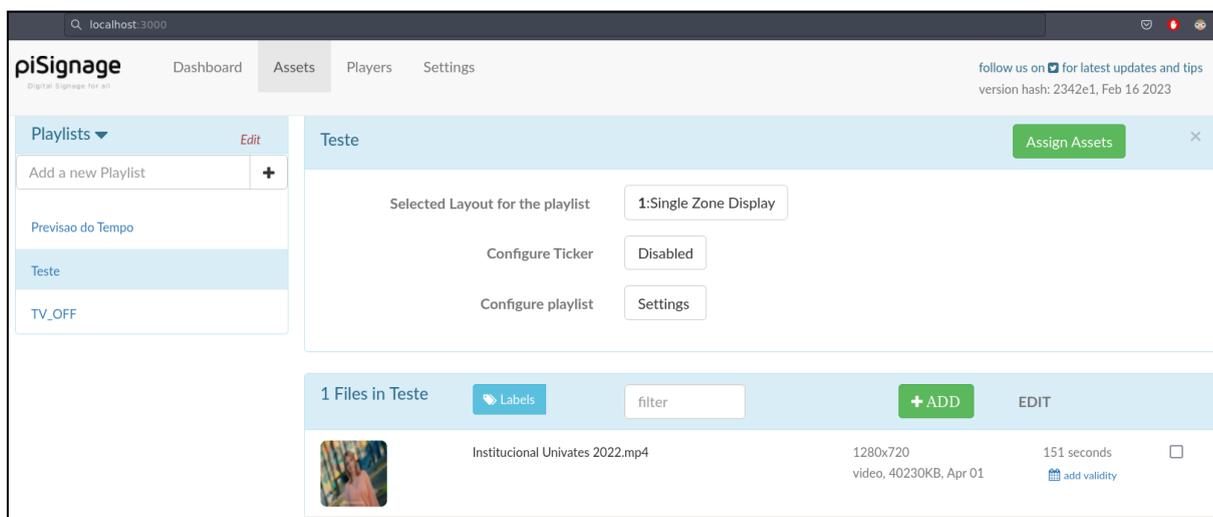


```
cristian@debian: ~/Documents/PiSignage/pisignage-server
cristian@debian:~/Documents/PiSignage/pisignage-server$ node server.js
*****
*   After update if you do not see your groups, please change   *
*   change the uri variable to "mongodb://localhost/pisignage-dev"*
*   in config/env/development.js and restart the server         *
*****
info - socket.io started
(node:2169) DeprecationWarning: current URL string parser is deprecated, and will be removed in a future version. To use the new parser, pass option { useNewUrlParser: true } to MongoClient.connect. (Use `node --trace-deprecation ...` to show where the warning was created)
(node:2169) [MONGODB DRIVER] Warning: Current Server Discovery and Monitoring engine is deprecated, and will be removed in a future version. To use the new Server Discover and Monitoring engine, pass option { useUnifiedTopology: true } to the MongoClient constructor.
Express server listening on port 3000 in development mode
(node:2169) DeprecationWarning: collection.ensureIndex is deprecated. Use createIndexes instead.
(node:2169) DeprecationWarning: collection.update is deprecated. Use updateOne, updateMany, or bulkWrite instead.
Reset isConnected for 2 players
Downloading http://pisignage.com/releases/package.json
#Done
*****
*   system check passed   *
*****
Downloading http://pisignage.com/releases/package-p2.json
#Done
█
```

Fonte: Do autor (2023).

Assim que o servidor está rodando, é possível acessar a interface de usuário para gerenciar os players conectados. Isso é possível através de um navegador web, digitando o endereço IP do servidor e a porta onde está rodando o serviço, por padrão a porta 3000. Na Figura 10, podemos ver a interface de usuário sendo acessada através do endereço “localhost:3000”, que neste caso é a mesma máquina que está rodando o servidor.

Figura 10 - Interface de usuário do PiSignage.



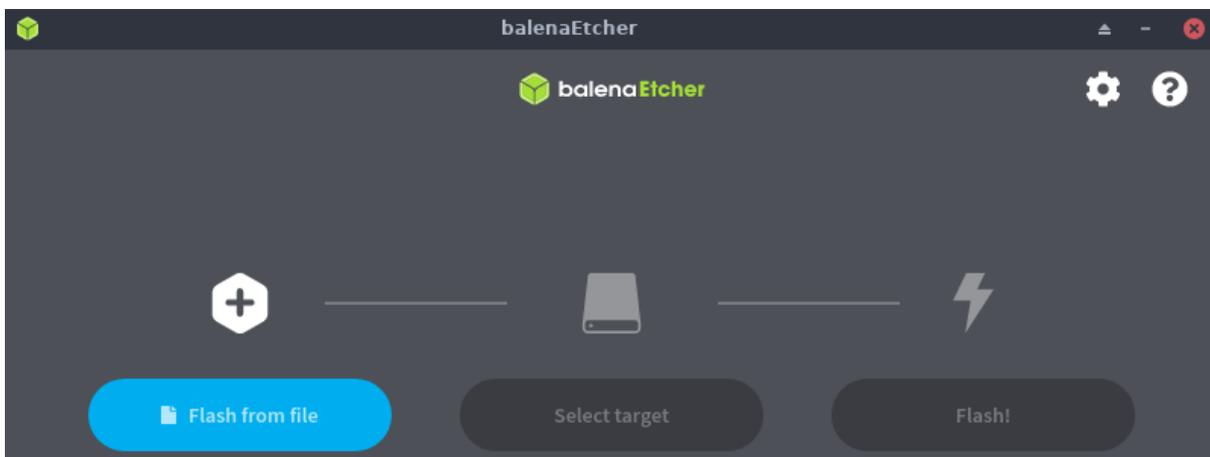
Fonte: Do autor (2023).

Na aba Assets da interface é possível criar playlists de conteúdos, selecionando os materiais que devem rodar, além de definir o layout de apresentação dos mesmos. Uma playlist “Teste” foi criada com o vídeo “Institucional Univates 2022”.

Quanto aos players, as orientações para instalar o software PiSignage nos dispositivos estão disponíveis no site "<https://github.com/colloqi/piSignage>".

