UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

Patricia Balmant Yamagishi

GUIA PRÁTICO DE STREAMING DE VÍDEO

Santo André

Novembro de 2022

Patricia Balmant Yamagishi

GUIA PRÁTICO DE STREAMING DE VÍDEO

Trabalho de Graduação apresentado ao curso de graduação em Engenharia de Informação da UFABC, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Informação

Orientador: Prof. Dr. Kenji Nose Filho

Santo André

Novembro de 2022

Resumo

Tendo em vista que o consumo de vídeos pela internet está em constante crescimento e, com isso, a demanda de produção de conteúdos também está crescendo, este documento foi criado como um guia para a criação e edição de vídeo para *streaming* além de apresentar os principais conceitos envolvidos de uma forma didática. Para tanto, é necessário explicar conceitos básicos de codificação de sinais de vídeo, expôr as principais plataformas de *streaming*, exemplificar aplicativos de edição e criação de vídeo e mostrar os principais dongles que deixam as plataformas de vídeo mais acessíveis. Por fim, realiza-se, então, a demonstração prática de produção e edição de conteúdo.

Palavras-chaves: Streaming ; Vídeo ; CODEC ; Dongles

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVC - Advanced Video Encoding

BPS - Bits per Second

CODEC - COder and DECoder

CTU - Coding Tree Units

FEC - Forward Error Correction

FPS - Frames per Second

HD - High Definition

HEVC - High Efficiency Video Coding

MPEG - Moving Picture Experts Group

MRFR - Market Research Future

OBS - Open Broadcast Software

QoS - Quality of Service

RGB - Red Green Blue

SB - Super Blocos

SD - Standard Digital

TV - Televisão

UHD - Ultra High Definition

VCEG - Video Coding Experts Group

VOD - Video On Demand

Abstract

As the video consumption over the internet is growing constantly and the content production demand is also growing as well, this material was created as a guide for the creation and edition of a video streaming and also present the main concepts involved in a didactic way. Therefore, it is necessary to explain basic concepts of video signal encoding, to show popular streaming platforms, to exemplify applications for video creation and editing and to show the main dongles that make video platforms more accessible. Finally, a practical demonstration of content production and editing is then carried out.

Keywords: Streaming ; Video ; CODEC ; Dongles

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **6**

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **8**

2.1 Sinais de vídeo 9

2.2.1 Parâmetros de imagem e vídeo 9

2.2.2 Parâmetros de transmissão 12

2.2 CODECs 15

2.2.1. H.264 e H.265 18

2.2.2 VP9 e AV1 **21**

2.3 Plataformas 22

2.4 Aplicações de edição 23

2.4.1 Computador 24

2.4.2 Smartphones 25

2.5 Dongles para Tvs 29

3 APLICAÇÃO PRÁTICA **31**

3.1 YouTube 31

3.1.1 Envio do vídeo 31

3.1.2 Transmissão ao vivo 33

3.2 Zoom Meeting 36

3.3 OBS - Open broadcast software 37

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS **43**

5 BIBLIOGRAFIA **44**

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o desenvolvimento tecnológico está focado em como obter, acessar e compilar informação em tempo real. Isto é possível graças à internet, que vem se tornando cada vez mais acessível a todos. Com o avanço dos smartphones, que trazem a informação dos mais diversos conteúdos atualizados no momento e no local em que o usuário deseja usufruir, a necessidade por conteúdo *on demand* chegou à indústria de telecomunicações. Em vista disso, os sistemas de *streaming* de vídeo foram desenvolvidos.

A indústria do *streaming* de vídeo se popularizou devido ao baixo tempo de espera para começar assistir a um conteúdo, pois não é necessário esperar o *download* completo do vídeo antes de iniciá-lo. Para assistir a um filme antes dos *streamings*, por exemplo, era necessário esperar o *download* completo do arquivo, o que demorava horas e onerava o espaço de armazenamento da máquina local. Este foi um dos motivos para que o *streaming* tenha se tornado uma tecnologia muito rentável. De acordo com uma pesquisa realizada pela Market Research Future (MRFR)[1], o mercado de streaming está avaliado em cerca de $16 bilhões até 2023, sendo que, em 2008, era de $2,12 bilhões[2]. Ryan Hay cita[3] que a indústria de *streaming* ao vivo *online* cresceu 99% entre abril de 2019 e abril de 2020. Além disso, de acordo com o portal *Livestream*[4], desde 2017, 80% dos consumidores digitais já preferem assistir a um vídeo ao vivo do que ler a um *blog*.

Devido ao contexto de pandemia causada pelo vírus Sars-CoV-2 (coronavírus) em 2020, a maioria dos governos adotaram medidas de isolamento e protocolos de segurança para conter o vírus, como foi o caso no Brasil com a

---

[1] Disponível em: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/streaming-analytics-market-4409> Acesso em: 07 de dezembro de 2022

[2] Disponível em: <https://www.marketingcharts.com/industries/media-and-entertainment-7955> Acesso em: 07 de dezembro de 2022

[3] Disponível em: <https://upcomer.com/streaming-platforms-show-massive-growth-since-last-year-except-mixer> Acesso em: 07 de dezembro de 2022

[4] Disponível em: <https://livestream.com/blog/live-video-statistics-livestream> Acesso em: 07 de dezembro de 2022

recomendação nº036, decretada pelo Conselho Nacional de Saúde (PIGATTO, 2020). Em vista disso, diversos estabelecimentos fecharam por um longo período. No começo da pandemia, a necessidade de aulas *online* e conteúdos sob demanda cresceram, o que contribuiu para o aumento de 43,1% dos conteúdos considerados familiar e jovem na internet, passando de 637 milhões de acessos para 912 milhões de visualizações (HADBA, 2020).

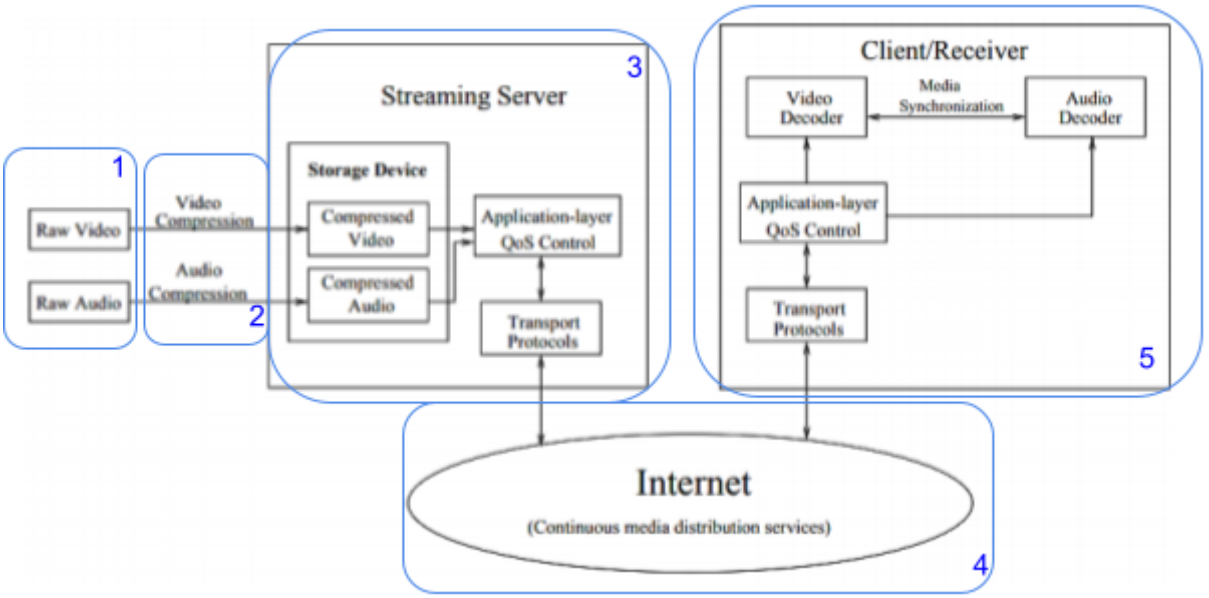
Todo este crescimento foi possível graças ao grande avanço tecnológico experimentado ao longo das últimas décadas, possibilitando a transmissão e a recepção de conteúdos digitais em alta velocidade e dos codificadores (conhecidos como CODECs - do inglês *COder and DECoder*) que permitiram reduzir de forma significativa o tamanho dos arquivos a serem transmitidos.

Visando auxiliar e inserir pessoas leigas no mundo de criação de conteúdos, este material foi construído para explicar e dar exemplos práticos de ferramentas de criação, edição e distribuição de vídeos utilizando ferramentas e plataformas gratuitas. Em vista disso, no Capítulo 2, serão apresentados conceitos teóricos de sinais de vídeos, tais como composição, parâmetros e taxas de transferência necessárias para conseguir transmitir e assistir a um conteúdo via *streaming*. Além disso, também serão abordados os principais conceitos de compressão de sinais multimídia e os principais codificadores de vídeos utilizados para reduzir o tamanho do arquivo. As principais plataformas de *streaming*, ferramentas e editores de vídeos amigáveis e dongles para TVs também serão tratados neste capítulo. No Capítulo 3, será demonstrada a utilização de aplicações e plataformas de *streamings* para a criação, edição e publicação de vídeos *onlines*. Por fim, no final deste trabalho, serão apresentadas as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De modo geral, a arquitetura do *streaming* de vídeo pode ser verificada na Figura 1 abaixo. Nela, é possível verificar cinco componentes principais: (1) o vídeo o qual se deseja transmitir, (2) os sistemas de compressão de áudio e vídeo, (3) o servidor de *streaming*, (4) o meio de transmissão e (5) o servidor cliente, que irá receber o vídeo no usuário final.

Figura 1 - Diagrama de blocos ilustrando uma arquitetura de *streaming* de vídeo.



Fonte: DAPENG, 2001.

A aquisição do áudio e do vídeo acontece em formato bruto (*raw*) (1), contendo todos os detalhes que foram capturados pelos sensores da câmera digital. A imagem capturada é armazenada na memória do computador como uma sequência de bits (SCURI, 2002) . O próximo passo é comprimir/compactar essa sequência de bits (2) utilizando um algoritmo de compressão (CODEC) com o intuito de diminuir o tamanho do arquivo e diminuir a taxa de transmissão necessária para transmitir o vídeo. Em seguida, o vídeo compactado é armazenado no servidor de *streaming (3),* onde permanece até que uma requisição do vídeo seja feita pelo servidor cliente (5). A seguir, o servidor de *streaming* recupera o vídeo comprimido e então, a camada de aplicação de controle de qualidade de serviço (QoS, do inglês *Quality of Service*) adapta o fluxo de bits de vídeo/áudio de acordo com o status da

rede e os requisitos de QoS. Por fim, o vídeo adaptado é dividido em pequenos pedaços chamados de pacotes, os quais são enviados para os usuários utilizando protocolos de transporte através da internet (4) ou rede interna (DAPENG,2001).

O servidor de streaming e o servidor cliente precisam possuir um controle de qualidade de serviço (QoS) para garantir que a experiência do usuário não seja prejudicada devido a erros de transmissão, interferências, etc. Existem métodos para que a qualidade do vídeo seja atendida em vista às diferentes condições de acesso à internet e meios de transmissão, tais como, o FEC (*forward error correction*) que é um mecanismo de controle de erro (DIAZ, 2011) e o controle de congestionamento que procura reduzir o atraso (*delay)* e prevenir a perda de pacotes (THAI,2019).

Nas próximas seções serão abordados os tópicos de como é formado um sinal de vídeo e seus principais componentes, os principais CODECs utilizados na compressão de vídeos, as principais plataformas gratuitas de *streaming*, as aplicações de criação de vídeo mais utilizadas, velocidade de conexão e principais dongles.

2.1 Sinais de vídeo

Nesta seção, serão apresentados alguns conceitos básicos de sinais de vídeo para um melhor entendimento dos próximos tópicos.

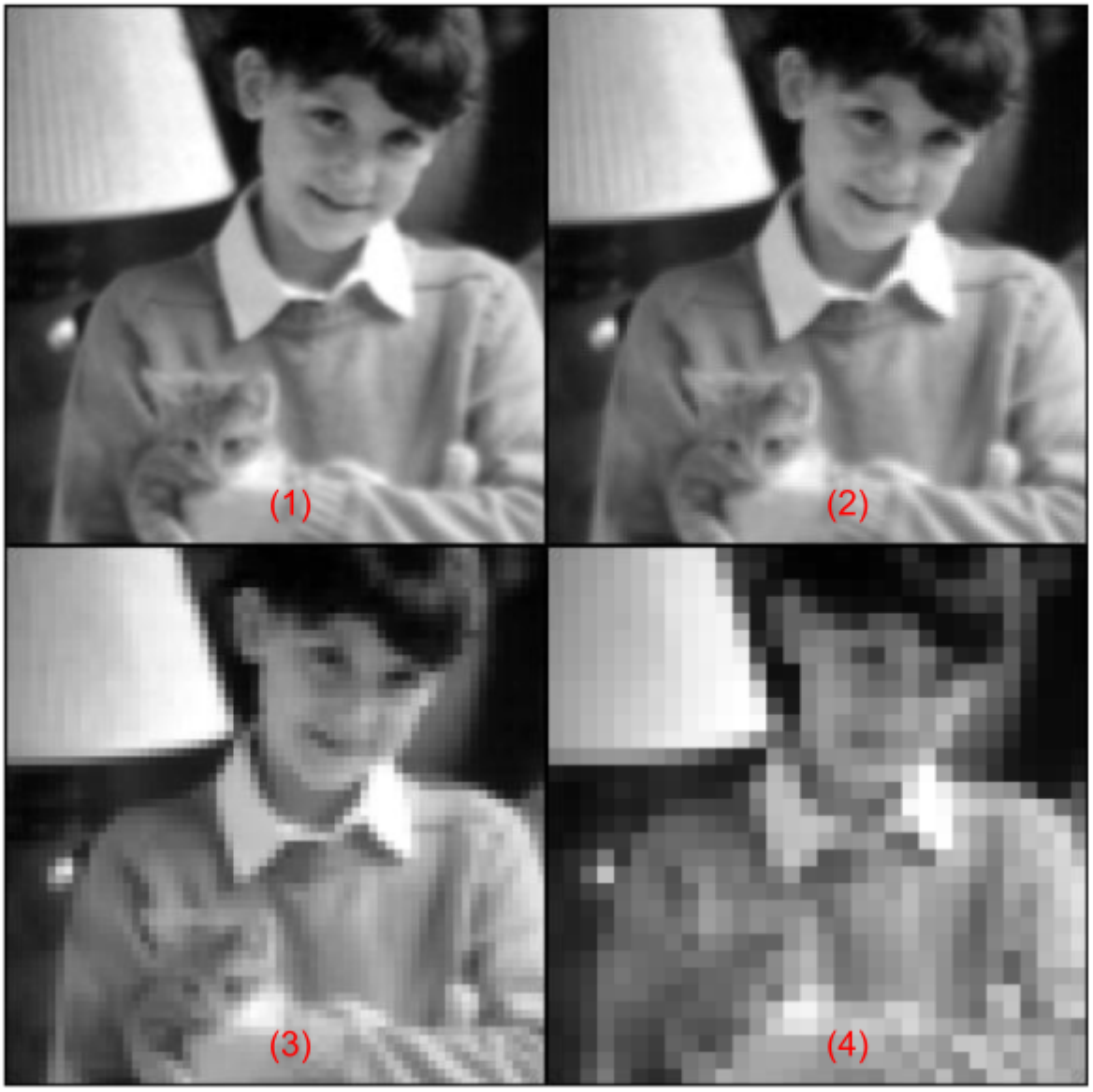
2.2.1 Parâmetros de imagem e vídeo

Existem muitos formatos e tamanhos de vídeos diferentes, por isso é importante ter o entendimento dos parâmetros de um vídeo, tais como pixel, resolução, cores, quadros/frames, para analisar o melhor formato e tamanho ao iniciar a criação de um vídeo.

