

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Plataforma de agregação de serviços OTT

Paulo Sérgio Martins Silva

VERSÃO DE TRABALHO



Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: Maria Teresa Andrade

Co-orientador: Rui Amor

27 de Junho de 2017

Plataforma de agregação de serviços OTT

Paulo Sérgio Martins Silva

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Resumo

A experiência do utilizador em relação a consumo de conteúdo multimédia mudou rapidamente, passamos de uma época em que a única opção era o consumo de conteúdo de vídeo num ecrã e lugar fixo, num horário pré determinado para ofertas de conteúdo que se expandem por múltiplos ecrãs e dirigidas a utilizadores em diferentes lugares, assim como, para um mundo de conteúdo personalizado (construído para um utilizador, em qualquer dispositivo, em qualquer altura). Os serviços *over-the-top* (OTT) permitiram estas mudanças em grande parte pela conversão da disponibilidade do conteúdo de tempo fixo e pré determinado para *on-demand* (sempre disponível quando o utilizador o requisite), preferência de dispositivos digitais a analógicos e passando a disponibilizar conteúdo não apenas para o público em massa mas para públicos alvo mais específicos (e ultimamente direcionado ao indivíduo). O crescimento dos serviços OTT foi, de muitas maneiras, inevitável. À medida que a tecnologia evolui, também a necessidade de informação e entretenimento se encontram disponíveis de forma instantânea. Os fornecedores de conteúdo multimédia enfretam desafios para acompanhar as necessidades das audiências e o conteúdo fragmenta-se como consequência desta realidade. O objetivo deste projeto consiste em criar um produto de *Video on Demand* dirigido a qualquer tipo de utilizador alvo. Mais importante ainda é a divisão do produto nos seus componentes constituintes, facilitando a adição e desenvolvimento de novas funcionalidades, manutenção e reformulação das existentes de modo a facilmente ir de encontro às necessidades de cada cliente. Pretende-se, por fim, desenvolver uma arquitetura que permita este tipo de escalabilidade e flexibilidade para a aplicação.

Palavras-chave: *over-the-top content, video on demand, component, content delivery, online video platform;*

Abstract

The consumer viewing experience has shifted rapidly from a time when the only option was watching video content on one linear screen, in one fixed place, and at one scheduled time. Today, content offerings have expanded to multiple screens and are targeted to viewers in many places. As we are barreling towards a world of personalized viewing moments that are built for one, on any screen, at any time and in any way an individual viewer chooses. The availability of OTT has enabled these changes in large part by converting content viewing times from appointment to on-demand, device preferences from linear to digital, and audience targets from mass to niche (and ultimately, to the individual). This rise of OTT has been in many ways inevitable. As technology has evolved, also has the demand for information and entertainment to flow instantaneously. Video content providers have been challenged to keep pace as the audiences and content have fragmented as by-products of these developments. This project's objective is to create a Video on Demand product targeted for any kind of potential customer. Therefore it must be possible to divide the service in different components as well as adding new or different functionalities (easily) to better suit the needs of a customer. The main goal is to develop an architecture that allows this flexibility and scalability.

Keywords: *over-the-top content, video on demand, component, content delivery, online video platform;*

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Engenheiro Rui Amor, da Mog Technologies, que me aceitou como candidato a este projeto e se mostrou sempre disponível para qualquer esclarecimento e apoio ao longo do desenvolvimento desta dissertação. À professora Maria Teresa Andrade, orientadora de dissertação em ambiente académico FEUP, pelo acompanhamento prestado.

Paulo Sérgio Martins Silva

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Motivação e Objetivos	1
1.2	Estrutura da Dissertação	1
2	Revisão Bibliográfica	3
2.1	Introdução	3
2.2	Em que consiste OTT (<i>Over-the-top content</i>)	3
2.2.1	Caracterização de serviços <i>Over-the-top</i> , aplicações e conteúdo	4
2.2.2	Principais desafios de um serviço de vídeo OTT	5
2.2.3	Pontos chave na análise de um serviço OTT	7
2.2.4	Receita para o sucesso de um serviço OTT	7
2.3	Serviços e aplicações de <i>video-on-demand</i>	11
2.3.1	Sistemas <i>Video-On-Demand</i> Interativos	12
2.4	Componentes e arquitetura de uma solução OTT de <i>video-on-demand</i>	19
2.4.1	Arquitetura do serviço ao nível do fornecedor	20
2.4.2	Arquitetura do serviço ao nível do cliente	23
2.5	Resumo ou Conclusões	26
3	Solução apresentada	29
3.1	<i>Framework da aplicação</i>	29
3.1.1	Diagrama de alto nível dos componentes	29
3.2	Aplicação modular de <i>video-on-demand</i>	30
3.2.1	Camadas lógicas	30
3.2.2	Componentes funcionais	32
3.3	Arquitetura do sistema	34
4	Implementação	37
4.1	Protótipo	37
4.2	Aplicação de <i>video-on-demand</i>	37
4.2.1	Distribuição e <i>streaming</i> do conteúdo vídeo	38
4.2.2	Módulos opcionais	40
4.2.3	Arquitetura	45
4.3	<i>Deployment</i> de aplicação VOD customizada	47
4.4	Resumo	47
5	Conclusões e Trabalho Futuro	49
5.1	Satisfação dos Objetivos	49
5.2	Trabalho Futuro	49

CONTEÚDO

Referências

51

Lista de Figuras

2.1	Caraterização de serviços OTT	4
2.2	Mapa dos principais agentes	5
2.3	VOD Centralizado	14
2.4	VOD Centralizado com <i>buffers</i> locais	15
2.5	VOD Distribuído	16
2.6	Comunicação entre Clientes e Servidores	16
2.7	Set-top Box	17
2.8	Servidor de serviço VOD	19
2.9	Arquitetura de um serviço VOD	20
2.10	Encriptação DRM	22
2.11	Arquitetura de um serviço VOD do lado do cliente	23
3.1	Diagrama de alto nível	29
3.2	<i>Layout</i> lógico das camadas da aplicação	30
3.3	Padrões para compressão de vídeo	33
3.4	Arquitetura de serviço e componentes	35
4.1	Estrutura Servidor/Cliente	37
4.2	Arquitetura de distribuição de conteúdo e <i>streaming</i>	38
4.3	Arquitetura de alto nível do servidor <i>Apache</i>	39
4.4	<i>Flow chart</i> do processo de <i>signup</i>	41
4.5	<i>Flow chart</i> do processo de <i>login</i>	42
4.6	Processo de pagamento	43
4.7	Verificação de permissões	45
4.8	Serviços básicos e componentes extra	46
4.9	Dependência entre módulos	47

LISTA DE FIGURAS

Abreviaturas e Símbolos

OTT	Over-The-Top Services
VOD	Video-On-Demand
IPTV	Internet Protocol Television
CMS	Content Management System
CDN	Content Delivery Network
DRM	Digital Rights Management

Capítulo 1

Introdução

Um serviço over-the-top (OTT) é definido como conteúdo, um serviço ou uma aplicação que está disponível ao utilizador final sobre uma ligação Internet. É disponibilizado conteúdo, um serviço ou uma aplicação, significando que qualquer serviço oferecido pela Internet pode ser catalogado como OTT. Estes serviços incluem o fornecimento de conteúdo e aplicações como videochamada, conteúdo web (redes sociais, streaming de vídeo, sites de notícias, etc.), motores de pesquisa, serviços de alojamento, email, chat, vídeo e conteúdo multimédia, etc.. A distribuição de vídeo é um dos exemplos principais em que se insere o paradigma de serviços OTT e é imperativo para negócios em si baseados, devido à proliferação global de dispositivos que suportam conteúdo de vídeo. No entanto, surgem alguns desafios já que as empresas, os media e a indústria de entretenimento dependem cada vez mais de OVPs (plataformas *online* de vídeo) para gerir, publicar, e monetizar conteúdo vídeo de modo escalável.

1.1 Motivação e Objetivos

Soluções OTT como, aplicações de Video on Demand são normalmente desenvolvidas desde início para um cliente específico. Com a solução proposta, diferentes versões da mesma aplicação podem ser customizadas de acordo com as necessidades do cliente, reutilizando recursos já disponíveis para criar, mais facilmente, uma aplicação com as funcionalidades pretendidas.

1.2 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, esta dissertação contém mais 4 capítulos. No capítulo 2, é descrito o estado da arte e são apresentados os conceitos e pesquisa chave. No capítulo 3, é descrita a solução sem detalhes de implementação. No capítulo 4 é descrita a implementação. No capítulo 5 são apresentadas as conclusões e trabalho futuro.

Introdução

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução

Neste capítulo é descrito o estado da arte e são apresentados os conceitos principais e a pesquisa realizada no domínio do projeto proposto. Debruça-se principalmente sobre os conceitos base para o desenvolvimento de uma plataforma modular de video on demand e no paradigma OTT (*over-the-top content*) sobre o qual opera este tipo de serviços. É também descrito em detalhe o funcionamento e os componentes principais dos serviços VOD (*video-on-demand*) já existentes.

2.2 Em que consiste OTT (*Over-the-top content*)

Over-the-top é um termo genérico para um serviço utilizado sobre uma rede que não é oferecido pelo operador. É normalmente descrito como "*over-the-top*", pois estes serviços funcionam sobre um serviço já existente e não requerem qualquer afiliação com tecnologias ou modelos de negócio associadas ao operador de telecomunicações. Pode também ser definido como conteúdo multimédia (televisão e conteúdo vídeo, por exemplo) distribuídos através de uma ligação Internet de alta velocidade e não de um provedor de serviços por cabo ou satélite. A introdução de fornecedores de serviços OTT permitiu a criação de novos modelos de negócio para serviços baseados em rede. Fornecedores de serviços OTT colaboram com os operadores de telecomunicações de modo a integrar os seus serviços com as infraestruturas de rede de telecomunicação. A aplicação mais comum do modelo OTT é, sem dúvida, no domínio de vídeo digital, onde os fornecedores de conteúdo dependem de um operador de telecomunicações para disponibilizar conteúdo (muitas vezes interativo) para televisões, *box* por cabo e computadores pessoais. Um factor neste tipo de serviços corresponde à possibilidade deste tipo de aplicações se adaptar ao utilizador e suas necessidades. Como exemplos deste tipo de serviços temos a Netflix, Amazon, Itunes, etc. [Gan13]

2.2.1 Caracterização de serviços *Over-the-top*, aplicações e conteúdo

Nesta secção explica-se em detalhe o paradigma OTT. Esta caracterização permitirá apresentar uma primeira análise sobre os desafios que os serviços OTT apresentam para os provedores de serviço. Usaremos uma definição não restrita a conteúdos *over-the-top* (os primeiros designados OTT). A seguinte tabela apresenta um diagrama que classifica os diferentes tipos de serviços OTT. Também são apresentados alguns exemplo deste tipo de serviços e identificadas as principais fontes que competem com os serviços oferecidos pelos operadores de telecomunicações.

OTT		Minimum speed requirements for a good quality service	Challenge for the incumbent operator	Implications for the incumbent operator.
Communication services	VoIP: Skype, chat with and without video Gmail, Whatsapp	1-2Mbps	Fixed and mobile telephony substitute. SMS substitute	Increased competition; Loss of value of proprietary services.
Applications	Social networks: Facebook, LinkedIn Twitter	1 MBps	Telephony and SMS substitute	Increased competition; Loss of value of proprietary services.
Content	OTT-TV, OTT-Video, streaming and video on demand (VoD): Netflix Netmovies, Hulu, Ultraviolet, Cuevana, Youtube	6 - 10 MBps	TV substitute	Disintermediation by the content providers; Possibility for differentiation reduced; Loss of audience for advertising.
	Online video games	1 - 4 MBps		
	Online music	1 - 3 MBps		

Figura 2.1: Caraterização de serviços OTT

Na figura acima, reconhecemos três tipos de serviços OTT: mensagens instantâneas, serviços de voz (aplicações primariamente ligadas a redes sociais) e conteúdo vídeo e áudio.

TV/Video OTT envolve a distribuição de video ou conteúdo televisivo através da Internet diretamente aos utilizadores ligados por qualquer dispositivo eletrónico. Isto é diferente de IPTV (Internet Protocol Television). IPTV requiere uma ligação por linha de cabo privada e usa protocolo IP (o mesmo usado para serviços por Internet), requerendo uma ligação de banda minima (3 a 6 Mbps de download). *Web TV* ou OTT/TV video requiere uma ligação de maior qualidade (pelo menos 6 a 10 Mbps de download). O acesso a conteúdo online ou OTT permite a eliminação de intermediários, ou seja, assim que o acesso à Internet e a sua utilização dissemina e ligações de banda larga se tornam cada vez mais acessíveis, certos produtores e detentores de conteúdo (que até agora necessitavam de negociar com os operadores de telecomunicações ou televisão), têm a opção de interagir com o cliente diretamente através de uma aplicação ou site Web. Note-se que na tabela anterior apresentam-se os caminhos que envolvem a diminuição de receitas que a maior partes dos serviços OTT representam para os operadores de telecomunicações. No entanto, a tabela não menciona que para os operadores de telecomunicações os serviços OTT apresentam custos elevados de gestão, congestionamento e infraestrutura, devido a maiores necessidades de

capacidade e velocidade de rede. Como exemplo, jogos online e *streaming* de música podem não representar um desafio face aos produtos oferecidos pelos seus proprietários, mas, representam um aumento de tráfego na rede. Uma caracterização mais completa de serviços OTT e seus agentes é apresentada no seguinte mapa. [GKM⁺15]

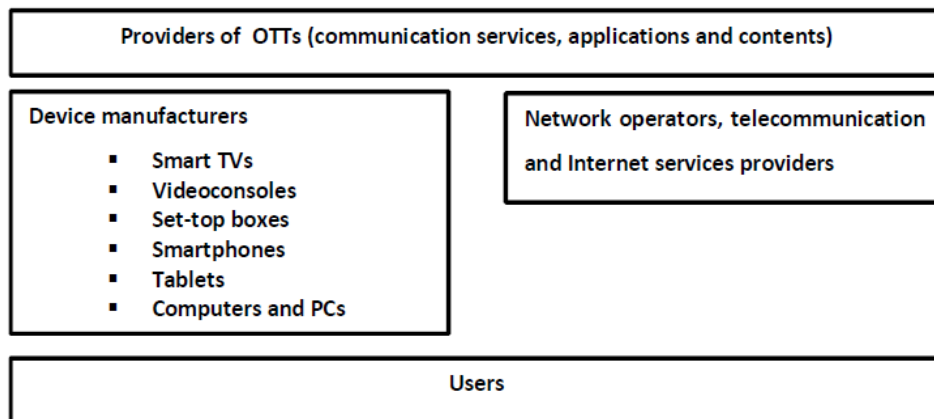


Figura 2.2: Mapa dos principais agentes

De modo a tirar proveito dos serviços OTT, os utilizadores necessitam de um dispositivo e ligação à Internet. Isto significa que para ter acesso a estes serviços, os utilizadores necessitam de uma conexão *online* permanente. Como tal, da perspectiva dos utilizadores, os OTTs, os dispositivos e o acesso à Internet são produtos complementares. Ao mesmo tempo, os serviços OTT oferecem produtos que são substitutos próximos daqueles oferecidos pelos operadores de telecomunicações e serviços Internet. A ligação entre os diferentes tipos de atores marca uma relação estratégica complexa que determina os preços de mercado e os incentivos de investimento para cada um dos envolvidos. A quantidade de dispositivos com conectividade à Internet é muito grande e variada, e os seus fabricantes competem fortemente pelos utilizadores. A grande evolução técnica destes dispositivos tem um papel fundamental no desenvolvimento de serviços OTT.

