



Departamento de Ciências e Tecnologias da Informação

## Ambientes Colaborativos em Plataformas de Tempo Real

João Carlos Baldeante Nunes

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Engenharia Informática



Orientador(a):

Doutor Luís Manuel Landeiro Vaz, PhD

ISCTE-IUL

Co-Orientador(a):

Doutor Nuno David,

Professor auxiliar no ISCTE-IUL

Junho, 2018



## **Agradecimentos**

Concluída esta dissertação, é necessário mencionar e oferecer os meus sinceros agradecimentos às diversas pessoas que contribuíram para que se chegasse a este ponto.

Em primeiro lugar, um agradecimento especial ao meu orientador e coorientador, os Professores Luís Vaz e Nuno David, pela orientação, pela disponibilidade e pela paciência durante todo o percurso desta dissertação.

À minha família, por todo o apoio e incentivo oferecidos, sem os quais não teria sido possível chegar bom porto.

Aos colegas de trabalho, que possibilitaram a marcação de férias nas diversas alturas em que o trabalho era mais necessário.

Por fim, aos vários amigos e colegas de curso, pelo apoio e motivação desde o primeiro dia.

A todos os que enumerei, o meu sincero “Obrigado”.



## Resumo

Atualmente, as plataformas de *e-learning* são uma ferramenta essencial na partilha de conhecimento. O *e-learning* é utilizado, essencialmente, para permitir a aprendizagem autónoma, com a finalidade de utilizar as potencialidades da Internet para fornecer um conjunto de soluções de aperfeiçoamento ou aquisição de conhecimentos à distância.

A colaboração entre pares é uma das formas mais importantes de disseminar e de aumentar o conhecimento. Aqui reside uma das limitações do *e-learning*, que não potencia a aprendizagem colaborativa. Esta deficiência é significativamente mais visível quando o modelo tradicional de ensino é aplicado em matérias onde o conhecimento é utilizado no exercício de profissões suportadas por tecnologias da informação da e comunicação.

A escolha e aplicação de um modelo pedagógico adequado à disseminação de conhecimento é uma mais valia, especialmente quando relacionado com a aprendizagem em plataformas colaborativas, no âmbito da gestão de crises em ambientes alimentados pela influência das redes sociais.

Durante o desenvolvimento desta dissertação, foi investigada a evolução das salas de colaboração e analisou-se a melhor forma de virtualizar uma sala colaborativa tradicional, por forma a remover a barreira que prende os estudantes à sala de aula. Foram analisados os modelos pedagógicos associados à aprendizagem colaborativa e ao modelo de *gamification*. Estes modelos são depois aplicados na virtualização de uma sala colaborativa.

Ainda no âmbito desta dissertação, é descrito todo o processo de investigação e de desenvolvimento, bem como as várias etapas, dificuldades e soluções adotadas, tendo sempre como objetivo obter um protótipo capaz de transformar os atos de observar, de aprender e de partilhar o conhecimento de maneira tão simples como aceder a uma página de internet.

## CONCLUSAO

**Palavras-Chave:** aprendizagem colaborativa, *e-learning*, *gamification*, realidade virtual, simulação e jogo, *serious game*.





## **Abstract**

Currently, e-learning platforms are an essential tool in knowledge sharing. E-learning is essentially used to enable autonomous learning, to be able to use the potential of the Internet, providing a set of solutions for refining or obtaining knowledge at a distance.

Peer collaboration is one of the most important ways to pass and increase knowledge. Here lies one of the limitations of e-learning, which does not offer collaborative learning. This deficiency is highly visible when the traditional teaching model is applied in matters where knowledge is used in the exercise of professions supported by technologies of information and communication.

The choice and application of the proper pedagogical model to spread the knowledge is a benefit, especially when related to learning in collaborative platforms, in the context of crisis management in environments nursed by the influence of social networks.

During this dissertation, the evolution of the collaboration rooms was investigated and the best way of virtualizing a traditional collaborative room was analyzed, to be able to remove the barrier that clutches the students in the classroom. The pedagogical models associated with the collaborative learning and the gamification models were analyzed. These models were then applied in the virtualization of a collaborative room.

Also, within the scope of this dissertation, the research and development processes are described, as well as the various stages, difficulties, and solutions adopted, always aiming to obtain a prototype capable of transforming the acts of observing, learning and sharing knowledge as simple as accessing a web page.

**Keywords:** collaborative learning, e-learning, gamification, virtual reality, simulation and gaming, serious game.



## Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>v</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice</b> .....	<b>xi</b>
<b>Índice de Tabelas</b> .....	<b>xv</b>
<b>Índice de Imagens</b> .....	<b>xvii</b>
<b>Lista de Abreviaturas e Siglas</b> .....	<b>xix</b>
<b>Glossário</b> .....	<b>xxi</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 Contextualização Teórica .....	1
1.2 Motivação e relevância do tema .....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Resultados Esperados .....	3
1.5 Questões de Investigação.....	3
1.6 Abordagem Metodológica .....	4
1.7 Estrutura e Organização da Dissertação .....	5
<b>2. Revisão da Literatura</b> .....	<b>7</b>
2.1 Plataformas Colaborativas .....	7
2.1.1 Aprendizagem Colaborativa .....	8
2.1.2 Função e Objetivos .....	8
2.1.3 Modelo de Conteúdos .....	9
2.1.4 Análise de Informação .....	11
2.2 <i>E-Learning</i> .....	13
2.3 <i>Serious Game</i> “Jogo Serio” .....	15

2.4	<i>Gamification</i> .....	15
2.5	Modelos Pedagógicos .....	17
2.5.1	Aprendizagem por Observação .....	17
2.5.2	Aprendizagem Colaborativa .....	18
2.6	Realidade Virtual .....	19
2.6.1	Educação e Aprendizagem.....	20
2.6.2	Tecnologia e Áreas Científicas .....	21
2.7	Redes Sociais .....	23
2.7.1	Crise Social .....	23
2.7.2	Marketing Digital.....	24
2.7.3	Gestão de Crises Sociais .....	25
2.8	Plataforma Colaborativa, O Jogo.....	26
2.8.1	Simulação.....	26
2.8.2	Narrativa .....	27
2.8.3	Sítio da Crise, <i>Darksite</i> .....	27
2.8.4	Páginas de Monitorização .....	28
2.8.4.1	Evolução da Ação.....	28
2.8.4.2	<i>Dashboard</i> .....	29
2.8.5	Entrada de Dados .....	30
2.8.6	Versão 3D .....	31
2.8.7	Tecnologia.....	32
2.8.7.1	Sala Colaborativa.....	32
2.8.7.2	Ambiente 3D .....	33
2.8.7.3	Servidor .....	33

2.8.7.4	Diagrama de Mensagens.....	35
<b>3.</b>	<b>Ambiente Virtual .....</b>	<b>37</b>
3.1	Posicionamento da câmara virtual .....	37
3.2	Campo de visão e posicionamento dos objetos .....	37
3.3	Cor e posicionamento dos objetos em ambiente virtual .....	38
3.4	<i>Letring</i> em ambiente virtual.....	40
<b>4.</b>	<b>Definição de Requisitos .....</b>	<b>43</b>
4.1	Requisitos não Funcionais .....	43
4.1.1	Requisitos de Usabilidade.....	43
4.1.2	Requisitos da Arquitetura .....	44
4.1.3	Requisitos de Desempenho e Disponibilidade.....	45
4.1.4	Requisitos de Confiabilidade e Segurança.....	46
4.1.5	Requisitos do Protótipo.....	47
4.2	Requisitos Funcionais .....	47
4.2.1	Requisitos do Observador .....	48
4.2.2	Requisitos de <i>Layout</i> .....	49
<b>5.</b>	<b>Definição de Arquitetura .....</b>	<b>51</b>
5.1	Sala Colaborativa Virtual .....	51
5.2	Diagrama de comunicação.....	52
5.3	API de Comunicação .....	52
5.4	Protótipo WebVR, Diagrama de Alto Nível.....	53
5.4.1	Camada de Apresentação .....	54
5.4.2	Mecanismos de Interação e Controlo.....	55
5.4.3	Comutação WebVR VR Imersiva.....	56
5.4.4	Visualização Estérea .....	56

5.4.5	Unidades de Medida e Cálculos.....	57
5.5	Protótipo Sala Virtual, Diagrama de Alto Nível.....	58
<b>6.</b>	<b>Sala Colaborativa .....</b>	<b>59</b>
6.1	Protótipo de WebVR.....	59
6.2	Prova de Conceito VR Imersiva .....	61
6.3	Protótipo de Sala Virtual .....	62
<b>7.</b>	<b>Conclusões e Recomendações .....</b>	<b>65</b>
7.1	Conclusões.....	65
7.2	Contributos para a comunidade .....	66
7.2.1	Implicações ao nível académico .....	66
7.2.2	Implicações ao nível empresarial.....	67
7.3	Limitações do estudo .....	67
7.4	Propostas de investigação futura .....	68
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>69</b>
	<b>Anexos e Apêndices.....</b>	<b>77</b>
	<b>Anexo A.....</b>	<b>79</b>
	<b>Anexo B.....</b>	<b>81</b>
	<b>Anexo C.....</b>	<b>83</b>
	<b>Apêndice A.....</b>	<b>87</b>

## Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 - Variáveis Modelo (Antunes et al., 1998).</i>	10
<i>Tabela 2 - Requisitos de Usabilidade</i>	44
<i>Tabela 3 - Requisitos de Arquitetura.</i>	45
<i>Tabela 4 - Requisitos de Desempenho e de Disponibilidade.</i>	46
<i>Tabela 5 - Requisitos de Confiabilidade e Segurança.</i>	46
<i>Tabela 6 - Requisitos da Realidade Virtual Imersiva.</i>	47
<i>Tabela 7 - Requisitos de Observador.</i>	48
<i>Tabela 8 - Requisitos de Layout.</i>	49
<i>Tabela 9 - Método da API para a devolução de dados do servidor.</i>	53
<i>Tabela 10 - Pontuação do Jogo.</i>	81
<i>Tabela 11 - Escolha por Prioridade.</i>	82
<i>Tabela 12 - Pontuação de 75%.</i>	82
<i>Tabela 13 - Pontuação de 100%.</i>	82





## Índice de Imagens

<i>Imagem 1 - Sítio da Crise (Vaz, 2017d)</i> .....	28
<i>Imagem 2 - Monitorização da Ação (Vaz, 2017c)</i> .....	29
<i>Imagem 3 – Dashboard (Vaz, 2017a)</i> .....	30
<i>Imagem 4 – Entrada de Dados (Vaz, 2017b)</i> . ....	31
<i>Imagem 5 - Sala virtual (Vaz, 2017e)</i> .....	32
<i>Imagem 6 - Diagrama de Mensagens</i> .....	35
<i>Imagem 7 - Altura Media de um avatar</i> .....	37
<i>Imagem 8 - Campo de Visão (Alger, 2015)</i> .....	38
<i>Imagem 9 - Ângulos de Visão (Alger, 2015)</i> .....	39
<i>Imagem 10 - Ângulos de Visão</i> .....	41
<i>Imagem 11 – Diagrama de Comunicação entre a Sala Virtual e o Proxy</i> . ....	51
<i>Imagem 12 - Diagrama de Comunicação entre o protótipo e o Proxy</i> . ....	52
<i>Imagem 13 - Diagrama de Alto Nível VR</i> .....	54
<i>Imagem 14 - Diagrama de alto nível da sala virtual</i> .....	58
<i>Imagem 15 – Modo Entrada - Protótipo Sala WebVR</i> . ....	59
<i>Imagem 16 - Menu Plataforma Colaborativa</i> . ....	60
<i>Imagem 17 – Entrada VR Imersivo</i> . ....	60
<i>Imagem 18 – Modo Observação Protótipo Sala WebVR</i> . ....	61
<i>Imagem 19 - Prova de Conceito VR Imersiva</i> . ....	62
<i>Imagem 20 – Sala Virtual em Espera</i> . ....	63
<i>Imagem 21 – Sala Virtual em Observação</i> . ....	63
<i>Imagem 22 - Comparação de Dispositivos Entrada de VR (Anthes, Wiedemann, &amp; Kranzlmüller, 2016)</i> .....	83
<i>Imagem 23 - Comparação de Dispositivos Saída de VR (Anthes et al., 2016)</i> .....	84
<i>Imagem 24 - A Taxonomia de hardware VR separando dispositivos de I/O (Anthes et al., 2016)</i> .....	85



## Lista de Abreviaturas e Siglas

2D – *Two Dimensions*

3D – *Three Dimensions*

API – *Application Program Interface*

CRUD – *Create, Read, Update and Delete*

CSS – *Cascading Style Sheets*

DOM – *Document Object Model*

FHD – *Full High Definition*

FPS – *Frames per Second*

HD – *High Definition*

HDM – *Head Mount Display*

HTML – *Hypertext Markup Language*

Mbps – *MegaBits Per Second*

MMO – *Massively Multiplayer Online*

PX – *Pixel*

I/O – *Input / Output*

JSON – *JavaScript Object Notation*

REST – *Representational State Transfer*

URI – *Unique Resource Identifier*

URL – *Localizador de Recurso Uniforme*

VR – *Virtual Reality*

WWW – *World Wide Web*

WebGL – *Web Graphics Library*



## Glossário

1080p – Resolução HD de 1920×1080px;

*Hardware* – Componente eletrónico;

*Meshe* - Coleção de vértices, arestas e faces que formão um objeto 3D;

*PROXY* – Servidor ou *software* que atua com intermediário de comunicação entre dois dispositivos;

*Software* – Programa de computador;

*Roomware* – *Hardware* e *software* para a produtividade em sala de aula ou reunião.



## 1. Introdução

A utilização de plataformas colaborativas está vinculada a metodologias e a formas de comunicação utilizadas há décadas. Com o surgimento de novos meios de comunicação e de colaboração através da internet, as metodologias tradicionais de disseminação de conhecimento utilizadas nas salas de colaboração começam a ficar ultrapassadas. Em particular, no âmbito do desenvolvimento de ferramentas de *e-learning* em ambiente de simulação e jogo, interessa incorporar novas maneiras de colaboração que facilitem a aprendizagem à distância com recurso à observação.

Almeida & Prado referem que práticas pedagógicas inovadoras despertam a curiosidade do aluno, mobilizando-o para a investigação e para a produção de conhecimento, através de novos tipos de aprendizagem (Almeida & Prado, 2003).

Considera-se que, no âmbito de um grupo de indivíduos, o conhecimento coletivo é sempre superior ao conhecimento individual (Antunes, Ho, Costa, Duque, & Jesuino, 1998). Com a inclusão de novas ferramentas colaborativas que permitam a aprendizagem por observação numa plataforma de colaboração, promove-se o contributo entre grupos de indivíduos com um fim comum e, desta forma, possibilita-se a obtenção de resultados práticos efetivamente superiores (Mülbert, Girondi, Pereira, & Nakayama, 2011).

A ideia de que a cognição ou a inteligência são distribuídas indica que os espaços de aprendizagem se estão a tornar mais dinâmicos e mais complexos, sugerindo, ainda, que os indivíduos aprendem com as atividades e com as ferramentas que suportam tais atividades para estender o seu potencial cognitivo (Dabbagh, 2005).

### 1.1 Contextualização Teórica

A colaboração entre indivíduos resulta da vontade de cada indivíduo procurar obter melhores resultados enquanto grupo, em detrimento de uma classificação individual. Incentivar o uso do conhecimento coletivo de forma competitiva em ambiente de simulação e jogo, permite gerar um ambiente de competição entre grupos (Castro, 2010). Com a competição entre grupos consegue-se dissolver a competição individual, que seria

prejudicial, e incentivar os resultados obtidos como um grupo (Nebel, Schneider, & Rey, 2016).

Acredita-se que a integração entre os conceitos de ambiente de *e-learning*, de simulação e jogo, numa plataforma colaborativa, associada à possibilidade de aprender através da observação, contribui para a extensão e desenvolvimento de novas competências em toda a comunidade de utilizadores da plataforma colaborativa, fortalecendo as capacidades pedagógicas existentes.

Espera-se que a possibilidade de aprender observando, no âmbito de uma sala colaborativa virtual, traga benefícios relativamente à forma de cooperar, dita tradicional, para os utilizadores das atuais plataformas de *e-learning* em ambiente de simulação e jogo.

## **1.2 Motivação e relevância do tema**

Num ambiente *e-learning* de simulação e jogo, considera-se importante a adição de suporte para a utilização de novas tecnologias, que permitam a virtualização de uma sala colaborativa.

A estimulação desta nova forma de aprender deverá facilitar e melhorar o realismo das interações em ambiente de simulação ou prática, em especial no ensino de disciplinas onde o conhecimento emergente é uma realidade. Pretende-se, desta forma, contribuir para uma maior efetividade das abordagens pedagógicas existentes de todos os utilizadores da plataforma, recorrendo às novas tecnologias e à aprendizagem pela observação, facilitando o ensino de matérias onde o conhecimento emergente tem um papel fundamental no desenvolvimento de novos profissionais.

A introdução de dispositivos de realidade virtual no contexto da aprendizagem tradicional vai criar nos estudantes a vontade de aprender através da exploração da tecnologia. Se à vontade de aprender adicionarmos a possibilidade de aprender observando, geramos um acréscimo da vontade de superar novos desafios, amplificando a retenção do conhecimento observado.



### **1.3 Objetivos**

No âmbito desta dissertação, pretende-se juntar o melhor das tecnologias da internet aos atuais modelos pedagógicos, otimizando, assim, a aprendizagem com o recurso à observação e promovendo a aprendizagem à distância, permitindo, simultaneamente, a colaboração entre elementos de uma equipa de estudo em ambiente de simulação e jogo. Pretende-se, desta forma, que o ambiente virtualizado remova a barreira que prende os estudantes ao local de aprendizagem e torne os atos de observar, de aprender e de partilhar o conhecimento de maneira simples como aceder a uma página de internet.

### **1.4 Resultados Esperados**

No decorrer desta dissertação vão ser definidos um conjunto de requisitos capazes de conduzir à construção de um protótipo que simule uma sala de aprendizagem colaborativa virtual.

Espera-se que a introdução de novos métodos de colaboração, nomeadamente o suporte as tecnologias da realidade virtual e a possibilidade de observar à distância, promova a aprendizagem de novas formas de estudar e de interpretar resultados através da observação.

Acredita-se que a utilização de uma sala colaborativa virtual irá promover a participação ativa dos alunos na aprendizagem, esperando reduzir a falta de presenças, uma vez que o acesso ao conhecimento deixará de ser obrigatoriamente presencial.

### **1.5 Questões de Investigação**

Com a introdução da realidade virtual no âmbito de uma sala de colaboração, apresenta-se aos utilizadores uma nova forma de interagir e de partilhar o conhecimento, promovendo o interesse e incentivando a vontade de se instruir através da exploração da tecnologia.

A virtualização de uma sala de aula convencional, mantendo os pressupostos pedagógicos existentes, e à qual se adiciona a possibilidade de colaboração entre alunos recorrendo à realidade virtual e à aprendizagem por observação à distância, levanta um conjunto de questões de investigação às quais se pretende encontrar uma resposta

assertiva, promovendo a obtenção dos resultados esperados. Por forma a cumprir o objetivo estabelecido de virtualizar uma sala de aula, levantaram-se as seguintes questões de investigação:

- Qual a arquitetura aplicacional mais adequada à utilização da realidade virtual e respetivos dispositivos no acesso a um ambiente de colaboração?
- É possível através da utilização das tecnologias de informação desenhar um ambiente virtual fácil e intuitivo para os utilizadores?
- É possível através de soluções tecnológicas avançadas de realidade virtual simular adequadamente o ambiente físico de uma sala colaborativa para gestão de crises nas redes sociais?
- O ambiente virtual permite estimular a obtenção de conhecimento através da observação?

Espera-se que a investigação responda a estas questões, permitindo atingir o objetivo estabelecido e fortalecendo, assim, a aprendizagem e a aquisição do conhecimento dos utilizadores, recorrendo à observação da sala de colaboração através do protótipo desenvolvido.

## **1.6 Abordagem Metodológica**

Para o desenvolvimento da presente dissertação, a abordagem metodológica escolhida iniciou-se no estudo das tecnologias utilizadas no desenvolvimento das páginas constituintes da plataforma existente (Vaz & David, 2013b). Com a avaliação da plataforma existente, consideraram-se as tecnologias utilizadas e a sua interligação, tendo sido dada especial atenção ao método de comunicação entre as componentes de cliente e de servidor da plataforma.

A atual plataforma está suportada em tecnologias abertas, das quais se destacam o HTML, o CSS e o *Javascript*. Para que este cenário se mantenha, e de modo a que a solução proposta não fique dependente de determinada plataforma de desenvolvimento

ou tecnologia, prevê-se a integração das tecnologias de realidade virtual utilizando linguagens e bibliotecas que mantenham o nível de liberdade existente.

Através da análise da plataforma existente foram elaborados os requisitos funcionais e não funcionais para satisfazer a comunicação adequada entre as várias páginas que constituem as componentes do cliente e a componente do servidor. Pretende-se, assim, adicionar uma nova forma de acesso, garantindo políticas e restrições de acesso, bem como uma correta usabilidade da plataforma existente, após a sua introdução num protótipo de realidade virtual.

Depois de analisadas as tecnologias que compõem a plataforma, procedeu-se ao estudo e análise da temática da realidade virtual e das suas particularidades, por forma a potenciar a sua integração com a plataforma existente.

Com a análise e definição dos requisitos para a integração de tecnologias de realidade virtual sobre a plataforma existente, impõe-se definir a estrutura da API necessária para integração de toda a camada de comunicação entre o cliente virtual e o servidor *proxy* existente.

No âmbito desta dissertação, pretende-se definir a arquitetura e as tecnologias adequadas à virtualização de uma sala colaborativa, adicionando suporte à realidade virtual no contexto de uma plataforma colaborativa, concebendo um protótipo com recurso à utilização de realidade virtual.

## **1.7 Estrutura e Organização da Dissertação**

Para alcançar os objetivos enunciados e os resultados esperados, foi adotada a seguinte estrutura para a organização do trabalho:

O primeiro capítulo inclui a contextualização teórica, a motivação e a relevância do tema, bem como os objetivos, os resultados esperados, as questões de investigação, a abordagem metodológica e, por fim, o resumo dos restantes capítulos.

