

# JIFTV (Streaming Adaptativo nos Jogos Escolares)

Eluney Suazo  
eluneyemasuazo2@gmail.com  
Instituto Federal De Santa Catarina  
Garopaba, Brasil

Rodrigo Zomer  
rdztrinta@gmail.com  
Instituto Federal De Santa Catarina  
Garopaba, Brasil

João Pedro Crescêncio  
joao.brasil.crescencio@gmail.com  
Instituto Federal De Santa Catarina  
Garopaba, Brasil

Anderson Zanatta  
a0680028@gmail.com  
Instituto Federal De Santa Catarina  
Garopaba, Brasil

André L. S. de Moraes  
andre.moraes@ifsc.edu.br  
Instituto Federal De Santa Catarina  
Garopaba, Brasil

## Resumo

The advancement of video technologies has made adaptive streaming essential; however, many public educational institutions lack centralized platforms to record and broadcast their events and sports competitions. To address this gap, this paper presents the development of JIFTV, an adaptive streaming system designed for live broadcasts with automatic quality adjustment based on the viewer's connection speed. The platform's architecture integrates OBS Studio for capture, Nginx with the RTMP module for ingestion, FFmpeg for multi-quality transcoding, and distribution via HLS and DASH protocols, operating within a Docker environment. The results demonstrate the technical feasibility of a functional, stable, and scalable prototype, accessible directly via a web browser on various devices. The project also served as a practical environment for students to explore concepts of computer networks and audiovisual production, promoting student autonomy.

## Keywords

streaming, streaming adaptativo, transmissão esportiva.

### ACM Reference Format:

Eluney Suazo, Rodrigo Zomer, João Pedro Crescêncio, Anderson Zanatta, and André L. S. de Moraes. 2025. JIFTV (Streaming Adaptativo nos Jogos Escolares). In *Proceedings of (Computer on the Beach 2026)*. ACM, New York, NY, USA, 6 pages. <https://doi.org/XXXXXXXX.XXXXXXX>

## 1 Introdução

A disseminação global de plataformas de *streaming* de vídeo transformou profundamente a forma como conteúdos são consumidos, estabelecendo expectativas cada vez maiores em relação à estabilidade, à qualidade de imagem e à disponibilidade em múltiplos dispositivos. Entretanto, apesar desse avanço tecnológico, muitas instituições educacionais ainda não dispõem de infraestrutura própria para realizar transmissões ao vivo de maneira eficiente e escalável. Em eventos esportivos escolares, como jogos interescolares (JI),

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than the author(s) must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from [permissions@acm.org](mailto:permissions@acm.org).

*Computer on the Beach 2026, Florianópolis, SC*

© 2025 Copyright held by the owner/author(s). Publication rights licensed to ACM.

ACM ISBN 978-1-4503-XXXX-X/2018/06

<https://doi.org/XXXXXXXX.XXXXXXX>

essa limitação compromete a divulgação das atividades e restringe o alcance das transmissões junto à comunidade acadêmica.

Diante desse cenário, este trabalho apresenta o desenvolvimento inicial do JIFTV, um protótipo de plataforma de *streaming* adaptativo capaz de transmitir eventos ao vivo pela internet utilizando tecnologias abertas e amplamente adotadas na indústria. A solução proposta integra Docker [6], Nginx [8] com módulo RTMP [1], FFmpeg [7] e protocolos de streaming como HLS [14] e DASH [3] para gerar múltiplas qualidades de vídeo e entregá-las ao espectador conforme sua condição de rede. A captura e o envio dos fluxos de vídeo são realizados por meio do OBS Studio [9], garantindo versatilidade e facilidade de operação. Essa arquitetura possibilita transmissões estáveis, acessíveis via navegador e adaptadas a diferentes velocidades de conexão.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é demonstrar a viabilidade técnica da implementação de um sistema de *streaming* adaptativo no ambiente escolar, oferecendo uma base para futuras expansões da plataforma. Além de atender às demandas institucionais de transmissão de eventos, o desenvolvimento do JIFTV também contribui para a formação técnica dos estudantes envolvidos, ao proporcionar contato direto com tecnologias de virtualização, servidores multimídia e protocolos de comunicação amplamente utilizados no mercado.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados ao tema. A Seção 3 discute a fundamentação teórica utilizada no projeto. A Seção 4 descreve a metodologia e a arquitetura do sistema desenvolvido. A seção 5 apresenta os resultados obtidos. Em seguida, a Seção 6 apresenta as conclusões e os próximos passos do trabalho desenvolvido.

