

UNIVERSIDADE ABERTA

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO



**A influência da comunicação não verbal na colaboração em mundos virtuais 3D: estudo de caso na formação de práticas de manutenção aeronáutica**

**Gustavo José Mendes da Silva**

**Mestrado em Informação e Sistemas Empresariais**  
(mestrado em associação)

2016

UNIVERSIDADE ABERTA

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO



**A influência da comunicação não verbal na colaboração em mundos virtuais 3D: estudo de caso na formação de práticas de manutenção aeronáutica**

**Gustavo José Mendes da Silva**

**Mestrado em Informação e Sistemas Empresariais**  
(mestrado em associação)

Dissertação orientada pelo Doutor Leonel Caseiro Morgado  
e coorientada pelo Doutor Armando Jorge Ribeiro da Cruz

2016

i



## Resumo

Os mundos virtuais têm sido usados com sucesso em diversas áreas, como por exemplo na formação, por criarem ambientes imersivos propícios à colaboração, onde os utilizadores interagem usando avatares. Apesar de ser consensual a importância destes mundos para a colaboração, ainda não se conhece o suficiente sobre o impacto da comunicação não verbal sobre essa colaboração em contextos de formação em mundos virtuais tridimensionais. Neste trabalho desenvolveu-se uma investigação segundo o método do estudo de caso aplicado à formação de práticas de manutenção aeronáutica, tendo em vista recolher dados para melhorar o conhecimento que se tem sobre este tema através da aplicação de um protocolo específico proposto por Cruz et al. em 2015, seguindo a perspectiva de Yin de 1994, desenvolvido como um instrumento de recolha de dados e para ser aplicado a novos estudos de caso: utilização do mesmo processo para obtenção de novos dados.

Para a implementação deste estudo de caso, construiu-se um simulador como apoio a um módulo teórico de *e-learning*, desenvolvido com software apropriado, viabilizando um módulo prático realizado num mundo virtual tridimensional usando a plataforma Open Simulator. Este módulo criado, num cenário de manutenção aeronáutica, previu uma atividade colaborativa específica: o reboque de um avião por uma equipa de reboque. O módulo teórico de *e-learning* permitiu a um grupo de formandos adquirirem conhecimentos sobre a condução dessa atividade de manutenção necessários para simular no cenário. Esta simulação foi realizada pelos formandos que executaram um conjunto de procedimentos colaborativos, previamente estudados, permitindo a observação direta das atividades desenvolvidas durante o reboque do avião pelos seus avatares no cenário (interações entre eles e com os objetos). Da observação das atividades extraiu-se um conjunto de dados, dos quais se obteve um conjunto de cadeias de evidências (elementos de prova), algumas consolidando os dados já obtidos no caso piloto construído por Cruz et al. em 2015 e outros criando novas cadeias, aumentando o número de fontes de evidências.

**Palavras-chave:** Ambiente virtual, mundo virtual, colaboração, presença, comunicação não verbal, manutenção aeronáutica.



# Abstract

Virtual worlds have been used successfully in several areas, such as professional training, because they can create immersive environments that promote collaboration, where users interact with each other using avatars. Although the importance of these virtual worlds for collaboration is consensual, the impact of non-verbal communication on collaboration within learning contexts in three-dimensional virtual worlds is not well known. This work presents a research effort using a case study method applied to aircraft maintenance training practices, aiming to collect data to improve current knowledge about this topic, through the application of a specific protocol proposed by Cruz et al. in 2015, following Yin's 1994 perspective). This protocol was developed as an instrument for data collection and application to new case studies: using the same process to get new data.

To carry out this case study research, a simulator was built in support of a theoretical e-learning module, developed with proper software, enabling thus a practice module developed with the Open Simulator platform, creating a three-dimensional virtual environment. This module, created inside aeronautical maintenance scenario foresaw a collaborative activity: the towing an aircraft by a team of trainees. The theoretical e-learning module provided trainees with the necessary knowledge to perform the maintenance activity inside the scenario. The simulation was made by the trainees who performed collaborative tasks, previously studied, allowing the direct observation of the activities developed during the aircraft tow by the avatars in the scenario (interactions between avatars and with objects). Through observation of the activities it was possible to collect data to get a set of chain of evidences as proof elements. Some of these data agree with the data previously collected in the pilot case made by Cruz et al. in 2015 and other shows as new chains of evidence, increasing the number of sources of chain of evidences.

**Keywords:** virtual environment, virtual world, collaboration, presence, non-verbal communication, aircraft maintenance.



## Agradecimentos

Em primeiro lugar uma palavra muito de especial de agradecimento para os meus orientadores Doutor Leonel Morgado e Doutor Armando Cruz que me abriram novas realidades e novos horizontes, colocando-me nesta temática que para mim era uma completa novidade e que, com os seus conhecimentos científicos, os seus incentivos, os seus perspicazes comentários e indicações preciosas, ajudaram-me a manter o meu trabalho focado no objetivo e com o nível de ambição necessário, permitindo que este projeto chegasse a "bom porto".

Não menos importante que o apoio científico foi também o apoio emocional e para isso quero agradecer à minha família todo o apoio que me dispensaram na realização deste trabalho, em especial à minha mulher Dinora por toda a paciência que teve comigo e pelo incentivo que me foi dando ao longo do período em que este projeto decorreu. Agradeço também ao meu filho Diogo e à minha nora Ana por terem participado como testadores "beta" do simulador (componentes teórica e prática) antes de o passar ao CENFORTEC.

O meu agradecimento também ao Paulo Nunes pelo inestimável apoio que me prestou na implementação da solução servidor do OpenSim, por me ter sugerido a utilização da distribuição "Diva", onde os seus conselhos e sugestões muito assertivas foram uma ajuda crucial na superação dos diversos obstáculos que foram aparecendo até à implementação da solução funcional.

Agradeço ao CENFORTEC a disponibilização dos meios para a implementação do módulo teórico de *e-learning*, bem como o apoio que me foi prestado e em especial quero agradecer ao meu amigo Manuel Rufino toda a abertura disponibilizada, tanto na utilização de meios do centro como no contacto com os formandos. Agradeço também aos formandos do Centro que se disponibilizaram a participar neste projeto, em especial ao Pedro Bernardes por me ajudar no protótipo a encontrar erros e ter-me facultado comentários que me ajudaram a preparar a simulação final. Agradeço a disponibilização de todos que participaram na sessão prática, a qual foi fundamental para ter matéria disponível para a minha observação de evidências.



# Índice

Resumo .....	iii
Abstract.....	v
Agradecimentos .....	vii
Lista de figuras .....	xi
Lista de tabelas.....	xiii
Abreviaturas, siglas e acrónimos.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1 Objetivo .....	3
1.2 Estrutura.....	5
2. Trabalho relacionado .....	7
2.1 Os mundos virtuais tridimensionais .....	7
2.2 A importância da sensação de presença na colaboração .....	16
2.3 O avatar como representação gráfica do utilizador.....	19
2.4 O conceito de CSCW .....	20
2.5 Metodologia de investigação .....	21
3. Simulação num mundo virtual tridimensional.....	25
3.1 Implementação do projeto .....	26
3.2 Instalação e configuração do servidor Open Simulator.....	27
3.3 Instalação e configuração do visualizador.....	29
3.4 Implementação do simulador.....	29
4. Resultados obtidos .....	37
4.1 Sessão de formação prática no simulador.....	37
4.2 Recolha de dados .....	42
4.3 Análise dos dados recolhidos.....	46
5. Conclusão .....	53

Referências .....	57
Anexos.....	I
Anexo 1 – Componente teórica .....	V
Anexo 2 – Procedimentos de configuração do servidor e dos viewers .....	XV
Anexo 3 – Scripts usados no simulador .....	XXV
Anexo 4 – Fita de tempo para a sessão de formação .....	XXXV

## Lista de figuras

Figura 2.1 – Espaço virtual do Second Life .....	10
Figura 2.2 – Espaço virtual do Active Worlds.....	11
Figura 2.3 – Espaço virtual do Open Cobalt.....	12
Figura 2.4 – Espaço virtual do Open Wonderland .....	13
Figura 2.5 – Espaço virtual OpenSim com <i>viewer</i> Firestorm.....	15
Figura 3.1 – Cenário da simulação do reboque de aeronaves.....	31
Figura 3.2 – Ponto de encontro no simulador .....	32
Figura 3.3 – Áreas de apoio à simulação .....	32
Figura 3.4 – Interação do avatar com a aeronave .....	33
Figura 3.5 – Utilização do HUD .....	34
Figura 3.6 – Sessão prática preliminar .....	36
Figura 4.1 – Início da sessão prática no simulador – ponto de encontro.....	38
Figura 4.2 – Formandos posicionando-se para o início do reboque .....	39
Figura 4.3 – Formando simulando inspeção aos travões do avião.....	39
Figura 4.4 – Avatares usando comunicação não verbal durante a inspeção.....	40
Figura 4.5 – Formador autorizando início do reboque.....	40
Figura 4.6 – Reboque do avião e acompanhamento pela equipa .....	41
Figura 4.7 – Chefe de equipa sinalizando paragem do reboque .....	41
Figura 4.8 – Chefe de equipa a pedir “Calços In” .....	42
Figura 4.9 – Formador fazendo o encerramento da sessão.....	42
Figura A-1: Acesso à sessão teórica no Moodle do CENFORTEC .....	V
Figura A-2: Organização do conteúdo formativo .....	V
Figura A-3: Tópico sobre “Segurança no reboque de aeronaves” .....	VI
Figura A-4: Tópico sobre a constituição e responsabilidades da equipa de reboque.....	VI