No segundo capítulo apresenta-se a descrição da investigação efetuada sobre os temas relevantes, sendo elucidados os avanços mais recentes, de modo a enquadrar o âmbito desta dissertação.

No terceiro capítulo, ainda sob uma perspetiva de estado da arte, descrevem-se os conceitos base necessários para a construção de um mundo virtual associado a um ambiente de realidade virtual.

No quarto capítulo definem-se os requisitos necessários à virtualização de uma sala de colaboração.

No quinto capítulo é apresentada a arquitetura escolhida com base nos requisitos para o desenvolvimento do protótipo no âmbito desta dissertação.

No sexto capítulo é apresentado o protótipo de uma sala de colaboração virtual.

Por fim, no sétimo capítulo, apresentam-se as conclusões do trabalho, sugerindo melhorias para o desenvolvimento de projetos futuros.

## 2. Revisão da Literatura

A utilização de uma plataforma colaborativa para ampliar as capacidades pedagógicas do ensino tradicional, apresenta um conjunto de conceitos até agora ignorados. Estes conceitos merecem ser explorados pelas vantagens inerentes a disciplinas onde as matérias lecionadas são compostas por temas e por conhecimentos emergentes.

No contexto do ensino emergente, a utilização de uma plataforma de colaboração torna-se uma mais valia para quem ensina e para quem aprende. Consideramos emergente todo o conhecimento novo que evolui rapidamente, ficando o conhecimento inicial desatualizado pela sua constante evolução. Este facto gera novo conhecimento no mesmo âmbito do contexto de aprendizagem inicial, ficando o conhecimento inicial desatualizado (Vaz & David, 2013b).

Se aos conceitos presentes nas plataformas tradicionais de ensino adicionarmos os conceitos lúdicos do jogo e o associarmos às novas tecnologias, nomeadamente, potenciando a utilização de tecnologias de realidade virtual, teremos uma plataforma colaborativa com um conceito de aprendizagem diferente e desafiante para o estudante, capaz de facilitar a aquisição de conhecimento emergente.

### 2.1 Plataformas Colaborativas

A utilização de plataformas colaborativas é uma das formas mais antigas de fomentar o estudo e a análise de informação em equipa.

O conceito de plataforma colaborativa é utilizado na análise de crises desde 1930. O conceito foi amplamente utilizado no decorrer da Segunda Guerra Mundial, tendo sido neste contexto que surgiu a designação *War Room*. Conceito que foi posteriormente publicitado em 1951 sob a forma de um manual de operações por Philip M. Morse e Goerge E. Kimbal (Pace & Gingras, 2000). Este manual deu origem à disseminação do conceito, que foi adaptado para os mais variados tipos de investigação e análise de problemas.

### 2.1.1 Aprendizagem Colaborativa

A variedade de competências dentro de uma sala colaborativa nasce da necessidade de investigar quantidades de informação que, em situações normais, não são possíveis de ser analisadas por uma única pessoa.

A composição de uma equipa de estudo e de análise é, na maioria das vezes, diversificada, podendo facilitar a aprendizagem por observação. No âmbito de uma plataforma colaborativa, a observação permite desenvolver em todos os envolvidos, a capacidade de trocar ideias e métodos de reflexão sobre o tema em estudo, facilitando a aprendizagem. Quando a complexidade da informação em análise depende de áreas distintas de conhecimento, é comum uma equipa de análise ser constituída por elementos distribuídos pelas várias áreas do conhecimento necessário para analisar a informação. Quando juntamos elementos de várias áreas de conhecimento, estamos a facilitar que cada um destes indivíduos aumente o seu próprio conhecimento através da troca de ideias e de pontos de vista com os restantes membros da equipa de estudo.

### 2.1.2 Função e Objetivos

A utilização de uma plataforma colaborativa tem como objetivo primário fomentar a aprendizagem colaborativa entre elementos de uma equipa de estudo, ou avaliação de um determinado conjunto de informação. Quando uma plataforma colaborativa é utilizada para suportar o ensino e a aprendizagem, estamos a reforçar a capacidade dos modelos pedagógicos associados. No âmbito do jogo (Vaz & David, 2013b), estamos a fortalecer os modelos colaborativos que auxiliam a aprendizagem pela observação, empregando as capacidades inerentes das tecnologias de informação sustentadas pela realidade virtual, por forma a reforçar a aprendizagem coletiva. Com utilização do conhecimento coletivo obtêm-se resultados que dificilmente se obteriam com o conhecimento de cada indivíduo (Antunes et al., 1998).

A ideia base por trás de uma plataforma colaborativa associada ao conceito de uma sala de guerra é a recolha e análise de informação vital para atingir um objetivo comum, estabelecido pelo chefe da sala e aceite como um desafio por toda a equipa de estudo.

A análise da informação é iniciada pelo chefe de sala, que faz a introdução a um cenário com um problema associado. A introdução do problema é geralmente feita com recurso a um conjunto de perguntas para as quais se pretende encontrar uma resposta ótima dentro do cenário apresentado (NOAA Coastal Services Center, 2010).

A procura de respostas ao problema apresentado é feita com recurso a técnicas de *brainstorm* e à observação dos elementos em análise para solucionar o problema. Estas técnicas promovem a troca de ideias e de conceitos entre toda a equipa de estudo, promovendo a ajuda e aprendizagem coletiva.

As respostas às perguntas expostas devem ser dadas sem medo de represálias pelas ideias ou conceitos apresentados. Durante a análise de informação todos são iguais (NOAA Coastal Services Center, 2010). A igualdade dentro da sala colaborativa é a mais valia fornecida pelo conceito de sala de guerra, promovendo a aquisição de conhecimento. Todos os constituintes da equipa de estudo podem apresentar as suas ideias ou criticar as ideias de outros. Esta liberdade de expressão promove a coesão de toda a equipa, focando a análise e a resolução do problema em grupo. A liberdade existente durante a análise crítica dos vários pontos de vista apresentados facilita a aquisição de conhecimento para solucionar o problema, otimizando a aptidão em solucionar dilemas idênticos no futuro.

Todos os elementos presentes numa sala colaborativa sabem que qualquer ideia, por mais ridícula que seja, pode trazer um ponto de vista diferente sobre o assunto em análise. As melhores ideias surgem muitas vezes de um ponto de vista que ninguém tinha tido como válido, o qual, ao ser apresentado numa sala colaborativa onde cada elemento presente tem a sua própria ideia sobre o tema, faz espoletar uma mistura de pontos de vista que, no seu todo, produzem uma nova forma de ver o problema e, conseqüentemente, uma solução para o mesmo.

### 2.1.3 Modelo de Conteúdos

A modelação e apresentação de conteúdos dentro de um ambiente colaborativo acarreta um conjunto de premissas específicas, que devem ser ajustadas ao teor dos conteúdos a analisar no âmbito da aprendizagem e das características face ao grupo de trabalho reunido.

Tal como demonstrado na Tabela 1, a forma como os conteúdos são apresentados e a composição do grupo de análise, bem como a sua interação, vai condicionar o diálogo, a interação e a partilha de conceitos entre os vários membros constituintes do grupo. A obtenção de resultados dentro da sala colaborativa é condicionada pela simplificação dos conceitos a aprender e pelo nível de cumplicidade dos membros constituintes do grupo de trabalho.

Variáveis de entrada		Variáveis dependentes
<p>Características do grupo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamanho do grupo;</li> <li>• Proximidade entre membros;</li> <li>• Hierarquia formal;</li> <li>• História do Grupo.</li> </ul>		<p>Performance</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade da Decisão;</li> <li>• Número de Alternativas;</li> <li>• Tempo para atingir a decisão;</li> </ul>
<p>Características da tarefa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Natureza da tarefa;</li> <li>• Complexidade da tarefa;</li> <li>• Incerteza da Tarefa.</li> </ul>		<p>Satisfação</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfação com o processo;</li> <li>• Satisfação com o resultado;</li> <li>• Confiança com o resultado.</li> </ul>
<p>Fatores consensuais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflito;</li> <li>• Anonimidade;</li> <li>• Divisão de trabalho;</li> <li>• Recompensas;</li> <li>• Normas;</li> <li>• Pressão temporal.</li> </ul>	<p>⇒ <b>Interação</b> <b>em Grupo</b> ⇒</p>	<p>Estrutura do Grupo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consenso;</li> <li>• Igualdade de Influência.</li> </ul>
<p>Fatores tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível de suporte;</li> <li>• Facilitação;</li> <li>• Interface com o Utilizador;</li> <li>• <i>Roomware</i>;</li> <li>• Nível de anonimidade;</li> <li>• Tipo de Comunicação;</li> <li>• Modalidades.</li> </ul>		

Tabela 1 - Variáveis Modelo (Antunes et al., 1998).

O resultado da aprendizagem colaborativa é condicionado pelas características pessoais de cada membro do grupo. A colaboração no desenvolvimento de tarefas



depende da capacidade dos membros do grupo contribuírem para a análise de informação e dos meios tecnológicos disponíveis para a análise de informação.

É de prever que o resultado da análise de conteúdos possa causar divergências no seio do grupo de trabalho. Espera-se que a relação entre os elementos do grupo seja colaborativa o suficiente para a obtenção de consenso no resultado obtido (Castro, 2010), contribuindo para a aprendizagem de todos os envolvidos. O nível de interação conseguido entre as variáveis de entrada condiciona a interação do grupo de trabalho e os resultados adquiridos na plataforma colaborativa, consolidando a aprendizagem dos conceitos em estudo. O processo de análise da informação de uma plataforma colaborativa deve gerar um resultado que satisfaça todas as partes constituintes do grupo de trabalho. Devem ser removidas as divergências no âmbito do grupo, atingindo um resultado ótimo dentro dos parâmetros esperados. Deve ser promovida a satisfação com o resultado obtido em todos os elementos que intervêm na análise de informação, para facilitar a retenção de conteúdos e maximizar a aprendizagem dos conceitos em todo o grupo de trabalho.

#### **2.1.4 Análise de Informação**

A aprendizagem e a análise de informação no âmbito de uma sala de colaboração foi sendo alvo de alterações ao longo do tempo. Esta mudança de paradigma é contínua e fortemente influenciada pelos avanços tecnológicos.

Num contexto de aprendizagem, uma plataforma colaborativa deve facultar a compreensão de informação para aumentar o conhecimento dos seus utilizadores. A observação de cenários dentro de uma plataforma colaborativa permite rever acontecimentos passados de uma determinada situação, aumentando a perceção e facilitando a aprendizagem de quem avalia o mesmo tipo de cenários no presente. Consegue-se, assim, transformar a capacidade de análise do observador em todas as futuras ocorrências, removendo o risco de tomar decisões erradas em cenários idênticos.

Tradicionalmente, as plataformas de colaboração são constituídas por paredes ou por quadros imensos. Nestes são afixadas as notas e os documentos, sobre os quais é feito um cruzamento de informação, com o intuito de encontrar pontos comuns passíveis de facilitar a aprendizagem e de resolver o problema em mãos. A retenção de conhecimento

e de aprendizagem é ampliada através do cruzamento da informação presente em cada documento analisado, bem como da troca de impressões entre os elementos presentes na sala. Este método de analisar informação influencia a aprendizagem de todos os presentes, aumentando o conhecimento individual e disseminando o conhecimento coletivo.

Hoje em dia, as salas que albergam plataformas colaborativas são constituídas por vários ecrãs de grandes dimensões, que tendem a substituir as paredes e quadros tradicionais (Dean, 2000). A informação apresentada nos ecrãs é filtrada por ferramentas informáticas, que são utilizadas pelos vários elementos na sala. A aprendizagem e o cruzamento de informação deixaram de ser feitos apenas pela interação entre os elementos presentes na sala.

Nos dias de hoje, as plataformas de colaboração conjugam as técnicas do passado com as tecnologias da atualidade para acelerar a aquisição de conhecimento, facilitando a aprendizagem. Esta junção permite que o melhor de dois mundos traga resultados mais exatos e com intervalos de tempo cada vez menores, aumentando o desenvolvimento de conhecimento de cada indivíduo, facilitando ainda a capacidade de aprender e de absorver informação.

A evolução tecnológica é o impulsionador que mais peso tem na forma como a informação é analisada dentro de uma plataforma colaborativa. Comparativamente a todas as outras tecnologias informáticas, a tecnologia de suporte à realidade virtual está a evoluir exponencialmente, desde a indústria de videojogos às aplicações industriais, os contributos para o seu avanço são cada vez maiores (Bavor, Clay; Martz, Nathan; Libreri, Kim; Metcalf, Lindsay; Riccitiello, 2016). A tecnologia de realidade virtual está a evoluir de tal forma, que rapidamente a sua relação custo/benefício a vai trazer ao consumidor comum a médio/longo prazo. Espera-se que a facilidade em adquirir a tecnologia, aliada à sua evolução, a faça não só acessível como também apetecível e fácil de utilizar na análise de informação, contribuindo para o desenvolvimento e aprendizagem dos utilizadores de plataformas colaborativas.

## 2.2 *E-Learning*

Podemos definir o *e-learning* como uma plataforma de estudo baseada em ferramentas de aprendizagem eletrónica (Cação & Dias, 2003).

A internet é um meio por excelência para a disseminação do conhecimento através de plataformas colaborativas, especialmente no âmbito do ensino. A conjugação das potencialidades da internet e das plataformas de colaboração oferecem aos seus utilizadores acesso à informação através de qualquer dispositivo que contenha um *browser*.

A utilização do *e-learning* como uma plataforma de colaboração potencia a partilha de conhecimento e a aprendizagem dos seus utilizadores. No entanto, apenas com a introdução de pedagogia no desenho das plataformas de *e-learning* se consegue criar um modelo de aprendizagem onde os alunos realmente aprendem (Vaz & David, 2010).

A história das plataformas colaborativas que facultam o *e-learning* é caracterizada pela rapidez dos avanços tecnológicos dos meios de comunicação. O maior desafio do ensino é, claramente, a limitação do seu alcance, que advém das necessidades tecnológicas fundamentais à sua utilização (Tynjälä & Häkkinen, 2005). “*O uso das tecnologias de informação na aprendizagem está a alterar a forma como construímos e distribuimos conhecimento facultando a aprendizagem de formas novas sem precedentes*” (Vaz & David, 2013a).

O uso do modelo tradicional de ensino em disciplinas de conhecimento emergente apresenta lacunas pedagógicas, as quais impedem os estudantes de adquirir conhecimentos modernos e não desatualizáveis facilmente. Estas complicações são mais visíveis quando o modelo tradicional de ensino é aplicado em temas onde o conhecimento é empregado no exercício de profissões sustentadas, maioritariamente, pelas tecnologias de informação. São exemplos disso a resolução de casos em grupo, que promovem a utilização de tecnologias de informação para aumentar a comunicação e estimular o acesso aos conteúdos através de sítios na internet. No entanto, e como referido por Santos (2017), mesmo com estes esforços, não é simples recriar de forma pedagogicamente adequada a essência das interações com as tecnologias de informação necessárias ao ensino de disciplinas com elevada intensidade tecnológica e, em particular, da disciplina do marketing eletrónico.

Numa sociedade em que as tecnologias de informação estão cada vez mais presentes em todas as profissões, a falta de adaptação do modelo de ensino tradicional a este tipo de disciplinas emergentes tende a difundir-se. O contexto social pressiona e afeta a forma como as instituições de ensino providenciam aos seus alunos as competências necessárias para entrarem com sucesso no mercado de trabalho. A necessidade de inovar pedagogicamente nas instituições de ensino comporta riscos relacionados com os novos métodos introduzidos e a possível perda de reputação para a instituição de ensino e para os professores (Vaz & David, 2013b). É essencial alinhar as necessidades do saber e de competências a um modelo pedagógico de entrega do ensino de conhecimento emergente. Para tornar viável este modelo pedagógico, torna-se necessário desenvolver recursos em que as atividades de aprendizagem, do ponto de vista cognitivo, se enquadrem nos graus mais elevados do conhecimento. Estes recursos devem ser capazes de promover o progresso de aptidões de estudo, de entendimento, de síntese, de apreciação e de reformulação (Santos, 2018). No entanto, e de acordo com Tynjälä & Häkkinen (2005), no seu melhor, os ambientes de *e-learning* têm potencial para suportar o processo de aprendizagem cognitivo, social, motivacional e efetivo dos alunos.

A adição de novas tecnologias que potenciem o desenvolvimento cognitivo no âmbito de plataformas de colaboração tem impacto na forma de aprender e de reter conhecimento. Espera-se que a virtualização da plataforma existente conduza ao aumento de conhecimento, recorrendo à aprendizagem por observação no desenrolar do jogo (Vaz & David, 2013b). A simulação presente no contexto do jogo (Vaz & David, 2013b) representa a descida ou a subida de ações de uma empresa. Os observadores da simulação aprendem a interpretar os sinais de crise social com base na observação do jogo.

Como referido na conferência internacional sobre colaboração interativa e *e-learning* em 2015, a capacidade de adquirir conhecimento, interpretando os resultados da simulação através da observação, estimula a capacidade de reação dos observadores, sendo isto perceptível em eventos futuros que ocorram durante a sua vida profissional.

### **2.3 *Serious Game* “Jogo Serio”**

A utilização de jogos em contexto educativo, associado a uma plataforma colaborativa, permite aos estudantes interagir com ambientes de propriedades pseudorrealistas, aprendendo conceitos emergentes com sustentabilidade, de forma competitiva e colaborativa (Magee, 2012).

A melhor forma de aprender a gerir infraestruturas complexas é poder tomar decisões sem medo de errar (Urh, Vukovic, Jereb, & Pintar, 2015). Cometer erros em período de aprendizagem, compreendendo as falhas cometidas e suas consequências, leva a que num caso real esses erros não voltem a ser cometidos por já se saberem as suas consequências. Desta forma, é possível utilizar uma plataforma colaborativa para treinar os jogadores em ambiente de descontração de uma maneira completamente lúdica. O processo de aprendizagem, quando assente sobre uma plataforma de colaboração lúdica, leva a um aumento de competências. A aquisição de aptidões através de um jogo que não se traduz em consequências reais, permite a experimentação pelo método de tentativa e erro, algo que num caso real nunca poderia acontecer (Savic, Morley, & Khoury, 2016).

Quando se aplica o conceito do *serious game* em conjunto com o modelo pedagógico subjacente do jogo (Vaz & David, 2013b), estamos a reunir a possibilidade de observar e de aprender ludicamente. Esta conjugação no âmbito de uma plataforma colaborativa faculta a todos os intervenientes a capacidade de extraírem as suas próprias conclusões do modelo de aprendizagem. Este método de aprender amplia a capacidade dos observadores de avaliar modelos semelhantes no desenvolver da sua futura atividade profissional, evitando os erros e as respetivas consequências observados durante o período de aprendizagem.

### **2.4 *Gamification***

O termo *gamification* foi utilizado pela primeira vez em 2008 num *blog* por Brett Terrill (Huotari & Hamari, 2017). A base do termo *gamification* é a utilização ativa de mecanismos e de conceitos geralmente encontrados em jogos lúdicos para motivar alguém a atingir determinados objetivos (van Roy & Zaman, 2015). Podemos simplificar o conceito de *gamification* com base na utilização de mecânicas e de dinâmicas de jogos

em ambientes diversos, em contextos externos aos jogos e em ações quotidianas que facilitam a aprendizagem de novos conceitos (Urh et al., 2015) (Freudmann & Bakamitsos, 2014).

Através da adição de temáticas educativas e pedagógicas numa plataforma colaborativa, consegue-se conduzir o participante à aquisição de conhecimento recreativamente, otimizando a aprendizagem. A introdução de uma plataforma de colaboração com fins lúdicos na educação motiva o aluno a participar ativamente para atingir os objetivos predefinidos. A inclusão do conceito lúdico na aprendizagem leva ao aumento do nível de empenho e de aquisição de conhecimento do aluno, promovendo o estudo. A existência de dificuldades iniciais na utilização de um jogo lúdico não desfavorece o jogador, visto que, a cada nova tentativa, o jogador interioriza gradualmente os conceitos de aprendizagem do jogo (Urh et al., 2015).

Como em qualquer jogo, na utilização de uma plataforma de colaboração a falha não representa o fim, mas a possibilidade de um novo início. Um jogador que não consiga atingir os objetivos do jogo deve ser motivado a tentar novamente (Urh et al., 2015). Este método de aprendizagem permite consolidar o conhecimento e o nível de compreensão da temática do jogo a cada tentativa.

Ao introduzirmos o conceito de jogo num espaço colaborativo de educação, estamos a incutir nos vários participantes a competição saudável pela melhor classificação. Se num jogo lúdico o objetivo é apenas obter a melhor classificação, no âmbito da aprendizagem educativa esta representa a relação entre o conhecimento adquirido e o empenho do aluno no jogo.

Quando olharmos para o estudo como uma atividade lúdica e não como uma obrigação, estamos a transformar um trabalho monótono numa diversão. Um aluno que aprende sem se sentir obrigado aprende motivado e, consecutivamente, estuda mais e obtém melhores resultados (Suh, 2015).

Se ao objetivo final do jogo educativo adicionarmos mini objetivos intermédios, introduzimos a sensação de progresso e o reforço positivo na sua conclusão (Urh et al., 2015). Com a introdução do reforço positivo pela conclusão das subtarefas, é dado ao utilizador uma recompensa associada ao seu sucesso (Huotari & Hamari, 2017), pois “a

*recompensa aumenta a autoestima e motivação*” (Urh et al., 2015). A motivação, por si só, traz a vantagem acrescida de aumentar o interesse e a produtividade (Suh, 2015) do aluno, facilitando a sua capacidade de aprender e de absorver conhecimento útil para a concretização de tarefas necessárias a aquisição de resultados favoráveis no desenvolver da sua futura profissão.

## **2.5 Modelos Pedagógicos**

No âmbito dos modelos pedagógicos que podem ser utilizados em plataformas de *e-learning*, há uma divisão primária que deve ser considerada: o ensino com recurso à autoformação e o ensino com base na aprendizagem colaborativa (Cação & Dias, 2003). Existe, ainda, o modelo de aprendizagem pela observação, que pressupõe a observação de alguém com maior conhecimento de causa.

Os modelos pedagógicos presentes nas plataformas de *e-learning* conduzem os alunos a dois tipos de interações com a plataforma de ensino. As interações mais simples são adquiridas através de atividades assíncronas e as mais complexas através de atividades síncronas (Vaz & David, 2013a). No âmbito desta dissertação, vamos analisar a aprendizagem por observação e a aprendizagem colaborativa.