O tamanho do vídeo e de fotos digitais é sempre medido em *pixels*. O *pixel* vem do inglês *picture element*, que nada mais é a menor unidade de uma imagem digital. Os *pixels* são normalmente representados por quadrados, gerando uma grade (*grid*) regular. A nitidez da imagem está fortemente ligada à quantidade de

pixels que ela possui, quanto maior o número de *pixels*, mais nítida ela é, conforme ilustrado pela Figura 2.

Figura 2. Quatro representações da mesma imagem, mostrando a variação no número de *pixels* utilizados. (1) 65.536 pixels (256x256). (2) 16.000 pixels (128x128). (3) 4.096 pixels (64x64) . (4) 1.024 pixels (32x32).

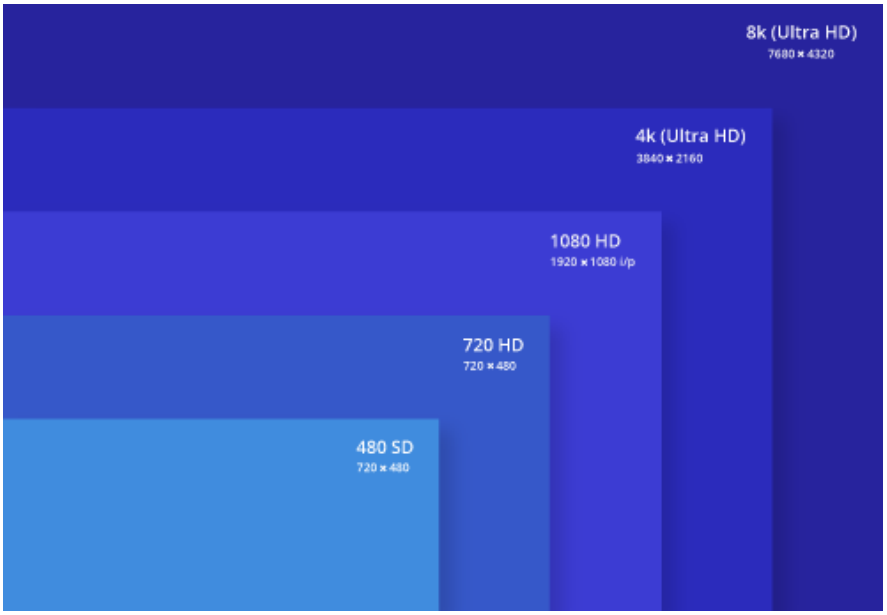


Fonte: JENQ-NENG HWANG, 2009

A resolução de uma imagem/vídeo nada mais é do que a quantidade de linhas horizontais e colunas verticais de pixels que a imagem possui.

Consequentemente, quanto maior for o número de pixels, maior a sua resolução e a sua qualidade. A Figura 3 compara as diferentes resoluções de vídeo comerciais existentes. Por exemplo, um formado SD (*Standard Digital*, também conhecido como 480p) possui 720 por 480 *pixels,* esse formato era utilizado nas televisões de tubo e possui uma proporção 4:3 que era quase um quadrado. Já o HD (*High Definition,* também conhecido como 720p) e o *full* HD (1080p) são os formatos mais utilizados hoje em dia e possuem proporção 16:9 que é mais amplo horizontalmente, mais conhecido como *wide screen*. A proporção depende da plataforma de *streaming* e do dispositivo no qual será visto o conteúdo.

Figura 3 - Comparação entre as resoluções de vídeo.



Fonte: SYNOPI, 2021

Outro componente importante da imagem é a profundidade de cor (*color depth*), ela é indicada pela quantidade de ***bits*** utilizados para codificar a cor de cada um dos *pixels* de uma imagem. Para imagens digitalizadas, geralmente a quantidade de cores é de 24 *bits* RGB (*Red, Green and Blue*), significando que para cada pixel estão disponíveis 8 *bits* ou 256 possibilidades de valores diferentes para cada componente (canal) de cor, sendo eles o vermelho, o verde e o azul, totalizando, aproximadamente, 16.8 milhões de cores. Sendo o suficiente para a exibição em vídeo ou tela de computadores. Este formato de cor se baseia na teoria da visão colorida tricromática de Young-Helmholtz e o triângulo de cores de Maxwell. Trata-se

de uma modelo de cores aditivo, no qual as três cores primárias são combinadas de forma a reproduzir todas as outras cores (RUSS, 2011).

O vídeo digital é formado por uma sequência de imagens paradas chamadas de quadros/fotogramas (*frames*) que são apresentadas a uma taxa suficientemente rápida que, aos olhos humanos, causam a impressão de movimento.

> No caso do movimento de quadros, quando os fotogramas de fotografias distintas são exibidos na velocidade adequada, as células da retina, estimuladas por um fotograma, ainda estão estimuladas quando é exibido o fotograma seguinte. Desse modo, a imagem de cada fotograma parece fundir-se com a imagem do anterior e dos que se seguem, produzindo a percepção de um movimento contínuo (SCHIFFMAN, 2005, p.153).

Esta taxa é chamada de *frame rate* ou taxa de quadros por segundo (fps, do inglês *frames per second*). Portanto quanto mais frames forem apresentados em um segundo, maior é a percepção de fluidez do vídeo. Porém, o custo disso será uma maior necessidade de capacidade de armazenamento e/ou taxa de transmissão/recepção. O *frame rate* padrão para o YouTube, por exemplo, é de 30 fps, mas também aceita a taxa de 60 fps.

2.2.2 Parâmetros de transmissão

Para a transmissão de vídeos ao vivo ou o *upload* de um vídeo em uma plataforma de *streaming*, é necessário entender algumas métricas relacionadas à transmissão de vídeo, como o *bit rate*.

A taxa de *bits* ou *bit rate* se refere à quantidade de bits (informação) transmitida por unidade de tempo, que pode ser mensurada em *bits* por segundo (bps). Para um vídeo, sem considerar o som, a taxa de bits necessária para transmiti-lo pode ser calculada pela Equação (1). Por exemplo, um vídeo de resolução HD (1280x720) utilizando uma profundidade de 24 bits de cor a 30 quadros por segundo precisaria de, aproximadamente, 664 Mbits por segundo (SCURI, 2002). Para termos uma ideia de qual seria a taxa de transmissão necessária para se transmitir um vídeo, elaboramos a Tabela 1, que ilustra a

variação da taxa de bits de acordo com as características do vídeo, considerando imagens coloridas codificadas com 24 bits de cores (considerando apenas a imagem do vídeo).

$$\text{Taxa de Bits para a transmissão} = \text{Resolução} * \text{Profundidade de cor} * \text{Taxa de quadros por segundo} \quad (1)$$

Tabela 1. Taxa de bits que seria necessária para se transmitir um vídeo raw, de acordo com as características do vídeo, considerando imagens codificadas com 24 bits de cores e sem considerar o áudio.

Qualidade	Resolução	Taxa de quadros por segundos (fps)	Taxa de bits do vídeo (aproximadamente)
Ultra HD (UHD) /4K	3840 x 2160	60	12 Gbps
Ultra HD (UHD) /4K	3840 x 2160	30	6 Gbps
Quad HD (QHD)	2560 x 1440	60	5,3 Gbps
Quad HD (QHD)	2560 x 1440	30	2,65 Gbps
Full HD (FHD)	1920 x 1080	60	3 Gbps
Full HD (FHD)	1920 x 1080	30	1,5 Gbps
High Definition (HD)	1280 x 720	60	1,33 Gbps
High Definition (HD)	1280 x 720	30	664 Mbps
Standard Resolution (SD)	854 x 480	30	300 Mbps

Fonte: Autor

Analisando a Tabela 1, é possível observar grandezas nas faixas de Megabits (10^6) e Gigabits (10^9) necessárias para a transmissão de um vídeo raw, o que é alto se compararmos com a taxa de conexão de Internet doméstica média do Brasil que é de 95,95 Mbps de *download*, de acordo com a pesquisa realizada pela Ookla[5] em

[5] Disponível em: <https://www.speedtest.net/global-index/brazil> . Acesso em: 9 de dezembro de 2022.

outubro de 2022. Como forma de contornar esse problema, é possível usar técnicas de compressão de áudio, imagem e vídeo.

Nos *streamings*, os sinais de vídeo não são transmitidos na sua versão raw, eles são codificados e comprimidos através dos CODECS. Desta forma, a taxa de *bits* necessária para conseguirmos assistir um vídeo por *streaming* é bem menor do que a taxa apresentada na Tabela 1. Na Tabela 2 mostramos as configurações sugeridas pelo YouTube para assistir a uma transmissão ao vivo, de acordo com a taxa de *bits* necessária para se conseguir assistir esse vídeo nas condições/configurações apresentadas pela tabela. Nela é possível verificar que as taxas de bits estão na grandeza de Kilos (10^3), ou seja, aproximadamente, 1000 vezes menores do que as taxas dos vídeos sem compressão.

Tabela 2. Taxa de bits necessária para conseguir assistir um vídeo no YouTube de acordo com as características do vídeo.

Qualidade	Resolução	Taxa de quadros por segundos (fps)	Intervalo da taxa de bits do vídeo (Kbps)
Ultra HD (UHD) /4K	3840 x 2160	60	20.000 a 51.000
Ultra HD (UHD) /4K	3840 x 2160	30	13.000 a 34.000
Quad HD (QHD)	2560 x 1440	60	9.000 a 18.000
Quad HD (QHD)	2560 x 1440	30	6.000 a 13.000
Full HD (FHD)	1920 x 1080	60	4.500 a 9.000
Full HD (FHD)	1920 x 1080	30	3.000 a 6.000
High Definition (HD)	1280 x 720	60	2.250 a 6.000
High Definition (HD)	1280 x 720	30	1.500 a 4.000
Standard Resolution (SD)	854 x 480	30	500 a 2.000

Fonte: YOUTUBE HELP,2022

A maioria das plataformas de transmissão de vídeo ao vivo tem por padrão a resolução automática, ou seja, ele ajusta o vídeo de acordo com a taxa de conexão da internet do usuário no momento. Porém, também é possível ajustar essa configuração de forma manual.

Além do conhecimento sobre parâmetros de vídeo e velocidade da internet, é importante analisar o conteúdo a ser transmitido, pois, em alguns casos, a qualidade da imagem pode ser reduzida. Por exemplo, na transmissão de um show ao vivo, é melhor comprometer a qualidade da imagem ao invés de comprometer a qualidade do áudio ou a transmissão travar.

Por fim, tendo em vista que o tráfego de vídeo através de celulares está crescendo, conforme relatório da CISCO[6], onde era previsto que 79% do tráfego de dados de celulares seriam utilizados para vídeo em 2022, e que é esperado que o 5G aumente esse tráfego ainda mais (NIGHTINGALE et al.,2018), segue abaixo a Tabela 3, ilustrando as taxas de transferência máximas de conexão (*download*) possíveis de serem obtidas a partir das diferentes tecnologias de transmissão de dados móveis.

Tabela 3. Rede e velocidade máxima de conexão.

Rede	Taxa de transferência máxima de conexão (Kbps)
2G	64
3G	2.000
4G	50.000
5G	400.000

Fonte: RANTCELL[7]

2.2 CODECs

CODEC é a junção das palavras codificador e decodificador (do inglês *COder* and *DECoder*), ele é um conjunto de vários algoritmos de compressão e descompressão de um determinado tipo de sinal digital (CORREIA,2009). Ele é usado para comprimir e descomprimir dados multimídia como áudio, imagem e/ou vídeo. O grande objetivo da compressão de arquivos multimídia é selecionar e

[6] Disponível em <http://media.mediapost.com/uploads/CiscoForecast.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2022

[7] Disponível em <https://rantcell.com/comparison-of-2g-3g-4g-5g.html>. Acesso em: 25 de outubro de 2022

descartar informações redundantes e desnecessárias, as quais o consumidor não sentirá falta/perceberá (LUFF, 2011). Essa técnica traz dois benefícios principais: permite a transmissão e o armazenamento de arquivos em lugares que não seria possível se ele estivesse no formato *raw* (sem nenhum tipo de compressão), fazendo com que sejam mais eficientes os usos da transmissão dos dados e dos recursos de armazenamento. Porém o desafio principal da compressão está em buscar um modelo que represente o vídeo usando o menor número de *bits* possível sem que a qualidade do conteúdo seja afetada de forma significativa (RICHARDSON, 2003).

