



UMinho

**Mestrado Engenharia Informática
Requisitos e Arquiteturas de Software
(2022/23)**

RASBET

Frederico Dias

Braga, 4 de novembro de 2022

(documento adaptado por João M. Fernandes com base no material produzido em 2021/22 pelos alunos
Adelino Miguel Silva, Angélica Soares Cunha, Diana Filipa Ferreira e Tiago Miguel Gomes)

Resumo

Este documento surge como consequência da empresa *SportMinho* nos contactar para a criação de um produto informático de suporte a apostas desportivas, para vender a casas de apostas. Este produto consiste em incentivar as casas de apostas a expandirem-se para o mercado de apostas *online*, uma vez que facilitará o acesso aos seus clientes habituais, mas também atrairá novos clientes pelo comodismo que o produto fornece. O produto deverá manter uma lista de apostas para cada um dos desportos disponíveis na plataforma e deverá deixar os utilizadores fazerem apostas nos resultados das partidas.

Como consequência da utilização do Modelo de *Volere*, serão apresentados, primeiramente, o propósito do projeto, assim como os seus impulsionadores e as suas partes interessadas. Em seguida, encontrar-se-ão todas as restrições deste projeto.

Em último lugar, serão apresentados todos os requisitos funcionais, assim como casos de uso e, para além disto, todo o processo que foi percorrido pelo grupo para chegar a tais requisitos.

Conteúdo

1 O propósito do Projeto	6
1.1 Contextualização	6
1.2 Definição do Produto	6
1.3 Motivação e Objetivos	6
2 Instigadores do Projeto	7
2.1 Propósito do Sistema	7
2.2 Cliente, Consumidores e <i>StakeHolders</i>	7
3 Utilizadores do Produto	8
3.1 Apostador	8
3.2 Especialista	8
3.3 Administrador	8
3.4 As prioridades atribuídas aos usuários	8
4 Restrições do Projeto	9
4.1 Restrições Obrigatórias da Solução	9
4.2 Ambiente de Implementação do Sistema	9
4.3 Restrições Prazo/Agendamento	9
4.4 Restrições Orçamento	9
5 Convenções de nomenclatura e definições	10
5.1 Modelo de Domínio	10
5.2 Definição de entidades	10
6 Âmbito do Produto	12
6.1 Diagrama de <i>Use Cases</i>	12
6.2 Atores	14
6.3 Breve Descrição dos Use Cases	14
6.3.1 Registar Apostador	14
6.3.2 Login Apostador	16
6.3.3 Login Especialista	16
6.3.4 Login Administrador	17
6.3.5 Alterar informações de perfil	18
6.3.6 Consultar jogos	18
6.3.7 Fazer aposta	19
6.3.8 Consultar histórico de apostas	19
6.3.9 Consultar histórico de transações	20
6.3.10 Depositar dinheiro	20
6.3.11 Levantar dinheiro	21
6.3.12 Inserir e Alterar <i>odd</i>	21
6.3.13 Alterar estado do Evento	23

6.3.14	Registar Administrador	24
6.3.15	Registar Especialista	25
6.3.16	Gerir Notificações	26
6.3.17	Gerir Promoções	27
6.4	Diagramas de Sequência e Mockups	28
6.4.1	Registo Apostador	28
6.4.2	Login Apostador/Especialista	29
6.4.3	Alterar informações de perfil	30
6.4.4	Consultar jogos	31
6.4.5	Fazer Apostas	32
6.4.6	Consultar histórico de Apostas	34
6.4.7	Consultar histórico de transações	35
6.4.8	Depositar/Levantar dinheiro	36
6.4.9	Inserir e Alterar Odd	36
6.4.10	Alterar Estado do Evento	37
7	Requisitos Funcionais	40
7.1	Modelação de Requisitos	40
7.2	Requisitos sobre Utilizadores	41
7.3	Requisitos sobre Especialista	42
7.4	Requisitos de Sistema	43
8	Levantamento de Requisitos	47
8.1	Técnicas de Levantamento de Requisitos	47
8.1.1	Questionário ao público alvo	47
8.1.2	Entrevista ao diretor da casa de apostas	49
8.2	Personas	50
8.2.1	Persona Carlos Moreira	50
8.2.2	Persona João Silva	50
8.2.3	Persona Joana Melo	50
8.3	Introspeção	51
9	Requisitos Não Funcionais	52
9.1	Escalabilidade	52
9.2	Usabilidade	53
9.3	Desempenho	54
9.4	Aparência	54
9.5	Operabilidade	55
9.6	Manutenção e Suporte	55
9.7	Segurança	56
9.8	Cultural e Político	57
9.9	Legal	57

Lista de Figuras

5.1	Modelo de Domínio	10
6.1	Diagrama de Use Cases	12
6.2	Diagrama de <i>Use Cases</i>	13
6.3	Especificacao de Use Case Inserir Odd	21
6.4	Especificacao de Use Case Alterar estado da aposta	23
6.5	Diagrama de Sequência de Registo	28
6.6	Mockup de Registo	28
6.7	Diagrama de Sequência de Login	29
6.8	Mockup de Login	29
6.9	Diagrama de Sequência de alterar informações de perfil	30
6.10	Mockup de Alterar informações de perfil	30
6.11	Diagrama de Sequência de Consultar jogos	31
6.12	Mockup de Consultar jogos	31
6.13	Diagrama de Sequência de Consultar jogos	32
6.14	Mockup de Fazer Aposta 1	32
6.15	Mockup de Fazer Aposta 2	33
6.16	Mockup de Fazer Aposta 3	33
6.17	Diagrama de Sequência de Consultar histórico de Apostas	34
6.18	Mockup de Consultar histórico de Apostas	34
6.19	Diagrama de Sequência de Consultar histórico de transações	35
6.20	Mockup de Consultar histórico de Transações	35
6.21	Diagrama de Sequência de Depositar/Levantar dinheiro	36
6.22	Diagrama de Sequência de Inserir e Alterar Odd	36
6.23	Mockup de Inserir e Alterar Odd	37
6.24	Diagrama de Sequência de Alterar e suspender jogos	37
6.25	Mockup de Alterar e suspender jogos 1	38
6.26	Mockup de Alterar e suspender jogos 2	38
6.27	Mockup de Alterar e suspender jogos 3	39
8.1	Gráfico 1	48
8.2	Gráfico 2	48
8.3	Gráfico 3	49

Lista de Tabelas

6.1	Especificação de <i>Use Case</i> Registrar Apostador	15
6.2	Especificação de <i>Use Case</i> Login Apostador	16
6.3	Especificação de <i>Use Case</i> Login Especialista	16
6.4	Especificação de <i>Use Case</i> Login Administrador	17
6.5	Especificação de <i>Use Case</i> Alterar informações de perfil	18
6.6	Especificação de <i>Use Case</i> Consultar jogos	18
6.7	Especificação de <i>Use Case</i> Fazer aposta	19
6.8	Especificação de <i>Use Case</i> Consultar histórico de apostas	19
6.9	Especificação de <i>Use Case</i> Consultar histórico de transações	20
6.10	Especificação de <i>Use Case</i> Depositar dinheiro	20
6.11	Especificação de <i>Use Case</i> Levantar dinheiro	21
6.12	Especificação de <i>Use Case</i> Inserir e Alterar <i>odd</i>	22
6.13	Especificação de <i>Use Case</i> Alterar estado do evento	23
6.14	Especificação de <i>Use Case</i> Registrar Administrador	24
6.15	Especificação de <i>Use Case</i> Registrar Especialista	25
6.16	Especificação de <i>Use Case</i> gerir notificações.	26
6.17	Especificação de <i>Use Case</i> gerir promoções.	27
7.1	Exemplo especificação de Requisitos	40
7.2	Requisito funcional 1.	41
7.3	Requisito funcional 2.	41
7.4	Requisito funcional 3.	41
7.5	Requisito funcional 4.	42
7.6	Requisito funcional 5.	42
7.7	Requisito funcional 6.	42
7.8	Requisito funcional 7.	43
7.9	Requisito funcional 8.	43
7.10	Requisito funcional 9.	43
7.11	Requisito funcional 10.	44
7.12	Requisito funcional 11.	44
7.13	Requisito funcional 12.	44
7.14	Requisito funcional 13.	45
7.15	Requisito funcional 14.	45
7.16	Requisito funcional 15.	45
7.17	Requisito funcional 16.	46
9.1	Requisito não funcional 17.	52
9.2	Requisito não funcional 17.	52
9.3	Requisito não funcional 17.	52
9.4	Requisito não funcional 17.	53
9.5	Requisito não funcional 17.	53
9.6	Requisito não funcional 17.	53

9.7 Requisito não funcional 17.	54
9.8 Requisito não funcional 17.	54
9.9 Requisito não funcional 17.	54
9.10 Requisito não funcional 17.	55
9.11 Requisito não funcional 17.	55
9.12 Requisito não funcional 17.	55
9.13 Requisito não funcional 17.	56
9.14 Requisito não funcional 17.	56
9.15 Requisito não funcional 17.	56
9.16 Requisito não funcional 17.	57
9.17 Requisito não funcional 17.	57
9.18 Requisito não funcional 17.	57

1. O propósito do Projeto

1.1 Contextualização

Com o decorrer do tempo, o desporto tornou-se um negócio crescente, dando origem a um mercado popular que combina dinheiro com desporto, chamado apostas desportivas, que atualmente no mundo generalizado das apostas é o maior que existe, tornando-se uma forma de lazer, entretenimento ou trabalho para muitos apostadores. Com o aumento dos interessados neste mundo que combina dinheiro com desporto, e consequentemente as apostas derivadas disso, foram surgindo estabelecimentos, as casas de apostas, especializados em disponibilizar aos adeptos a facilidade e disponibilidade de apostar em tudo o que desejam, nomeadamente em diversas modalidades dentro do tema desporto.

Num paradigma social digital, em que qualquer cidadão é portador de um ou mais dispositivos com acesso à *web*, o mercado das apostas desportivas *online* tornou-se uma atividade consolidada que cresce 11,5% a cada ano. Em 2020, o mercado global foi avaliado em US\$59.6 biliões - podendo chegar até US\$127,3 biliões em 2027, com surgimento de produtos como a *BetClic*, *BetTilt*, *Bet365*, onde um utilizador, com facilidade, consegue apostar no desporto que é do seu interesse em instantes. Neste contexto, surgiu a ideia de desenvolver um produto que facilita-se a transição das casas de apostas para o mercado *online*. Este projecto inicialmente irá albergar quatro desportos distintos, sendo estes o **futebol**, **ténis**, **basquetebol**, **motogp**, constituindo numa amostra diversificada de modalidades que apenas permitirá aos utilizadores apostarem nos resultados dos jogos.

1.2 Definição do Produto

O produto é direcionado a todas as pessoas cuja idade é superior a 18 anos (idade legal para se poder apostar, em Portugal), um público que se sente atraído por jogos de vídeo, apostas desportivas e jogos de casino mais populares.

Este deve providenciar registo de novos utilizadores, bem como a autenticação dos mesmos. De seguida, deverá ser disponibilizado ao utilizador uma listagem de desportos em que pode apostar, e após a seleção dessa modalidade, uma listagem de jogos. Além disso, o utilizador deverá ter acesso a um histórico das apostas que realizou e das suas transações bem como do seu balanço. Deve ainda ser capaz de enviar notificações para os seus utilizadores com promoções em vigor. Por último, sempre que uma aposta é fechada todos os apostadores devem ser notificados do resultado da sua apostas e, quando acertaram no resultado, da quantia creditada associada à aposta.

1.3 Motivação e Objetivos

O *RASBet* surge como resposta ao crescimento do mercado de apostas *online* e pretende incentivar as casas de apostas a expandirem-se para o mercado online. Pretende-se com o *RASBet* oferecer um produto personalizado para as casas de apostas de forma a manter o máximo dos seus apostadores e a cativar novos utilizadores.

2. Instigadores do Projeto

Instigadores são pessoas que instigam, ou seja, são pessoas que estimulam ou induzem à prática de determinada ação.

2.1 Propósito do Sistema

Com o crescimento desta área de apostas, que já foi referido anteriormente, decidimos criar uma aplicação que permite ao utilizador explorar o mercado de apostas desportivas em qualquer lugar, dotado de uma seleção de ferramentas que permitem, por exemplo, a consulta de jogos, respectivas *odds* e a possibilidade de apostar nos mesmos.

2.2 Cliente, Consumidores e *StakeHolders*

Ao longo do desenvolvimento deste projeto verificamos a existência de diversas partes envolvidas, nomeadamente: clientes, consumidores e *stakeholders*.

- **Cliente:** Os nossos clientes serão empresas que actuem no ramo de apostas associadas a eventos desportivos, com a necessidade de apresentar e vender aos seus clientes (casas de apostas) uma solução *user-friendly*, ou seja, um produto informático de suporte a apostas desportivas de alta usabilidade, e consequentemente utilização simples, instantânea e intuitiva, para realizar as suas apostas.
- **Consumidores:** Como referido anteriormente, o produto informático será apresentado e vendido pelas empresas assim destinadas a todas as casas de apostas interessadas. Assim, neste contexto, o consumidor são as casas de apostas, que são empresas registadas e licenciadas para aceitar apostas dos clientes na previsão de um certo acontecimento e com o potencial lucro. Ou seja, caso estas pretendam usufruir de um sistema *online*, que permita efetuar apostas apenas ao nível do mercado desportivo, com o benefício de ser instantâneo e, consequentemente atingir e "trazer" para este mercado um maior número de utilizadores/apostadores, necessitam de recorrer à empresa destinada à criação e venda do produto informático que permita efetuar tais apostas desportivas.
- **Outros *Stakeholders*:** Uma das principais partes interessadas no produto informático serão os apostadores, definindo-os como todas as pessoas cuja idade é superior a 18 anos que efetuam apostas ao nível do mercado desportivo, e que pretendem "mudar-se" para o sistema *online*, para que possam efetuar as suas apostas desportivas de forma rápida e intuitiva, ao alcance de um "*click*", sem existir a necessidade de se deslocarem a uma casa de apostas física para esse efeito. Outros, serão o administrador e o apostador, que terão cargos essenciais para o 'bom' funcionamento do produto.

3. Utilizadores do Produto

Efectivamente, nesta secção apresentam-se todos os utilizadores relacionados com este produto listando-se as funções de cada um.

3.1 Apostador

- **Nome/Categoria** - Apostador
- **Função** - O Apostador poderá registar-se na aplicação e posteriormente utilizar as suas funcionalidades para apostar nos seus desportos favoritos.
- **Experiência no contexto** - Iniciante
- **Experiência Tecnológica** - Iniciante

3.2 Especialista

- **Nome/Categoria** - Especialista
- **Função** - Este utilizador é responsável por definir as *odds* dos resultados dos jogos.
- **Experiência no contexto** - Mestre
- **Experiência Tecnológica** - Mediana

3.3 Administrador

- **Nome/Categoria** - Administrador
- **Função** - Este utilizador é responsável por abrir, fechar ou suspender as apostas, por gerir as notificações e criar promoções.
- **Experiência no contexto** - Mestre
- **Experiência Tecnológica** - Mediana

3.4 As prioridades atribuídas aos usuários

- **Utilizadores Principais** - Apostador
- **Utilizadores Secundários** - Especialista e Administrador

O sucesso da aplicação depende dos apostadores, e, por esse motivo, são nestes que a maioria dos requisitos são centrados. O especialista e o administrador tem um parecer nos requisitos, no entanto, caso estes colidam com os dos apostadores, os apostadores vão ter precedência.

4. Restrições do Projeto

4.1 Restrições Obrigatórias da Solução

- **Descrição:** O apostador tem acesso a uma listagem de desportos, e após a seleção dessa modalidade, a uma listagem de jogos.

Justificação: De forma a poder apostar na equipa favorita, caso seja um desporto coletivo, ou em um único participante, no caso de desporto individual, o apostador tem que ter acesso a toda a lista com os jogadores intervenientes.

- **Descrição:** A aplicação tem de ser um *web site*.

Justificação: A aplicação deverá poder ser usada em qualquer lugar, a partir do seu computador ou *smartphone*.

4.2 Ambiente de Implementação do Sistema

A Empresa irá alocar os recursos necessários para manter a aplicação.

As sessões de teste da aplicação serão realizadas nos *browsers* Google Chrome, Microsoft Edge e Safari.

A Empresa quer monitorizar o desenvolvimento da aplicação via github.

4.3 Restrições Prazo/Agendamento

- **Descrição:** O documento presente terá se ser entregue numa fase inicial, até dia 04 de novembro de 2022.

Justificação: De forma a poder ser avaliado o estado do projeto numa fase inicial, é necessário que seja feita uma entrega que contenha a primeira fase deste projeto, que abarca a contextualização e a definição dos requisitos da solução.

4.4 Restrições Orçamento

- **Descrição:** O orçamento total para o desenvolvimento do projeto é de 20 000€ (vinte mil euros), durante um período de 4 meses.

Justificação: A equipa responsável pelo desenvolvimento do projeto é constituída por cinco engenheiros de *software*. Para além de ter em conta os salários dos elementos, é preciso também a compra de um domínio, bem como a de servidores para alojar todos os dados da aplicação.

5. Convenções de nomenclatura e definições

5.1 Modelo de Domínio

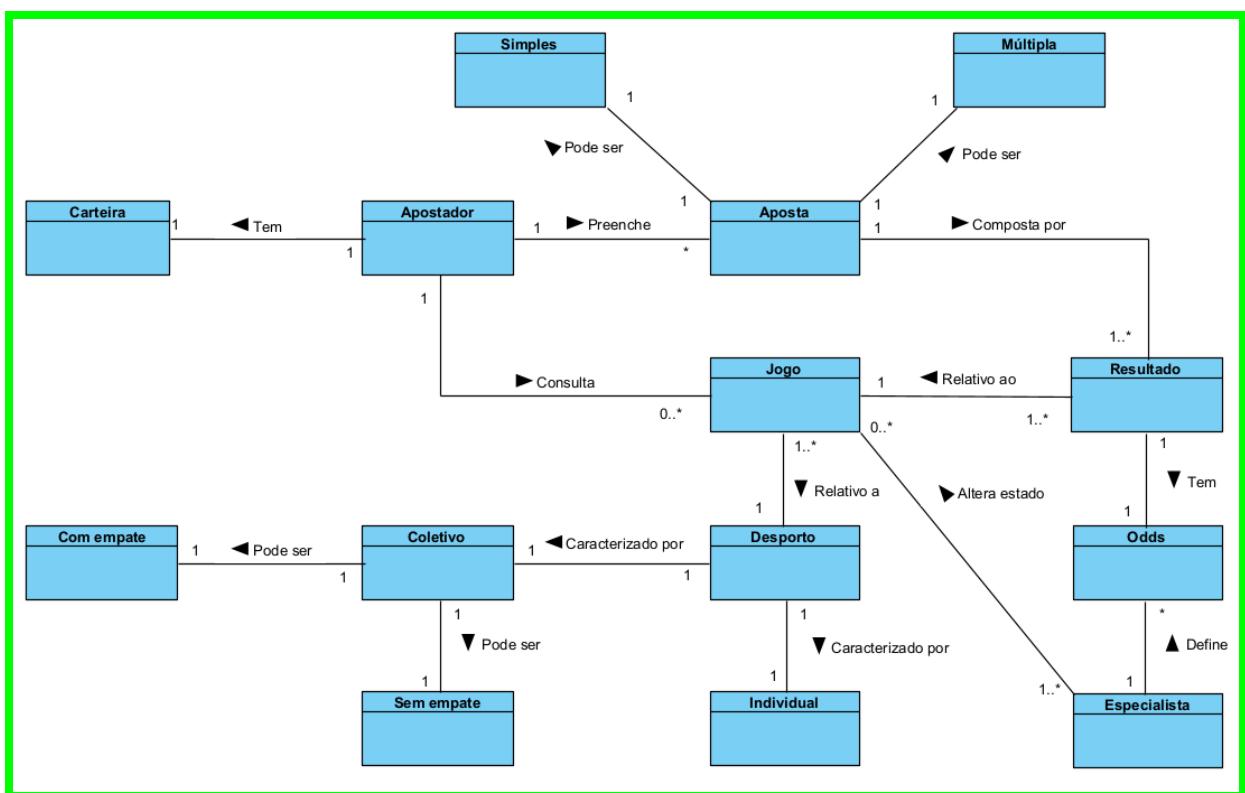


Figura 5.1: Modelo de Domínio

5.2 Definição de entidades

Nesta secção, são abordadas as diferentes entidades presentes no Modelo de Domínio apresentado na secção anterior (figura 5.1).

- **Apostador:** Principal utilizador do sistema, cujo proveito da aplicação é tirado por este, na medida em que é o usufruidor da aplicação;
- **Especialista:** Utilizador encarregue das *odds*;
- **Administrador:** Utilizador responsável pela alteração do estado da aposta, ou seja, se esta está ativa, fechada, ou suspensa. Este também é responsável pela gestão de notificações e criação de promoções.

- **Carteira:** O Apostador tem uma carteira que guarda o dinheiro que transfere para o *website* e ganha das apostas;
- **Jogo:** O apostador pode consultar a listagem de jogos, entre os desportos disponíveis. Cada jogo tem resultados disponíveis para seleção/aposta;
- **Aposta:** É a principal atividade e funcionalidade do *site* de apostas. Esta é composta por resultado(s) de jogo(s), podendo ser simples ou múltipla, consoante o número de resultados de jogos diferentes selecionados;
- **Aposta Simples:** Uma aposta simples contém apenas 1 resultado (Vitória da equipa 1, Empate ou Vitória da equipa 2) de um jogo, o qual deverá ser vencedor para que a sua aposta seja ganha. Os retornos possíveis são calculados multiplicando o valor da sua aposta pela *odd* disponibilizada;
- **Aposta múltipla:** Uma aposta múltipla contém 2 ou mais resultados de jogos diferentes, em que todos terão de ser vencedores para que a aposta seja ganha. O conceito de "multiplicador"é aplicado para o cálculo das *odds* totais do boletim de apostas e, consequentemente, aos seus potenciais ganhos. Estes são calculados multiplicando o valor da sua aposta pelo produto das várias *odds* no boletim de apostas;
- **Odd:** As *Odds* são cotações dadas a determinado jogo, ou seja, de forma simples elas designam as probabilidades de um determinado evento ocorrer;
- **Desporto:** Modalidades disponíveis no RASBet;
- **Desporto Individual:** O desporto individual é praticado por cada pessoa, separadamente;
- **Desporto Coletivo:** Desporto coletivo são desportos praticados por duas ou mais pessoas;
- **Desporto Coletivo com Empate:** Desporto coletivo com empate são desportos praticados por duas ou mais pessoas, cujo o "Empate"é opção de resultado, ou seja, do formato V1 | X | V2.
- **Desporto Coletivo sem Empate:** Desporto coletivo sem empate são desportos praticados por duas ou mais pessoas, cujo o "Empate"não é opção de resultado.
- **Resultado:** Representa os resultados de jogos, que o apostador pode selecionar/apostar. No caso de ser um jogo de desporto coletivo com empate, este pode selecionar entre os resultados V1, X e V2, no caso de ser um jogo de desporto coletivo sem empate, só pode selecionar entre os resultados V1 e V2. O apostador, numa mesma aposta, só pode selecionar um dos resultados disponíveis em cada jogo consultado, seja numa aposta simples ou múltipla.
- **Notificações:** Notificações do sistema que anunciam o resultado das apostas quando um jogo acaba, e promoções criadas pelo administrador.

6. Âmbito do Produto

6.1 Diagrama de *Use Cases*

De maneira a compreender melhor o contexto do sistema, vai ser apresentado um diagrama de *Use Cases*. Neste vão ser explicitadas algumas das principais funcionalidades do sistema, bem como os atores do mesmo. Neste diagrama, é ainda possível identificar, quais as funcionalidades a que cada tipo de ator do sistema vai ter acesso.