Figura A-5: Tópico sobre a constituição e responsabilidades da equipa de reboque .....	VII
Figura A-6: Tópico sobre os procedimentos de reboque (sequência das ações) .....	VII
Figura A-7: Tópico sobre os procedimentos de reboque (Pino de segurança) .....	VIII
Figura A-8: Tópico sobre os procedimentos de reboque (vídeo sobre reboque).....	VIII
Figura A-9: Tópico sobre os equipamentos utilizados no reboque .....	IX
Figura A-10: Tópico sobre os sinais de comunicação usados no meio aeronáutico.....	IX
Figura A-11: Vídeo demonstrando um avatar a fazer sinais de comunicação .....	X
Figura A-12: Tópico sobre a componente prática (descrição genérica do cenário) .....	X
Figura A-13: Tópico sobre a componente prática (utilização do HUD).....	XI
Figura A-14: Tópico sobre a componente prática (treino no uso do trator).....	XI
Figura A-15: Tópicos sobre a instalação/configuração do visualizador .....	XII
Figura A-16: Tópicos sobre a utilização do avatar no visualizador Firestorm.....	XII
Figura A-17: Informação do domínio .....	XV
Figura A-18: Domínio pessoal .....	XVI
Figura A-19: Atribuição de IP.....	XVI
Figura A-20: Encaminhamento de portas.....	XVII
Figura A-21: Criação de contas de avatares .....	XIX
Figura A-22: Acesso à configuração do <i>viewer</i> .....	XX
Figura A-23: Preferências do <i>viewer</i> .....	XXI
Figura A-24: Entrada no cenário .....	XXI

## **Lista de tabelas**

Tabela 1. Evidências das unidades de análise relacionadas com o avatar.....	43
Tabela 2. Evidências das unidades de análise relacionadas com o ambiente virtual.....	45
Tabela 3. Proposições e evidências relacionadas.....	46



## Abreviaturas, siglas e acrónimos

3DVW	Three-dimensional Virtual Worlds (Mundos virtuais tridimensionais)
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
CVE	Collaborative Virtual Environments (Ambientes Virtuais Colaborativos)
DNS	Domain Name System
HTML	Hyper Text Markup Language
HUD	Head Up Display
ICAO	International Civil Aviation Organization (Organização Internacional da Aviação Civil)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISPR	International Society for Presence Research
LSL	Linden Scripting Language
MMORPG	Massively-Multiuser Online Role Playing Game
NATO	North Atlantic Treaty Organization (Organização do Tratado do Atlântico Norte)
PDF	Portable Document Format
REU	Regulamento da União Europeia
SL	Second Life
SLGOGP	Second Life Grid Open Grid Protocol
TI	Tecnologias de Informação
TMA	Técnico de Manutenção Aeronáutica

**CENFORTEC.** Designação comercial do Centro de Formação que ministra cursos de formação de TMA, situado no Aeródromo Municipal de Cascais (Tires).

*e.g.* Redução da expressão latina *exempli gratia*. O mesmo que “por exemplo”.

**Hangouts.** Plataforma de mensagens instantâneas e chat de vídeo desenvolvido pela Google. Permite enviar mensagens, efetuar chamadas de voz e videochamadas e partilhar fotos (Google, 2016).

**Instant Messaging - IM.** Aplicação que permite enviar e receber mensagens de texto em tempo real.

**IMS content package.** Usado no Moodle. O IMS define um conjunto de padrões técnicos para material e conteúdos *e-learning*. O *IMS content package* permite o *upload* de conteúdos para os cursos no Moodle e armazena-os num formato padrão para que possa ser reutilizado por diversos sistemas sem necessidade de conversão para novos formatos (Moodle, 2016).

**Peer-to-peer.** As redes *peer-to-peer* são redes virtuais que funcionam na Internet com o objetivo de compartilhar recursos entre os participantes, não havendo diferenciação entre eles (Kamienski et al., 2005).

**Primitiva** (*primitive - prim*). Sólido geométrico tridimensional básico (*e.g.* cabo, cilindro, etc.), usado para criar objetos virtuais complexos nos mundos virtuais.

**Script.** Conjunto de instruções em código específico a uma plataforma tecnológica de mundos virtuais. É uma linguagem de programação que define funções no interior do mundo virtual, em vez de gerar código compilado ou executável de forma autónoma.

**Taxiway.** Designação em língua inglesa para caminho de circulação. Troço num aeródromo onde a aeronave pode circular, que interliga uma placa ou hangar à pista.

*Neste capítulo faz-se a introdução do trabalho ao tema, incluindo a identificação e o enquadramento do problema e apresenta-se o objetivo que se pretende alcançar com a sua realização. Apresenta-se também uma estrutura sumária sobre os restantes capítulos do trabalho.*

## **1. Introdução**

Os mundos virtuais tridimensionais oferecem a oportunidade do utilizador se envolver num ambiente digital que imita ou simula o ambiente físico, sendo a sua exploração e desenvolvimento cada vez maior (Dreher et al., 2009) e podem gerar oportunidades para facilitar a comunicação e a colaboração (Pelet et al., 2011). Têm-se realizado experiências pedagógicas em mundos virtuais tridimensionais *on-line* onde se verifica um grau de imersão dos estudantes com os conteúdos dos cursos, com os colegas e com os próprios professores (Andreas et al., 2010).

As simulações em ambiente virtual têm vindo a ser utilizadas nos mais diferentes cenários de educação e formação, tendo sido defendida entre a comunidade científica que a utilização deste tipo de simulações é, em geral, benéfica para a aprendizagem de procedimentos (Morgado, 2009). Os mundos virtuais tridimensionais (*Three Dimensional Virtual Worlds – 3DVW*) criam ambientes imersivos que são propícios à colaboração entre os utilizadores, pelo que a colaboração humana, usando Tecnologias de Informação (TI), pode ser analisada com uma moldura teórica da área designada por *Computer-Supported Cooperative Work - CSCW* (Gul, 2008), mas as suas taxonomias falham na abordagem das características chave dos mundos virtuais tridimensionais (Cruz et al., 2015a).

O CSCW (Bannon & Schmidt, 1989) pode ser considerado como a área científica de investigação centrada na conceção de sistemas de suporte a grupo, tendo uma base conceptual em diversos campos das ciências sociais e da computação. O estudo do trabalho em equipa levantou a necessidade de se entender o comportamento dos grupos e a relação deles com as tecnologias e a área foi-se tornando multidisciplinar, envolvendo sociólogos, psicólogos, educadores e outros profissionais das ciências sociais (Schmidt & Bannon, 1992).

O impacto na colaboração da comunicação não verbal em mundos virtuais tridimensionais não é bem conhecido, mesmo tendo em conta que algumas características particulares (como a personificação com um avatar e a imersão do espaço físico) suportam este tipo de comunicação: Cruz et al. (2014) argumentaram que os modelos teóricos atuais do CSCW não permitem uma análise adequada dos mundos virtuais tridimensionais, pelo que se não houver uma melhoria dos atuais modelos CSCW, estes não poderão prestar um apoio adequado ao desenvolvimento de sistemas personificados, baseados em mundos virtuais tridimensionais para suportar a colaboração.

Os mesmos autores apresentaram em 2015 um protocolo de um estudo de caso que permite a recolha de dados sobre como a comunicação não verbal influencia a colaboração em mundos virtuais tridimensionais (Cruz et al., 2015a). Nesse protocolo, as questões de estudo e as proposições para orientação dessas questões foram validadas com um caso piloto de observação, que permitiu obter um conjunto de cadeias de evidências. De acordo com os autores, existe a necessidade de replicar o processo com vários estudos de caso para aumentar o número de fontes de evidências e assim, aumentar o grau de confiança sobre os dados obtidos e poder partilhá-los (Cruz et al., 2015a).