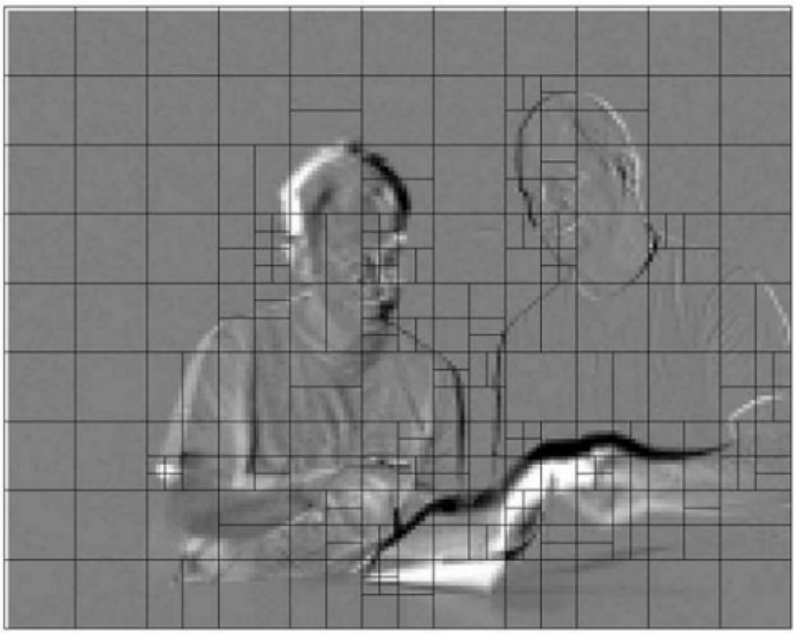
Existem inúmeros CODECs de áudio e de vídeo disponíveis hoje em dia, cada um com suas características. Esses CODECs podem ser divididos em duas categorias diferentes: os que realizam a compressão sem perdas (*lossless*) e os que realizam a compressão com perdas (*lossy*). Os codificadores sem perdas são geralmente utilizados em estúdios de gravação, rádios e emissoras de televisão. Neles, a imagem ou o som originais não são alterados, o que torna possível a descompressão de um sinal idêntico ao original. Neste caso, o tamanho do arquivo é reduzido cerca de 2 a 3 vezes do tamanho original (MIOTO, 2015). Já nos codificadores com perdas, a redução do tamanho dos arquivos pode variar de 10 a 12 vezes no caso de arquivos de áudio. Já para sinais de vídeo, essa taxa pode chegar a algumas centenas ou até milhares de vezes (RGB SPECTRUM, 2022). Nesse tipo de compressão, modelos psicoacústicos e psicovisuais podem ser utilizados para eliminar sinais (no tempo, espaço, espaço de cores e/ou frequência) que o ouvido e os olhos humanos não são capazes de detectar.

Os principais fatores que tornam possível a compressão de dados multimídia é a limitada percepção visual do ser humano, e a redundância de dados presentes nesses tipos de arquivos. Uma das limitações que a compressão de dados usa a seu favor é o fato de que o olho humano é mais sensível às informações de luminância (refere-se à luzes, sensibilidade ao branco e ao preto) que à de crominância (refere-se ao valor das cores) (CARVALHO, 2008). Tendo conhecimento dessa sensibilidade do sistema visual humano, o CODEC visa a eliminação de informações que não afetarão a percepção da qualidade visual do usuário. Em outras palavras, uma forma de reduzir o tamanho da imagem sem comprometer a

percepção visual (DAPENG, 2001) é através da diminuição da taxa de amostragem dos componentes de crominância em relação aos de luminância (RICHARDSON, 2002).

Outro tipo de redundância que pode ser observado em sinais de vídeo, por exemplo, são em telejornais, onde o espaço ao redor do repórter geralmente permanece o mesmo durante quadros adjacentes. Este tipo de redundância é chamada de redundância temporal, que consiste na repetição de macroblocos entre dois ou mais quadros. Um outro exemplo pode ser verificado na Figura 4, onde um quadro de imagem foi subdividido em várias partições, utilizando macro blocos de 16x16, 8x8, 16x8 e 8x16. É possível reparar a existência de redundância de diversos macroblocos. Portanto, não é necessário armazenar todos os blocos iguais, basta armazenar um e utilizá-lo diversas vezes em posições diferentes para reconstruir a imagem (SILVA, 2008). Esse tipo de redundância é chamada de redundância espacial. Para que sejam eliminadas esses tipos de redundância, é utilizada a codificação preditiva que é a base dos algoritmos de compressão. Os algoritmos preditivos utilizam previsão da continuidade do movimento que pode ocorrer nas imagens seguintes da sequência do vídeo (CORREIA,2009).

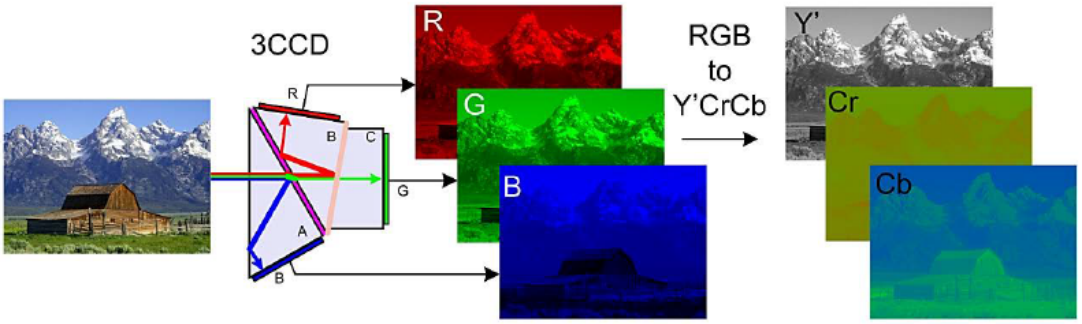
Figura 4 - Divisão de um quadro em várias partições (macroblocos).



Fonte: SILVA, 2008

Em algoritmos de compressão de imagens e vídeo, o sistema de cores RGB é convertido num sistema ligeiramente diferente designado por YCbCr que permite quantificar a componente responsável pela luminosidade (‘Y’) e também as componentes cromáticas de diferença azul e vermelho (‘Cb’ e ‘Cr’ respectivamente) (Ribeiro;Torres, 2009). O objetivo principal de realizar essa conversão é que, para a compressão, é possível perder mais informações de crominância (Cb e Cr) do que de luminosidade (Y), pois o olho humano é mais sensível à luminância. A Figura 5 ilustra essa conversão de sistema de cores.

Figura 5 - Conversão de uma imagem RGB para Y’CrCb.



Fonte: CORREIA, 2009

Por fim, para o *streaming* de vídeo, os principais CODECs utilizados são os com perda pelo fato da redução do tamanho do arquivo ser bem maior do que os sem perdas. Afinal, quanto menor o arquivo, melhor a eficiência da transmissão pois necessita de uma taxa (*bitrate*) de transferência menor. Na sequência apresentaremos alguns dos principais codificadores de vídeo utilizados atualmente por algumas das principais plataformas de *streaming*.

2.2.1. H.264 e H.265

O CODEC H.264, também conhecido como AVC (*Advanced Video Encoding*) ou MPEG-4, foi criado e desenvolvido pelo ITU-T *Video Coding Experts Group*

(VCEG) em conjunto com JTC1 *Moving Picture Experts Group* (MPEG) em 2003 (OSTERMANN, 2004). Este padrão de compressão é considerado híbrido, pois aproveita tanto a redundância temporal quanto a espacial na compressão da mídia (BOYADJIS et al., 2017). De acordo com WIEGAND (2003), este sistema representou um grande avanço para a tecnologia de codificação de vídeo em termos de aprimoramento da eficiência de codificação e da flexibilidade para um uso eficaz em uma grande variedade de tipos de redes e aplicações (WIEGAND et al., 2003).

O H.264 e os codecs anteriores do grupo MPEG como, por exemplo, o MPEG-2, utilizam o espaço de cor YCbCr, que permite que a mídia possa ser analisada em componentes distintos de luminosidade e componentes cromáticos de diferença azul e vermelho. Esse codec utiliza uma estrutura de amostragem onde cada componente cromático possui ¼ do número de amostras em relação às amostras do componente de luminosidade (WIEGAND et al., 2003).

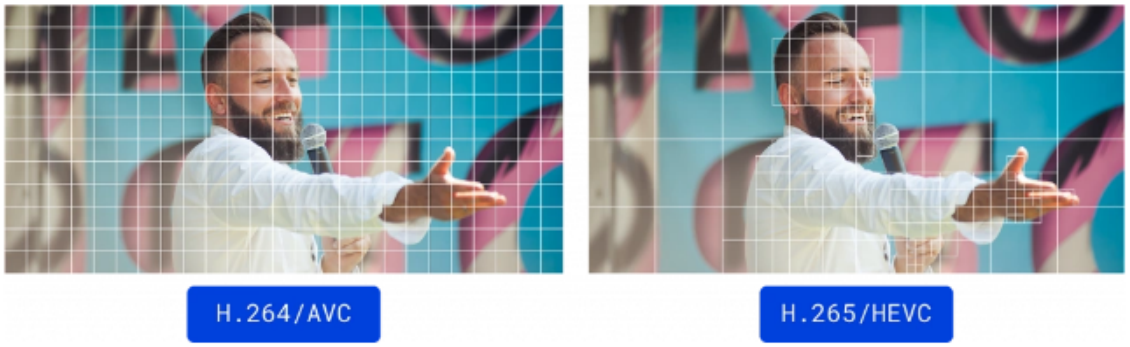
Esse codec utiliza previsões espaciais e temporais, sendo elas a *intra-prediction* e a *inter-prediction*, respectivamente. A intra-prediction é o processo de compressão que analisa as redundâncias espaciais dentro da mesma imagem, sem recorrer aos *frames* vizinhos. Quanto maior for a informação redundante na imagem, maior será a capacidade de compressão proporcionada por esta técnica. Já a *inter-prediction ou motion compensation* é um processo da compressão de vídeo que utiliza-se das redundâncias temporais, ela realiza uma análise entre *frames* sequenciais comparando a informação do frame anterior com o frame atual para encontrar semelhanças e guardar em um vetor (*Motion Vecto*r) as informações das posições dos blocos semelhantes. sendo aplicada para cenários no qual as imagens permanecem estáveis por um certo tempo (Ribeiro;Torres, 2009).

No início da codificação, cada *frame* é dividido em blocos de tamanho 16x16 pixels, denominados macroblocos. Na fase de *motion estimation*, cada bloco poderá ser codificado. O algoritmo base desse codec é um híbrido entre *intra-prediction* e *inter-prediction* (i.e, *motion compensation*), por isso cada bloco poderá ser codificado utilizando um dos dois casos. Nesse codec, os blocos podem ser subdivididos em dimensões de até 4x4 pixels (JENQ-NENG HWANG, 2009).

Já o H.265, ou HEVC (*High Efficiency Video Coding*), foi criado pelo mesmo grupo do CODEC anterior e traz como proposta um processamento mais complexo e algoritmos mais eficazes, podendo diminuir pela metade o *bitrate* quando comparado ao seu antecessor, o H.264 (PASTUSZAK; ABRAMOWSKI, 2016). Ele suporta uma resolução de até 8K UHDTV (8192 x 4320) de 300 frames por segundo (SULLIVAN et al., 2013). Dois pontos negativos deste codificador é que ele demanda um alto processamento e o custo dele é maior. Esse custo é resultado do pagamento de *royalties* das tecnologias patenteadas por diversas empresas como, por exemplo, MPEG LA, HEVC Advance, Technicolor SA, entre outras (OZER, 2017).

Uma diferença entre o H.264 e o H.265 é que o primeiro utiliza macroblocos de tamanho 16x16 e 4x4 pixels na análise dos quadros e o segundo utiliza uma estrutura de blocos chamadas CTUs (*Coding Tree Units*), conforme ilustrado pela Figura 6 (MONETTE, 2021). Isto tem como consequência a redução do espaço de armazenamento necessário para vídeos com o CODEC mais novo.

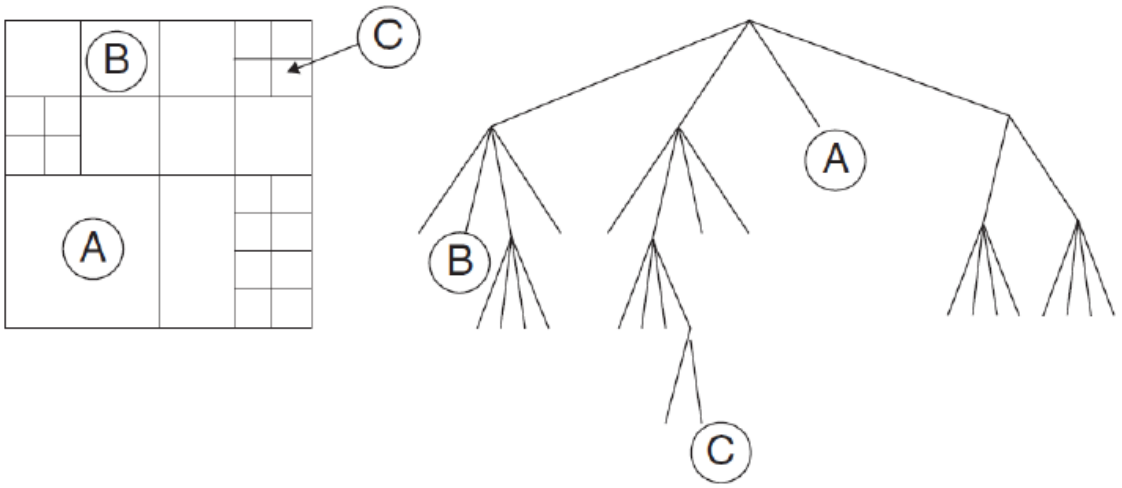
Figura 6 - Comparação entre os macroblocos H.264 x CTUs H.265.



Fonte: MONETTE, 2021

Cada CTU pode ser subdividida em blocos de até 8x8, elas são responsáveis pela codificação em diferentes zonas da imagem, quanto maior o nível de detalhe da imagem, menor será a dimensão da *CTU.* A Figura 7 exemplifica algumas dimensões de CTUs na direita, e na esquerda observa-se a representação em árvore de cada uma, sendo que cada nível da árvore representa uma dimensão diferente (BARZ;BASSETT, 2016).

Figura 7. Exemplo de CTUs. (A) CTU 32x32, (B) 16x16 e (C) 8x8.