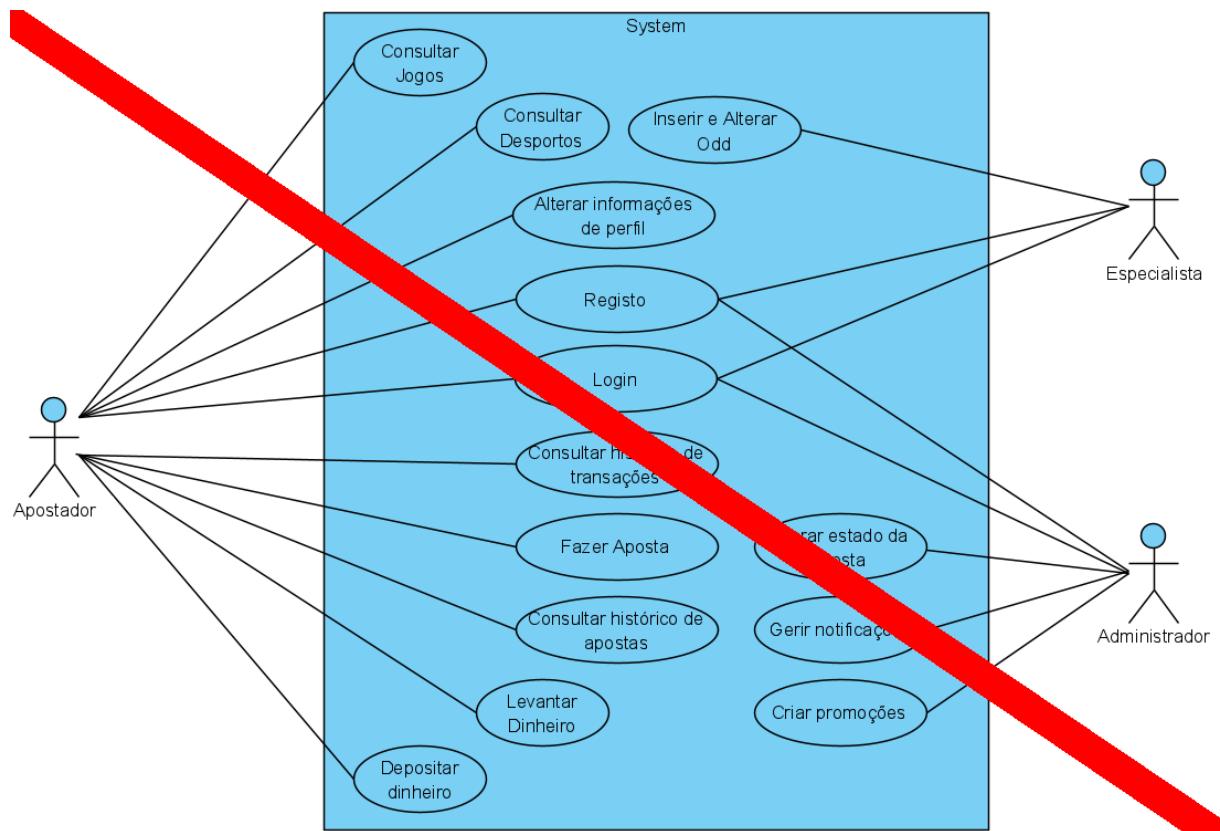


Figura 6.1: *Diagrama de Use Cases*

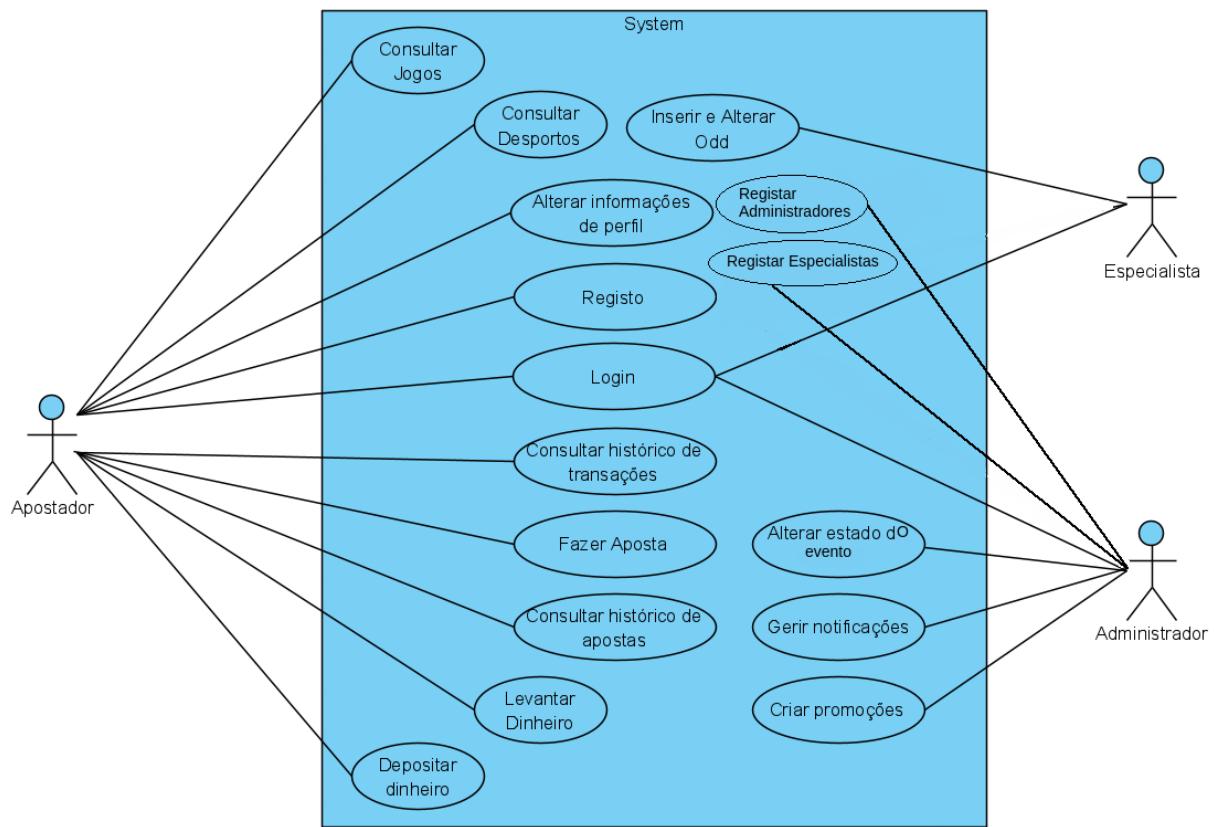


Figura 6.2: Diagrama de *Use Cases*

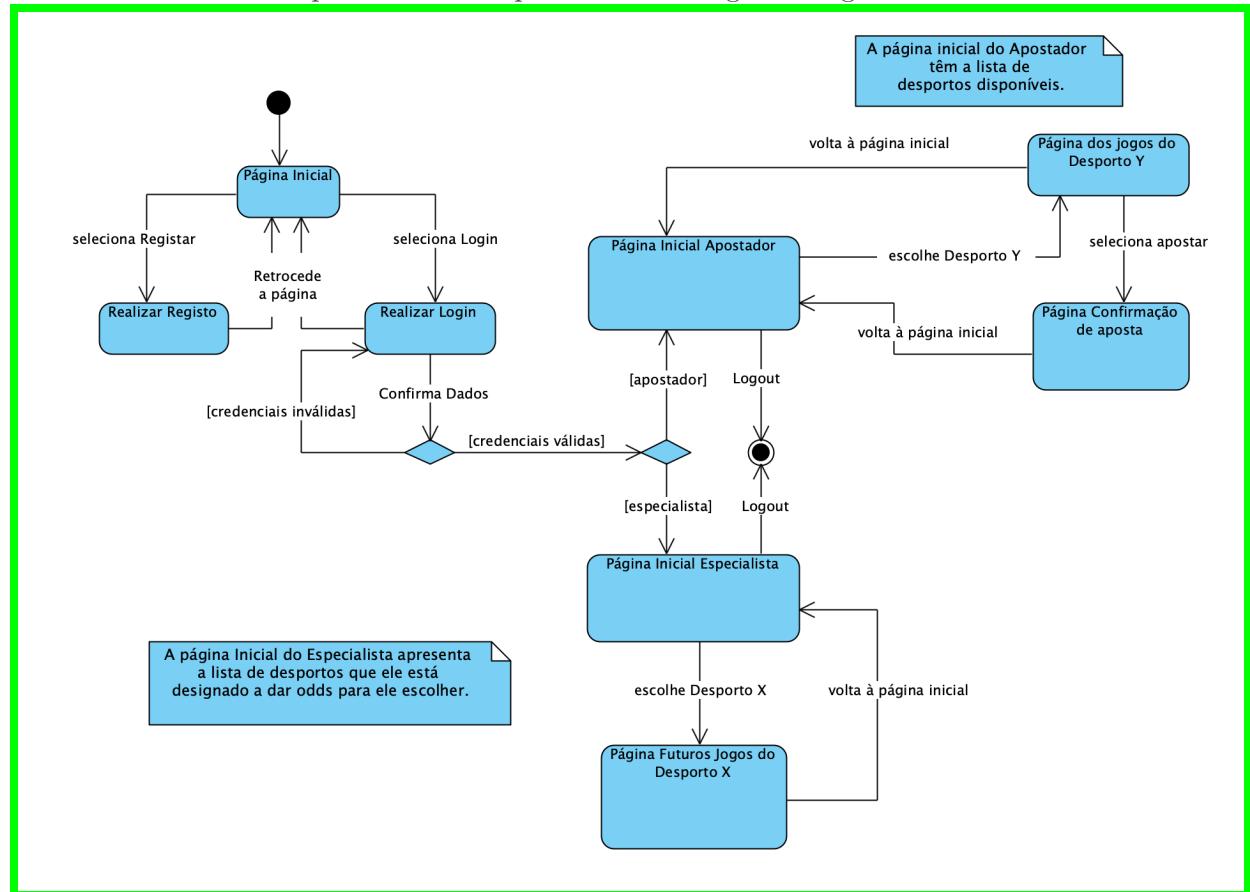
6.2 Atores

Como está representado no diagrama anterior, o nosso sistema suporta dois tipos de atores: o Apostador e o Especialista.

O **Apostador** é o utilizador comum do nosso sistema, vai ter acesso a todas as funcionalidades que a nossa plataforma oferece ao público.

O **Especialista** é o indivíduo que ajustará as *odds* para os futuros jogos, e por isso, para além dessa, as únicas funcionalidades que lhe estão disponíveis são o registo e login.

O **Administrador** é o indivíduo responsável pela gestão do estado da aposta (suspenso, fechada, ativa), pela gestão das notificações, pela criação de promoções, e por isso, para além dessas, as únicas funcionalidades que lhe estão disponíveis são o registo e login.



6.3 Breve Descrição dos Use Cases

Nesta secção será apresentada uma especificação tabelar de cada *Use Case* considerado, de modo a facilitar todo o processo de implementação de cada funcionalidade do nosso sistema.

Deste modo, consideramos que é bastante perceptível o fluxo sequencial da interacção do ator com o sistema.

6.3.1 Registar Apostador

O *use case* Registar para o ator Apostador consiste no registo de um apostador, que ainda não se encontra no sistema.

Os casos de erro acontecem quando o sistema deteta uma tentativa de inserir um apostador que já se encontra registado ou caso a *password* pretendida não cumpra os requisitos impostos pelo grupo de uma *password* válida.

USE-CASE:	Registrar	
Autor:	apostador	
Pré-Condição:	Ator não está registado no sistema	
Pós-Condição:	Ator está registado	
Cenário Normal	Ator Input	System Response
		1- Pede credenciais de acesso.
	2 - Fornece credenciais.	3 - Valida credenciais. 4 - Informa que o apostador está registado.
Exceção 1 : [username existente] (Passo 3)		3.1 - Informa o apostador que o username já existe no sistema.
Exceção 2 : [password inválida] (passo 3)		3.2 - Informa o apostador que a password não cumpre os requisitos necessários.

Tabela 6.1: Especificação de *Use Case* Registar Apostador

6.3.2 Login Apostador

O *use case* Login Apostador consiste na autenticação de um apostador que se encontra no sistema, sendo o seu login feito através dos seguintes parâmetros : email e *password*. Os casos de erro acontecem quando o sistema deteta uma tentativa de autenticar um apostador que não se encontra registado ou caso a *password* do apostador não seja correspondente com a que existe no sistema.

USE-CASE:	Login	
Ator:	Apostador	
Pré-Condição:	Ator não está autenticado	
Pós-Condição:	Ator está autenticado	
Cenário Normal	Autor Input	System Response
	2 - Fornece credenciais.	1- Pede credenciais de acesso. 3 - Valida credenciais. 4 - Informa que o apostador está autenticado.
Alternativa 1 : [password incorreta] (passo 3)		3.1 - Informa o apostador que a password não corresponde ao email fornecido. 3.2- Voltar ao passo 2
Exceção 1 : [email inexistente] (Passo 3)]		3.1.1 - Informa o apostador que o email não existe no sistema.

Tabela 6.2: Especificação de *Use Case* Login Apostador

6.3.3 Login Especialista

O *use case* Login Especialista consiste na autenticação de um especialista com credenciais de acesso para entrar no sistema, sendo o seu login feito através dos seguintes parâmetros : email e *password*. Os casos de erro acontecem quando o sistema deteta uma tentativa de autenticar um especialista cujo o email não consta no sistema ou caso a *password* do especialista não seja correspondente com a que existe no sistema.

USE-CASE:	Login	
Ator:	Especialista	
Pré-Condição:	Ator não está autenticado	
Pós-Condição:	Ator está autenticado	
Cenário Normal	Autor Input	System Response
	2 - Fornece credenciais.	1- Pede credenciais de acesso. 3 - Valida credenciais. 4 - Informa que o especialista está autenticado.
Alternativa 1 : [password incorreta] (passo 3)		3.1 - Informa o especialista que a password não corresponde ao email fornecido. 3.2- Voltar ao passo 2
Exceção 1 : [email inexistente] (Passo 3)]		3.1.1 - Informa o especialista que o email não existe no sistema.

Tabela 6.3: Especificação de *Use Case* Login Especialista

6.3.4 Login Administrador

O *use case* Login Administrador consiste na autenticação de um administrador com credenciais de acesso para entrar no sistema, sendo o seu login feito através dos seguintes parâmetros : email e *password*. Os casos de erro acontecem quando o sistema deteta uma tentativa de autenticar um administrador cujo o email não consta no sistema ou caso a *password* do especialista não seja correspondente com a que existe no sistema.

USE-CASE:	Login	
Ator:	Especialista	
Pré-Condição:	A tor não está autenticado	
Pós-Condição:	A tor está autenticado	
Cenário Normal	A tor Input	System Response
	2 - Fornece credenciais.	1- Pede credenciais de acesso. 3 - Valida credenciais. 4 - Informa que o administrador está autenticado.
Alternativa 1 : [password incorreta] (passo 3)		3.1 - Informa o administrador que a password não corresponde ao email fornecido. 3.2- Voltar ao passo 2
Exceção 1 : [email inexistente] (Passo 3)		3.1.1 - Informa o administrador que o email não existe no sistema.

Tabela 6.4: Especificação de *Use Case* Login Administrador

6.3.5 Alterar informações de perfil

O *use case* Alterar informações de perfil consiste no apostador alterar os parâmetros editáveis do seu perfil, que são o nome e o email (cenário normal). Caso este pretenda alterar a morada ou o número de telemóvel, só o poderá fazer com passos adicionais "mais seguros", para confirmar a sua identidade, como por exemplo, receber uma mensagem com um código para proceder à sua alteração (cenário adicional). Dados mais "sensíveis" como Nº de Identificação Fiscal, Nº do Cartão de cidadão e Data de Nascimento não são editáveis.

USE-CASE:	Alterar informações de perfil	
Ator:	Apostador	
Pré-Condição:	Ator autenticado	
Pós-Condição:	Atror contém informações de perfil editadas	
Cenário Normal	Autor Input	System Response
	1 - Informa o sistema que pretende editar as suas informações. 3- Altera informações. 4 - Guarda alterações.	2 - Apresenta campos de informação em modo de edição. 5 - Informa que as alterações foram guardadas.
Cenário Adicional	Autor Input	System Response
	1 - Informa o sistema que pretende editar as suas informações. 3 - Preenche o campo com o que é pedido. 5 - Coloca o código no campo. 7 - Altera as informações. 8 - Guarda as alterações.	2 - Apresenta um campo para que o utilizador insira o número de telemóvel. 4 - O sistema envia um código para o respetivo número. 6 - Apresenta campos de informação em modo de edição. 9 - Informa que as alterações foram guardadas.

Tabela 6.5: Especificação de *Use Case* Alterar informações de perfil

6.3.6 Consultar jogos

O *use case* Consultar jogos permite ao utilizador selecionar um ou mais desportos e ver a lista de jogos desse(s) desporto(s).

USE-CASE:	Consultar jogos	
Ator:	Apostador	
Pré-Condição:	Ator autenticado	
Pós-Condição:	Atror acede a uma lista de jogos	
Cenário Normal	Autor Input	System Response
	1 - Informa o sistema qual o desporto que pretende consultar.	2 - Apresenta a lista de jogos desse desporto.

Tabela 6.6: Especificação de *Use Case* Consultar jogos

6.3.7 Fazer aposta

O *use case* Fazer aposta consiste no utilizador selecionar um resultado de jogo, escolher a quantia a apostar e efetuar o pagamento da mesma.

USE-CASE:	Consultar jogos	
Ator:	Apostador	
Pré-Condição:	Ator autenticado	
Pós-Condição:	Atror obtém confirmação de aposta	
Cenário Normal	Autor Input 1 - Informa o sistema qual o jogo e montante que pretende apostar. 2 - Confirma aposta. 4 - Realiza pagamento.	System Response 3 - Solicita pagamento da aposta. 5 - Valida o pagamento. 6- Informa o apostador que a aposta foi realizada com sucesso.
Exceção 1 : [método de pagamento inválido] (Passo 5)		5.1 - Informa o apostador que o método de pagamento usado não é válido. 5.2 - Volta ao passo 4.

Tabela 6.7: Especificação de *Use Case* Fazer aposta

6.3.8 Consultar histórico de apostas

O *use case* Consultar histórico de apostas consiste em apresentar ao apostador a lista de apostas que ele já realizou no sistema.

USE-CASE:	Consultar histórico de apostas	
Ator:	Apostador	
Pré-Condição:	Ator autenticado	
Pós-Condição:	Atror obtém a lista de apostas já realizadas	
Cenário Normal	Autor Input 1 - Informa o sistema a intenção de ver o seu histórico de apostas.	System Response 2 - Apresenta a lista de apostas já realizadas pelo apostador.

Tabela 6.8: Especificação de *Use Case* Consultar histórico de apostas

6.3.9 Consultar histórico de transações

O *use case* Consultar histórico de transações consiste em apresentar ao apostador os movimentos de dinheiro da sua conta tais como depósitos, levantamentos, ganhos e perdas de apostas.

USE-CASE:	Consultar histórico de transações	
Ator:	Apostador	
Pré-Condição:	Ator autenticado	
Pós-Condição:	Ator obtém uma lista de movimentos de conta	
Cenário Normal	Autor Input 1 - Informa o sistema a intenção de ver o seu histórico de transações.	System Response 2 - Apresenta a lista de movimentos do apostador.

Tabela 6.9: Especificação de *Use Case* Consultar histórico de transações

6.3.10 Depositar dinheiro

O *use case* Depositar dinheiro consiste na intenção do apostador em adicionar dinheiro ao seu saldo.

USE-CASE:	Depositar dinheiro	
Ator:	Apostador	
Pré-Condição:	Ator autenticado	
Pós-Condição:	Ator com mais dinheiro na sua conta	
Cenário Normal	Autor Input 1 - Informa o sistema a intenção de depositar dinheiro. 3 - Realiza transferência.	System Response 2 - Solicita a escolha do montante e forma de transferência. 4 - Valida transferência. 5 - Informa o apostador que a transferência foi realizada com sucesso.
Exceção 1 : [método de pagamento inválido] (Passo 4)		4.1 - Informa o apostador que o método de transferência usado não é válido. 4.2 - Volta ao passo 3.

Tabela 6.10: Especificação de *Use Case* Depositar dinheiro

6.3.11 Levantar dinheiro

O *use case* Levantar dinheiro consiste na intenção do apostador em levantar dinheiro da sua conta.

USE-CASE:	Levantar dinheiro	
Autor:	Apostador	
Pré-Condição:	Ator autenticado e com saldo positivo na conta	
Pós-Condição:	Atror com menos dinheiro na sua conta	
Cenário Normal	Ator Input 1 - Informa o sistema a intenção de levantar dinheiro. 3 - Realiza transferência.	System Response 2 - Solicita a escolha do montante e forma de transferência. 4 - Valida transferência. 5 - Informa o apostador que a transferência foi realizada com sucesso.
Exceção 1 : [método de pagamento inválido] (Passo 4)		4.1 - Informa o apostador que o método de transferência usado não é válido. 4.2 - Volta ao passo 3.

Tabela 6.11: Especificação de *Use Case* Levantar dinheiro

6.3.12 Inserir e Alterar *odd*

O *use case* Inserir e alterar *odd* apenas está disponível para o Especialista e consiste neste fixar a *odd* de jogos futuros.

USE-CASE:	Inserir odd	
Autor:	Especialista	
Pré-Condição:	Ator autenticado	
Pós-Condição:	Lista de jogo(s) futuros definida(s)	
Cenário Normal	Ator Input 1 - Escolhe um desporto. 3 - Fixa odd para um ou mais jogos. 4 - Guarda alterações.	System Response 2 - Apresenta a lista de jogos sem odds para o desporto escolhido. 5 - Informa o especialista que as odds foram guardadas com sucesso.

Figura 6.3: Especificação de *Use Case* Inserir *Odd*

O *use case* Inserir e alterar *odd* apenas está disponível para o Especialista e consiste neste fixar e editar a *odd* de jogos futuros.

USE-CASE:	Inserir e Alterar odd	
Ator:	Especialista	
Pré-Condição:	Ator autenticado	
Pós-Condição:	Odds de jogo(s) futuros definida(s)	
Cenário Normal	Ator Input	System Response
	1 - Escolhe um desporto. 3 - Fixa/Edita odd para um ou mais jogos. 4 - Guarda alterações.	2 - Apresenta a lista de todos os jogos do desporto escolhido. 5 - Informa o especialista que as odds foram guardadas com sucesso.

Tabela 6.12: Especificação de *Use Case* Inserir e Alterar *odd*

6.3.13 Alterar estado do Evento

O *use case* Alterar estado da aposta apenas está disponível para o Administrador e consiste neste alterar o estado da aposta (ativa, fechada ou suspensa), no caso de, por exemplo, acontecer alguma situação que leve a sua suspensão.

USE-CASE:	Alterar estado da aposta	
Autor:	Administrador	
Pré-Condição:	Administrador autenticado	
Pós-Condição:	Estado da aposta alterado	
Cenário Normal	Autor Input 1 - Informa o sistema a vontade de alterar o estado da aposta. 2 - Ativa, fecha ou suspende a aposta. 3 - Guarda as alterações feitas.	System Response 4 - Informa o administrador que a operação foi efetuada com sucesso.

Figura 6.4: Especificação de Use Case Alterar estado da aposta

O *use case* Alterar estado do evento apenas está disponível para o Administrador e consiste neste alterar o estado do evento (ativo, fechado ou suspenso), no caso de, por exemplo, acontecer alguma situação que leve à sua suspensão.

USE-CASE:	Alterar estado do evento	
Autor:	Administrador	
Pré-Condição:	Administrador autenticado	
Pós-Condição:	Estado do evento alterado	
Cenário Normal	Autor Input 1 - Informa o sistema a vontade de alterar o estado do evento. 2 - Ativa, fecha ou suspende o evento. 3 - Guarda as alterações feitas.	System Response 4 - Informa o administrador que a operação foi efetuada com sucesso.

Tabela 6.13: Especificação de Use Case Alterar estado do evento

6.3.14 Registar Administrador

O *use case* Registar administrador consiste no registo de um administrador, que ainda não se encontra no sistema.

Os casos de erro acontecem quando o sistema deteta uma tentativa de inserir um administrador que já se encontra registado ou caso a *password* pretendida não cumpra os requisitos impostos pelo grupo de uma *password* válida.

Apenas um administrador já registado pode registar novos administradores.

USE-CASE:	Registrar administrador	
Ator:	administrador	
Pré-Condição:	Administrador não está registado no sistema	
Pós-Condição:	Administrador está registado	
Cenário Normal	Ator Input	System Response
		1- Pede credenciais de acesso.
	2 - Fornece credenciais.	3 - Valida credenciais. 4 - Informa que o administrador está registado.
Exceção 1 : [username existente] (Passo 3)		3.1 - Informa o administrador que o username já existe no sistema.
Exceção 2 : [password inválida] (passo 3)		3.2 - Informa o administrador que a password não cumpre os requisitos necessários.
Exceção 3 : [sem permissões] (passo 3)		3.2 - Informa que a entidade atual não têm permissões de administrador.

Tabela 6.14: Especificação de *Use Case* Registar Administrador

6.3.15 Registar Especialista

O *use case* Registar Especialista consiste no registo de um Especialista, que ainda não se encontra no sistema.

Os casos de erro acontecem quando o sistema deteta uma tentativa de inserir um Especialista que já se encontra registado ou caso a *password* pretendida não cumpra os requisitos impostos pelo grupo de uma *password* válida.

Apenas um administrador já registado pode registar novos Especialistas.

USE-CASE:	Registrar Especialista	
Ator:	administrador	
Pré-Condição:	Especialista não está registado no sistema	
Pós-Condição:	Especialista está registado	
Cenário Normal	Ator Input	System Response
		1- Pede credenciais de acesso.
	2 - Fornece credenciais.	3 - Valida credenciais. 4 - Informa que o Especialista está registado.
Exceção 1 : [username existente] (Passo 3)		3.1 - Informa o administrador que o username já existe no sistema.
Exceção 2 : [password inválida] (passo 3)		3.2 - Informa o administrador que a password não cumpre os requisitos necessários.
Exceção 3 : [sem permissões] (passo 3)		3.2 - Informa que a entidade atual não têm permissões de administrador.

Tabela 6.15: Especificação de *Use Case* Registar Especialista

6.3.16 Gerir Notificações

O *use case* Gerir Notificações consiste na possibilidade que o administrador tem de criar e alterar notificações para um ou mais apostadores. A notificação pode conter o id de um utilizador ou o id de um grupo de utilizadores. Os casos de erro acontecem quando o sistema deteta uma tentativa de gerir uma notificação por parte de um não administrador. Outro erro ocorre se o administrador não especificar o alvo da notificação. Este alvo pode ser um utilizador (id utilizador) ou então um grupo de utilizadores (e.g. vencedores do evento X).