Para dispositivos Raspberry Pi, a instalação é simples: basta baixar a imagem fornecida no site e preparar o cartão SD do dispositivo usando uma das ferramentas recomendadas pelo PiSignage. Neste trabalho, optamos por utilizar a ferramenta balena Etcher para executar esse processo, em que você apenas seleciona a imagem a ser instalada, e o dispositivo de armazenamento, neste caso, a imagem do PiSignage e o cartão SD do Raspberry Pi respectivamente, conforme Figura 11. Após a imagem ser instalada com sucesso no cartão SD, pode-se ligar o dispositivo normalmente, que iniciará o PiSignage.

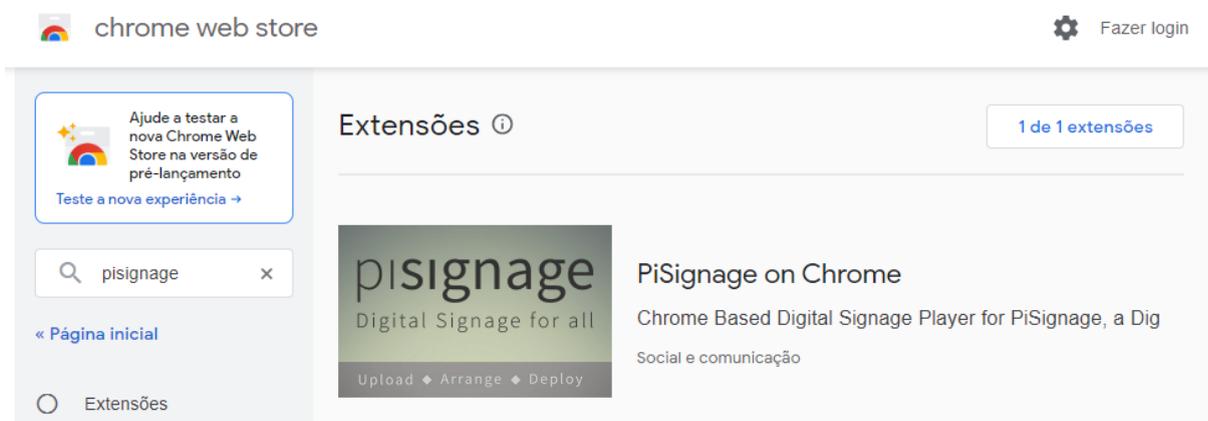
Figura 11 - Instalação da imagem PiSignage no Raspberry Pi.



Fonte: Do autor (2023).

No caso do player notebook Asus S46CB, o aplicativo Chrome já estava instalado, restando apenas instalar a extensão do PiSignage através do site Chrome Web Store, como podemos ver na Figura 12.

Figura 12 - Instalação da extensão do PiSignage no aplicativo Chrome.



Fonte: Do autor (2023).

Tanto nos dispositivos Raspberry Pi quanto no notebook, quando o software PiSignage inicia pela primeira vez, ele exibe um código identificador daquele player. Este código permite cadastrar o aparelho de reprodução no servidor local, e para fazer isto, basta acessar o site “pisignage.com”, fazer o login e cadastrar o aparelho, informando o código do mesmo e selecionando a opção de servidor local, como visto na Figura 13.

Figura 13 - Registro do player notebook ASUS S46CB.

Register New Player

License type

Managed
Use this option for players that are managed at pesignage.com

Player license only
Use this option to download the license for open-source server option

Enter the 16 digit player ID

Assign Group

Timezone

Name for the player

Player Location

Fonte: Do autor (2023).

Uma vez que o player foi cadastrado, é gerado um arquivo de licença, que deve ser baixado e enviado para o servidor local, através da interface de usuário, na aba Settings, como vemos na Figura 14.

Figura 14 - Licença do player notebook ASUS S46CB.

piSignage
Digital Signage for all

Dashboard Assets Players Settings

follow us on [Twitter](#) for latest updates and tips
version hash: 2342e1, Feb 16 2023

Available Licenses in the server

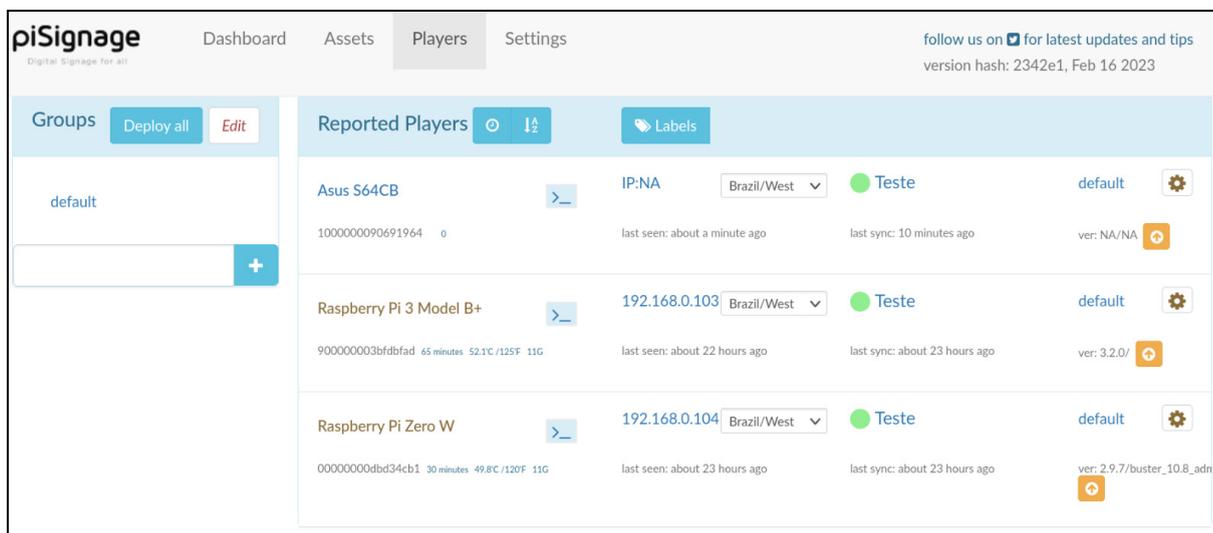
license_1000000090691964.txt	✘
------------------------------	------------------------------------

Fonte: Do autor (2023).