### **2.5.1 Aprendizagem por Observação**

A aprendizagem por observação é um conceito simples, utilizado involuntariamente por todos desde o dia em que nascemos. É a observar e a imitar que aprendemos desde cedo a falar e a brincar (Meltzoff, 1999). A maior parte do que aprendemos ao longo da nossa vida é obtido através do nosso relacionamento social. Aprendemos maioritariamente no meio social em que vivemos através da observação de quem está mais próximo, essencialmente familiares, amigos e colegas próximos (Bandura, 1971) (Präss, 2012). A observação tem um papel fulcral no nosso desenvolvimento e na forma de adquirimos conhecimento ao longo da nossa vida ativa.

A aprendizagem por observação tem provas dadas em vários domínios, dos quais se podem destacar vários jogos lúdicos como, por exemplo, o *poker*, o *tetris*, o futebol robótico, os jogos de estratégia e o *first-person shooter*. Em todos estes domínios, as capacidades obtidas pelo observador não podem ser diretamente transferidas para novos

ambientes, no entanto, o conhecimento pode ser transformado e adaptado recorrendo à motivação no novo ambiente (Floyd, Turner, & Aha, 2015).

Quando juntamos a observação ao conceito de aprendizagem no âmbito de uma plataforma colaborativa virtual, estamos a motivar todos os envolvidos a colaborar trocando ideias e métodos de reflexão sobre o tema em estudo, ampliando a capacidade de aprender e de reter conhecimento (Castro, 2010).

No decorrer da observação das várias fases do jogo (Vaz & David, 2013b) promove-se a obtenção de conhecimento. A comparação entre resultados positivos e negativos no âmbito do cenário introduzido na simulação confere aos observadores do jogo uma evolução da capacidade de análise necessária para avaliar crises sociais. Este modelo de observação, de aprendizagem e de entretenimento permite, através da utilização individual ou coletiva da plataforma de aprendizagem, obter as literacias, os saberes e as aptidões associadas à aplicação, à utilização e à análise da economia digital (Santos, 2018).

### **2.5.2 Aprendizagem Colaborativa**

A aprendizagem colaborativa conduz o aluno à integração num grupo de trabalho virtual onde se inclui o professor. Dentro de uma sala de aula, tradicionalmente, o professor expõe e o aluno recebe informação. Com a aprendizagem colaborativa, o professor deixa de transmitir apenas informação, passando também a mediar e a facilitar a interação entre alunos. O ensino passa a estar centrando no aluno e na sua capacidade de negociar significados (Moreira, 2010).

Comparativamente aos métodos expositivos tradicionais, onde o aluno tem uma atitude passiva e descompromisso, no processo de aprendizagem colaborativa pretende-se que os alunos, para além de obterem conhecimento, aprendam a relacionar-se com os outros. A manifestação e a partilha de ideias, aceitando a diversidade de opiniões, cria uma correlação positiva entre os alunos, aumentando a retenção de conhecimento (Alcântara, Siqueira, & Valaski, 2004).



A aprendizagem colaborativa deve ser aberta e levar o aluno a envolver-se no tema em estudo, refletindo criticamente sobre o que está a estudar e criando o seu próprio processo de pensamento e aprendizagem (Alcântara et al., 2004).

A utilização de estratégias que promovam a discussão e a negociação de significados entre os alunos forma atividades colaborativas. Isto não significa necessariamente colocar de lado o ensino tradicional, mas sim organizá-lo, tornando o aluno responsável pela sua própria aprendizagem. No decorrer de atividades colaborativas, fazer e receber críticas aumenta a retenção de conhecimento nos alunos. No entanto, são os alunos que decidem o que aprender e o que reter no âmbito de um espaço colaborativo (Moreira, 2010).

Os modelos de ensino colaborativos constituídos e contextualizados em narrativas sólidas levam os alunos a adquirir uma perspetiva de análise e de competências que possam ser utilizadas no desenvolvimento das suas futuras profissões. Estas atividades de aprendizagem levam o estudante a relacionar a aprendizagem com a efetividade do trabalho a desenvolver na sua futura profissão (Vaz & David, 2013b).

A troca de ideias e de opiniões aumenta o desenvolvimento individual e coletivo de todos os alunos (Almeida & Prado, 2003). Na sua essência, promove-se a compreensão da matéria lecionada, além de entendimento e sensibilidade do grupo em relação à perspetiva de cada aluno sobre a matéria lecionada. A diferença entre aptidão e capacidade é determinada pelo contexto da aprendizagem e pela facilidade com que o aluno retém a matéria apresentada e discutida em grupo.

Colocando de parte as metodologias associadas, podemos simplificar o conceito de aprendizagem colaborativa como o ato em que um ou mais alunos aprendem, ou tentam aprender, certo e determinado tipo de conteúdos em conjunto (Coutinho & Bottentuit Junior, 2007).

A aprendizagem colaborativa pode ser constituída por dois tipos de grupos de alunos: os presenciais e os virtuais. No entanto, os grupos virtuais são considerados ambientes colaborativos (Alcântara et al., 2004).

## **2.6 Realidade Virtual**

Podemos descrever a realidade virtual como um ambiente artificial com o qual comunicamos e interagimos através de dispositivos, cuja função é permitir a nossa

interação com um mundo virtual. Quando são utilizados dispositivos de imersão do tipo de “*Head Set*”, conseguimos obter a sensação de imersão dos nossos sentidos num mundo virtual através da construção do sentimento de presença. É objetivo desta imersão criar um sentimento de afinidade com o local virtual apresentado, sem que seja necessária a nossa presença física. Uma imersão perfeita no mundo virtual consegue criar a percepção, ou até sentimentos, que outros sentiram no mundo real, num espaço temporal ou num local diferente (Mishra, 2016).

Com o tempo e a evolução tecnológica, as técnicas e os métodos de nos inserir num mundo virtual foram sendo otimizadas. No anexo A pode ser visto um cronograma histórico da evolução da realidade virtual. Neste cronograma estão representadas as principais evoluções e alterações do paradigma da realidade virtual, bem como os acontecimentos mais relevantes.

### 2.6.1 Educação e Aprendizagem

De todas as áreas científicas onde a realidade virtual foi utilizada até aos dias de hoje, conseguimos extrair algumas semelhanças, a capacidade de facilitar a aprendizagem e a descoberta de novos pontos de vista.

De todas as áreas científicas, as que mais influenciaram a evolução da realidade virtual foram a indústria cinematográfica e as mais variadas empresas de videojogos (Gobira & Mozelli, 2016)(Mishra, 2016). As empresas de videojogos apostam cada vez mais em conteúdos VR. A *Blizzard*, por exemplo, cria cenários imensos em jogos MMO, com detalhes que podem ser observados com recurso a dispositivos de realidade virtual, ampliando a experiência do jogador (Mishra, 2016).

A formação é outra grande área onde a realidade virtual foi utilizada. Por exemplo, a força aérea treina paraquedistas e pilotos com simuladores de voo (Mishra, 2016). No campo da medicina, passou a ser possível ver ressonâncias magnéticas em 3D (Jacinto et al., 2012). Na indústria automóvel utilizaram-se simulações em realidade virtual para analisar ambientes de produção, com vista à redução de problemas de produção e a falhas de segurança na linha de produção ((ICL) International Conference on Interactive Collaborative Learning, 2015). Na área da arquitetura e da construção civil, a *Autodesk*

utiliza a realidade virtual para simular edifícios antes de estes estarem construídos, com base nas plantas 2D (Mishra, 2016).

Com a utilização da realidade virtual o utilizador onde este não tem de estar num local específico para aceder à informação ou obter o conhecimento, apenas necessita de um meio de se conectar ao mundo virtual para observar e aprender à distância.

A introdução da realidade virtual no ensino otimiza a aprendizagem nos mais variados campos de ciência. No âmbito do jogo colaborativo (Vaz & David, 2013b), a realidade virtual permite a todos os alunos a aprendizagem sem a necessidade de se deslocarem à instituição de ensino; a aprendizagem pode ser feita a partir do conforto da casa de cada aluno.

Com a utilização da realidade virtual, dois alunos podem observar a mesma informação, mas acabar por explorar pontos de vista e caminhos diferentes. Esta divergência produz diferentes pontos de vista sobre a mesma informação; a colaboração, juntamente com a partilha desta mesma divergência entre os intervenientes, aumenta o conhecimento de ambos. Esta forma de aprender apenas é possível através da partilha de experiências e de formas de pensar diferentes. Esta é, de longe, a maior vantagem da realidade virtual aplicada ao campo da educação e da aprendizagem à distância. Se aplicarmos esta capacidade de trocar ideias e pontos de vista observados no âmbito do jogo colaborativo (Vaz & David, 2013b), criamos uma forma lúdica de aprendizagem com a capacidade de fortalecer e de aumentar as aptidões de todos os participantes através da simples observação do jogo.

### 2.6.2 Tecnologia e Áreas Científicas

Ao longo dos tempos, a realidade virtual foi utilizada nos mais variados campos da ciência. Geralmente não há interligação direta entre os campos da ciência, com a exceção utilização da tecnologia de realidade virtual. O próprio propósito da utilização da realidade virtual pode variar em cada área científica. Este facto demonstra a versatilidade da tecnologia e a sua capacidade de adaptação à necessidade de cada ciência aplicada.

A realidade virtual tem uma história antiga que começou nos quadros panorâmicos de grande dimensão representativos da vida quotidiana da antiga China ou das

representações de grandes batalhas comuns no Século XIX. Estas obras pretendem fazer com que nos sintamos no meio da “história”.

Atualmente, considera-se que a imersão num ambiente de realidade virtual depende da utilização de um equipamento audiovisual para que nos possamos “desligar” do mundo real (Kirner & Kirner, 2011). As áreas de foco da realidade virtual do passado continuam a ter a sua evolução com o aparecimento de dispositivos de realidade virtual com mais e melhores capacidades, que potenciam a expansão do que já era feito com maior rigor e maior facilidade de utilização. Existem vários tipos de dispositivos de realidade virtual audiovisuais capazes de nos emergir no mundo virtual. O dispositivo mais comum é o “*Head Set*”. No Anexo C surge uma tabela com a lista dos principais dispositivos existentes. É função destes dispositivos focarem os nossos sentidos visuais e/ou auditivos no ambiente virtual. A utilização de um “*Head Set*” permite a completa imersão do utilizador num ambiente virtual e, dependendo do “*Head Set*”, podemos ter imersão visual com e sem áudio.

Quando utilizamos um “*Head Set*” em conjunto com as consolas de videojogos, por exemplo, os nossos movimentos são monitorizados em tempo real pelos vários sensores. Toda a perceção áudio e visual que temos no ambiente virtual é construído dinamicamente com base na informação lida pelos sensores, desta forma, conseguindo-se que a imersão seja o mais completa e realista possível.

Com o tempo e a evolução tecnológica foram surgindo equipamentos modernos, capazes de criar um efeito virtual mais realista. Estes equipamentos foram utilizados, não apenas para nos fazer sentir dentro da ação, mas também para aprendermos novos conceitos. A amplitude das áreas tocadas pelos novos equipamentos capazes de criar ambientes virtuais é ampla. No entanto, podemos constatar que começou a partir de centros de investigação um pouco por todo o mundo, tendo sido depois aplicada aos mais variados campos da ciência, da indústria, da medicina e do ensino.

Os telemóveis são, atualmente, um grande foco de atenção; o crescimento da sua capacidade de processamento e as potencialidades dos sensores embutidos torna-os um veículo de excelência para a representação de conteúdos VR (Gobira & Mozelli, 2016).

O futuro de qualquer tecnologia é incerto; toda e qualquer tecnologia está sujeita aos caprichos da evolução tecnológica e da sua capacidade de se tornar necessária ou imprescindível para se manter viva. Se analisarmos os últimos eventos de relevância, podemos constatar que, de 2014 até ao presente, houve um enorme investimento de companhias das mais diversas áreas na realidade virtual. Se começarmos pela aquisição milionária da *Oculus Rift* pelo *Facebook*, continuarmos na aposta das várias empresas de videojogos em dispositivos e conteúdos VR e terminarmos no lançamento do *Google Cardboard*, um capacete de VR de baixo custo, juntamente com a apresentação da norma *Daydream* pelas mãos da *Google*, o futuro da realidade virtual perspectiva-se risonho.

## 2.7 Redes Sociais

A necessidade de sociabilizar levou o ser humano a desenvolver técnicas e métodos de comunicação, que acompanharam a sua evolução intelectual até à atualidade.

As redes sociais criaram um meio onde qualquer pessoa pode partilhar as suas ideias e opiniões. A facilidade e a tendência em difundir opiniões negativas, mais rapidamente que as opiniões positivas, sobre um qualquer produto ou serviço, cria expectativas sobre o teor destas mesmas opiniões. A falta de monitorização do que é publicado na internet por parte de uma entidade pode conduzir a uma crise e quem publica na internet a sua opinião espera muitas vezes uma resposta (Paulsson & Olsson, 2012). É função do *marketeer* analisar as opiniões e os sentimentos presentes nas redes sociais, agindo em conformidade para reduzir o impacto das crises sociais.

### 2.7.1 Crise Social

Uma crise social é a alteração da perceção do público em geral sobre uma empresa ou produto nas redes sociais. Esta alteração de perceção pode afetar a estabilidade financeira de uma empresa (Jin, Liu, & Austin, 2014) e nenhum sector é imune a uma crise (Diegues, 2011)(Macleod, 2015).

A facilidade em disseminar a informação em questão de minutos a nível mundial, com a utilização das redes sociais, torna este meio de comunicação como uma forma emergente de consulta e de propagação de informação em tempo de crise (Lachlan, Spence, Lin, Najarian, & Del Greco, 2016).

Qualquer forma de resolver uma crise social deve culminar na sua resolução em tempo útil, antes que fique fora de controlo (Diegues, 2011).

O fim da crise não representa o fim do problema. Após solucionada a crise, é necessário atacar o foco do problema internamente, por forma a aprender com o acontecimento. É também importante monitorizar o assunto para evitar futuros reacendimentos (Diegues, 2011). É neste contexto que a observação do jogo (Vaz & David, 2013b) gera benefícios ao futuro *marketeer*. A observação de uma crise social simulada vai aumentar a perceção do *marketeer* por associação. A retenção de informação durante a simulação observada no jogo vai gerar uma mais valia para o futuro *marketeer*, acelerando e otimizando a sua capacidade de análise e a redução de reacendimentos de uma crise social.

### 2.7.2 Marketing Digital

Do ponto de vista do *marketing* as redes sociais têm um potencial elevado na promoção de produtos e de serviços, sendo tidas como uma importante ferramenta. As redes sociais revolucionaram a forma como os consumidores avaliam e se relacionam com as empresas face à qualidade dos seus produtos e à capacidade de avaliar a reputação dos mesmos nas redes sociais (Constantinides, 2014).

Existem empresas que quantificam o sucesso das suas vendas com base nos intervalos das campanhas efetuadas nas redes sociais (Vásquez & Escamilla, 2014). Existem estudos que demonstram que o marketing digital aumenta a exposição e visibilidade dos produtos e das empresas com retornos financeiros (Kirtiş & Karahan, 2011)(Constantinides, 2014).

Da mesma forma que as empresas utilizam as redes sociais para aumentar a sua exposição ou rentabilidade, uma análise atempada de opiniões nas redes sociais pode ser utilizada para antever e para gerir sintomas inversos, evitando crises sociais que podem culminar em danos financeiros e de imagem. Neste contexto, a observação de simulações de crises sociais no jogo (Vaz & David, 2013b) aumenta a facilidade em atempar crises sociais, bem como a celeridade da sua resolução.

### 2.7.3 Gestão de Crises Sociais

Hoje em dia, a possibilidade de monitorizar a opinião presente numa rede social, seja ela constituída por *blogs*, *podcasts*, fóruns ou comunidades online sobre um determinado assunto, permite a obtenção de *feedback* quase instantâneo sobre a opinião de um produto ou serviço (Paulsson & Olsson, 2012).

Tal como Pearson & Clair (1998) referem, se uma organização não confirma nem desmente informações sobre incidentes críticos, os rumores podem preencher o vazio e amplificar a ameaça numa situação de crise.

Aprender a gerir e a responder corretamente ao resultado de uma análise feita nas redes sociais permite uma avaliação atempada do impacto negativo de um produto ou serviço, controlando a sua capacidade destrutiva (Constantinides, 2014). A monitorização das redes sociais tornou-se uma importante ferramenta de avaliação de crises.

É na procura de soluções para uma crise que a aprendizagem tem um papel fundamental. É necessário dar a quem vai gerir crises a capacidade de se colocar no centro de uma crise, analisando os vários pontos de vista como de uma crise real se tratasse. Inserir futuros *marketeers* em grupos de trabalho num contexto de aprendizagem, com a adição de aplicações práticas no modelo de ensino centrado no aluno e focado na colaboração, incentivando a utilização técnicas que vão ser utilizadas no exercício de uma profissão futura, torna o processo de aprendizagem colaborativo uma forma ativa de aprendizagem (Vaz & David, 2013b).

Dinamizar os processos pedagógicos de aprendizagem, por forma a utilizar grupos de trabalho, permite que todos os participantes fiquem sujeitos à influência e à forma de pensar de outros, criando-se, desta forma, a capacidade de dialogar e avaliar pontos de vista diferentes no futuro *marketeer*, evitando erros no seu futuro profissional. A possibilidade de treinar futuros *marketeers* de forma colaborativa cria modelos de aprendizagem onde os alunos aprendem abrindo os seus horizontes e criando formas de pensar e analisar informação, que isoladamente não iriam adquirir (Vaz & David, 2010).

O aumento de conhecimento e de capacidade de resposta de profissionais em contexto de aprendizagem contribui para a sua capacidade de trabalhar com maior segurança e confiança no seu futuro posto de trabalho. Mais importante do que o aumento de conhecimento, é a redução de falhas de avaliação que dota estes futuros profissionais de

um nível de desenvolvimento e de capacidade de análise mais sólidos (Coutinho & Bottentuit Junior, 2007).

## **2.8 Plataforma Colaborativa, O Jogo**

O jogo de onde partimos (Vaz & David, 2013b) faz parte de um modelo pedagógico centrado em atividades de aprendizagem. Este jogo foi desenhado para fundir os conceitos de espaço colaborativo e *gamification* com a aprendizagem, com o intuito de associar uma simulação a uma narrativa replicando uma crise social. No decorrer do jogo fornecem-se aos jogadores ferramentas que permitem avaliar e gerir uma crise social. Espera-se, assim, dar aos jogadores todas as vantagens dos conceitos fundidos, maximizando a aprendizagem e a interiorização de conceitos de gestão de crises sociais, no decorrer de um jogo em ambiente de simulação.

### **2.8.1 Simulação**

O sistema atual tem um aglutinador informacional, composto por um sítio intitulado “*dark site*”. As suas características contêm a monitorização das tendências de opinião expressa, através das redes sociais no formato de um jogo (Vaz & David, 2013b). O jogo é uma simulação que pretende apresentar, em poucas horas, o período de tempo de uma crise social, que tem potencialmente algumas semanas de duração, acelerando a aquisição do conhecimento necessário para aprender a gerir uma crise social. Durante a simulação, os jogadores entram em contacto com cenários de crise desconhecidos. Estes cenários têm como objetivo desenvolver antecipadamente o conhecimento necessário para resolver futuros problemas nas redes sociais.

Nesta simulação, os jogadores representam o departamento de marketing da empresa visada pela crise. As decisões dos jogadores durante a simulação maximizam a sua capacidade de compreender e de gerir os efeitos de uma crise social em contexto de aprendizagem, bem como a consequência das opções tomadas durante a simulação.

Com o objetivo de simular os acontecimentos de uma crise social, são apresentados aos jogadores três fontes de informação, que estão representadas em duas páginas de monitorização e um sítio da crise. Estas fontes, após analisadas como um todo, geram a



resposta ótima para a resolução de cada fase da crise social em estudo, que é depois introduzida sequencialmente no *darksite*.

### 2.8.2 Narrativa

Quando uma empresa tem uma crise social contracta especialistas, onde estes têm como missão canalizar os utilizadores da empresa para o sítio criado para gerir a crise.

No decorrer das várias fases do jogo representativo da simulação, os jogadores vão analisar a informação presente no sítio da crise, bem como o valor da ação da empresa. O valor desta ação, associado ao número de visitas no sítio da crise, leva os jogadores a tomarem uma decisão em cada fase do jogo.

No fim das quatro fases do jogo, os alunos recebem o resultado e tomam consciência das consequências que as suas escolhas têm durante todo o jogo, comparativamente às restantes equipas em jogo. No anexo B encontra-se um exemplo de como a pontuação é calculada no fim das quatro interações do jogo. Esta pontuação é feita com base na definição de prioridade das respostas e na forma como estas devem ser dadas no decorrer do jogo.

### 2.8.3 Sítio da Crise, *Darksite*

A sala colaborativa do jogo (Vaz & David, 2013b) é constituída por quatro sítios: o sítio da crise, duas páginas de monitorização e a página de entrada de dados. Este sistema permite construir uma simulação alimentada por três fontes de informação, as quais, depois de analisadas, vão gerar quatro respostas sequenciais durante de toda a simulação. O jogo é realimentado por cada uma das respostas do sistema sendo que a última resposta do jogo culmina com um resultado onde se pode depreender o nível de aquisição de conceitos necessários para a resolução de uma crise social.

A Imagem 1 contém informação alusiva à crise em análise no jogo, demonstrando a informação disponibilizada ao público redirecionado pelos especialistas contratados pela empresa.