## 2 Trabalhos Relacionados

Ao discutir a otimização de *streaming* multimídia, o trabalho de [2] apresenta uma abordagem voltada à gestão da rede. Os autores propõem um modelo de priorização de pacotes de dados com base na classificação de usuários e tipos de conteúdo, com o objetivo de otimizar a Qualidade de Serviço (QoS) em redes sem fio. Embora a proposta esteja centrada na infraestrutura da rede e no gerenciamento do tráfego de dados, o estudo evidencia um desafio recorrente em transmissões de vídeo: a instabilidade das conexões e seu impacto direto na qualidade do conteúdo transmitido.

O trabalho de Souza (2020) [12] fornece um contexto social que fundamenta esta pesquisa. A autora analisa a migração do consumo de eventos esportivos das mídias tradicionais, como a televisão, para plataformas digitais e serviços de *streaming*. O estudo aponta

que o público busca alternativas que ofereçam maior mobilidade, acesso por dispositivos móveis e maior interatividade, evidenciando a crescente demanda por transmissões online de eventos esportivos.

De forma mais próxima da abordagem técnica deste trabalho, Silva (2020) [11] investiga a aplicação de *streaming* de vídeo adaptativo em redes veiculares (VANETs). O autor desenvolve um serviço baseado na tecnologia DASH, permitindo que veículos em movimento consumam conteúdo de vídeo mesmo diante de mudanças frequentes na qualidade da conexão. O estudo demonstra como técnicas de adaptação dinâmica podem manter a continuidade da transmissão em ambientes sujeitos a variações de rede.

Outro exemplo de trabalho voltado ao contexto institucional é apresentado em [? ], que analisa o papel do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) na produção de conteúdos digitais, tomando como foco as transmissões ao vivo dos Jogos do Instituto Federal de Santa Catarina (JIFSC). A pesquisa, de caráter qualitativo e baseada em análise de conteúdo, investiga o aumento expressivo de engajamento e de novos inscritos no canal do IFSC durante o evento. O autor conclui que o sucesso das transmissões está ligado à proximidade entre instituição e público, ao protagonismo estudantil e à linguagem interativa das *lives*, que reforçam o sentimento de pertencimento e a identidade institucional. O trabalho destaca o JIFSC como exemplo de prática comunicacional capaz de fortalecer a imagem do IFSC e de ampliar sua conexão com a Geração Z, demonstrando o potencial do *live streaming* como ferramenta estratégica de comunicação educacional.

Apesar da existência de estudos que abordam transmissão de vídeo, qualidade de serviço em redes e o consumo de eventos esportivos em plataformas digitais, ainda são poucos os trabalhos que descrevem a implementação prática de plataformas de *streaming* adaptativo voltadas especificamente ao contexto de eventos esportivos escolares em instituições de ensino. Essa lacuna evidencia a necessidade de soluções tecnológicas que integrem sistemas de transmissão multimídia a ambientes educacionais reais. Nesse sentido, o presente trabalho propõe e implementa uma plataforma de *streaming* adaptativo baseada em ferramentas de código aberto aplicada diretamente à transmissão de eventos esportivos escolares, buscando contribuir tanto para a comunicação institucional quanto para a utilização educacional dessas tecnologias.

Na tabela 1 é possível visualizar os trabalhos relacionados contendo dados sobre o foco de estudo e a relação com este projeto.

### 3 Fundamentação da literatura

Uma plataforma baseada em *streaming* adaptativo torna-se uma ferramenta de grande valor quando tratamos de ambientes educacionais e da transmissão de eventos institucionais. Os JI e demais atividades acadêmicas costumam atrair grande interesse da comunidade, porém muitas vezes enfrentam dificuldades relacionadas à oferta de vídeo com qualidade consistente para todos os espectadores, principalmente em situações de variação na conexão de rede.

É nesse contexto que o desenvolvimento de um protótipo de transmissão utilizando *streaming* adaptativo se mostra essencial. A proposta busca garantir que os usuários tenham acesso contínuo ao evento, com ajustes automáticos da qualidade do vídeo conforme as condições de rede de cada participante, aumentando a estabilidade

e ampliando o alcance das transmissões em diferentes cenários de acesso.