Depois destas etapas já é possível identificar o player na aba Players. Esta aba permite gerenciar os dispositivos de reprodução, definir seus nomes, ver o

status dos mesmos, e ainda atribuir a playlist que conteúdo que eles devem reproduzir, como podemos ver na Figura 15.

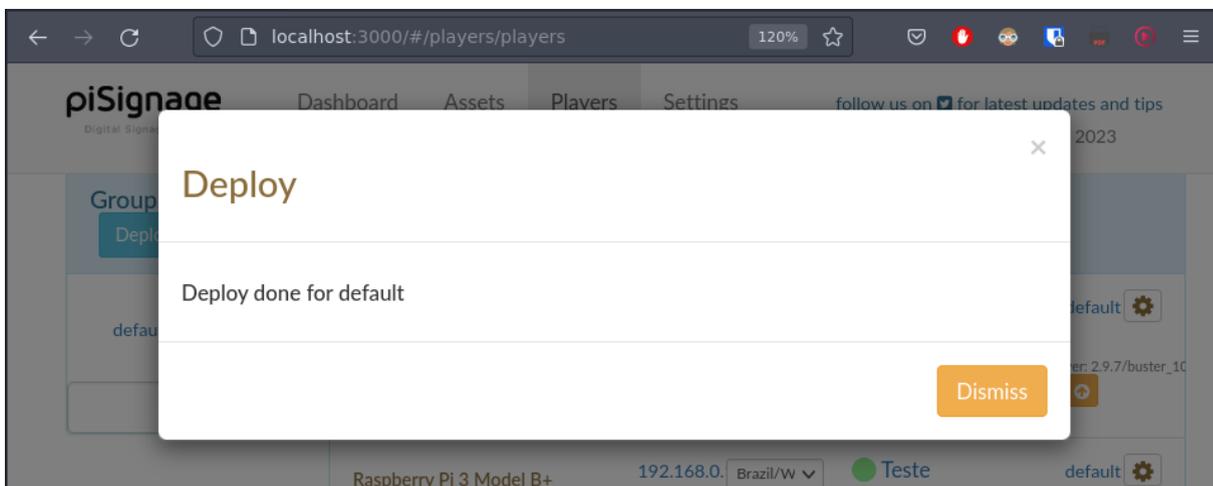
Figura 15 - Aba Players da Interface de usuário do PiSignage.



Fonte: Do autor (2023).

Como visto na figura acima, todos os players estão com a playlist “Teste” atribuída para reprodução. O envio do conteúdo para os players se dá através de um processo chamado de deploy, que nada mais é do que a transferência do material contido na playlist do servidor para os dispositivos de reprodução. Para realizar este procedimento, basta clicar no botão Deploy All da interface de usuário, como pode ser visto na Figura 16.

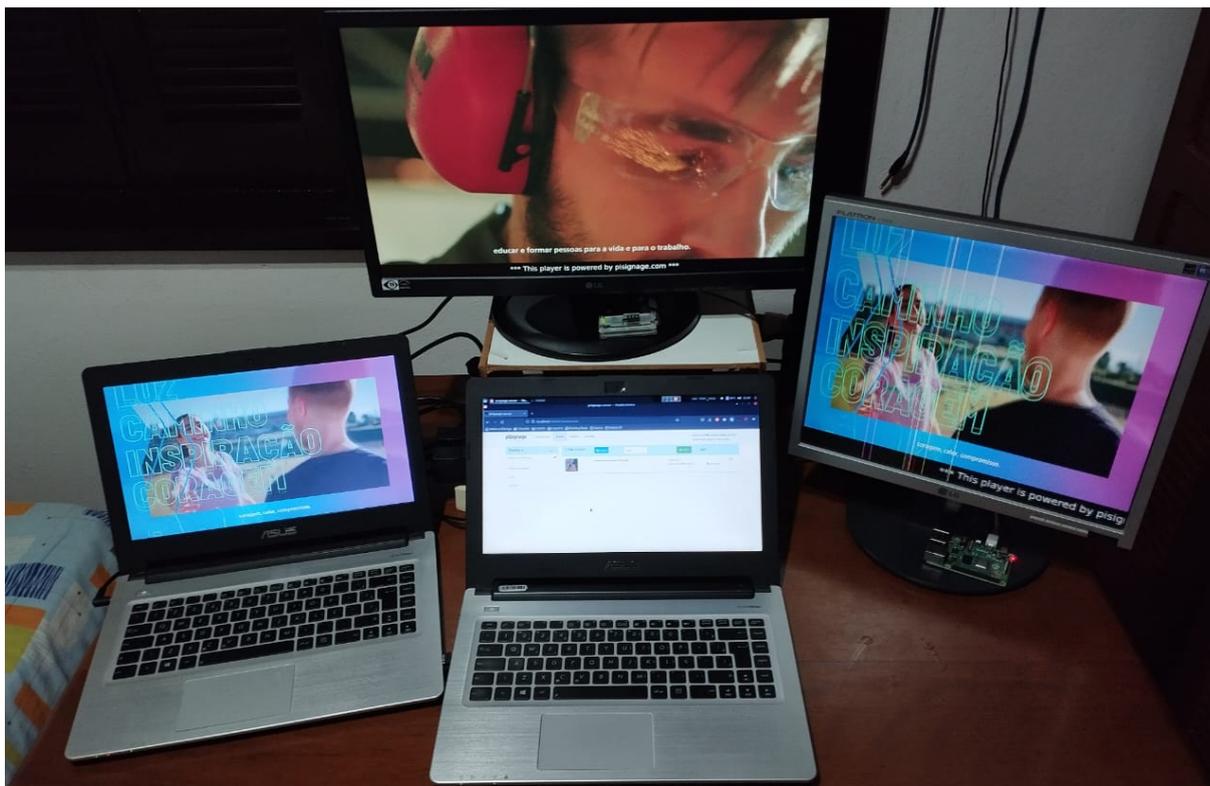
Figura 16 - Deploy em andamento.



Fonte: Do autor (2023).