Com este trabalho pretende-se obter dados que possam ajudar a melhorar o conhecimento que se tem sobre este tema, contribuindo assim para o surgimento ulterior dessa melhoria aos modelos atuais. Para isso foi construído um simulador num ambiente virtual tridimensional com o objetivo de obter dados por observação direta das atividades simuladas, aplicando o protocolo desenvolvido por Cruz et al. (2015) a este novo estudo de caso, para procurar obter novas fontes de evidências. O estudo de caso desenrolou-se na formação em manutenção aeronáutica, como se explicita posteriormente.

O treino inicial de manutenção aeronáutica em aeronaves e sistemas aeronáuticos reais ministrado aos Técnicos de Manutenção Aeronáutica (TMA) pode ser um constrangimento porque a inexperiência dos formandos potencia o risco de danos em materiais e pessoas por aplicação de procedimentos inadequados (Fonseca et al., 2011). Assim, a simulação de atividades da vida real pode-se considerar como um subconjunto de jogos sérios e a formação em manutenção em aeronáutica pode ser ministrada por simulação. Para a implementação das atividades de formação que foram alvo de recolha de dados, foi

construído um simulador de manutenção aeronáutica, usando o software-servidor de mundos virtuais tridimensionais Open Simulator e *viewers* clientes, como o Firestorm<sup>1</sup> ou Hippo<sup>2</sup>.

O trabalho de campo foi realizado no CENFORTEC (localizado no Aeródromo Municipal de Cascais – Tires), uma organização que ministra cursos de formação de Técnicos de Manutenção Aeronáutica, certificada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). O CENFORTEC disponibilizou o acesso ao Moodle e formandos que, em contexto de formação prática e no âmbito do curso de formação de TMA, usaram o simulador desenvolvido para este trabalho.

Para a implementação do projeto foram analisadas entre outras plataformas de mundos virtuais o Open Simulator, Second Life, Open Cobalt, visualizadores Firestorm, Hippo, etc. (utilização e construção de mundos virtuais, incluindo a modelação), bem como as boas práticas e recomendações sobre ensino cooperativo com mundos virtuais para definir que atividades de formação deveriam existir no cenário e como deviam ser planeadas.

## **1.1 Objetivo**

Este trabalho tem por objetivo recolher e analisar elementos de prova sobre o papel da comunicação não verbal na colaboração em contextos de formação em mundos virtuais tridimensionais multiutilizador, através da aplicação do protocolo de estudo de caso proposto por Cruz et al. (2015). Foram usadas as questões de investigação, as proposições e as unidades de análise propostas por estes investigadores num cenário em contexto de formação prática de Técnicos de Manutenção Aeronáutica.

Trata-se de um cenário com diversidade de interações entre os participantes e potencial elevado para obtenção de dados novos para o problema da caracterização da interação não verbal no contexto dos mundos virtuais tridimensionais no CSCW, uma vez que muitas atividades de manutenção aeronáutica são efetuadas em equipa, incluindo tarefas sincronizados ou em sequência, realizadas em ambiente ruidoso em que não é possível usar a fala, levando os técnicos a comunicarem entre si recorrendo à comunicação não verbal (Australian Civil Aviation Authority, 2013).

---

<sup>1</sup> Disponível em <http://www.firestormviewer.org/>

<sup>2</sup> Disponível em <https://hypergrid.org/metropolis/wiki/en/index.php?title=Downloads>

De acordo com o documento *NATO Logistics Handbook* (2012) a manutenção consiste na realização de um conjunto de ações, incluindo ações de reparação, que têm por objetivo manter e/ou colocar um meio (equipamento ou sistema) numa condição operacional específica. A manutenção assegura que um meio (aeronave, sistema, equipamento, etc.) pode ser operado com segurança, está apto para o serviço e encontra-se devidamente configurado para assegurar as necessidades operacionais (Air Force AF/A4LM, 2015). Analisando o Regulamento N.º 1149/2011 da Comissão Europeia de 21 de outubro de 2011, verifica-se que uma das etapas para a emissão da licença de manutenção aeronáutica ao TMA, nas diversas categorias, consiste na obtenção de um conjunto de conhecimentos básicos de aeronáutica, englobando uma componente teórica e uma componente prática (*On The Job Training*).

A aplicação do protocolo de estudo de caso apresentado por Cruz et al. (2015) nesta dissertação (aproveitando o potencial que a formação em manutenção aeronáutica oferece – utilizou-se uma componente teórica e uma componente prática sobre a formação de uma atividade específica da manutenção) permitiu obter mais dados que poderão ajudar a aumentar o conhecimento sobre os modelos teóricos do CSCW, contribuindo assim para a melhoria do quadro teórico do CSCW e da sua capacidade para classificar os mundos virtuais tridimensionais. Para além disso, uma motivação a título pessoal foi o meu interesse em melhorar os meus conhecimentos sobre a área da formação em ambientes virtuais tridimensionais. O desenvolvimento do trabalho resultou da execução das seguintes atividades:

- Levantamento dos trabalhos realizados, onde se efetuou a pesquisa e o estudo da bibliografia existente relacionada com o tema e com o problema;
- Estudo dos dados entretanto apurados por Cruz et al. (2015) para, com este trabalho, procurar novas cadeias de evidência;
- Desenvolvimento de um módulo teórico, usando o software eXe para produzir o conteúdo de *e-learning* que foi disponibilizado na plataforma Moodle do CENFORTEC;
- Desenvolvimento e implementação de um simulador de manutenção aeronáutica, produzido com a solução de software servidor Open Simulator e visualizador Firestorm.

No simulador criou-se uma situação específica da manutenção aeronáutica (reboque de aeronaves), que foi aplicada no curso de formação de TMA;

- No simulador, o formador e cada um dos formandos usaram um avatar. Os formandos, sob orientação do formador, efetuaram as tarefas explicadas e propostas na sessão teórica disponibilizada no Moodle;
- Numa primeira fase, após desenvolvimento do simulador de manutenção, aplicou-se a sua versão preliminar a um formando para aferir o desempenho do modelo, se os resultados obtidos estavam de acordo com os resultados esperados e foram efetuadas as correções ou melhorias aos problemas detetados;
- Utilização das questões de estudo, das proposições de estudo e das unidades de estudo propostas por Cruz et al. (2015), que permitiram obter dados por observação direta da atividade dos formandos durante a utilização do simulador de manutenção. A versão final do simulador de manutenção foi passada a um leque mais alargado de formandos. Foram consideradas evidências quando os comportamentos e/ou características dos avatares se relacionaram com as unidades de análise definidas;
- Análise dos dados obtidos, relacionando as evidências obtidas para criar cadeias de evidências que suportem ou demonstrem as proposições definidas. Foram identificadas cadeias de evidências que correspondem a replicações do cenário analisado por Cruz et al. (2015) e a cadeias novas de evidências.

## **1.2 Estrutura**

O Capítulo 2 apresenta o trabalho de suporte à realização desta dissertação, onde se faz o enquadramento teórico do problema, se descreve a metodologia adotada para a elaboração deste trabalho, fazendo-se o enquadramento das diversas etapas com a metodologia. Apresenta o cenário e metodologia do estudo de caso, baseado no modelo proposto por Yin, com a adaptação proposta por Cruz et al. (2015). O Capítulo 3 apresenta uma visão geral de algumas plataformas usadas nos mundos virtuais do ponto de vista das Tecnologias de Informação, sendo analisado um pouco mais em detalhe a que foi escolhida e que serviu de suporte para a implementação do modelo proposto por Cruz et al (2015). Mostra também o trabalho desenvolvido na produção do simulador que serviu para a aplicação do modelo e obtenção de dados. Os resultados obtidos e os contributos resultantes da análise dos dados

são apresentados no Capítulo 4. O Capítulo 5 apresenta as conclusões, bem como reflexões sobre o trabalho desenvolvido e o que se deve desenvolver.

*Neste capítulo faz-se o enquadramento teórico do tema nomeadamente a caracterização dos mundos virtuais tridimensionais, com a personificação dos utilizadores em avatares e descrevem-se resumidamente as plataformas de mundos virtuais. Também se descreve a metodologia “estudo de caso” na perspetiva de Yin que foi utilizada neste projeto para a obtenção de dados.*

## **2. Trabalho relacionado**

### **2.1 Os mundos virtuais tridimensionais**

Os mundos virtuais tridimensionais são ambientes virtuais colaborativos (*Collaborative Virtual Environments - CVE*), que permitem aos utilizadores imergir neles através de uma representação gráfica chamada “avatar”, que pode comunicar com outros avatares através de áudio, vídeo, texto e/ou gestos, entre outras possibilidades (De Nobrega & Rutkowski, 2012). Estes mundos permitem aplicar algumas das características indicadas anteriormente, disponibilizando um espaço virtual que pode ser usado para melhorar a colaboração (Cruz et al., 2014), sendo o Second Life um exemplo comum de mundo virtual tridimensional (Cruz et al., 2015a), (Pinkwart & Olivier, 2009), (Cruz et al., 2014). Há muitos exemplos do uso de mundos virtuais tridimensionais na educação, na formação, no ensino à distância e noutros contextos de ensino e aprendizagem (Cruz et al., 2015a), tendo o uso destes mundos na educação aumentado constantemente nos anos mais recentes (Fominykh et al., 2012).