2.2.2 Principais desafios de um serviço de vídeo OTT

Lançar um serviço video OTT é uma grande oportunidade para que empresas e criadoras de conteúdo multimédia possam expandir o seu negócio beneficiando de um novo paradigma de distribuição de conteúdo, mas, criar uma rede OTT pode ser um processo complicado e dispendioso. Empresas bem estabelecidas investem milhões para criar e operar as suas próprias redes, muitas vezes optando por construir as suas próprias soluções. Erros podem levar a custos elevados e o risco de baixo retorno de investimento fazem com que pequenas e médias empresas (que poderiam beneficiar bastante de serviços OTT) não invistam em serviços desta natureza. Uma solução pode passar por criar uma aplicação customizável, desenvolvendo uma aplicação que se adapte às necessidades de diferentes clientes. Esta estratégia, no entanto, pode tornar-se mais dispendiosa. Os principais custos advêm da aquisição de especialistas ou de custos de formação. Quanto mais

gastos a recrear uma tecnologia existente, menos sobra para *marketing* e conteúdo. O futuro sucesso de um serviço OTT depende do custo de implementação, gestão e suporte tanto do conteúdo como dos clientes (cada serviço tem de considerar os desafios de cada um dos seus elementos). Depende da constante atualização do seu conteúdo mantendo o interesse dos utilizadores em investir no serviço. Para que isto aconteça, é necessário um sistema de gestão de conteúdo (CMS ou *Content Management System*) que permita aos administradores distribuir, organizar e editar conteúdo rapidamente. Permitir gerir intuitivamente coleções de vídeos e os seus metadados ajuda a criar um sistema acessível para os utilizadores e melhora também a exposição do conteúdo através de diferentes ferramentas, otimizando as buscas em motores de pesquisa, por exemplo. Quando é realizado *upload* de conteúdo, tem que ser codificado (*encoding*) para garantir suporte em diversas plataformas. Cada formato vídeo após codificação é direcionado a dispositivos específicos e standards de qualidade. Automatizar este processo é essencial para gerir grandes livrarias de conteúdo vídeo num sistema por subscrição. [TT] Uma rede OTT de dimensão média, carrega entre 5 e 25 vídeos por mês, em que, cada vídeo tem uma duração média de 22 minutos. Quando é carregada esta quantidade de conteúdo todos os meses, é necessário um CMS fácil de usar e que se ligue automaticamente a todos os elementos da aplicação (rede de distribuição de conteúdo (CDN), software de reprodução de vídeo e estatísticas de utilização). Quer se utilize um sistema de armazenamento local, uma solução na rede ou transmissão por satélite, é imperativo que a plataforma CMS seja parte de uma experiência coesa entre estes ambientes. Caso não aconteça, o serviço terá dificuldade na integração de novas funcionalidades e melhorias, o que resulta numa má experiência para o utilizador. Uma rede OTT fiável disponibiliza não só os melhores CDNs, mas também entende que o CDN mais adequado pode mudar dependendo da qualidade de ligação e localização do utilizador. Os utilizadores esperam uma boa experiência de utilização independentemente da arquitetura ou investimento no serviço. Isto significa que um serviço OTT deve oferecer conteúdo em alta definição, *streaming* adaptado a diferentes dispositivos e qualidade de ligação para uma experiência de utilização de qualidade através da Internet e Internet móvel. Estes parâmetros mais a gestão digital de direitos (DRM), integram diferentes componentes que necessitam de ser geridos em simultâneo através de diferentes dispositivos. O suporte multi-dispositivo é de grande importância nestes serviços, tais como: computadores pessoais, dispositivos móveis, consolas. [Dyn16] Um software de reprodução de vídeo que funcione bem em qualquer dispositivo é fundamental. Conseguir uma boa adesão a um serviço OTT é difícil e custoso (custos de *marketing* e promoção). Converter os utilizadores de um serviço gratuito para pago baseia-se fortemente na qualidade da aplicação e do serviço. Uma experiência integrada de vídeo é um bom indicador de qualidade do serviço e da marca. Para algumas redes OTT, a experiência do consumidor baseia-se apenas na reprodução de conteúdo e seu software, o que, não é suficiente para manter os utilizadores interessados. São necessárias funcionalidades adicionais como: *play-back* contínuo entre dispositivos, ferramentas de feedback e comentários e integração de suporte a várias línguas. Depois de determinar cada um dos componentes essenciais do serviço OTT e sua arquitetura, é importante construir uma plataforma que os ligue de forma transparente e simples, criando uma boa experiência de utilização para os clientes. Qualquer dificuldade que um utilizador

encontre durante a utilização de qualquer uma das funcionalidades do serviço é razão suficiente para deixar de o utilizar. Investir na manutenção, design e integração de novas funcionalidades é chave para fidelizar a audiência. Os *designers* devem ter sempre estes aspectos em mente, tendo em consideração o tempo necessário para testes regulares e otimização do serviço à medida que este cresce. Aplicações para *smartphones* e diferentes dispositivos são agora o que os *websites* eram: requisitos para a expansão do serviço. Construir uma rede OTT sem uma aplicação nativa de qualidade limita a experiência dos utilizadores e limita a possibilidade da plataforma crescer.

2.2.3 Pontos chave na análise de um serviço OTT

Lançar uma aplicação OTT é o início de uma proposta de negócio mais abrangente, com um valor apenas julgado por uma compreensão das métricas que definem o sucesso de um produto baseado em subscrições. Variáveis chave como “Lucro médio por utilizador” e “Valor do cliente ao longo do tempo” devem ser monitorizadas e otimizadas para obter lucro máximo. Para além disso, entender o comportamento do utilizador, uso de largura de banda e preferências de conteúdo é essencial para o sucesso da plataforma. Especificamente, definir tipos de utilizadores e as suas preferências tendo como base os seus dados de utilização, dados de utilização da plataforma e feedback dos utilizadores permite avaliar o sucesso dos esforços ao nível de marketing para determinar a melhor estratégia para obter novos utilizadores e de maior interesse. Esta informação permite também fazer previsões acerca do comportamento dos utilizadores para evitar que estes percam o interesse no serviço, podendo-se implementar estratégias para os manter interessados no serviço. Capturar este tipo de informação não é trivial pois envolve implementar ferramentas de estatísticas diretamente na plataforma, desde a fase de conceção e modificá-las à medida que o negócio expande. Isto significa implementar módulos de gestão de pagamentos, acesso ao conteúdo vídeo e ao nível da camada de ligação. Para obter instrumentos eficazes de análise e estatísticas de dados é necessário mais tempo de desenvolvimento ou recorrer a uma solução externa (*third-party software*). [Ide15]

2.2.4 Receita para o sucesso de um serviço OTT

Nesta secção apresentam-se os principais requisitos para o sucesso de um serviço OTT.

2.2.4.1 Definir o mercado alvo

É necessário definir a que utilizadores se dirige o conteúdo, quais são os seus interesses e quando e onde pretendem consumir os diferentes tipos de conteúdo. A seguinte lista apresenta algumas das muitas questões para o estudo de mercado[Bra]:

- Qual a demografia do mercado alvo
- Que plataformas de conteúdo são já usadas pelos utilizadores
- Que tipo de conteúdo consomem

Revisão Bibliográfica

- Quanto estão disponíveis a pagar por acesso a conteúdo ou a um serviço
- Qual o tamanho do mercado
- Qual é o tempo médio gasto pelos utilizadores no consumo de conteúdo
- Qual a natureza, tipo e formato de conteúdo mais relevante
- Nível de aceitação e adesão ao conteúdo oferecido
- Nível de abandono e desinteresse dos utilizadores
- Publicidade dirigida ao utilizador (existem certos produtos/categorias com interesse para a audiência?)
- A que dispositivos um grande grupo de utilizadores alvo tem acesso
- Partilham esses dispositivos com família ou amigos?
- Qual a situação económica do público alvo
- Quais os seus hábitos de consumo
- Dificuldade/Facilidade dos possíveis clientes aderirem a novas tecnologias
- Nível de familiarização com fornecedores de serviços OTT
- Qual a margem de expansão existente dentro do mercado alvo
- O mercado alvo é estável? (a necessidade e consumo de conteúdo que se pretende oferecer mantém-se a longo prazo?)

Um estudo em detalhe do estado e comportamento do mercado permite prever não só o tipo de serviço a oferecer, mas também, indicar como os utilizadores reagirão.

2.2.4.2 Definir o modelo de negócio

Os três tipos principais de serviços OTT incluem *streaming* online de vídeo, conteúdo video ou televisivo (gravações de programas televisivos) e uma plataforma de *video-on-demand*:

- Um serviço de *streaming online* permite aos utilizadores aceder a conteúdo específico, em direto. Um bom exemplo deste serviço é oferecido pela ESPN, em que, quando um jogo de futebol está a decorrer, utilizadores subscritos ao canal podem assistir ao jogo num dispositivo à sua escolha, em qualquer lugar.
- *Catch-up TV* é um serviço que permite aceder a programas e conteúdo televisivo recente através de um dispositivo de gravação ou uma *box*. Apenas conteúdo recente é gravado devido à limitação de armazenamento no dispositivo.

- Uma aplicação de *video-on-demand* é uma plataforma que contém uma livreria de conteúdo onde o utilizador pode escolher precisamente o que deseja ver. O Netflix é um bom exemplo deste tipo de aplicação.

Depois de escolhido o modelo de negócio apropriado, o próximo passo consiste na criação da plataforma e aquisição de conteúdo adequado ao mercado alvo.

2.2.4.3 Aquisição e licenças de conteúdo

Uma das partes mais importantes do serviço OTT. A informação demográfica recolhida acerca do público alvo permitirá escolher o conteúdo adequado aos possíveis utilizadores. A combinação de conteúdo local, regional, conteúdo premium e como acomodar a gestão de direitos de propriedade relativas ao conteúdo é chave para prender o interesse dos utilizadores. Conteúdo sem uma plataforma não se trata de um serviço OTT, à medida que se constrói a estratégia de negócio tem que se considerar os desafios na criação de uma plataforma adequada para gerir e distribuir conteúdo à audiência.

2.2.4.4 Construir uma plataforma de encontro às necessidades de mercado

Existem diversas opções disponíveis para a criação de uma plataforma:

- desenvolver uma plataforma de vídeo internamente
- integrar e adaptar uma plataforma existente ao modelo de negócio
- recorrer a uma solução desenvolvida por terceiros para especificar a plataforma de acordo com as necessidades do serviço

Optando por desenvolver uma nova plataforma ou adaptar uma existente, considera-se com cuidado a quantidade de recursos internos a alocar. Dependendo da complexidade da aplicação e das funcionalidades necessárias, esta opção (normalmente a mais apelativa) pode ter custos demasiado elevados.

Para criar uma plataforma nativa é necessária uma equipa de programadores com talento e, pelo menos, alguns meses para que a aplicação final se adeque aos requisitos do serviço e padrões de qualidade mínimos. Adicionalmente são necessários recursos para:

- Desenhar a interface da plataforma (*frontend e backend*)
- Assegurar que a aplicação funciona em vários tipos de dispositivos com especificações diferentes
- Serviços para processamento de pagamentos
- Integrar uma solução de gestão de direitos digitais (*DRM - Digital Rights Management*)

A quantidade de recursos necessários é, na maior partes das vezes, muito elevada.

2.2.4.5 Organizar a oferta de conteúdo

Depois de selecionar conteúdo relevante para os utilizadores, deve-se organizá-lo de maneira coesa. Dividir o conteúdo por tipo, diferentes tipos de acesso e para diferentes grupos de utilizadores permite planejar como este é distribuído e promovido. Este escalonamento de conteúdo facilita, também, a estratégia de negócio, oferecendo aos utilizadores diversos pacotes de conteúdo mediante diferentes planos de subscrição.

2.2.4.6 Gestão de acesso e preços

Não se pode atribuir um preço ao conteúdo sem analisar em detalhe o mercado. Os fatores a seguir listados permitem determinar o preço adequado que os utilizadores estão dispostos a pagar:

- Comparar os preços praticados pela competição que oferece o mesmo tipo de conteúdo
- Número de competidores no mercado
- Qualidade do conteúdo oferecido
- Quantidade de conteúdo (isto inclui todo o conteúdo disponível por diferentes categorias e o seu formato)
- Custo de aquisição de conteúdo e desenvolvimento

Dividir o conteúdo em diferentes pacotes e atribuir preços é fulcral. É importante considerar o tipo de modelo de negócio, o tamanho do mercado, quantos subscritores ou utilizadores o serviço atrai e o tipo de empresas que querem investir em publicidade, sendo necessário uma estratégia de marketing bem estudada (à medida que o serviço se torna mais relevante).

2.2.4.7 Publicitar conteúdo e criar uma imagem de marca

Publicitar um serviço OTT é muitas vezes considerado um componente opcional aquando do lançamento do serviço. É uma decisão errada, pois, a vertente de *marketing* é crucial para o sucesso de um serviço OTT. Posicionar o serviço, mostrando como este se diferencia dos serviços existentes e mostrar os princípios por detrás da marca reflete-se no público alvo e ajuda a aumentar o número de subscritores.

2.2.4.8 Analisar e definir o público alvo

Depois de completados os passos anteriores, construir uma plataforma, adquirir conteúdo e criar um plano dinâmico de mercado é altura de definir muito bem o público alvo. Os conhecimentos na pesquisa demográfica são fundamentais para definir o mercado e criar *benchmarks* de *performance*. Com a informação adquirida, dados analíticos obtidos a partir da audiência e a sua experiência à medida que utilizam o serviço define-se os próximos passos a tomar. Permite a personalização do serviço para ir de encontro às necessidades do utilizador. Permite definir uma

boa imagem de marca junto dos utilizadores, destacando o serviço face às alternativas presentes no mercado. Recolha e análise de dados é crucial para manter competitividade no mercado. É fundamental analisar, em grande detalhe, todos os dados recolhidos junto dos subscritores. A partir desta análise, é possível examinar resultados para determinar que tipo de conteúdo deve ser oferecido no futuro (se é necessário mudar o modelo de negócio ou estratégia de *marketing*).

[Bra]

2.3 Serviços e aplicações de *video-on-demand*

O maior crescimento no mundo de telecomunicações, nos últimos tempos, foi na área de *streaming* de vídeo. Existe um enorme interesse entre os utilizadores, no consumo de conteúdo *on-demand* e acesso a este em qualquer dispositivo (televisão, software de reprodução de vídeo, desktops, portáteis, smartphones, etc). A evolução de vídeo *streaming* e oferta de conteúdo digital facilita o acesso a conteúdo video em qualquer lugar ou dispositivo. Na área de entretenimento, estima-se que *streaming* de vídeo representa 30 por cento do tráfego total via Internet. Empresas como a Netflix, Amazon e Hulu, entre outras, investem cada vez mais neste tipo de serviços. A proliferação de serviços de *streaming* requer, por partes das operadoras de telecomunicações, maior velocidade e redesenho da sua infraestrutura.