Na Figura 17, vemos o resultado deste deploy em prática no nosso cenário de teste, onde temos abaixo ao meio, o servidor local, e da esquerda para a direita, o Asus S46BC rodando o Chrome, o Raspberry Pi Zero W e o Raspberry Pi 3 Model B+, respectivamente.

Figura 17 - Cenário de teste da solução de TV corporativa.



Fonte: Do autor (2023).

Neste capítulo, descrevemos os materiais e métodos usados na pesquisa, bem como a implementação da solução de TV corporativa com o software PiSignage, abrangendo a configuração dos dispositivos envolvidos.

5 TESTES E ANÁLISES DOS RESULTADOS

Neste capítulo, abordaremos os testes realizados e as análises dos resultados obtidos nesta pesquisa.

5.1 Testes de consumo de tráfego de rede

Para testar o consumo de tráfego de rede desta solução de TV corporativa foi utilizado o Nethogs (<https://github.com/raboof/nethogs>), uma ferramenta de linha de comando amplamente utilizada em sistemas Linux para monitorar o uso de largura de banda de processos individuais em tempo real. Essa ferramenta permite controlar e identificar quais aplicativos ou processos estão consumindo a maior parte da largura de banda da rede em um determinado momento.

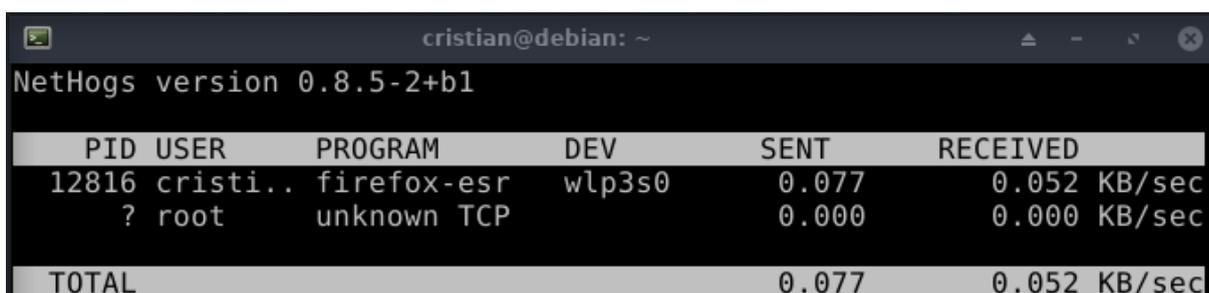
Com o Nethogs também é possível visualizar informações detalhadas, como a quantidade de dados enviados e recebidos por processo, tornando-o uma escolha valiosa para solucionar problemas de desempenho de rede, gerenciamento de recursos e identificação de atividades de rede não autorizadas.

No caso deste trabalho, o Nethogs foi instalado e executado na máquina onde está rodando o servidor local, visto que é essa máquina que envia e recebe os dados dos players, ou seja, todo o fluxo de dados da solução passa por este ponto. O software do servidor open source do PiSignage é executado a partir do ambiente de execução node, logo, para monitorar o tráfego de dados dele é necessário monitorar o processo que representa a sua execução.

Cabe aqui ressaltar que a máquina do servidor utilizada nesta solução está rodando o sistema operacional Debian, que é baseado no kernel Linux, e o processo que representa o ambiente de execução node neste caso é denominado node.

O software Nethogs é acionado a partir da linha de comando de um terminal e, ao executá-lo, é apresentada uma tabela contendo uma variedade de informações. Conforme mencionado anteriormente, o Nethogs monitora o uso de largura de banda com base nos processos que estão consumindo a mesma, conforme ilustrado na Figura 18.

Figura 18 - Interface do Nethogs.



PID	USER	PROGRAM	DEV	SENT	RECEIVED
12816	cristi..	firefox-esr	wlp3s0	0.077	0.052 KB/sec
?	root	unknown TCP		0.000	0.000 KB/sec
TOTAL				0.077	0.052 KB/sec

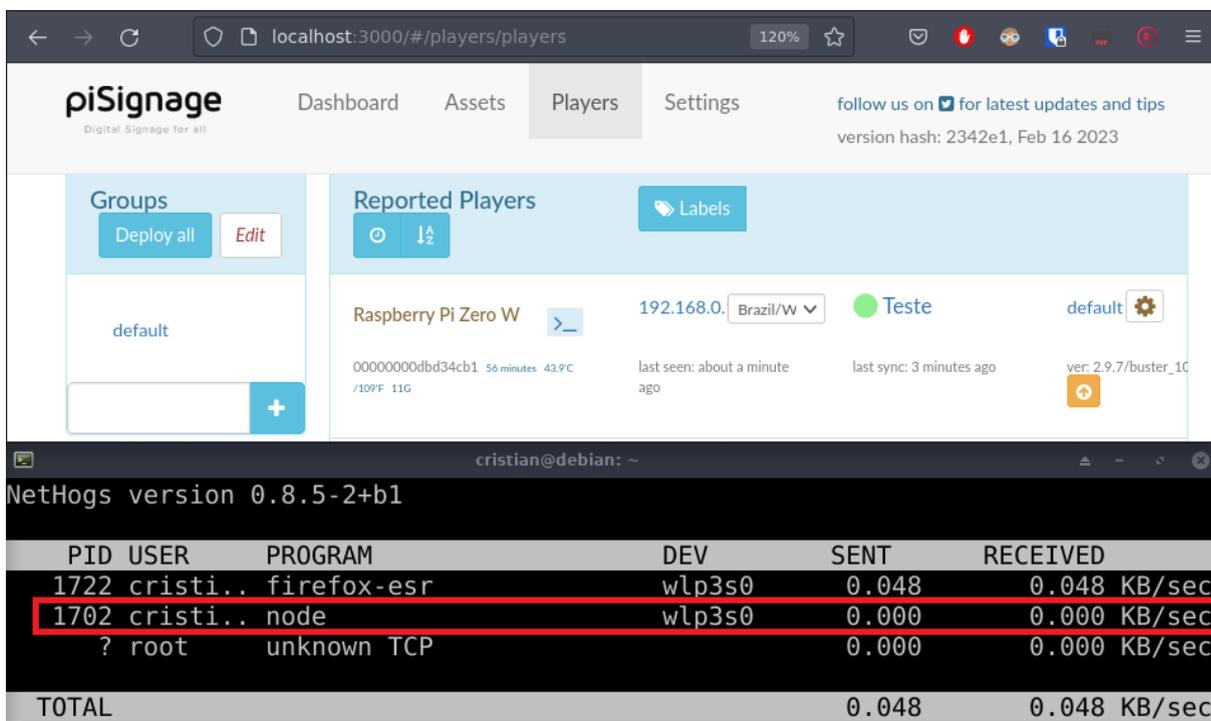
Fonte: Do autor (2023).