#### 3.1 Streaming Adaptativo

*Streaming* consiste na transmissão contínua de vídeo, em tempo real, pela internet, sem a necessidade de realizar o download completo do arquivo antes da reprodução. De acordo com o estudo de [4], essa forma de transmissão depende diretamente da estabilidade da rede, pois qualquer oscilação de velocidade pode afetar a fluidez da experiência do usuário. O autor destaca que, com o crescimento do consumo de vídeos na internet e o avanço de tecnologias digitais, torna-se essencial o uso de técnicas capazes de ajustar a qualidade do vídeo conforme as condições de conexão. Esse entendimento reforça a relevância de sistemas de *streaming* adaptativo, que garantem a continuidade da reprodução mesmo em cenários de banda limitada, como ocorre em muitas instituições educacionais.

*Streaming* adaptativo é uma evolução dessa tecnologia que ajusta automaticamente a qualidade do vídeo dependendo da velocidade da conexão do usuário. De acordo com Timmerer et al. [? ], esse mecanismo permite que o cliente selecione dinamicamente diferentes versões do mesmo conteúdo, garantindo continuidade mesmo em redes instáveis. Se a largura de banda for alta, o sistema entrega automaticamente a melhor qualidade; se a conexão enfraquece, ele ajusta a qualidade para uma versão inferior, garantindo a transmissão de forma fluida e sem interrupções.

Alguns exemplos práticos são observados em grandes plataformas como YouTube<sup>1</sup> e Netflix<sup>2</sup>. A relevância do *streaming* adaptativo se torna fundamental em cenários onde a infraestrutura de rede é instável, como em ambientes educacionais e escolares que operam com largura de banda variável, conforme também discutido nas avaliações subjetivas e objetivas conduzidas por Timmerer et al.

#### 3.2 Aplicação em Eventos Escolares

A proposta da plataforma está direcionada ao contexto educacional, priorizando sua aplicação em eventos esportivos escolares. Competições e jogos interescolares costumam despertar grande interesse da comunidade acadêmica, que busca acompanhar partidas e apresentações em tempo real. O desenvolvimento de uma plataforma própria de transmissão proporciona benefícios institucionais ao integrar tecnologia ao ambiente escolar e estimular a participação ativa de estudantes e docentes em áreas como produção audiovisual, redes e comunicação digital. Esse tipo de iniciativa favorece o aprendizado prático e amplia a familiaridade dos discentes com tecnologias contemporâneas de mídia. Projetos de rádio e TV escolar já demonstram o potencial da comunicação digital no fortalecimento da identidade estudantil e na ampliação do alcance das atividades acadêmicas [? ?]. De forma semelhante, a transmissão ao vivo de jogos e eventos esportivos permite que a comunidade acompanhe as competições à distância, promovendo maior engajamento e integração entre estudantes, professores e familiares.

<sup>1</sup>Disponível em <https://youtube.com>

<sup>2</sup>Disponível em <https://netflix.com>

**Tabela 1: Comparação entre trabalhos relacionados e a proposta JIFtv**

Trabalho	Streaming Adaptativo	Foco da Otimização	Transmissão Esportiva	Contexto Educacional	Infraestrutura Própria
Cantillo et al. (2007) [2]	Não	Rede / Servidor (QoS)	Não	Não	Sim
Souza (2020) [12]	Não	N/A	Sim (Mercado)	Não	Não
Silva (2020) [11]	Sim (DASH)	Cliente (VANETs)	Não	Não	Sim
Stockhammer (2011) [13]	Sim (DASH/HLS)	Cliente (Padrão)	Não	Não	N/A
Dos Santos (2021) [10]	Não (Usa YouTube)	N/A	Sim (JIFSC)	Sim	Não (Terceiros)
<b>JIFtv (Nossa Proposta)</b>	<b>Sim (DASH/HLS)</b>	<b>Cliente</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim (Docker/Nginx)</b>

### 3.3 Importância Educacional e de Aprendizado

O desenvolvimento da plataforma JIFtv possui um valor pedagógico para a comunidade escolar, pois atua como um laboratório prático, transformando conceitos teóricos em conhecimentos que podem ser aplicados ao mercado em um futuro. Estudos sobre o uso de mídias digitais na aprendizagem destacam que projetos práticos ampliam o engajamento dos estudantes e fortalecem habilidades técnicas e cognitivas essenciais [?]. Além das habilidades técnicas como redes, mídia e audiovisual que podem ser absorvidas com a participação ativa do projeto, incentivando a criatividade e autonomia dos estudantes, pesquisas apontam que iniciativas baseadas em produção de mídia escolar contribuem para o desenvolvimento da autonomia, da comunicação e da aprendizagem ativa [10]. A arquitetura da plataforma pode ser facilmente replicada e adaptada por outras escolas ou em eventos comunitários, expandindo o impacto educacional e a transferência de conhecimento, como sugerem trabalhos sobre replicabilidade de tecnologias educacionais abertas [15].