Video *streaming* expandiu-se para além da indústria de entretenimento, para as áreas de educação e saúde, entre outras. Formadores disponibilizam documentários, filmes e vídeos instrucionais como parte vital do processo de ensino. O crescimento exponencial de conteúdo vídeo em diferentes áreas requer investimentos por partes dos fornecedores de serviços de telecomunicações (fornecedores de ligação à Internet). Os utilizadores exigem ligações suficientemente rápidas para visualizar e partilhar diferentes conteúdos. [Jin10]

Aplicações *Video on Demand (VoD)* são um sistema multimédia interactivo que funciona como televisão por cabo, diferenciando-se na possibilidade de o utilizador seleccionar um vídeo ou programa, a partir de uma grande livreria de conteúdo. Utilizadores individuais podem aceder a diferente conteúdo, de acordo com as suas preferências, tornando este sistema uma espécie de “loja de aluguer de vídeo” a partir de qualquer lugar. *Video on demand* é uma tecnologia recente e ainda não muito estandardizada. Apesar disto, muitas empresas de distribuição de conteúdo estabeleceram os seus standards e regras, existindo vários tipos de conteúdo oferecidos em plataformas VOD, tais como:

- Filmes e programas televisivos on-demand
- Notícias e Meteorologia
- Videojogos e música
- Educação à distância
- Videoconferência

- Comercialização de produtos

Aplicações de *video-on-demand* e *streaming* em direto são cada vez mais populares, tirando partido da evolução de hardware, que torna o consumo de conteúdo vídeo cada vez mais prático e acessível. As aplicações de topo de conteúdo vídeo demonstram que os canais de televisão e plataformas de distribuição de conteúdo, usam primariamente aplicações para melhorar a experiência de utilização e fidelização da marca. Os modelos de negócio que se baseiam, primariamente, nas receitas publicitárias beneficiam bastante deste tipo de serviços. Como resultado, uma estratégia bem fundamentada ao nível de aplicações de *video-on-demand* é agora uma parte vital da interação entre utilizadores e distribuidores de conteúdo.

Existem dois tipos principais de aplicações VOD lucrativas:

- as que oferecem *streaming* em direto
- as que disponibilizam conteúdo interativo, sempre disponível para o utilizador

Estas aplicações vão para além da distribuição de conteúdo, oferecendo funcionalidades que serviços como transmissão televisiva tradicional não conseguem integrar (e pelas quais os utilizadores estão dispostos a pagar). Este tipo de aplicações tende a substituir os métodos tradicionais de fornecimento de conteúdo, pois, existem cada vez mais dispositivos ligados à Internet.

A distribuição de conteúdo, segundo este modelo, é mais acessível e elimina a dependência nos canais televisivos e plataformas TV. No entanto, a competição dentro do mercado de aplicações VOD é intensa. Para garantir sucesso, as plataformas e fornecedores de conteúdo necessitam de aplicações de grande qualidade, que evoluam consoante as necessidades de mercado e dos utilizadores. [SPL16]

2.3.1 Sistemas *Video-On-Demand* Interativos

Video-on-demand torna-se cada vez mais popular. Os principais fornecedores de serviços televisivos oferecem este tipo de serviço. *Video-on-demand* interativo é a versão mais atual deste tipo de serviço. Este sistema possui três componentes principais: a *box* de configuração do lado do cliente, a ligação de rede e os servidores de conteúdo. Do lado do cliente têm-se as interfaces do sistema *VOD*. Possui uma interface de rede, um decodificador, *buffers* e *hardware* de sincronização.

A ligação de rede num sistema *VOD* tem que ser de alta velocidade (ADSL, Fibra, 4G, etc.). Os comandos do cliente são processados nos servidores do fornecedor da aplicação, os quais contém também, todo o conteúdo multimédia. Problemas como controlo de acesso, políticas de serviço e estrutura de armazenamento de dados devem ser bem estudados aquando do desenho do sistema. Para além destas questões, *standards*, direitos de autor e custos devem também ser considerados. [TPJT98]

Ao contrário dos serviços tradicionais de distribuição de conteúdo vídeo, *Video-On-Demand*, oferece aos utilizadores mais flexibilidade para escolher que informação querem receber e aceder. Um sistema *VOD* é capaz de servir um grande número de utilizadores que queiram aceder em

paralelo a um grande número de dados armazenados, normalmente conteúdo vídeo. Para além da escolha de conteúdo, os utilizadores podem interagir com os vídeos e decidir a ordem pela qual os quer ver e organizar. Resumindo, podem avançar, recuar e pausar um vídeo a qualquer momento. Os requisitos de banda de rede exigem um *design* cuidadoso do sistema de modo a maximizar o número de utilizadores em paralelo, diminuindo o custo. As três componentes principais destes sistemas são:

- a *box* de configuração do lado do cliente
- a rede de distribuição
- o servidor

Existem várias opções no que toca ao desenvolvimento de cada um destes componentes.

2.3.1.1 Arquitetura do Sistema

Um sistema *VOD* pode ser desenhado como um sistema multimédia centralizado ou distribuído. No caso de centralizado, os servidores de processamento e os arquivos multimédia são colocados no mesmo local como um nó centralizado. Os pedidos por parte dos clientes são processados neste nó e os vídeos requisitados são entregues através da rede para cada um dos clientes. Sistemas centralizados são de manutenção simples, mas, sofrem de pouca escalabilidade, atraso de resposta e baixo *output*.

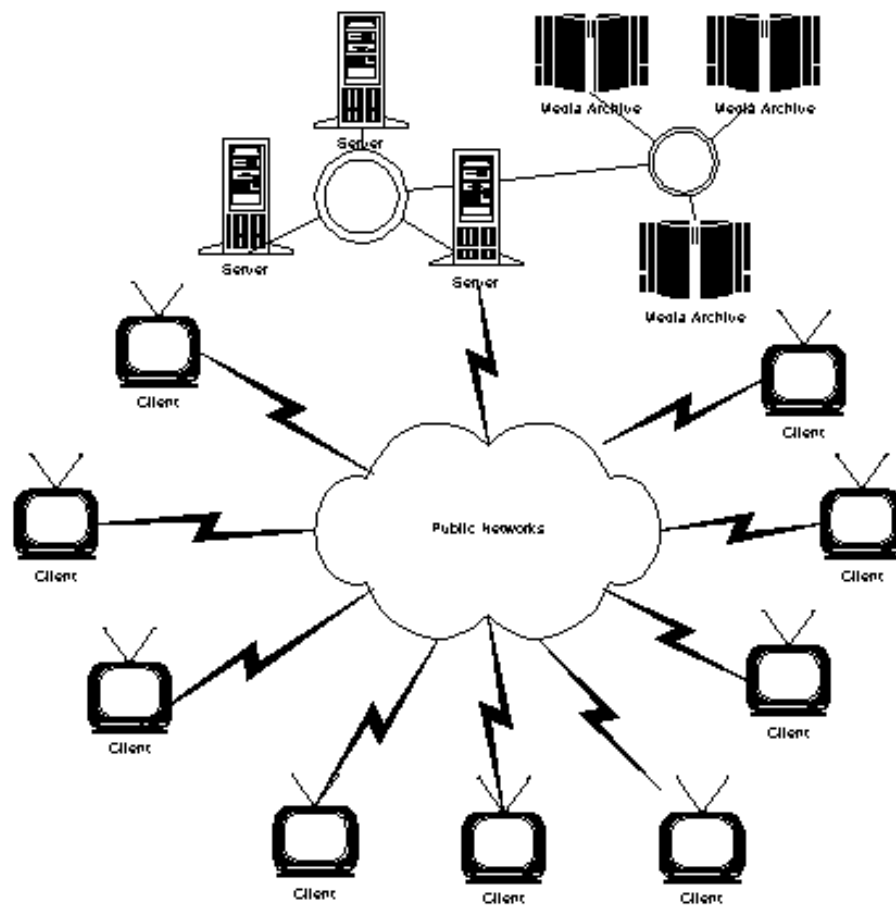


Figura 2.3: VOD Centralizado

A *performance* de um sistema centralizado pode ser melhorada com a adição de servidores locais (com *buffers* de vídeo, mas sem arquivos). Os vídeos mais requisitados podem ser guardados em *buffers* locais para uma distribuição mais rápida. Vídeos não carregados localmente serão transmitidos aos clientes diretamente do servidor central.[\[TPJT98\]](#)

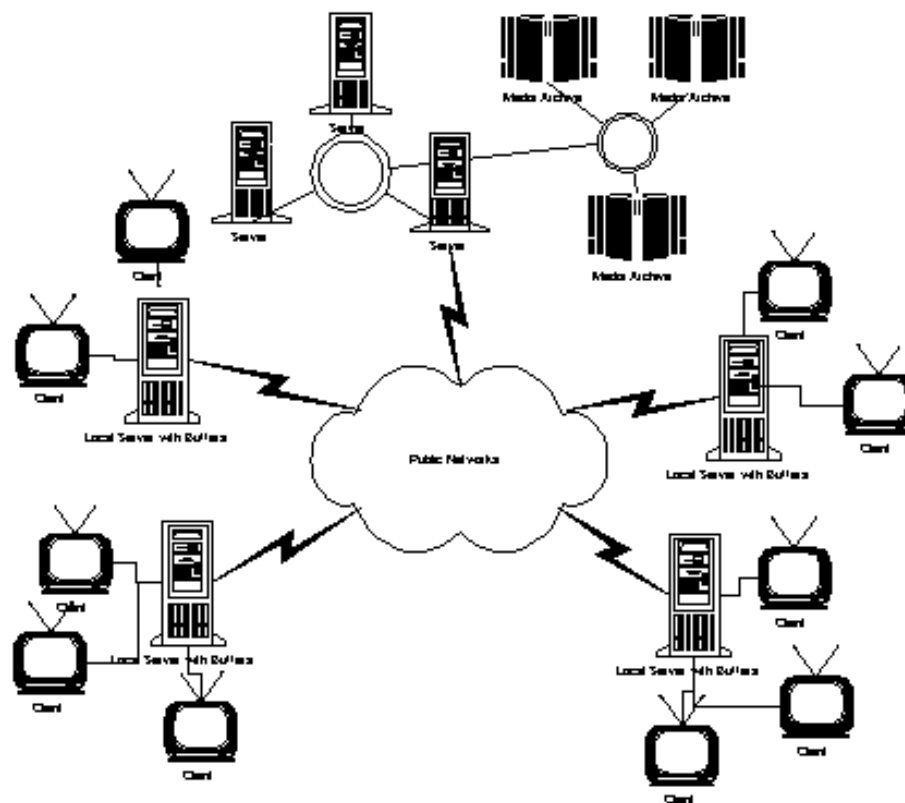


Figura 2.4: VOD Centralizado com *buffers* locais

Os pedidos dos clientes são tratados nos servidores locais. Se um vídeo pedido não se encontra alojado localmente, o servidor local faz um pedido aos servidores remotos ligados à rede.

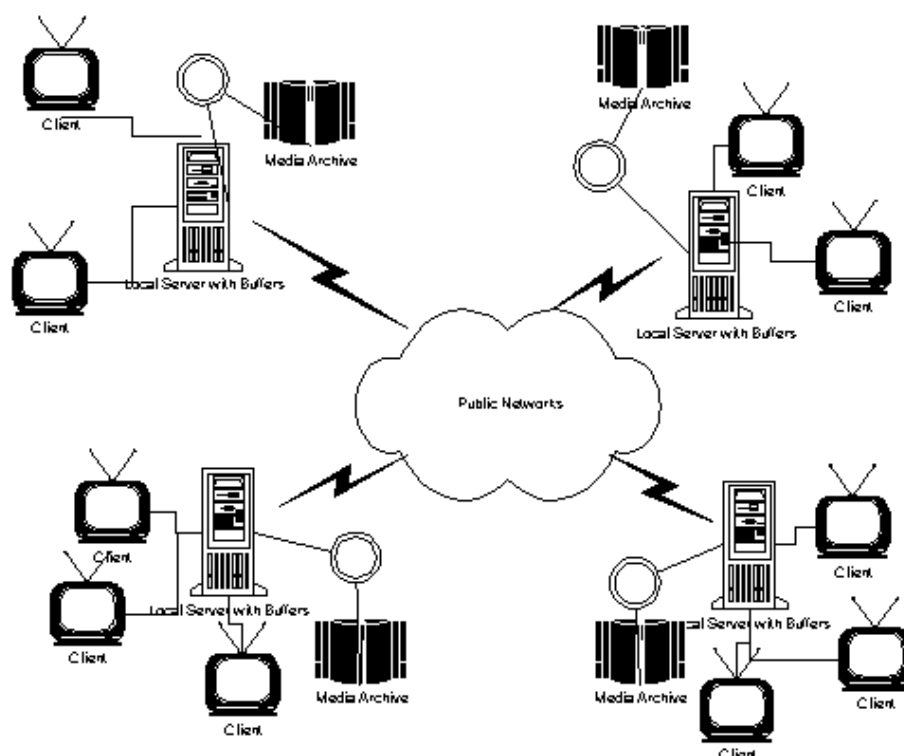


Figura 2.5: VOD Distribuído

Um sistema *VOD* distribuído pode ser definido como vários sistemas regionais ligados entre eles. Este sistema distribuído propaga os pedidos dos utilizadores para diferentes locais, aproximando os servidores de processamento e os arquivos de conteúdo dos clientes. Servidores locais reduzem o atraso e congestionamento de rede (como acontece com servidores centralizados), mas estes sistemas são mais difíceis de gerir. A escolha de estrutura do sistema depende do armazenamento disponível, custos de rede, exigência a nível da aplicação, etc.. No entanto, para uma melhor qualidade de serviço um sistema distribuído é preferível.[TPJT98]

Cada ligação *VOD* requer comunicação bidirecional entre clientes e servidores locais. Cada servidor tem uma selecção de conteúdo disponível aos utilizadores. O servidor analisa os pedidos do cliente e tenta responder assim que possível. Um sistema *VOD* deve servir milhares de clientes com diferentes pedidos simultaneamente. A qualidade do serviço deve-se manter entre certos limites durante todo o processo. Um serviço *VOD* inicia-se com um cliente pedindo informação de um servidor e este responde via rede ao cliente. A arquitetura do sistema consiste, basicamente, em 3 componentes principais: cliente, rede e servidor. Cada componente pode ser subdividido em mais componentes e interfaces.