A primeira coluna exibe o PID, que é o identificador único do processo. Em seguida, são mostrados o nome do usuário responsável pela execução do processo, o nome do processo, a interface de rede pela qual o processo envia e recebe dados e, por último, a taxa de transferência dos dados enviados e recebidos, identificados como SENT e RECEIVED, respectivamente.

Como podemos ver na figura acima, o único processo que estava enviando e recebendo dados no momento da captura de tela era o firefox-esr, representando o consumo de tráfego de rede do navegador de internet Firefox. Porém, assim que o servidor do PiSignage é iniciado, o Nethogs já identifica o processo responsável pelo mesmo, neste caso o node.

Como vemos na Figura 19, após iniciar o servidor, o Nethogs já exibe o nome do processo node em sua lista, porém ainda sem nenhum envio ou recebimento de dados, visto que tanto a coluna SENT quanto a coluna RECEIVED estão com a taxa de transferência zerada.

Figura 19 - Nethogs identificando o processo node.



The image shows two overlapping windows. The top window is the PiSignage web interface, displaying the 'Players' tab with a 'Reported Players' section. A player named 'Raspberry Pi Zero W' is listed with IP 192.168.0. and label 'Teste'. The bottom window is a terminal on a Debian system showing the output of the 'nethogs' command. The output table is as follows:

PID	USER	PROGRAM	DEV	SENT	RECEIVED
1722	cristi..	firefox-esr	wlp3s0	0.048	0.048 KB/sec
1702	cristi..	node	wlp3s0	0.000	0.000 KB/sec
?	root	unknown TCP		0.000	0.000 KB/sec
TOTAL				0.048	0.048 KB/sec

Fonte: Do autor (2023).

Como mencionado previamente, existem duas formas de entrega de conteúdo do servidor para os reprodutores de mídia: por meio do streaming IP ou reprodução local. No contexto do PiSignage, a opção de streaming IP é utilizada para transmitir conteúdo em tempo real, como uma live do YouTube, por exemplo. Enquanto a reprodução local se refere, por exemplo, à exibição de um vídeo MP4 que é enviado uma única vez do servidor para o reprodutor de conteúdo, armazenado nele e reproduzido a partir desse dispositivo.

Durante a implementação desta solução, infelizmente, não foi possível utilizar o método de streaming IP com o PiSignage. Após pesquisa em fóruns relacionados ao software e comunicação com os desenvolvedores, identificou-se que, devido a uma atualização em uma das ferramentas utilizadas para realizar o streaming de conteúdos, o serviço deixou de operar. Essa ferramenta não é desenvolvida nem mantida pela equipe do PiSignage, tornando-se dependente de terceiros para restabelecer seu funcionamento normal. O erro já foi reportado, e espera-se que num futuro recente o serviço retorne à sua operação habitual.

Como no momento desta pesquisa somente a opção de reprodução local estava disponível, foi criada uma playlist com um vídeo no formato MP4, com 40230 KB de tamanho, simulando este método de entrega de conteúdo. A partir desta playlist foram aplicados cinco testes de consumo de tráfego de rede, utilizando o comando “nethogs -d 5 -t”. Este comando exibe um output de cinco em cinco segundos no terminal Linux, indicando o nome do processo, e a taxa de envio e recebimento de KB por segundo de cada um deles.

Os testes consistiram em executar o comando “nethogs -d 5 -t” juntamente com início do deploy no servidor, registrando as taxas de transferência de cinco em cinco segundos, durante quatro minutos, a partir do momento do deploy. Este processo foi realizado cinco vezes.

A partir disso, foi criada uma planilha, contendo uma tabela de registros de taxa de envio e recebimento para cada teste, e outra tabela com a média deles. Na Figura 20, podemos ver um trecho da planilha referente aos registros dos testes de reprodução local.

Figura 20 - Planilha de registro dos testes de reprodução local.