Com isso, este projeto busca aplicar os conceitos de *streaming* adaptativo para criar uma solução prática e acessível capaz de transmitir os jogos institucionais em tempo real, ajustando-se dinamicamente às diferentes condições e qualidades de rede.

## 4 Metodologia

O sistema de *streaming* desenvolvido no projeto JIFtv foi concebido para garantir transmissões estáveis e contínuas, mesmo em ambientes com variações significativas de rede. A tecnologia de *streaming* adaptativo permite que a qualidade do vídeo se ajuste automaticamente conforme a velocidade da conexão do usuário, oferecendo uma experiência fluida tanto para quem possui internet rápida quanto para aqueles com banda mais limitada. Essa abordagem evita travamentos e interrupções, mantendo a transmissão acessível a diferentes perfis de espectadores. A arquitetura do sistema integra diversas ferramentas que trabalham em conjunto. A captura do vídeo é realizada por meio do OBS Studio ou do DroidCam [5], que enviam o conteúdo ao servidor via protocolo RTMP. Esse fluxo é recebido pelo servidor Nginx, configurado com o módulo *libnginx-mod-rtmp*, responsável por converter o vídeo para os protocolos HLS e MPEG-DASH. A partir desse processo, são geradas múltiplas resoluções de vídeo, como 480p, 720p e 1080p,

permitindo que cada dispositivo selecione automaticamente a qualidade mais adequada. Todo esse processo é reforçado pelo uso do Docker, que facilita a organização e replicação do ambiente, e pelo FFmpeg, responsável pela transcodificação do vídeo para diferentes qualidades.

No lado do espectador, a reprodução ocorre diretamente no navegador com o auxílio das bibliotecas HLS.js [14] e DASH.js [3], garantindo compatibilidade com smartphones, computadores e outros dispositivos. Dessa forma, o JIFtv vai além da transmissão: ele cria um espaço educativo que envolve estudantes em práticas de tecnologia, audiovisual e comunicação, ao mesmo tempo em que fortalece a documentação e valorização das atividades esportivas da instituição. A implementação da plataforma foi organizada em etapas que permitiram planejar, montar e testar o sistema de forma estruturada. Inicialmente, foram definidos os requisitos essenciais do projeto. Entre as funcionalidades consideradas estavam o armazenamento de vídeos, a transmissão ao vivo, o *streaming* adaptativo e ferramentas de análise técnica. Após a análise do escopo e das limitações do contexto escolar, o desenvolvimento foi direcionado principalmente para a transmissão ao vivo e para o *streaming* adaptativo, considerados os elementos mais viáveis para a proposta do sistema. Em seguida, ocorreu o refinamento dessas funcionalidades, definindo de forma clara quais componentes seriam implementados e avaliados. A plataforma passou a priorizar a transmissão em tempo real e a adaptação automática da qualidade do vídeo, permitindo que diferentes usuários acompanhassem o conteúdo com estabilidade e sem interrupções. Na etapa de montagem do sistema, a estrutura foi organizada em três componentes principais. O primeiro corresponde à captura do vídeo, realizada com o OBS Studio ou com o DroidCam, possibilitando a integração de computadores e dispositivos móveis ao processo de transmissão. O segundo componente é o servidor de *streaming*, configurado com Nginx-RTMP em um ambiente containerizado com Docker, responsável por receber o fluxo de vídeo e distribuí-lo para os espectadores. Por fim, o terceiro componente corresponde aos clientes, que acessam a transmissão por meio do navegador e recebem automaticamente a qualidade de vídeo mais adequada à sua conexão.

Após a configuração do sistema, foram realizados testes iniciais em rede local. A transmissão do DroidCam para o servidor utilizou o endereço IP do computador dentro da mesma rede, permitindo verificar a comunicação entre os dispositivos. Durante os testes,

foram avaliadas a estabilidade do sistema e a qualidade do vídeo nas diferentes resoluções disponíveis, realizando ajustes sempre que necessário para garantir uma experiência de transmissão consistente.