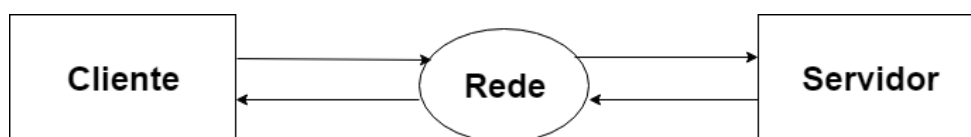


Figura 2.6: Comunicação entre Clientes e Servidores

2.3.1.2 Clientes

Um cliente subscrito a um serviço *VOD* usa um dispositivo (TV, smartphone, Computador Pessoal) para apresentar o conteúdo requisitado. Ele interage com o sistema com hardware de *input* como um comando remoto, um rato ou teclado. Um controlador é necessário do lado do cliente para emitir os seus pedidos e enviá-los para o servidor através da interface de rede. O controlador guarda, também, os sinais de vídeo recebidos do servidor nos seus *buffers*, decodifica estes sinais comprimidos e envia os sinais decodificados para o monitor na altura adequada. Um exemplo deste controlador pode ser representado genericamente da seguinte forma:

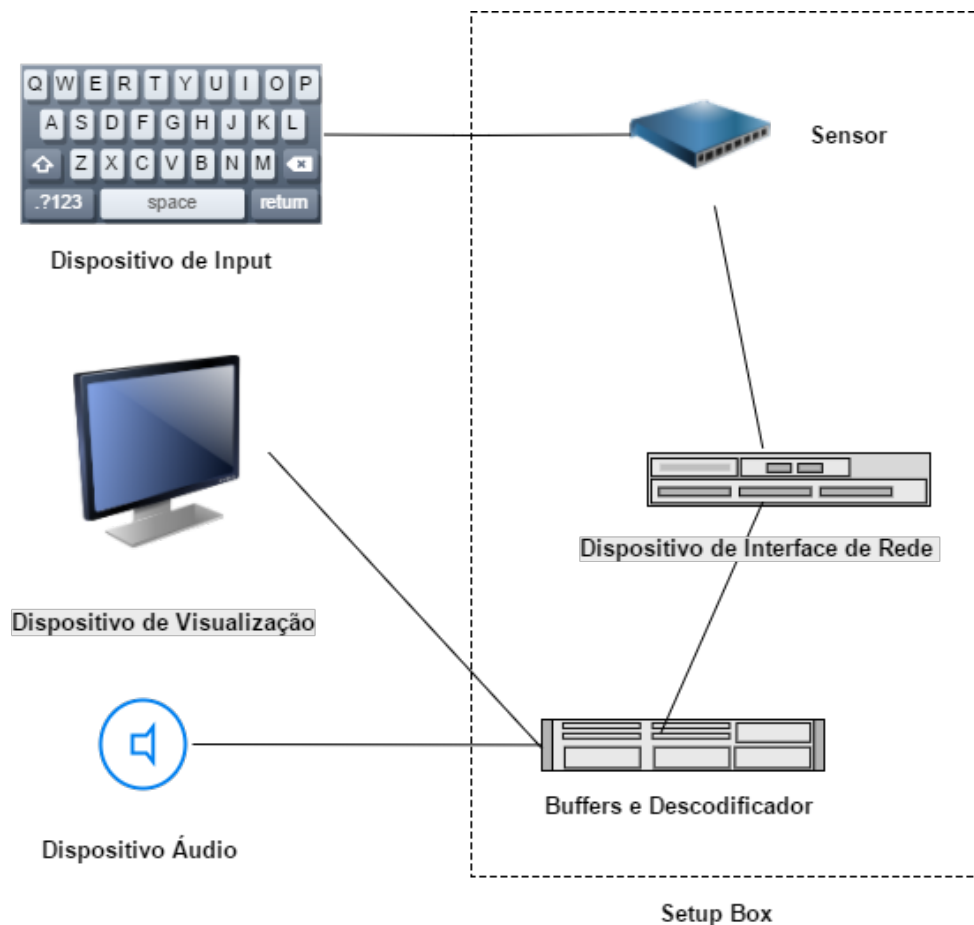


Figura 2.7: Set-top Box

2.3.1.3 Rede

Um serviço *VOD* requer que conteúdo comprado por um cliente esteja disponível em *realtime*. Uma *stream* de vídeo consiste num conjunto de *frames* de imagens, sons correspondentes a estas e texto (subtítulos, por exemplo). A grande quantidade de informação que necessita ser transmitida para o utilizador, continuamente e com atraso mínimo, cria grandes requisitos de rede a nível de performance. Uma rede *VOD* deve ser uma rede de alta velocidade, com uma frequência de erro

aceitável (impossibilidade de retransmissão). Dado que os dados vídeo são sujeitos a atraso, a variação de atraso (*jitter*) deve ser mínima. [FPL08]

2.3.1.4 Servidor

Um servidor de um serviço VOD processa os comandos dos utilizadores. Aceita ou rejeita os pedidos dos clientes baseando-se no estado atual do sistema e a carga na rede. Faz, também, o agendamento de obtenção de dados de todos os utilizadores ativos. Um arquivo multimédia está ligado ao servidor. O arquivo multimédia contém uma coleção do conteúdo disponível aos utilizadores. Dependendo dos requisitos de sistema e orçamento, um conjunto de diferentes soluções de armazenamento podem ser utilizadas:

- cache (RAM) é a mais cara mas a de menor tempo de acesso
- base de dados em disco rígido, menos propenso a erros e menos dispendioso
- discos óticos
- cloud

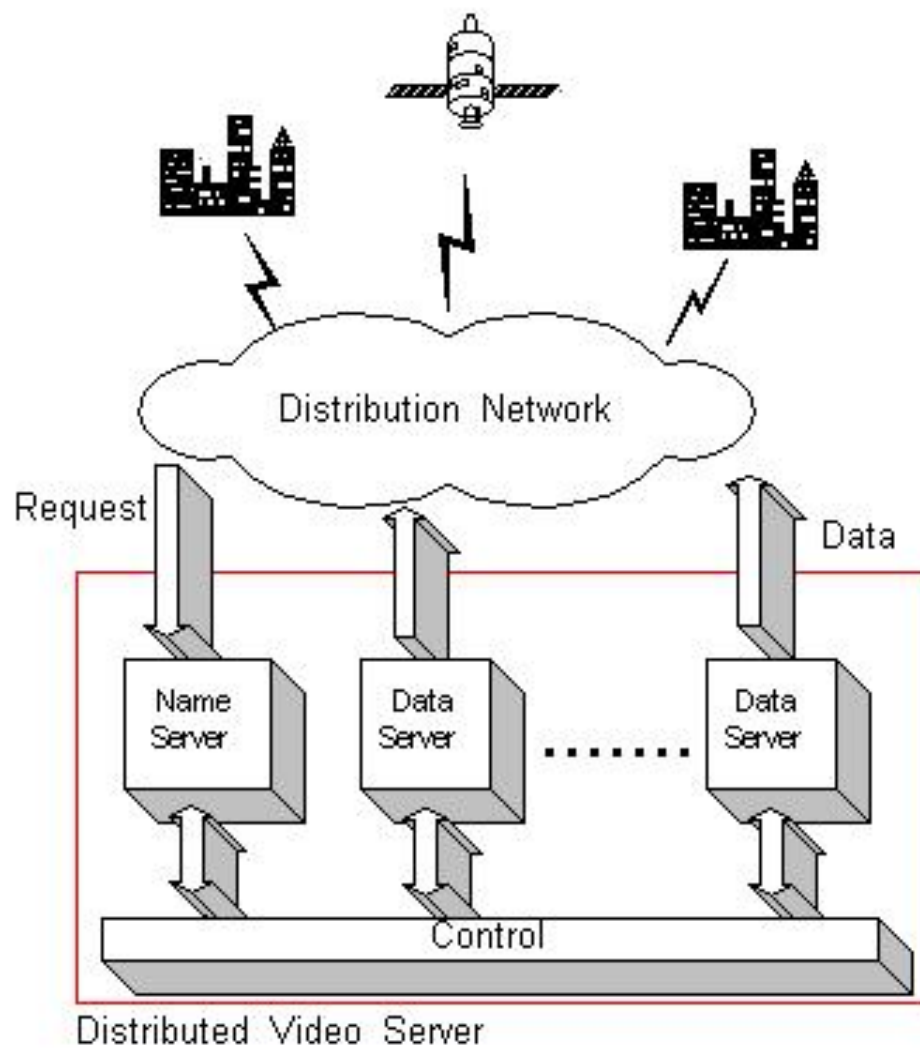


Figura 2.8: Servidor de serviço VOD

2.4 Componentes e arquitetura de uma solução OTT de *video-on-demand*

Nesta secção descrevem-se os principais componentes de uma aplicação OTT de *video-on-demand*. Estas aplicações têm como objetivo oferecer conteúdo vídeo em qualquer lugar e em diferentes dispositivos com ligação à Internet.[FPL08]

2.4.1 Arquitetura do serviço ao nível do fornecedor

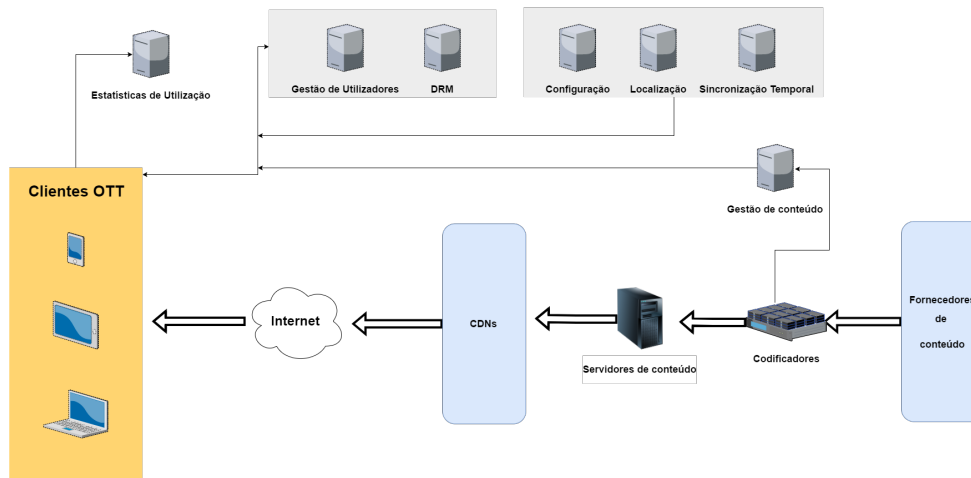


Figura 2.9: Arquitetura de um serviço VOD

2.4.1.1 Codificadores

Codificam o conteúdo num formato aceite pelos diferentes dispositivos do lado do cliente. Na maior parte dos casos, tenta-se encontrar um equilíbrio entre qualidade e tempo aquando na escolha do algoritmo de codificação. Em *streams* em direto, por exemplo, o tempo de codificação é um aspeto crítico. Codificação vídeo é o processo de conversão de vídeo de um formato para outro, para torná-lo reproduzível em diferentes dispositivos e plataformas. A maior partes das vezes, a codificação é feita sobre as seguintes circunstâncias:

- Quando o dispositivo alvo não suporta o formato original
- Quando a capacidade do dispositivo é limitada e o vídeo necessita de ser comprimido
- Para converter formatos de vídeo incompatíveis e obsoletos num formato moderno, compatível com novos dispositivos

O processo de codificação divide-se em duas fases. A primeira é a decodificação, onde os dados originais são transferidos para um formato descomprimido. A segunda é a recodificação, onde os dados são transferidos para um novo dispositivo no formato pretendido. [KLL⁺13] Uma das razões mais importantes para codificar video é quando é necessário transferir ou carregar ficheiros para websites ou sites de partilha de vídeo, como Youtube ou Vimeo. Neste caso, é necessário codificar os dados de vídeo num dos formatos suportados por estes sites.

2.4.1.2 Redes de Distribuição de Conteúdo

CDNs (*Content Delivery Networks*) oferecem serviços de *caching* para disponibilizar aos utilizadores conteúdo mais eficientemente, reduzindo a carga nos servidores de conteúdo. Os utilizadores não querem esperar que o conteúdo carregue e, para que, não existam grandes atrasos, o

conteúdo mais popular numa região ou para um conjunto de utilizadores é pré-carregado do lado do CDN. Um CDN permite fornecer uma grande variedade de conteúdo para diferentes destinatários (*web browsers*, dispositivos móveis, *set-top boxes*).[TB15]

2.4.1.3 Serviços de gestão de conteúdo vídeo (VCMS)

Video CMS ou *video content management system*, refere-se a software que permite centralizar, gerir e disponibilizar mais facilmente grandes livrarias de conteúdo vídeo. Com este tipo de software pode-se, não só, realizar pesquisas sobre os ficheiros e os seus metadados, mas também, procurar por palavras faladas ou apresentadas no ecrã durante o vídeo. Outra funcionalidade importante do VCMS é assegurar a compatibilidade do conteúdo com os diferentes dispositivos dos clientes, tendo em conta os diferentes formatos a considerar.

2.4.1.4 Gestão de utilizadores

O serviço de gestão de utilizadores permite gerir as funcionalidades e serviços disponíveis de acordo com as suas características (por exemplo, utilizadores com/sem subscrição).

2.4.1.5 DRM (Digital Rights management)

Gestão de direitos digitais (DRM) é um termo para tecnologias de controlo de acesso para limitar o uso de conteúdo digital. Descreve qualquer tecnologia que inibe o uso de conteúdo digital não desejado pelo seu detentor. *Software DRM* previne um utilizador de copiar conteúdo ou convertê-lo para outros formatos. Torna-se também possível definir políticas de acesso e restrição de conteúdo. [LELD05]

O processo de DRM divide-se em dois passos principais:

- **Encriptação:** Baseia-se em encriptação para proteger o conteúdo e sistemas de autenticação para garantir que apenas utilizadores autorizados podem aceder aos ficheiros. Quando aplicado, a informação é convertida num ficheiro ilegível para quem não possuir a chave de desbloqueio apropriada.
- **A autenticação:** os sistemas de autenticação colocam-se entre os utilizadores e as chaves de descriptação, assegurando que as apenas aqueles com as permissões adequadas podem obter uma chave de descriptação.

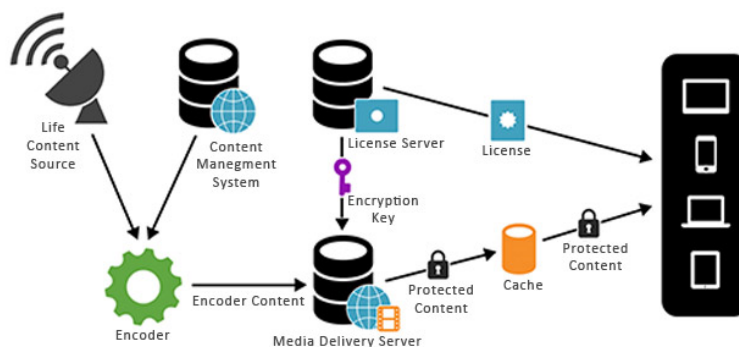


Figura 2.10: Encriptação DRM

Existem quatro tipos principais de soluções DRM:

- **Baseadas na plataforma:** relacionadas com modelos de negócio como *Pay-per-view* ou por subscrição. Permite reprodução de conteúdo em várias plataformas por streaming e descarregamento oferecendo restrições contra cópias pelo *output HDMI* e outros similares.
- **Encriptação de Conteúdo:** a encriptação é realizada durante qualquer descarregamento de conteúdo e transferência de ficheiros (menos eficaz)
- **Baseados em licença:** requerem um servidor para gerir as licenças e pedidos de acesso. Possível gerir o conteúdo disponível a um utilizador, segundo licenças específicas.
- **Software de reprodução de vídeo com DRM:** o software de reprodução comunica diretamente com o servidor de licença e aplica as restrições diretamente sobre o conteúdo.