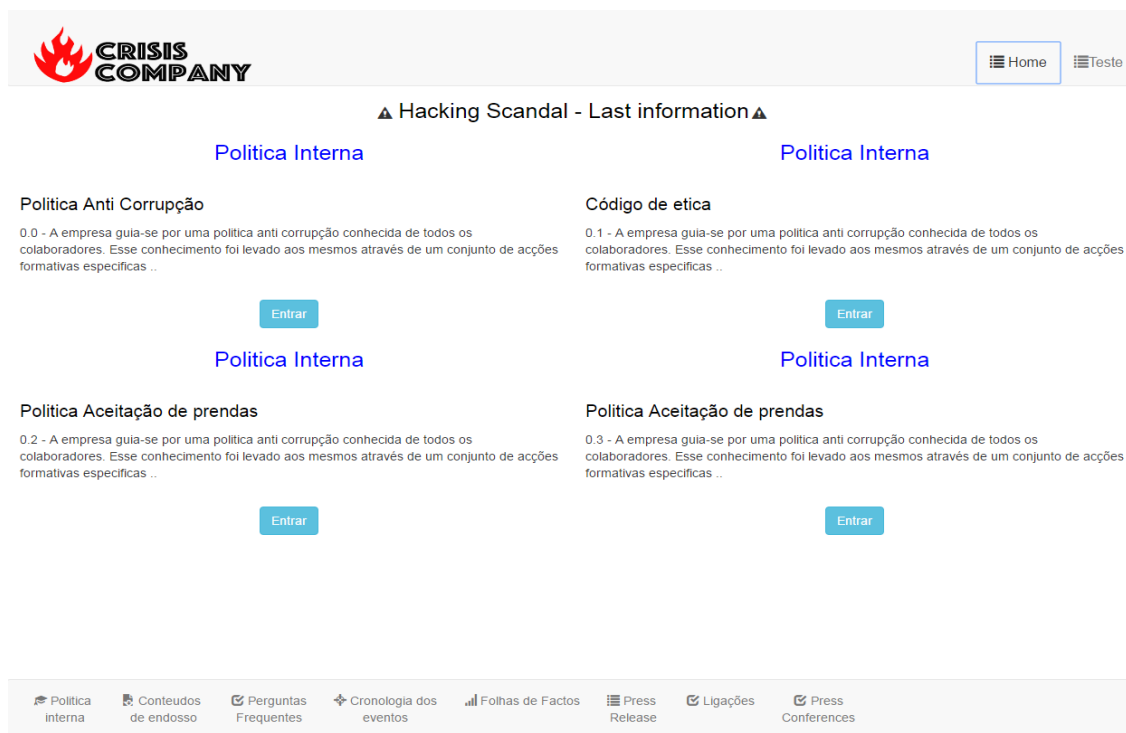


Imagem 1 - Sítio da Crise (Vaz, 2017d)

#### 2.8.4 Páginas de Monitorização

Os pontos mais importantes a monitorizar durante uma crise social estão diretamente relacionados com a perceção da imagem da empresa aos olhos do público e da variação da cotação das ações da empresa atingida pela crise.

##### 2.8.4.1 Evolução da Ação

O valor da ação da empresa em crise tem tendência para oscilar com base na opinião dos utilizadores da empresa. A Imagem 2 representa o valor da ação da empresa em crise durante a simulação. Este gráfico evolui em função da tomada de decisão a cada iteração do jogo.

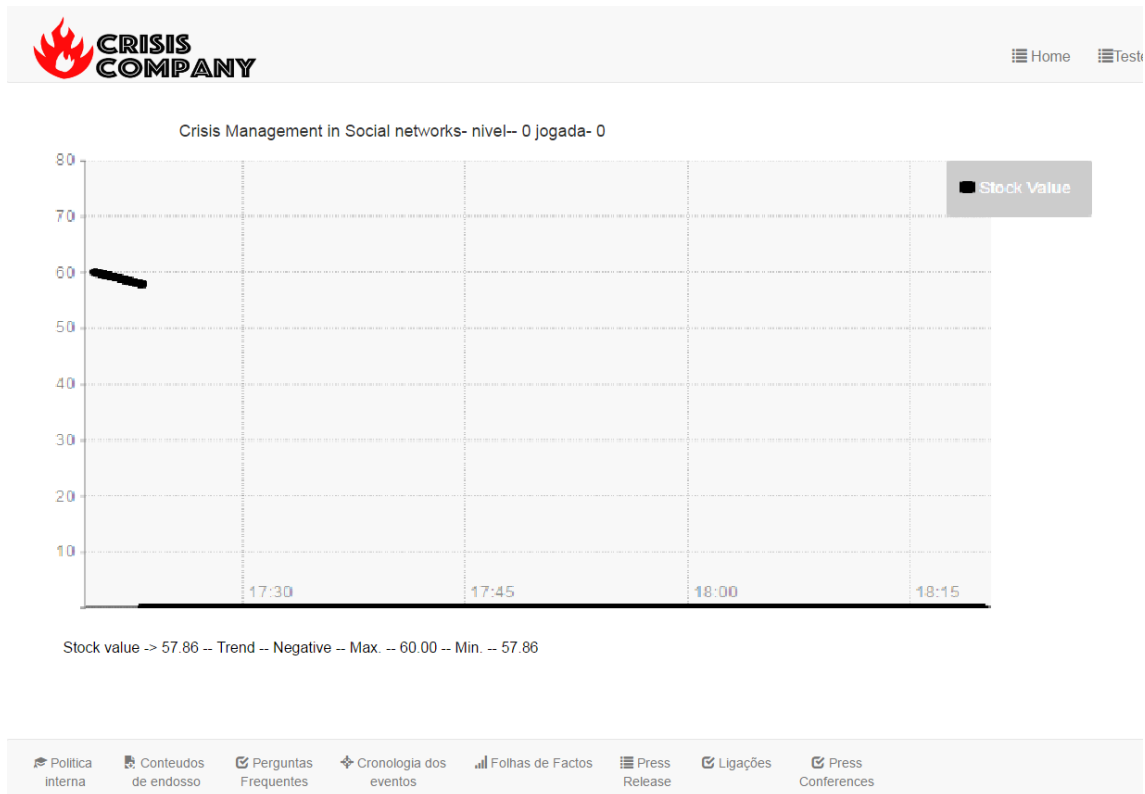


Imagem 2 - Monitorização da Ação (Vaz, 2017c)

#### 2.8.4.2 Dashboard

A Imagem 3 mostra o número de *page views* e o número de visitas ao sítio da crise, que evoluem em função da resposta de cada iteração do jogo. Estes são os resultados do efeito da informação presente no sítio da crise e de como esta informação afeta os utilizadores da empresa.

A análise de informação no decorrer da simulação da crise vai criar sustentação às respostas tomadas durante as várias fases do jogo.

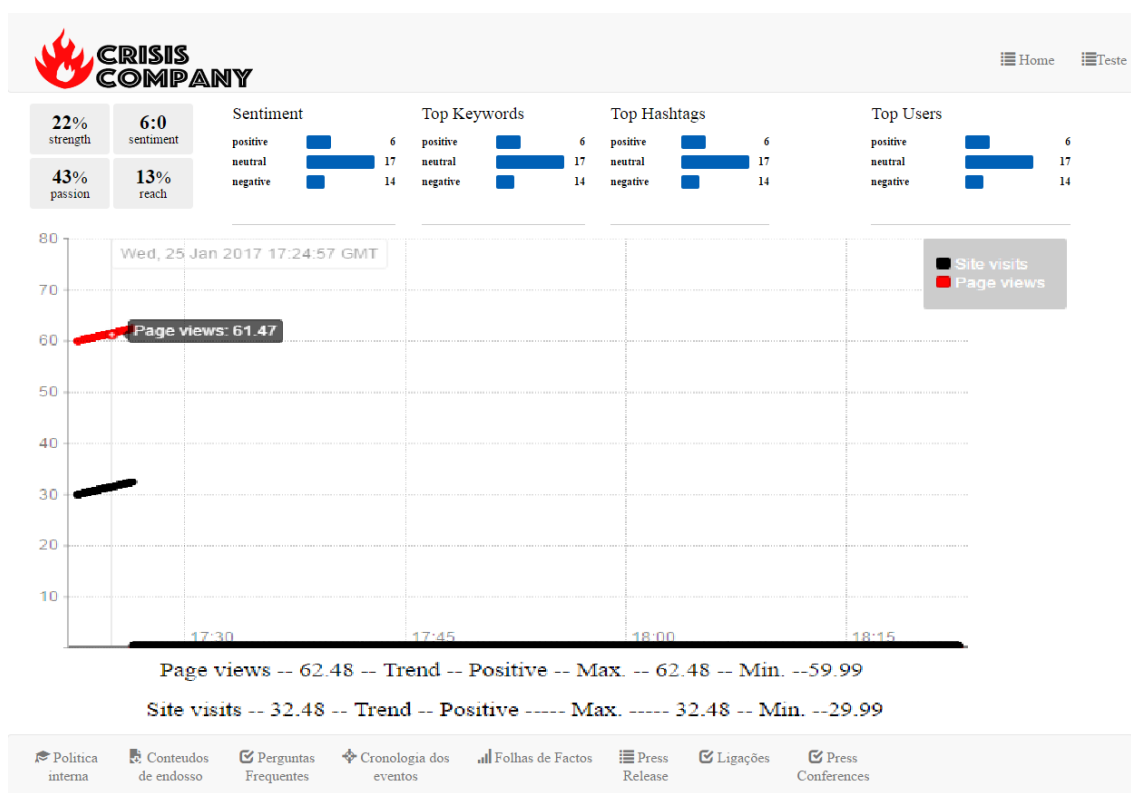


Imagem 3 – Dashboard (Vaz, 2017a)

As escolhas introduzidas no sítio de entrada de dados a cada fase do jogo, após filtradas pelo simulador, vão gerar o volume de sentimentos e de valores expostos no *dashboard*. A variação destes valores deve levar os jogadores a compreender a influência das redes sociais na gestão de uma crise social.

### 2.8.5 Entrada de Dados

A página de entrada de dados é o centro de todo o jogo. Está presente em todas as fases da simulação e é nesta página que os alunos demonstram a sua capacidade de analisar informação e tirar conclusões lógicas sobre a crise em análise no decorrer do jogo.

O estudo e a análise da informação disponibilizada nas páginas do jogo leva à recolha dos elementos necessários para resolver a crise social.

Na Imagem 4 podemos ver a típica interface da tomada de decisão.

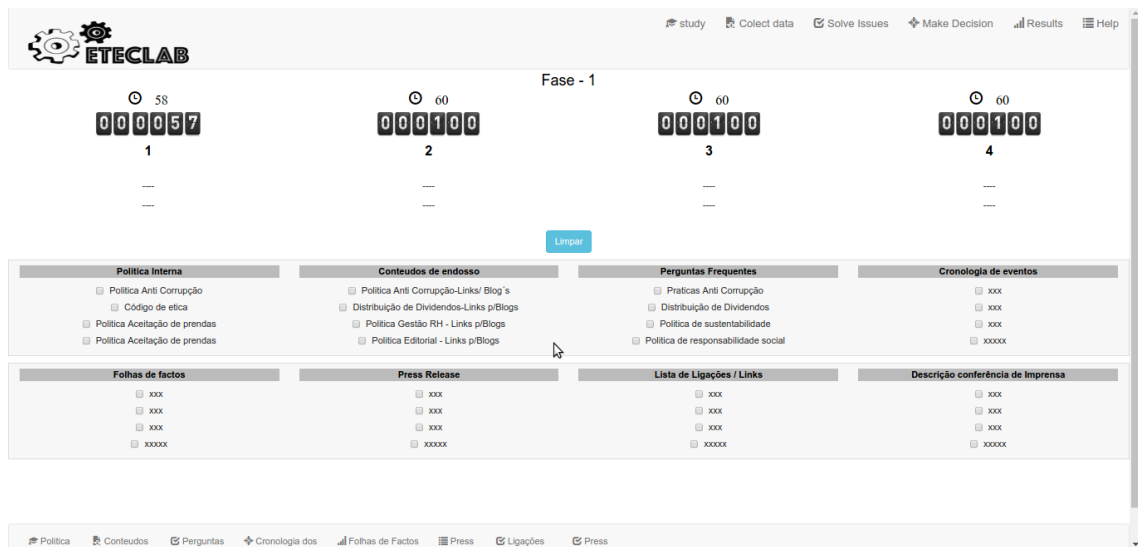


Imagem 4 – Entrada de Dados (Vaz, 2017b).

No fim de analisada a informação e da obtenção da solução dos puzzles, é tomada a decisão da fase do jogo. Em cada fase, os alunos escolhem a opção mais adequada com base no conhecimento adquirido, obtendo-se, assim, os resultados concretos que dizem respeito à classificação da presente fase que simula a crise.

No fim das quatro fases do jogo, os alunos recebem o resultado e tomam consciência da consequência das suas escolhas durante toda a simulação, comparativamente às restantes equipas em jogo.

### 2.8.6 Versão 3D

Na Imagem 5 podemos ter uma perceção do ambiente do jogo em 3D. Neste ambiente, os vários elementos da equipa vão poder observar virtualmente todas as páginas da simulação de uma forma centralizada. Esta página tem como objetivo substituir o acesso simultâneo a vários computadores ou sessões distintas de *browsers*, para a análise e visualização da informação por um único acesso.



Imagem 5 - Sala virtual (Vaz, 2017e).

## 2.8.7 Tecnologia

A plataforma de colaboração foi desenvolvida para ser facilmente acedida a partir de qualquer dispositivo que contenha um *browser* e acesso à internet. A tecnologia utilizada no desenvolvimento dos vários sítios que constituem a plataforma colaborativa permite uniformizar o seu desenvolvimento, bem como a comunicação entre cada sítio e o servidor.

### 2.8.7.1 Sala Colaborativa

O sistema que compõe a sala colaborativa é composto por quatro sítios otimizados para a internet. Estes recorrem a tecnologias onde se destacam o HTML, o CSS e o *Javascript*. Esta última é utilizada através de um conjunto de bibliotecas, das quais se destacam o *AngularJS* e o *jQuery*.

O HTML é das linguagens de desenvolvimento mais utilizadas na internet, sendo também uma das mais leves e flexíveis, tornando-se, assim, uma solução ideal para o trabalho desenvolvido e a desenvolver.

Associada à camada de apresentação da página temos o *Bootstrap*. Esta *framework* integra componentes de CSS e de *Javascript* que, no seu conjunto, permitem dar rapidamente um aspecto profissional e apelativo à plataforma existente, facilitando a adaptação das páginas a diferentes resoluções e dispositivos.

De modo a otimizar o desenvolvimento do código e torná-lo mais reutilizável, utilizou-se a biblioteca *AngularJS*, que disponibiliza um conjunto de componentes onde se poupou tempo de desenvolvimento, criando código mais estável e otimizado.

Por fim, temos o *jQuery*. Esta biblioteca de *javascript* avançada facilita o acesso ao DOM de forma simples com recurso a menos linhas de código comparativamente ao *javascript*. O seu principal objetivo neste desenvolvimento foi reduzir a complexidade do código e o número de linhas necessárias para cumprir um determinado objetivo tornando o código mais legível.

### 2.8.7.2 Ambiente 3D

O ambiente 3D existente consiste num protótipo que recria uma sala virtualmente, recorrendo a tecnologias que potenciem a sua utilização no âmbito da realidade virtual.

Adicionalmente às tecnologias utilizadas nos sítios da sala colaborativa, o cliente com suporte à utilização de realidade virtual usa duas outras bibliotecas de *Javascript*: o *three.js* e *CSS3DRenderer.js*.

O *three.js* é uma biblioteca de *Javascript* que nos permite gerar uma cena com elementos 3D dentro de uma página de internet com a utilização da API do WebGL. O WebGL está integrado nos padrões de todos os *browsers* modernos, permitindo a utilização do *hardware* do dispositivo físico, onde é efetuado o *rendering* da página de internet. A sua maior vantagem é a independência de *plugins* dos *browsers* (Chen & Xu, 2011).

O *CSS3DRenderer.js* permite efetuar o *rendering* 3D de CSS e faz utilização das propriedades do *three.js*, aplicando as transformações 3D a elementos do DOM.

### 2.8.7.3 Servidor

O atual componente do servidor assenta sobre a biblioteca *node.js* com recurso a vários módulos, onde se destacam o *async*, o *fs*, o *socket.io*, o *express*, o *path* e o *http*.

O *node.js* é um servidor em *Javascript* que funciona com uma única *thread* (Chhetri, 2016), e onde toda a sua gestão é feita assincronamente sobre a mesma *thread* como, por exemplo, operações I/O (Paudyal, 2011). Ao contrário de outras linguagens de programação síncronas, que executam o código de forma sequencial independentemente do tempo que este demore, o *node.js* funciona por eventos, ou seja, permite que um pedido

seja recebido e que seja processado em segundo plano enquanto mais pedidos são recebidos em simultâneo, sendo a resposta do pedido inicial apenas devolvida quando o seu processamento tiver terminado. Por exemplo, num pedido a uma base de dados, enquanto o processamento da *query* é efetuado, o servidor consegue continuar a efetuar respostas a outros pedidos. Este é um conceito dominante, que permite proveitos em eficiência, mas que ocasionalmente exige um pouco mais de trabalho para realizar determinadas operações que dependem da ordem em que o código foi escrito. Se, por exemplo, o bloco de código a executar após a *query* depender da mesma é necessário que este aguarde pela conclusão da *query* para continuar. Neste caso, é necessário garantir que o *node.js* aguarde pela conclusão da *query*. É neste ponto que o módulo *async* é importante, pois permite que o *node.js* execute um determinado conjunto de funções de forma síncrona, aguardando pelo fim das mesmas antes de executar a função final.

O módulo *fs* permite ao *node.js* aceder ao sistema de ficheiros do servidor. Este módulo é responsável por gerir todas as operações de *I/O* entre o *node.js* e o sistema de ficheiros. Em conjunto com o módulo *fs* utilizamos o módulo *path*, que permite ao *node.js* gerir o acesso dos caminhos dos ficheiros locais. Cada tipo de sistema operativo tem formas diferentes de gerir o caminho local dos seus ficheiros. O *path* é um módulo do *node.js* que permite fazer a gestão destes caminhos, dando total abstração ao programador sobre o sistema operativo onde o *node.js* está a correr, desta forma, o sistema operativo do servidor pode ser Windows, Macintosh ou Linux, que o código do servidor irá funcionar da mesma forma.

O módulo mais importante da plataforma é, no entanto, o *http*. É função deste módulo adicionar ao *node.js* a possibilidade de funcionar como um servidor de internet. Sem este módulo, a plataforma colaborativa funcionaria como uma qualquer aplicação local e neste caso dificilmente se poderia designar esta plataforma como colaborativa.

Facilitando a comunicação na plataforma temos o módulo *Socket.io*. Este funciona como uma camada de comunicação bidirecional para aplicações em tempo real (Chhetri, 2016), criando uma camada de abstração dos métodos de comunicação onde se incluem os pedidos de *ajax* e *websockets* numa API simples. Com este módulo podemos enviar e



receber informação sem a necessidade de nos preocuparmos com a compatibilidade entre *browsers*.

Com o intuito de estendermos as capacidades do *node.js*, criando rapidamente uma API, temos o módulo *express*. As suas principais características são a facilidade em criar rotas e o redireccionamento de pedidos de conteúdos (Paudyal, 2011).

#### 2.8.7.4 Diagrama de Mensagens

A Imagem 6 reflete a forma como as mensagens são trocadas entre os clientes e o servidor (*Proxy*), que faz a gestão e o controlo da plataforma do jogo durante as várias fases do mesmo, desde o *login* do jogador até à última jogada, que dá por encerrada a simulação.

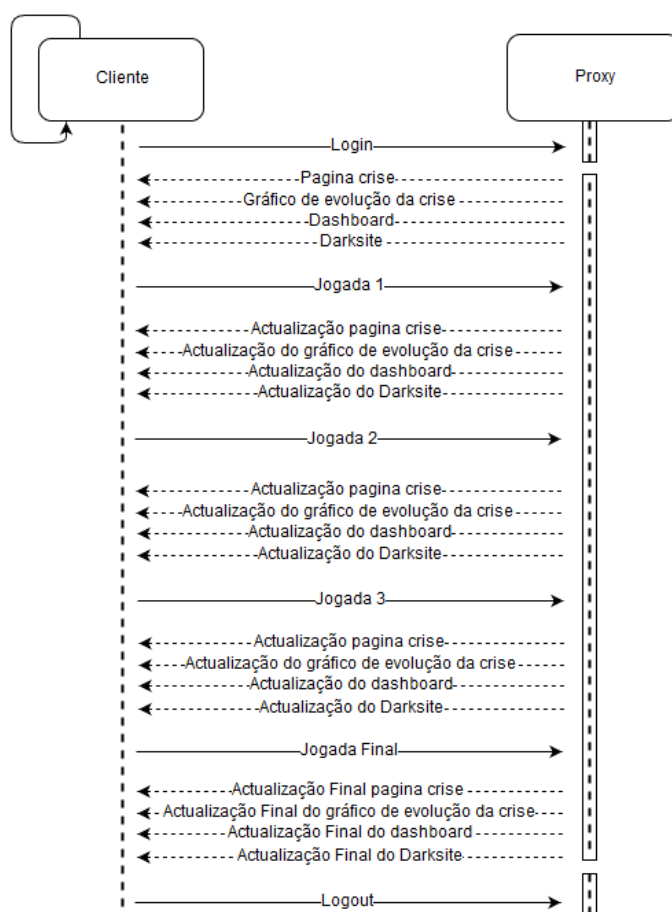


Imagem 6 - Diagrama de Mensagens



### 3. Ambiente Virtual

Os ambientes de *e-learning* assentam numa página de Internet e na forma como o seu conteúdo é estruturado. A forma como este conteúdo é estruturado vai afetar a facilidade de acesso ao *e-learning* e é uma das razões que leva os utilizadores a sentirem dificuldade neste tipo de plataformas (Rodrigues, 2007).

Os ambientes de aprendizagem virtuais adicionam às plataformas de *e-learning* o problema da forma como os objetos 3D são apresentados. A apresentação de objetos 3D depende de condicionantes técnicas que resultam da amplitude do campo de visão, da distância, da cor, da resolução e do formato com que os objetos são apresentados no ambiente virtual.

#### 3.1 Posicionamento da câmara virtual

A posição da câmara no mundo virtual apresentada ao utilizador influencia a forma como este percebe os objetos que lhe são apresentados. A câmara deve estar posicionada ligeiramente abaixo do campo de visão. Como representado na Imagem 7, a altura recomendada para a câmara é 1,60m, que é a altura média de um avatar num cenário de realidade virtual (Epic Games, 2016) (Alger, 2015).

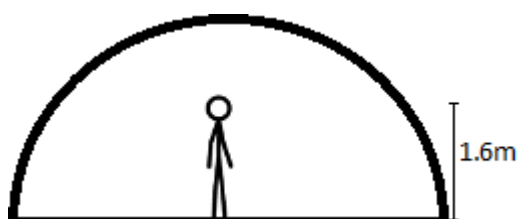


Imagem 7 - Altura Média de um avatar.