#### 4.1 Arquitetura do Sistema

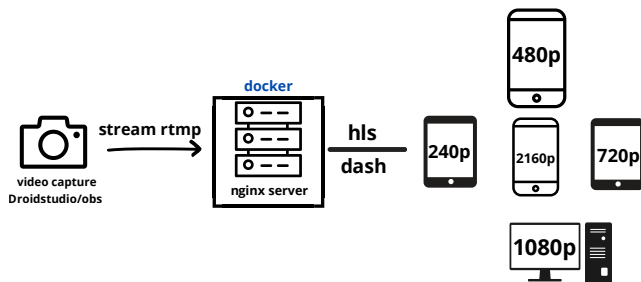


Figura 1: Diagrama geral de funcionamento do sistema

A Figura 1 ilustra o fluxo completo de funcionamento do protótipo de *streaming* ao vivo desenvolvido no projeto. À esquerda, o processo se inicia com a captura de vídeo feita por meio de ferramentas como DroidCam ou OBS Studio, que enviam o sinal de transmissão utilizando o protocolo RTMP. Esse fluxo é recebido pelo servidor Nginx configurado em ambiente Docker, representado no centro do diagrama. Dentro desse servidor, o vídeo é processado e convertido em múltiplas versões através dos protocolos HLS e DASH, responsáveis por segmentar e adaptar o conteúdo para diferentes qualidades. Na etapa final, à direita da imagem, essas versões são entregues aos espectadores de acordo com a capacidade de rede e dispositivo utilizado: smartphones podem receber resoluções mais baixas, como 240p ou 480p, enquanto computadores e dispositivos com maior largura de banda podem acessar resoluções como 720p, 1080p ou superiores. Dessa forma, a figura demonstra visualmente como o sistema implementa o streaming adaptativo e distribui diferentes qualidades de vídeo conforme as condições de cada usuário.

#### 4.2 Ambiente e Ferramentas Utilizadas

Para viabilizar a proposta do sistema de transmissão, foram utilizadas diferentes ferramentas e tecnologias que, de forma integrada, permitem a captura, processamento e distribuição do vídeo em tempo real.

O OBS Studio <sup>3</sup> é utilizado como ferramenta de captura e envio do vídeo ao servidor por meio do protocolo RTMP. Como alternativa de captura, também foi empregado o DroidCam, que permite utilizar dispositivos móveis como câmeras de transmissão, ampliando a mobilidade durante os eventos.

O servidor de streaming foi implementado utilizando o Nginx <sup>4</sup>, configurado com o módulo *libnginx-mod-rtmp*. Esse servidor é responsável por receber o fluxo de vídeo enviado pelo OBS e

distribuí-lo aos espectadores por meio dos protocolos HLS e MPEG-DASH.

Para o processamento dos fluxos de vídeo e geração de diferentes resoluções, foi utilizado o FFMpeg, ferramenta responsável pela transcodificação necessária para o funcionamento do streaming adaptativo.

A infraestrutura do sistema foi organizada em contêineres utilizando Docker, o que facilitou a implantação do servidor e permitiu maior portabilidade do ambiente de execução. Durante o desenvolvimento, o Docker Desktop foi utilizado em sistemas Windows 10/11 para gerenciar os contêineres e os serviços associados.

No lado do espectador, a reprodução do vídeo ocorre diretamente no navegador por meio das bibliotecas HLS.js e DASH.js, que possibilitam a execução dos fluxos HLS e DASH mesmo em navegadores que não possuem suporte nativo a esses protocolos.

Os arquivos de configuração do servidor, bem como os scripts e recursos utilizados na implementação do sistema, estão disponíveis publicamente em um repositório no GitHub do projeto <sup>5</sup>, permitindo a consulta da arquitetura proposta.

#### 4.3 Fluxo e Funcionamento da Transmissão ao Vivo

O processo de transmissão foi estruturado para garantir que o vídeo percorresse todas as etapas necessárias até chegar ao espectador com estabilidade e boa qualidade. O fluxo tem início na captura do vídeo, realizada por meio de uma câmera ou dispositivo móvel, utilizando ferramentas como o DroidCam ou uma *webcam* integrada. Esse sinal inicial representa o ponto de partida de toda a transmissão.

Após a captura, o vídeo é enviado para o OBS Studio, responsável por preparar o fluxo e encaminhá-lo ao servidor. O OBS utiliza o protocolo RTMP, que permite transmitir vídeo em tempo real com boa estabilidade, sendo amplamente adotado em plataformas de transmissão ao vivo. O sinal enviado pelo OBS é recebido pelo servidor Nginx, configurado com suporte aos protocolos de saída HLS e DASH. Nesse ponto, o servidor processa o fluxo e realiza a conversão do vídeo para múltiplas resoluções, disponibilizando versões em 240p, 480p, 720p, 1080p e 2160p. Essa etapa é fundamental para permitir o funcionamento do *streaming* adaptativo e oferecer alternativas de qualidade para diferentes condições de rede. Com essas resoluções geradas, o servidor distribui o conteúdo tanto em HLS (*HTTP Live Streaming*) quanto em DASH (*Dynamic Adaptive Streaming over HTTP*). Ambos os protocolos trabalham com a segmentação do vídeo em pequenos blocos, o que facilita a transmissão contínua e assegura compatibilidade com navegadores modernos e *players* variados.