Uma solução DRM ideal deve oferecer aos utilizadores uma experiência transparente e manter-se independente a qualquer plataforma ou dispositivo. [LELD05]

2.4.1.6 Análise de dados

Dados de utilização dos clientes do serviço são obtidos pelos servidores para monitorizar a qualidade e *performance* do serviço, e posteriormente ajudar a melhorá-lo. Informação relacionada com horários de utilização e conteúdos mais requisitados servem de *input* para a evolução do modelo de negócio.

2.4.1.7 Localização

Os servidores de localização fornecem dados utilizados para oferecer ou bloquear conteúdo, tendo em conta o país ou região do utilizador. A publicidade dirigida ao utilizador pode, também, variar consoante a sua localização.

2.4.2 Arquitetura do serviço ao nível do cliente

Consiste na interface de utilizador, sua autenticação e guia de programação electrónico.

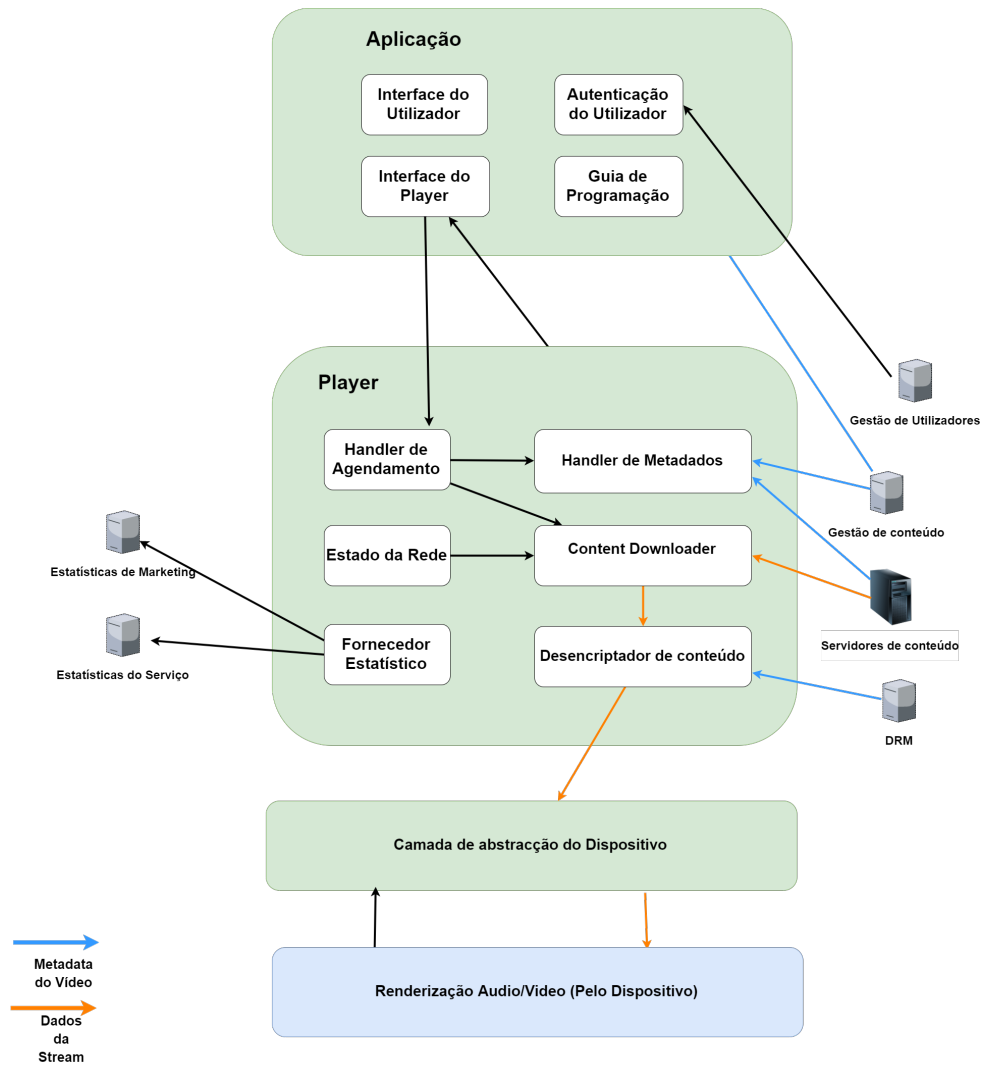


Figura 2.11: Arquitetura de um serviço VOD do lado do cliente

2.4.2.1 Interface

A parte de interface de utilização é específica para diferentes dispositivos. Normalmente existem diferentes versões de acordo com o dispositivo, *iOS* (baseada em *UIKit*), *Android* (baseada em *Java*), PCs (baseada em *Win APIs*) e em box tradicional (baseadas em *QT*). Ultimamente procura-se tornar a interface independente da plataforma a usar com tecnologias como *HTML5* e *Javascript*.

2.4.2.2 Permissões

Responsável por disponibilizar ao utilizador conteúdo a que este tem acesso, de acordo com o seu modelo de subscrição.

2.4.2.3 Software de reprodução (*Video Player*) e interface

É a ferramenta responsável por descarregar, descriptar e decodificar o conteúdo vídeo. Serve de interface com a aplicação para definir vários parâmetros de configuração e indicar mudanças de estado nesta.[[SER15](#)]

Interfaces mais comuns:

- Configurar informações de *login/logout* do utilizador
- Mostrar estatísticas do utilizador, bem como, do servidor de conteúdo
- Selecção de conteúdo, guia de programação electrónica ou dados do canal
- Controlo de reprodução de vídeo (iniciar/parar/reproduzir/pausar/procurar/subtítulos)

Informação do Player para a aplicação:

- Estado de reprodução de um vídeo (parado/em reprodução/em pausa/erro)
- Início ou término de reprodução de conteúdo
- Mudanças de bitrate (qualidade de reprodução)

2.4.2.4 Handler de Agendamento

Responsável por seleccionar o ficheiro vídeo adequado a reproduzir num canal, segundo um horário estipulado, ou conteúdo seleccionado pelo utilizador. Instancia o *Handler* de Metadados e *Content Downloader* para receber os metadados relevantes e *streaming* de vídeo dos servidores. Mantém, também, a máquina de estados do *player*. Este módulo é também responsável por gerar dinamicamente conteúdo publicitário, de acordo com informação contida nos metadados. [[TPJT98](#)]

2.4.2.5 Handler de Metadados

Obtém informação (metadados) relevante sobre um canal ou programa e dados de *streaming* do servidor. No caso de *Live streams*, os metadados necessitam de ser re-obtidos periodicamente, já que, a *stream* é codificada dinamicamente e depois disponibilizada no servidor.[[TPJT98](#)]

Metadados do Canal contém tipicamente a seguinte informação:

- Horários de programação (que programa e quando estará disponível)
- Identificador do canal e título

- Caminho para *stream* de vídeo e metadados da *stream* (como informação de *Load Balancing*)
- Tipo de conteúdo (TVOD ,Em Direto, Gratuito, Subscrição (SVOD))
- Informação relacionada com publicidade e *marketing* (caminho para fornecedores de anúncios externos, pausas para anúncios)
- Restrições de localização, qualidade (HD/SD) e dispositivos

Metadados de *Stream* contêm normalmente a seguinte informação:

- Início e fim (duração do conteúdo). No caso de uma *stream* em direto, o fim não é um dado fixo.
- Tipo de *stream* (*Video-on-demand*, Em direto, Gravação)
- *Bitrates* disponíveis para *download* (diferentes qualidades de *stream*)
- Detalhes acerca de *codecs* Video/Audio
- Dados sobre encriptação
- Estado da rede

Este módulo mede e fornece informação relacionada com a rede ao *Content Downloader*. Este baseia-se nesta informação para definir e melhorar a qualidade (*bitrate*) de acordo com as condições da rede. A informação de rede normalmente fornecida inclui a Largura de Banda de Download Estimada e latência entre pedidos.

2.4.2.6 *Content Downloader*

O componente mais importante do *Video Player*, determina a qualidade de reprodução de vídeo para uma melhor experiência de utilização. O objetivo é descarregar vídeo com a maior *bitrate* possível (melhor qualidade) sem interromper a sua reprodução. Se os algoritmos usados forem demasiado otimistas é possível que a reprodução de vídeo pare por falta de conteúdo num dado momento, se forem demasiado pessimistas, a *bitrate* será baixa e o conteúdo apresentado ao utilizador de baixa qualidade. Como tal, ajustar este componente para que se comporte de forma equilibrada é um desafio grande. Os ajustes são realizados recorrendo às medições realizadas sobre a rede pelo *Handler* de Metadados e heurísticas de modo a obter a melhor *bitrate* durante qualquer *stream* (*Streaming Adaptativa*). [SER15]

2.4.2.7 Desencriptador de conteúdo

Desencripta o conteúdo vídeo descarregado e passa-o à camada de Abstração do Dispositivo para renderização. Em certas plataformas a desencriptação é feita nos próprios mecanismos de renderização.

2.4.2.8 Camada de Abstração do Dispositivo

Tipicamente diferente para diferentes plataformas, é responsável pela renderização vídeo numa plataforma específica. Algumas destas, como *iOS* e *Samsung*, conseguem reproduzir vídeos em formato *MPEG* de transporte diretamente, enquanto outras como *Android* e *PC*, podem necessitar que as frames de Áudio e Vídeo sejam separadas antes. Basicamente, esta camada, converte conteúdo descarregado para um formato adequado para reprodução num dispositivo alvo.

Alguns mecanismos populares de renderização video são:

- *HLS Players – iOS e Samsung*
- *Open GL – Mac*
- *GDI+ - Windows*
- *APIs* customizadas

Fornecedor de Estatísticas

Este componente fornece dados ao Servidor de Análise Estatística. Dados estes usados para:

- Análise de qualidade da aplicação: identificar áreas onde melhorar a experiência de utilização
- Identificar tendências: conteúdo mais visualizado e popularidade de vários canais ou programas
- Maximizar lucro via *marketing*: analisar interesses dos utilizadores e dirigir publicidade de acordo com as suas preferências

[TPJT98]

2.5 Resumo ou Conclusões

O paradigma de consumo de conteúdo vídeo mudou substancialmente nos últimos tempos. Esta nova realidade introduziu uma multitude de novas plataformas e dispositivos aos utilizadores, impondo grandes investimentos na distribuição de conteúdo vídeo e desenvolvimento de aplicações. Para distribuidores de conteúdo, a adopção de serviços OTT é a chave para o sucesso a longo termo. Construir uma aplicação VOD que suporte este tipo de serviço é um processo moroso e complicado. É necessário ter em conta como criar uma livreria de conteúdo adequadas e estratégia de distribuição da aplicação em diferentes dispositivos. Desenvolver uma plataforma tecnológica inteiramente nova, que respeite todos os requisitos necessários, aumenta a dificuldade de implementação do serviço e custos associados. As razões principais que tornam a adopção de uma aplicação VOD (adaptada ao modelo de negócio de um fornecedor de conteúdo) um processo difícil são as seguintes:

Revisão Bibliográfica

- Nenhuma solução única consegue oferecer a melhor solução nas diversas áreas de um serviço OTT. O conjunto de componentes e serviços é muito abrangente e requiere grandes recursos para desenvolvimento
- Difícil reutilizar aplicações/soluções existentes em gerações sucessivas de plataformas do serviço.
- Nenhum fornecedor de serviços oferece uma plataforma orientada a serviços, em que, se poderia ter o controlo necessário para a sua evolução e adição de novas funcionalidades

Nenhum destes motivos impede que aplicações VOD sejam desenvolvidas e que funcionem com sucesso, durante um certo período de tempo. Ao mesmo tempo, dificulta a agilidade a longo termo e a evolução do serviço.

Revisão Bibliográfica

Capítulo 3

Solução apresentada

Neste capítulo apresenta-se uma *framework* que permite o desenho e prototipagem de uma plataforma VOD capaz de integrar diferentes módulos (serviços), indo de encontro às necessidades de cada cliente.

3.1 *Framework da aplicação*

A Framework necessita de ser extensível e configurável, demonstrando a integração de diversos conjuntos de componentes, de acordo com a solução que o cliente necessita. Esta Framework é construída agregando diferentes módulos que permitem um *workflow* e funcionalidades facilmente integráveis entre si. Permite facilitar a integração de novas funcionalidades, sempre que necessário.

3.1.1 Diagrama de alto nível dos componentes

O diagrama abaixo demonstra uma descrição a alto nível dos diferentes componentes e como estes interagem, dentro da aplicação.

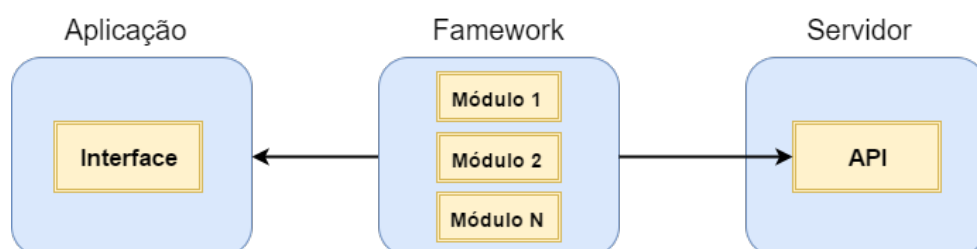


Figura 3.1: Diagrama de alto nível

A *framework* recorre à API para mostrar, adicionar ou modificar conteúdo, de acordo com a configuração de módulos e funcionalidades disponíveis. Dado que as funcionalidades *core* da

aplicação e os módulos baseiam-se nesta mesma API, torna-se fácil adicionar e remover novos módulos e funcionalidades (antes e depois do *deployment*).