As características acima referidas são importantes para a interação e para a colaboração porque a comunicação é similar à realizada no mundo físico, pois existe a possibilidade de trocar, mover e mudar objetos; existe expressão das intenções em termos corporais e não verbais, e para melhorar a sensação de presença, que sendo esta uma experiência pessoal, está relacionada com a colaboração (Cruz et al., 2014). O ser humano quando interage, identifica e interpreta as indicações físicas como o posicionamento, a orientação do corpo, a atenção dos outros, o seu foco em itens específicos, etc. (Panagopoulos et al., 2012). Os mundos virtuais tridimensionais permitem que os avatares dos utilizadores possam usar

alguns destes aspetos, pelo que a criação de um ambiente imersivo virtual pode ser usado para melhorar a colaboração (Cruz et al., 2014).

No estudo do efeito da presença social do comportamento não verbal na interação homem computador, Gary e Kramer (2002) assumem que o comportamento não verbal é crucial para a criação de percepção de interação social, tendo-se identificado quatro níveis funcionais de comportamento não verbal: 1) funções de modelação, ligadas ao facto de ser mais vantajoso para o utilizador executar uma tarefa motora quando se pode observar alguém a efetuar; 2) funções de discurso, relacionadas intimamente com a produção verbal, atuando como complemento ou substituto da fala – gestos de apontar, ilustrativos e que estruturam o fluxo da fala; 3) funções de diálogo, que incluem contacto visual, acenos de cabeça, servindo para melhorar o fluxo de comunicação entre o falante e os ouvintes e 4) funções relacionais (Bente & Krämer, 2002).

Um mundo virtual é um conceito com diferentes interpretações para diferentes autores. Uma definição habitual foi proposta por Castronova em 2001 (Castronova, 2001), no contexto da economia e de outras ciências sociais, encarando-os como sistemas com características de interatividade entre as pessoas e o espaço virtual; de simulação das leis físicas, similar ao mundo tangível e de persistência do mundo virtual, o qual deveria existir mesmo que ninguém o estivesse a usar, guardando o estado (por exemplo, a localização dos objetos).

Contudo, no contexto da educação e formação, Morgado et al. (Morgado et al., 2010) contrapuseram que vários destes requisitos não são essenciais para caracterizar um sistema como mundo virtual. Estes autores realçam que a característica fundamental de um mundo virtual para efeitos de formação e educação consiste na forma de interação com ele: os utilizadores interagem com o sistema e com os outros utilizadores através das manifestações de si dentro do mundo – que são também a forma pela qual o mundo interage com os utilizadores. Contestam assim estes autores, que a persistência proposta por Castronova seja uma característica essencial de um mundo virtual no contexto da educação e formação, propondo em alternativa que os aspetos críticos para um sistema ser considerado mundo virtual sejam este paradigma da interação baseada no avatar e a capacidade de suportar interação multiutilizador, requerida para os distinguir enquanto entidade conceptual face a outros sistemas imersivos com interação baseada em avatar.

Existe um universo variado de plataformas que permitem a construção de mundos virtuais tridimensionais (e que seriam possíveis alternativas para a implementação deste projeto). Morgado (2012) afirma que “é necessário ponderar previamente quais as plataformas tecnológicas a ter em consideração. De facto, mesmo atendendo apenas aos últimos anos, têm surgido e/ou desaparecido centenas de plataformas distintas, a maior parte das quais não foi alvo de investigação específica, exterior às equipas que as desenvolveram” (Morgado, 2012). Um aspeto importante de algumas plataformas de mundos virtuais é a possibilidade de permitirem aos utilizadores a criação de conteúdos, verificando-se o aparecimento de muitas iniciativas educativas, incluído a simulação (Morgado, 2009).

As plataformas de mundos virtuais são uma tecnologia inovadora no âmbito das TI que fornecem ferramentas para a criação de ambientes gráficos tridimensionais interativos e altamente imersivos, que podem ser réplicas de espaços físicos existentes, de espaços imaginários ou espaços impossíveis de aceder por questões de segurança ou de custo (Maratou & Xenos, 2014). Assim, apresentam-se nos parágrafos seguintes, a título exemplificativo deste universo, algumas das plataformas baseadas em software proprietário como por exemplo, o Second Life<sup>3</sup> e o Active Worlds<sup>4</sup> e outras baseadas em software livre como o Open Cobalt<sup>5</sup>, Open Wonderland<sup>6</sup> e o OpenSim<sup>7</sup> (Orgaz et al., 2012), que permitem que os utilizadores criem e testem novas situações de uma forma relativamente rápida (Morgado, 2009).

### **2.1.1 Second Life (SL)**

O Second Life – SL (figura 2.1) é um ambiente imersivo proprietário, criado em 2003 e mantido pela empresa Linden Lab. Pode-se ler na página oficial do SL (Second Life, 2016) que este “é um mundo virtual tridimensional no qual todas as pessoas que você vê são reais e todos os lugares que você visita são construídos por gente como você”.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <http://secondlife.com/>

<sup>4</sup> Disponível em <https://www.activeworlds.com/web/index.php>

<sup>5</sup> Disponível em <http://www.opencobalt.net/>

<sup>6</sup> Disponível em <http://openwonderland.org/>

<sup>7</sup> Disponível em [http://opensimulator.org/wiki/Main\\_Page](http://opensimulator.org/wiki/Main_Page)



Figura 2.1 – Espaço virtual do Second Life

Fonte: [http://maps.secondlife.com/secondlife/Caledon 20Oxbridge/93/203/27](http://maps.secondlife.com/secondlife/Caledon%20Oxbridge/93/203/27) (4 outubro 2016)

Um mundo virtual tridimensional, como o SL, pode-se considerar uma rede social tridimensional, onde as pessoas, de uma forma isolada ou colaborativa podem criar e editar objetos no mundo virtual (Boulos et al., 2007). Esta plataforma permite que os utilizadores criem conteúdos em tempo real e de uma forma imersiva, utilizando ferramentas embutidas e partilhem diversos conteúdos como texto, imagem, vídeo, etc. (Second Life, 2016). Mas, como se trata de um software proprietário, os utilizadores ficam dependentes da Linden Lab e dos seus serviços (Freire et al., 2008). No entanto, devido às ferramentas embutidas no visualizador, que foram pensadas para serem usadas por utilizadores sem formação específica em modelação tridimensional ou desenvolvimento de aplicações, é relativamente simples criar um conteúdo (Sequeira & Morgado, 2013).

O SL usa o protocolo *Second Life Grid Open Grid Protocol* (SLGOGP) e desde que este protocolo se tornou público, permitiu o aparecimento de plataformas alternativas com a compatibilidade de software, como por exemplo o Open Simulator. Apesar do registo do utilizador na plataforma do SL ser gratuito, para se implementar e manter um projeto dentro do SL é necessário efetuar um pagamento mensal para obter uma região, e também tem de se pagar quando se importam objetos complexos desenvolvidos externamente. Para além desta desvantagem no contexto de projetos académicos ou experimentais, para o SL funcionar corretamente, exige que a ligação à Internet seja boa – estável e com boa largura de banda (Andreas et al., 2010).

Um utilizador que pague por uma região dentro do SL torna-se seu “proprietário” (ou “arrendatário”, já que além do pagamento inicial fica sujeito a pagamentos anuais) e pode construir e editar os objetos como entender, sendo por isso responsável pela gestão do espaço. As regiões podem conter muitos objetos e avatares e o comportamento dos objetos pode ser programado através de *scripts* desenvolvidos numa linguagem própria designada Linden Scripting Language - LSL<sup>8</sup> (Second Life, 2016). Apesar dos custos associados, o SL é muito utilizado no ensino e formação.

### 2.1.2 Active Worlds

O Active Worlds - AW (figura 2.2) é uma aplicação cliente-servidor que permite aos utilizadores credenciados visitar e interagir dentro de mundos virtuais tridimensionais que foram desenvolvidos por programadores e especialistas (Dickey, 2005). Os utilizadores podem interagir entre si, construir estruturas a partir de um conjunto de objetos existentes na plataforma. A construção de estruturas, usando as ferramentas embebidas é intuitiva e permite que, mesmo os utilizadores mais inexperientes construam os seus objetos corretamente no ambiente. O *browser* dispõe de capacidade de voz, *chat*, *media streaming*, mensagens instantâneas, permite uma maior imersão e conectividade dos utilizadores ao ambiente (Active Worlds, 2016).