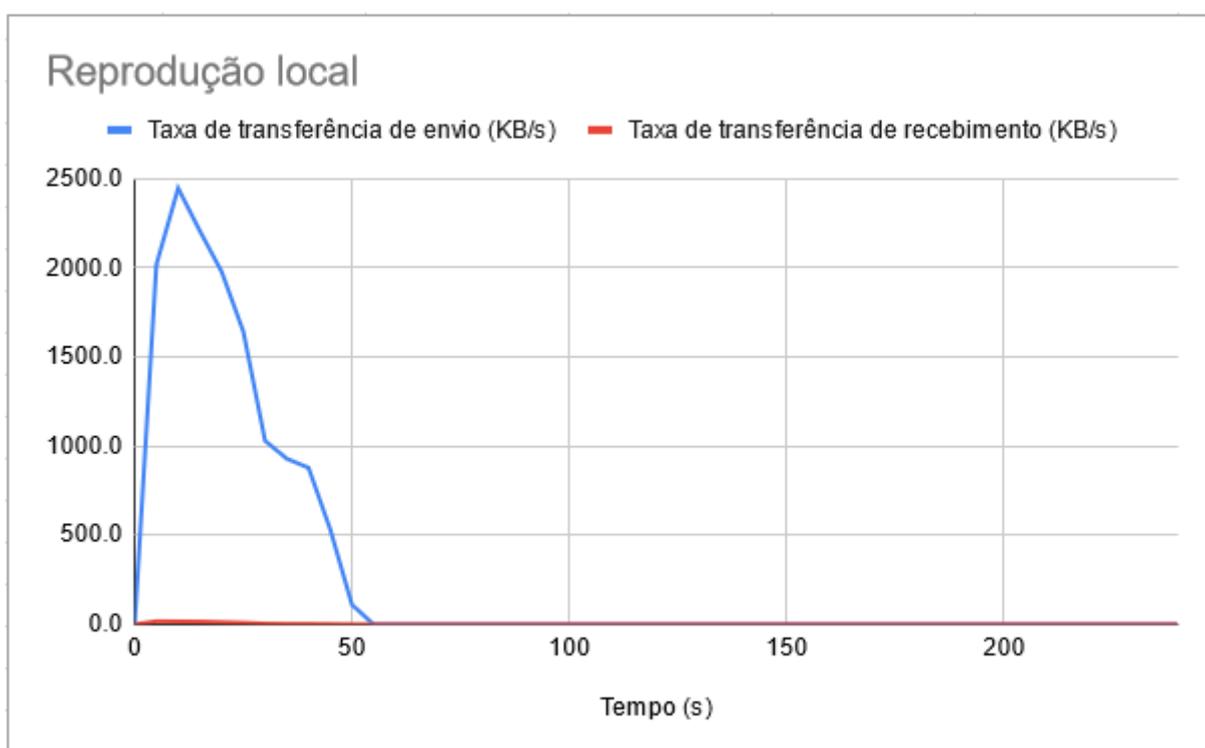
Tempo(s)	Teste 1		Teste 2		Teste 3		Teste 4		Teste 5		Média	
	Enviado (KB/s)	Recebido (KB/s)										
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2264.8	18.3	1788.5	16.8	1933.9	17.1	1793.1	14.8	2311.5	20.4	2018.4	17.5
10	2677.0	16.1	2433.3	17.7	2219.8	15.5	2261.2	14.3	2639.7	19.2	2446.2	16.6
15	2590.4	19.5	2272.8	17.6	2057.2	14.1	1837.6	10.3	2274.3	17.1	2206.4	15.7
20	1592.7	8.0	2372.4	13.4	1918.8	17.0	2166.7	13.1	1842.2	10.8	1978.6	12.4
25	894.0	2.4	2088.7	12.6	1976.8	12.2	2233.4	14.1	1016.6	4.7	1641.9	9.2
30	747.6	2.2	862.9	2.3	927.0	4.4	1600.5	8.8	1009.3	3.1	1029.5	4.2
35	779.3	2.5	896.7	2.2	904.1	2.7	954.9	2.5	1110.6	3.2	929.1	2.6
40	915.0	2.7	977.8	2.7	959.7	2.8	649.9	1.9	889.3	2.8	878.4	2.6
45	971.2	2.4	794.6	1.6	0.0	0.1	0.2	0.5	893.4	2.7	531.9	1.5
50	546.1	1.4	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	109.3	0.4

Fonte: Do autor (2023).

Posteriormente, a partir da tabela de médias de taxa de envio e recebimento de dados, foi gerado um gráfico para ilustrar o comportamento do método de envio de conteúdo de reprodução local com relação ao consumo de largura de banda da rede.

A partir deste gráfico, é possível observar que, ao iniciar o deploy, há um pico de alta taxa de transferência de envio. Contudo, assim que o servidor conclui o envio do conteúdo, a taxa de transferência de envio retorna a zero, liberando a largura de banda, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Gráfico da taxa de transferência da reprodução local.



Fonte: Do autor (2023).

Além do teste com o vídeo MP4, também foram realizados testes com outros formatos de mídia que utilizam a forma de entrega de reprodução local. A mesma metodologia de teste anteriormente descrita foi utilizada para um arquivo no formato PDF, uma imagem PNG, e um áudio em MP3. Nos três testes, o comportamento do tráfego de rede foi muito semelhante ao do vídeo MP4. Houve apenas uma elevação da taxa de transferência de envio no momento do envio dos materiais do servidor para os reprodutores de conteúdo, e uma vez que a transferência foi finalizada, as taxas voltaram a ficar zeradas.

A única diferença observada entre os tipos de arquivo é que quanto maior o tamanho do arquivo, por mais tempo ele ocupa a largura de banda, pois o tempo de transferência do mesmo demora mais.

5.2 Análise dos resultados

Após realizarmos os testes, tornou-se evidente que a solução proposta, ao utilizar o método de entrega de conteúdo de reprodução local, não impõe carga adicional ao tráfego de rede após a conclusão da implantação do conteúdo.

Esses resultados estão em conformidade com as constatações de Rollins (2015) e as informações divulgadas pela PiSignage (2022), ambas reconhecendo que a reprodução local ocasiona um pico de uso de largura de banda apenas quando novos conteúdos são enviados do servidor. Isso a torna uma opção amigável para a rede, com impacto reduzido no tráfego de rede.

No contexto institucional, onde diversos usuários, incluindo funcionários e clientes, compartilham a largura de banda, a reprodução local emerge como uma escolha vantajosa. Uma vez que os materiais são enviados, essa opção não demanda mais recursos da rede, possibilitando a realização de outras atividades sem interrupções causadas pelo sistema de TV corporativa.

Em resumo, ao adotar a reprodução local na implementação da solução de TV corporativa, evitamos impactos significativos no tráfego de rede durante períodos sem deploy, garantindo um ambiente propício para outras demandas de forma contínua. Considerando essa perspectiva, torna-se possível planejar estrategicamente o deploy de novos conteúdos, aproveitando períodos de baixo tráfego na rede. Isso contribui para minimizar ainda mais o impacto do sistema no tráfego institucional.

No entanto, é importante reconhecer que os testes foram conduzidos em um ambiente simulado, o que pode limitar a capacidade de abranger todas as complexidades de uma implementação real. Em implementações reais, recomenda-se adotar algumas práticas para mitigar essas limitações.

Uma dessas práticas envolve o monitoramento contínuo da largura de banda da rede, permitindo a avaliação em tempo real do impacto do sistema de TV corporativa e a realização de ajustes conforme necessário. Além disso, a realização de testes piloto em ambientes controlados antes de implantar a solução em toda a

organização é aconselhável. Isso ajuda a avaliar o impacto real no tráfego de rede, identificar possíveis problemas e fazer ajustes preliminares.