3.2 Aplicação modular de *video-on-demand*

A aplicação é um sistema modular com diferentes serviços que podem ser integrados, em diferentes configurações para suportar diferentes níveis de escalabilidade e dimensão. São descritas as camadas principais ou essenciais do serviço e componentes que podem ser adicionados como complementos e arquitetura da aplicação. [Zha12]

3.2.1 Camadas lógicas

A plataforma baseia-se numa infra-estrutura modular. Temos cinco camadas principais:

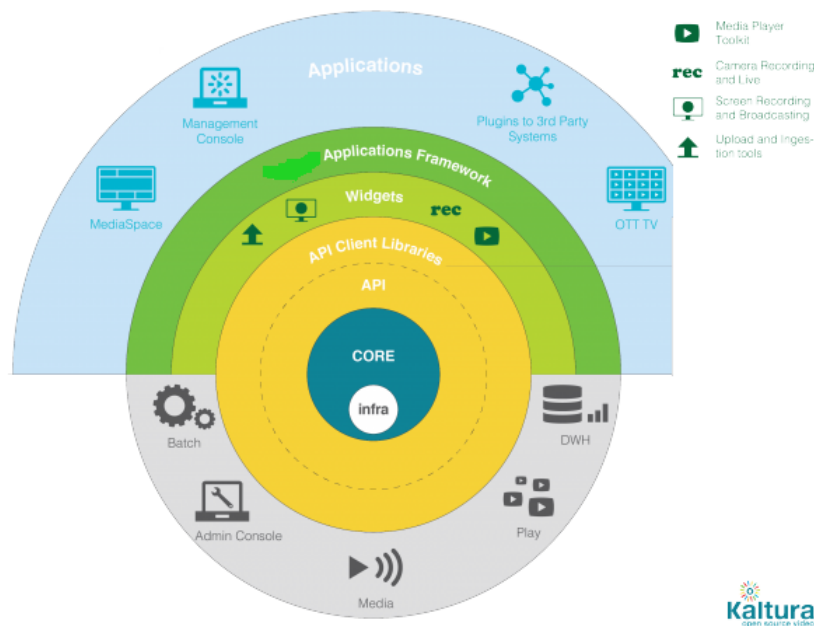


Figura 3.2: Layout lógico das camadas da aplicação

Apresenta-se uma lista dos serviços essenciais:

- **Serviços de *Streaming* e distribuição de conteúdo:** A partir de um serviço de CDN, a infraestrutura de *streaming* deve assegurar a melhor performance, mesmo com grandes volumes de conteúdo e audiências. Deve suportar diferentes métodos de *streaming*: download progressivo, RTMP e *streaming* HTTP.
- **Serviços de Gestão de Conteúdo:** Disponibiliza um conjunto de ferramentas de gestão de conteúdos. Os detentores de conteúdo podem facilmente fazer *upload* dos seus vídeos, gerir

e popular um conjunto de campos de metadados e organizar o seu conteúdo em *playlists*, com filtros de pesquisa, etc..

- **Gestão de Utilizadores:**

Funcionalidades de administração de contas de utilizadores, podendo o administrador bloquear o acesso a certas contas, configurar o tipo de utilizador ou definir diferentes níveis de permissões. Pode também, definir as funcionalidades ou conteúdo a que o utilizador tem acesso.

Os serviços opcionais (com custo acrescido) são os seguintes:

- **Codificação vídeo:** Se o utilizador desejar, os ficheiros vídeo são codificados para um formato especificado após o seu *upload* (e *codecs* disponibilizados), para permitir a sua publicação em diferentes qualidades e dispositivos (incluindo *mobile*), suportando os *media codecs* mais populares. [EW17] Cada ficheiro é tratado de acordo com o seu tipo tendo em conta parâmetros como:

- tipo de codificação
- qualidade (*bit rate*)
- proporção do ecrã
- otimização vídeo

Cada ficheiro pode ser codificado de diferentes maneiras (*bitrates* diferentes, dimensões e qualidade). Durante a reprodução deve ser possível, no *player*, seleccionar o melhor formato de acordo com a qualidade de ligação e dispositivo do utilizador.

- **Serviço de Estatísticas** Permite monitorizar e perceber o comportamento dos utilizadores finais em relação ao consumo de conteúdo, de modo a obter maior lucro do serviço. O serviço inclui indicadores específicos dos utilizadores, conteúdo e métricas relacionadas com audiência, incluindo:

- número de utilizadores e fornecedores de conteúdo
- conteúdo mais popular
- número de visualizações, por conteúdo individual
- latência média durante *playback*
- indicadores por tipo de conteúdo
- atividade dos utilizadores

- **Publicidade e Monetização**

Permite incluir conteúdo publicitário durante uma *stream* ou qualquer outra interface da aplicação. Anúncios estáticos, de *overlay*, gerados a partir da localização do utilizador assim como estatísticas relacionadas estão disponíveis. Funcionalidades de *pay-per-view* e conteúdo por subscrição enquadram-se, também, neste módulo.

3.2.2 Componentes funcionais

As camadas lógicas da plataforma, descritas na secção anterior, são implementadas utilizando diferentes componentes funcionais listados nesta secção. Alguns destes componentes devem ser implementados na plataforma base e outros são opcionais, em que a decisão de os adicionar à plataforma depende das necessidades do cliente final e/ou da dimensão desta.

Os seguintes componentes constituem a plataforma base:

- **Serviços Web** O servidor e camada de serviços *web* na forma de um conjunto de Interfaces de Programação da Aplicação (API) como um ponto de acesso único para comunicação cliente-servidor. Este módulo deve ser implementado em servidores de *front-end*, para melhor distribuição de tráfego.

- **Armazenamento partilhado**

Espaço de disco dedicado partilhado e acessível pelos servidores da plataforma. São armazenados todos os conteúdos e ficheiros da aplicação, incluindo:

- recursos de media
- *thumbnails*
- ficheiros de configuração do *player/playlists*

O armazenamento partilhado pode ser realizado localmente ou em *cloud*.

- **Base de dados operacional** Esta é a base de dados da aplicação, usada para armazenar e gerir informação relacionada com o conteúdo (metadata, identificadores, URLs, etc.), assim como, dados de suporte à aplicação e lógica de negócio. A base de dados operacional deve ser implementada localmente, de preferência em servidores dedicados.
- **Módulo de administração da aplicação** É responsável pela administração da plataforma, para monitorizar e configurar os módulos/funcionalidades presentes na aplicação. Deve-se encontrar num servidor separado da aplicação.

Alguns dos componentes opcionais:

- **Codificação** Gere todas as tarefas de codificação de mídia, usando codificadores *open source* ou comerciais. Este módulo é pesado em termos de processamento e pode ser implementado num servidor de *backend* ou distribuído usando servidores independentes em *cloud*.

Codificar vídeo é necessário quando se quer reproduzir-lo em diferentes dispositivos, devido ao fato de alguns *tablets*, *smartphones* e computadores pessoais não suportarem o formato original em que o conteúdo foi gravado. Para além disto, é necessário um codificador de vídeo para *upload* de ficheiros vídeo online. Depois de seleccionar um vídeo a codificar, carrega-se o ficheiro para um software de codificação e escolhe-se um formato de *output*, tais

Solução apresentada

como: MP4, WebM VP8, AVI, MKV ou WMV. De seguida, selecciona-se o *codec* apropriado para a aplicação alvo. Alguns destes *codecs* permitem reprodução vídeo em browsers e dispositivos modernos, tais como, OGGTheora, H264, HEVC ou VP9.





Video Encoding	 Microsoft Internet Explorer	 Apple Safari	 Google Chrome	 Mozilla Firefox	 Opera
H.264	IE9, IE10	Safari 4+	Chrome 3.0.182.2+ (will be dropped)	Requires plug-in	Requires plug-in
VP8	Requires Windows codec	Requires plug-in	Chrome 6.0.442+	Firefox 4+	Opera 10.60+
Theora	Requires plug-in	Requires plug-in	Chrome 3.0.182.2+	Firefox 3.6+	Opera 10.50+

Figura 3.3: Padrões para compressão de vídeo

Dependendo da qualidade do ficheiro vídeo codificado, pode-se fazer uma série de ajustes. Para obter um ficheiro de *output* de alta definição, a versão de *input* terá que ter uma qualidade elevada. Qualquer software de codificação de vídeo procura melhorar a qualidade de vídeo do ficheiro original, mas não consegue converter um vídeo de baixa qualidade num de alta definição.

Em suma, *software* de codificação de vídeo é uma ferramenta muito útil para quem pretende tornar o seu conteúdo reproduzível em diferentes tipos de dispositivos. Um codificador vídeo é crucial para quem necessita de publicar vídeos *online* (*players* de vídeo *online* suportam um número limitado de formatos). Por fim, é útil para melhorar ligeiramente a qualidade de um ficheiro vídeo.

- **Módulo de Estatísticas** Permite monitorizar métricas importantes que afetam diretamente o sucesso do serviço. Identificam-se quatro módulos principais: Qualidade do Serviço (QoS) para avaliar a performance vídeo, Diagnósticos de Utilizador para uma análise mais profunda da experiência de utilização individual, Estatísticas de Audiência para identificar as tendências e comportamentos à medida que a audiência consome o conteúdo da plataforma e Estatísticas de *Download*, permitindo medir a performance da aplicação em termos de acesso ao conteúdo.

- **Monitorização de Qualidade de Serviço:** Mede em *real-time* a qualidade de reprodução de vídeo. Informação sobre erros, tempo de espera, *re-buffering* e *bitrates* é capturada e visível a qualquer momento.

- **Diagnósticos de Utilizador:** analisa a experiência de reprodução de conteúdo ao nível do utilizador individual, mantendo um histórico para resolução de possíveis problemas relacionados com um cliente. Analisa a qualidade de ligação, atividade e qualidade de reprodução de conteúdo para cada visita do utilizador.
- **Estatísticas de Audiência:** *Dashboards* de Qualidade de Serviço permitem identificar as tendências no comportamento da audiência para compreender como o conteúdo e pacotes de conteúdo oferecido, e sua qualidade, influenciam o sucesso de negócio.

Métricas mais comuns:

- **Adesão da audiência ao conteúdo:** visualizações, visitas, tempo médio de reprodução vídeo
 - **Qualidade:** *bitrate*, taxa de perda de *frames*, velocidade de ligação
 - **Diagnósticos ao nível do utilizador:** histórico de visitas/conteúdo visualizado, qualidade de ligação
- **DRM** Gestão de direitos digitais (DRM) é um termo para tecnologias de controlo de acesso para limitar o uso de conteúdo digital. Descreve qualquer tecnologia que inibe o uso de conteúdo digital não desejado pelo seu detentor. *Software DRM* previne um utilizador de copiar conteúdo ou convertê-lo para outros formatos. Torna-se também possível definir políticas de acesso e restrição de conteúdo.
 - **Modelos de subscrição/ Pagamento** Oferecer aos utilizadores diferentes modelos de pagamento e suporte para os efetuar.
 - **Gestão de Anúncios/Conteúdo publicitário** Possibilidade de suportar a inclusão de anúncios de terceiros na aplicação ou durante o consumo de conteúdo vídeo. Moldar o conteúdo publicitário consoante as preferências e comportamento do utilizador maximiza a utilidade deste módulo.

3.3 Arquitetura do sistema

Apresenta-se um diagrama representativo do sistema contendo os componentes essenciais para o seu funcionamento, e alguns opcionais (funcionalidades extra), que podem ser adicionados consoante as necessidades do cliente.

O módulo de ingestão, não referido anteriormente, trata do processo de codificação de vídeo. Para cada ficheiro vídeo recebido diretamente do detentor de conteúdo, é possível criar ficheiros de output correspondentes a vídeo em diferentes formatos, bitrates e resoluções. Para além de codificação vídeo, é realizada a proteção dos Direitos de Autor, recorrendo a uma estratégia DRM.

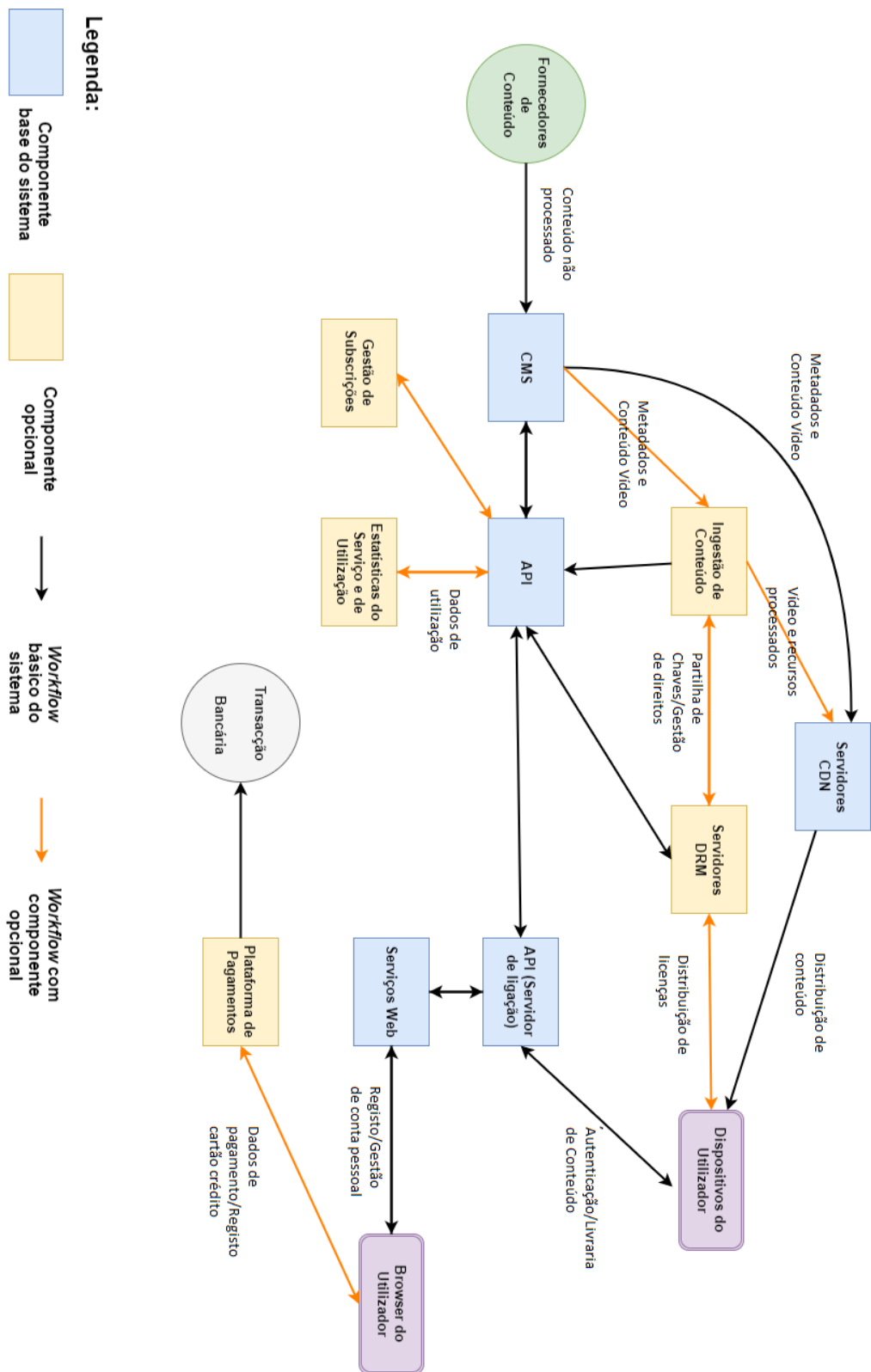


Figura 3.4: Arquitetura de serviço e componentes

Solução apresentada

Capítulo 4

Implementação

4.1 Protótipo

O protótipo desenvolvido divide-se em dois componentes principais:

- Uma aplicação de *video-on-demand* modular, com os serviços básicos de *streaming* de vídeo e alguns módulos opcionais.
- Aplicação para deployment de uma versão da aplicação VOD, em que se configuram os módulos e serviços presentes nesta

4.2 Aplicação de *video-on-demand*

A aplicação baseia-se numa estrutura Cliente-Servidor, em que, os utilizadores necessitam de descarregar o programa para aceder ao conteúdo vídeo. O sistema usa uma estrutura Browser/Servidor (baseada na estrutura Cliente-Servidor da aplicação). O cliente necessita apenas de um *browser* para abrir a aplicação e reproduzir vídeo. Neste tipo de aplicação, o servidor Web e a Active Server Page (ASP) são usadas como camada intermédia entre o cliente e a base de dados. A informação do lado do cliente é submetida para o servidor Web sob a forma de pedidos HTTP. O servidor Web acede à base de dados através do ASP e os resultados operacionais são devolvidos ao browser na forma de uma página HTML.