USE-CASE:	Gerir Notificações	
Autor:	administrador	
Pré-Condição:	Administrador tem sessão ativa	
Pós-Condição:	Notificação alterada ou criada.	
Cenário Normal	Autor Input	System Response
	1 - Informa sistema da vontade de alterar ou criar notificação. 2 - Altera ou cria notificação. 3 - Guarda as alterações feitas.	4 - Valida credenciais do administrador. 5 - Altera ou cria notificação. 6 - Informa administrador que a notificação foi alterada ou criada.
Exceção 1 : [sem permissões] (Passo 4)		4.1 - Informa o utilizador que não tem permissões para alterar ou criar notificações.
Exceção 2 : [target indefinido] (passo 5)		3.2 - Informa o administrador que não existe o id que identifica o alvo da notificação.

Tabela 6.16: Especificação de *Use Case* gerir notificações.

6.3.17 Gerir Promoções

O *use case* Gerir Promoções consiste na possibilidade que o administrador tem de criar, alterar ou remover uma promoção. Sempre que uma promoção é criada, todos os utilizadores são notificados. Apenas administradores podem gerir promoções. O caso de erro surge caso não seja um administrador a tentar gerir a promoção.

USE-CASE:	Gerir Promoções	
Autor:	administrador	
Pré-Condição:	Administrador tem sessão ativa	
Pós-Condição:	Promoção alterada, criada ou removida.	
Cenário Normal	Autor Input	System Response
	1 - Informa sistema da vontade de alterar, criar ou eliminar uma promoção. 2 - Altera, cria ou elimina promoção. 3 - Guarda as alterações feitas.	4 - Valida credenciais do administrador. 5 - Altera, cria ou elimina promoção. 6 - Informa administrador que a promoção foi alterada, criada ou eliminada.
Exceção 1 : [sem permissões] (Passo 4)		4.1 - Informa o utilizador que não tem permissões para alterar, criar ou eliminar promoções.

Tabela 6.17: Especificação de *Use Case* gerir promoções.

6.4 Diagramas de Sequência e Mockups

Os Diagramas de Sequência são Diagramas de Interação cujo foco é, principalmente, a ordenação temporal das mensagens e representação das mesmas. Desta forma, tendo por base o nosso Diagrama de Classes, desenvolvemos os seguintes Diagramas de Sequência representativos do funcionamento do sistema.