#### 3.2 Campo de visão e posicionamento dos objetos

O *rendering* de objetos no ambiente virtual vai depender da sua posição relativamente a distância do campo de visão do utilizador. A distância ótima entre o utilizador e o posicionamento dos objetos no seu campo de visão situa-se entre os 0.75m e os 3.50m (Oculus VR, 2015) (Epic Games, 2016). A distância máxima considerada confortável e/ou segura para a apresentação legível de menus é 2.50m (Oculus VR, 2015).

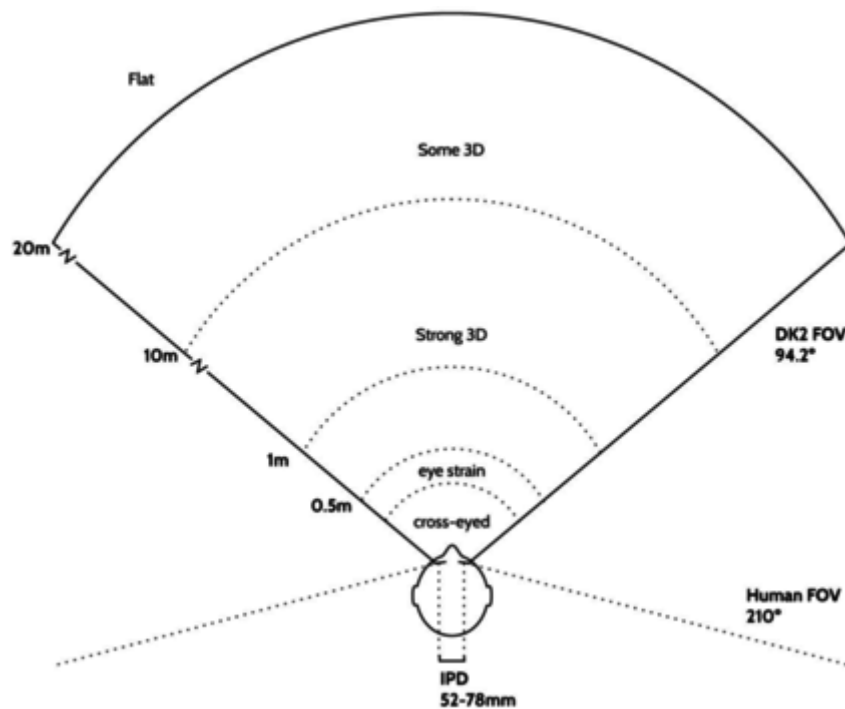


Imagem 8 - Campo de Visão (Alger, 2015)

Como podemos observar na Imagem 8, a qualidade dos objetos inseridos no campo de visão está diretamente relacionada com a distância a que estes se encontram.

Os objetos mais próximos do campo de visão devem ter mais qualidade, para que os detalhes possam ser observados pelo utilizador. Inversamente, os objetos mais afastados não necessitam de tanta resolução, pois o utilizador não vai ter perceção nem tirar qualquer benefício da qualidade extra (Kim et al., 2013).

### 3.3 Cor e posicionamento dos objetos em ambiente virtual

O posicionamento dos objetos em um cenário 3D em realidade virtual depende da limitação física do olho humano. Independentemente de o cenário ser ou não virtual, este irá ser observado da mesma forma pelo utilizador. A perceção dos objetos num cenário virtual depende da relação entre a posição dos objetos e a limitação do campo de visão do olho. Tal como no mundo real, o olho humano tem limitações relativamente à distância e aos ângulos de visão, e ao construirmos um mundo virtual, é necessário ter atenção a estes mesmos parâmetros.

Como podemos observar pela Imagem 9, o olho humano tem três zonas sensórias de percepção. A zona confortável à qual nós podemos aceder facilmente olhando em frente, a zona periférica a que apenas acedemos quando fazemos rotação do pescoço e a zona de curiosidade, que não é visível. Temos, no entanto, percepção da sua existência. Só damos real atenção à zona de curiosidade quando esta é despertada por outro sentido como, por exemplo, a audição.

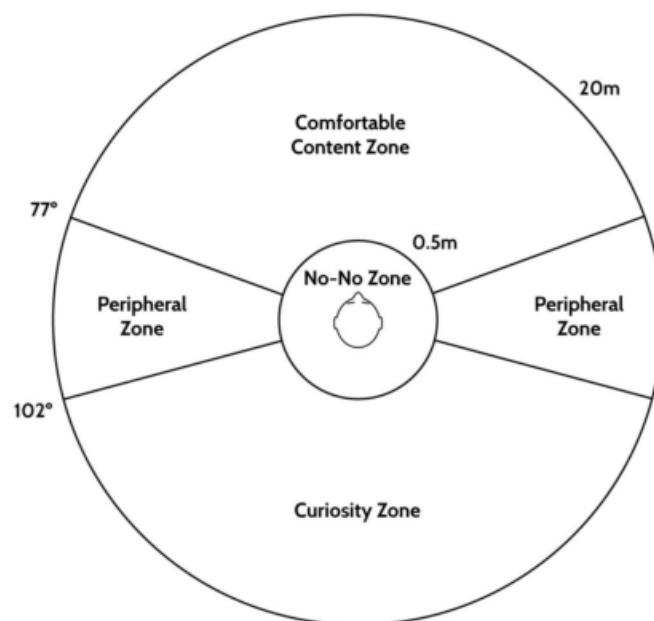


Imagem 9 - Ângulos de Visão (Alger, 2015)

No mundo real, para termos percepção de qualquer objeto, este tem de estar corretamente posicionado no nosso campo de visão. Caso contrário, não conseguimos ter a percepção da sua cor ou forma com clareza suficiente para identificarmos o que estamos a ver (Brillhart, 2016).

Para que a percepção seja ótima, o mundo virtual deve ser construído mantendo o sentido de escala entre os objetos. A menos que estejamos num mundo completamente fictício, construído com vista à total abstração da realidade, quando emergimos no mundo virtual esperamos ver consistência nos objetos presentes o nosso campo de visão (Oculus VR, 2015).

A apresentação dos objetos e a cor utilizada vão depender da relação entre a distância e a necessidade de percepção que queremos dar ao mesmo. Se queremos que o objeto seja

alvo da atenção do utilizador, este deve ficar colocado no seu campo de visão primário (Alger, 2015).

### **3.4 *Letring* em ambiente virtual**

O tamanho da letra num cenário 3D em VR é subjetivo à distância a que os objetos com texto são inseridos no cenário. A consequência de um objeto posicionado fora do campo de visão recomendado é a dificuldade ou impossibilidade de perceber o seu conteúdo. Se respeitarmos a distância recomendada da plataforma VR em que estamos a introduzir objetos, a sua perceção, ou leitura, no caso de blocos de texto, incutimos no utilizador uma experiência de utilização ótima e facilitamos a sua interação com o mundo virtual apresentado (Oculus VR, 2015).

A perceção da letra num ambiente virtual não depende do tipo de letra. A escolha tipográfica deve seguir os padrões de *lettering* padrão de qualquer cenário 2D. A real dificuldade está no contraste com o cenário 3D e na relação com a profundidade do cenário (Jagnow, Rob; Ishigaky, Michael; Kumar, 2016). Para solucionar este problema num cenário 3D em realidade virtual, a letra deve ficar sempre posicionada em contraste sobre um objeto ou plano de cor sólida (Jagnow, Rob; Ishigaky, Michael; Kumar, 2016).

A boa perceção de um bloco de texto num cenário virtual depende da sua correta posição dentro do campo de visão do utilizador (Leap Motion, 2015). A zona ideal para apresentar blocos de texto situa-se na zona de conforto, que simula a presença do olho humano inserido no mundo virtual. A distância recomendada para a apresentação de um bloco de texto é de 1.30m (Alger, 2015), e num plano perpendicular à visão.

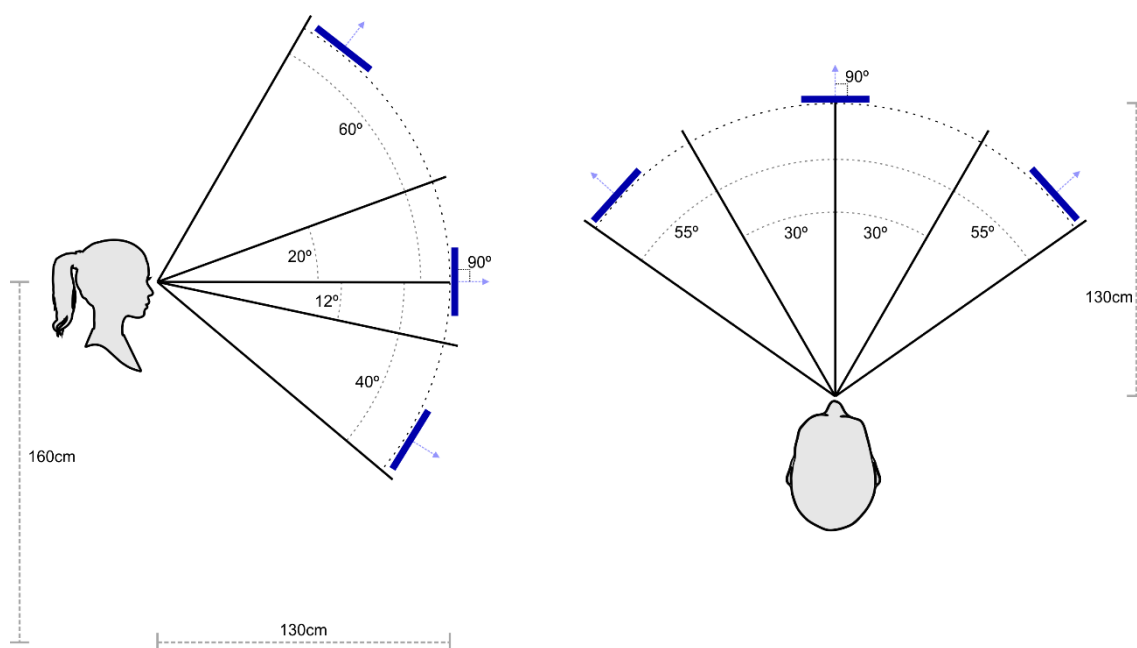


Imagem 10 - Ângulos de Visão

Como podemos observar na Imagem 10, os planos representativos do texto devem estar entre os ângulos de visão mínimo e máximo, situados entre a zona de conforto e a zona de esforço consoante o movimento do pescoço. Os ângulos de conforto são diferentes dependendo do tipo de movimento. Em movimento perpendicular a zona de conforto tem uma amplitude de 20° para cima e de 12° para baixo. Já a zona de esforço tem um alcance superior com uma amplitude de 60° para cima e de 40° para baixo. Quando comparado com o movimento perpendicular, o movimento lateral é simétrico, pois aqui a rotação do pescoço tem uma zona de conforto entre 30° e 55° em esforço.





## 4. Definição de Requisitos

Para a correta comunicação entre os vários componentes da plataforma colaborativa existente e do protótipo a desenvolver, é necessário definir os parâmetros que conduzem à sua implementação através de uma arquitetura adequada. Só assim se consegue garantir uma aceitação e um funcionamento ótimos da plataforma no seu todo. É necessário garantir a coesão entre a tecnologia e os métodos de comunicação utilizados na comunicação entre o servidor *proxy* e o protótipo através de uma arquitetura acessível e eficiente.

Criar uma plataforma utilizável não é suficiente para garantir o seu sucesso. Da mesma forma que deve existir empatia entre as partes constituintes da plataforma, é igualmente fundamental definir os requisitos essenciais para que a arquitetura do protótipo desenvolvido faculte aos seus utilizadores a observação da competição em curso. A utilização do protótipo deve facultar a aquisição de conhecimento através da observação da competição a decorrer, a qual deve estar alinhada com a aquisição de conhecimento estipulada pedagogicamente na narrativa da simulação.

### 4.1 Requisitos não Funcionais

Os requisitos não funcionais representam limitações e propriedades do sistema que alberga a plataforma da competição em ambiente de simulação, com recurso à observação.

Estes requisitos devem ser escritos de forma objetiva e de fácil compreensão, na medida em devem garantir que a plataforma seja o mais fiável possível. No entanto, não se pode esquecer que o observador espera um modelo intuitivo e de simples utilização, pelo que os requisitos devem refletir esta necessidade.

#### 4.1.1 Requisitos de Usabilidade

Os requisitos de usabilidade, resumidos na Tabela 2, estão relacionados com a interface do observador e definem o nível de simplicidade de interação entre este e o protótipo.

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF01	Deve ser possível utilizar o protótipo em qualquer browser web, de maneira a que a experiência de utilização seja idêntica em qualquer sistema operativo ou plataforma.	Média
RNF02	O menu que permite a consulta de cenários concorrentes deve ser simples e de fácil interação, estando acessível na sala virtualizada durante toda a simulação.	Média
RNF03	Os utilizadores não necessitam estar fisicamente na mesma sala para observar a competição.	Alta
RNF04	A localização física do observador não pode ser um fator diferenciador na utilização do protótipo.	Alta
RNF05	Todos os observadores devem ter a mesma facilidade de acesso ao protótipo.	Média
RNF06	O <i>layout</i> da sala virtualizada e o contraste com os ecrãs de observação devem ser visualmente apelativos.	Média

Tabela 2 - Requisitos de Usabilidade

Apesar da impossibilidade de antever a facilidade de interação de todos os observadores do protótipo, este conjunto de requisitos pretende garantir a aprendizagem colaborativa recorrendo à observação e oferecendo a liberdade de observar e aprender independentemente da sua localização, desde que tenham acesso a um *browser* e qualquer dispositivo com acesso à internet.

#### 4.1.2 Requisitos da Arquitetura

A arquitetura do protótipo deve ser planeada de modo a ser possível efetuar a sua extensão. Todas as bibliotecas utilizadas devem ser de fácil integração e manutenção, para preservar a consistência da plataforma existente.

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF07	Devem ser utilizadas bibliotecas de <i>software</i> livre.	Alta
RNF08	O protótipo deve estar estruturado para que seja fácil integrar novos módulos/componentes.	Alta

RNF09	O protótipo deve estar segmentado, facilitando a sua reutilização.	Alta
RNF10	As bibliotecas utilizadas devem estar centralizadas num único repositório, permitindo a correta gestão do seu controlo de versões.	Alta
RNF11	As atualizações devem ser transparentes para o observador.	Alta
RNF12	O servidor deve conter uma API que responda no formato JSON, conforme os <i>standards</i> REST.	Alta
RNF13	Os novos métodos a desenvolver devem ser integrados com a API existente.	Alta
RNF14	Deve ser possível utilizar o protótipo em qualquer dispositivo que contenha um <i>browser</i> WEB.	Alta
RNF15	O protótipo WEB deverá funcionar em todos os dispositivos onde o <i>browser</i> não suportar a norma WebGL.	Alta
RNF16	O protótipo WebVR deve funcionar em qualquer <i>browser</i> WEB que suporte as normas WebGL, tais como <i>Chrome</i> ou <i>Firefox</i> .	Alta

*Tabela 3 - Requisitos de Arquitetura.*

O conjunto de requisitos da Tabela 3 atribui ao protótipo desenvolvido a modularização adequada à sua utilização, manutenção e atualização futura. A utilização de software livre permite uma atualização sem custos de licenciamento, sendo que a API REST facilita a integração e adição de futuros módulos à plataforma existente (Vaz & David, 2013b).

#### 4.1.3 Requisitos de Desempenho e Disponibilidade

Os requisitos de desempenho consistem em normas e padrões que devem ser tidos como referência no desenvolvimento do protótipo.

Devem ser garantidas a escalabilidade e a fiabilidade do protótipo, por forma a não limitar o número de observadores, mantendo, assim, uma performance aceitável.

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF17	O protótipo deve armazenar o histórico de todas as fases da competição terminadas.	Alta
RNF18	O protótipo deve ser escalável, permitindo vários observadores em simultâneo.	Alta

*Tabela 4 - Requisitos de Desempenho e de Disponibilidade.*

Este conjunto de requisitos, que sintetizamos na Tabela 4, concede ao protótipo desenvolvido as características mínimas que garantem uma resposta eficiente durante o seu normal funcionamento, assegurando uma utilização satisfatória e produtiva dos observadores.

#### 4.1.4 Requisitos de Confiabilidade e Segurança

Os requisitos de confidencialidade têm impacto na forma como a plataforma garante a segurança da informação armazenada. Este nível de proteção de informação deve ser garantido antes, durante e depois da competição.

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF19	O protótipo deve garantir a integridade dos dados não permitindo que o observador os altere.	Alta
RNF20	O protótipo deve garantir a integridade dos dados, não permitindo que o observador interaja com a competição em curso.	Alta

*Tabela 5 - Requisitos de Confiabilidade e Segurança.*

O conjunto de requisitos, resumido na Tabela 5, têm como objetivo garantir a segurança e a integridade da informação existente na plataforma durante a observação da competição, não devendo esta ser exposta a qualquer risco de segurança.

O protótipo a desenvolver não deve colocar em questão a segurança da plataforma existente e o desenvolvimento a efetuar no servidor *proxy* procura garantir a segurança da informação consultada.

#### 4.1.5 Requisitos do Protótipo

Este conjunto de requisitos reflete o nível de interação necessário entre ambiente virtual e o meio de acesso, especificamente se este ambiente virtual for acedido recorrendo a um dispositivo com um *browser*. Neste contexto, elaborámos os seguintes requisitos:

Identificação	Descrição	Prioridade
RNF21	A única limitação ao acesso da plataforma na vertente WebVR, deverá ser a existência ou não de um dispositivo ou os sensores que permitam a interação com o protótipo.	Alta
RNF22	No modo WebVR, o protótipo deve ajustar a sua resolução ao tamanho da janela do <i>browser</i> .	Media
RNF23	No modo VR, o protótipo deve ajustar-se ao tamanho total do ecrã do dispositivo de VR.	Media
RNF24	O dispositivo VR ajusta-se automaticamente às definições de visualização do protótipo (qualidade do <i>render</i> , FPS), de modo a que utilizador obtenha uma experiência fluida.	Baixa
RNF25	O observador deve poder entrar e sair do modo WebVR livremente.	Alta

*Tabela 6 - Requisitos da Realidade Virtual Imersiva.*

Este conjunto de requisitos atribui ao protótipo os preceitos mínimos para uma utilização ótima, minimizando os possíveis efeitos secundários característicos da utilização intensiva de dispositivos de realidade virtual.

## 4.2 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais aqui descritos têm como objetivo fazer uma descrição sucinta de como é que a arquitetura do protótipo deve reagir aos pedidos específicos necessários para o seu correto funcionamento, mantendo a consistência de dados e a plenitude das suas funções durante o decorrer da observação da competição em ambiente de simulação.

#### 4.2.1 Requisitos do Observador

A interação entre o observador e a plataforma colaborativa procura facilitar a sua aprendizagem e a obtenção de conhecimento recorrendo à observação da competição em curso.

Identificação	Descrição	Prioridade
RF01	O protótipo deve permitir a qualquer observador visualizar os cenários de todas as equipas em competição.	Alta
RF02	A consulta dos cenários das equipas concorrentes deve permitir ao observador comparar os resultados obtidos facilmente.	Média
RF03	A consulta de cenários concorrentes deve incluir todas as fases da competição terminadas, exceto a fase inicial, que é igual para todas as equipas em competição.	Alta
RF04	Deve ser possível pedir uma lista das fases da competição já terminadas durante todo o tempo da simulação.	Alta
RF05	Quando forem solicitadas fases da competição terminadas, estas devem ser apresentadas num menu de simples interação.	Alta
RF06	O observador recebe uma notificação sempre que não existam fases da competição para observar.	Alta
RF07	O observador não pode alterar a informação consultada.	Alta
RF08	O observador não pode interagir com a competição.	Alta
RF09	O observador pode somente consultar a informação da competição em curso.	Alta

*Tabela 7 - Requisitos de Observador.*

Este conjunto de requisitos descreve o tipo de interação que o protótipo deve oferecer ao observador da plataforma. O nível de interação existente deve permitir que o observador adquira uma experiência completa de obtenção de conhecimento, aprendendo por observação e por comparação de resultados das várias equipas em competição.

#### 4.2.2 Requisitos de *Layout*

Este conjunto de requisitos reflete as escolhas efetuadas na definição do *layout* para a construção de um ambiente virtual. Descreve, ainda, como devem estar dispostos os elementos no interior deste mesmo ambiente.

RNF10	A câmara virtual representativa do campo de visão do observador, deve ser colocada à altura <i>standard</i> de um avatar no ambiente virtual (1.60m)	Alta
RNF11	A posição da câmara representativa do ponto de vista do observador deve manter-se quando se alterna entre o modo VR e o modo WebVR.	Alta
RNF12	Os menus devem ser apresentados entre os 0.75m e 2.50m.	Alta
RNF13	Os objetos apresentados no ambiente virtual devem estar inseridos nas zonas de conforto vertical e horizontal do pescoço do observador.	Alta
RNF14	Os objetos inseridos no ambiente virtual devem estar entre os 0.75m e os 3.50m do ponto de vista da câmara.	Alta
RNF15	Os blocos de texto devem ser colocados a 1.3m de distância e dispor de um plano de fundo de cor sólida, para o correto contraste com a cor da letra.	Alta

*Tabela 8 - Requisitos de Layout.*

Este conjunto de requisitos atribui ao protótipo um *layout* adequado, que conduz o observador na aprendizagem e na aquisição de conhecimento, sem dificuldades de acesso à informação disponibilizada.





## 5. Definição de Arquitetura

A arquitetura define a forma como a informação vai circular entre as várias salas virtuais e o servidor *proxy*, onde a informação está armazenada. O desenho da arquitetura é o resultado da aplicação dos requisitos por forma a satisfazer as necessidades pedagógicas da aprendizagem colaborativa, através da observação, recorrendo ao protótipo desenvolvido no âmbito desta dissertação.

A arquitetura proposta gere a interligação das várias camadas necessárias para simular uma sala de aprendizagem virtual. Não abordará toda a complexidade da API existente, estando focada na comunicação entre a sala virtual a desenvolver e a API existente no *proxy*.