Fonte: (BARZ;BASSETT, 2016)

No entanto, um estudo comparando o H.264 e o H.265 concluiu que, para resoluções Full HD não é necessário utilizar o CODEC H.265, mas para vídeos Ultra HD, o uso desse CODEC apresentou ser mais eficiente em termos de compressão. (UHRINA et al., 2021).

2.2.2 VP9 e AV1

O VP9 é um CODEC utilizado na compressão de vídeo que foi desenvolvido pela Google no final de 2011, oferecendo uma tecnologia livre de *royalties* para vídeos criados para a internet. Ele utiliza super blocos (SB) com o tamanho de 64x64 pixels e os decompõe em blocos menores de até 4x4 pixels (MUKHERJEE et al., 2013). Por ser da Google, este codificador é compatível com o YouTube e o navegador Chrome.

Outro CODEC *open source* é o AV1 (AOMedia Video), que foi desenvolvido pela Alliance for Open Media que é um grupo composto por grandes empresas, tais como Amazon, Apple, Google, Intel, Microsoft, NVIDIA e Samsung (AOMEDIA, 2018). Também livre de *royalties*, este CODEC é considerado o sucessor do VP9, trazendo um melhor desempenho em termos de qualidade e uma taxa de *bits* menor (LAUDE et al., 2018). O custo de uma alta eficiência na compressão é que o tempo

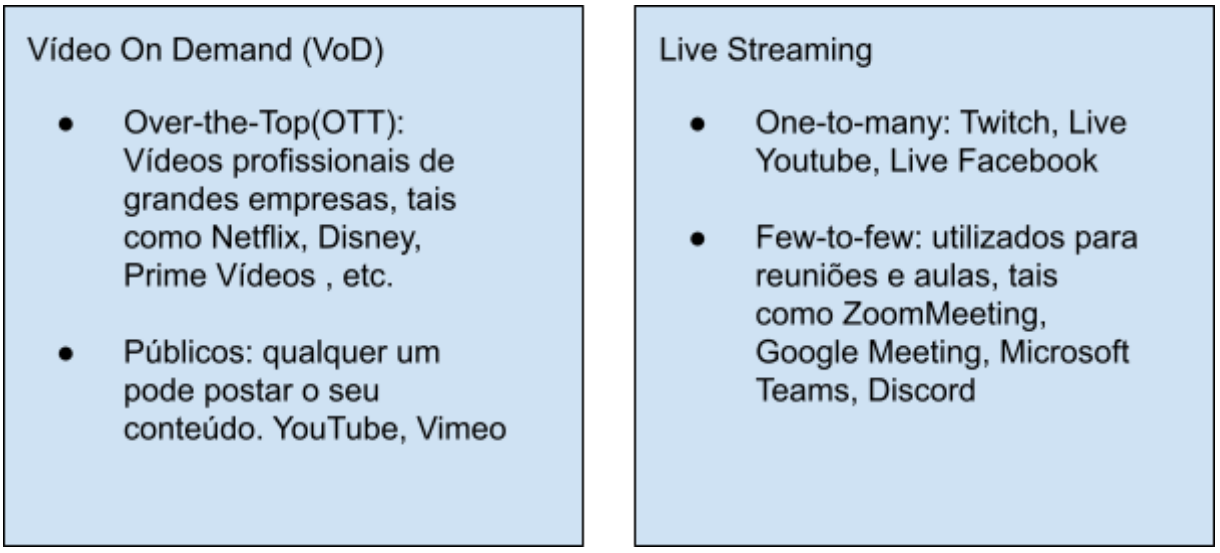
para processar um vídeo é alto, por isso estudos estão sendo feitos para diminuir o tempo de codificação do AV1 (KIM et al., 2019).

Na sequência, iremos apresentar algumas das principais plataformas de *streaming* disponíveis atualmente.

2.3 Plataformas

Por definição, uma plataforma de *streaming* é uma fonte de entretenimento *online* sob demanda (*on-demand*) para programas de TV, filmes, séries, documentários e outras mídias. Podemos dividir as plataformas de streaming em dois grandes grupos; *Video on Demand* (VOD) e *Live streaming*, conforme ilustrado pelo diagrama da Figura 8. No primeiro grupo, se encaixam as plataformas que hospedam/disponibilizam vídeos previamente gravados e editados. Já nas plataformas *Live streaming*, os vídeos são ao vivo e, na maioria das vezes, permitem a interação da audiência. Abaixo, iremos especificar alguns exemplos de plataformas presentes nestes dois grandes grupos.

Figura 8 - Categorização VoD e *LiveStreaming*



Fonte: Figura do autor

Dentre as plataformas de *streaming* VOD, temos as que distribuem filmes, séries e documentários de grandes companhias de entretenimento, tais como Netflix, Disney+ e Amazon Prime (conhecidas como Over-the-Top) e as plataformas

(tido como públicas), que permitem que qualquer pessoa possa realizar o carregamento de um vídeo, seja ele profissional ou amador. O Youtube é uma das plataformas de vídeo mais populares do mundo para VOD, atendendo mais de 105 milhões de usuários mensais no Brasil (CAPELAS, 2020) . Esta plataforma suporta vídeos com resolução até 8k, possui mais de 80 idiomas diferentes, aceita vídeos codificados em H.264 com 24, 25 ou 30fps (YOUTUBE HELP, 2022) e também permite a realização de vídeos ao vivo (*lives*).

Para conteúdos ao vivo, *Live streaming*, temos, como exemplos, as categorias *One-to-many* e *Few-to-few* que, como os próprios nomes sugerem, são destinados ao caso de uma transmissão de um para muitos ou de poucos para poucos. A plataforma mais utilizada para o caso *One-to-many* é a Twitch. Nela, foi registrada uma média de 31 milhões de acessos por dia em 2021 (TWITCH, 2021). O crescimento desse tipo de plataforma se dá principalmente pela interação entre o usuário que está realizando a *live* e os seus visualizadores, suprindo, na maioria das vezes, o desejo de interação social e senso de comunidade do visualizador (HILVERT-BRUCE, 2018).

No caso de *Few-to-few*, o Zoom Meeting é uma ferramenta de videoconferência popular, sendo que o número de usuários ativos diariamente no mundo era de, aproximadamente, 300 milhões em abril de 2020 (ISOBE; ITO, 2021). Na versão gratuita, é possível realizar reuniões com até 100 participantes por 40 minutos. Por padrão, a qualidade dos vídeos é HD (720p). Para que os vídeos sejam em *full* HD (1080p), é necessário ter contas pagas (ZOOM,2021). É possível gravar vídeo aulas e compartilhar tela nessa ferramenta.

2.4 Aplicações de edição

Existem aplicações tanto para computador quanto para celular que permitem a gravação, edição e criação de vídeos e conteúdos para que sejam postados posteriormente ou, ao vivo, em alguma plataforma de *streaming*. Nesta seção, serão abordadas algumas dessas aplicações.

2.4.1 Computador

O Open Broadcaster Software (OBS Studio) e o seu derivador Stream Labs OBS são alguns dos aplicativos mais utilizados para edição de vídeos ao vivo e também para gravações. Eles podem ser utilizados em diversas plataformas como Facebook, Youtube, Instagram, Twitch, entre outros. Indicado para gravações ou transmissões ao vivo com mais recursos, permitindo a criação de cenas com fontes diferentes, adicionar logo, entre outros.

Figura 9 - Câmera com visão superior

Fonte: KRISTANDL,2021

Nesses dois aplicativos, é possível criar diferentes perfis que contenham configurações distintas de vídeo, resolução, taxa de bits de saída, etc, de acordo com a plataforma que a pessoa pretende postar o vídeo, e se será um vídeo ao vivo ou gravado. Neles também é possível montar diferentes cenas com *layouts* e fontes de mídia diversas. Por exemplo, para uma vídeo aula de matemática, podemos ter uma cena com a câmera frontal do professor, outra com algum compartilhamento de tela mais a câmera do professor e outra com apenas uma segunda câmera focada no que o professor escreve em um papel, sendo possível alternar as cenas durante a vídeo aula, utilizando as teclas do computador. A título de curiosidade, em 2021, foi realizado um estudo de caso, onde foi possível obter maior engajamento dos alunos quando o professor adicionou uma câmera com a visão superior à suas

vídeos aulas durante a pandemia utilizando o OBS, conforme observado na Figura 9 (KRISTANDL, 2021).

Além de vídeo aulas, essas aplicações também são muito utilizadas em *lives* de *streams* de jogos, *reacts*, tutoriais, shows virtuais de música (RITONGA; SATRIA; MULYA, 2021), entre outros.

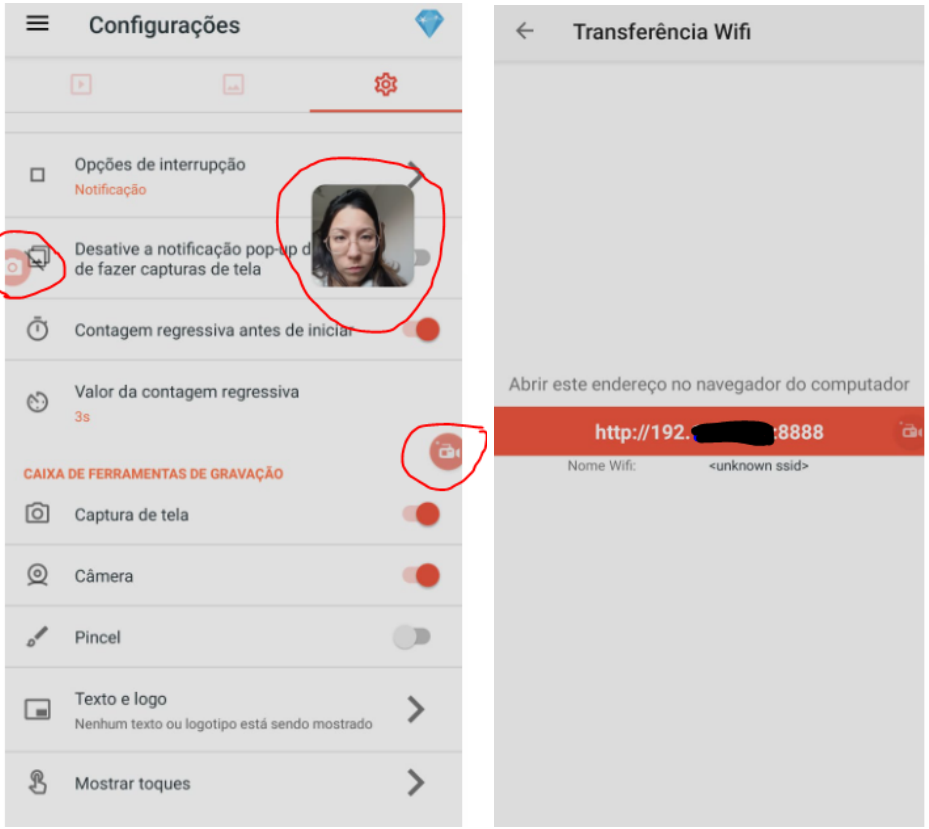
2.4.2 Smartphones

Existem também diversos aplicativos para criação e edição de vídeos para *smartphones*, pois, para muitos, esse é o único dispositivo que possuem. Abaixo está uma lista com os principais aplicativos e uma breve descrição de cada um deles:

AZ Screen Recorder: Neste aplicativo, é possível realizar a gravação da tela do celular, áudio do microfone e também adicionar a câmera frontal. Em configurações, é possível alterar parâmetros de vídeo, tais como: resolução, bit-rate, taxa de quadros, orientação do celular (vertical ou horizontal) e fonte de áudio. É importante que a permissão de sobrepor todos os *apps* esteja ativada para que o programa não feche inesperadamente durante o uso.

A Figura 10, apresenta a tela de configuração, onde é possível ativar a câmera frontal do dispositivo, o modo de captura de tela e também um pincel. Após a ativação dessas ferramentas, um ícone flutuante aparecerá na tela para que sejam utilizados durante a gravação. Também é possível baixar e acessar os conteúdos no computador acessando a parte de “Transferência Wi-Fi”, onde ele disponibiliza uma URL para ser utilizada por um computador conectado na mesma rede.

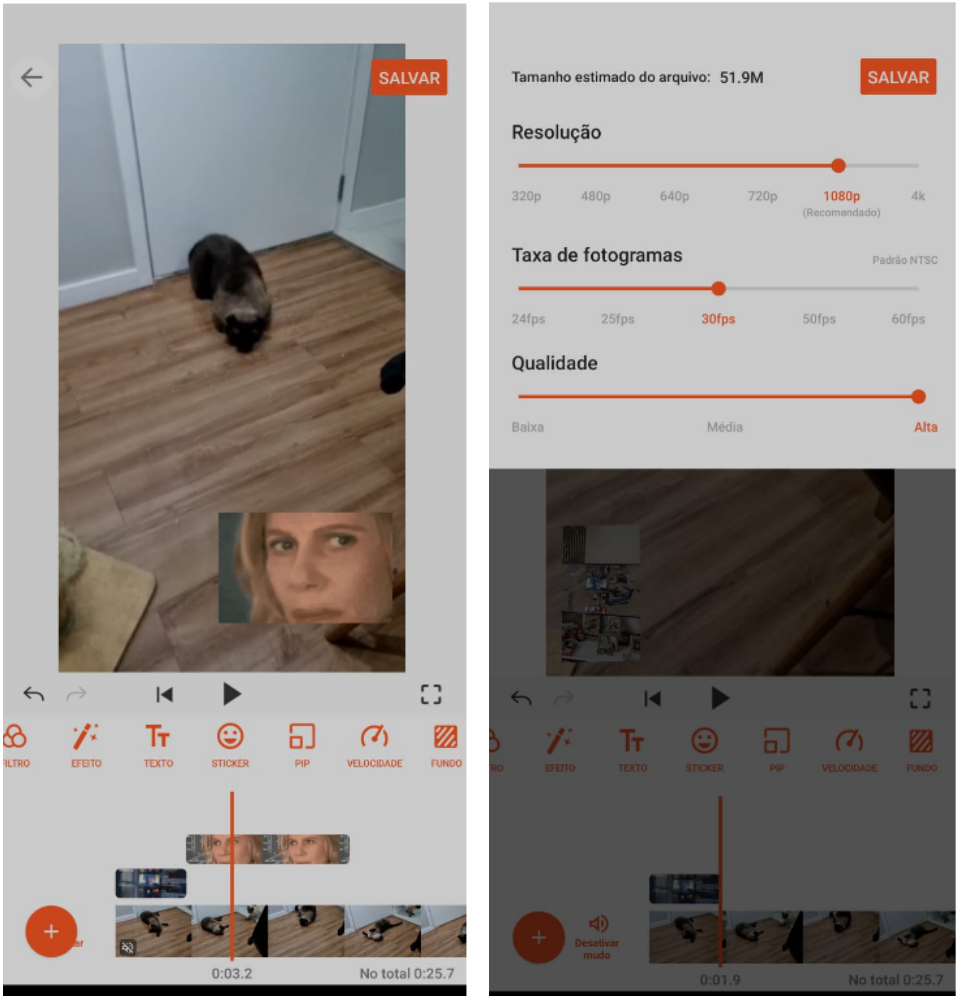
Figura 10 - Tela do aplicativo AZ Screen Recorder.