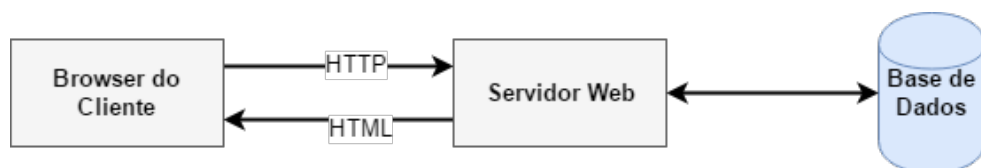


Figura 4.1: Estrutura Servidor/Cliente

Implementação

Para além da interface com o utilizador da aplicação *web* e o serviço básico de distribuição e *streaming* de conteúdo vídeo, a aplicação possui cinco módulos opcionais que podem ser facilmente adicionados à aplicação, dependendo das necessidades do cliente final:

- **Gestão de Utilizadores**
- **Codificação Vídeo**
- **Publicidade**
- **Pagamento de Serviços**
- **Serviço e conteúdo Premium**

4.2.1 Distribuição e *streaming* do conteúdo vídeo

A solução proposta é baseada em *software open source* e no conceito de pseudo *streaming*. Pseudo *streaming* refere-se ao *download* progressivo de ficheiros vídeo sobre protocolo HTTP, em que a experiência do utilizador é similar à de *streaming* real de vídeo. Para suportar este tipo de experiência, requisitos VOD normais são cumpridos:

- **Acesso direto a qualquer ponto do ficheiro vídeo:** permite responder aos pedidos do utilizador para saltar para qualquer *timestamp* do ficheiro em reprodução no *player* do cliente
- **Controlo de acesso:** os ficheiros são protegidos de acordo com as permissões do utilizador
- **Minimizar tráfego de rede:** gerado o mínimo tráfego, apenas para o descarregamento do conteúdo

A solução proposta possui três componentes principais: extensões do servidor *web* para *streaming*, um CMS e software de reprodução vídeo do lado do cliente. A arquitetura é demonstrada na figura seguinte, onde as ligações mostram o *flow* de pedidos do utilizador partindo do *player*.

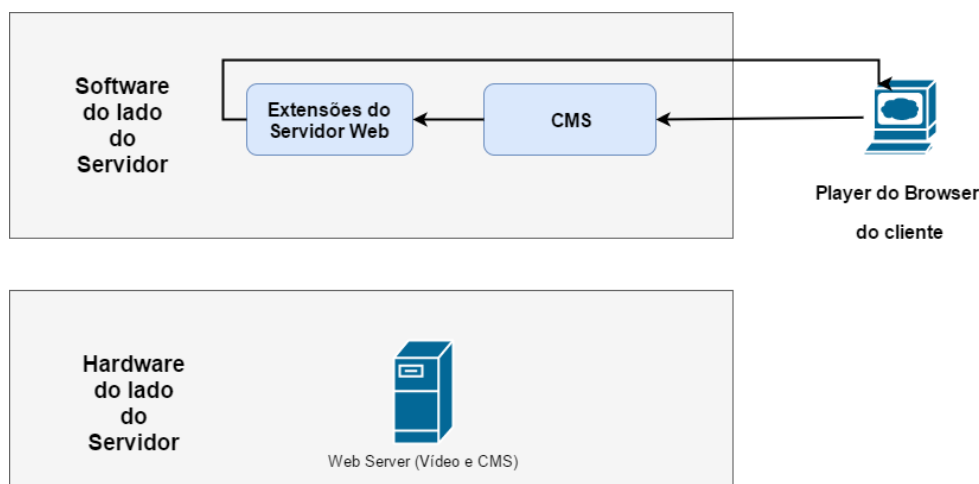


Figura 4.2: Arquitetura de distribuição de conteúdo e *streaming*

A arquitetura de *hardware* é baseada em dois servidores, no entanto, pode-se usar apenas um. As extensões do servidor para suporte de pseudo *streaming* representam a parte principal da solução. As extensões permitem ao servidor *web* processar as respostas relacionadas com o *download* progressivo de partes do ficheiro vídeo a partir de *offsets* de *bytes*. A segunda componente principal é o CMS para gerir os ficheiros e controlo de acesso a estes. O CMS é integrado com o servidor *web* para suportar as suas funcionalidades. O browser player (neste caso, é usado o player nativo em HTML5 no browser) é a terceira entidade. Este já suporta pseudo streaming.

4.2.1.1 Servidor Web Apache

O servidor *Web* apache é robusto e flexível e suporta diferentes módulos externos. Cada módulo pode ser adicionado ao *container* de módulos e ativado na configuração do servidor. O núcleo do servidor é responsável pela interação HTTP entre cliente e servidor, enquanto as restantes funcionalidades são tratadas pelos módulos. Um módulo aceita pedidos HTTP redirecionados pelo núcleo e envia uma resposta. Mais de um módulo pode ser ativado para processar pedidos de um utilizador. [Jin10]

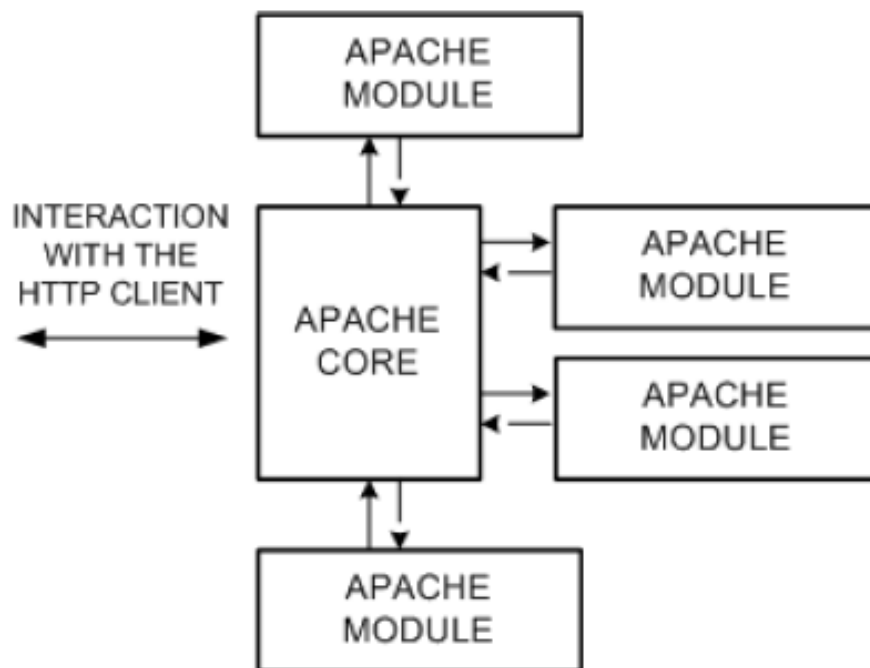


Figura 4.3: Arquitetura de alto nível do servidor *Apache*

Para suportar pseudo *streaming*, o servidor tem que ser instalado num sistema operativo contendo os seguintes módulos externos:

- **Módulos *mod_flv* e *mod_h264*:** Permitem pseudo *streaming* de ficheiros MP4 e FLV. Quando um ficheiro vídeo é requisitado com o parametro URL *start*, contendo informação

Implementação

sobre a localização do ficheiro, o servidor responde com a parte do ficheiro correspondendo ao início do vídeo, descarregando o restante conteúdo à medida que o vídeo é reproduzido.

- **Módulo *mod_auth_token*:** Implementa o controlo de acesso a conteúdo vídeo via CMS, onde o CMS gera links URL de acesso com tempo limitado.

4.2.2 Módulos opcionais

Descrevem-se cinco módulos opcionais em que, cada um deles, adiciona um conjunto de funcionalidades extra à aplicação base:

4.2.2.1 Gestão de Utilizadores

Permite aos utilizadores registarem-se na aplicação e autenticarem-se com a sua conta pessoal. O administrador pode bloquear o acesso a certas contas e definir o nível de permissão, definindo as funcionalidades e conteúdo a que o utilizador tem acesso.

Implementação

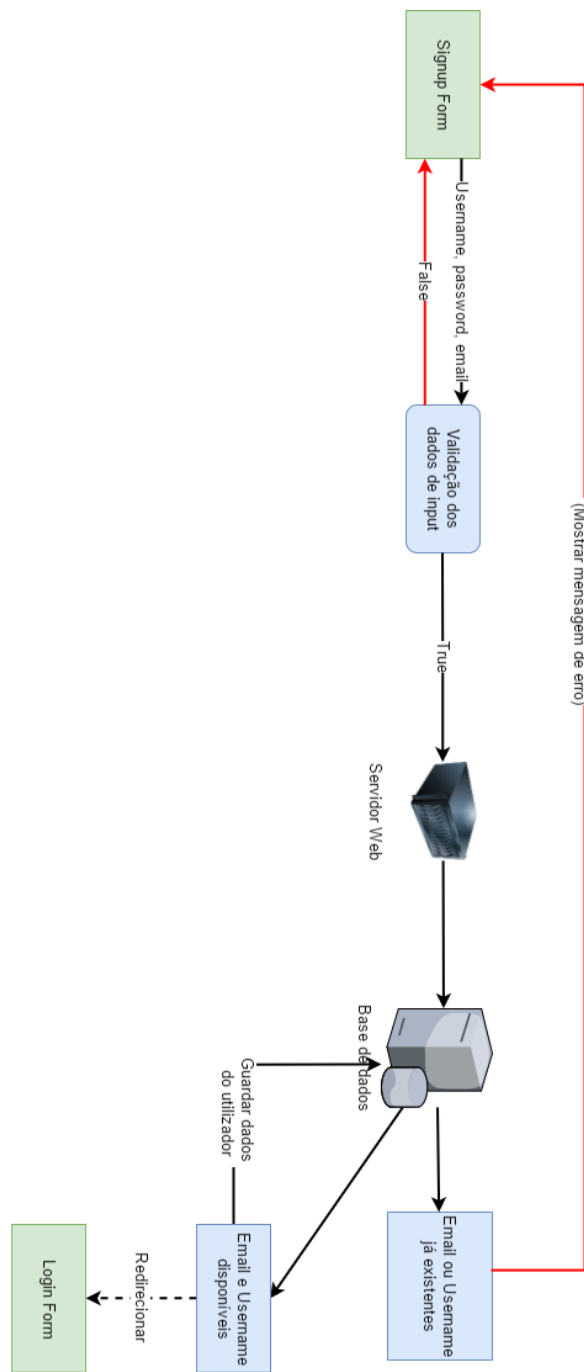


Figura 4.4: *Flow chart* do processo de *signup*

Implementação

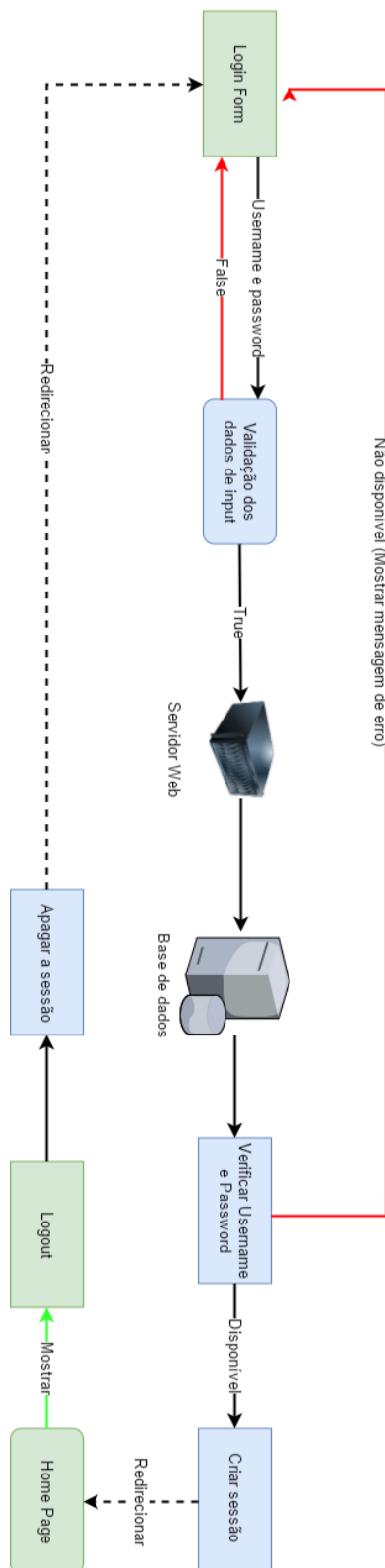


Figura 4.5: *Flow chart* do processo de login

4.2.2.2 Pagamento

O módulo de pagamento permite aos utilizadores comprar uma subscrição ao serviço. Os utilizadores subscritos têm acesso a conteúdo exclusivo e à remoção de conteúdo publicitário na aplicação.

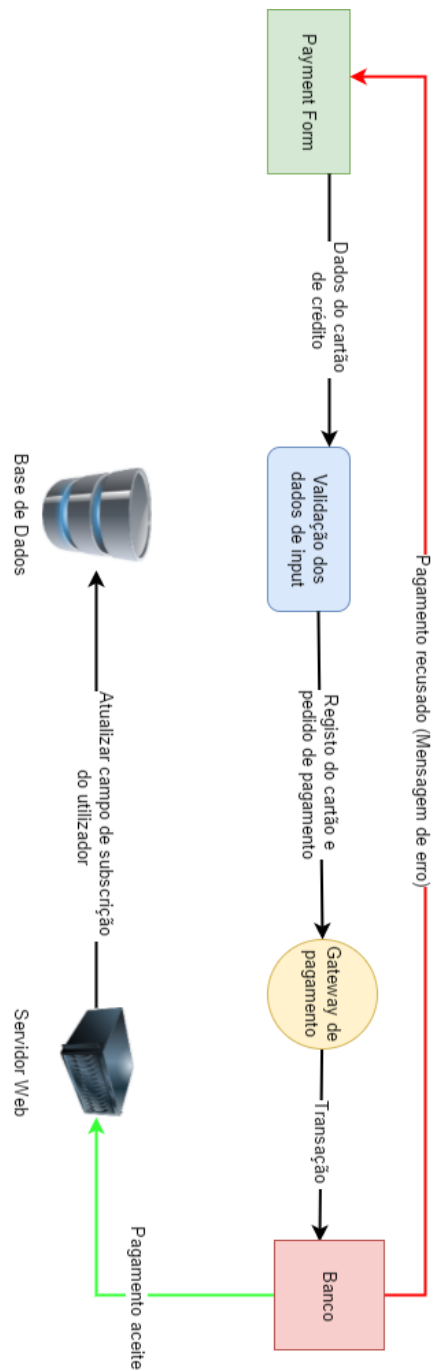


Figura 4.6: Processo de pagamento

4.2.2.3 Descodificação Vídeo

Descodifica vídeo em formato HEVC/H.265 para um formato reproduzível no player do *browser*. O H.265, também conhecido como HEVC (High Efficiency Video Coding), é um codec vídeo que comprime ficheiros vídeo para metade do tamanho, mantendo a qualidade original. É usada uma biblioteca lib265, que descodifica o vídeo usando apenas JavaScript.