No navegador do espectador, um *player* compatível com HLS/DASH realiza a reprodução e escolhe automaticamente a melhor qualidade de acordo com a velocidade da conexão. Esse é o princípio do *streaming* adaptativo: quando a rede estável, o *player* aumenta a resolução; quando ocorre oscilação ou queda na largura de banda, ele reduz a qualidade para evitar travamentos. Em ambientes escolares, onde a conexão pode variar bastante, esse comportamento é essencial para garantir uma experiência mais fluida e acessível a todos.

<sup>3</sup>Disponível em <https://obsproject.com>

<sup>4</sup>Disponível em <https://nginx.org>

<sup>5</sup>Disponível em: <https://github.com/yaurodz/jiftv-StreamingAdaptativo.git>

#### 4.4 Módulos de Configuração do Protótipo

A plataforma desenvolvida foi estruturada a partir de diferentes módulos que trabalham em conjunto para garantir a transmissão e a reprodução do conteúdo em múltiplas qualidades. Cada módulo exerce um papel específico dentro do sistema, permitindo que o fluxo de captura, envio, processamento e visualização ocorra de maneira integrada. A seguir, são descritos os principais componentes utilizados no protótipo.

**Módulo 1 — Servidor de Streaming (Nginx com RTMP, HLS e DASH)** O Nginx funcionou como o núcleo da transmissão, atuando como servidor intermediário entre o vídeo enviado pelo OBS Studio e o *player* utilizado pelos espectadores. Sua configuração foi realizada por meio do arquivo `nginx.conf`, no qual foram definidos parâmetros essenciais como a porta 1935, utilizada para receber o fluxo RTMP. No mesmo arquivo, também foram especificados os diretórios responsáveis por armazenar os segmentos e manifestos gerados tanto para HLS quanto para DASH, garantindo que as versões em 240p, 480p, 720p, 1080p e 2160p fossem disponibilizadas adequadamente. Para manter o ambiente organizado e isolado, o servidor foi executado dentro de um contêiner Docker, o que permitiu padronizar a configuração e evitar conflitos com o sistema operacional do *host*. Essa abordagem facilitou bastante a execução dos serviços e tornou o processo de inicialização mais previsível.

**Módulo 2 - Software de Envio (OBS Studio)** O OBS Studio foi a ferramenta escolhida para enviar o vídeo capturado ao servidor. Nele, configuramos o *endpoint* RTMP utilizando a URL do servidor e a chave de transmissão definida no `nginx.conf`. Além disso, foram ajustados parâmetros como *bitrate*, resolução inicial e método de codificação — que pode ser via *x264* ou por *encoder de hardware*, dependendo do equipamento utilizado. Essa etapa foi essencial para garantir que o servidor recebesse o fluxo de forma consistente e com a qualidade necessária para gerar as múltiplas versões da transmissão.

**Módulo 3 — Cliente de Reprodução (Player Web)** A reprodução do conteúdo foi realizada por meio de um *player web* compatível com HLS e DASH, utilizando bibliotecas como `hls.js` e `dash.js`. Durante os testes, o acesso aos vídeos foi feito pelo navegador, por meio de uma URL local gerada pelo servidor. O *player* foi responsável por interpretar os manifestos e segmentos criados pelo Nginx e escolher automaticamente a melhor qualidade disponível conforme a velocidade da conexão. Essa lógica reforça o funcionamento do *streaming* adaptativo e garante que o espectador tenha uma visualização mais estável, mesmo diante de oscilações da rede.

**Módulo 4 — Monitoramento e Testes** Embora não tenha sido implementado um sistema formal de monitoramento, alguns testes foram realizados diretamente pelo navegador, observando a troca de qualidade feita pelo *player* e verificando a carga dos segmentos na aba de rede. Os testes ocorreram em rede local, tanto via cabo quanto via Wi-Fi, além de envolver diferentes dispositivos móveis por meio do DroidCam, o que permitiu avaliar a estabilidade geral da transmissão e o comportamento da adaptação de qualidade.