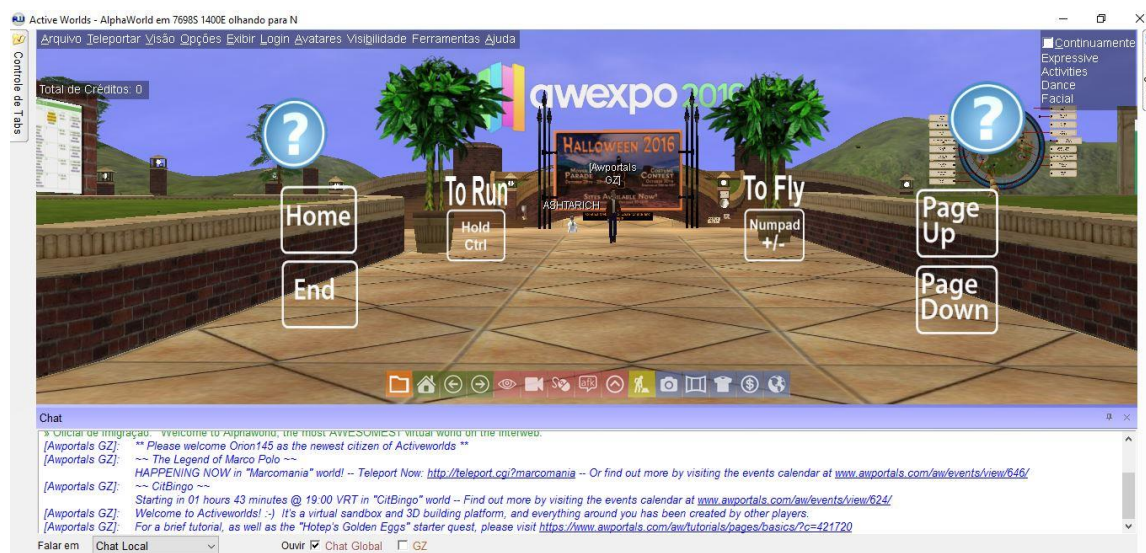


Figura 2.2 – Espaço virtual do Active Worlds

<sup>8</sup> [http://wiki.secondlife.com/wiki/LSL\\_Portal](http://wiki.secondlife.com/wiki/LSL_Portal)

Os mundos virtuais formam uma comunidade *online*, designada como "Universo Active Worlds" que incorpora muitos mundos virtuais, criados com temas definidos pelos utilizadores e um mundo central de entrada aberto aos utilizadores. Os utilizadores são representados no AW por um avatar genérico, se acederem ao ambiente como convidado (designado turista), ou por um avatar personalizado se forem utilizadores registados (Peterson, 2005).

### 2.1.3 Open Cobalt

O Open Cobalt (figura 2.3) disponibiliza ao público em geral uma plataforma gratuita, de código-fonte aberto, permitindo a construção, o acesso e a partilha de ambientes virtuais multiutilizador que podem ser usados na investigação e no ensino, sendo possível a sua utilização sobre os principais sistemas operativos. Como esta plataforma utiliza um protocolo de comunicações *peer-to-peer*, não é necessária uma infraestrutura de servidores para assegurar a ligação e interação entre os utilizadores, podendo estes aceder usando intranets, LAN ou através da Internet (Maratou & Xenos, 2014).



Figura 2.3 – Espaço virtual do Open Cobalt

Fonte: <http://www.opencobalt.net/> (4 outubro 2016)

Esta tecnologia permite que escolas e outras organizações estabeleçam as suas próprias redes pública e privada (espaços tridimensionais, com *chat* de voz e texto), permitindo a comunicação em grupo e permitindo uma melhor organização do trabalho num projeto. O

Open Cobalt usa o ambiente de software Squeak<sup>9</sup> que é um sistema código-fonte aberto Smalltalk, disponível para Windows, Mac e Unix/Linux. Como acontece em quase todas as aplicações Smalltalk, o Open Cobalt tem funcionalidade idêntica em qualquer plataforma. Como é um sistema Smalltalk, normalmente pode ser atualizado enquanto o sistema estiver a funcionar sem precisar reiniciar (Open Cobalt, 2016).

#### 2.1.4 Open Wonderland

O Open Wonderland – OW (figura 2.4) é um kit de ferramentas desenvolvido a partir do projeto Wonderland, inicialmente criado pela Sun Microsystems (Open Wonderland, 2016). É uma plataforma de código-fonte aberto, baseada em linguagem Java para a criação de mundos virtuais tridimensionais colaborativos, que pode ser usado e modificado gratuitamente (Maratou & Xenos, 2014).



Figura 2.4 – Espaço virtual do Open Wonderland

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ei39rcGsD0g#t=85> (4 outubro 2016)

O OW não disponibiliza dentro do seu ambiente a construção tridimensional, mas pode-se importar para a plataforma, através de um *web browser*, modelos tridimensionais gerados com outros produtos de software, como por exemplo Maya, Google SketchUp, etc. (Chen et al., 2011). O OW permite que se corram aplicações Java 2D ou 3D dentro do mundo virtual,

---

<sup>9</sup> Disponível em <http://squeak.org/>

aplicações essas que são criadas tendo em atenção o ambiente multiutilizador. Por exemplo, a utilização de um quadro de parede partilhado, onde os diversos utilizadores podem escrever ou desenhar em simultâneo ou o uso de um bloco de notas que os utilizadores poderão usar em conjunto (Maratou & Xenos, 2014). O OW, sendo uma plataforma livre não possui um servidor específico, pelo que qualquer utilizador pode criar o seu ou associar-se a um existente, mas exige uma equipa multidisciplinar, nomeadamente programadores, artistas gráficos, criadores de conteúdos e administradores de sistema (Open Wonderland, 2016).

Os utilizadores podem comunicar, partilhar e colaborar em contextos educacionais, negócios, etc. a partir de um *web browser*, sem necessidade de instalar um visualizador. Podem também criar mundos inteiramente novos, adicionar novas características aos mundos existentes, podem usar avatares pré-definidos ou personalizar os seus próprios avatares (Open Wonderland, 2016).

A visão do OW é disponibilizar um ambiente robusto em termos de segurança, escalabilidade e funcionalidade, de modo que as organizações possam ver o OW como um local onde se possam realizar negócios ou atividades educacionais em segurança e com confiança. Dentro destes mundos, os utilizadores podem interagir uns com os outros e partilhar conteúdos, como por exemplo ficheiros HTML, PDF, vídeo, apresentações em Power Point, etc. O OW é gerido pela fundação Open Wonderland (organização sem fins lucrativos) e ainda não é um produto, mas um software em desenvolvimento ativo, suportado por uma pequena equipa e sem controlo de qualidade, cujo objetivo é desenvolver características chave para permitir que os utilizadores projetem na plataforma mundos virtuais interessantes (Open Wonderland, 2016).

### **2.1.5 Open Simulator**

Tal como o SL, o Open Simulator – OpenSim (figura 2.5) possibilita a criação de conteúdos em tempo real e de forma imersiva, através de ferramentas próprias, possibilitando também a partilha de texto, imagem, vídeo, etc. O OpenSim é um servidor usado para a construção de mundos virtuais, com versões para diferentes sistemas operativos (pode ser executado em Windows com a *framework* .Net ou em Unix com a ferramenta Mono) e com suporte para várias linguagens de *scripting*, como por exemplo a LSL, originária do Second Life, ou usando uma linguagem apropriada OSSL (*OpenSim Scripting Language*), que permitem a

realização de funções específicas dentro do ambiente: permite que haja interação com este, atribuindo comportamentos aos objetos que são criados nesse ambiente.

Qualquer utilizador pode correr o servidor OpenSim no seu computador em modo autónomo (*standalone*), o que permite que o servidor seja totalmente privado ou ligado a outras instâncias de OpenSim (Open Simulator, 2016).



Figura 2.5 – Espaço virtual OpenSim com *viewer* Firestorm

O OpenSim surgiu por retroengenharia do SL, mas desenvolveu-se assinalavelmente quando o protocolo SLGOGP se tornou público e destaca-se do SL por ser uma plataforma em código-fonte aberto (sob licença BSD - Berkeley Software Distribution): qualquer pessoa pode copiar, modificar e usar o OpenSim, desde que concorde em “fornecer o código fonte a outros, não modificar ou retirar a licença e direitos (*copyrights*) originais, e aplicar esta mesma licença para qualquer obra derivada” (Freire et al., 2008). É uma plataforma adequada à investigação, porque permite que se façam experiências em qualquer computador, usando um mundo virtual privado sem sofrer influências externas e, sendo código-fonte aberto, é uma solução gratuita, enquanto que no SL é necessário efetuar um pagamento mensal. O SL também restringe o número de objetos e o tamanho de *scripts*, o que não acontece no OpenSim (Wagner et al., 2013), (Sequeira & Morgado, 2013).