6.4.1 Registo Apostador

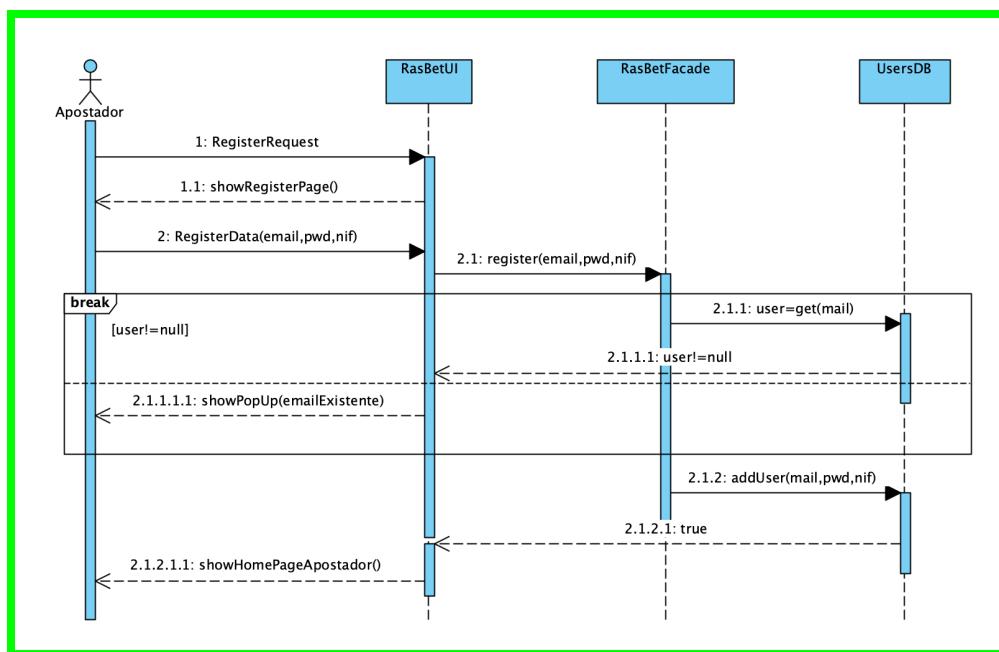


Figura 6.5: Diagrama de Sequência de Registo

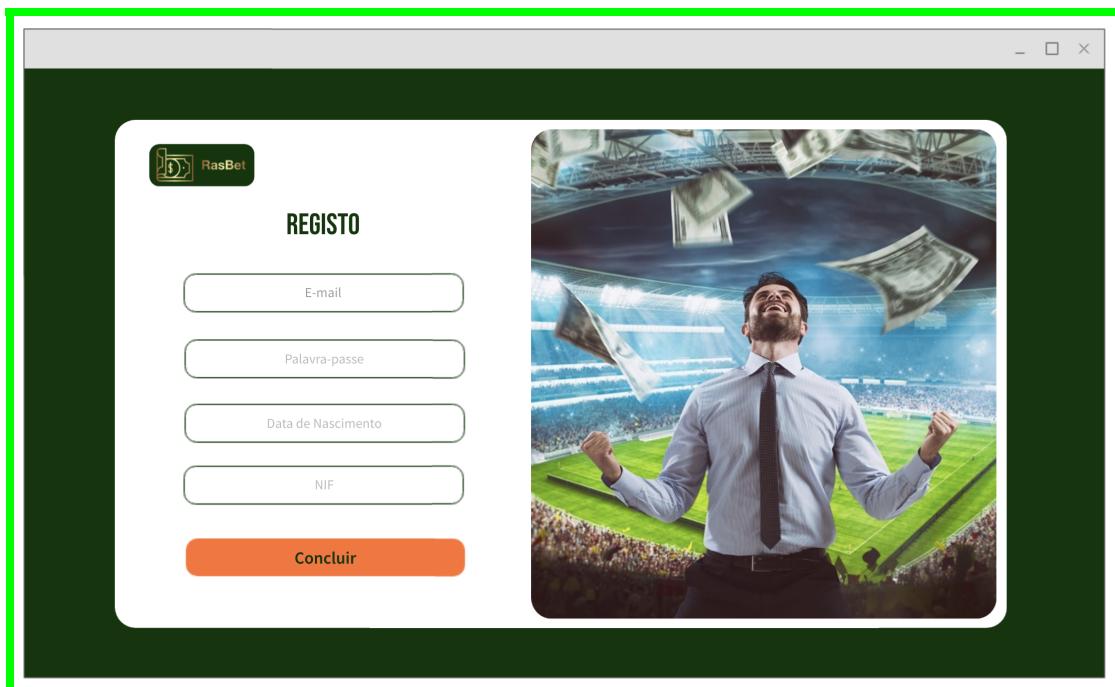


Figura 6.6: Mockup de Registo

6.4.2 Login Apostador/Especialista

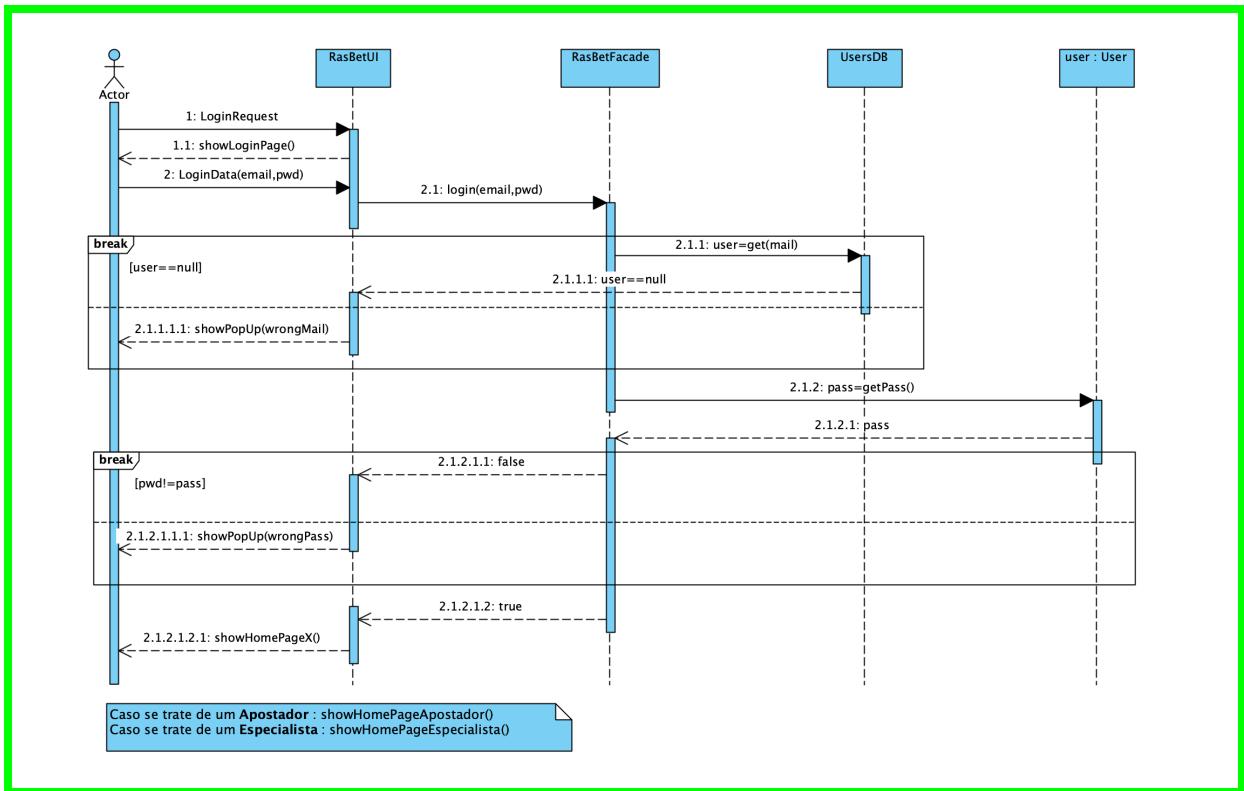


Figura 6.7: Diagrama de Sequência de Login

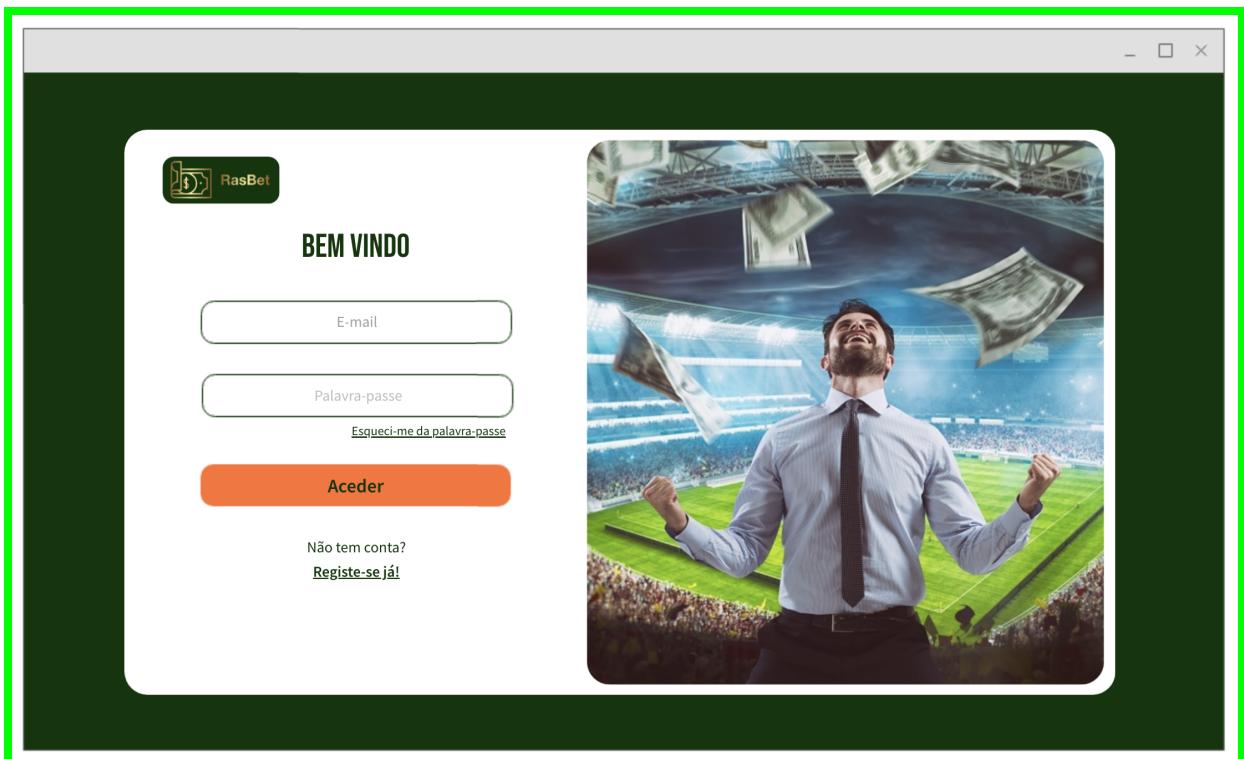


Figura 6.8: Mockup de Login

6.4.3 Alterar informações de perfil

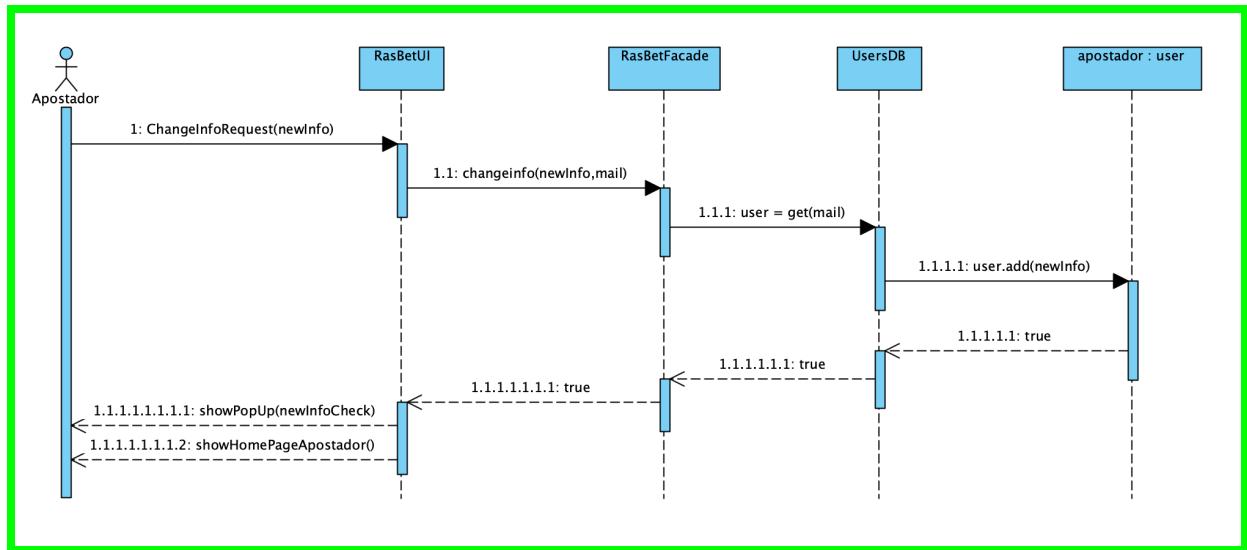


Figura 6.9: Diagrama de Sequência de alterar informações de perfil

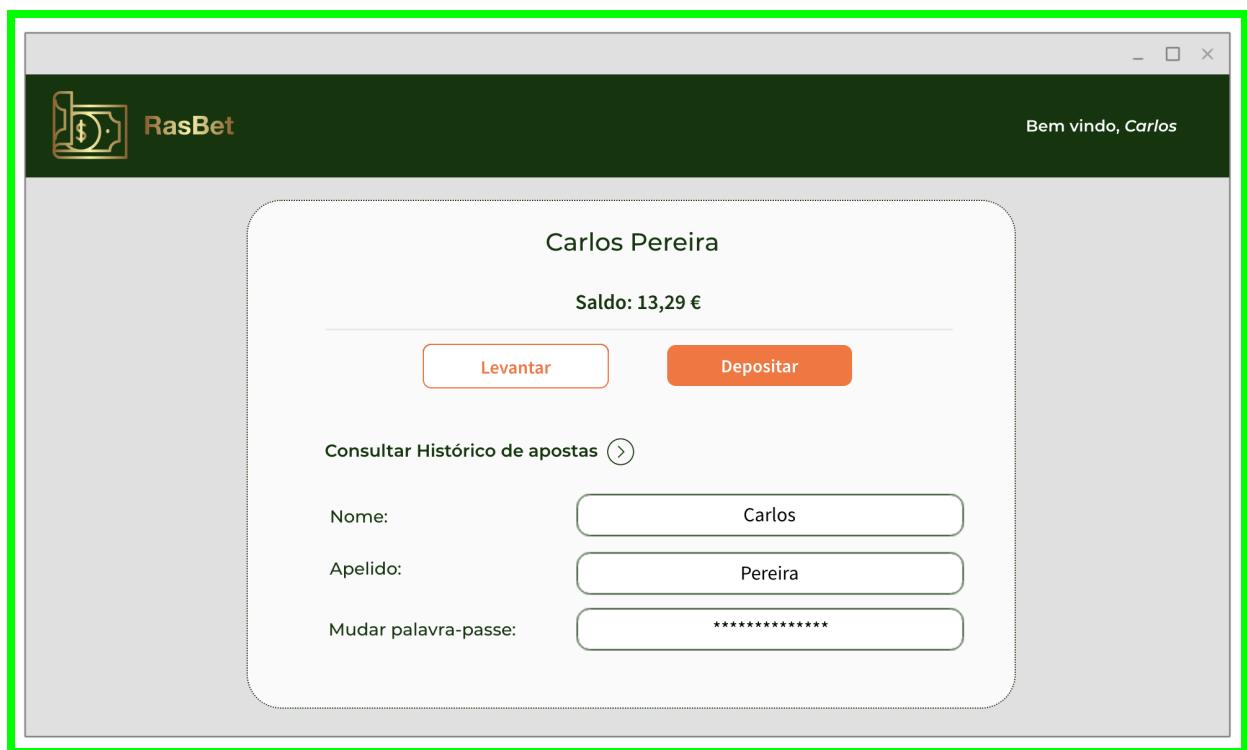


Figura 6.10: Mockup de Alterar informações de perfil

6.4.4 Consultar jogos

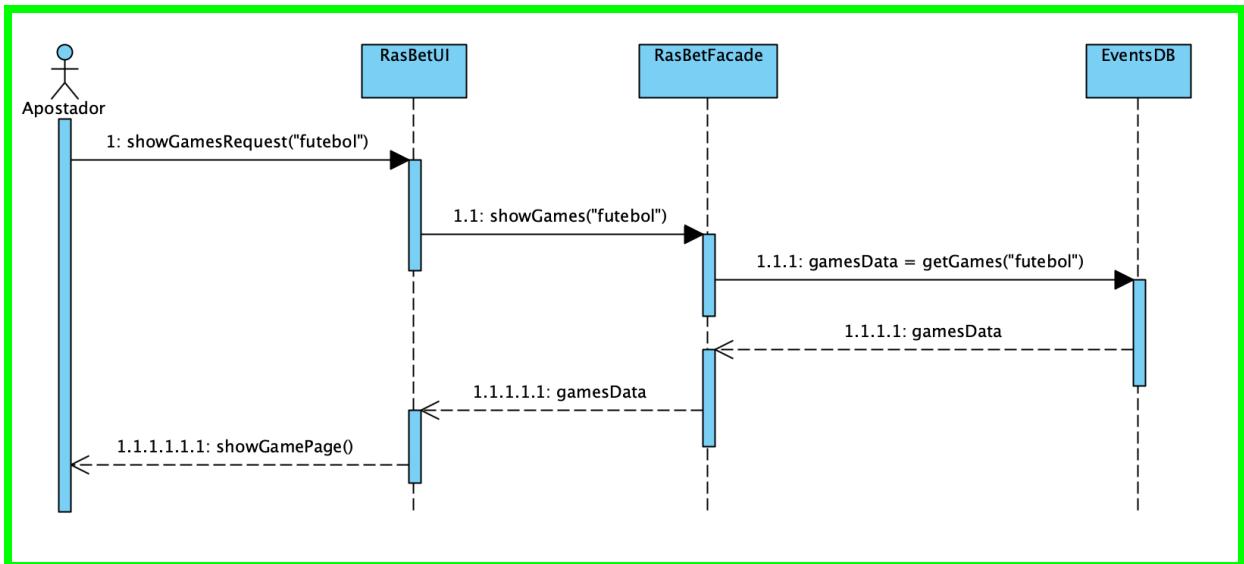


Figura 6.11: Diagrama de Sequência de Consultar jogos

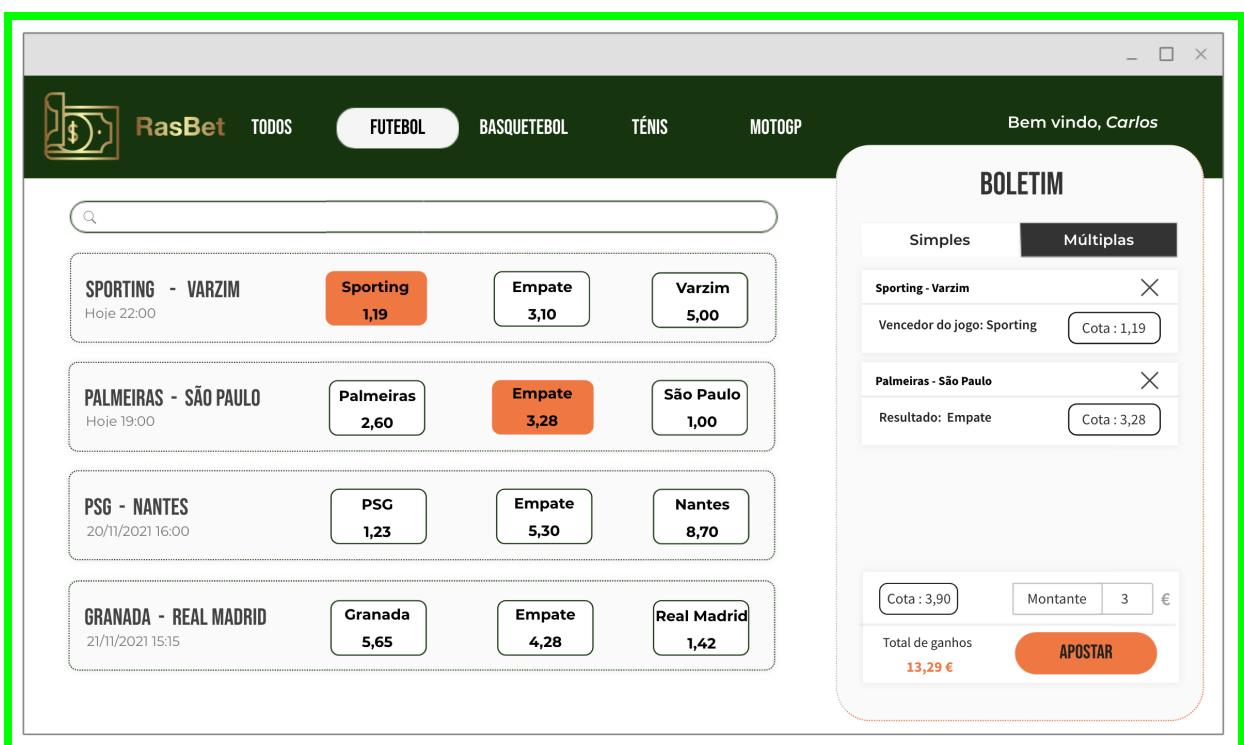


Figura 6.12: Mockup de Consultar jogos

6.4.5 Fazer Aposta

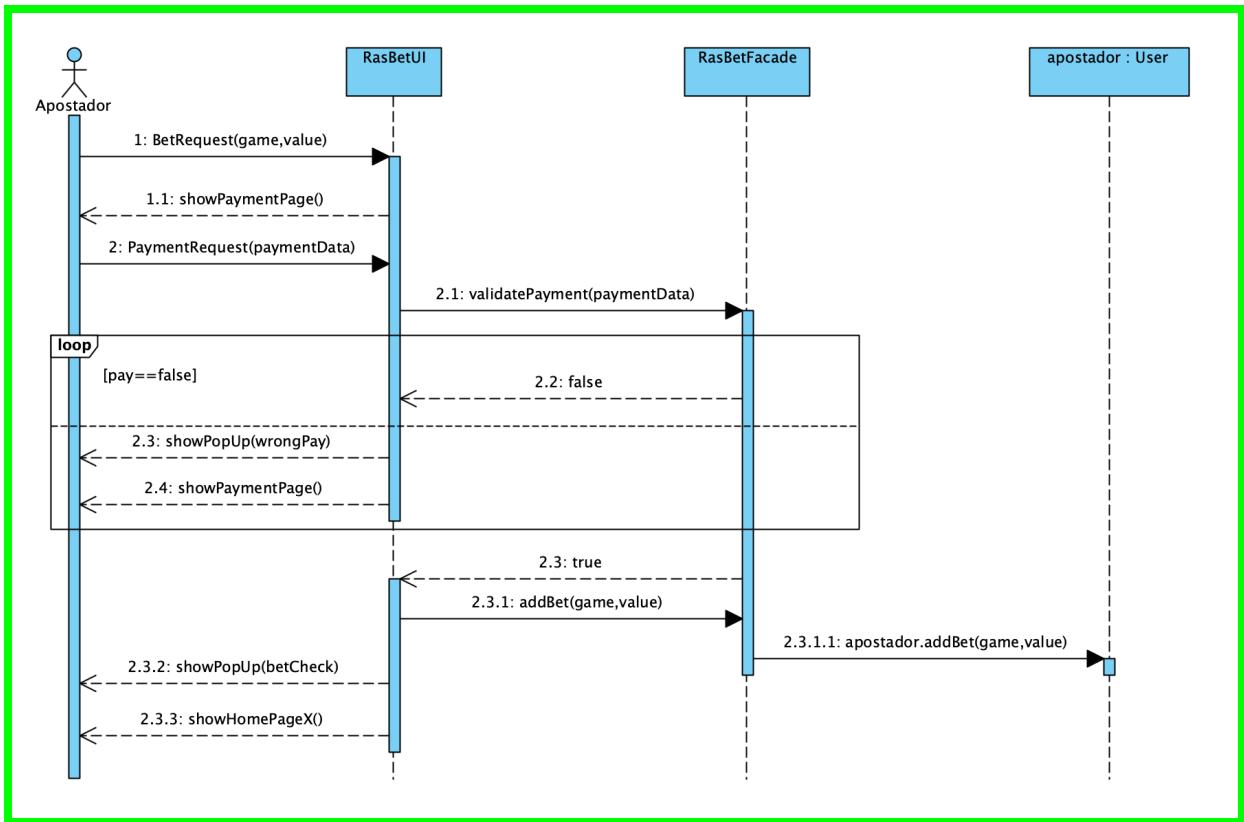


Figura 6.13: Diagrama de Sequência de Consultar jogos

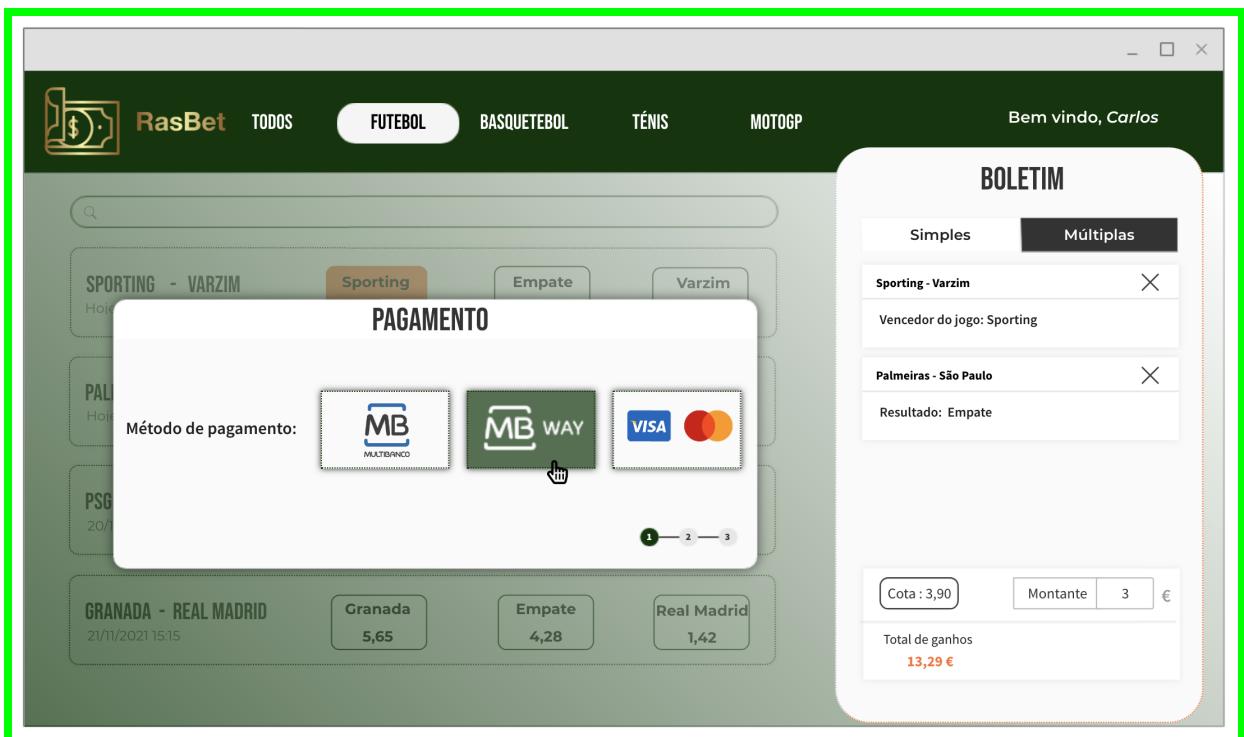


Figura 6.14: Mockup de Fazer Aposta 1

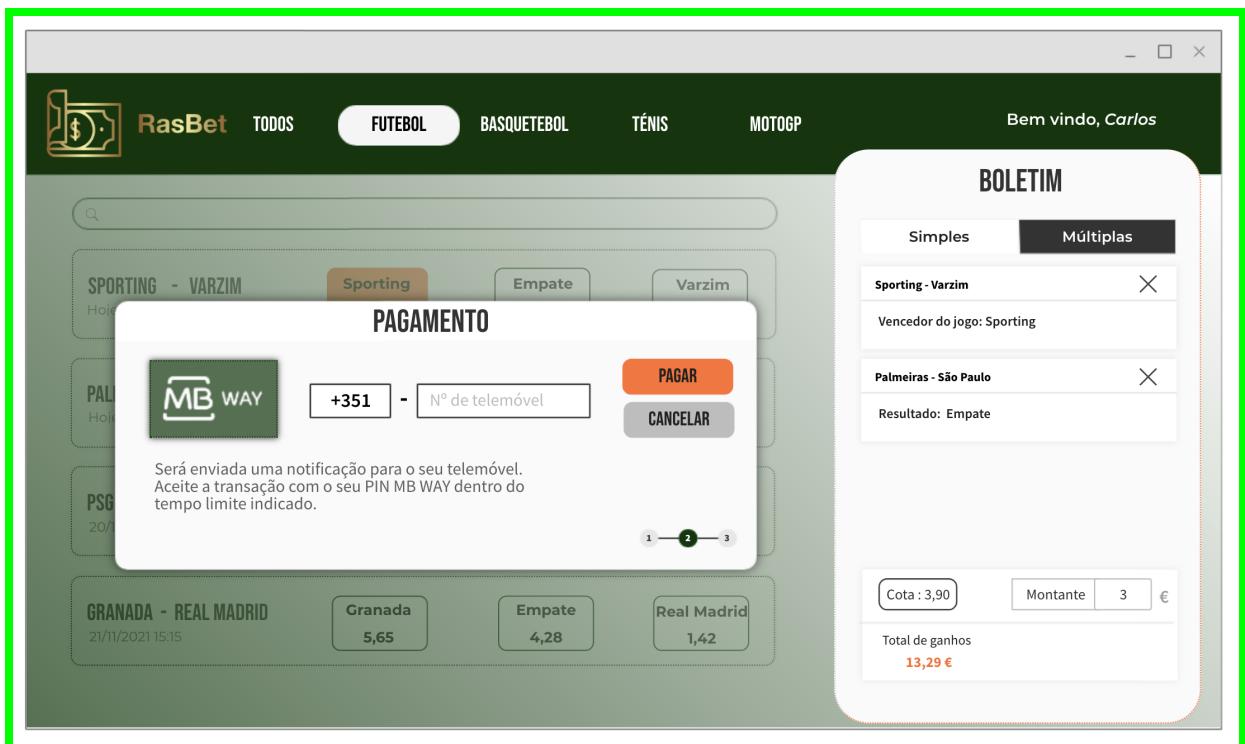


Figura 6.15: Mockup de Fazer Aposta 2

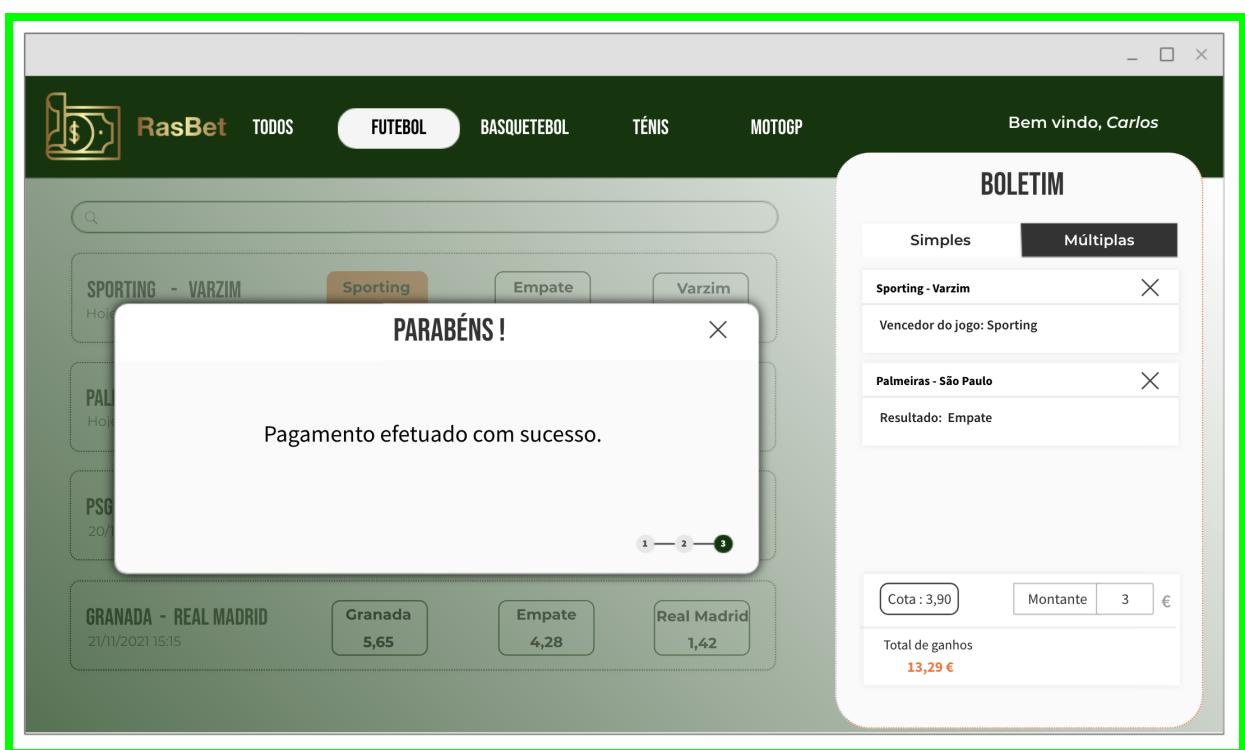


Figura 6.16: Mockup de Fazer Aposta 3

6.4.6 Consultar histórico de Apostas

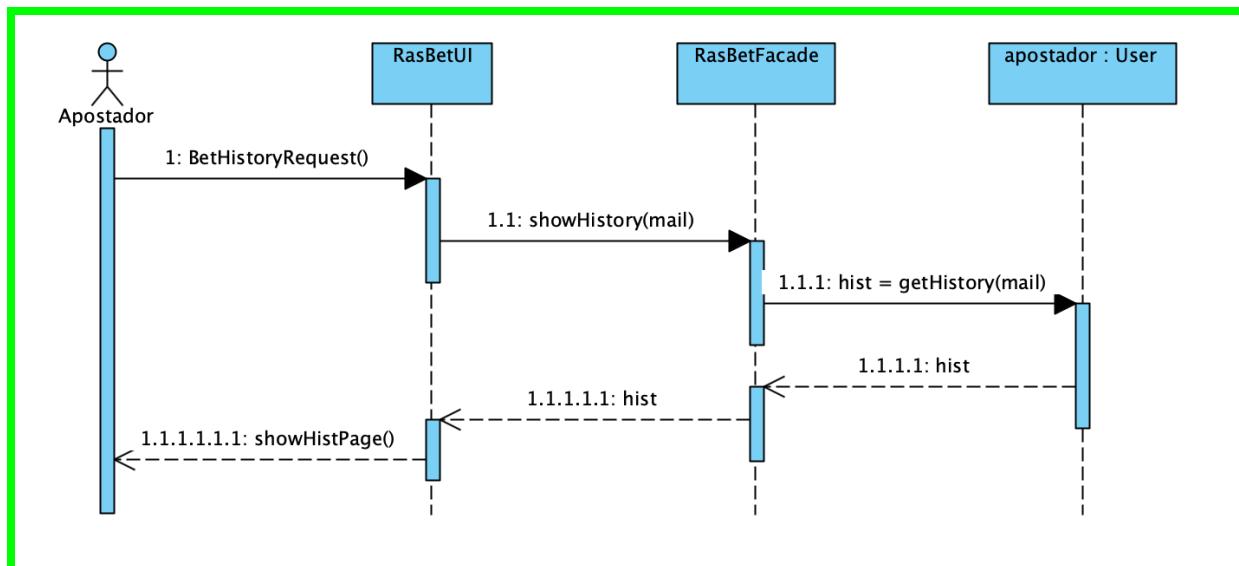


Figura 6.17: Diagrama de Sequência de Consultar histórico de Apostas

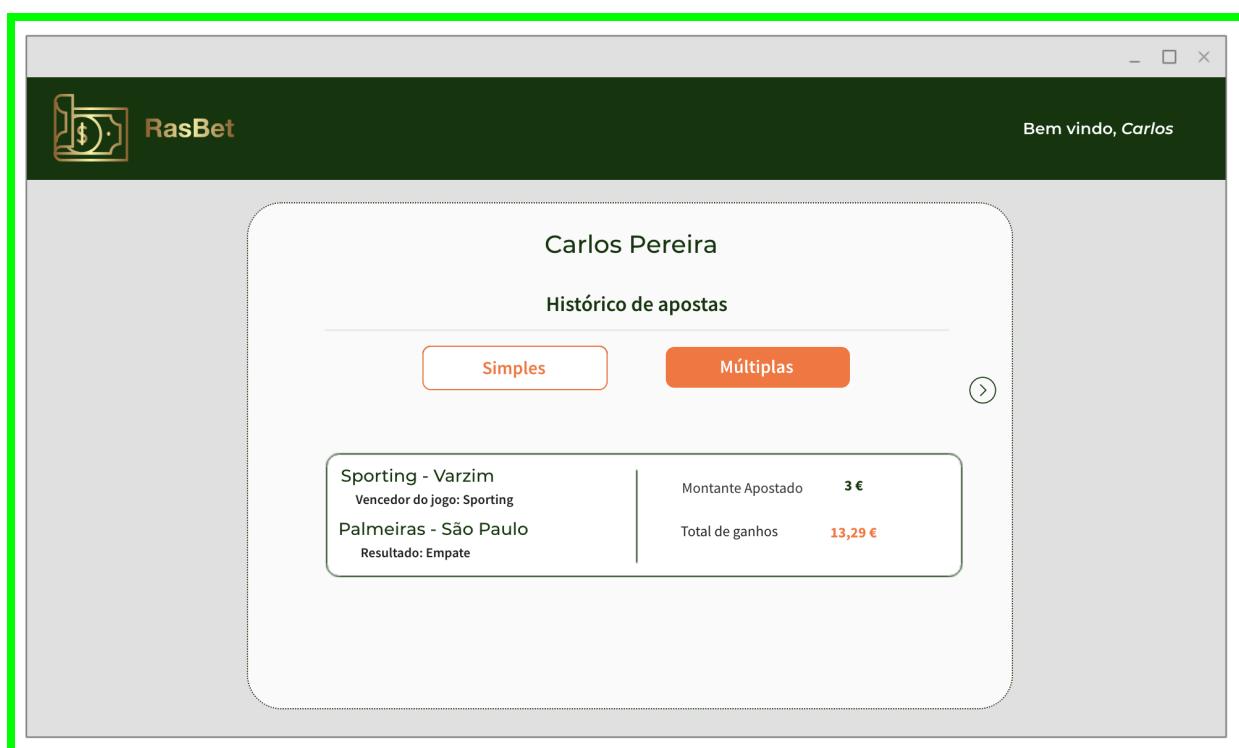


Figura 6.18: Mockup de Consultar histórico de Apostas

6.4.7 Consultar histórico de transações

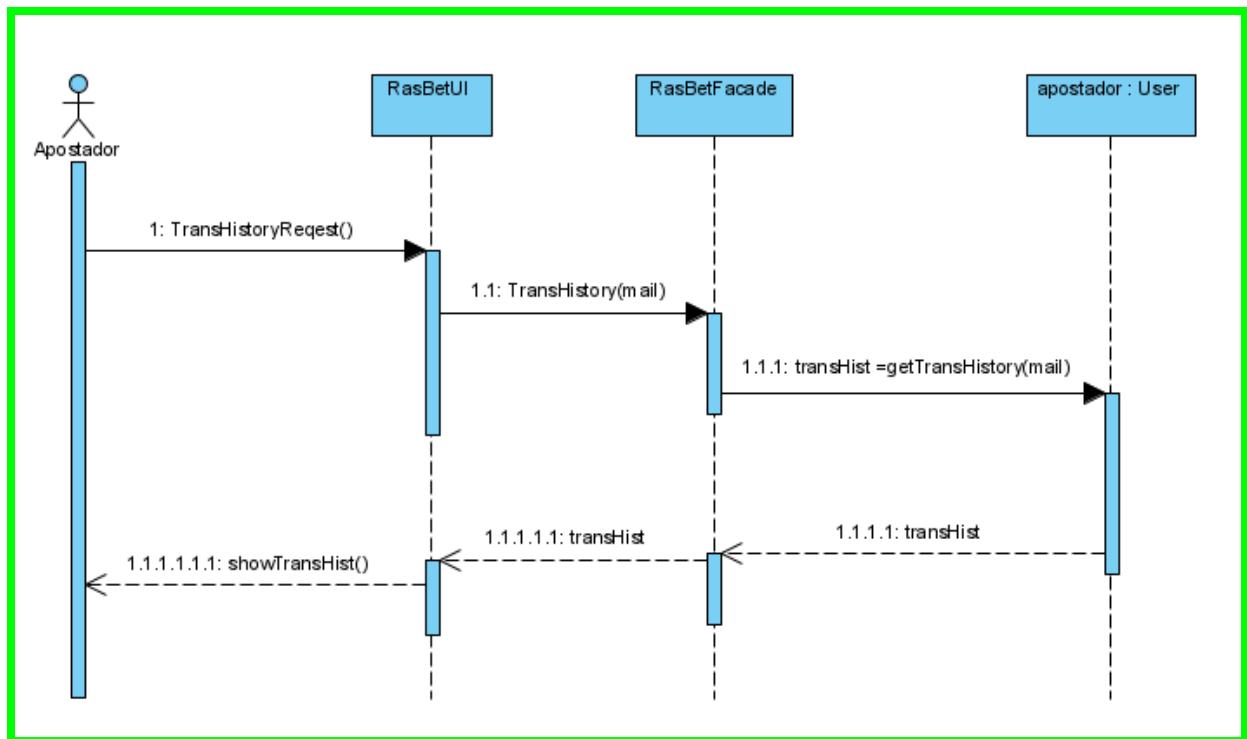


Figura 6.19: Diagrama de Sequência de Consultar histórico de transações



Figura 6.20: Mockup de Consultar histórico de Transações

6.4.8 Depositar/Levantar dinheiro

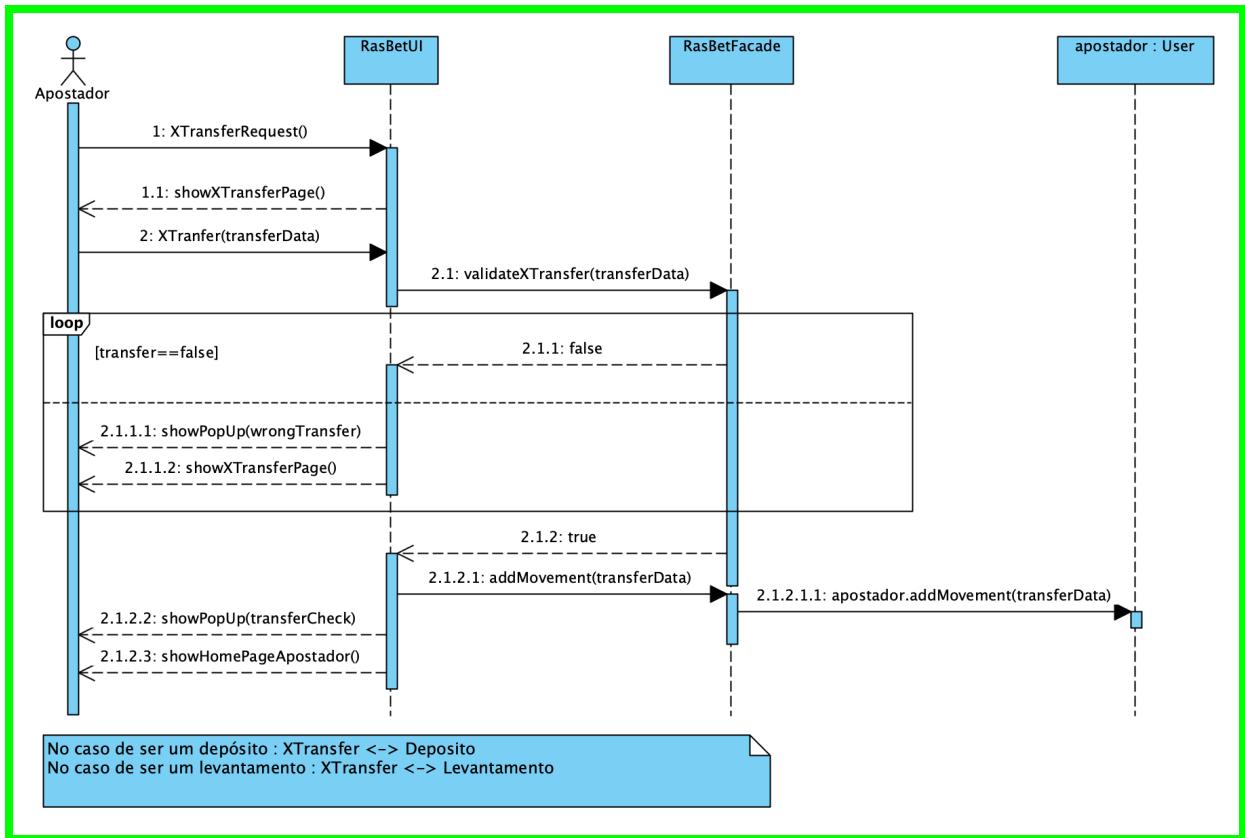


Figura 6.21: Diagrama de Sequência de Depositar/Levantar dinheiro

6.4.9 Inserir e Alterar Odd

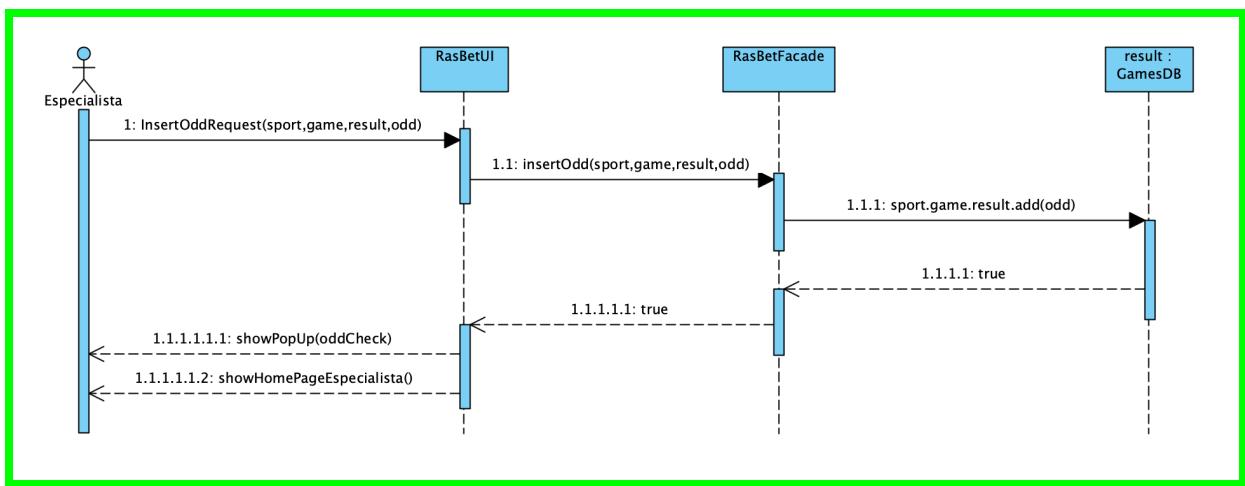


Figura 6.22: Diagrama de Sequência de Inserir e Alterar Odd

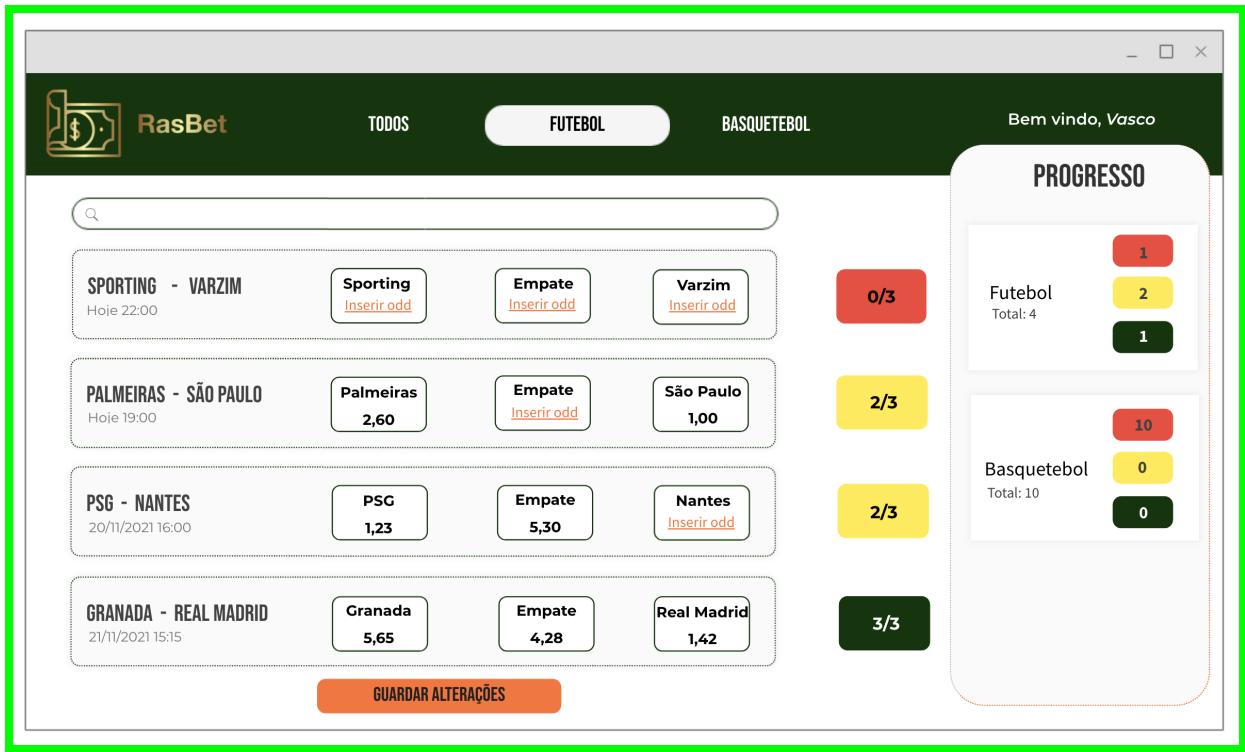


Figura 6.23: Mockup de Inserir e Alterar Odd

6.4.10 Alterar Estado do Evento

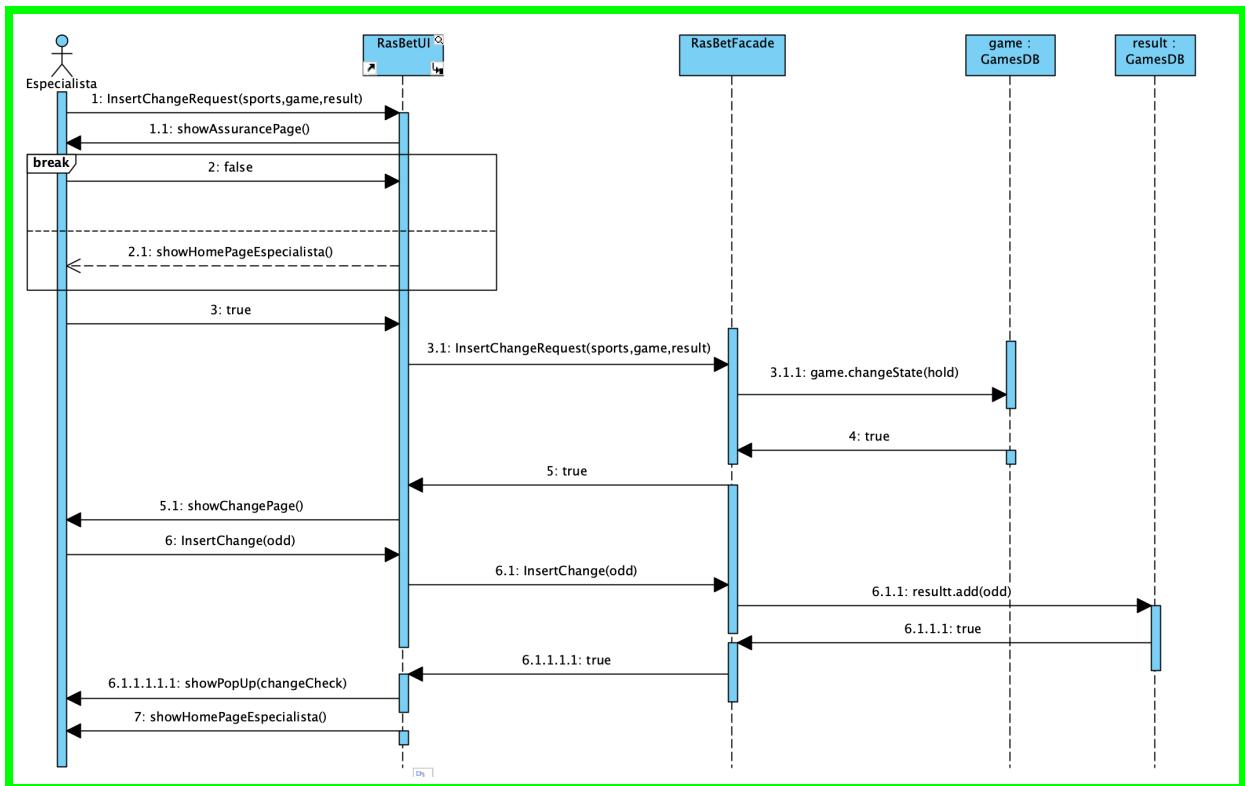


Figura 6.24: Diagrama de Sequência de Alterar e suspender jogos

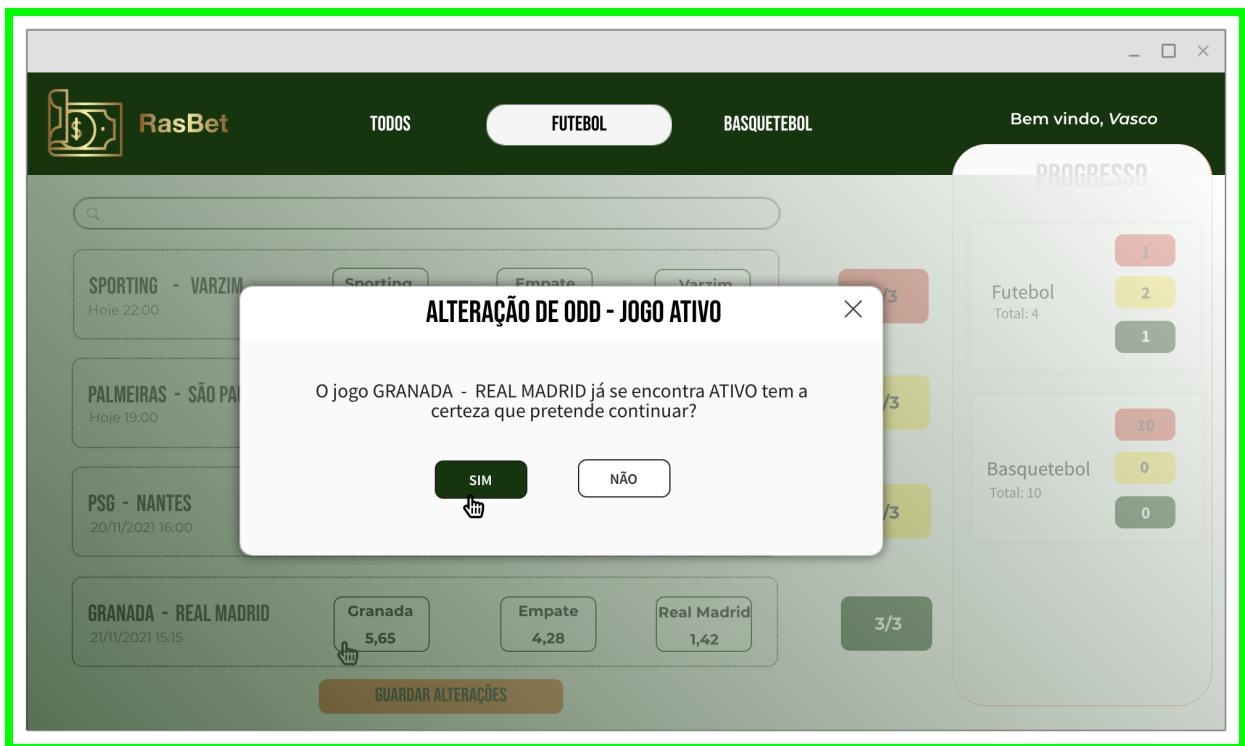


Figura 6.25: Mockup de Alterar e suspender jogos 1

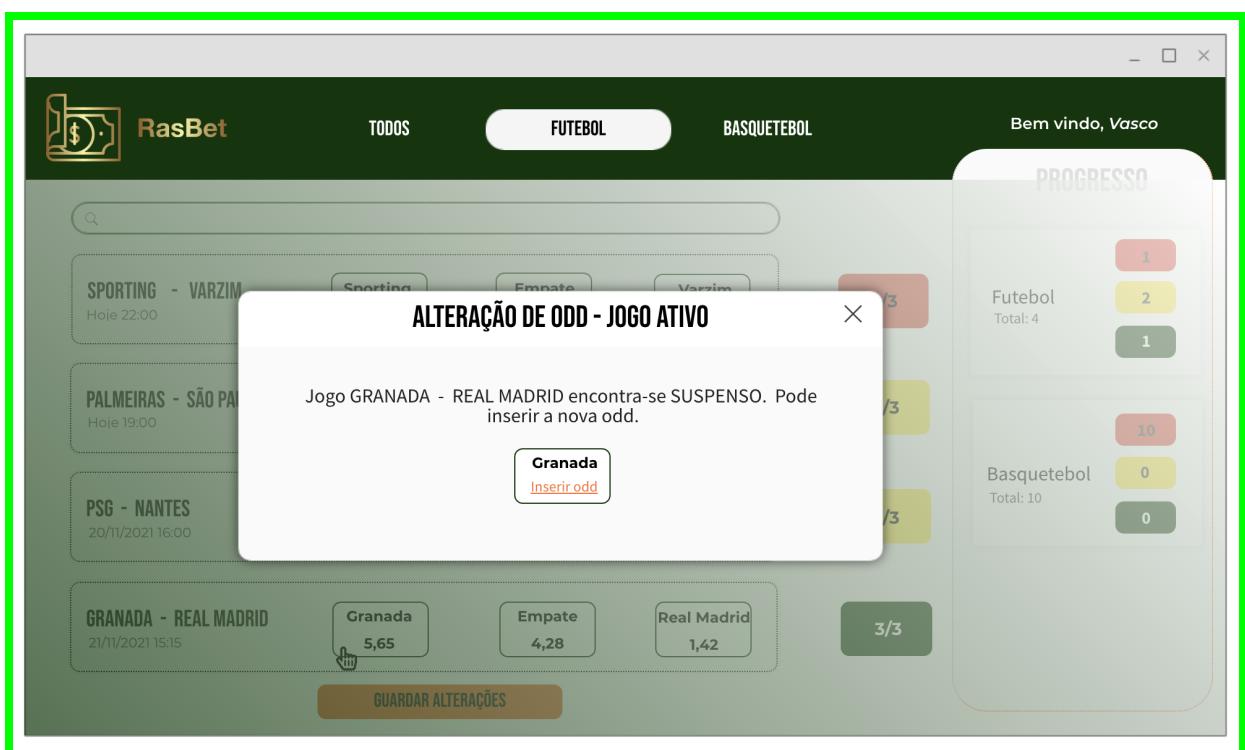


Figura 6.26: Mockup de Alterar e suspender jogos 2

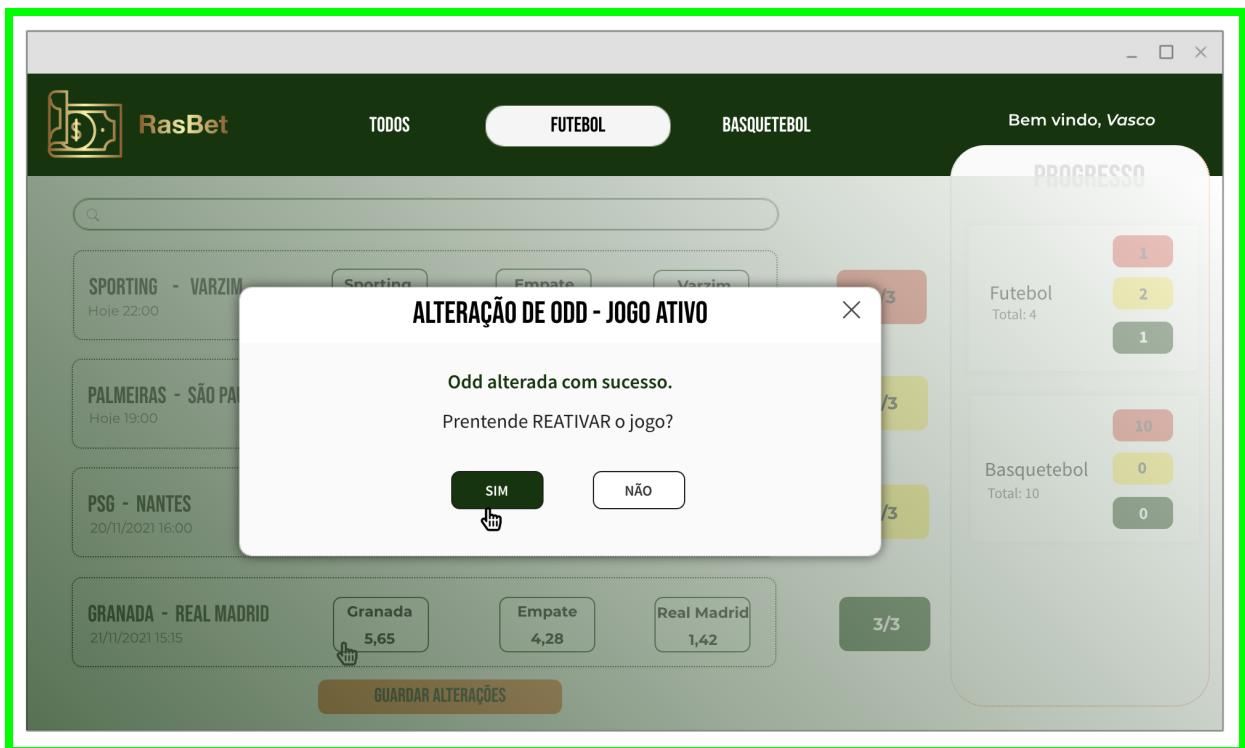


Figura 6.27: Mockup de Alterar e suspender jogos 3

7. Requisitos Funcionais

7.1 Modelação de Requisitos

Para o levantamento de requisitos, foi utilizado como forma de representação, a *requirement shell* do modelo de *Volere*, de forma a descrever concisamente os requisitos.

Requirement	Type:	
Description:		
Rationale:		
Originator:		
Fit Criterion:		
Customer Satisfaction:	Customer Dissatisfaction:	Priority:
Conflicts:		
History:		

Tabela 7.1: Exemplo especificação de Requisitos

Como caracterização da tabela de representação de requisitos, é necessário descrever os campos:

- **Requirement:** Número de identificação do requisito.
- **Requirement Type:** Tipo de requisito, considerando o modelo de *Volere* (Requisito Funcional 9).
- **Event/Use Case:** Número do evento ou Use Case associado.
- **Description:** Descrição, clara e concisa do requisito.
- **Rationale:** Justificação, razão da existência do requisito.
- **Originator:** Quem originou o requisito.
- **Fit Criterion:** Critério em que se insere.
- **Customer Satisfaction:** Apreciação de 1 a 5 em que 1 significa que existe um interesse pequeno que o requisito seja satisfeito, e 5 significa que irão ficar extremamente satisfeitos com a implementação do requisito.
- **Customer Dissatisfaction:** Apreciação de 1 a 5 em que 1 significa que é quase irrelevante que o requisito seja satisfeito, e 5 significa que irão ficar extremamente insatisfeitos com a ausência da correcta implementação do requisito.
- **Priority:** Define o índice de prioridade de implementação de requisitos:
 - **Must:** Requisitos obrigatórios.

- **Should:** Requisitos que devem ser implementados.
 - **Could:** Requisitos que não são necessários, mas são desejados.
 - **Won't:** Requisitos que podem ser considerados posteriormente.
- **Conflicts:** Problema encontrado na conceptualização do requisito.
 - **History:** Data de criação do requisito.

7.2 Requisitos sobre Utilizadores

Requirement: #1	Type: 9
Description: O Apostador tem de se registar na aplicação para a poder utilizar.	
Rationale: Garantir controlo de acesso.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: O apostador fica registado na base de dados	
Customer Satisfaction: 2 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.2: Requisito funcional 1.

Requirement #2	Type: 9
Description: O Utilizador edita o seu perfil.	
Rationale: Melhorar a sua caracterização pessoal, actualizar informação.	
Originator: Joana Melo (Persona)	
Fit Criterion: Os dados são corretamente modificados, e guardados na abse de dados.	
Customer Satisfaction: 2 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.3: Requisito funcional 2.

Requirement: #3	Type: 9
Description: O utilizador consulta o seu histórico de apostas.	
Rationale: Consultar o percurso e resultados das suas apostas.	
Originator: Introspection	
Fit Criterion: O histórico associado a cada utilizador deve ser devidamente apresentado.	
Customer Satisfaction: 2 Customer Dissatisfaction: 4 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.4: Requisito funcional 3.

Requirement: #4	Type: 9
Description: O utilizador valida os seus dados para submeter uma aposta.	
Rationale: Confirmação de aposta.	
Originator: Introspection	
Fit Criterion: O utilizador confirma os detalhes da aposta planeada.	
Customer Satisfaction: 2 Customer Dissatisfaction: 4 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.5: Requisito funcional 4.

Requirement: #5	Type: 9
Description: O utilizador realiza uma consulta estatística dos seus ganhos na aplicação	
Rationale: Controlo de taxa de acerto.	
Originator: João Silva (Persona)	
Fit Criterion: Consulta do histórico de apostas e cálculo de apostas ganhas relativamente ao número total de apostas	