### 5 Resultados

O projeto encontra-se na fase de consolidação da infraestrutura de transmissão adaptativa. Nesta etapa, o foco foi validar o funcionamento completo da arquitetura proposta, composta por contêineres

Docker executando Nginx com suporte a RTMP e distribuição via DASH.

A Figura 2 apresenta a infraestrutura em execução durante uma sessão real de transmissão. Observa-se o contêiner ativo e a geração contínua de logs, evidenciando que o servidor está operacional e respondendo a requisições HTTP em tempo real. Essa visualização confirma a estabilidade da camada de virtualização e a correta configuração do ambiente de distribuição multimídia.

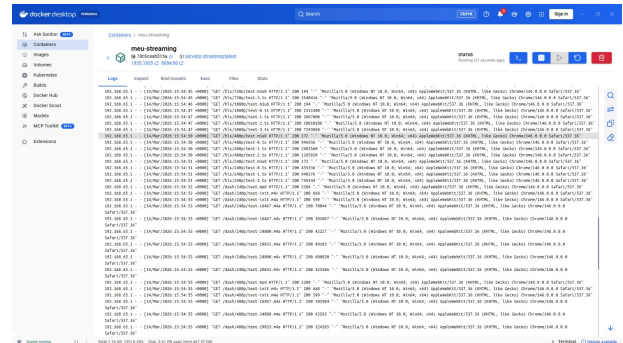


Figura 2: Infraestrutura de streaming em execução no ambiente Docker, com geração contínua de logs do servidor.

Para uma análise técnica mais detalhada, a Figura 3 apresenta um trecho representativo dos logs do servidor durante a transmissão adaptativa utilizando DASH. Inicialmente, observa-se a requisição do arquivo `test.mpd`, responsável por descrever as representações disponíveis no streaming adaptativo. Em seguida, são solicitados os segmentos de inicialização (`test-init.m4v`) e os segmentos de mídia numerados. Todas as requisições retornam código HTTP 200 (OK), comprovando a entrega correta dos arquivos pelo servidor. Além disso, a presença de requisições nos diretórios `/dash/480p/` e `/dash/720p/` indica alternância entre diferentes níveis de qualidade durante a reprodução. Essa variação confirma que o mecanismo de adaptação de bitrate está funcional, caracterizando corretamente o comportamento esperado do protocolo DASH.

```
192.168.65.1 - - "GET /dash/480p/test.mpd HTTP/1.1" 200
192.168.65.1 - - "GET /dash/480p/test-init.m4v HTTP/1.1" 200
192.168.65.1 - - "GET /dash/480p/test-24800.m4v HTTP/1.1" 200
192.168.65.1 - - "GET /dash/480p/test-29833.m4v HTTP/1.1" 200
192.168.65.1 - - "GET /dash/720p/test.mpd HTTP/1.1" 200
192.168.65.1 - - "GET /dash/720p/test-init.m4v HTTP/1.1" 200
```

Figura 3: Trecho representativo dos logs do servidor demonstrando requisições de segmentos DASH com respostas HTTP 200 (OK).

Os resultados desta fase demonstram que:

- A infraestrutura baseada em contêineres encontra-se operacional;
- O servidor responde corretamente às requisições HTTP;
- O fluxo segmentado de mídia está funcional;
- O mecanismo de adaptação de qualidade está ativo.

Embora ainda não tenham sido conduzidos testes de carga ou medições quantitativas detalhadas, a comprovação do fluxo adaptativo e da entrega consistente dos segmentos representa um marco fundamental para a evolução do projeto. Como próxima etapa, pretende-se utilizar essa infraestrutura consolidada para realizar a captura de jogos escolares em tempo real e transmitir as partidas para múltiplos dispositivos simultaneamente, incluindo computadores, televisores e dispositivos móveis. A consolidação desta base técnica permitirá ampliar o alcance das transmissões e incorporar futuras métricas de desempenho e escalabilidade.

## 6 Conclusões e Trabalhos Futuros

O desenvolvimento da plataforma JIFTv permitiu atingir o objetivo central deste projeto: implementar uma infraestrutura funcional de *streaming* adaptativo capaz de transmitir eventos esportivos escolares de forma estável e acessível. A arquitetura baseada em Docker, Nginx com suporte a HLS e DASH, aliada às ferramentas OBS Studio e FFmpeg, demonstrou viabilidade técnica em ambiente educacional, mesmo sob condições de largura de banda variável.