Esta plataforma não é a única usada para criar mundos virtuais que é desenvolvida por comunidades de código-fonte aberto, como o demonstram os outros casos já apresentados nas secções anteriores, mas destaca-se por ser usada por um grande número de utilizadores,

ter boa interface gráfica, ter funcionalidades de comunicação e modelação simples e interativas (Freire et al., 2008). O facto de existirem muitos programadores independentes permite que haja uma grande contribuição para o código da plataforma, criando variantes e recursos extras (Sequeira & Morgado, 2013).

Esta plataforma foi escolhida por ser apropriada para o presente projeto porque: 1) ao contrário de outras plataformas como o SL, sendo o OpenSim código-fonte aberto permitiria que se fizessem eventuais modificações necessárias para acomodar a plataforma às necessidades do projeto; 2) o OpenSim não é um mundo virtual público, como por exemplo o SL ou o Active Worlds, pelo que pode ser totalmente configurado para criar o ambiente virtual a um grupo restrito de utilizadores em ambiente controlado; 3) o OpenSim permite a personalização do ambiente virtual de acordo com os requisitos deste projeto, podendo-se criar um número ilimitado de objetos (Orgaz et al., 2012).

#### **2.1.6 Visualizadores (software cliente)**

O OpenSim disponibiliza um servidor de mundos tridimensionais flexível e modular compatível com o Second Life, pelo que se podem utilizar os *viewers* do SL, apesar destes terem sido desenvolvidos para o SL (Avila et al., 2013). Um *viewer* ou visualizador é um software cliente específico que permite ao utilizador aceder remotamente a um ambiente virtual (visualização), permite a importação/exportação de objetos e disponibiliza um conjunto de recursos relacionados com o mundo virtual que estão à disposição do utilizador para realização e interação das suas atividades (Nunes et al., 2013).

Existe uma quantidade considerável de visualizadores para SL e OpenSim, podendo-se referenciar a título de exemplo, os ativos que constam na lista da página oficial do Open Simulator: Alchemy, Cool VL, Hippo, Firestorm, Kokua, Radegast Metaverse Client, Singularity e Lumiya (Open Simulator, 2016).

## **2.2 A importância da sensação de presença na colaboração**

A sensação de presença é importante para se compreender a colaboração em mundos virtuais tridimensionais (Cruz et al., 2014), oferecendo estes às pessoas uma oportunidade de interagir num modo que cria essa sensação, coisa que não se verifica noutros sistemas multimédia (Fominykh et al., 2012). Romano et al. (Romano et al., 1998) argumentam que a colaboração se relaciona com um forte sentimento de sensação de presença partilhada,

sendo reconhecido no geral que a imersão, a comunicação não verbal (Bente et al., 2004) e a interação (Swinth & Blascovich, 2002), (Cruz et al., 2014) são importantes para a criação da sensação de presença. Por seu lado, a colaboração tem sido um elemento preponderante em várias metodologias de educação, que atendam ao seu papel na aprendizagem e o empenho dos alunos (Franceschi & Lee, 2008).

A presença é uma experiência subjetiva e pode influenciar a colaboração porque ajuda o utilizador a compreender o mundo virtual, permitindo um uso mais fácil e intuitivo (Cruz et al., 2014). Lombard & Dillon argumentam que uma forte sensação de presença permite ultrapassar as deficiências num ambiente virtual (Romano et al., 1998) e Romano et al. verificaram que as situações de fraca colaboração coincidiam quando a sensação de presença apresentava um nível baixo ou nulo (Cruz et al., 2014), (Romano & Brna, 2002).

Para melhor compreensão da noção de presença e da sua influência na colaboração, deve-se definir o que é a presença. Minsky apresenta o conceito de telepresença como "a sensação de estar fisicamente presente num ambiente remoto, mediado por uma interface de sistema"<sup>10</sup> e Sheridan define-o como "a sensação de estar fisicamente presente com objetos virtuais no sítio remoto do teleoperador"<sup>11</sup>. A presença é muitas vezes expressa como sendo a sensação dos participantes estarem nesse sítio (Cruz et al., 2014). Pode ser vista como uma função multidimensional e pode-se considerar a dimensão na qual o computador se torna transparente, existindo a sensação de estar presente no ambiente virtual com outras pessoas e que existe um trabalho direto com elas (Benford et al., 2001).

Heeter (cit. Cruz et al., 2014) define três dimensões da presença: presença pessoal, como uma medida de sensação de estar no mundo virtual; presença social, como a existência e a interação com outros seres no mundo e presença ambiental, como a capacidade de interação com o ambiente virtual. Por outro lado, a International Society for Presence Research – ISPR (International Society for Presence Research, 2016) identifica cinco dimensões para a presença: presença espacial, quando a pessoa tem a experiência de estar noutra ambiente em vez de estar no físico; presença sensorial, quando a pessoa tem a experiência de sentir a

---

<sup>10</sup> Tradução do autor. No original “sense of being physically present at a remote environment mediated by the system interface”

<sup>11</sup> Tradução do autor. No original “sense of being physically present with virtual objects at the remote teleoperator site”

presença de sons e pessoas geradas pela tecnologia como se fossem reais; realismo social quando se refere à sensação das características do ambiente como se fosse real; imersão psicológica quando as percepções das pessoas estão focadas no ambiente virtual e ignoram o físico e presença social, quando a pessoa tem a sensação de estar a comunicar com outra pessoa.

Slater defende que a medição da presença é subjetiva e devido à sua natureza subjetiva esta medição deve ser baseada em questionários (International Society for Presence Research, 2016). Identifica dois tipos de presença: a presença pessoal, relacionada com a sensação de se estar num espaço virtual e a presença partilhada, relacionada com percepção dos outros no mesmo ambiente e o comportamento do grupo (Cruz et al., 2014). Os aspetos principais da presença são: aspetos objetivos (respostas automáticas do utilizador no ambiente virtual); aspetos ambientais (relacionados com a imersão do utilizador no ambiente virtual, através do uso de informação sensorial e estímulos que a tecnologia da realidade virtual dá) e aspetos subjetivos (ligados à percepção do utilizador pela presença num ambiente virtual num determinado momento) (Franceschi & Lee, 2008). A presença relaciona-se assim com a colaboração através de características comuns, principalmente as não verbais, como gestos, personalização de avatares, proximidade, orientação e outras (Cruz et al., 2014).

Quando as pessoas interagem frente a frente, o ambiente envolvente é um espaço contínuo, no qual os participantes podem usar uma gama elevada de recursos de comunicação não verbal (Rae et al., 2008). No estudo da presença é reconhecida a importância deste tipo de comunicação (Cruz et al., 2015b), (Rae et al., 2008), incluindo as indicações de presença social (proximidade, orientação, contacto visual, contemplação e aparência visual) e a materialização, pois melhoram a presença virtual (Swinth & Blascovich, 2002), (Cruz et al., 2014), (Bente et al., 2004). Assim, a comunicação não verbal pode ser usada para melhorar a consciência de pertença a um coletivo e as tarefas colaborativas em geral (Cruz et al., 2014), (Bente et al., 2004). Romano conduziu um estudo sobre a influência da presença no processo colaborativo, a nível individual e em grupo, tendo concluído que, quando se verificava uma sensação forte de presença partilhada, as prestações eram melhores e a colaboração entre utilizadores mais eficaz (Romano et al., 1998).

### **2.3 O avatar como representação gráfica do utilizador**

A sensação de imersão mais comum obtida num ambiente tridimensional recorre ao uso de avatares (Schaf et al., 2012). Numa aprendizagem colaborativa em mundos virtuais, a personificação por meio de avatares permite que os estudantes disponham de um processo mais fácil de comunicação baseado em rede, contribuindo para melhorar o processo de relacionamento social, influenciar positivamente o processo do grupo, e criar níveis mais elevados de confiança interpessoal (Bente et al., 2004). Bailenson e Blascovich distinguem avatar – ser humano virtual, usado para representar um participante junto de outros num ambiente virtual partilhado – de agente, ser humano virtual com comportamentos pré-definidos (Rae et al., 2008). O avatar pode comunicar com outros avatares, usando áudio, vídeo, textos e/ou gestos (Cruz et al., 2014).

Os avatares são capazes de deduzir as respostas adequadas das pessoas, tendo-se observado que algumas normas sociais não escritas, com a proxémica ou a inquietação, devido à proximidade dos olhos entre parceiros desconhecidos, também ocorrem da mesma forma que no mundo físico. Os avatares que exibem maiores níveis de acuidade visual e comportamental apresentam potencialmente mais condições de comunicar com sucesso as subtilezas da comunicação não verbal, melhorando assim a perceção que o utilizador tem relativamente à autenticidade da interação (Rae et al., 2008).