Fonte: Figura do autor

Youcut - Aplicativo para edição de vídeos já gravados, ele permite editar, cortar, aplicar efeitos, adicionar músicas, adicionar textos, entre outras opções. Conforme apresentado na Figura 11, é possível sobrepor vídeos e imagens após a finalização da edição do vídeo.

Figura 11 - Tela do aplicativo Youcut.



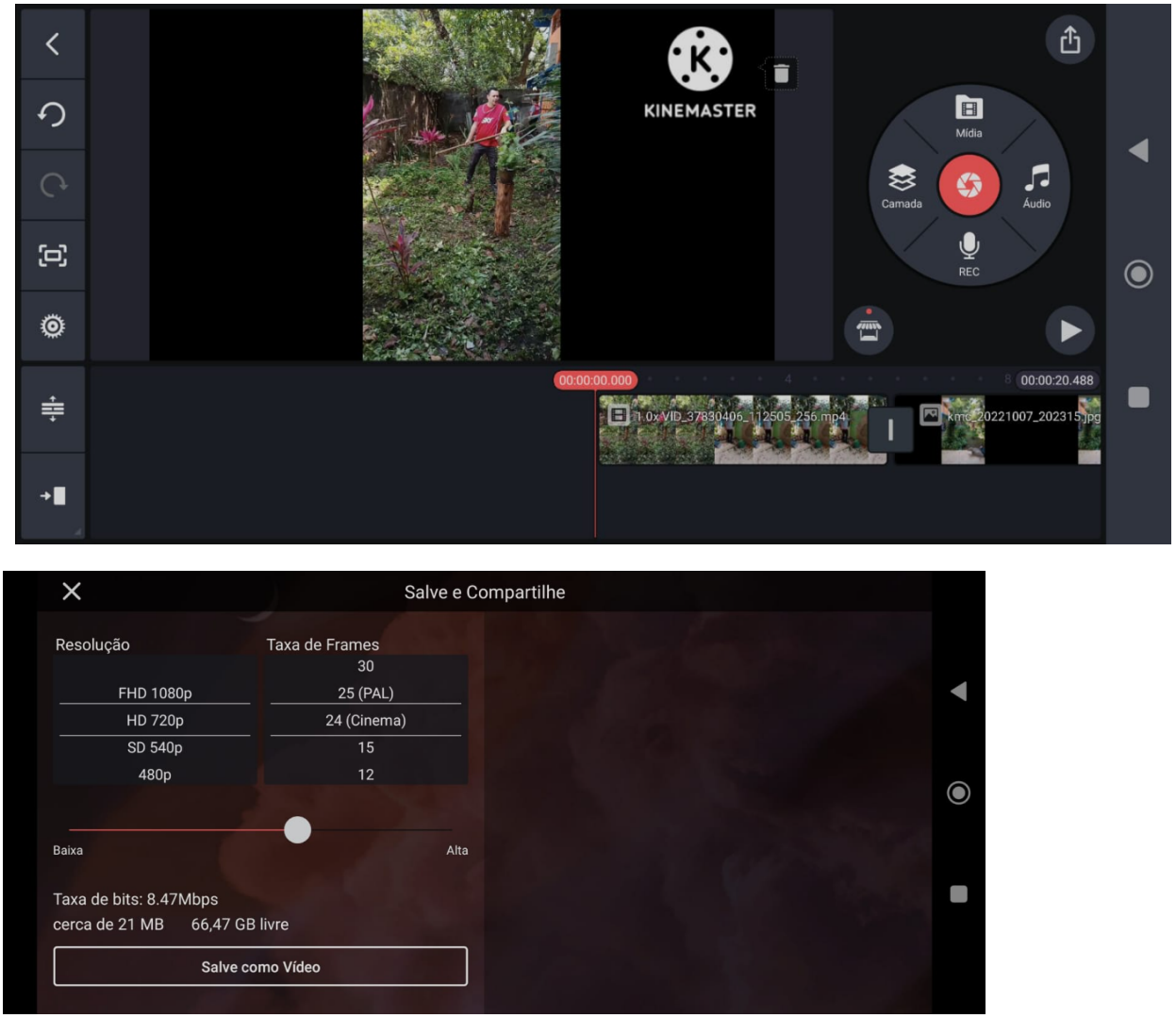
Fonte: Figura do autor.

Kinemaster: Esse aplicativo permite a gravação de novos conteúdos usando a câmera do celular e também a edição de mídias já criadas.

Ao criar um novo projeto, o aplicativo oferece diversas resoluções para que seja compatível com a plataforma (Instagram, Facebook, YouTube, etc) desejada, conforme ilustrado na Figura 12. Esse aplicativo é mais completo e complexo do que os anteriores, pois além de possuir todas as ferramentas de edição

de vídeo que o Youcut oferece, nele é possível modificar a voz/áudio, controlar o lado do áudio, o *pitch*, separar o áudio do vídeo, entre outros.

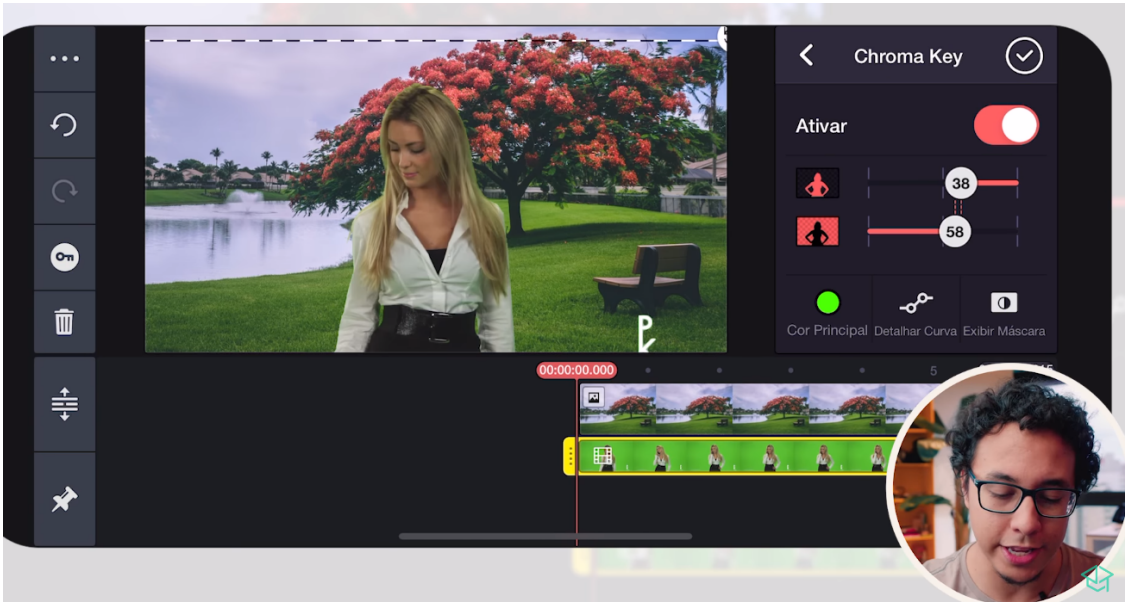
Figura 12 - Tela do aplicativo Kinemaster



Fonte: Figura do autor.

Além de todas as funcionalidades dele, o diferencial é que existe a função Chroma Key (técnica de edição de vídeo onde o cenário do vídeo é substituído por uma imagem, sendo necessário um fundo de cor sólida, geralmente verde). Conforme Figura 13, no Kinemaster é possível realizar esse tipo de edição.

Figura 13 - Tela aplicativo Kinemaster com a função Chroma Key



Fonte: FERREIRA, 2020

2.5 Dongles para Tvs

Por fim, neste capítulo iremos apresentar alguns dispositivos conhecidos como Dongles capazes de transformar uma TV simples em uma *Smart* TV. Com esses dispositivos, é possível acessar diversas plataformas de *streaming* e também espelhar a tela do seu celular na televisão. Dentre os mais famosos, temos os Chromecasts da Google, os Fires TV Sticks da Amazon, Mi TV Box da Xioami e o Roku Express TV da Roku. A principal diferença entre os Chromecasts dos demais dongles é que é preciso utilizar o celular espelhado para usar esse dongle e não é possível instalar aplicações nele, com exceção ao Chromecast 4. Nos demais Dongles e Chromecast 4, é possível instalar aplicativos e utilizar o dispositivo sem o celular, pois possuem armazenamento interno e controle remoto. Abaixo, segue uma tabela com as principais características desses dispositivos.

Tabela 4 - Alguns *Dongles* para TV e suas características

	Chromecast 3	Fire TV Stick Lite	Roku Express	Mi TV Stick	Chromecast 4	Fire TV stick 4k
Controle Remoto	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Assistente Virtual	Não	Alexa	Não, mas possui a busca "express" que pesquisa em diferentes plataformas	Google Assistente	Google Assistente	Alexa
Memória RAM	512 Mb	1 Gb		1 Gb	2 Gb	
Armazenamento interno		8 Gb			8 Gb	
Resolução máxima	Full HD (1080p)	Full HD (1080p)	Full HD (1080p)	Full HD (1080p)	4K	4K
Codec		H.265, H.264, VP9	H.265 e VP9	H.265 e VP9	HDR10 HDR10+ e Dolby Vision	
Áudio	Dolby audio	Dolby Digital e Dolby Atmos	Dolby Audio	Dolby Audio	Dolby Digital, Dolby digital Plus e Dolby Atmos	
Sistema operacional	Chrome OS	Fire OS	Roku OS		Google TV	Fire OS
Rede sem fio	2,4 GHz e 5GHz		2,4 GHz		2,4 GHZ e 5 GHz	
Portas e conectores	HDMI e Micro-USB	HDMI e Micro-USB			HDMI 2.1 e USB-C	

No próximo capítulo, iremos apresentar como é possível enviar um vídeo através do YouTube e transmitir um vídeo ao vivo utilizando esta mesma plataforma,

como realizar uma reunião virtual com o Zoom Meeting e, por fim, como é possível utilizar o OBS para gravar e/ou transmitir um vídeo.

3 APLICAÇÃO PRÁTICA

3.1 YouTube

O YouTube é uma ferramenta versátil que permite tanto o *upload* de vídeos prontos, quanto a transmissão de um vídeo ao vivo. Para isso, basta acessar a URL https://www.youtube.com/ e criar, ou vincular, a sua conta do Google com a plataforma. Após acessar a sua conta, no canto superior direito irá aparecer o ícone de uma câmera e é só clicar que ele trará a opção de “enviar vídeo” ou “transmitir ao vivo”, conforme Figura 14.

Figura 14 - Opções de *upload* de vídeo

Fonte: Autor

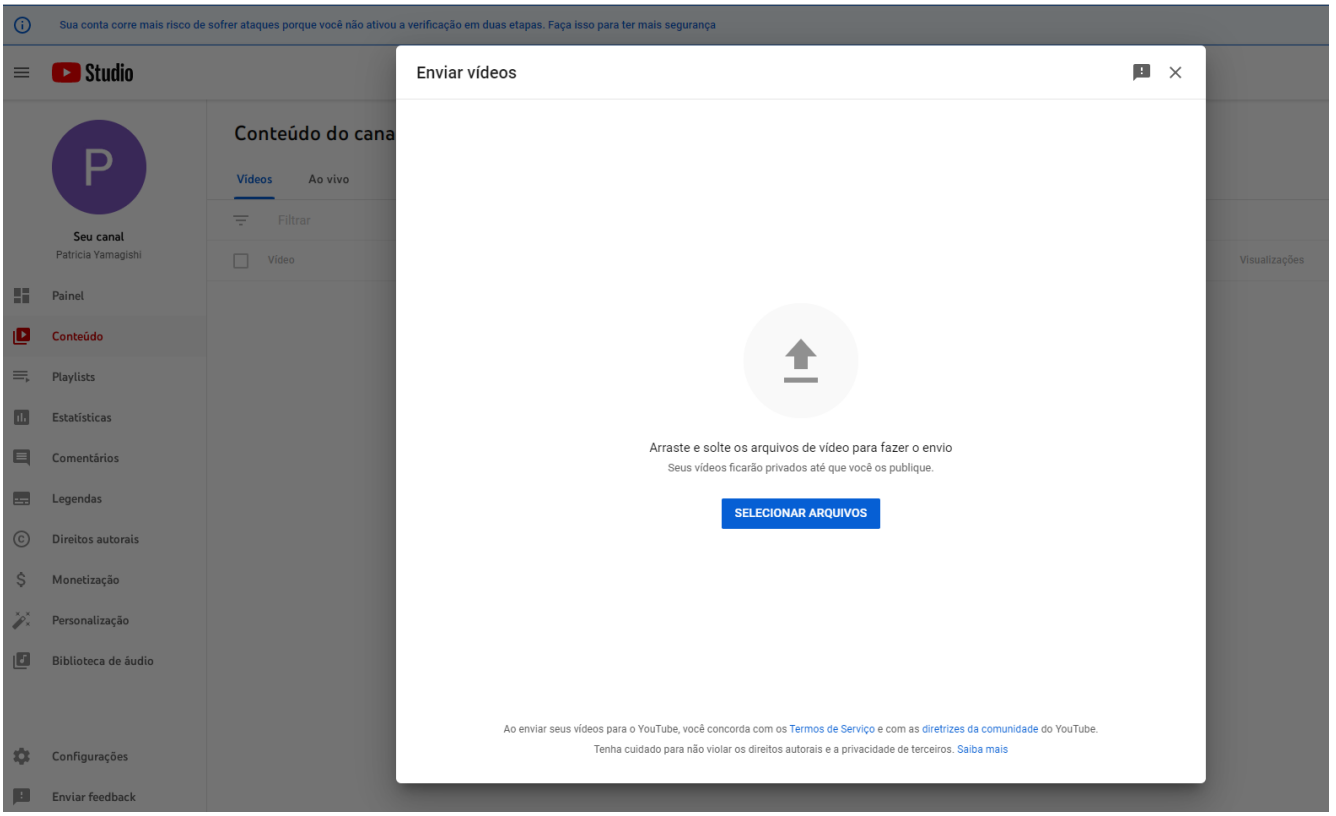
Para os dois tipos de vídeos é possível configurar a visibilidade como privado, não listado ou público. Vídeos **privados** estão disponíveis somente para as contas do Google que você permitir, os vídeos **não listados** estarão disponíveis apenas para quem tiver o *link* do vídeo e os **públicos** estarão disponíveis para todos.