### 5.1 Sala Colaborativa Virtual

A sala colaborativa virtual é o local onde toda a aprendizagem pela observação decorre, pretendendo ser uma representação virtual de uma sala colaborativa física onde estariam vários quadros ou ecrãs com a informação a analisar ao longo do jogo.

A sala colaborativa virtual é responsável por pedir ao servidor *proxy* os dados necessários para iniciar a observação das fases da competição terminadas. Como pode ser visto no diagrama de comunicação representado na Imagem 11, a sala virtual pede ao *proxy* a informação necessária para carregar as quatro fontes de informação, de uma só vez, para a jogada concluída de uma determinada equipa em competição.

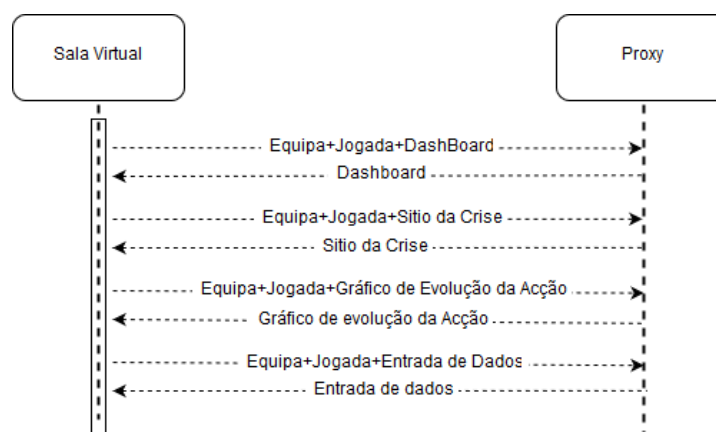


Imagem 11 – Diagrama de Comunicação entre a Sala Virtual e o Proxy.

A Imagem 11 ilustra, na prática, o funcionamento da plataforma colaborativa após a escolha do observador de uma determinada fase da competição a observar.

## 5.2 Diagrama de comunicação

O diagrama de comunicação da plataforma colaborativa é constituído por dois pontos, representados pelo servidor *proxy* e pelo grupo de páginas utilizadas para disponibilizar aos observadores a informação necessária à aprendizagem.

A Imagem 12 representa a comunicação das várias páginas constituintes da plataforma com o ponto central, denominado *proxy*, o qual centraliza toda a informação essencial das várias páginas a observar durante a competição.

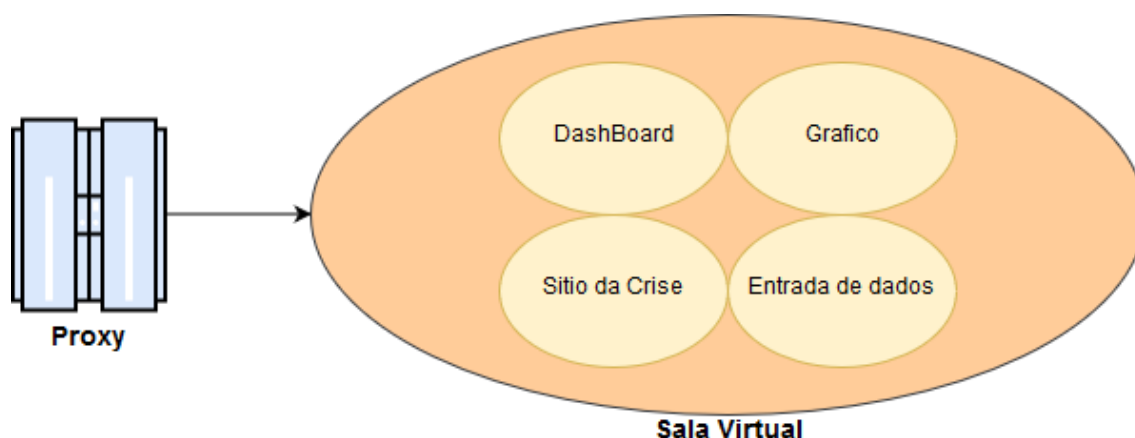


Imagem 12 - Diagrama de Comunicação entre o protótipo e o Proxy.

## 5.3 API de Comunicação

Durante a elaboração do protótipo, os métodos de comunicação e a interação existentes entre o servidor *proxy* e as várias páginas constituintes da plataforma existente mantiveram-se.

Toda a comunicação entre o protótipo desenvolvido e o *proxy* é feita com recurso a uma API desenvolvida num outro contexto académico (Santos, 2018) , no âmbito do presente projeto. Esta irá permitir comunicar, inserir e obter a informação necessária para manter a observação do jogo durante a competição promovendo a aprendizagem pela observação.

No entanto, a API existente necessitou de ser reajustada por forma a permitir a observação das páginas constituintes da plataforma durante a competição. Foi criado um método na API existente, que irá permitir o registo das fases da competição terminadas no *proxy*, e desenvolvido um segundo método para a consulta das fases da competição pelos observadores.

A comunicação entre o protótipo e o servidor está assente numa API REST, que permite aceder a recursos da internet via CRUD, utilizando os métodos HTTP (*GET*, *POST*, *PUT/PATCH*, *DELETE*).

Na Tabela 9 podemos observar o método utilizado na comunicação do servidor *proxy* da plataforma colaborativa desenvolvida no âmbito desta dissertação.

No desenvolvimento da plataforma foi utilizada a referência: <http://IP:PORTO/api>, correspondente ao endereço de desenvolvimento <http://localhost:8080/pedido> [http](http://localhost:8080/pedido).

Pedido HTTP	Método	Descrição
URL's relativos a <a href="http://localhost:8080/">http://localhost:8080/</a>		
/menu	GET	Devolve as fases do jogo em curso terminadas de todas as equipas. Este método é responsável por listar os cenários do jogo que estão disponíveis ao observador.

*Tabela 9 - Método da API para a devolução de dados do servidor.*

No Apêndice A encontra-se um exemplo da estrutura *JSON* devolvida por este método, assim como um exemplo da resposta que o protótipo espera receber do servidor *proxy*.

## 5.4 Protótipo WebVR, Diagrama de Alto Nível

O protótipo WebVR foi desenvolvido no decorrer desta dissertação, tal como inicialmente preconizado, com recurso a *software* livre. Na Imagem 13 podem ser observadas as relações e o enquadramento das várias bibliotecas *JavaScript* utilizadas para dar suporte aos requisitos do ambiente VR da sala colaborativa.

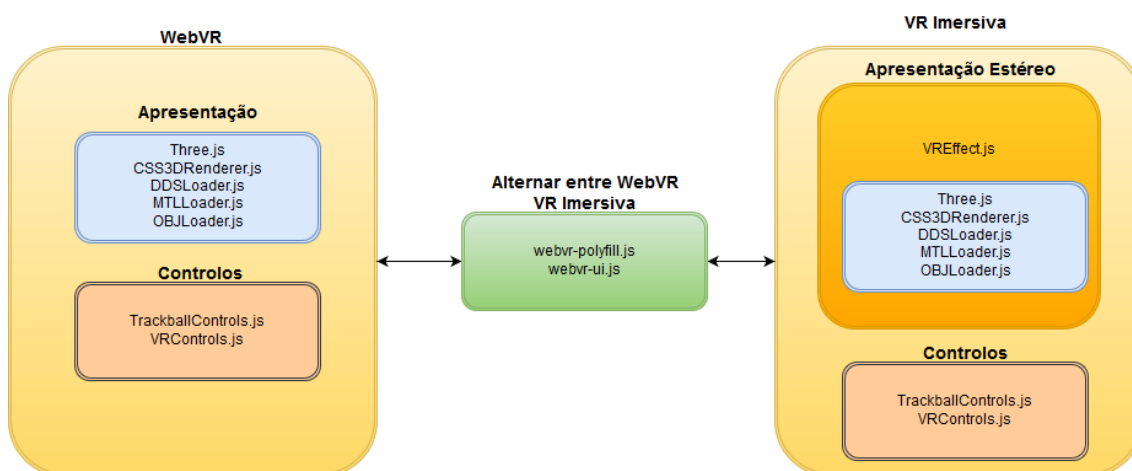


Imagem 13 - Diagrama de Alto Nível VR.

No diagrama de alto nível, presente na Imagem 13, estão ilustradas as duas camadas essenciais ao funcionamento do protótipo desenvolvido: a camada da apresentação, que inclui toda a interface 3D apresentada ao observador, e a camada de controlos, que permite a interação entre a interface e o utilizador. Além destas duas camadas, que fazem toda a apresentação e interação com o protótipo, existe ainda um comutador entre os modos de WebVR e VR Imersiva. Esta comutação transforma o modo de visualização monoscópica numa visualização estéreo, ideal para utilização do protótipo com recurso a *hardware* especializado como, por exemplo, óculos de realidade virtual.

A interação com o protótipo vai depender do dispositivo que estiver a ser utilizado para aceder ao mesmo. A interação pode ser feita com recurso ao dispositivo apontador conectado ao computador ou *tablet*. No caso de o dispositivo ser um telemóvel ou *tablet* e este integrar sensores como o giroscópio e o acelerómetro, podemos utilizar as suas propriedades para interagir com o ambiente virtual.

#### 5.4.1 Camada de Apresentação

A camada de apresentação inclui todas as bibliotecas responsáveis pela apresentação da informação ao observador, bem como a interface que faz a passagem da versão WebVR para a versão VR imersiva da plataforma.

Foram utilizadas as seguintes bibliotecas de *software* livre para constituir a camada de apresentação:

- Three.js (Cabello, 2018)

Esta biblioteca permite gerar uma cena com elementos 3D dentro de uma página de internet com recurso à API do WebGL. O WebGL está integrado em todos os padrões da internet presentes nos *browsers* modernos, sendo que permite o acesso à placa de vídeo de forma transparente para qualquer página de internet.

- CSS3DRenderer.js (Cabello, 2018)

Esta biblioteca, além de compatível com a maioria dos *browsers* modernos permite transformar elementos do DOM em elementos 3D. No contexto do protótipo desenvolvido, esta biblioteca foi utilizada para colocar *iframes* do DOM em uma perspectiva 3D integrada no ambiente VR criado com a biblioteca Three.js.

- DDSLoader.js, MTLLoader.js e OBJLoader.js (Cabello, 2018)

Este conjunto de bibliotecas permite adicionar elementos 3D e respetivas texturas ao cenário virtual. Os elementos 3D introduzidos no cenário são o resultado da composição de três *meshes* no Blender. A *mesh* criada pretende simular um avatar sentado numa secretária no centro de uma sala virtual de gestão de crise.

#### 5.4.2 Mecanismos de Interação e Controlo

Todas as plataformas permitem algum tipo de interação entre as mesmas e o utilizador. No protótipo desenvolvido foram utilizadas duas bibliotecas, para que a interação e experiência de utilização fossem idênticas, tanto no modo WebVR como no modo VR.

Foram utilizadas as seguintes bibliotecas de *software* livre para gerir os controlos e a interação no protótipo:

- TrackballControls.js (Cabello, 2018)

É utilizada para gerir toda a interação da plataforma no modo WebVR e VR. Permite a interação do observador com o protótipo através de controlos de rotação e de *zoom* sobre o cenário virtual.

- VRControls.js (Marcos, 2018)

Possibilita a interação com o protótipo no modo WebVR e VR, fazendo uso dos sensores do dispositivo utilizado no acesso à plataforma. O movimento detetado pelos sensores, giroscópio e acelerómetro, do dispositivo interagem com o cenário virtual de forma transparente para o observador.

### 5.4.3 Comutação WebVR VR Imersiva

A comutação 2D/3D é o ponto de passagem que gere a deteção de *hardware*, que permite a comutação entre os modos WebVR e VR imersiva, caso seja detetado *hardware* adequado.

Foram utilizadas as seguintes bibliotecas de software livre para permitir a comutação entre o modo WebVR e o modo VR Imersivo do protótipo:

- webvr-polyfill.js (Google, 2018a)

Esta biblioteca permite a implementação das especificações *standard* WebVR sem a necessidade de uma versão específica do *browser*. Esta biblioteca facilita a identificação dos dispositivos VR conectados ao sistema. Permite, ainda, simplificar a utilização dos *standards* WebVR, removendo a necessidade de conhecer em detalhe todas as especificações técnicas de baixo nível dos *browsers* compatíveis com a tecnologia de VR.

- webvr-ui.js (Google, 2018b)

Esta biblioteca permite a inclusão de um botão na interface WebVR, que irá ser usado para acesso ao ambiente VR Imersivo. Este botão apenas fica ativo se for detetado um dispositivo com capacidades VR.

### 5.4.4 Visualização Estérea

A visualização estérea é o modo adequado à utilização de dispositivos de realidade virtual estéreo como, por exemplo, óculos de realidade virtual. Para gerar o modo estéreo foram utilizadas as seguintes bibliotecas de software livre:

- VREffect.js (Cabello, 2018)

Esta biblioteca permite a geração do modo VR Imersivo, dividindo o ecrã de modo a criar um modo estéreo adequado à utilização de um dispositivo de realidade virtual como, por exemplo, óculos de realidade virtual ou o Google *Cardboard*.

Esta biblioteca funciona utilizando o motor de *render* inserido em cada uma das bibliotecas Three.js e CSS3DRenderer.js, gerando a mesma imagem em modo estéreo.

#### 5.4.5 Unidades de Medida e Cálculos

As unidades de medida utilizadas na biblioteca three.js não correspondem a qualquer unidade de medida padrão. Essencialmente, cria-se o mundo virtual utilizando uma norma definida no início de projeto, mantendo a proporção de todos os objetos do mundo virtual.

Na elaboração do protótipo, e tendo em conta que este consiste na apresentação de blocos de texto em páginas de internet inseridas em *iframes*, foi feita a relação entre o tamanho das *iframes* introduzidas, com a resolução de 1024\*768px, e um ecrã de dimensões generosas de 2.00m de largura por 1.50m de altura, utilizado, assim, a unidade de comprimento metro como referência.

Foi considerada a relação de 1024px para 2.00m. Todos os cálculos foram feitos a partir desta equivalência, tendo com o objetivo manter a proporção dos objetos e as distâncias entre estes no campo de visão do ambiente virtual.

Por exemplo, para posicionar a câmara à altura de um avatar de 1.60m foram efetuados os seguintes cálculos:

$$\begin{array}{l} 2.00 \text{ m} = 1024 \\ 1,60\text{m} = X \end{array} \quad X = \frac{1,60*1024}{2} \quad X = 819.2$$

Para simplificar a utilização das medidas e o posicionamento dos objetos, foram ignoradas nos resultados obtidos as casas decimais, considerando, assim, apenas o valor inteiro da divisão. Desta forma, a câmara foi colocada a 819px de altura.

## 5.5 Protótipo Sala Virtual, Diagrama de Alto Nível

Por forma a remover os problemas de *hardware*, que podem limitar a utilização do protótipo WebVR, o protótipo de sala virtual foi desenvolvido utilizando o HTML, o CSS e o *javascript* através das bibliotecas *bootstrap* e *jquery*. Na Imagem 14 podemos ver como estas tecnologias e bibliotecas se integram no desenvolvimento das várias camadas de apresentação e de interação da sala virtual.



Imagem 14 - Diagrama de alto nível da sala virtual.

Nesta sala virtual foi reutilizada a mesma API da sala de realidade virtual que dá suporte à observação da competição em curso.



## 6. Sala Colaborativa

Neste capítulo são abordados os conceitos pedagógicos de aprendizagem colaborativa por observação, utilizados na construção de um protótipo de uma sala virtual colaborativa, com base nos requisitos definidos. O protótipo desenvolvido contempla três vertentes, a saber WebVR, a prova de conceito em VR Imersiva e a WEB.

### 6.1 Protótipo de WebVR

O protótipo criado no âmbito desta dissertação utiliza a realidade virtual com o objetivo de facilitar e de estimular a aprendizagem colaborativa.

Na elaboração deste protótipo foram aplicados os requisitos previamente definidos para gerar um ambiente de aprendizagem simples e de fácil interação.

A imagem 15 ilustra o aspeto da sala virtual quando o observador entra. Nela podem ser vistos os quadros onde serão apresentadas as fontes de informação, os controlos da sala e os avatares que simulam a presença dos *marketeers* em trabalho. Somente quando houver fases de competição terminadas é que o menu presente no canto superior direito permitirá iniciar a observação.

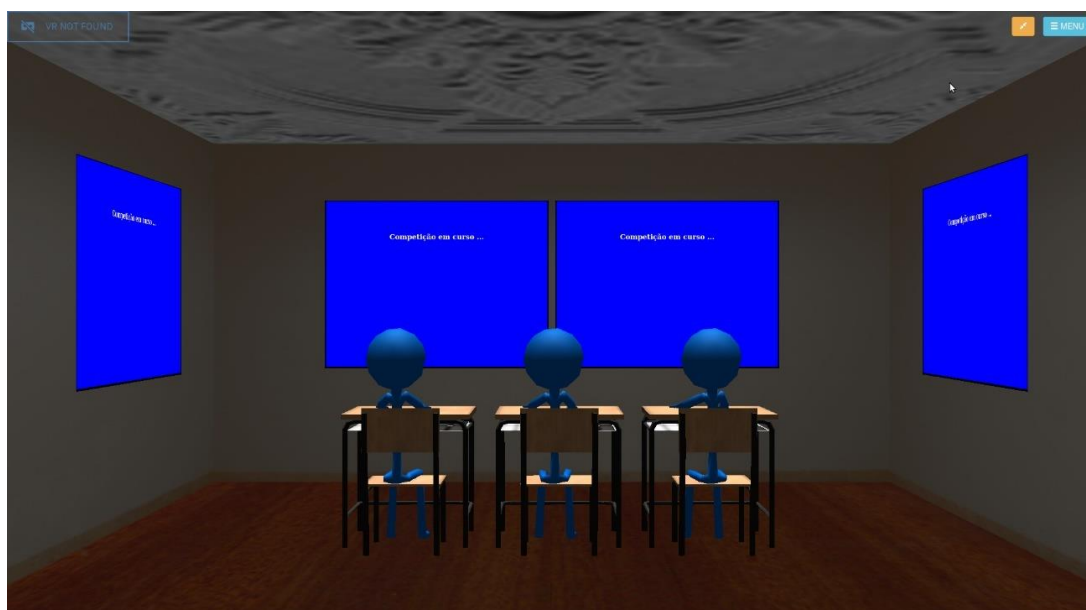
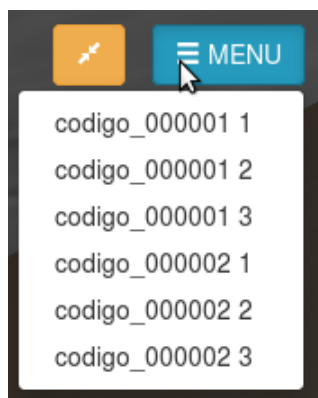


Imagem 15 – Modo Entrada - Protótipo Sala WebVR.

O botão do menu, presente no canto superior direito, permite aos observadores alternarem entre as fases possíveis de observar durante a competição. Desta forma, o observador tem a possibilidade de comparar os resultados das várias fases do jogo entre as equipas em competição. Isto permite melhorar a capacidade de análise dos observadores com base na comparação de resultados das várias equipas em competição face ao mesmo cenário. A Imagem 16 contém um exemplo do menu referido. As opções do menu refletem as fases terminadas das equipas em competição que podem ser observadas. Cada opção do menu contém dois valores: o código da equipa e a respetiva fase terminada, sendo que cada fase terminada corresponde a uma entrada no menu.



*Imagem 16 - Menu Plataforma Colaborativa.*

Ainda no canto superior direito, perto do botão do menu, é visível um botão laranja, que permite alternar entre os modos WebVR e Web do protótipo.

No canto superior esquerdo está presente um botão que permite alternar entre o modo WebVR e o modo VR Imersivo. Na Imagem 17 podemos ver os dois formatos possíveis deste botão, que apenas se apresenta como ativo se o *browser* reportar à sala virtual um dispositivo VR.



*Imagem 17 - Entrada VR Imersivo.*

Na Imagem 18 está ilustrado o ambiente virtual de uma sala de análise de crise. Este é o ambiente virtual apresentado aos observadores e que lhes permite criar a percepção de estarem inseridos no interior de uma sala de gestão de crise.

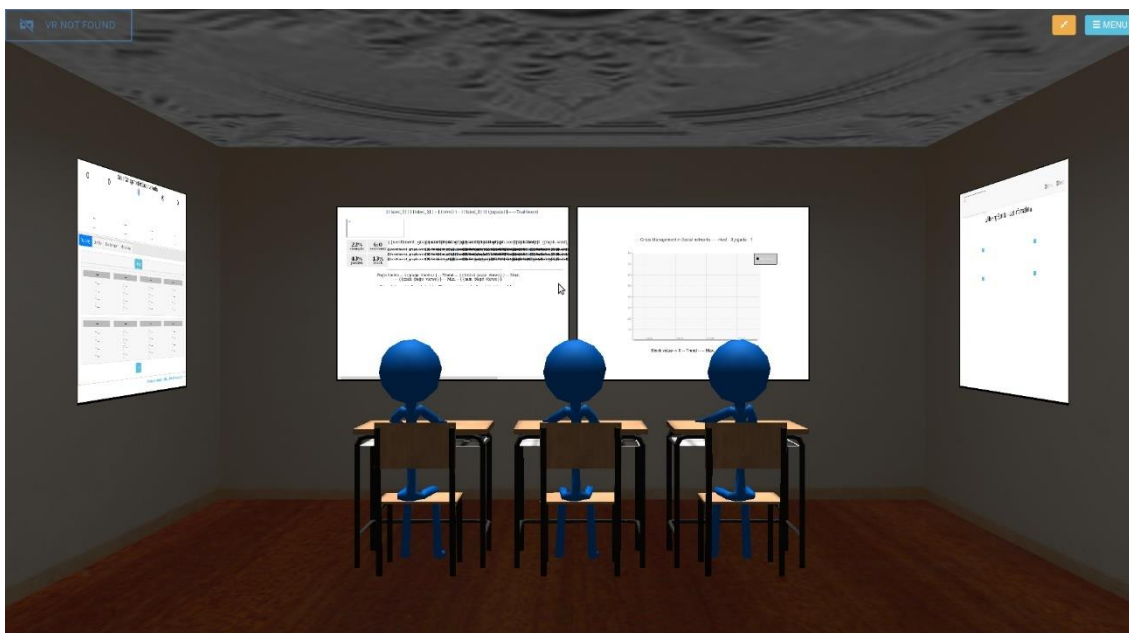


Imagem 18 – Modo Observação Protótipo Sala WebVR.