Enquanto que alguns aspetos do comportamento humano são fáceis de replicar (como por exemplo a fala), outros aspetos como o olhar representam um desafio de replicação ainda não resolvido. O realismo do olhar do avatar é muito importante no comportamento social e na comunicação não verbal, onde é usado como um canal bidirecional para início, monitorização, manutenção e terminação da mensagem (Rae et al., 2008). Por isso, a possibilidade de detetar, armazenar, transmitir e assim influenciar o comportamento não verbal, tal como o olhar, os movimentos, os gestos e as posturas em tempo real, são um forte argumento para o uso de avatares (em vez de usar agentes) como instrumentos na investigação da comunicação e perceção (Bente et al., 2004). A reforçar este argumento encontra-se a citação de Jarova Larnier: “embora a potência dos computadores de hoje (2001) limite a aparência dos avatares a gráficos muitos simples, abonecados, que só grosseiramente se aproximam da aparência de uma face humana, transmitem no entanto os

movimentos dos hospedeiros, dando por isso a sensação de presença, emoção e o foco de interesse”<sup>12</sup> (Bente et al., 2004).

Os sistemas com avatares constroem uma realidade virtual, um espaço de encontro e/ou de trabalho que é psicologicamente remoto em relação às localizações dos interlocutores. Devido à referência comum de objetos no espaço virtual, é possível ter um elevado grau de presença onde os avatares podem transmitir informação não verbal sem revelar a identificação dos comunicadores (Bente & Krämer, 2002). A personificação, usando um avatar é muito importante porque possibilita aos utilizadores transmitirem informação social importante acerca deles próprios. Por isso, os avatares que são adaptados e personalizados pelos utilizadores dão mais informação social sobre os seus utilizadores do que os avatares genéricos que são neutros (Swinth & Blascovich, 2002). No entanto, ainda há falta de dados sobre os efeitos subtis e transitórios de baixo nível inerentes à comunicação não verbal, como o uso de gestos específicos, a coordenação de atividades verbais e não verbais, etc. (Bente et al., 2004).

De um modo geral, verifica-se que existe um amplo consenso sobre a importância das funções comunicativas do comportamento não verbal, mas que ainda existe pouco conhecimento sobre os seus mecanismos específicos (Bente & Krämer, 2002). Existe pois uma falha na literatura sobre qual o impacto que a comunicação não verbal tem sobre a colaboração em mundos virtuais (Cruz et al., 2015a).

## **2.4 O conceito de CSCW**

A colaboração humana, usando Tecnologias de Informação pode ser analisada sob o quadro teórico do CSCW (Gul, 2008). O termo CSCW foi usado pela primeira vez pelos investigadores Irene Greif e Paul Cashman em 1984 para descrever o tópico de um *workshop* interdisciplinar que promoveram sobre como apoiar as pessoas na sua organização do trabalho usando computadores, tendo Greif definido CSCW como um campo de investigação focado no papel do computador no trabalho em grupo (Schmidt & Bannon, 1992).

---

<sup>12</sup> Tradução e adaptação do autor. No original “Although the computer power of the day limited our early avatars to extremely simple, cartoonish computer graphics that only roughly approximated the faces of users, they nonetheless transmitted the motions of their hosts faithfully and thereby conveyed a sense of presence, emotion and locus of interest”.

O CSCW é considerado uma área científica interdisciplinar que estuda a forma como o trabalho em grupo pode ser auxiliado por tecnologias de informação e comunicação. O estudo do trabalho em equipa levantou a necessidade de se entender o comportamento dos grupos e a relação deles com as tecnologias e a área foi-se tornando multidisciplinar, envolvendo sociólogos, psicólogos, educadores e outros profissionais das ciências sociais (Schmidt & Bannon, 1992). O CSCW é uma área que tem impulsionado a aplicação e a avaliação sistemática de avatares, pois causam efeitos desejáveis na experiência da presença social, na sensação da execução da tarefa. Os investigadores, com base nos conhecimentos teóricos “terreno comum” ou sensibilização em grupos, esperam obter melhores resultados na aprendizagem colaborativa e resolução de problemas através da inclusão de canais não verbais no processo de comunicação baseado em rede (Bente et al., 2004).

Contudo, as taxonomias do CSCW falham na abordagem das características chave dos mundos virtuais tridimensionais (Cruz et al., 2015b). Para colmatar esta lacuna, Cruz et al. iniciaram o processo de obtenção de mais elementos de prova sobre a influência da comunicação não verbal na colaboração em ambientes virtuais tridimensionais que possam contribuir para o enriquecimento da moldura CSCW. Para tal, estes investigadores propuseram um protocolo baseado nos primeiros passos do estudo de caso, seguindo a perspectiva proposta por Robert Yin (Cruz et al., 2015a).

## **2.5 Metodologia de investigação**

Para a concretização do objetivo deste trabalho, que implica a recolha e análise de elementos de prova sobre o papel da comunicação não verbal em ambientes virtuais tridimensionais, a metodologia de investigação mais apropriada é o “estudo de caso” porque permite explorar, descrever, ou ampliar o conhecimento sobre o objeto que se estuda, usando várias fontes de dados (Baxter & Jack, 2008). O estudo de caso é o método mais utilizado na investigação qualitativa de sistemas de informação e é muito adequado para compreender as interações entre a tecnologia de informação e o contexto organizacional (Darke et al., 1998). Para este trabalho adotou-se a metodologia de investigação “estudo de caso” na visão de Yin que, segundo este autor, “é uma investigação empírica que investiga um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenómeno e o contexto não estão claramente definidos, ou o investigador tem pouco controlo sobre esses pontos”. Para Yin, o estudo de caso permite analisar os diferentes aspetos do

objeto que se está a estudar, colocando-se as questões “como” e “porquê” sobre um conjunto contemporâneo de acontecimentos sobre os quais o investigador tem pouco ou nenhum controlo (Yin, 2003). Este método para o estudo de caso disponibiliza os procedimentos que se devem adotar para conduzir uma investigação do estudo de caso, ajudando os investigadores a construírem um guia para utilizar nesse estudo (Yazan, 2015), sendo por isso um método também indicado para investigadores iniciantes (Tellis, 1997), como é o caso deste trabalho.

Na perspetiva de Yin o estudo de caso é composto pelas seguintes atividades: 1) *Research Design*, 2) *Preparation for Evidence Collection*, 3) *Evidence Collection*, 4) *Evidence Analysis* e 5) *Sharing of Results* (Cruz et al., 2015). Yin dá um grande ênfase ao desenho do estudo de caso (*Research Design*), definindo-o como “a sequência lógica que liga os dados empíricos às questões de investigação iniciais do estudo e, por último às suas conclusões”. O desenho do estudo de caso (*Research Design*) deve conter as seguintes componentes fundamentais: as questões de estudo (*Research questions*) que fornecem uma chave importante para se estabelecer a estratégia de pesquisa mais relevante a ser utilizada; as proposições de estudo (*Propositions*), que orientam a atenção para o que deve ser examinado dentro do objetivo de estudo, sem as quais um investigador pode ser tentado a recolher “tudo” de forma dispersa e desconexa e as unidades de análise (*Units of Analysis*), que relacionam os dados com problema fundamental, ligando-os às proposições; e por último, a definição de um critério para a interpretação dos resultados obtidos (Yazan, 2015), (Yin, 2003).

A segunda atividade do estudo de caso consiste na preparação para a recolha de evidências (*Preparation for Evidence Collection*), ou seja o desenvolvimento de um protocolo que contém os procedimentos e as regras gerais que deverão ser seguidas, onde estão incluídos a definição de objetivos e os procedimentos para obtenção de dados, a análise da literatura mais importante e qual o formato para apresentação dos resultados (Cruz et al., 2015a). A função do protocolo é aumentar a confiabilidade da pesquisa ao servir como guia ao investigador ao longo das atividades de estudo (Yin, 2003). Depois do protocolo estar concluído e testado o passo seguinte consiste na recolha de dados, tendo Yin (1994) identificado seis tipos de fontes de evidências para a obtenção de dados na investigação do estudo de caso: documentação, registos em arquivos, entrevistas, observação direta, participante observador e artefactos físicos (Yazan, 2015).

Este trabalho baseia-se no protocolo apresentado por Cruz et al. (Cruz et al. 2015a) que é um instrumento de investigação, desenvolvido para um estudo de caso, onde os autores apresentaram um caso piloto, que por observação direta das situações, permitiu obter dados de validação. Com essa investigação pretenderam observar o comportamento dos utilizadores, personificados em avatares, e o efeito que esses comportamentos teriam sobre os outros, para se estabelecer uma relação entre alguns comportamentos e efeitos específicos no contexto da colaboração. Neste trabalho replica-se o processo usando-se o protocolo acima referido com um estudo de caso em práticas de manutenção aeronáutica. Assim, os autores do protocolo definiram as duas questões de estudo (RQ, *Research Questions*) que relacionam o modo como a comunicação não verbal afeta a colaboração em ambientes virtuais tridimensionais:

- RQ1 - Como é que o uso de um avatar influencia a colaboração nos mundos virtuais tridimensionais?
- RQ2 - Como é que o ambiente virtual espacial influencia a colaboração nos mundos virtuais tridimensionais?