3.1.1 Envio do vídeo

O YouTube aceita cerca de 16 formatos de vídeos, dentre os mais populares são: .MOV, .MPEG-1, .MPEG-2, MPEG4, .MP4, .AVI, .WMV e .HEVC. Para um melhor aproveitamento da tela, é aconselhável gravar vídeos na proporção de 16:9,. Caso sejam enviados vídeos em outras proporções, a ferramenta ajusta automaticamente o vídeo.

Ao clicar em enviar vídeo, você será direcionado à ferramenta do YouTube Studio, onde é possível fazer alguns ajustes no vídeo e um *pop-up* será aberto. Conforme mostrado na Figura 15, é possível arrastar o arquivo do seu vídeo para o campo ou selecionar manualmente.

Figura 15 - Tela do YouTube para carregamento de vídeo.



Fonte: Autor

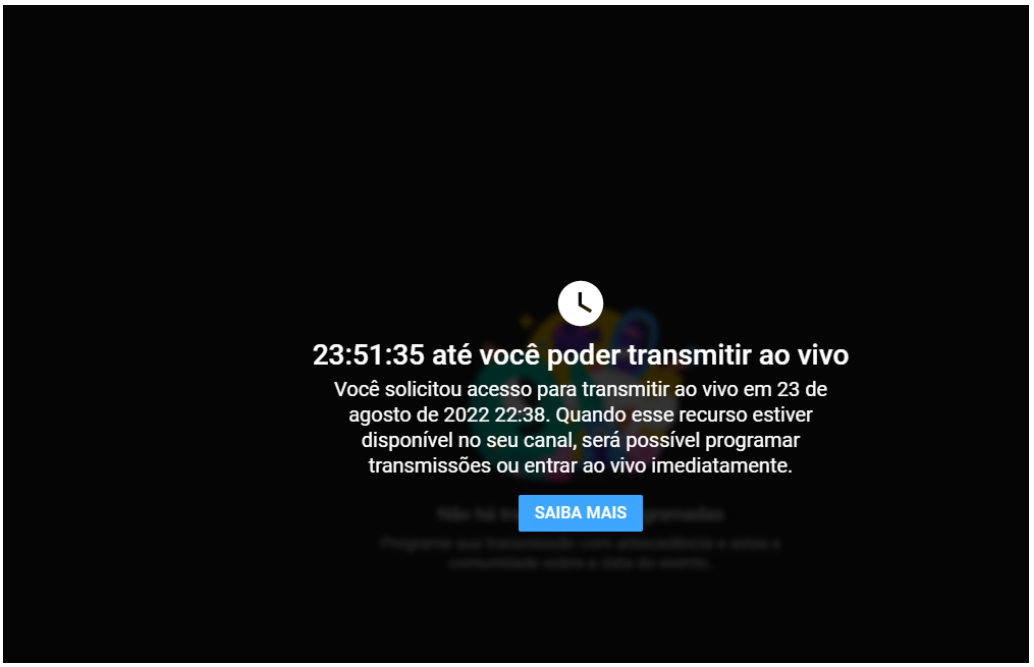
Após a seleção do vídeo, o YouTube pedirá a inserção de alguns detalhes como título, descrição, se ele será inserido em alguma *playlist* do seu canal e se o

conteúdo é destinado a crianças ou não. Nessa etapa, o YouTube irá verificar se algum problema com direito autoral está presente no vídeo e, caso encontre, o vídeo não será monetizado e também será possível configurar a visibilidade do vídeo.

3.1.2 Transmissão ao vivo

Antes de iniciar a primeira transmissão ao vivo, é necessário solicitar a ativação desta funcionalidade clicando em “transmitir ao vivo”. O Youtube irá verificar se a sua conta possui alguma restrição de transmissão ao vivo, o que pode levar até 24 horas, conforme ilustrado pela Figura 16. Também é importante ressaltar que para transmitir ao vivo a partir da câmera do celular, é necessário ter pelo menos 1000 seguidores no seu canal. Esta restrição não é válida para transmissão a partir do computador.

Figura 16 - Mensagem de primeiro acesso à transmissão ao vivo.

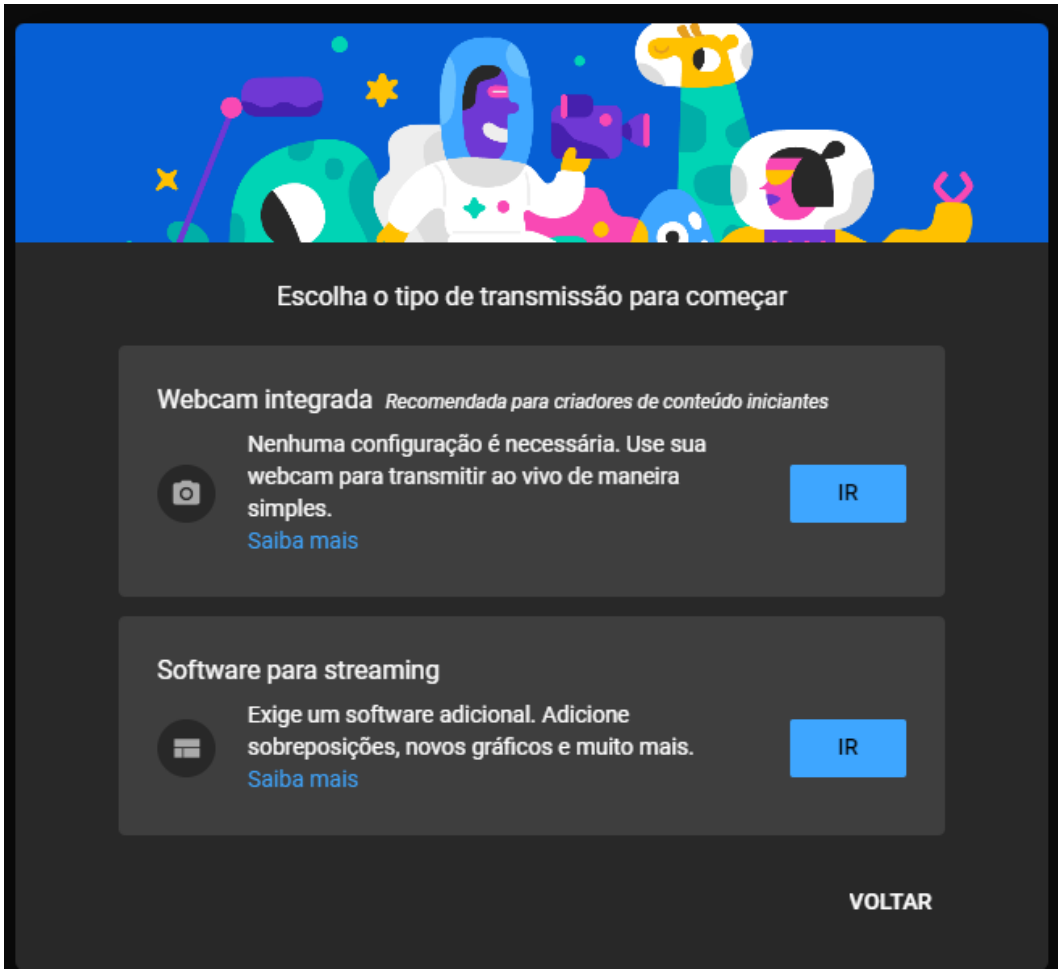


Fonte: Autor

Após o término do tempo que o YouTube pede para analisar se a sua conta é apta ou não para a transmissão ao vivo, a imagem ilustrada pela Figura 17 aparecerá perguntando se a sua transmissão será a partir de uma *webcam*

integrada no seu computador ou se será a partir de um *software* de *streaming* (como é o caso do OBS studio, que será abordado mais para frente).

Figura 17 - Escolha de tipo de transmissão.

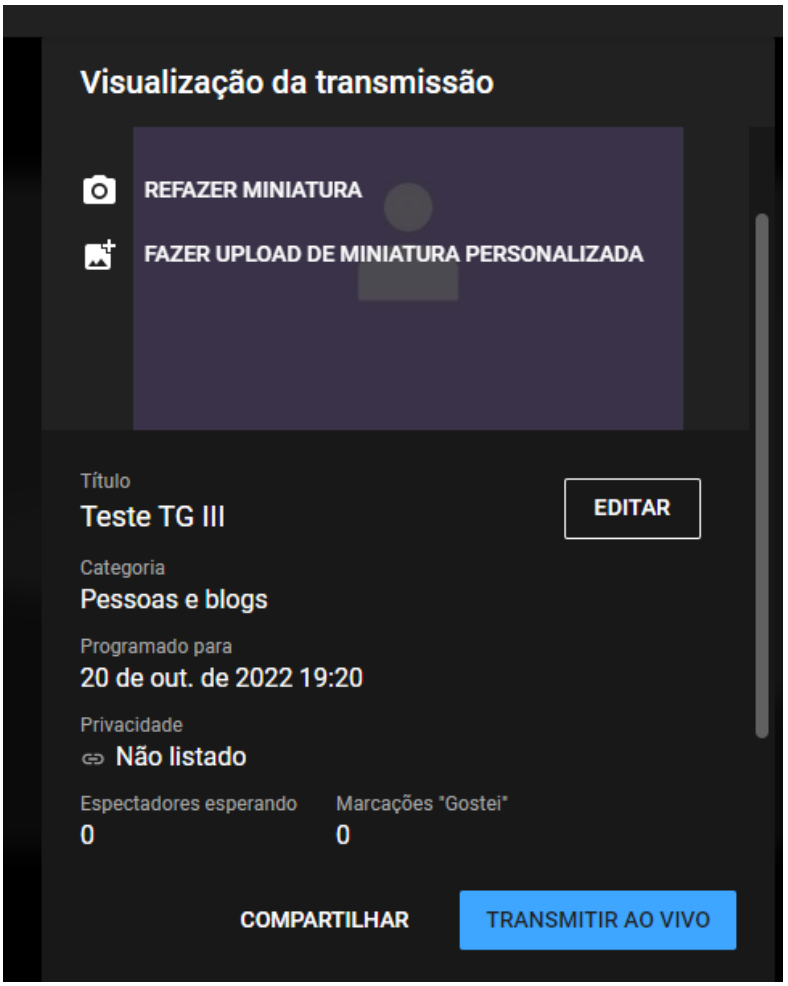


Fonte: Autor

Selecionando a opção "*Webcam* integrada", uma nova tela aparecerá solicitando os detalhes do vídeo tais como título, descrição, categoria, permissão de comentários, visibilidade, entre outros.

Após definir os aspectos do vídeo, uma tela com o resumo aparecerá antes de iniciar a transmissão, conforme a imagem da Figura 18.

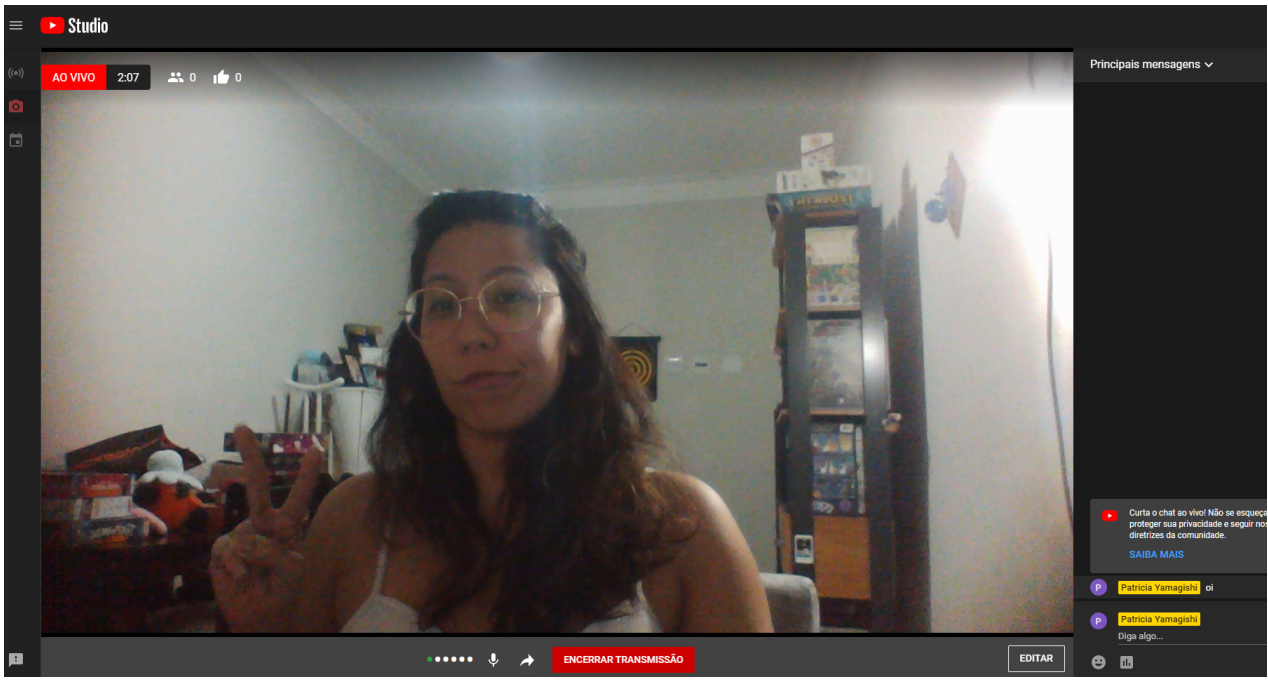
Figura 18 - Resumo das configurações do vídeo.