É igualmente importante estabelecer políticas de uso da rede que considerem a solução de TV corporativa, como a priorização do tráfego relacionado a ela ou a alocação de largura de banda específica para o sistema. Garantir que a infraestrutura de rede esteja dimensionada adequadamente para suportar tanto a solução de TV corporativa quanto outras demandas é fundamental para evitar possíveis gargalos na rede.

Por fim, a coleta de feedback dos usuários em cenários reais pode permitir identificar problemas de desempenho e implementar melhorias contínuas para atender às necessidades da organização.

Em resumo, embora os resultados dos testes em ambiente simulado sejam promissores, é crucial considerar as implicações das limitações da simulação em implementações reais. A adoção dessas práticas pode ajudar a mitigar essas limitações e aprimorar a implementação da solução de TV corporativa, garantindo um desempenho ideal da rede em cenários reais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste Trabalho de Conclusão de Curso, conduzimos uma exploração abrangente sobre a implementação de uma solução de TV corporativa de baixo custo, com base nos conceitos da Internet das Coisas. O objetivo principal foi investigar o cenário atual da TV corporativa, apresentando opções de hardware e software para a criação de um sistema eficiente e acessível, enquanto consideramos os desafios práticos da implementação.

Para atingir esse objetivo, exploramos alternativas de hardware, identificamos variáveis que afetam o tráfego de rede e apresentamos uma solução de hardware e software. Durante a pesquisa, constatamos que a implementação de um sistema de TV corporativa pode ser desafiadora devido à infraestrutura e aos custos envolvidos. No entanto, ao considerar a implementação prática e os testes realizados, encontramos alternativas de hardware que atendem aos requisitos necessários e uma opção de software com opção de uso gratuito e que reduz o impacto no tráfego de rede.

Nossos testes e análises de desempenho revelaram que o uso do método de entrega de conteúdo de reprodução local oferece vantagens significativas. Verificamos que, após a implementação inicial do conteúdo por meio da reprodução local, o sistema de TV corporativa não afeta negativamente o tráfego de rede, tornando-o uma escolha eficiente e amigável para o ambiente de rede de uma organização.

É importante destacar que cada instituição possui características e necessidades específicas que influenciam na escolha da solução de TV corporativa. Portanto, recomendamos que as instituições realizem uma análise cuidadosa de suas necessidades, recursos disponíveis e orçamento antes de tomar decisões de implementação. Como nosso trabalho contribui para a compreensão das implicações práticas da implementação de uma solução de TV corporativa de baixo custo, a

escolha do método de entrega de conteúdo pode ser um fator decisivo para o sucesso e a eficiência do sistema implementado.

No geral, este trabalho fornece uma base teórica e prática sólida para a implementação futura de soluções de TV corporativa, destacando a importância da escolha do método de entrega de conteúdo e seu impacto no ambiente de rede. Espera-se que as informações e resultados apresentados contribuam para melhorar a comunicação interna nas empresas, facilitando a disseminação de informações e aumentando o engajamento dos colaboradores.

Para pesquisas futuras, é possível direcionar esforços para uma exploração mais profunda das opções de personalização de conteúdo e uma análise mais aprofundada do impacto da TV corporativa em áreas específicas, como treinamento de funcionários e comunicação em ambientes de trabalho remoto, por exemplo. Ao mesmo tempo, a investigação da eficiência energética e sustentabilidade da solução de TV corporativa em termos de consumo de energia e seu impacto ambiental se configura como um tópico relevante para pesquisas vindouras.

Além disso, uma área de estudo promissora seria a análise da interação entre a TV corporativa e a produtividade dos funcionários, explorando como a disseminação eficaz de informações pode contribuir para o desempenho organizacional. A evolução constante da tecnologia também abre oportunidades para a exploração de novas formas de interatividade e personalização na TV corporativa, criando um campo frutífero para investigações futuras.

REFERÊNCIAS

ANURADHA, G.; MADHURI, Ch. Raga; KUMAR, V.V.N.V. Phani. **IoT Based Smart Advertisement Using Raspberry-Pi**. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). 2019. Disponível em: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v7i5s4/E11000275S419.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2023.

ASUS. **ASUS Chromebox 4**. 2023. Disponível em: <https://www.asus.com/displays-desktops/mini-pcs/chrome-os-devices/asus-chromebox-4/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

BUENO, W. **Comunicação empresarial: políticas e estratégias**. São Paulo: Saraiva, 2009.

CASARIN, Helen de Castro Silva; CASARIN, Samuel José. **Pesquisa Científica: da teoria à prática**. Editora Intersaberes, 2012.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto da. **Metodologia Científica**. Editora Pearson, 2006.

COSTA, Sérgio Renato De Albuquerque. **Sig TV: um protótipo de um sistema TV corporativa no âmbito da UFRN**. Orientador: Prof. Dr. Sebastião Faustino Pereira Filho. 2021. TCC (Pós-graduação) – Política e Gestão Institucional, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/32698/1/SIGTVprototipo_Costa_2021.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

DELL. **Vostro Small Desktop**. 2023. Disponível em: <https://www.dell.com/pt-br/shop/computadores-all-in-ones-e-workstations/vostro-small-desktop/spd/vostro-3710-desktop/v3710w6505w>. Acesso em: 22 mai. 2023.

DEUSDADO, Sérgio Alípio Domingues. **Integração Adaptativa de Aplicações Multicast para Conferência Multimídia**. Dissertação para satisfação parcial dos requisitos do Curso de Mestrado em Informática (Especialização em Sistemas Distribuídos, Comunicações por Computador e Arquitecturas de Computadores), Universidade do Minho. 2002. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/153403058.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2023.

EASYSIGNAGE. **Reasons Digital Signage Is Hard & Our Solutions to the challenges** (2023). Disponível em: <https://easysignage.com/blog/dec-2022/reasons-digital-signage-our-solutions-to-digital-signage-challenges/>. Acesso em: 6 jun. 2023.

FERGUSON, Paul; HUSTON, Geoff. **Quality of Service in the Internet: Fact, Fiction, or Compromise?** 1998. INET'98, Genova, Suíça. Disponível em: <https://www.potaroo.net/papers/1998-6-qos/qos.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2023.