4.2.2.4 Anúncios

Permite ao detentor da aplicação adicionar conteúdo publicitário, apresentando-o na interface do utilizador.

4.2.2.5 Serviço e Conteúdo Premium

O módulo premium permite a um utilizador subscrito aceder a conteúdo restrito. Permite também, que este use a aplicação sem que sejam apresentados anúncios na interface.

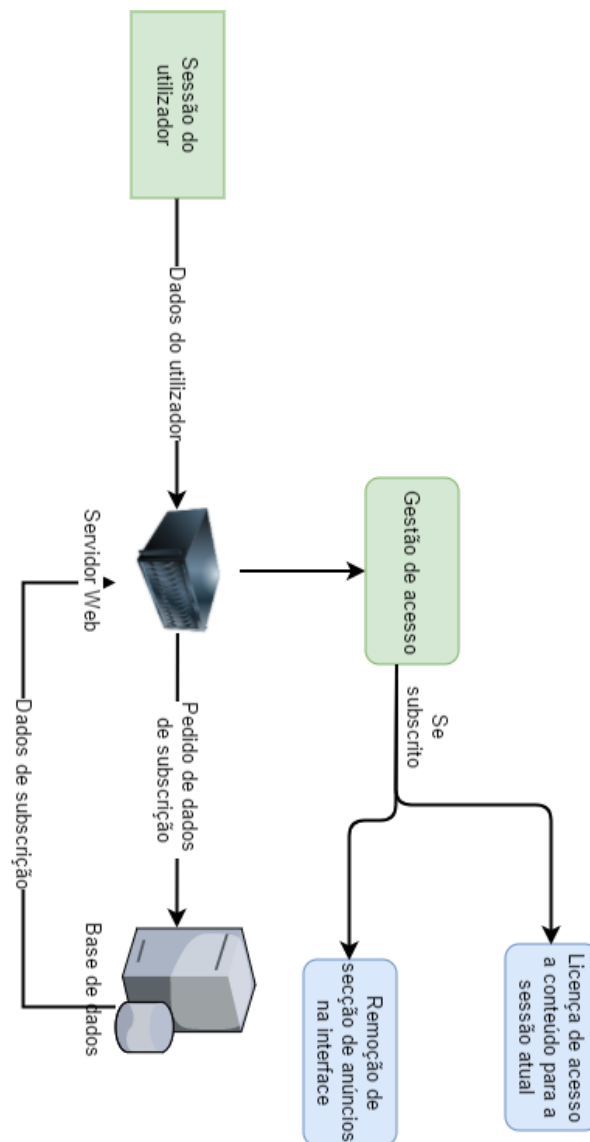


Figura 4.7: Verificação de permissões

4.2.3 Arquitetura

Apresenta-se de seguida a arquitetura da aplicação com os serviços básicos, enriquecida por cada um dos componentes opcionais que podem ser adicionados. É possível ver como cada componente individual completa a arquitetura.

Implementação

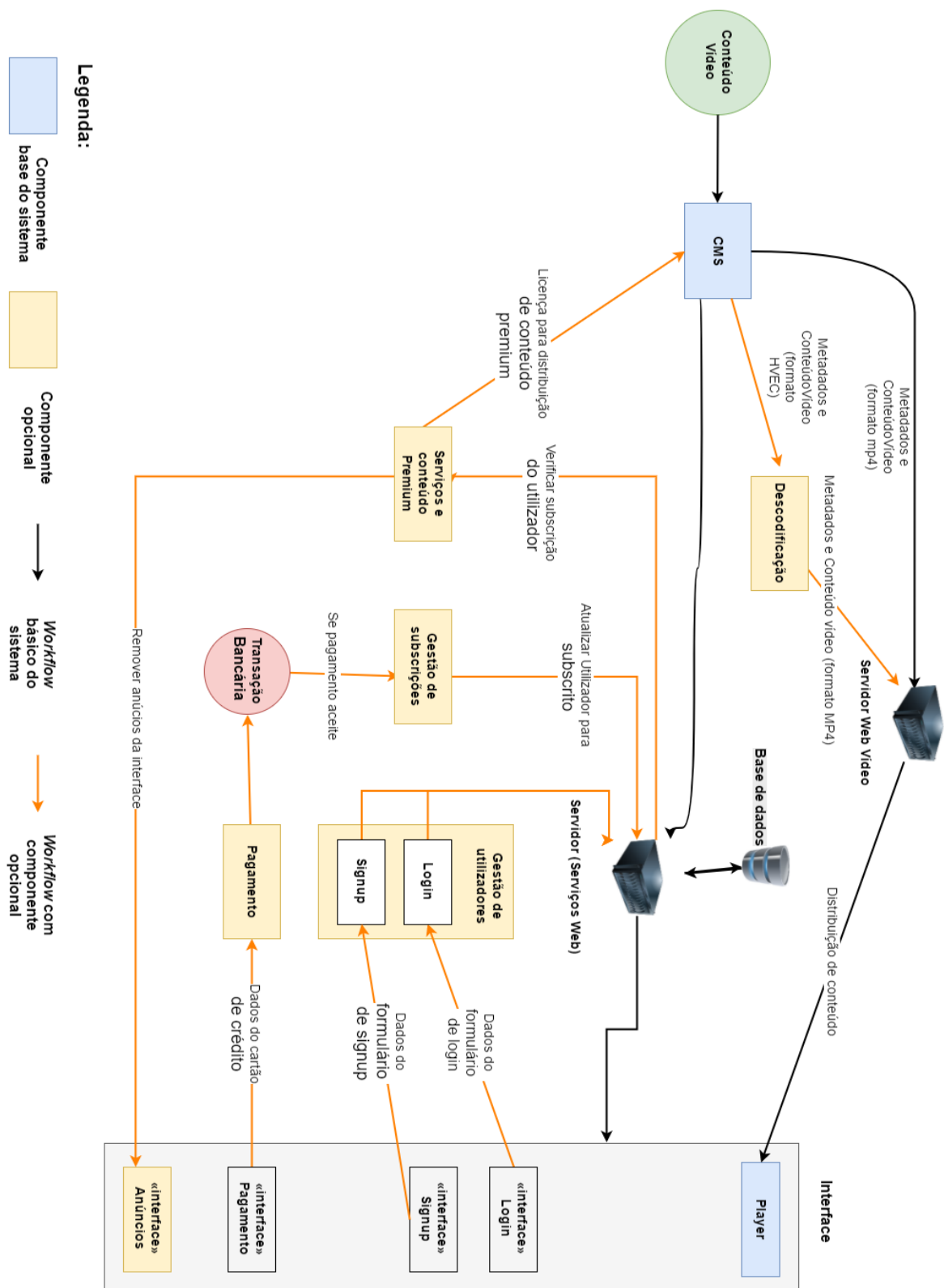


Figura 4.8: Serviços básicos e componentes extra

4.3 Deployment de aplicação VOD customizada

A aplicação VOD foi desenvolvida de modo a que os seus recursos e serviços estejam separados de acordo com a componente a que pertencem. Assim, é possível criar versões da aplicação com os conjuntos de funcionalidades pretendidos. Foi criada uma aplicação para *deployment* da aplicação VOD em que o utilizador pode seleccionar os componentes presentes nesta. Existem no entanto algumas restrições no processo de escolha de módulos para a aplicação final.

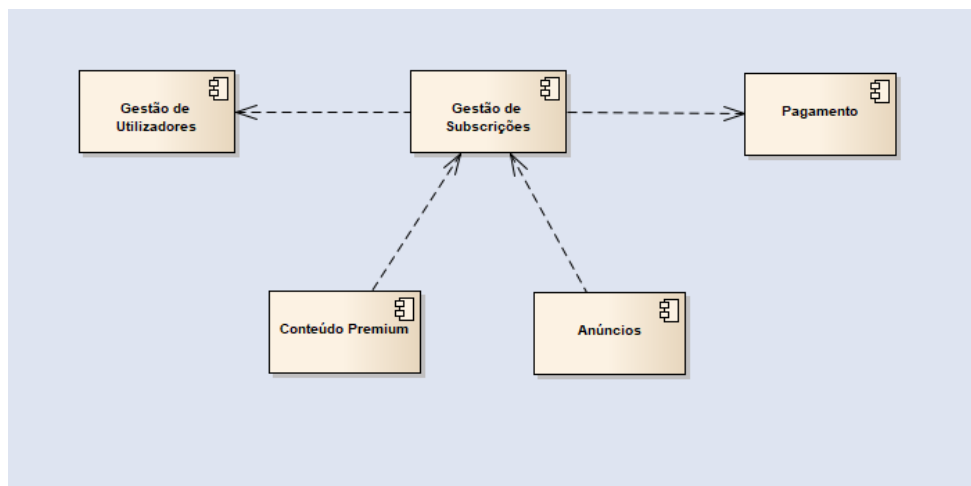


Figura 4.9: Dependência entre módulos

O módulo de gestão de subscrições necessita do módulo de gestão de utilizadores para saber a que utilizador corresponde uma dada subscrição. O módulo de subscrições depende do módulo de pagamento para que um utilizador possa mudar o seu tipo de subscrição, mediante pagamento. Por final, é necessário conteúdo restrito a certos tipos de subscrições (ou a possibilidade de remoção de anúncios), para que o módulo de gestão de subscrições tenha utilidade. Tendo em conta este conjunto de regras, é possível criar versões com qualquer combinação de funcionalidades. Os serviços de streaming e distribuição de conteúdo constituem os componentes básicos para o funcionamento da aplicação.

4.4 Resumo

O protótipo desenvolvido prova que é possível criar uma aplicação de *video-on-demand* modular que facilita a adição de novas funcionalidade, de acordo com as necessidades do cliente final. A arquitetura e divisão de recursos seguida durante o desenvolvimento deste protótipo permite este tipo de flexibilidade.

Implementação

Capítulo 5

Conclusões e Trabalho Futuro

5.1 Satisfação dos Objetivos

Tendo em conta a realidade atual de muita oferta e consequente necessidade de se realizar as opções corretas, entenda-se, qualidade de serviço, contenção de custos e funcionalidade da informação e entretenimento. Este projeto visa facilitar a tarefa do consumidor/cliente e o respetivo prestador de serviços. Acrescente-se ainda a possibilidade de facilidade da atualização constante desta aplicação. Assim, o projeto desenvolvido demonstra uma arquitetura que permite a construção de uma aplicação de *video-on-demand modular*, escalável e configurável ao nível das suas funcionalidades e serviços. Os diferentes módulos desta solução são facilmente integráveis entre si, facilitando a adição de novas funcionalidades. Os clientes que adoptem este tipo de aplicação terão maior facilidade em adapta-la à medida que os requisitos do seu serviço mudem, e ao mesmo tempo, permitir a substituição de componentes individualmente, com menor esforço, já que cada componente se encontra abstraído dos restantes e dos serviços base para o funcionamento da aplicação.

5.2 Trabalho Futuro

Desenvolver uma API que permita dividir a plataforma em micro-serviços. Isto significa que todas as funcionalidades, de interface ou internas, sejam baseadas numa API unificada. Todos os seus serviços básicos e componentes serão controlados por esta. Os próprios componentes da plataforma usariam chamadas à API para o seu funcionamento. Uma API bem documentada permite que sejam desenvolvidos novos componentes (e adicionados à aplicação) por entidades terceiras, assim como, a integração de serviços já existentes noutras plataformas.

Conclusões e Trabalho Futuro

Referências

- [Bra] Internet T V Brand. FIVE SMART TACTICS FOR OTT SUCCESS :.
- [Dyn16] Understanding T H E Dynamics. COMMONWEALTH TELECOMMUNICATIONS ORGANISATION UNDERSTANDING THE DYNAMICS OF Over-The-Top (OTT) SERVICES CTO Research Study. (October), 2016.
- [EW17] Video Encoding e Software Works. Simple cloud video encoding for developers . Outsource video transcoding for Web , Mobile and TV projects with. pages 4–6, 2017.
- [FPL08] J. Feng, W. F. Poon e K. T. Lo. *Large-Scale Video-on-Demand Systems*, pages 406–412. Springer US, Boston, MA, 2008. URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-78414-4_104, doi:10.1007/978-0-387-78414-4_104.
- [Gan13] Juan José Ganuza. TRABAJO DOCUMENTO DE TRABAJO N o 13 Over-the-top (OTT) applications , services and content : implications for broadband. 2013.
- [GKM⁺15] Ilsa Godlovitch, Bas Kotterink, J. Scott Marcus, Pieter Nooren, Jop Esmeijer e Arnold Roosendaal. Over-The-Top players (OTTs): Market dynamics and policy challenges. *European*, (December):137, 2015.
- [Ide15] Alyssa Ideboen. OTT Service Fundamentals: 10 Components of a Successful Strategy, 2015. URL: <http://blog.piksel.com/2015/04/ott-service-fundamentals-10-components-successful-strategy>.
- [Jin10] Fang Jin. Design and implementation video on demand system based on FMS +FLV. *Proceedings - 4th International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, ICGEC 2010*, pages 398–401, 2010. doi:10.1109/ICGEC.2010.105.
- [KLL⁺13] Jin Yong Kim, Guosheng Li, Xiaochuan Lu, Vincent L Sprenkle, John P Lemmon, Zhenguo Yang e Christopher A Coyle. (19) United States (2). 1(19), 2013. arXiv:arXiv:1208.5721, doi:US 2010/0311130 A1.
- [LELD05] Eugene T. Lin, Ahmet M. Eskicioglu, Reginald L. Lagendijk e Edward J. Delp. Advances in digital video content protection. *Proceedings of the IEEE*, 2005. doi:10.1109/JPROC.2004.839623.
- [SER15] DIMITAR SERAFIMOV. How Do You Choose The Right Video Player For Your Business?, 2015. URL: <https://inplayer.com/how-do-you-choose-the-right-video-player-for-your-business/>.
- [SPL16] Jungwoo Shin, Yuri Park e Daeho Lee. Strategic management of over-the-top services: Focusing on Korean consumer adoption behavior. *Technological Forecasting and Social Change*, 112:329–337, 2016. doi:10.1016/j.techfore.2016.08.004.

REFERÊNCIAS

- [TB15] Christian Timmerer Ack e Ali C Begen. Over the Top Content Delivery: State of the Art and Challenges Ahead PROVISION -Trends in Video Analysis, Representation and Delivery. 2015.
- [TPJT98] Babak Hamidzadeh T. P. Jimmy To. *Interactive Video-On-Demand Systems*. Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [TT] I N The e African Telecommunication. Ott_Uk.
- [Zha12] H Zhang. An Optimized Video-on-Demand System: Theory, Design and Implementation. 2012. URL: <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2012/EECS-2012-229.pdf>{%}5Cnpapers2://publication/uuid/57ECA50B-D18B-42D9-B411-67329BC7D3DC.