Customer Satisfaction: 1 Customer Dissatisfaction: 1 Priority: Won't	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.6: Requisito funcional 5.

7.3 Requisitos sobre Especialista

Requirement: #6	Type: 9
Description: O utilizador com credenciais de especialista pode alterar e/ou adicionar eventos desportivos, bem como as <i>odds</i> associadas aos mesmos.	
Rationale: Conteúdo essencial para o propósito da app .	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: CRUD em eventos desportivos na base de dados.	
Customer Satisfaction: 1 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.7: Requisito funcional 6.

7.4 Requisitos de Sistema

Requirement: #7	Type: 9
Description: O sistema deve garantir que nenhum utilizador tem acesso a outros perfis de utilizador.	
Rationale: Manter a privacidade dos utilizadores..	
Originator: João Silva (Persona)	
Fit Criterion: Acesso controlado a dados exclusivos ao utilizador autenticado.	
Customer Satisfaction: 1 Customer Dissatisfaction: 4 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.8: Requisito funcional 7.

Requirement #8	Type: 9
Description: A aplicação deve ter um calendário de jogos.	
Rationale: De modo a garantir certas funcionalidades, é necessário a existência de um calendário.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: O calendário é devidamente atualizado.	
Customer Satisfaction: 3 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.9: Requisito funcional 8.

Requirement #9	Type: 9
Description: A aplicação deve permitir ao utilizador realizar diversas apostas em eventos desportivos.	
Rationale: Sendo esta a funcionalidade principal do software, é vital que seja garantida.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: Consulta do histórico de apostas e cálculo de apostas ganhas relativamente ao número total de apostas	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.10: Requisito funcional 9.

Requirement #10	Type: 9
Description: A aplicação permite o registo de novos utilizadores.	
Rationale: É vital para o correcto funcionamento da aplicação e aumento da alcance da aplicação.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: Após introdução de dados de utilizador corretamente validados, é criado um novo utilizador na base de dados.	
Customer Satisfaction: 1 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.11: Requisito funcional 10.

Requirement #11	Type: 9
Description: A aplicação permite realizar apostas, recorrendo ao saldo da carteira ou por pagamento no acto de confirmação da aposta.	
Rationale: Importante para a facilitar o acesso ao sistema para diversos utilizadores. Há uma grande diversidade de métodos de pagamento/levantamento neste momento.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: O saldo é descontado corretamente após a realização duma aposta	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.12: Requisito funcional 11.

Requirement #12	Type: 9
Description: A aplicação permite o carregamento/levantamento de saldo da sua carteira através de 2 métodos de pagamento distintos.	
Rationale: Importante para a facilitar o acesso ao sistema para diversos utilizadores. Há uma grande diversidade de métodos de pagamento/levantamento neste momento.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: O saldo é devidamente atualizado após a realização das operações de pagamento e levantamento	
Customer Satisfaction: 3 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.13: Requisito funcional 12.

Requirement #13	Type: 9
Description: Uma aposta tem obrigatoriamente um de 3 estados, Aberta, Fechada, Suspensa.	
Rationale: Controlo de datas e garantir que não são realizadas apostas em eventos já terminados e/ou indisponíveis.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: Actualização do estado das apostas consoante a comparação com o horário do jogo, ou por intervenção do especialista.	
Customer Satisfaction: 1 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.14: Requisito funcional 13.

Requirement #14	Type: 9
Description: O sistema tem de suportar apostas em diversos tipos de desportos.	
Rationale: Arquitetura escalável e modular, capaz de suportar N desportos semelhantes com o mínimo de alterações no código fonte.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: Adicionar novo tipo de Desporto, com diferentes valores para os mesmos atributos conuns a todos os desportos.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 4 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.15: Requisito funcional 14.

Requirement #15	Type: 9
Description: O sistema tem de notificar os apostadores dos resultados das suas apostas..	
Rationale: Após o término dos eventos em que o utilizador aposta, este deve ser notificado do resultado da sua aposta face ao evento.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: Notificar cliente após o término dos eventos, com o resultado da sua aposta face ao resultado do evento.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 4 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.16: Requisito funcional 15.

Requirement #16	Type: 9
Description: O sistema tem ser um serviço web.	
Rationale: Para a utilização do sistema de forma prática em múltiplas plataformas terá de ser em browser.	
Originator: Introspecção	
Fit Criterion: Desenvolvimento com recursos a tecnologias web.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 9/11/2021	

Tabela 7.17: Requisito funcional 16.

8. Levantamento de Requisitos

Com a recolha de todos os dados necessários para o desenvolvimento do projeto, é possível identificar as fragilidades de outros *softwares* desenvolvidos presentes no mercado, dando assim uma melhor percepção daquilo que poderá ser melhorado ou até mesmo implementado, sendo uma inovação para o setor. Assim, fazer o levantamento de requisitos e estabelecer o primeiro contacto com o tema em questão, é o primeiro passo a ser desenvolvido.

8.1 Técnicas de Levantamento de Requisitos

De forma a levantar os requisitos eficazmente decidimos fazer um inquérito ao público alvo da nossa aplicação, todos os indivíduos maiores de 18 anos, com questões relevantes acerca do que deverá constar num bom sistema de apostas.