Dentro desta sala de observação virtual podem ser vistas as quatro fontes de informação que correspondem a uma determinada fase do jogo de uma equipa, sendo estes os dados que o observador tem disponível para observar durante a competição. Estas fontes de informação permitem ao observador tomar consciência do que se está a passar numa determinada fase do jogo.

## 6.2 Prova de Conceito VR Imersiva

Na Imagem 19 observa-se o mesmo ambiente da sala virtual sem o *rendering* do HTML. A falta do HTML deve-se ao facto de a biblioteca responsável pelo *rendering* do HTML no ambiente estéreo que recorre à tecnologia de WebGL ainda não estar desenvolvida. Conseguimos, no entanto, ver um plano sólido branco sobre o qual iríamos ter, em contraste, o HTML.

Neste ambiente existe no canto superior esquerdo um botão que permite sair do modo VR Imersivo, voltando ao modo WebVR, e um botão central que permite alternar com a versão do Google *Cardboard*.

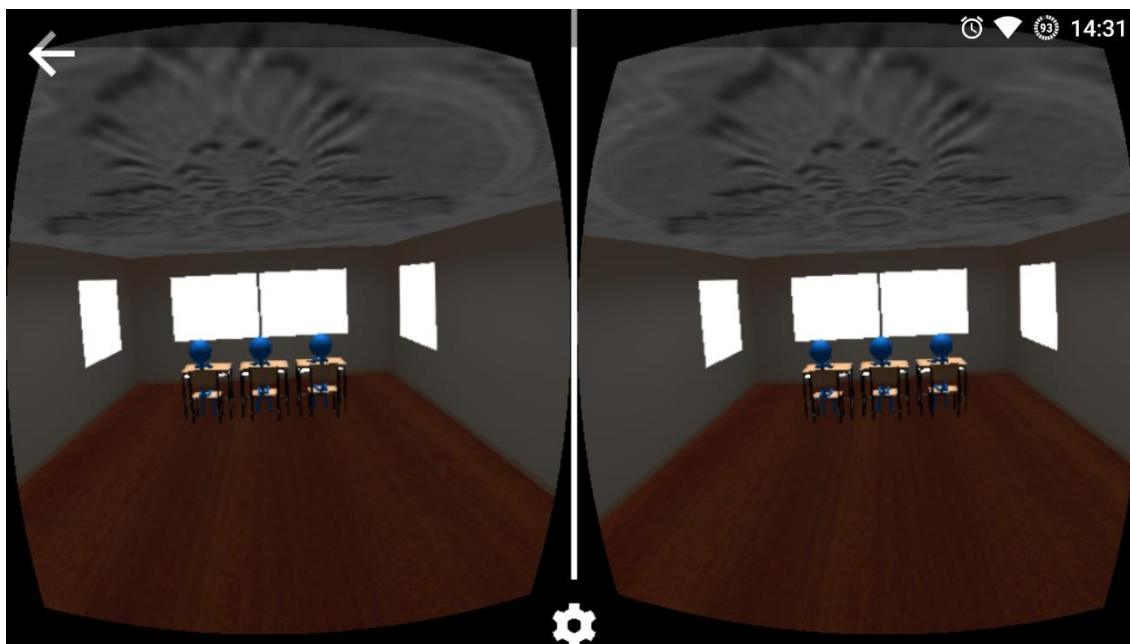


Imagem 19 - Prova de Conceito VR Imersiva.

### 6.3 Protótipo de Sala Virtual

A necessidade deste protótipo nasceu do facto de nem todos os dispositivos móveis terem as características de *hardware* necessárias à execução do protótipo de realidade virtual. Tendo a sala de colaboração sido desenvolvida com o objetivo de facilitar a observação em qualquer dispositivo com acesso a internet, a elaboração desta sala virtual é crucial para garantir que ninguém fica de fora desta nova forma de aprendizagem.

À semelhança do protótipo WebVR, a sala virtual contempla um modo de espera e um modo de observação, com as mesmas quatro fontes de informação, sendo a inexistência da componente VR a principal diferença.

Na elaboração deste protótipo foram utilizadas cores neutras que, quando conjugadas com uma interface limpa e acessível, permitem criar um ambiente colaborativo virtual com uma interface de simples interação.

Através da Imagem 20 podemos observar o aspeto da sala virtual quando não existem fases do jogo em observação.

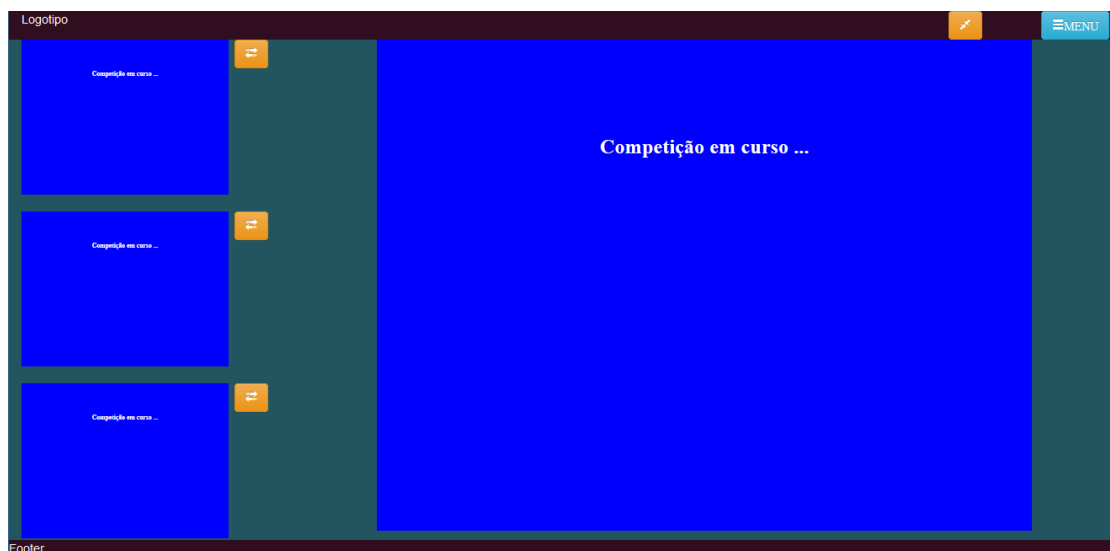


Imagem 20 – Sala Virtual em Espera.

À semelhança da prova de conceito WebVR desenvolvida, esta sala virtual contempla os mesmos dois botões no canto superior direito e os quadros onde serão apresentadas as fontes de informação. No entanto, adicionalmente, existem três outros botões amarelos junto às salas da esquerda, que permitem trocar a respetiva sala com a janela primária de visualização.

Na Imagem 21 podemos verificar a sala virtual no modo de observação, onde estão presentes as quatro fontes de informação, que correspondem a uma determinada fase do jogo.

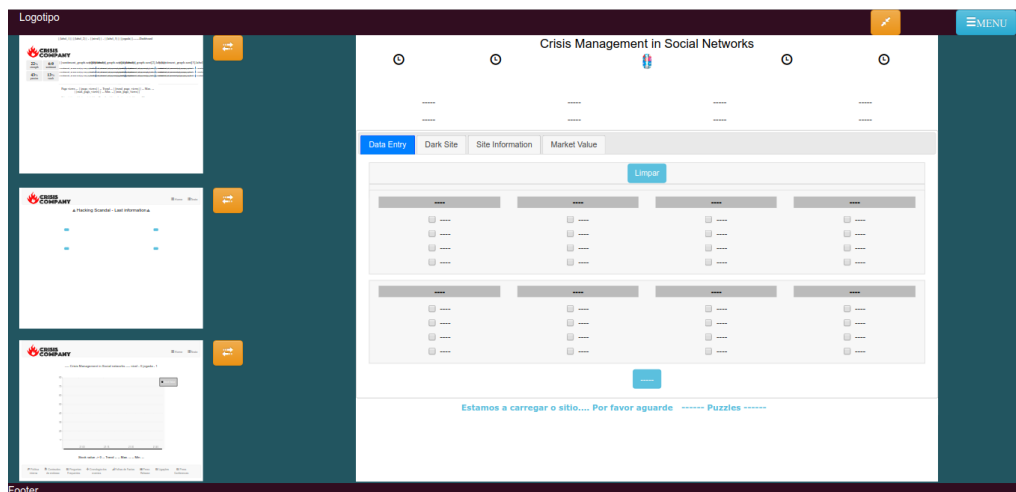


Imagem 21 – Sala Virtual em Observação.



## 7. Conclusões e Recomendações

O presente capítulo apresenta as conclusões desta dissertação, relacionando os objetivos iniciais com os resultados obtidos. São também propostos trabalhos futuros de otimização do protótipo desenvolvido.

### 7.1 Conclusões

Estimular e motivar os alunos no âmbito da aprendizagem é uma tarefa árdua e cheia de desafios. Nesta tese considera-se importante a utilização de novas tecnologias que permitam a virtualização de uma sala colaborativa por forma a criar uma ferramenta capaz de facilitar o ensino de disciplinas onde o conhecimento emergente é uma realidade.

O estudo desta dissertação foi orientado para a definição de uma arquitetura aplicacional passível de ser aplicada na construção de um protótipo de uma sala de colaboração virtual. O protótipo desenvolvido ficou apto a ser utilizado na instrução de disciplinas onde o ensino emergente e as interações em ambiente de simulação ou prática são uma realidade.

Este protótipo tem como função conciliar o melhor das tecnologias da internet e os modelos pedagógicos estudados, otimizar a aprendizagem com o recurso à observação, promover a aprendizagem à distância e a colaboração entre elementos de uma equipa de estudo.

Depois de toda a pesquisa efetuada, da definição de uma arquitetura aplicacional e respetiva aplicação no desenvolvimento de um protótipo, chegaram-se às seguintes conclusões:

- A arquitetura desenvolvida permite virtualizar uma sala de colaboração, sendo que as bibliotecas utilizadas têm a versatilidade necessária para serem utilizadas em dispositivos móveis e *desktop*, são também compatíveis com *browsers* modernos e não sendo demasiados exigentes a nível de recursos;
- A arquitetura desenvolvida permite a interação com o protótipo, recorrendo aos sensores dos dispositivos móveis, sendo este o motivo pelo qual se escolheram as bibliotecas presentes na camada de controlos da arquitetura desenvolvida;

- O protótipo desenvolvido permite recorrer à observação de toda a competição à distância, de tal forma que, para observar a competição, só é necessário acesso a internet através de um dispositivo com um *browser*;
- O ambiente de simulação e jogo observado no protótipo promove a sua utilização num contexto de exploração lúdica. Espera-se que esta utilização em contexto lúdico, articulada com a introdução do observador no âmbito de uma sala virtual, torne a sua aprendizagem menos monótona e aprimore a sua vontade de aprender;
- A observação da competição potencia aos observadores melhorar as suas capacidades de análise. Consideramos esta potencialidade demonstrada com a possibilidade de comparar os resultados da competição em curso;
- A observação da simulação dentro da sala virtual, associada à forma como o observador consegue identificar a sua função como um futuro *marketeer*, deverá estimular a sua capacidade de analisar informação e de facilitar a obtenção de conhecimento.

## 7.2 Contributos para a comunidade

O presente estudo revelou alguns pontos importantes na utilização de salas colaborativas virtuais, com influência direta aos níveis académico e empresarial.

A virtualização de uma sala colaborativa poderá favorecer a aprendizagem à distância, observando e comparando resultados de uma competição. O acesso à sala virtualizada pode ser feito sem a imposição de presença no espaço colaborativo físico, havendo apenas a necessidade de acesso à internet.

### 7.2.1 Implicações ao nível académico

A nível académico, a utilização da plataforma virtualizada conduz a uma aprendizagem colaborativa otimizada. Com a ferramenta desenvolvida, esperamos poder ser assim possível criar conteúdos ajustados a esta forma de ensino, promovendo a aprendizagem colaborativa entre observadores. Cremos que este ambiente promove



também uma maior partilha de conhecimento entre os observadores, acelerando a aquisição de conhecimento.

### 7.2.2 Implicações ao nível empresarial

Do ponto de vista empresarial, quando um estudante chega ao mercado profissional espera-se que este tenha o conhecimento e as capacidades necessárias para executar as tarefas do seu trabalho, sendo que, qualquer que seja a tarefa, o mercado dá preferência a profissionais experientes.

Com a utilização do protótipo, contextualizado num formato de aprendizagem lúdico, mas com fundamentos reais, potencia-se o ensino de profissionais com mais experiência e à-vontade na resolução de problemas, facilitando a sua integração no mercado de trabalho.

## 7.3 Limitações do estudo

Apesar de se considerar que o objeto em estudo nesta dissertação foi atingido, houve condicionantes que alteraram o método inicialmente preconizado de virtualização da sala colaborativa.

A principal limitação está diretamente relacionada com a evolução das tecnologias que dão suporte à implementação da componente de realidade virtual estéreo. A biblioteca responsável pela reprodução de conteúdo *HTML* no ambiente estéreo, recorrendo à tecnologia de WebGL, ainda não está completamente desenvolvida.

Não foi possível gerar no modo VR Imersivo o *rendering* do *HTML*, tal como mostra a Imagem 13. O modo WebVR e o modo VR utilizam duas bibliotecas de *javascript* comuns para o *rendering* da camada de apresentação que, no entanto, não suportam integralmente todas funcionalidades necessárias a este protótipo. Na camada de apresentação, a biblioteca Three.js faz o *rendering* dos objetos 3D e do mundo virtual, enquanto a biblioteca CSS3DRenderer.js o render dos objetos *HTML*. No modo de apresentação estéreo o resultado final é gerado pela biblioteca VREffect.js que, por sua vez, faz uso do motor interno do *rendering* de cada uma das bibliotecas da camada de apresentação (Three.js e CSS3DRenderer.js), para gerar a imagem. Este fator cria

dificuldades acrescidas, dado que o motor da biblioteca CSS3DRenderer.js não está funcionalmente desenvolvido ao nível do Three.js.

A biblioteca VREffect.js foi desenvolvida para interagir diretamente com o *render* do Three.js e as chamadas feitas ao *render* esperam a existência de um determinado conjunto de métodos no *render* do CSS3DRenderer.js que só existem no Three.js.

Após analisada a estrutura de ambas as bibliotecas, experimentou-se adaptar o motor do *render* do CSS3DRenderer.js ao *render* do Three.js. No entanto, verificou-se que existem grandes diferenças e incompatibilidades entre as APIs de ambas.

Durante o desenvolvimento do protótipo e até à conclusão desta dissertação, ocorreram várias atualizações nos *browsers* utilizados para testar o protótipo, que levaram a ligeiras variações nos resultados e na performance obtidos. Isto deve-se ao facto de os próprios *browsers* ainda estarem em fase de implementação e a otimização da norma WebGL. Cada *browser* possui as suas próprias normas e técnicas de *rendering* e o seu próprio motor de *JavaScript*.

As dificuldades físicas encontradas em alguns dispositivos móveis, e que estão diretamente relacionadas com o *hardware*, não têm uma solução direta. No entanto, se for feita uma comparação com a revolução tecnológica dos *smartphones*, que se iniciou com o lançamento do primeiro *iPhone*, a realidade virtual está na sua infância. O futuro de qualquer tecnologia é incerto, no entanto, se o mercado continuar a responder e a evoluir à semelhança do que aconteceu com a revolução provocada pelo primeiro *iPhone*, a realidade virtual poderá ser uma ferramenta tecnicamente utilizável e de fácil acesso a médio e longo prazo.

## 7.4 Propostas de investigação futura

Com base nas dificuldades encontradas, propõe-se, como trabalhos futuros, a análise e a adaptação de um motor de *render* interno da biblioteca CSS3DRenderer.js ao *render* interno da biblioteca do Three.js.

Não esquecendo que a plataforma virtualizada é constituída por quatro páginas com conteúdo HTML, a otimização destas é recomendada, pois permite otimizar a sala virtual e torna-la mais responsiva.

Por fim, propõe-se a utilização do protótipo desenvolvido no âmbito do ensino de gestão de crises. Esta será a melhor forma de avaliar pedagogicamente até que ponto os observadores, futuros *marketeers*, beneficiam da utilização desta nova forma de aquisição de conhecimento.



## Bibliografia

- (ICL) International Conference on Interactive Collaborative Learning. (2015). The Application of Virtual Reality Technologies in Engineering Education for the Automotive Industry. *IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineerings*, (September), 1260–1268.
- Alcântara, P. R., Siqueira, L. M. M., & Valaski, S. (2004). VIVENCIANDO A APRENDIZAGEM COLABORATIVA EM SALA DE AULA : experiências no ensino superior. *Revista Diálogo Educacional*, 4(12), 169–188. Retrieved from [www2.pucpr.br/reol/index.php/dialogo?dd99=pdf&dd1=627%0A](http://www2.pucpr.br/reol/index.php/dialogo?dd99=pdf&dd1=627%0A)
- Alger, M. (2015). Visual Design Methods for Virtual Reality, (September), 98.
- Almeida, M. E. B. de, & Prado, M. E. B. (2003). Criando Situações De Aprendizagem Colaborativa. *Anais Do Workshop de Informática Na Escola*, 1(1), 53–60. <https://doi.org/10.5753/CBIE.WIE.2003.53-60>
- Anthes, C., Wiedemann, M., & Kranzlmüller, D. (2016). State of the Art of Virtual Reality Technology. *2016 IEEE Aerospace Conference, At Big Sky, Montana, United States*, 19. <https://doi.org/10.1109/AERO.2016.7500674>
- Antunes, P., Ho, T., Costa, C., Duque, M., & Jesuíno, J. (1998). On the Design of Group Decision Processes for Electronic Meeting Rooms, 4(September), 69–84.
- Bandura, A. (1971). Social learning theory. *Social Learning Theory*. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1978.tb01621.x>
- Bavor, Clay; Martz, Nathan; Libreri, Kim; Metcalf, Lindsay; Riccitiello, J. (2016). VR at Google. In *Google I/O 2016*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=UGlcsJOt-ng>
- Brillhart, J. (2016). VR & Cinema. In *Google I/O 2016*. Google I/O 2016. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=t3xDgONMdlM>
- Cabello, R. (2018). Three.js GitHub.
- Cação, R., & Dias, P. (2003). *Introdução ao e-Learning*.
- Castro, S. (2010). a Colaboração Em Ambientes Virtuais De Aprendizagem.
- Chen, B., & Xu, Z. (2011). A framework for browser-based Multiplayer Online Games using WebGL and WebSocket. *2011 International Conference on Multimedia Technology, ICMT 2011*, 471–474. <https://doi.org/10.1109/ICMT.2011.6001673>
- Chhetri, N. (2016). A Comparative Analysis of Node . js ( Server-Side JavaScript ), 79.
- Constantinides, E. (2014). Foundations of Social Media Marketing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 148, 40–57. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.016>
- Coutinho, C. P., & Bottentuit Junior, J. B. (2007). A complexidade e os modos de aprender na sociedade do conhecimento, 1–10. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6501>
- Dabbagh, N. (2005). Pedagogical Models for E-Learning : A Theory-Based Design

- Framework. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 1(1), 25–44. <https://doi.org/10.1007/s10796-009-9200-1>
- Dean, R. J. (2000). Warfare Analysis Laboratory 2000, 21(2), 231–237.
- Diegues, S. C. P. (2011). Culturally Relevant Pedagogy 2.0: a.k.a. the Remix, 95.
- Epic Games. (2016). Virtual Reality Best Practices. Retrieved April 14, 2017, from <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Platforms/VR/ContentSetup/>
- Floyd, M. W., Turner, J. T., & Aha, D. W. (2015). Using Deep Learning to Automate Feature Modeling in Learning by Observation: A Preliminary Study.
- Freudmann, E. A., & Bakamitsos, Y. (2014). The Role of Gamification in Non-profit Marketing: An Information Processing Account. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 148, 567–572. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.081>
- Gobira, P., & Mozelli, A. (2016). As Interfaces De Realidade Virtual No Século Xxi: Tecnologia, Jogos Digitais E Indústria.
- Google. (2018a). webvr-polyfill.js. Retrieved July 20, 2018, from <https://github.com/immersive-web/webvr-polyfill>
- Google. (2018b). Webvr-ui. Retrieved July 20, 2018, from <https://github.com/googlevr/webvr-ui>
- Huotari, K., & Hamari, J. (2017). A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature. *Electronic Markets*, 27(1), 21–31. <https://doi.org/10.1007/s12525-015-0212-z>
- Jacinto, H., Razmig, K., #233, chichian, Desvignes, M., Prost, my, & Valette, bastien. (2012). A web interface for 3D visualization and interactive segmentation of medical images. *Proceedings of the 17th International Conference on 3D Web Technology*, 51–58. <https://doi.org/10.1145/2338714.2338722>
- Jagnow, Rob; Ishigaky, Michael; Kumar, A. (2016). VR Design Process. In *Google I/O 2016*. Google I/O 2016. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=mcXAMDch7s>
- Jin, Y., Liu, B. F., & Austin, L. L. (2014). Examining the Role of Social Media in Effective Crisis Management. *Communication Research*, 41(1), 74–94. <https://doi.org/10.1177/0093650211423918>
- Kim, J.-H. K. J.-H., Thang, N. D. T. N. D., Kim, T.-S. K. T.-S., Ph, D., Voinea, A., Shin, J., ... Smith, K. (2013). 3-D hand motion tracking and gesture recognition using a data glove. *Digital Outcasts*, 63(ISIE), 92–98. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-404705-1.00006-6>
- Kirner, C., & Kirner, T. G. (2011). Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. *Realidade Virtual e Aumentada Aplicações e Tendências*, 151.
- Kirtiş, A. K., & Karahan, F. (2011). To Be or not to Be in social media arena as the most cost-efficient marketing strategy after the global recession. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 24, 260–268. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.09.083>