Fonte: Autor.

Ao iniciar a transmissão, será possível visualizar a câmera integrada juntamente com os comentários ao vivo (caso configurado), conforme ilustrado pela Figura 19.

Figura 19 - Transmissão ao vivo pelo Youtube Studio.



Fonte: Autor.

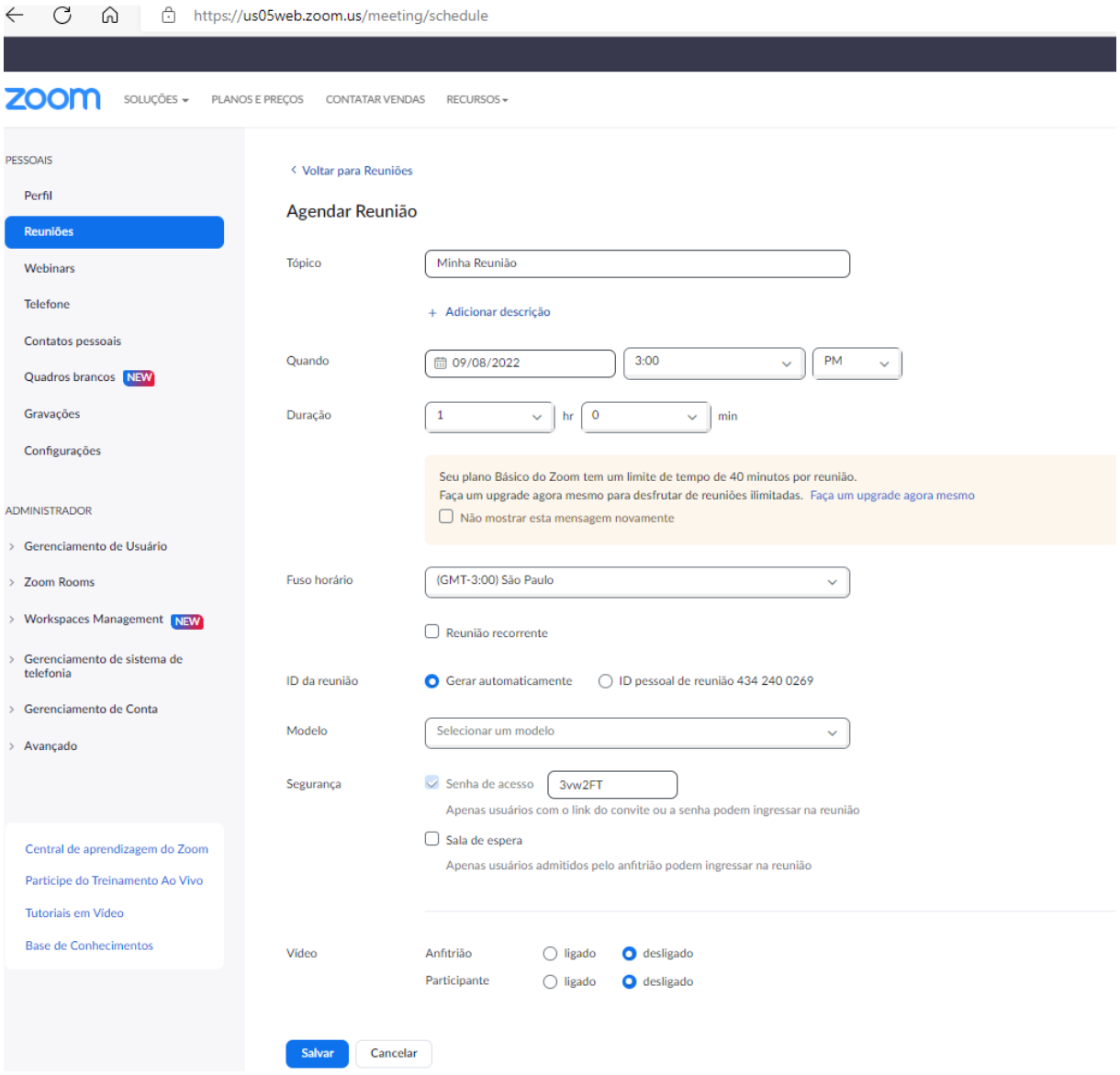
Após a finalização da transmissão, o vídeo ficará salvo em seu canal do YouTube, podendo ser editado posteriormente no YouTube Studio.

3.2 Zoom Meeting

Esta ferramenta possui a versão gratuita e outras versões pagas mais completas. Para acessar basta utilizar o link: https://zoom.us/ ou baixar o aplicativo usando a Play Store ou Apple Store. O uso desta plataforma é aconselhado para vídeo conferências e também para gravar vídeo aulas em formato .MP4. No pacote gratuito é possível gravar a reunião localmente. Para gravações na nuvem, o aplicativo deve ser pago.

Para criar uma reunião basta acessar a plataforma, clicar em reuniões e “Criar nova reunião”. Então a tela de configurações irá abrir e nela é possível configurar a janela da reunião, o fuso horário, a recorrência, caso aplicável, a senha de acesso e a configuração inicial do vídeo, tanto do anfitrião, quanto dos participantes, conforme Figura 20.

Figura 20 - Configurações ZoomMeeting



Fonte: Autor.

3.3 OBS - Open broadcast software

Esta ferramenta é gratuita e adequada para quem precisa gravar e/ou editar vídeos com diferentes fontes (múltiplas câmeras ou telas), inserir logos ou textos

durante o vídeo, entre outros. A seguir será demonstrada a utilização deste software na prática.

Requisitos para instalação:

- Windows 7 ou acima e com placa gráfica com suporte para DirectX 10.1
- Mac: MacOS 10.12 ou acima, processador Intel. Não é compatível com processadores PowerPC (PCC)
- Linux: Computador precisa possuir o X Windows System e placa gráfica compatível com OpenGL 3.2

Link para download: https://obsproject.com/pt-br/download.

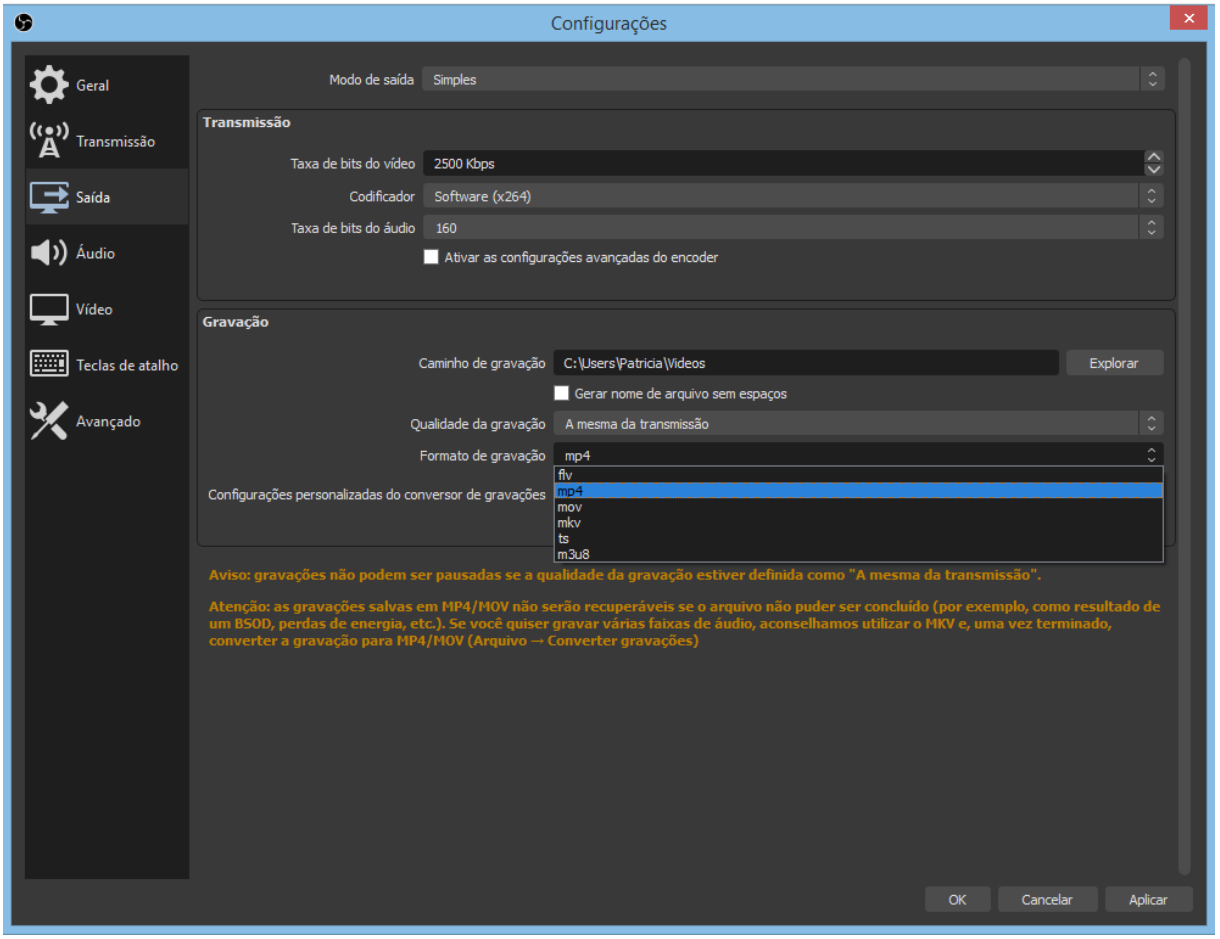
Ao instalar o *software*, o assistente de instalação irá pré-selecionar a melhor configuração para o uso que você deseja e a resolução da sua tela, não necessariamente a que será transmitida, conforme Figura 21.

Figura 21 - Telas de assistente de configuração OBS Studio

Fonte: Autor.

Também é possível acessar Arquivos->Configurações, conforme Figura 22.

Figura 22 - Configurações OBS Studio.



Fonte: Autor.

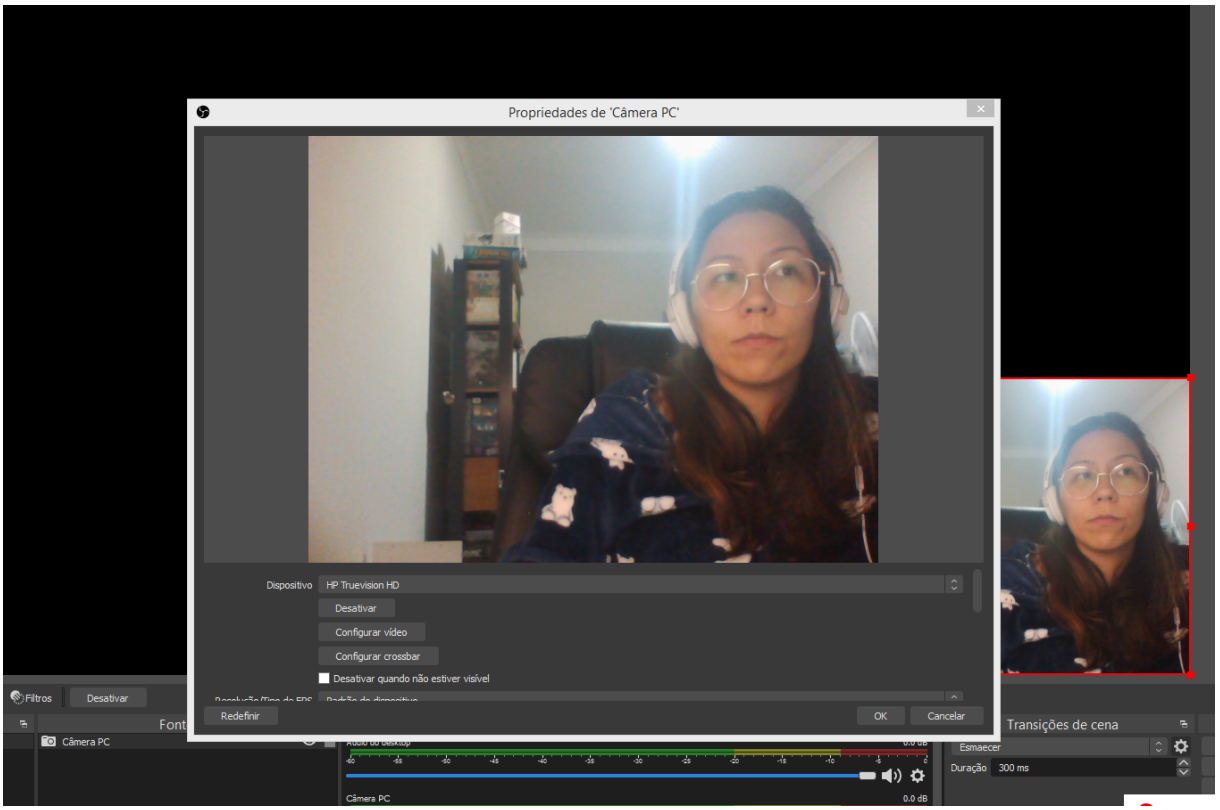
Em configurações, é possível selecionar a plataforma que transmitirá o vídeo, a taxa de *bits* de saída, o formato da gravação, resolução do vídeo, entre outros. Caso seja uma gravação, é aconselhável gravar em *full* HD, porém, para vídeos ao vivo, essa resolução pode ser muito pesada.

Cada perfil contém uma seleção de cenas e cada cena contém uma coleção de fontes. As configurações podem ser salvas de acordo com cada perfil. Por exemplo, é possível criar um perfil “Instagram” e deixar configurada a resolução padrão do Instagram, um perfil “*Live*” e deixar as configurações que melhor se adequam à transmissão de conteúdos ao vivo, etc.

Para a criação da primeira cena, é preciso adicionar as fontes. Por exemplo, para adicionar como fonte o vídeo da *webcam*, basta clicar em **adicionar fonte**,

Dispositivo de captura de vídeo e selecionar qual câmera será utilizada, conforme ilustrado pela imagem da Figura 23.