8.1.1 Questionário ao público alvo

1. Em que desportos gostavam mais de apostar?
 - (a) Futebol
 - (b) Andebol
 - (c) Basquetebol
 - (d) Hóquei em Patins
 - (e) Ténis
 - (f) MotoGP
 - (g) Futsal
 - (h) Futebol Americano
 - (i) Fórmula 1
 - (j) Voleibol
2. Gostavam de apostar em...
 - (a) Vitória, derrota e empate
 - (b) Opções acima e número de golos
 - (c) Opções acima e que jogador marca cada golo
3. Gostavam de ter hipótese de fazer mais de uma aposta simultaneamente?
 - (a) Sim
 - (b) Não

Respostas Obtidas

1. Em que desportos gostavam mais de apostar?

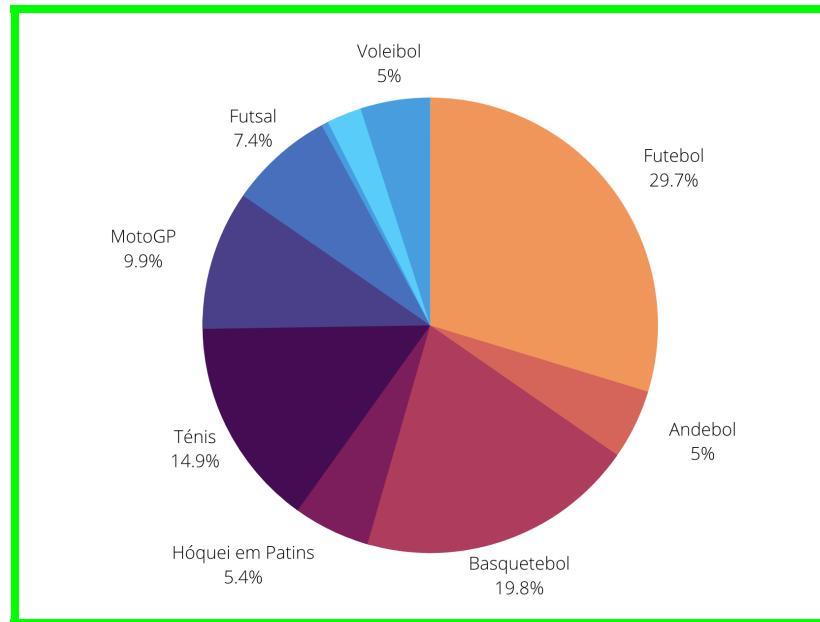


Figura 8.1: Gráfico 1

2. Gostavam de apostar em...

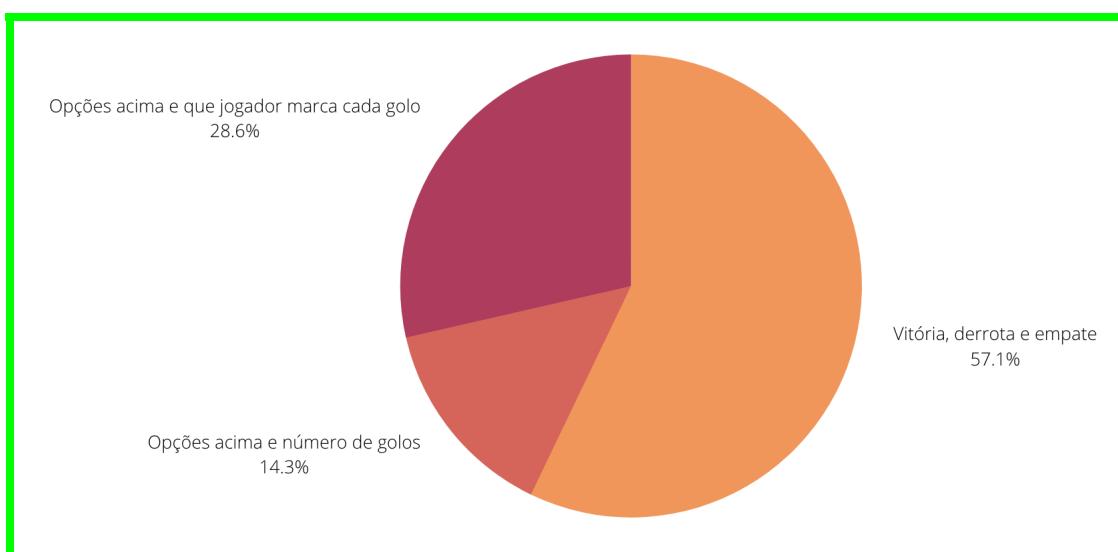


Figura 8.2: Gráfico 2

3. Gostavam de ter hipótese de fazer mais de uma aposta simultaneamente?

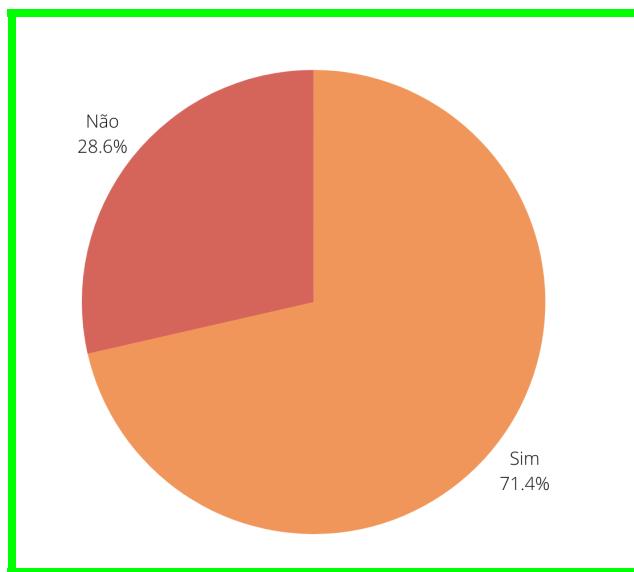


Figura 8.3: Gráfico 3

8.1.2 Entrevista ao diretor da casa de apostas

A presente entrevista foi elaborada pelos elementos do grupo, de modo a obter informações acerca das necessidades dos nossos clientes, as casas de apostas.

Transcrição da Entrevista

Entrevista conduzida ao diretor da casa de apostas *DiBet*.

ENTREVISTADOR: Que tipos de desportos é que gostaria de ver no sistema?

ENTREVISTADO: Como é de conhecimento geral, o futebol é o desporto mais praticado e adorado do mundo, portanto penso que será indispensável a sua inclusão. Para além deste, considero o basquetebol uma aposta muito interessante e segura a ser considerada.

ENTREVISTADOR: Considera a criação de um serviço web ou mobile futuramente uma abordagem interessante?

ENTREVISTADO: Sem dúvida, penso que a criação de um serviço web é indispensável. Desta forma, os apostadores podem aceder ao serviço de apostas em qualquer equipamento.

ENTREVISTADOR: Gostaria que a equipa de programadores estivesse disponível para dar suporte à aplicação criada futuramente?

ENTREVISTADO: Sim, conto com uma equipa que esteja disponível para dar assistência ao sistema e para futuramente expandi-lo.

ENTREVISTADOR: Considera importante o sistema expandir as apostas a outros desportos consoante a demanda?

ENTREVISTADO: Sim, dependendo da afluência dos meus clientes ao sistema pode ser interessante ter um sistema mais abrangente.

Resumo

A entrevista conduzida ao diretor da casa de apostas foi muito esclarecedora, deu-nos uma ideia mais concreta do que é indispensável incluir no sistema a ser desenvolvido assim como o que pode vir a ser escalável.

8.2 Personas

8.2.1 Persona Carlos Moreira

Nome: Carlos Moreira

Idade: 30 anos

Estado Civil: Solteiro

Habilidades Académicas: Mestrado em Engenharia Biomédica

Profissão: Engenheiro Biomédico

Hobbies: Fazer apostas desportivas online

Residência: Reside sozinho em Espoende

Estilo de vida: O Carlos é um homem dedicado à sua profissão, trabalha arduamente todo dia. Quando chega a casa, sozinho e com poucos amigos, dedica-se a estudar jogos de basquetebol para fazer as melhores apostas. Sempre adorou o desporto porém o trabalho levou a melhor e já não pratica tanto como gostaria.

8.2.2 Persona João Silva

Nome: João Silva

Idade: 26 anos

Estado Civil: Solteiro

Habilidades Académicas: 12º Ano

Profissão: Assistente de Oficina Automóvel

Hobbies: Ver MotoGP, Futebol, jogar futebol.

Residência: Reside com os pais em Lisboa

Estilo de vida: O João é amante de um estilo de vida boémio, apreciador da vida noturna. Quando não se encontra na oficina, dedica-se a ver vídeos no youtube sobre desportos motorizados e futebol, tentando sempre antecipar o resultado dos eventos no fim de semana. Sempre teve o sonho de ser piloto de motociclos, ainda que desde cedo, percebeu que muito dificilmente teria as oportunidades necessárias em Portugal, dedicando-se assim ao ofício de reparação e preparação de carros e motas.

8.2.3 Persona Joana Melo

Nome: Joana Melo

Idade: 36 anos

Estado Civil: Casada

Habilidades Académicas: Licenciada em Ciências da Comunicação

Profissão: Gerente de Loja de Fotografia, blogger em part-time.

Hobbies: Fazer yoga, ver futebol, Fotógrafa amadora, blogger.

Residência: Reside com o marido no Algarve

Estilo de vida: Fanática por futebol e fotografia desde jovem, a Joana acompanha regularmente eventos de futebol nacionais e europeus, sendo uma paixão que partilha com o seu marido.

8.3 Introspecção

Nesta secção foi feito o levantamento de requisitos através de diferentes estratégias definidas pelos elementos da equipa. Este levantamento foi realizado, agregado e por fim, foi selecionada a informação mais relevante para o projeto em questão.

As entrevistas feitas foram revistas e validadas de forma a verificar se reúnem as características necessárias das partes interessadas. Destes passos resulta um conjunto de requisitos importantes a implementar na nossa aplicação.

9. Requisitos Não Funcionais

9.1 Escalabilidade

Requirement #1	Type: 12
Description: O sistema deve suportar 10.000 utilizadores ao mesmo tempo, com perda mínima de performance.	
Rationale: Aumentar o potencial da receita.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: O sistema funciona corretamente com vários utilizadores.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.1: Requisito não funcional 17.

Requirement #2	Type: 12
Description: O sistema deve suportar a introdução de novos desportos com mínima alteração do código fonte.	
Rationale: Aumentar o potencial da receita.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: O sistema permite apostas em vários desportos.	
Customer Satisfaction: 4 Customer Dissatisfaction: 3 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.2: Requisito não funcional 17.

Requirement #3	Type: 12
Description: O sistema deve suportar a introdução de novos tipos de apostas com mínima alteração do código fonte.	
Rationale: Aumentar o potencial da receita.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: O sistema permite vários tipos de apostas.	
Customer Satisfaction: 4 Customer Dissatisfaction: 3 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.3: Requisito não funcional 17.

9.2 Usabilidade

Requirement #4	Type: 11
Description: O número de utilizadores que submetem um pedido de suporte relacionado com a utilização das funcionalidades disponibilizadas deve ser inferior a 3% do número de utilizadores ativos.	
Rationale: A utilização do sistema é fácil.	
Originator: Brainstorming.	
Fit Criterion: Utilizadores mais eficientes.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Won't	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.4: Requisito não funcional 17.

Requirement #5	Type: 11
Description: O número de cliques necessários para utilizar qualquer funcionalidade deve ser inferior ou igual a 5.	
Rationale: A utilização do sistema é fácil.	
Originator: Brainstorming.	
Fit Criterion: Utilizadores mais eficientes.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.5: Requisito não funcional 17.

Requirement #6	Type: 11
Description: O número de utilizadores que submetem um pedido de suporte relacionado com erros do próprio utilizador deve ser inferior a 5% do número de utilizadores ativos.	
Rationale: Interface não induzir a erros por parte do utilizador.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: O utilizador consegue utilizar funcionalidades sem dificuldades.	
Customer Satisfaction: 4 Customer Dissatisfaction: 3 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.6: Requisito não funcional 17.

9.3 Desempenho

Requirement #7	Type: 12
Description: A página inicial deve ter um tempo de resposta inferior a 10 segundos incluindo a renderização de texto e imagem.	
Rationale: Para a utilização do sistema de forma prática e rápida.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: Exibir página inicial com jogos ativos.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.7: Requisito não funcional 17.

Requirement #8	Type: 12
Description: A página inicial deve ter um tempo de resposta inferior a 15 segundos incluindo a renderização de texto e imagem num browser mobile.	
Rationale: Para a utilização do sistema de forma prática e rápida.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: Exibir página inicial com jogos ativos.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.8: Requisito não funcional 17.

9.4 Aparência

Requirement #9	Type: 10
Description: O número de cores na paleta do sistema deve ser inferior a 3.	
Rationale: De forma a não ser visualmente desgastante.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: Característica geral visual do sistema.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Won't	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.9: Requisito não funcional 17.

9.5 Operabilidade

Requirement #10	Type: 13
Description: O sistema deve estar operacional 24 horas por dia, 7 dias por semana.	
Rationale: De forma a fornecer os serviços em vários fuso-horários.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: Sistema online a qualquer hora do dia.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.10: Requisito não funcional 17.

Requirement #11	Type: 13
Description: O sistema deve funcionar sem erros em 95% do tempo.	
Rationale: De forma a evitar congestionamento nos canais de suporte e garantir um serviço contínuo.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: Sistema online todos os dias.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.11: Requisito não funcional 17.

9.6 Manutenção e Suporte

Requirement #12	Type: 13
Description: O tempo medio de restauro após uma falha do sistema deve ser inferior a 30 minutos.	
Rationale: De forma a evitar congestionamento nos canais de suporte e garantir um serviço contínuo.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: Sistema online todos os dias.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.12: Requisito não funcional 17.

Requirement #13	Type: 13
Description: Aquando da suspensão imprevista de um evento, as apostas relacionadas a este devem ser reembolsadas pelo Administrador em menos de 24h.	
Rationale: De forma a evitar congestionamento nos canais de suporte e garantir um serviço contínuo.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: Confiança dos clientes na gestão do website.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Should	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.13: Requisito não funcional 17.

9.7 Segurança

Requirement #14	Type: 15
Description: Todas as comunicações externas entre o servidor de dados do sistema e clientes devem ser encriptadas.	
Rationale: Assegurar a segurança da informação transmitida.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: A informação comunicada entre cliente e servidor está encriptadas.	
Customer Satisfaction: 4 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.14: Requisito não funcional 17.

Requirement #15	Type: 15
Description: O sistema deve permitir apenas a utilizadores que tenham sido autenticados visualizar informações confidenciais.	
Rationale: Assegurar a segurança da informação dos confidencial dos utilizadores.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: Um utilizador não tem acesso a informações de outros utilizadores.	
Customer Satisfaction: 4 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.15: Requisito não funcional 17.

Requirement #16	Type: 15
Description: O sistema deve encriptar o armazenamento de informação confidencial do utilizador.	
Rationale: Garantir privacidade e evitar ataques de agentes maliciosos.	
Originator: Brainstorming.	
Fit Criterion: Confiança na equipa de gestão do website.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.16: Requisito não funcional 17.

9.8 Cultural e Político

Requirement #17	Type: 16
Description: O sistema deve estar disponível na língua inglesa.	
Rationale: Para que o website seja assecível ao maior número de pessoas.	
Originator: Brainstorming	
Fit Criterion: Mais utilizadores registados no website.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.17: Requisito não funcional 17.

9.9 Legal

Requirement #18	Type: 17
Description: O sistema deve respeitar ao regulamento relativo à proteção das pessoas singulares no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados e que revoga a Diretiva 95/46/CE.	
Rationale: Obrigação legal.	
Originator: Pesquisa.	
Fit Criterion: Problemas legais minimizados.	
Customer Satisfaction: 5 Customer Dissatisfaction: 5 Priority: Must	
Conflicts: Nenhum	
History: 21/10/2022	

Tabela 9.18: Requisito não funcional 17.

Engenharia de Serviços em Rede

Trabalho Prático 1

Streaming de áudio e vídeo a pedido e em tempo real

Grupo 0 (PL1)

João Martins^[pg50463], Jorge Lima^[pg50156], and Cristiano Pereira^[pg50304].

Universidade do Minho, Braga, Portugal

Etapa 1. Streaming HTTP simples sem adaptação dinâmica de débito

Tarefas

1. Construa uma topologia base no CORE, com pelo menos um servidor, 3 portáteis, 2 switches e um ou dois routers, mais ou menos como sugerido na figura.

Recrimos a seguinte topologia no core:

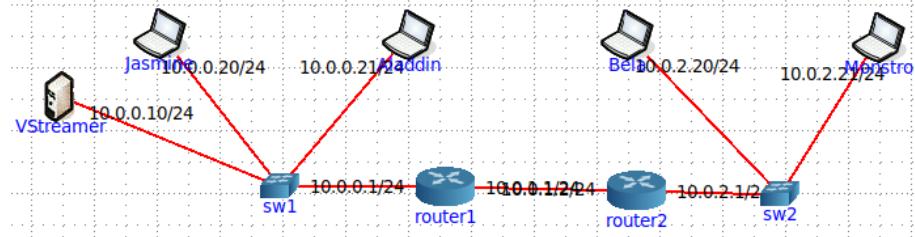


Fig. 1. Topologia base

2. Teste a conectividade da rede, com ping, traceroute ou outros comandos, para ter a certeza que funciona tudo bem.

Para testar a conectividade executamos o comando ping e traceroute da Jasmine *10.0.0.20* para o Aladdin *10.0.0.21* e para a Bela *10.0.2.20*:

```
root@Jasmine:/tmp/pycore.4143/Jasmine.conf# ping 10.0.0.21 -w 5
PING 10.0.0.21 (10.0.0.21) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.022 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.053 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.077 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.075 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.075 ms

... 10.0.0.21 ping statistics ...
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4080ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.022/0.060/0.077/0.021 ms
root@Jasmine:/tmp/pycore.4143/Jasmine.conf# traceroute 10.0.0.21
traceroute to 10.0.0.21 (10.0.0.21), 30 hops max, 60 byte packets
1 10.0.0.21 (10.0.0.21) 0.035 ms 0.008 ms 0.008 ms
root@Jasmine:/tmp/pycore.4143/Jasmine.conf#
```

Fig. 2. Ping e traceroute para Aladdin

```
root@Jasmine:/tmp/pycore.4143/Jasmine.conf# ping 10.0.2.20 -w 5
PING 10.0.2.20 (10.0.2.20) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.126 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.121 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=3 ttl=62 time=0.115 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=4 ttl=62 time=0.208 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=5 ttl=62 time=0.117 ms

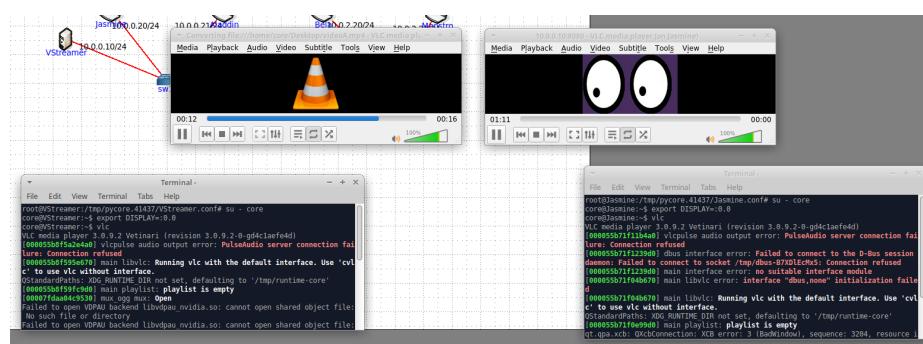
... 10.0.2.20 ping statistics ...
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4079ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.115/0.137/0.208/0.035 ms
root@Jasmine:/tmp/pycore.4143/Jasmine.conf# traceroute 10.0.2.20
traceroute to 10.0.2.20 (10.0.2.20), 30 hops max, 60 byte packets
1 10.0.0.1 (10.0.0.1) 0.035 ms 0.008 ms 0.008 ms
2 10.0.1.2 (10.0.1.2) 0.021 ms 0.011 ms 0.011 ms
3 10.0.2.20 (10.0.2.20) 0.023 ms 0.015 ms 0.013 ms
```

Fig. 3. Ping e traceroute para Bela

Como podemos ver a Jasmine consegue comunicar com o Aladdin e a Bela, comprovando a sua conectividade.

3./4. Abra uma bash no servidor VStreamer e, seguindo as indicações do ANEXO 2, coloque o VLC a fazer streaming por HTTP do ficheiro videoA.mp4 com transcoding para “Video – Theora + Vorbis (Ogg)”. VLC à Media à Stream à ... Abra uma nova bash no portátil Jasmine, configure o DISPLAY e coloque um segundo VLC a funcionar agora como cliente: Media à Open Network Stream à http://endereço-IP:8080/

Segundo as tarefas conseguimos fazer streaming por http do vídeo do servidor VStreamer para a Jasmine

**Fig. 4.** VStreamer Streaming

5. Recolha uma amostra de tráfego com o Wireshark na interface de saída do servidor.

Recolhemos uma amostra de tráfego com o Wireshark a partir do servidor *VStreamer* e podemos ver a comunicação do streaming por http do vídeo do servidor *VStreamer* 10.0.0.10 para a *Jasmine* 10.0.0.20.

2812 132.142715862 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1710850 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3.
2813 132.142715868 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	83 8080 → 54830 [PSH, ACK] Seq=1712298 Ack=1 Win=509 Len=17 TSva...
2814 132.142747943 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1709402 Win=794 Len=0 Tsval=3777..
2815 132.142749198 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1710859 Win=788 Len=0 Tsval=3777..
2816 132.142749846 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1712298 Win=783 Len=0 Tsval=3777..
2817 132.142749852 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1712331 Win=783 Len=0 Tsval=3777..
2818 132.142749852 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1712315 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3.
2819 132.404581399 10.0.0.18	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1737363 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2820 132.404581497 10.0.0.18	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1735211 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2821 132.404581587 10.0.0.18	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1716659 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2822 132.404581678 10.0.0.18	10.0.0.20	TCP	1459 8080 → 54830 [PSH, ACK] Seq=1718197 Ack=1 Win=509 Len=1393 TS...
2823 132.404612674 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1713763 Win=794 Len=0 Tsval=3777..
2824 132.404613854 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1715211 Win=788 Len=0 Tsval=3777..
2825 132.404613684 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1716658 Win=783 Len=0 Tsval=3777..
2826 132.404614288 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1718107 Win=777 Len=0 Tsval=3777..
2827 132.404614887 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1719506 Win=772 Len=0 Tsval=3777..
2828 132.648102677 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1719595 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2829 132.648102677 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1720948 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2830 132.648103159 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1720949 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2831 132.648103266 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	546 8080 → 54830 [PSH, ACK] Seq=1723936 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2832 132.648132845 10.0.0.20	10.0.0.18	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1723944 Ack=1 Win=509 Len=40 TS...
2833 132.648136067 10.0.0.20	10.0.0.18	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1722396 Win=788 Len=0 Tsval=3777..
2834 132.648136883 10.0.0.20	10.0.0.18	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1723844 Win=783 Len=0 Tsval=3777..
2835 132.648137517 10.0.0.20	10.0.0.18	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1724324 Win=781 Len=0 Tsval=3777..
2836 132.896180783 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1724324 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2837 132.896181291 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1725772 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2838 132.896181434 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1727220 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2839 132.896181552 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [PSH, ACK] Seq=1728668 Ack=1 Win=509 Len=88 TS...
2840 132.896225855 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1727222 Win=794 Len=0 Tsval=3777..
2841 132.896225845 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1727222 Win=788 Len=0 Tsval=3777..
2842 132.896225845 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1728668 Win=783 Len=0 Tsval=3777..
2843 132.896225845 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1728669 Win=783 Len=0 Tsval=3777..
2844 133.142543407 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1724324 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2845 133.142543749 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1730204 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2846 133.142543898 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1731652 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2847 133.142544033 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	426 8080 → 54830 [PSH, ACK] Seq=1733100 Ack=1 Win=509 Len=360 TS...
2848 133.142583494 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1730204 Win=794 Len=0 Tsval=3777..
2849 133.142585938 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1731652 Win=788 Len=0 Tsval=3777..
2850 133.142585967 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1733100 Win=783 Len=0 Tsval=3777..
2851 133.142586848 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1733460 Win=783 Len=0 Tsval=3777..
2852 133.648949461 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1733460 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2853 133.648949987 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1734908 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2854 133.648950699 10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514 8080 → 54830 [ACK] Seq=1735358 Ack=1 Win=509 Len=1448 TSval=3..
2855 133.648977332 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	1514 8080 → 54830 [PSH, ACK] Seq=1735358 Ack=1 Win=509 Len=1448 TS...
2856 133.648977332 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1734908 Win=794 Len=0 Tsval=3777..
2857 133.648978336 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1736356 Win=788 Len=0 Tsval=3777..
2858 133.648978942 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1737894 Win=783 Len=0 Tsval=3777..
2859 133.648979538 10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66 54830 → 8080 [ACK] Seq=1 Ack=1737919 Win=783 Len=0 Tsval=3777..

Fig. 5. VStreamer Streaming on Wireshark

6./7. Usando um editor de texto qualquer, construa uma página HTML, video.html, com um conteúdo simples usando a TAG `<video>`, conforme ilustrado abaixo. Nem todos os browsers suportam a tag. Nem todos os formatos são suportados. MP4 é o recomendado. Esta operação não necessita ser feita dentro CORE, pode estar previamente preparada na máquina nativa e copiada para a HOME do utilizador core, pois o sistema de ficheiros é partilhado entre todos os nós. No portátil Bela, abra uma bash, configure o DISPLAY, e execute o firefox. Abra a página video.html criada e verifique se o vídeo aparece corretamente. Ajuste o HTML se necessário.

Após seguir as instruções obtemos o vídeo no firefox.

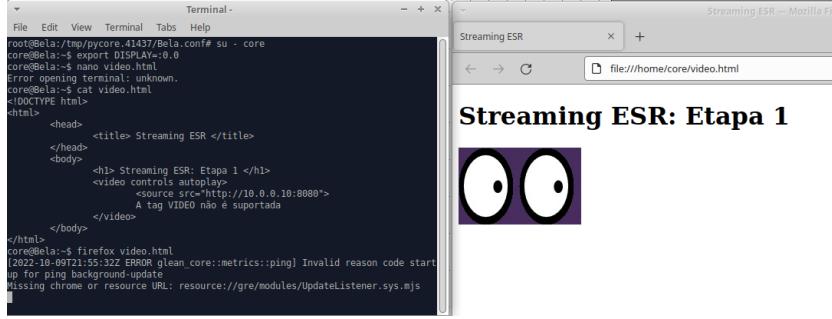


Fig. 6. VStreamer Streaming

8. Recolha mais uma amostra de tráfego.

Recolhemos uma amostra de tráfego com o Wireshark a partir do servidor *VStreamer* e podemos ver a comunicação do streaming por http do vídeo do servidor *VStreamer* 10.0.0.10 para o computador *Jasmine* 10.0.0.20 e para o computador *Bela* 10.0.2.20.