- Lachlan, K. A., Spence, P. R., Lin, X., Najarian, K., & Del Greco, M. (2016). Social media and crisis management: CERC, search strategies, and Twitter content. *Computers in Human Behavior*, 54, 647–652. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.027>
- Leap Motion. (2015). Leap Motion VR Best Practices Guidelines Version 1.2. *Leap Motion*. Retrieved from [https://developer.leapmotion.com/assets/Leap Motion VR Best Practices Guidelines.pdf](https://developer.leapmotion.com/assets/Leap%20Motion%20VR%20Best%20Practices%20Guidelines.pdf)
- Macleod, A. (2015). Effective information management and assurance for a modern organisation during a crisis. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 9(1), 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.jbce.2015.05.002>
- Magee, L. (2012). Simulating a 'fierce planet': a web-based agent platform and sustainability game. Retrieved from [http://www.academia.edu/24339885/Simulating\\_a\\_Fierce\\_Planet\\_a\\_web-based\\_agent\\_platform\\_and\\_sustainability\\_game](http://www.academia.edu/24339885/Simulating_a_Fierce_Planet_a_web-based_agent_platform_and_sustainability_game)
- Marcos, D. (2018). VRControls.js GitHub. Retrieved July 20, 2018, from <https://github.com/dmarcos>
- Meltzoff, A. N. (1999). Born to learn: What infants learn from watching us. *The Role of Early Experiences in Infant Development*, 145–164.
- Mishra, D. (2016). Virtual Reality. *Ijltmas*. Retrieved from <http://www.academia.edu/download/41797219/50-54.pdf>
- Moreira, M. A. (2010). Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. *Conferência Proferida No II Encontro Nacional de Ensino de Ciências Da Saúde e Do Ambiente, Niterói, RJ, 12 a 15 de Maio de 2010 e No VI Encontro Internacional e III Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, São Paulo, SP, 26 a 30 de Julho de 2010*, 1(Ii), 1–12.
- Mülbert, A. L., Girondi, A., Pereira, A. T. C., & Nakayama, M. K. (2011). A interação em ambientes virtuais de aprendizagem: motivações e interesses dos alunos. *Renote*, 9(1).
- Nebel, S., Schneider, S., & Rey, G. D. (2016). From duels to classroom competition: Social competition and learning in educational videogames within different group sizes. *Computers in Human Behavior*, 55, 384–398. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.035>
- NOAA Coastal Services Center. (2010). Introduction to planning and facilitating effective meetings, 32.
- Oculus VR. (2015). Best Practices Guide. *Oculus VR Website*. Retrieved from <http://developer.oculusvr.com/best-practices>
- Pace, D. K., & Gingras, R. E. (2000). Retrospective on warfare analysis at APL. *Johns Hopkins APL Technical Digest (Applied Physics Laboratory)*, 21(2), 192–202.
- Paudyal, U. (2011). Scalable web application using node.js and couchdb, (September), 63. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:443102>
- Paulsson, R., & Olsson, H. (2012). Crisis management in social media. *Bachelor Thesis*,

*Linnaeus University, School of Business and Economics.*

- Pearson, C. M., & Clair, J. A. (1998). Reframing crisis management REFRAMING CRISIS MANAGEMENT. *The Academy of Management Review*, 23(1), 59–76. <https://doi.org/10.5465/AMR.1998.192960>
- Präss, A. R. (2012). Teorias de Aprendizagem. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 57(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rodrigues, S. (2007). Avaliação Em E- / B-Learning.
- Santos, F. (2018). *Desempenho e Escalabilidade em Clustering com Node.js*. ISCTE, Submitted.
- Savic, D., Morley, M., & Khoury, M. (2016). Serious Gaming for Water Systems Planning and Management. *Water*, 8(10), 456. <https://doi.org/10.3390/w8100456>
- Suh, A. (2015). Measuring User Engagement in an Enterprise Gamified System. *CHI 2015 Workshop on Researching Gamification: Strategies, Opportunities, Challenges, Ethics*.
- Tynjälä, P., & Häkkinen, P. (2005). E-learning at work: theoretical underpinnings and pedagogical challenges. *Journal of Workplace Learning*, 17(5/6), 318–336. <https://doi.org/10.1108/13665620510606742>
- Urh, M., Vukovic, G., Jereb, E., & Pintar, R. (2015). The Model for Introduction of Gamification into E-learning in Higher Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197(February), 388–397. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.154>
- van Roy, R., & Zaman, B. (2015). Moving beyond the effectiveness of gamification. *CHI '15 Extended Abstracts*, 1–4.
- Vásquez, G. A. N., & Escamilla, E. M. (2014). Best Practice in the Use of Social Networks Marketing Strategy as in SMEs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 148(443), 533–542. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.076>
- Vaz, L. (2017a). Dashboard. Retrieved from <http://crisis.dynu.com:8080/dashboard.html>
- Vaz, L. (2017b). Entrada de Dados. Retrieved from [http://crisis.dynu.com:8080/dark\\_site.html](http://crisis.dynu.com:8080/dark_site.html)
- Vaz, L. (2017c). Monitorização da Ação. Retrieved from [http://crisis.dynu.com:8080/graph\\_new.html](http://crisis.dynu.com:8080/graph_new.html)
- Vaz, L. (2017d). Página Principal. Retrieved from <http://crisis.dynu.com:8080/crisis.html>
- Vaz, L. (2017e). Realidade Virtual. Retrieved from [http://crisis.dynu.com:8080/vr/capacete\\_v1.5.html](http://crisis.dynu.com:8080/vr/capacete_v1.5.html)
- Vaz, L., & David, N. (2010). a Practice Field for Teaching Electronic Marketing, 484–489. <https://doi.org/10.5220/0003981704840489>
- Vaz, L., & David, N. (2013a). A Networked Application to Support the Learning of Electronic Marketing Based on e-Learning and a Portfolio of Mediating Tools. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 206 AISC, 795–806.



<https://doi.org/10.1007/978-3-642-36981-0>

Vaz, L., & David, N. (2013b). Mapping content plans into learning activities: Organizing a portfolio of e-learning activities for teaching emergent knowledge. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 1190–1199.  
<https://doi.org/10.1109/EduCon.2013.6530258>



## **Anexos e Apêndices**



## Anexo A

### Cronograma Histórico da Realidade Virtual

- 1085 a 1145 – “Along the River During the Qingming Festival”, Pintura panorâmica (Zhang Zeduan)
- 1813 – Aparecimento do adjetivo “panorâmico”
- 1838 – O estereoscópico (Charles Wheatstone)
- 1849 – O estereoscópico lenticular (David Brewster)
- 1912 – “Battle of Borodino”, pintura panorâmica (Franz Roubaud)
- 1929 – Link Trainer , primeiro simulador de voo - (Edwin Albert Link)
- 1930 – História de ficção científica prevê a realidade virtual (Stanley G. Weinbaum)
- 1939 – The View-Master (William Gruber)
- 1945 – Patenteada a primeira ideia de um HDM (McCollum)
- 1955 – Paper denominado "The Cinema of the Future" com descrição do dispositivo multi sentidos Sensorama (Morton Heilig)
- 1960 – Telesphere Mask, o primeiro capacete HDM (Morton Heilig)
- 1961 – Headsight , primeiro HDM construído, ( Comeau & Bryan)
- 1962 – Sensorama , protótipo e patente (Morton Heilig)
- 1965 – Ultimate Display, capacete VR com dois monitores CRT (Ivan Sutherland)
- 1966 – Primeiro simulador de voo para a força aérea (Tom Furness)
- 1968 – Sword of Damocles, primeiro HDM VR/AR (Ivan Sutherland e Bob Sproull)
- 1969 – Glowflow, Ambiente artificial controlado por computador (Myron Kruegere)
- 1972 – Primeiro simulador de voo computadorizado (General Electric Corporation)
- 1975 – VIDEOPLACE, Evolução do Glowflow (Myron Krueger)
- 1977 – Aspen Movie Map, representação virtual da cidade de Colorado (MIT)
- 1979 – VITAL, Simulador de voo HDM (McDonnell Douglas)
- 1980 – Criados óculos de visão estéreo (StereoGraphics Company)
- 1985 – VIEWlab, Virtual Environment Workstation Project (Scott Fisher,NASA)
- 1985 – VPL Research, Inc , primeira companhia a vender óculos e luvas para a VR

- 1987 – Inventado o termo “Realidade Virtual” (Jaron Lanier)
- 1987 – Dimension International, cria software para construir mundos 3D em PC
- 1989 – ATARI lança pra o mercado a primeira consola de jogos com tecnologia 3D
- 1991 – Desenhado um sistema de VR para guiar um robô em marte (Antonio Medina)
- 1993 – Sega VR, anunciado na Sega Genesis console na Consumer Electronics Show
- 1994 – SEGA VR-1, equipamento de arcade com simulador de movimento da Sega
- 1995 – Virtual Boy, Consola de videojogos da Nintendo apresentada no Japão
- 2010 – Google introduz a vista estereoscópica 3D no Street View
- 2011 – Primeiro protótipo do Oculus Rift (Palmer Luckey)
- 2013 – Freefly VR, primeiro adaptador de VR para telemóveis (Proteus VR Labs)
- 2014 – Facebook compra a Oculus Rift que produz óculos VR
- 2014 – Projeto Morpheus, Apresentação de projeto de óculos VR da Sony
- 2014 – Google Cardboard (Google)
- 2015 – HTC, anuncia capacete de VR em parceria com a Valve
- 2016 – PlayStation VR, Sony introduz no Mercado a evolução do Projeto Morpheus
- 2016 – Daydream, Google anuncia evolução do seu projeto VR
- 2017 – Gear VR, Samsung anuncia novo capacete VR com comando
- 2018 – PlayStation VR, Sony anuncia descida de preço na ordem dos 25%
- 2018 – Nikkei (Japanese stocks), Sony anuncia o lançamento de aproximadamente 130 jogos VR até ao fim do ano
- 2018 – Intel G8, Intel anuncia processadores com características específicas para VR

## Anexo B

### Pontuação do Jogo

Em cada jogada é identificada a prioridade dos veículos comunicacionais, que devem constar no sítio da crise.

Na *Tabela 10 - Pontuação do Jogo* apresenta-se um exemplo de pontuação com base na identificação da maior para a menor prioridade dos veículos comunicacionais.

Pertence ao quadro e está na posição	25 Pontos	Máximo 100 Pontos
Pertence ao quadro, mas não está na posição – era o 4º		
	Está em 1º	5 Pontos
	Está em 2º	5 Pontos
	Está em 3º	5 Pontos
Pertence ao quadro, mas não está na posição – era o 3º		
	Está em 1º	10 Pontos
	Está em 2º	10 Pontos
	Está em 4º	10 Pontos
Pertence ao quadro, mas não está na posição – era o 2º		
	Está em 1º	15 Pontos
	Está em 3º	15 Pontos
	Está em 4º	15 Pontos
Pertence ao quadro, mas não está na posição – era o 1º		
	Está em 2º	20 Pontos
	Está em 3º	20 Pontos
	Está em 4º	20 Pontos
Não pertence ao quadro		0 Pontos

*Tabela 10 - Pontuação do Jogo.*

Na *Tabela 11 - Escolha por Prioridade* pode ser visto um exemplo de definição de prioridade.

Tipologia do Conteúdo Comunicacional	Conteúdo)
<i>1 - Política interna</i>	

	Política anticorrupção
<b>2 - Perguntas frequentes – Perguntas e respostas</b>	
	A nossa prática anticorrupção
<b>3 - Cronologia de eventos</b>	
	Prisão preventiva de um nosso colaborador
<b>4 - Press release</b>	
	Assumimos os eventos que levaram à Ação da justiça como ato organizacional

Tabela 11 - Escolha por Prioridade.

Na Tabela 12 - Pontuação de 75% contem um exemplo de respostas que no fim do jogo representariam uma cotação total de 75% na conclusão do jogo com base na Tabela 11 - Escolha por Prioridade definida.

Tipologia do Conteúdo Comunicacional	Conteúdo)
<b>1 - Cronologia de eventos</b>	
	Prisão preventiva de um nosso colaborador
<b>2 - Perguntas frequentes – Perguntas e respostas</b>	
	A nossa prática anticorrupção
<b>3 - Cronologia de eventos</b>	
	Prisão preventiva de um nosso colaborador
<b>4 - Press release</b>	
	Assumimos os eventos que levaram à ação da justiça como ato organizacional

Tabela 12 - Pontuação de 75%.

Na Tabela 13 - Pontuação de 100% observa-se um exemplo de respostas que no fim do jogo representariam uma cotação total de 100%, com base na Tabela 11 - Escolha por Prioridade definida.

Tipologia do Conteúdo Comunicacional	Conteúdo)
<b>1 - Política interna</b>	
	Política anti corrupção
<b>2 - Perguntas frequentes – Perguntas e respostas</b>	
	A nossa prática anticorrupção
<b>3 - Cronologia de eventos</b>	
	Prisão preventiva de um nosso colaborador
<b>4 - Press release</b>	
	Assumimos os eventos que levaram à ação da justiça como ato organizacional

Tabela 13 - Pontuação de 100%.



Anexo C

Dispositivos de Entrada e Saída de Realidade Virtual

Device	Refresh	Resolution	FOV	Tracking	Head	Eye	Touch	Microphone	Wind	Smell	Audio	Weight	Price	Availability	URL
Cardboard				3	X								\$10	X	<a href="https://www.google.com/get/cardboard/">https://www.google.com/get/cardboard/</a>
VirtualIzior				3	X								\$54	X	<a href="http://www.virtualizior.com/">http://www.virtualizior.com/</a>
Wearality SKY			150	3	X								\$49	X	<a href="http://wearality.com/">http://wearality.com/</a>
Samsung Gear VR V1			96	3	X		X							X	
Samsung Gear VR V2			96	3	X		X						\$99	X	<a href="https://www.oculus.com/en-us/gear-vr/">https://www.oculus.com/en-us/gear-vr/</a>
Zeiss VROne			100	3	X								\$129	X	<a href="http://vr-one.eu/">http://vr-one.eu/</a>
Gameface Mark V	2560	1440	140	X	X								\$260	P	<a href="http://www.gamefacelabs.com/">http://www.gamefacelabs.com/</a>
Auravisor	1920	1080	100	3	X						X				<a href="http://www.auravisor.com/">http://www.auravisor.com/</a>
HTC Vive	2160	1200	110	X	X										<a href="http://www.htcvt.com/">http://www.htcvt.com/</a>
Oculus DK1	1280	800	110	3	X							360	\$300	X	<a href="https://www.oculus.com/en-us/dk2/">https://www.oculus.com/en-us/dk2/</a>
Oculus DK2	1980	1080	100	X	X						X	440	\$350	X	<a href="https://www.oculus.com/en-us/rift/">https://www.oculus.com/en-us/rift/</a>
Oculus - The Rift	2160	1200		X	X							360	\$599	P	<a href="https://www.playstation.com/en-us/explore/project-morpheus/">https://www.playstation.com/en-us/explore/project-morpheus/</a>
PlayStation VR	1920	1080	100	X	X							400			<a href="http://www.geffoxe.com/">http://www.geffoxe.com/</a>
FOVE	2560	1440	100	X	X		X						\$300	P	<a href="http://www.osvr.com/hardware.html">http://www.osvr.com/hardware.html</a>
HDK OSVR	1920	1080	100	X	X										<a href="http://www.osvr.com/hardware.html">http://www.osvr.com/hardware.html</a>
Sulon Cortex															<a href="http://solontechnologies.com/">http://solontechnologies.com/</a>
Avegant Glyph			45	X	X								\$599	P	<a href="http://avegant.com/">http://avegant.com/</a>
VRVANA Totem															<a href="https://www.vrvana.com/">https://www.vrvana.com/</a>
AmVR												370			<a href="http://www.amvr.com/">http://www.amvr.com/</a>
StarVR	1920	1080	100												<a href="http://www.starvr.com/">http://www.starvr.com/</a>
TeslaSuit	5120	1440	210x180	X	X			X							<a href="http://www.teslasuit.com/">http://www.teslasuit.com/</a>
Subpic M2								X							<a href="http://www.subpic.com/">http://www.subpic.com/</a>
ARAIg								X			X		\$399	X	<a href="http://www.arraig.com/">http://www.arraig.com/</a>
KOR-FX								X					\$135	X	<a href="http://korfx.com/">http://korfx.com/</a>
VirWind								X							<a href="https://www.kicksarter.com/projects/699770549-virwind-virtual-reality-wind/">https://www.kicksarter.com/projects/699770549-virwind-virtual-reality-wind/</a>
Feel Three								X							<a href="http://www.feelthree.com/">http://www.feelthree.com/</a>
FeelReal									X	X			\$299	P	<a href="http://feelreal.com/">http://feelreal.com/</a>
Nirvana Mask				3	X				X	X	X		\$799	P	<a href="http://feelreal.com/">http://feelreal.com/</a>

Imagem 22 - Comparação de Dispositivos Entrada de VR (Anthes, Wiedemann, & Kranzlmüller, 2016)










									
	Tracking	Body	Head	Hand	Joystick	Touchpad	Vibration	Price	Available
Grifta	X				X			\$125	P
SteamVR Controller	X				X	X			
Reactive Grip	X				X		X		
Oculus Touch	X				X				
Hydra	X				X				X
Virtuix Omni								\$699	P
Cyberith Virtualizer								\$1249	P
WalkMouse								\$556	X
WizDish								\$4839	P
Space WalkerVR								\$799	P
KAT WALK									
Stompz									
Roto VR									
VRGo									
InfinaDeck									
STEM	X		X					\$299+	P
PrioVR		X						\$1200	P
Salto		X							
Perception Neuron		X	X					\$999+	P
ControlVR		X		X					
Ximmerse		X		X	X				
LEAP Motion	X			X				\$80	X
Myo				X				\$199	X
Gloveone				X				\$211	P
Manus				X					P

Imagem 23 - Comparação de Dispositivos Saída de VR (Anthes et al., 2016)

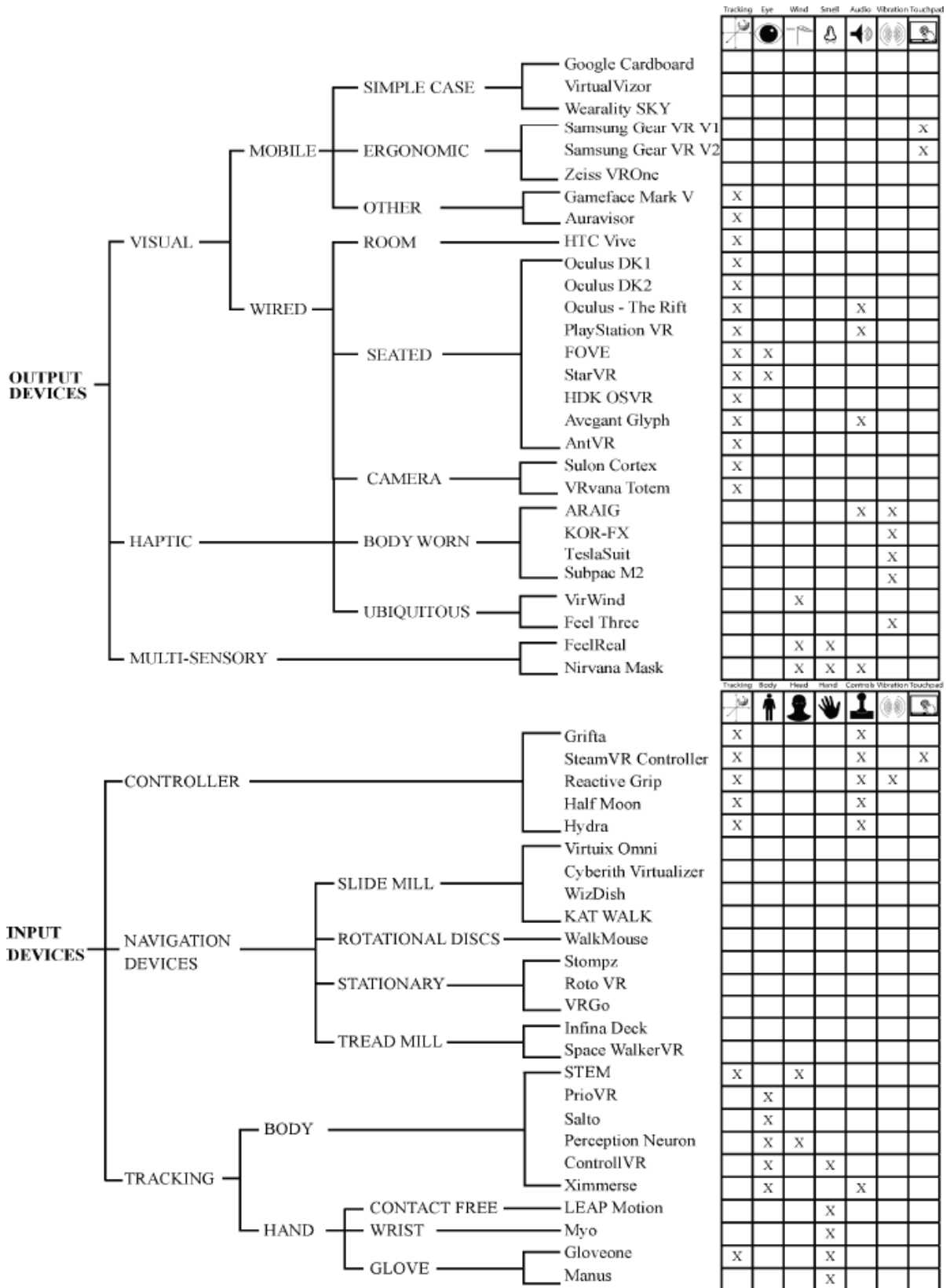


Imagem 24 - A Taxonomia de hardware VR separando dispositivos de I/O (Anthes et al., 2016)



## Apêndice A

### Estruturas de dados da API Rest Comunicação com o servidor

Pedido HTTP	Método	Descrição
URL's relativos a http://localhost:8080/		
/menu	GET	Devolve as fases dos jogos em curso terminadas de todas as equipas.
Estrutura Enviada (Estrutura fixa)		<pre>data: {     team: "team_name",     user: "user_name" }</pre>
Estrutura de resposta esperada (Array de objetos, o exemplo tem dois)		<pre>data[   {     id : id,     team : "team_name",     jogada : number,     room_1 : "iframe_url",     room_2 : "iframe_url",     room_4 : "iframe_url",     room_5 : "iframe_url"   },   {     id : id,     team : "team_name",     jogada : number,     room_1 : "iframe_url",     room_2 : "iframe_url",     room_4 : "iframe_url",     room_5 : "iframe_url"   } ]</pre>