GUNAWAN, Teddy Surya; GINTING, Arjuna; SHARIF, Ahmad Syukri Md; HARAHAHAP, Nur Anzelina; SOPHIAN, Ali; GINTING, Ramadhanu. **Development of Digital Signage for Primary School using Raspberry Pi**. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education. 2021. Disponível em: <https://turcomat.org/index.php/turkbilmata/article/view/911/702>. Acesso em: 31 mai. 2023.

INTEL. **Mini PCs, elementos e notebooks Intel NUC**. 2023. Disponível em: <https://www.intel.com.br/content/www/br/pt/products/details/nuc.html>. Acesso em: 20 mai. 2023.

LEÃO, Lourdes Meireles. **Metodologia do estudo e pesquisa: facilitando a vida dos estudantes, professores e pesquisadores**. São Paulo: Vozes, 2016. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 05 out. 2023.

LUNDSTROM, L.; WEISS S. M. **Digital Signage Broadcasting: Broadcasting, Content Management, and Distribution Techniques**. 2008.

LUTKEVICH, Ben. **What is a personal computer (PC)?**. 2023. Disponível em: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/personal-computer-PC>. Acesso em: 18 mai. 2023.

MORAIS, Izabelly Soares; GONÇALVES, Priscila de Fátima; LEDUR, Cleverson Lopes; JUNIOR, Ramiro Sebastião Córdova; SARAIVA, Maurício de Oliveira; FRIGERI, Sandra Rovena. **Introdução a Big Data e Internet das Coisas (IoT)**. Porto Alegre: Sagah, 2018.

MORIM, Luís Filipe Machado. **Solução parametrizável para Corporate TV**. Orientador: Prof. Doutor António Vieira Castro (PhD). 2016. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática, Área de Especialização em Sistemas Gráficos e Multimédia, Instituto Superior de Engenharia do Porto. Disponível em: https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/11020/1/DM_LuisMorim_2016_MEI.pdf. Acesso em: 29 abr. 2023.

MORILLO-VELARDE, David Timón. **Diseño y Desarrollo de un Marco para Aplicaciones de Difusión Selectiva de Contenido Multimedia**. Orientadora: Dra. María Calderón Pastor. 2011. TCC (Graduação) – Engenharia de Telecomunicações, Universidad Carlos III de Madrid.

PANUNTUN, Rizal; ROCHIM, Adian Fatchur; MARTONO, Kurniawan Teguh. **Perancangan Papan Informasi Digital Berbasis Web pada Raspberry Pi**. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer. 2015. Disponível em:

<https://jtsiskom.undip.ac.id/article/view/12001/11654>. Acesso em: 8 jun. 2023.

PISIGNAGE. **Digital Signage Software Platform for Raspberry Pi** (2022). Disponível em: <https://pisignage.com>. Acesso em: 13 mai. 2023.

QOMARIAH, Nurul. **Perancangan Digital Signage Software Berbasis Raspberry Pi Pada Lab Telekomunikasi**. Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, 2020. Disponível em: <http://eprints.polsri.ac.id/10207/>. Acesso em: 8 jun. 2023.

RAHME, Lucia Helena. **Comunicação, marketing e novas tecnologias na gestão de pessoas**. Editora Intersaberes, 2017.

RASPBERRY. **Raspberry Pi Foundation**. 2023. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org>.

RIBEIRO, André Ricardo Antunes. **Ferramentas da informação para o gerenciamento de processos**. Editora Contentus, 2020.

RIBEIRO, João. **Comportamento Organizacional**. 2008. E-book. Disponível em: <https://portal.cm-albufeira.pt/municipio/sites/default/files/public/RepositorioDocumentos/comportamentoorganizacional.pdf>.

RISWARTA, Rifqi Putra; FATH, Nifty. **Perancangan Sistem Digital Signage Sebagai Papan Informasi Terkait Protokol Kesehatan Dan Data Up To Date Covid-19 Di Masjid Al-Irsyad Jakarta**. Jurnal Maestro, 2021. Disponível em: <https://jom.ft.budiluhur.ac.id/index.php/maestro/article/download/439/195>. Acesso em 8 jun. 2023.

ROLLINS, Tim. **Should Network Bandwidth For Digital Signage Be A Concern?** (2015). Disponível em: <https://www.noventri.com/blog/network-bandwidth-digital-signage/>

RUDOLF, Eric. **Corporate TV: The Next Big Thing in Enterprise Communication** (2023). Disponível em: <https://www.brightcove.com/en/resources/blog/why-corporate-tv-is-the-next-big-thing-in-enterprise-communication/>. Acesso em: 4 jun. 2023.

SACOMANO, José Benedito; GONÇALVES, Rodrigo Franco; SILVA, Márcia Terra da; BONILLA, Silvia Helena; SÁTYRO, Walter Cardoso. **Indústria 4.0: Conceitos e Fundamentos**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

SILVA, Maria Júlia Paes da. **Comunicação tem remédio: A comunicação nas relações interpessoais em saúde**. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

SOLIO, Marlene Branca. **Comunicação, psicanálise e complexidade**. Editora Educs, 2010.

SUATV. **Maximizar a comunicação da sua empresa com a SuaTV** (2023). Disponível em: <https://www.suatv.com.br>. Acesso em: 8 jun. 2023.

SUPRIYA, T.; SEKHAR, H. CHANDRA. **Android Based Digital Notice Board using Raspberry Pi - ARM11**. International Journal of Scientific Engineering and Technology Research (IJSETR). 2016. Disponível em <https://ijsetr.com/uploads/356124IJSETR12893-1672.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2023.

TECLÓGICA. **Como funciona uma TV corporativa** (2016). Disponível em: <https://www.teclogica.com.br/como-funciona-uma-tv-corporativa>. Acesso em: 3 jun. 2023.

TRUZZI, Gisele. **Redes sociais X comunicação empresarial** (2018). Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/redes-sociais-x-comunicacao-empresarial>. Acesso em: 6 jun. 2023.

XIBO. **Open Source Digital Signage Software** (2023). Disponível em: <https://xibosignage.com/>. Acesso em: 21 ago. 2023.

YODECK. **Unbeatably easy digital signage** (2023). Disponível em: <https://www.yodeck.com/>. Acesso em: 21 ago. 2023.