15	0.263696268	10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514	8080	- 38178	[ACK]	Seq=5740	Ack=1	Win=509	Len=1448	TSval=3463
16	0.263696714	10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1354	8080	- 38178	[PSH ACK]	Seq=7188	Ack=1	Win=509	Len=1284	TSval=320775
17	0.263770213	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=5740	Win=701	Len=0	TSval=3785276
18	0.263774130	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=7188	Win=695	Len=0	TSval=3785276
19	0.263776737	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=8472	Win=699	Len=0	TSval=3785276
20	0.263820972	10.0.0.10	10.0.0.19	TCP	1514	8080	- 43640	[ACK]	Seq=5740	Ack=1	Win=507	Len=1448	TSval=1074
21	0.263821397	10.0.0.19	10.0.2.20	TCP	1514	8080	- 43640	[ACK]	Seq=5740	Ack=1	Win=507	Len=1448	TSval=1074
22	0.263821847	10.0.0.19	10.0.2.20	TCP	1359	8080	- 43640	[PSH ACK]	Seq=7188	Ack=1	Win=507	Len=1284	TSval=320775
23	0.263936693	10.0.2.20	10.0.0.10	TCP	66	43640	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=5740	Win=507	Len=0	TSval=320775
24	0.263941930	10.0.2.20	10.0.0.10	TCP	66	43640	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=8472	Win=491	Len=0	TSval=320775
25	0.263941930	10.0.2.20	10.0.0.10	TCP	66	43640	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=8472	Win=491	Len=0	TSval=320775
26	0.754696683	10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514	8080	- 38178	[ACK]	Seq=8472	Ack=1	Win=509	Len=1448	TSval=3463
27	0.754697270	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	1514	8080	- 38178	[ACK]	Seq=9922	Ack=1	Win=509	Len=1448	TSval=3463
28	0.754697390	10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1407	8080	- 38178	[PSH ACK]	Seq=11368	Ack=1	Win=501	Len=1341	TSval=3785276
29	0.754727412	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=9922	Win=701	Len=0	TSval=3785276
30	0.754728660	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=11368	Win=695	Len=0	TSval=378527
31	0.754729435	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=12709	Win=699	Len=0	TSval=378527
32	0.754810613	10.0.0.10	10.0.2.20	TCP	1514	8080	- 43640	[ACK]	Seq=8472	Ack=1	Win=507	Len=1448	TSval=1074
33	0.754810850	10.0.0.10	10.0.2.20	TCP	1514	8080	- 43640	[ACK]	Seq=9922	Ack=1	Win=507	Len=1448	TSval=1074
34	0.754810977	10.0.0.10	10.0.2.20	TCP	1407	8080	- 43640	[PSH ACK]	Seq=11368	Ack=1	Win=507	Len=1341	TSval=320775
35	0.754856019	10.0.2.20	10.0.0.10	TCP	66	43640	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=9922	Win=501	Len=0	TSval=320775
36	0.754857044	10.0.2.20	10.0.0.10	TCP	66	43640	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=11368	Win=496	Len=0	TSval=322077
37	0.754857797	10.0.2.20	10.0.0.10	TCP	66	43640	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=12709	Win=491	Len=0	TSval=322077
38	1.0.18701856	10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514	8080	- 38178	[ACK]	Seq=12709	Ack=1	Win=509	Len=1448	TSval=3463
39	1.0.18702318	10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514	8080	- 38178	[ACK]	Seq=14157	Ack=1	Win=509	Len=1448	TSval=346
40	1.0.18702567	10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1514	8080	- 38178	[ACK]	Seq=15680	Ack=1	Win=509	Len=1448	TSval=346
41	1.0.18702567	10.0.0.10	10.0.0.20	TCP	1407	8080	- 38178	[PSH ACK]	Seq=15680	Ack=1	Win=341	Len=341	TSval=320775
42	1.0.18746987	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=14157	Win=701	Len=0	TSval=34527
43	1.0.18749123	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=15680	Win=695	Len=0	TSval=378527
44	1.0.18749347	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=17053	Win=699	Len=0	TSval=378527
45	1.0.18750499	10.0.0.20	10.0.0.10	TCP	66	38178	- 8080	[ACK]	Seq=1	Ack=17402	Win=689	Len=0	TSval=378527
46	1.0.18775182	10.0.0.10	10.0.2.20	TCP	1514	8080	- 43640	[ACK]	Seq=12709	Ack=1	Win=507	Len=1448	TSval=107
47	1.0.18775449	10.0.0.10	10.0.2.20	TCP	1514	8080	- 43640	[ACK]	Seq=14157	Ack=1	Win=507	Len=1448	TSval=107
48	1.0.18775648	10.0.0.10	10.0.2.20	TCP	1514	8080	- 43640	[ACK]	Seq=15680	Ack=1	Win=507	Len=1448	TSval=107
49	1.0.18775831	10.0.0.10	10.0.2.20	TCP	415	8080	- 43640	[PSH ACK]	Seq=17053	Ack=1	Win=507	Len=349	TSval

Fig. 7. VStreamer Streaming on Wireshark

9. No portátil Monstro, abra uma bash, configure o DISPLAY e use o comando ffplay http://endereço-IP:8080/ como terceiro cliente da stream de vídeo

Conseguimos obter o vídeo no computador *Monstro* e todas as transmissões para os três computadores no wireshark.

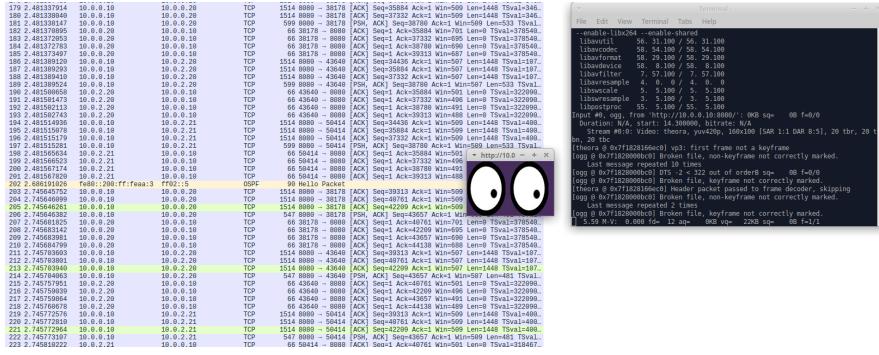


Fig. 8. VStreamer Streaming on Wireshark

Questão 1

Capture três pequenas amostras de tráfego no link de saída do servidor, respetivamente com 1 cliente (VLC), com 2 clientes (VLC e Firefox) e com 3 clientes (VLC, Firefox e ffplay). Identifique a taxa em bp/s necessária (usando o ffmpeg -i videoA.mp4 e/ou o próprio wireshark), o encapsulamento usado e o número total de fluxos gerados. Comente a escalabilidade da solução. Ilustre com evidências da realização prática do exercício (ex: capturas de ecrã).

Podemos ver as amostras de tráfego no link de saída do servidor, respetivamente com 1 cliente (VLC), com 2 clientes (VLC e Firefox) e com 3 clientes (VLC, Firefox e ffplay) nas figuras 1, 1 e 1 respectivamente. Nestas imagens podemos ver que quanto atinge os 3 clientes o servidor envia 3 pacotes a cada cliente.

Pela imagem abaixo observamos que a taxa em bp/s é 18kb/s.

```
Input #0, mov,mp4,m4a,3gp,3g2,mj2, from 'videoA.mp4':
  Metadata:
    major_brand     : isom
    minor_version   : 512
    compatible_brands: isomiso2avc1mp41
    encoder        : Lavf58.29.100
  Duration: 00:00:16.15, start: 0.000000, bitrate: 18 kb/s
    Stream #0:0(und): Video: h264 (High) (avc1 / 0x313637661), yuv420p, 160x100,
  16 kb/s, 20 fps, 20 tbr, 10240 tbn, 40 tbc (default)
  Metadata:
    handler_name   : VideoHandler
```

Fig. 9. Output de *ffmpeg -i videoA.mp4*

Quanto ao encapsulamento podemos ver na imagem abaixo que existem vários protocolos a ser usados, um em cada camada da pilha protocolar: o TCP

na camada de transporte, o IPV4 na camada de rede e na camada Física a Ethernet.

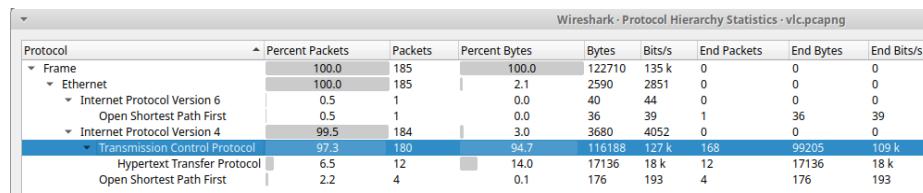


Fig. 10. Hierarquia Protocolar

Também é possível observar pela imagem abaixo que os bp/s e o número de pacotes mantém-se a igual a medida que vamos adicionando clientes. Podemos então dizer que eventualmente, utilizando a mesma conexão, com os mesmos bp/s e o mesmo número de pacotes por cliente, vamos atingir o limite da conexão e impedir a visualização do vídeo a medida que vamos aumentando o número de clientes. Dado o estado do streaming na atualidade, com milhões de utilizadores, podemos dizer que está solução não é escalável, pois permite apenas um número limitado de utilizadores.

Ethernet - 3	IPv4 - 2	IPv6 - 1	TCP - 1	UDP									
Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Rel Start	Duration	Bits/s A → B	Bits/s B → A
10.0.0.20	38178	10.0.0.10	8080	180	122 k	90	5940	90	116 k	0.000000	7.2655	6540	

Fig. 11. Streaming para o Vlc

Ethernet - 4	IPv4 - 3	IPv6 - 1	TCP - 2	UDP									
Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Rel Start	Duration	Bits/s A → B	Bits/s B → A
10.0.0.20	38178	10.0.0.10	8080	136	92 k	68	4488	68	87 k	0.000000	6.0200	5964	
10.0.2.20	43640	10.0.0.10	8080	136	92 k	68	4488	68	87 k	0.000081	6.0204	5963	

Fig. 12. Streaming para o Vlc e o firefox

Ethernet - 4	IPv4 - 4	IPv6 - 1	TCP - 3	UDP									
Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Rel Start	Duration	Bits/s A → B	Bits/s B → A
10.0.0.20	38178	10.0.0.10	8080	74	49 k	37	2442	37	46 k	0.000000	2.7457	7115	
10.0.2.20	43640	10.0.0.10	8080	74	49 k	37	2442	37	46 k	0.000099	2.7457	7115	
10.0.2.21	50414	10.0.0.10	8080	74	49 k	37	2442	37	46 k	0.000266	2.7455	7115	

Fig. 13. Streaming para o Vlc, o firefox e o ffmpeg

Etapa 2. Streaming adaptativo sobre HTTP (MPEG-DASH)

Tarefas

- 1./2./3.** Produzir a primeira versão do videoB.mp4, recodificado em VP9, formato webm. Produzir a segunda versão do videoB.mp4, da mesma forma, mudando apenas a dimensão. Produzir a terceira versão do videoB.mp4, da mesma forma, mudando apenas a dimensão.

Nestas tarefas são criadas três versões do videoB.mp4 com diferentes tamanhos, estas versões podem ser observadas na figura seguinte,

```
core@xubuncore:~/Desktop/ESR/tp1$ ls
etapal.imn  videoB_160_100_200k.mp4  videoB_640_400_1000k.mp4
videoA.mp4  videoB_320_200_500k.mp4  videoB.mp4
core@xubuncore:~/Desktop/ESR/tp1$
```

Fig. 14. As diferentes versões do videoB.mp4

- 4.** Produzir o ficheiro MPD com a descrição das alternativas, usando o MP4Box
Criação de um ficheiro MPD, utilizando MP4Box, este ficheiro terá a descrição das diferentes versões do videoB.

```
core@xubuncore:~/Desktop/ESR/tp1$ MP4Box -dash 500 -out video_manifest videoB_16
0_100_200k.mp4 videoB_320_200_500k.mp4 videoB_640_400_1000k.mp4
DASH-ing files: 0.50s segments 0.50s fragments single sidx per segment
DASHing file videoB_160_100_200k.mp4
DASHing file videoB_320_200_500k.mp4
DASHing file videoB_640_400_1000k.mp4
[DASH] Generating MPD at time 2022-10-06T10:44:08.242Z
```

Fig. 15. Criação do ficheiro MPD

- 5.** Preparar uma página HTML5 video_dash.html para visualizar o vídeo. Alguns browsers, como por exemplo o Firefox, já suportaram nativamente o DASH, mas agora já não suportam. A solução de ter uma extensão é atualmente a recomendada uma vez que pode ser implementada e mantida pela comunidade responsável, sendo tecnicamente mais fiável e flexível. As próprias normas DASH são testadas com o Dash.js (<https://dashif.org>). Dado que dentro do CORE não vai haver conectividade para a Internet, e não conseguimos chegar a uma CDN para descargar nada, o objetivo é antes de mais obter as scripts necessárias, usando o comando wget:

Download do Dash.js:

```
core@xubuncore:~/Desktop/ESR/tpl$ wget http://cdn.dashjs.org/latest/dash.all.min.js
--2022-10-06 11:51:59--  http://cdn.dashjs.org/latest/dash.all.min.js
Resolving cdn.dashjs.org (cdn.dashjs.org)... 194.210.238.75, 194.210.238.72, 2001:690:c01:1::c2d2:ee48, ...
Connecting to cdn.dashjs.org (cdn.dashjs.org)|194.210.238.75|:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 726740 (710K) [application/x-javascript]
Saving to: 'dash.all.min.js'

dash.all.min.js    100%[=====] 709,71K  4,40MB/s   in 0,2s

2022-10-06 11:52:00 (4,40 MB/s) - 'dash.all.min.js' saved [726740/726740]

core@xubuncore:~/Desktop/ESR/tpl$ wget http://cdn.dashjs.org/latest/dash.all.debug.js
--2022-10-06 11:52:12--  http://cdn.dashjs.org/latest/dash.all.debug.js
Resolving cdn.dashjs.org (cdn.dashjs.org)... 194.210.238.75, 194.210.238.72, 2001:690:c01:1::c2d2:ee48, ...
Connecting to cdn.dashjs.org (cdn.dashjs.org)|194.210.238.75|:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 2850457 (2,7M) [application/x-javascript]
Saving to: 'dash.all.debug.js'

dash.all.debug.js  100%[=====]  2,72M  2,09MB/s   in 1,3s

2022-10-06 11:52:13 (2,09 MB/s) - 'dash.all.debug.js' saved [2850457/2850457]
```

Fig. 16. Download Dash

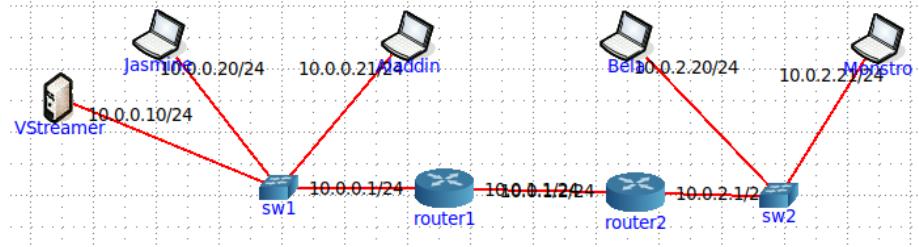
- 6.** A página HTML deverá simplesmente incluir referências aos dois módulos JavaScript e referenciar na tag video o ficheiro video_manifest.mpd.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <title> Streaming ESR </title>
    <script src="dash.all.debug.js"></script>
  </head>
  <body>
    <h1> Streaming ESR: etapa 2 DASH </h1>
    <video data-dashjs-player autoplay src="video_manifest.mpd" controls="true"></video>
  </body>
</html>
```

Fig. 17. Ficheiro html criado.

- 7.** Agora que está tudo preparado, podemos emular a topologia da Etapa 1 no CORE e testar a conectividade a ver se está tudo a funcionar bem.

Recriamos a seguinte topologia no core:

**Fig. 18.** Topologia base

Para testar a conectividade executamos o comando ping e traceroute da Jasmine 10.0.0.20 para o Aladdin 10.0.0.21 e para a Bela 10.0.2.20:

```

root@Jasmine:/tmp/pycore.4143//Jasmine.conf# ping 10.0.0.21 -w 5
PING 10.0.0.21 (10.0.0.21) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.022 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.053 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.077 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.075 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.075 ms
...
--- 10.0.0.21 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4080ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.022/0.060/0.077/0.021 ms
root@Jasmine:/tmp/pycore.4143//Jasmine.conf# traceroute 10.0.0.21
traceroute to 10.0.0.21 (10.0.0.21), 30 hops max, 60 byte packets
1 10.0.0.1 (10.0.0.1) 0.035 ms 0.008 ms 0.008 ms
2 10.0.1.2 (10.0.1.2) 0.021 ms 0.011 ms 0.011 ms
3 10.0.2.20 (10.0.2.20) 0.023 ms 0.015 ms 0.013 ms
root@Jasmine:/tmp/pycore.4143//Jasmine.conf# 

```

Fig. 19. Ping e traceroute para Aladdin

```

root@Jasmine:/tmp/pycore.4143//Jasmine.conf# ping 10.0.2.20 -w 5
PING 10.0.2.20 (10.0.2.20) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.126 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.121 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=3 ttl=62 time=0.115 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=4 ttl=62 time=0.208 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=5 ttl=62 time=0.117 ms
...
--- 10.0.2.20 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4079ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.115/0.137/0.208/0.035 ms
root@Jasmine:/tmp/pycore.4143//Jasmine.conf# traceroute 10.0.2.20
traceroute to 10.0.2.20 (10.0.2.20), 30 hops max, 60 byte packets
1 10.0.0.1 (10.0.0.1) 0.035 ms 0.008 ms 0.008 ms
2 10.0.1.2 (10.0.1.2) 0.021 ms 0.011 ms 0.011 ms
3 10.0.2.20 (10.0.2.20) 0.023 ms 0.015 ms 0.013 ms
root@Jasmine:/tmp/pycore.4143//Jasmine.conf# 

```

Fig. 20. Ping e traceroute para Bela

Como podemos ver a Jasmine consegue comunicar com o Aladdin e a Bela, comprovando a sua conectividade.

8. Abrir uma bash no servidor VStreamer e servir o conteúdo com um servidor HTTP, neste caso o mini_httpd:

```

root@VStreamer:/tmp/pycore.36843/VStreamer.conf# su - core
core@VStreamer:~$ mini_httpd -p 9999 -d ./Desktop/ESR/tp1 -D
bind: Address already in use

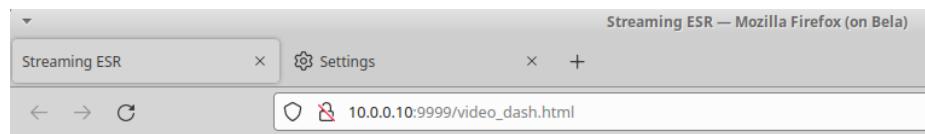
```

Fig. 21. Servidor a executar

9. Visualizar com o firefox no portátil Bela:

```
root@Bela:/tmp/pycore.36843/Bela.conf# su - core
core@Bela:~$ export DISPLAY=:0.0
core@Bela:~$ firefox http://10.0.0.10:9999/video_dash.html
```

Fig. 22. Portátil Bela a executar



Streaming ESR: etapa 2 DASH

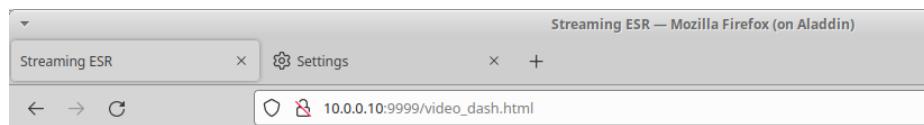


Fig. 23. Firefox do portátil Bela

10. Visualizar com o firefox no portátil Aladdin:

```
root@Aladdin:/tmp/pycore.36843/Aladdin.conf# su - core
core@Aladdin:~$ export DISPLAY=:0.0
core@Aladdin:~$ firefox --createprofile test
core@Aladdin:~$ firefox -no-remote -P test
```

Fig. 24. aladdin



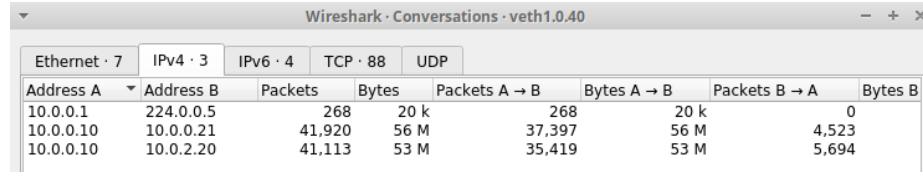
Streaming ESR: etapa 2 DASH



Fig. 25. Firefox do portátil Aladdin

11. Capturar amostras de tráfego com Wireshark:

Com o Wireshark no servidor, foi possível observar através das estatísticas as conversações que o servidor estava a ter, aonde é possível observar as conexões com o portátil Bela (10.0.2.20) e o portátil Aladdin (10.0.0.21).

**Fig. 26.** Conversações do servidor

Podemos ver em seguida um excerto da conexão do servidor com um portátil.

85480 58.228369254 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85481 58.228369314 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85482 58.228369384 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85483 58.228369444 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85484 58.228369505 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85485 58.228369575 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85486 58.228369635 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85487 58.228369695 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85488 58.228369755 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85489 58.228369815 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85490 58.228369886 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [PSH, ACK]
85491 58.228386170 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85492 58.228388516 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85493 58.228390602 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85494 58.228392738 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85495 58.228399566 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85496 58.228399656 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85497 58.228399736 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85498 58.228399807 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85499 58.228399867 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85500 58.228399927 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85501 58.228399987 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85502 58.228400047 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85503 58.228400118 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [PSH, ACK]
85504 58.228409683 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85505 58.228412230 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85506 58.228414296 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85507 58.228576555 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85508 58.228580466 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85509 58.228583023 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85510 58.228585159 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85511 58.228587395 10.0.0.21	10.0.0.10	TCP	66 42392 → 9999 [ACK]
85512 58.228604260 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85513 58.228604361 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85514 58.228604431 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]
85515 58.228604501 10.0.0.10	10.0.0.21	TCP	1514 9999 → 42392 [ACK]

Fig. 27. Excerto do streaming de dados do servidor com o portátil Aladdin

12. Mexer na capacidade dos links de modo a forçar o portátil Bela a mostrar o vídeo de menor dimensão.

Ao colocar uma largura de banda de 100 kbps no link do portátil Bela ao switch sw2 é possível observar que o a dimensão do vídeo diminuiu, como exemplificado na figura abaixo.

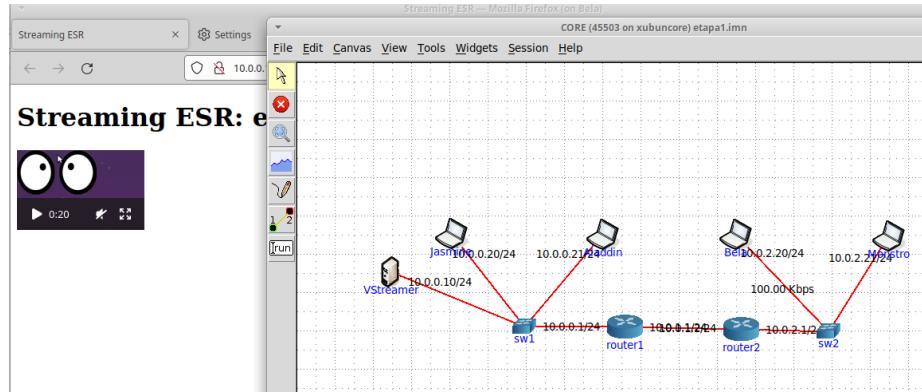


Fig. 28. Vídeo em dimensão reduzida, para um link de 100 kbps

Questão 2

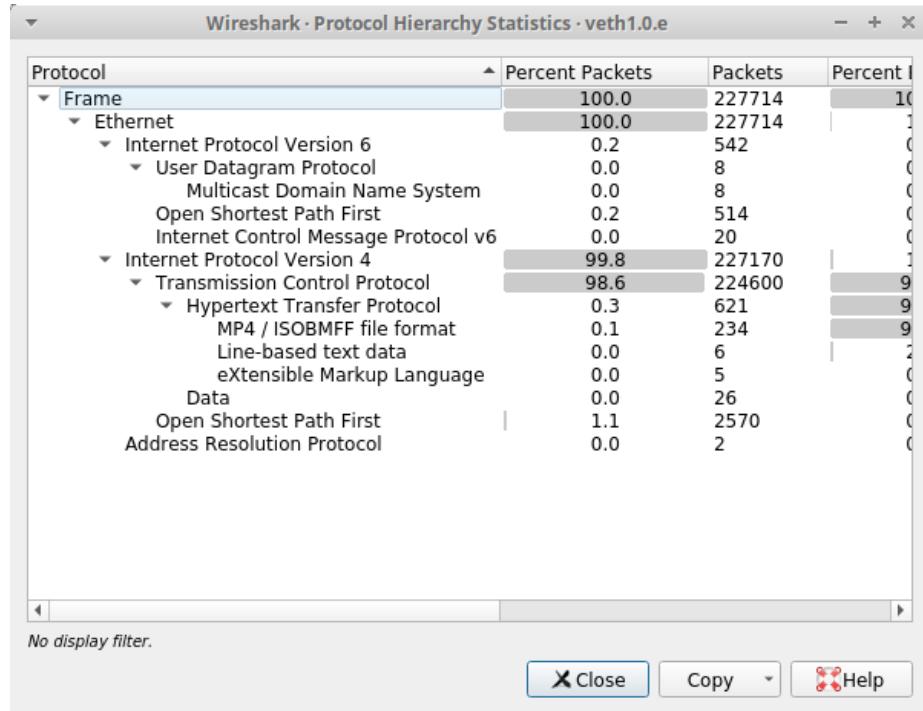
Diga qual a largura de banda necessária, em bits por segundo, para que o cliente de streaming consiga receber o vídeo no firefox e qual a pilha protocolar usada neste cenário.

A largura de banda necessária será de 78590 bps, este valor pode ser observado no manifest gerado, aonde este valor corresponde à largura de banda mínima do vídeo de menor dimensão.