Os resultados apresentados confirmam o correto funcionamento da infraestrutura de distribuição segmentada de mídia e a operação do mecanismo de adaptação de qualidade, constituindo um marco importante na consolidação da plataforma. Nesta fase, a validação estrutural do sistema representa um avanço significativo, estabelecendo uma base sólida para sua expansão. Além da solução tecnológica, o projeto evidenciou forte impacto educacional. A participação ativa dos estudantes na configuração do servidor, na operação das ferramentas de captura e na análise dos logs de transmissão proporcionou aprendizado prático em redes de computadores, protocolos multimídia, virtualização e engenharia de *software*. A integração entre teoria e aplicação real reforçou competências técnicas e colaborativas. Como continuidade, pretende-se estruturar um catálogo digital permanente das transmissões realizadas, formando um acervo acessível à comunidade acadêmica. Esse repositório permitirá preservar historicamente os eventos esportivos e ampliar o alcance do projeto.

Adicionalmente, vislumbra-se a implementação de um módulo de análise técnica de partidas, oferecendo suporte aos treinadores para avaliação de desempenho e estudo tático. Com essa evolução, o JIFTv poderá consolidar-se não apenas como uma plataforma de transmissão, mas como uma ferramenta estratégica de integração entre tecnologia, ensino e prática esportiva. Dessa forma, o projeto estabelece uma base tecnológica validada e abre perspectivas para expansão funcional, escalabilidade e aprofundamento de métricas técnicas em futuras etapas.

## 7 Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Santa Catarina de Garopaba (IFSC Campus Garopaba), pelo suporte institucional e pela oportunidade para a elaboração deste trabalho.

## Referências

- [1] Adobe Systems. 2012. *Real-Time Messaging Protocol (RTMP) Specification*. Technical Report. Adobe Systems. <https://www.adobe.com/devnet/rtmp.html> Accessed: 2026-03-15.
- [2] G. A. C. Cantillo, J. A. G. Garcia, and J. S. G. Nieto. 2007. Diseño de Diferentes Clases de Usuarios y Contenidos para la Mejora del Streaming Multimedia sobre Redes Inalámbricas de Banda Ancha. In *Jornadas de Ingeniería Telemática (JITEL)*.
- [3] DASH Industry Forum. 2024. dash.js. <https://github.com/Dash-Industry-Forum/dash.js/> Accessed: 2026-03-15.
- [4] Andre Luiz S. de Moraes, Douglas D. J. de Macedo, and Laécio Pioli Junior. 2024. Video Streaming on Fog and Edge Computing Layers: A Systematic Mapping Study. *Internet of Things* 28 (2024), 101359.
- [5] Dev47Apps. 2024. DroidCam. <https://www.dev47apps.com/> Accessed: 2026-03-15.
- [6] Docker Inc. 2024. Docker. <https://www.docker.com/> Accessed: 2026-03-15.
- [7] FFmpeg Developers. 2024. FFmpeg. <https://ffmpeg.org/> Accessed: 2026-03-15.
- [8] NGINX Inc. 2024. NGINX Web Server. <https://nginx.org> Accessed: 2026-03-15.
- [9] OBS Project. 2024. OBS Studio. <https://obsproject.com> Accessed: 2026-03-15.
- [10] Valdomiro André Santos Júnior and Bruna Lammoglia. 2021. Internet e Educação: Os Benefícios da Utilização de Meios Digitais na Construção Coletiva de Conhecimento. *Revista Ciência em Evidência* 2, 2 (2021).
- [11] M. R. de A. Silva. 2020. *Uma Proposta de Serviço de Streaming de Vídeo Adaptativo Baseado em DASH para Redes Veiculares*. Technical Report. Universidade Federal da Paraíba.
- [12] Marina Ribeiro Alexandre de Souza. 2020. *Esportes na Era do Streaming: Uma Análise da Transmissão e Consumo de Eventos Esportivos na Internet*. Technical Report. Universidade Federal da Paraíba.
- [13] Thomas Stockhammer. 2011. Dynamic Adaptive Streaming over HTTP – Standards and Design Principles. *Proceedings of the Second Annual ACM Conference on Multimedia Systems* (2011), 133–144. doi:10.1145/1943552.1943572
- [14] Video-dev Community. 2024. hls.js. <https://github.com/video-dev/hls.js/> Accessed: 2026-03-15.
- [15] Claudia Garcia de Souza Welyczko. 2025. Mídias Digitais na Educação: Benefícios Identificados por Professores e Alunos. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação* 11, 4 (2025).

Received 14 December 2025; revised 15 March 2026; accepted March 2026