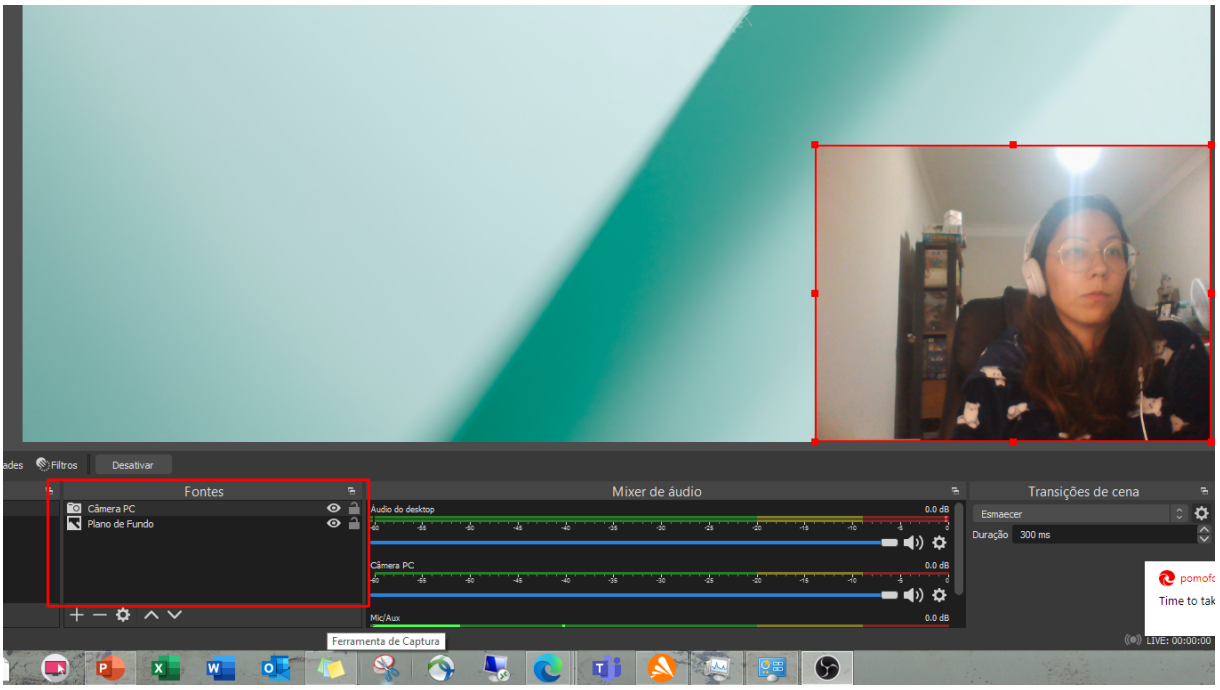
Figura 23 - Adicionando uma nova fonte



Fonte: Autor.

Após inserir a primeira fonte, é possível posicioná-la pela tela e para que ela ocupe todo o espaço, basta utilizar o atalho **CRTL+F** (Ajustar a tela) ou **CRTL+S** (Estender a tela). É possível utilizar diversas fontes em uma mesma cena e a ordem que elas estão listadas representa também a sobreposição entre elas. Por exemplo, na cena ilustrada pela Figura 24, a imagem da câmera está sobreposta ao plano de fundo, pois ela está em primeiro na lista de fontes. É possível deixar uma fonte fixa clicando no cadeado ao lado da fonte. Neste caso, o plano de fundo permanecerá fixo.

Figura 24 - Listagem de fontes



Fonte: Autor

Antes de iniciar a gravação ou transmissão, é necessário criar as cenas com os elementos desejados. Durante o vídeo, é comum transicionar de uma cena para outra como se fossem “cortes” de câmera. A seguir temos alguns exemplos de cena para vídeo aulas:

- Cena 1: Apenas a câmera frontal preenchendo todo o espaço de apresentação
- Cena 2: Slides de PowerPoint
- Cena 3: Slides de PowerPoint + câmera frontal
- Cena 4: Câmera focada no que a pessoa está escrevendo
- Cena 5: Vídeo

É possível criar atalhos e realizar o corte utilizando apenas uma tecla, por exemplo, a tecla “1” para ir para a cena 1, a “2” para ir para a cena 2 e assim por diante.

Diante do que foi exposto neste capítulo, é possível observar que os exemplos/tutoriais práticos dados podem ser aplicados para diferentes

necessidades, tais como público alvo, tamanho e necessidade de interação com o público, conteúdo ao vivo, didática e características visuais, entre outros. O Youtube é uma ferramenta simples que pode ser usada para atingir um público grande e também como um repositório de vídeos para acesso *On Demand.* Já o Zoom Meeting, é um programa *few-to-few* que serve para fazer reuniões e/ou aulas ao vivo com poucas pessoas, onde é possível interagir com a audiência e também gravar o encontro. Para a criação de vídeos com mais recursos, o OBS Studio é a ferramenta indicada pois é gratuito, possui uma interface amigável e é compatível com diversas plataformas de *live streaming*.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo demonstrar e exemplificar como utilizar ferramentas de criação de vídeo e plataformas de *streaming* para um público amador que pretende gravar e postar conteúdos sob demanda ou ao vivo.

A revisão bibliográfica aqui apresentada permitiu a difusão de conhecimentos de vídeo necessários para desenvolvimento de uma melhor visão do *streaming* de vídeo, tais como os principais componentes do vídeo que estão intrinsecamente correlacionados com a qualidade de reprodução do vídeo e a banda de conexão do cliente. Também foram apresentados os CODECs mais atuais e utilizados na compressão de vídeo. Após a revisão sobre os conceitos técnicos, foi realizada uma breve introdução das principais plataformas *On Demand* e *Live Stream* disponíveis ao público e os possíveis usos e finalidades. Por fim, foram apresentadas algumas ferramentas de criação de vídeo tanto para computador quanto para celular.

Visando o auxílio à iniciantes na produção e publicação de conteúdo, foram realizados tutoriais de ferramentas de criação, edição e publicação de vídeos.

5 BIBLIOGRAFIA

- AOMedia, “About us” , Disponível em: <https://aomedia.org/>. 2018. Acesso em: 22 out. de 2022.

- BARZ, H. W.; BASSETT, G. A. Multimedia Networks. [s.l.] John Wiley & Sons, 2016.

- BOYADJIS, B. et al. Extended Selective Encryption of H.264/AVC (CABAC)- and HEVC-Encoded Video Streams. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, v. 27, n. 4, p. 892–906, abr. 2017.

- CAPELAS, Bruno. YouTube tem mais de 105 milhões de usuários mensais no Brasil. Estadão, São Paulo, 05 de out. de 2020. Disponível em: (https://link.estadao.com.br/noticias/empresas,youtube-tem-mais-de-105-milhoes-de-usuarios-mensais-no-brasil,70003502907> . Acesso em: 7 de jun. 2022.

- CARVALHO, M. G. Implementação Hardware/Software da estimação de movimento segundo o padrão H.264. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

- CORREIA, J. S. Transcodificação em tempo real de vídeo digital H.264 para codecs de nova geração. Tese (Mestrado em Engenharia Informática no ramo de Computação Móvel) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Fernando Pessoa. Porto. 2009

- DAPENG Wu, Y. T. Hou, Wenwu Zhu, Ya-Qin Zhang and J. M. Peha, "Streaming video over the Internet: approaches and directions," in IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 11, no. 3, pp. 282-300, March 2001, doi: 10.1109/76.911156.

- DIAZ, C. et al. A video-aware FEC-based unequal loss protection system for video streaming over RTP. IEEE Transactions on Consumer Electronics, v. 57, n. 2, p. 523–531, maio 2011.

- FERREIRA M., Brainstorm Tutoriais. “Como fazer CHROMA KEY no KINEMASTER - App de Edição para CELULAR” . YouTube, 29 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=V8dT9Nn6z8M>. Acesso em: 11 de out. de 2022.

- HADBA, Anna. Impacto do Covid-19 no setor de mídia e internet. Comscore. 31 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.comscore.com/por/Insights/Apresentacoes-e-documentos/2020/Impacto-do-Covid-19-no-setor-de-midia-e-internet> - Acesso em : 20 de out. de 2022.

- HILVERT-BRUCE, Z. et al. Social motivations of live-streaming viewer engagement on Twitch. Computers in Human Behavior, v. 84, n. 84, p. 58–67, jul. 2018.

- ISOBE, T.; ITO, R. Security Analysis of End-to-End Encryption for Zoom Meetings. IEEE Access, v. 9, p. 90677–90689, 2021.

- JENQ-NENG HWANG. Multimedia networking : from theory to practice. Cambridge, Uk ; New York: Cambridge University Press, 2009.

- KIM, J. et al. Fast Inter-prediction Based on Decision Trees for AV1 Encoding. ICASSP 2019 - 2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), maio 2019.

- KRISTANDL, Gerhard. "“All the World’s a Stage” – the Open Broadcaster Software (OBS) as Enabling Technology to Overcome Restrictions in Online Teaching." Compass (Eltham) 14.2 (2021): Compass (Eltham), 2021, Vol.14

- LAUDE, T. et al. A Comparison of JEM and AV1 with HEVC: Coding Tools, Coding Efficiency and Complexity. 2018 Picture Coding Symposium (PCS), jun. 2018.

- LUFF, J. Video Compression. Broadcast Engineering, v. 53, n. 8, 1 ago. 2011.

- MIOTO, R. L. , Carvalho, C.F., “Codecs de vídeo”. São Paulo. Universidade Metodista de São Paulo, 2015. Disponível em:

<https://pt.slideshare.net/fredbonners/apresentacao-codecsde-vdeorobsonmioto>.

- MONETTE, M., “H.264 vs. H.265: Video codecs compared”. Ephiphan video. 2021. Disponível em: <https://www.epiphan.com/blog/h264-vs-h265/> . Acesso em: 22 out 2022.
- MUKHERJEE, D. et al. The latest open-source video codec VP9 - An overview and preliminary results. 2013 Picture Coding Symposium (PCS), dez. 2013.
- NIGHTINGALE, J. et al. 5G-QoE: QoE Modelling for Ultra-HD Video Streaming in 5G Networks. IEEE Transactions on Broadcasting, v. 64, n. 2, p. 621–634, jun. 2018.
- OSTERMANN, J., et al. “Video coding with H.264 /AVC: tools, performance and complexity,” IEEE Circuits and Systems magazine, vol. 4, no. 1, 2004.
- OZER, J. AV1 Gets Closer, HEVC Gets More Expensive. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/av1-gets-closer-hevc-more-expensive-jan-ozer/>. Acesso em: 17 out. 2022.
- PASTUSZAK, G.; ABRAMOWSKI, A. Algorithm and Architecture Design of the H.265/HEVC Intra Encoder. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, v. 26, n. 1, p. 210–222, jan. 2016.
- PIGATTO, F. Z. Recomendação Nº 036. Conselho Nacional de Saúde. 11 de maio de 2020. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/recomendacoes-cns/1163-recomendac-a-o-n-036-de-11-de-maio-de-2020>. Acesso em: 29 de ago. de 2022.
- RGB SPECTRUM. H.264 Profiles, 2022. Disponível em: https://www.rgb.com/h264-profiles#:~:text=High%20Profile-,H.,ratio%20of%20about%202000%3A1.mpeg%202%20. Acesso em: 01 de nov. de 2022.
- RIBEIRO, N.; TORRES, J. Tecnologias de Compressão Multimédia. 1. ed. [s.l.] FCA - Editora de Informática, 2009.

- RICHARDSON, I. “ H,264;AVC and MPEG-4 Video Compression - Video Coding Next-Generation Multimedia”. Chichester: John Wiley and Sons. 2003.

- RICHARDSON, I. “Video Coding Design - Developing Image and Video Compression Systems”. Chichester: John Wiley and Sons, 2002.

- RITONGA, D. I.; SATRIA, T. D.; MULYA, A. IMPLEMENTATION OF OPEN BROADCASTER SOFTWARE STUDIO IN MUSIC PERFORMANCE MANAGEMENT THROUGH LIVE STREAMING. Gondang: Jurnal Seni dan Budaya, v. 5, n. 2, p. 204, 1 dez. 2021.

- RUSS, J. C. The Image Processing Handbook, Sixth Edition. [s.l.] CRC Press, 2011.

- SCHIFFMAN, H.R. Capítulo 8: A Percepção do Movimento. In: Sensação e à Percepção. Rio de Janeiro: LTC, 2005. pp. 141-157.

- SCURI, A. E. Fundamentos da Imagem Digital. Tecgraf / Puc Rio. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://web.tecgraf.puc-rio.br/~scuri/download/fid.pdf> . Acesso em: 07 de dezembro de 2022.

- SILVA, A.M.C. “Um Estudo Sobre o Padrão H.264/AVC de Compressão de Vídeo”. 44 f. Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, 2008.

- SULLIVAN, G. J. et al. Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard. IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, v. 22, n. 12, 2013.

- SYNOPI, What is video Resolution? 1080p, 2K, UHD, 4K, and 8K Overview, 2021, Disponível em: <https://www.synopi.com/video-resolution-1080p-2k-uhd-4k-8k> . Acesso em: 10 de out. de 2022.

- THAI, T. T.; LOCHIN, E.; LACAN, J. VIRAL: coupling congestion control with fair video quality metric. Annals of Telecommunications, v. 75, n. 1-2, p. 67–76, 26 jun. 2019.

- TWITCH - Audience, 2021. Disponível em: <https://twitchadvertising.tv/audience/> Acesso em: 18 de ago. 2022.

- UHRINA, M. et al. Impact of Scene Content on High Resolution Video Quality. Sensors, v. 21, n. 8, p. 2872, 19 abr. 2021.

- WIEGAND, T. et al. Overview of the H.264/AVC video coding standard. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, v. 13, n. 7, p. 560–576, jul. 2003.

- YOUTUBE HELP, 2022. Video and audio formatting specifications. Disponível em : <https://support.google.com/youtube/answer/4603579?hl=en>. Acesso em: 08 de jun. de 2022.

- ZOOM, Support. Uso de vídeo HD em grupo. 03 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://support.zoom.us/hc/pt-br/articles/207347086-Uso-de-v%C3%ADdeo-HD-em-grupo>. Acesso em: 08 de jun. de 2022.