```
<Representation id="1" mimeType="video/mp4" codecs="avc3.64000c" width="160"
height="100" frameRate="30" sar="1:1" startWithSAP="0" bandwidth="78590">
```

Fig. 29. Largura de banda mínima para executar o vídeo de menor dimensão

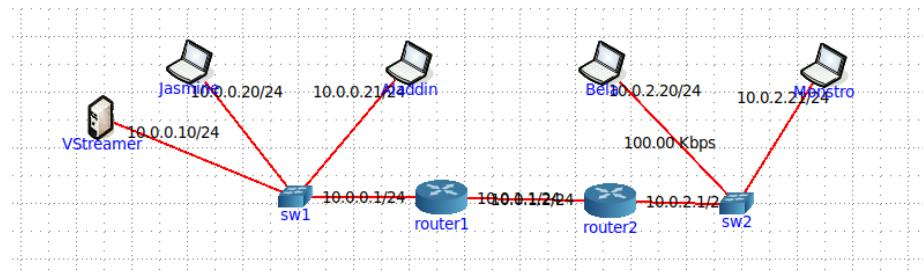
Neste cenário, é utilizado TCP na camada de transporte e HTTP na camada da aplicação. Podemos observar isso na seguinte figura,

**Fig. 30.** Pilha protocolar

Questão 3

Ajuste o débito dos links da topologia de modo que o cliente no portátil **Bela** exiba o vídeo de menor resolução e o cliente no portátil **Aladdin** exiba o vídeo com mais resolução. Mostre evidências.

Se utilizarmos a topologia core como na figura seguinte,

**Fig. 31.** Link do portátil Bela alterado

Podemos observar que a dimensão do vídeo exibido pelo portátil Bela é diferente da dimensão no portátil Aladdin, pois como damos uma largura de banda menor ao link do portátil Bela, apenas vai conseguir visualizar a versão do vídeo de menor dimensão.

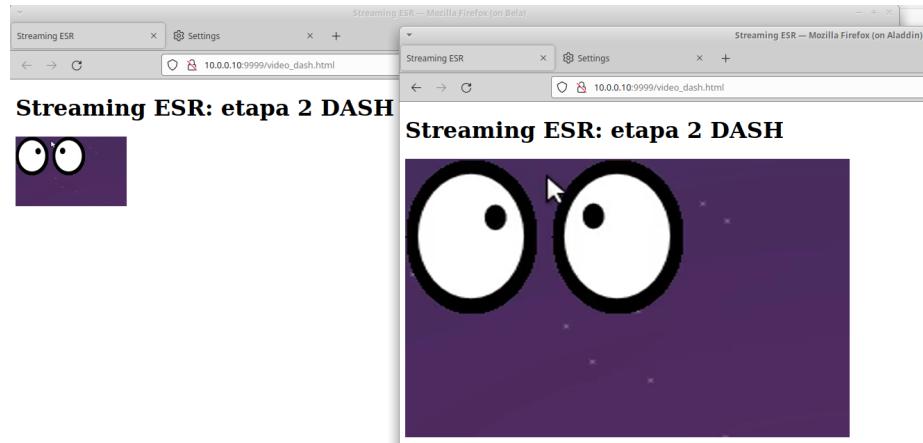


Fig. 32. Comparação do vídeo nos dois portáteis

Questão 4

Descreva o funcionamento do DASH neste caso concreto, referindo o papel do ficheiro MPD criado.

O protocolo DASH possibilita o streaming do vídeo, divide o vídeo em pequenos segmentos e envia-os para o cliente via HTTP, também faz a divisão dos segmentos para diferentes larguras de banda de forma a que o servidor vá adaptando, enviando o segmento com o maior bit rate possível em todos os momentos, podendo assim adaptar-se quando a largura de banda disponível na rede não for estável. No ficheiro MPD criado, temos a informação sobre os diferentes segmentos e a sua largura de banda, como é possível ver na figura seguinte.

```

</SegmentList>
<Representation id="1" mimeType="video/mp4" codecs="avc3.64000c" width="160"
height="100" frameRate="30" sar="1:1" startWithSAP="0" bandwidth="78590">
  <BaseURL>videoB_160_100_200k_dash.mp4</BaseURL>
  <SegmentList timescale="15360" duration="7680">
    <SegmentURL mediaRange="927-5209" indexRange="927-970"/>
    <SegmentURL mediaRange="5210-7977" indexRange="5210-5253"/>
    <SegmentURL mediaRange="7978-10802" indexRange="7978-8021"/>
    <SegmentURL mediaRange="10803-16606" indexRange="10803-10846"/>
    <SegmentURL mediaRange="16607-19472" indexRange="16607-16650"/>
    <SegmentURL mediaRange="19473-23710" indexRange="19473-19516"/>
    <SegmentURL mediaRange="23711-33473" indexRange="23711-23754"/>
    <SegmentURL mediaRange="33474-38912" indexRange="33474-33517"/>
    <SegmentURL mediaRange="38913-43249" indexRange="38913-38956"/>
  </SegmentList>
</Representation>

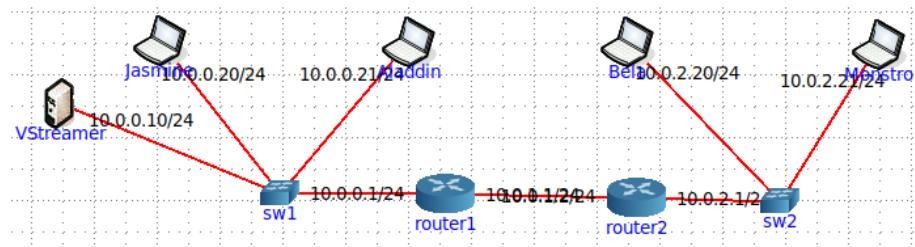
```

Fig. 33. Excerto do ficheiro MPD

Etapa 3. Streaming RTP/RTCP unicast sobre UDP e multicast com anúncios SAP

Tarefas

1. Inicie a emulação CORE da topologia criada na etapa 1 e teste a conectividade
Recriamos a seguinte topologia no core:

**Fig. 34.** Topologia base

Para testar a conectividade executamos o comando ping e traceroute da Jasmine 10.0.0.20 para o Aladdin 10.0.0.21 e para a Bela 10.0.2.20:

```
root@Jasmine:/tmp/pycore.41437/Jasmine.conf# ping 10.0.0.21 -w 5
PING 10.0.0.21 (10.0.0.21) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.022 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.053 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.077 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.075 ms
64 bytes from 10.0.0.21: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.075 ms

... 10.0.0.21 ping statistics ...
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4080ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.022/0.060/0.077/0.021 ms
root@Jasmine:/tmp/pycore.41437/Jasmine.conf# traceroute 10.0.0.21
traceroute to 10.0.0.21 (10.0.0.21), 30 hops max, 60 byte packets
 1 10.0.0.21 (10.0.0.21) 0.035 ms 0.008 ms 0.008 ms
root@Jasmine:/tmp/pycore.41437/Jasmine.conf#
```

Fig. 35. Ping e traceroute para Aladdin

```
root@Jasmine:/tmp/procure.41437/Jasmine.conf# ping 10.0.2.20 -w 5
PING 10.0.2.20 (10.0.2.20) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.126 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.121 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=3 ttl=62 time=0.115 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=4 ttl=62 time=0.208 ms
64 bytes from 10.0.2.20: icmp_seq=5 ttl=62 time=0.117 ms

--- 10.0.2.20 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4079ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.115/0.137/0.208/0.035 ms
root@Jasmine:/tmp/procure.41437/Jasmine.conf# traceroute 10.0.2.20
traceroute to 10.0.2.20 (10.0.2.20), 30 hops max, 60 byte packets
1 10.0.0.1 (10.0.0.1) 0.035 ms 0.008 ms 0.008 ms
2 10.0.1.2 (10.0.1.2) 0.021 ms 0.011 ms 0.011 ms
3 10.0.2.20 (10.0.2.20) 0.023 ms 0.015 ms 0.013 ms
```

Fig. 36 Ping e traceroute para Bela

Como podemos ver a Jasmine consegue comunicar com o Aladdin e a Bela, comprovando a sua conectividade

2.

No servidor VStreamer, inicie uma sessão de streaming com RTP com o ffmpeg:

```

root@Streamr:/tmp/pycore_30401/Streamr/conffile.su - core
core@Streamr: ~ ffmpeg -loop 1 -i videoA.mp4 -f rtp -sdp file video.sdp rtp://10.0.2.21:5555
ffmpeg version 4.2.7-0ubuntu1.1 Copyright (c) 2008-2022 the FFmpeg developers
  built with gcc 9 (Ubuntu 9.4.0-1ubuntu20.04)
  configuration: --prefix=/usr --extra-version='0ubuntu1.1' --toolchain=hardened --libdir=/usr/lib/x86_64-linux-gnu --incdir=/usr/include/x86_64-linux-gnu --arch=x86_64 --enable-gpl --enable-shared
  libavutil      58. 31.100 / 58. 31.100
  libavcodec     58. 54.100 / 58. 54.100
  libavformat    58. 29.100 / 58. 29.100
  libavdevice    58.  8.100 / 58.  8.100
  libavfilter     7.18.100 / 7.18.100
  libavresample   4.  0.  0 / 4.  0.  0
  libswscale      5.  5.100 / 5.  5.100
  libswresample   3.  5.100 / 3.  5.100
  libpostproc    55.  5.100 / 55.  5.100
Input #0, mov,mp4,m4a,3gp,3g2,mj2, from 'videoA.mp4':
  Metadata:
    major_brand : isom
    minor_version : 512
    compatible_brands: isomiso2avc1mp41
    encoder : Lavf58.29.100
Duration: 00:00:08.39, start: 0.000000, bitrate: 5 kb/s
  Stream #0:0[und]: Video: h264 (High) (avc1 / 0x31637661), yuv420p, 160x100, 3 kb/s, 20 fps, 20 tbr, 10240 tbn, 40 tbc (default)
  Metadata:
    handler_name : VideoHandler
  Stream #0:1[und]: Audio: aac (LC) (mp4a / 0x61343441)
  Metadata:
    Stream #0:1 > #0:0 [h264 (native) -> mpeg4 (native)]
Press [q] to stop, [?] for help
Output #0, rtp, to 'rtp://10.0.2.21:5555':
  Metadata:
    major_brand : isom
    minor_version : 512
    compatible_brands: isomiso2avc1mp41
    encoder : Lavf58.29.100
  Stream #0:0[und]: Video: mpeg4, yuv420p, 160x100, q=2-31, 200 kb/s, 20 fps, 90k tbn, 20 tbc (default)
  Metadata:
    handler_name : VideoHandler
    encoder : Lavc58.54.100 mpeg4
  Side data:
    cpb: bitrate max/min/avg: 0/0/200000 buffer size: 0 vbv_delay: -1
frame= 173 fps= 20 q=2.0 size=    8K time=00:00:08.66 bitrate= 7.9kbits/s speed=0.999x

```

Fig. 37. streaming Unicast com ffmpeg

3.

No cliente Monstro, inicie um cliente ffplay

Fig. 38. ffplay

4. Capture o tráfego com o Wireshark no link de saída do servidor.

Esta tarefa é implementada na questão 5, como visto na fig 45.

5/6/7. Termine a emulação no CORE. Para o exercício multicast, vamos usar apenas um switch com o servidor e quatro portáteis ligados ao mesmo switch. Inicie a emulação CORE e teste a conectividade entre os sistemas.

Construa uma nova topologia como indicado na figura:

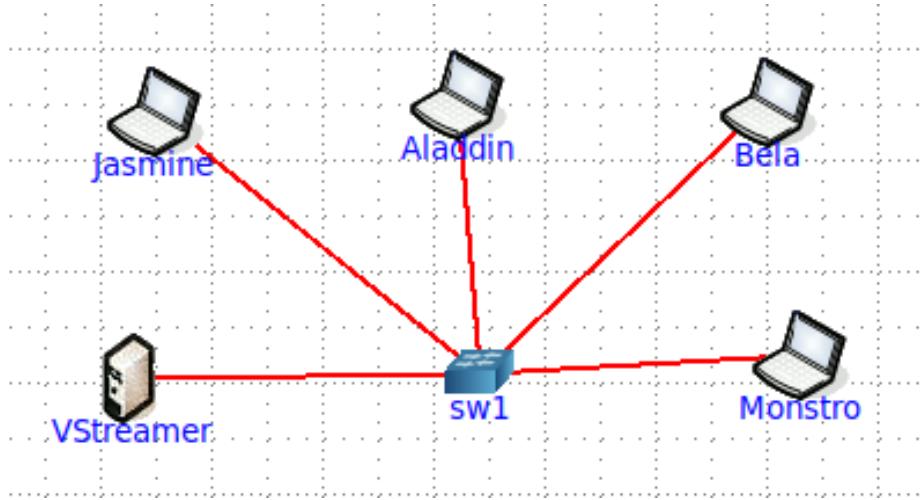


Fig. 39. Topologia multicast

8. No servidor VStreamer, inicie uma sessão de streaming multicast com o ffmpeg:

Fig. 40. ffmpeg multicast

9. Em cada um dos portáteis (Jasmine, Aladdin, Bela e Monstro) inicie um cliente da sessão diferente:

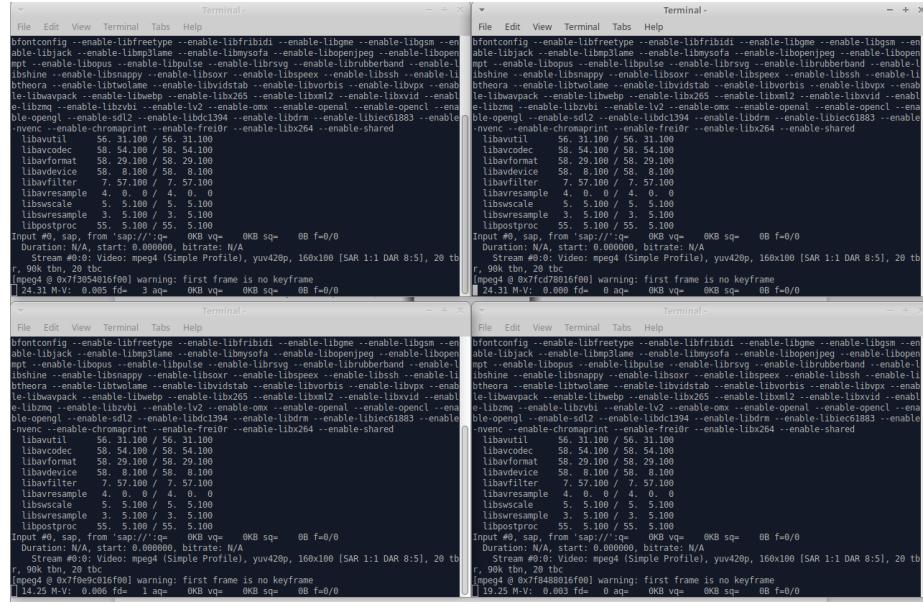


Fig. 41. ffplay multicast

10. Capture o tráfego no link de saída do servidor com o Wireshark

79	51.096967574	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4100, Time=1542095248, Mark
80	51.142461109	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4101, Time=1542099748, Mark
81	51.193817155	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4102, Time=1542104248, Mark
82	51.244391419	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4103, Time=1542108748, Mark
83	51.294941597	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4104, Time=1542113248, Mark
84	51.345572927	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	262	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4105, Time=1542117748, Mark
85	51.396369861	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4106, Time=1542122248, Mark
86	51.446904469	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4107, Time=1542126748, Mark
87	51.498272126	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4108, Time=1542131248, Mark
88	51.548961458	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4109, Time=1542135748, Mark
89	51.589919399	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4110, Time=1542140248, Mark
90	51.6460690629	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4111, Time=1542144748, Mark
91	51.6911184396	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4112, Time=1542149248, Mark
92	51.7420532957	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4113, Time=1542153748, Mark
93	51.8044576428	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4114, Time=1542158248, Mark
94	51.844505310	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4115, Time=1542162748, Mark
95	51.897385263	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4116, Time=1542167248, Mark
96	51.949272089	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	262	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4117, Time=1542171748, Mark
97	51.992845013	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4118, Time=1542176248, Mark
98	52.046649182	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4119, Time=1542180748, Mark
99	52.09781491	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4120, Time=1542185248, Mark
100	52.148999083	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	109	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4121, Time=1542189748, Mark
101	52.189666356	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4122, Time=1542194248, Mark
102	52.239525277	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4123, Time=1542201748, Mark
103	52.296522775	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4124, Time=1542202248, Mark
104	52.348515538	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4125, Time=1542207748, Mark
105	52.3924489879	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4126, Time=1542212248, Mark
106	52.442125574	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4127, Time=1542216748, Mark
107	52.497579471	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4128, Time=1542221248, Mark
108	52.548356169	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	262	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4129, Time=1542225748, Mark
109	52.598996398	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4130, Time=1542230248, Mark
110	52.648866259	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4131, Time=1542234748, Mark
111	52.690056242	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4132, Time=1542239248, Mark
112	52.740633893	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4133, Time=1542243748, Mark
113	52.791260224	10.0.0.10	224.0.0.200	MP4V-E5	78	PT=M4V-E5, SSRC=0x8C2AC347, Seq=4134, Time=1542248248, Mark

Fig. 42. wireshark multicast

Questão 5 Compare o cenário unicast aplicado com o cenário multicast. Mostre vantagens e desvantagens na solução multicast ao nível da rede, no que diz

respeito a escalabilidade (aumento do nº de clientes) e tráfego na rede. Tire as suas conclusões.

O protocolo RTP/RTCP tanto pode ser aplicado em Unicast como em Multicast. Cada um contém as suas vantagens e desvantagens. Começando por *multicast*:

- Conta com **IGMP**(Internet Group Management Protocol) que é responsável por controlar os membros de um grupo de multicast.

551 73.992613907	10.0.0.29	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
552 74.024647119	10.0.0.29	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
555 74.056665985	10.0.0.29	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.0.0.299 for any sources
569 74.716642168	10.0.0.29	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.0.0.299 for any sources
921 91.996592923	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
936 92.730620019	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
968 93.696258515	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
989 95.104649866	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.0.0.299 for any sources
1276 109.224734435	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	62 Membership Report / Leave group 224.2.127.254 / Leave group 2...
1290 109.8296563319	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	62 Membership Report / Leave group 224.2.127.254 / Leave group 2...
1320 111.288674166	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
1325 111.428698657	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
1386 114.3009632398	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.0.0.299 for any sources
1409 114.972639254	10.0.0.21	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.0.0.299 for any sources
1745 131.104464062	10.0.0.22	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
1769 131.244655496	10.0.0.22	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
1802 134.494640633	10.0.0.22	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.0.0.299 for any sources
1897 134.690636632	10.0.0.22	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.0.0.299 for any sources
2056 146.744798914	10.0.0.23	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
2975 147.644840692	10.0.0.23	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.2.127.254 for any sources
2114 149.456628025	10.0.0.23	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.0.0.299 for any sources
2124 149.916644966	10.0.0.23	224.0.0.22	IGMPv3	54 Membership Report / Join group 224.0.0.299 for any sources

Fig. 43. IGMP

Na figura 43 podemos analisar vários pacotes de report IGMP. É enviado para o servidor um pacote sempre que um novo membro entra ou sai do grupo de multicast, este protocolo pode ser aproveitado pelo router que envia o multicast de modo a aproveitar melhor os recursos, pois informa para apenas enviar o multicast apenas para os hosts que pertencem aos grupos.

32 48.942/43983	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
137 53.993075769	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
240 58.993802937	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
345 63.998944144	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
450 69.041024453	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
553 74.042973084	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
657 79.043300287	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
758 84.047301551	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
861 89.096836985	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
966 94.149625868	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
1070 99.191533136	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
1172 104.199031162	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
1277 109.246367787	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
1384 114.290160310	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
1487 119.297497162	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
1592 124.344152819	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
1696 129.391931066	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
1800 134.394664372	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
1996 139.397453893	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
2098 144.441609494	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
2112 149.444888898	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)
2216 154.498351020	10.0.0.10	224.2.127.254	SAP/SDP	366 Announcement (v1)

Fig. 44. sap announcement

- O **sap** (session Announcement Protocol) é um protocolo aplicado ao servidor que envia o multicast, envia periodicamente pacotes a anunciar e a fornecer informação relevante aos ouvientes sobre a transmissão. Este protocolo ajuda na escalabilidade do projeto.

No cenário multicast o tráfego da rede não aumenta pois visto que os pacotes podem ser enviados simultaneamente para vários clientes contidos num determinado grupo utilizando a mesma cópia, isto permite ao multicast ter uma maior escalabilidade quando comparado ao unicast.

O unicast apresenta um conceito diferente pois compromete-se a apenas uma ligação "um por um" trazendo obviamente vantagens e desvantagens.

- É mais simples de implementar do que o multicast.
- Permite um maior controlo sobre a transmissão a partir do receptor, como é o único a receber a transmissão, pode ser fornecido, controlar a transmissão como desejar.
- Se um servidor envia para mais do que um receptor vai perder largura de banda em comparação ao multicast, pois vai ter que fazer várias cópias do mesmo vídeo para transmitir pelos ouvintes e este número de cópias podia ser diminuído com o uso de multicast.
- O tráfego é mais simples, como pudemos ver na fig 45 e é maioritariamente constituído por pacotes UDP com a transmissão e ocasionalmente pacotes **OSPF** (Open Shortest Path First) que pode ser usado tanto em multicast quanto em unicast e é apenas um protocolo de routing para o servidor fazer uma topologia da rede.

111 5.354859554	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
112 5.405485444	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
113 5.456451193	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
114 5.466082216	10.0.0.1	224.0.0.5	OSPF	78 He10 Packet
115 5.354859554	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
116 5.257623253	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	309 40959 - 5555 Len=267
117 5.608540689	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
118 5.659922248	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
119 5.703913177	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
120 5.754882211	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
121 5.805481585	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
122 5.856105188	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
123 5.906586993	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
124 5.957120865	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
125 5.9571209541	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
126 6.058621835	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
127 6.189238859	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
128 6.159856893	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	309 40959 - 5555 Len=267
129 6.201215656	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
130 6.251853665	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
131 6.302594634	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
132 6.355392289	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
133 6.407501319	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
134 6.455818362	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28
135 6.509907896	10.0.0.10	10.0.2.21	UDP	70 40959 - 5555 Len=28

Fig. 45. Wireshark Unicast

Em suma, multicast e unicast são ótimas maneiras de fazer transmissão de vídeo em UDP. O multicast apesar de ser um pouco mais difícil de implementar, conta com protocolos como o SAP e o IGMP que simplificam e facilitam a manutenção da sua transmissão tornando o multicast mais escalável. O unicast é mais simples de implementar, não necessita de protocolos como o SAP e o IGMP pois é apenas conexão "um para um", tornando esta opção mais segura

de utilizar e permite um maior controlo sobre a transmissão mas em termos de escalabilidade fica bastante atrás do multicast.

Conclusão

Na primeira etapa do trabalho prático usamos o http simples para fazer o streaming do ficheiro. Quando um dos clientes quer visualizar o vídeo ele abre uma conexão TCP e pede ao servidor, através de um HTTP GET request. O cliente armazena as respostas do servidor num buffer até atingir um certo tamanho em que o cliente pode descomprimir e apresentar o vídeo ao utilizador, repetindo este processo até ter recebido todo o vídeo. Concluímos que este método não é o mais escalável, pois todos os clientes abrem novas conexões com o servidor e o servidor eventualmente vai esgotar os seus recursos.

Na segunda etapa, foi possível observar as potencialidades do MPEG-DASH e como possibilita um streaming adaptativo. Conseguimos perceber de que forma é possível um servidor poder-se adaptar à largura do banda que o cliente disponibiliza, pois com o uso de DASH o conteúdo do vídeo, com diferentes qualidades, é segmentado. Em cada segmento é verificada a largura de banda e é escolhido o segmento com o maior bitrate possível. Isto resulta num streaming em que a qualidade do vídeo não é constante, adaptando-se do estado da rede.

Na terceira etapa, aplicamos o streaming RTP/RTCP em unicast sobre UDP e multicast com anúncios sap. Com a análise dos dois métodos conseguimos comparar os dois modos e percebemos as suas vantagens e desvantagens, sendo o multicast mais escalável e o unicast mais seguro e permite um maior controlo sobre a transmissão.

Sendo assim podemos concluir que os protocolos usados na etapa 2 e 3, são melhores quanto a eficiência da transmissão e quanto a qualidade de vídeo. Estes protocolos são usados nos grandes serviços de streaming e já se tornaram nas tecnologias relevantes na sua área.