Definiram igualmente os mesmos autores as proposições relacionadas com a expectativa gerada pela teoria da Presença (proposições relacionadas com a comunicação não verbal e o impacto que podem ter na colaboração):

- P1: A estética do avatar influencia a perceção que os outros têm do papel do utilizador do avatar e/ou da sua atitude.
- P2: Os gestos e sons produzidos pelo avatar influenciam a perceção dos outros sobre como o utilizador do avatar quer colaborar ou como ele quer que os outros colaborem.
- P3: A direção do olhar, dos olhos, da face, a direção do movimento e o posicionamento do avatar dão indicações acerca do modo como o utilizador presta atenção ou como ele pretende chamar a atenção dos outros.
- P4: A interação do avatar com objetos específicos fornece pistas sobre quais objetos destinados a serem utilizados por outras pessoas no processo de colaboração.
- P5: A disposição dos objetos (*e.g.* o seu agrupamento ou alinhamento) dá indicações sobre o seu objetivo para a colaboração.

- P6: A troca de artefactos visuais ("objetos", "roupas", "ferramentas") com características visuais específicas e objetivos explícitos, ajudam na definição de grupo, contribuindo para a consciência de grupo e a percepção dos papéis de colaboração.
- P7: O ambiente espacial virtual, incluindo a iluminação, sons, música e os efeitos visuais influenciam as atitudes dos colaboradores.

Estabeleceram as unidades de análise para os avatares e ambiente espacial virtual, pois são os alvos de observação dos estudos de caso e as suas relações com as questões de estudo serão obtidas com a aplicação do critério recomendado por Yin (1994).

- Avatares: aparência, gestos feitos, sons emitidos, observação, comportamento facial, orientação facial, direção do movimento, posição do corpo, colocação do avatar, artefactos visuais usados para a interação.
- Espaço físico: artefactos visuais animados ou artefactos para interação, artefactos visuais inanimados, artefactos não visuais, ambiente visual.

A investigação do estudo de caso baseia-se em várias fontes de evidências, a partir do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a recolha e a análise de dados e este protocolo permitiu obter um conjunto de cadeias de evidência para as diversas proposições. No presente trabalho, sendo um estudo de caso adicional sobre o mesmo problema, aplicaram-se as mesmas questões de estudo, as mesmas proposições, e as mesmas unidades de análise propostas por Cruz et al. (Cruz et al., 2015a) num ambiente virtual tridimensional desenvolvido em OpenSim, com o objetivo de replicar o processo para se obter mais cadeias de evidências que possam suportar as proposições apresentadas.

Os dados foram obtidos por observação direta e a sua recolha foi efetuada num cenário de treino de manutenção aeronáutica. O cenário consiste na simulação em ambiente virtual tridimensional, do reboque de um avião, que permite aos diversos participantes inseridos numa atividade de treino e aprendizagem, colaborarem entre si na execução das diversas tarefas.

*Neste capítulo descreve-se a construção do simulador, apresentando-se a estrutura do módulo de e-learning com o conteúdo teórico necessário para usar o módulo prático. Apresenta-se a construção e a configuração do módulo prático usando o OpenSim numa solução servidor-cliente e descreve-se o cenário e a sua utilização para simular um conjunto de atividades colaborativas em manutenção aeronáutica.*

### **3. Simulação num mundo virtual tridimensional**

A manutenção de aeronaves é um processo complexo, rigoroso, delicado e exaustivo, que exige um programa de treino muito preciso (Fonseca et al., 2011), por isso a atividade de manutenção aeronáutica, assegurada por uma equipa de manutenção, é crucial para colocar uma aeronave apta para o serviço, pelo que é fundamental um treino de manutenção adequado. Este treino assegura a qualificação, a proficiência e a certificação necessária para os técnicos de manutenção aeronáutica executarem as suas tarefas dentro da sua área de especialização (Air Force AF/A4LM, 2015). É neste contexto que surge a simulação em mundos virtuais tridimensionais como uma via alternativa para se obter uma parte desse treino. A construção de um simulador tridimensional multiutilizador fornece um conjunto de novas oportunidades que podem ser usadas na formação tanto por formadores como por formandos (Pinheiro et al., 2012).

Os mundos virtuais são ambientes tridimensionais que pretendem representar ambientes reais ou imaginários, dentro dos quais os utilizadores participam e interagem, mediados pelos seus avatares (Avila et al., 2016). Orgaz et al. (Orgaz et al., 2012) definem mundos virtuais como "... uma representação digital do mundo concreto, onde as pessoas podem interagir livremente, utilizando-se da metáfora das suas vidas reais num ambiente que não é limitado por aspetos físicos, idade, sexo ou outras características do mundo real"<sup>13</sup>.

Para a implementação do cenário que simule, num ambiente tridimensional, a atividade de manutenção aeronáutica optou-se por utilizar a solução Open Simulator servidor, criando

---

<sup>13</sup> Tradução e adaptação do autor. No original "... as a digital, or electronic representation of our real world. In these representations people, can interact freely using the metaphor of their lives in a non-limited world by physics, age, sex, or other real world characteristics".

um mundo virtual dedicado ao projeto, e com os utilizadores a usarem o visualizador cliente Firestorm para aceder ao ambiente virtual. A razão desta opção é explicada mais à frente.

### **3.1 Implementação do projeto**

Para a criação de um modelo que pudesse ser passado aos formandos TMA, o desenvolvimento do simulador de reboque de aeronaves baseou-se em dois documentos: Regulamento da União Europeia (REU N.º 1149/2011 da Comissão Europeia de 21 de outubro) e o Procedimento de Reboque de Aeronaves da Força Aérea Portuguesa (PM 001 de 2001). O Regulamento permitiu obter um enquadramento doutrinário sobre o tema e o Procedimento serviu de referência à operacionalização dos conteúdos teóricos e atividades formativas. O simulador é formado por uma componente teórica, criada por um conteúdo de *e-learning* e uma componente prática criada por um mundo virtual.

#### **3.1.1 Componente teórica**

A sessão teórica teve por objetivo dar a formação básica necessária para que os formandos pudessem efetuar a simulação do reboque de uma aeronave num ambiente virtual, e foi desenvolvida usando o software ExeLearning<sup>14</sup> que permitiu criar o conteúdo *e-learning*. Este documento foi gravado em formato IMS *content package* e colocado no Moodle do CENFORTEC, no módulo “Aerodinâmica, Estruturas e Sistemas de Aviões com Motor de Turbina”.

No planeamento da simulação, a sessão teórica assíncrona foi realizada *a priori* da sessão prática, o que permitiu, para efeitos apenas desta dissertação, agilizar o processo da formação teórica, para poder mais rapidamente iniciar o processo de recolha de dados sobre a colaboração na sessão síncrona prática. O conteúdo da sessão teórica de *e-learning*, pode ser consultado em mais detalhe no Anexo 1. Para facilitar a compreensão do tema e, conforme se pode verificar neste anexo, a sessão teórica foi organizada em 7 tópicos, num formato similar a um explorador de ficheiros, estando os tópicos do lado esquerdo e sendo o conteúdo disponibilizado no lado direito para cada tópico selecionado. Esta sessão foi frequentada por todos os formandos que a consultaram e estudaram antes da sessão prática:

---

<sup>14</sup> Disponível em <http://exelearning.net/downloads/>

- O tópico 1 consiste numa introdução, que apresenta os objetivos gerais e específicos da formação sobre o reboque de aeronaves;
- O tópico 2 aborda as questões de segurança que os elementos da equipa de reboque deverão observar na área de aeródromo durante a preparação e realização do reboque da aeronave;
- O tópico 3 aborda a constituição da equipa de reboque e as responsabilidades de cada um dos elementos;
- O tópico 4 caracteriza o processo de reboque, definindo os procedimentos que cada elemento deve adotar e como deve trabalhar em equipa, desde a reunião preliminar até à conclusão do reboque (aeronave imobilizada e com calços aplicados ou aeronave pronta para voo);
- O tópico 5 aborda os equipamentos utilizados no reboque de aeronaves, nomeadamente o trator e a lança de reboque;
- O tópico 6 apresenta os sinais definidos pela International Civil Aviation Organization - ICAO (sinais de *marshalling*) que os elementos que operam na área de aeródromo devem utilizar e que permitem a comunicação não verbal entre os membros da equipa de reboque e com as tripulações das aeronaves;
- O tópico 7 faz uma introdução ao ambiente virtual tridimensional, utilizado na sessão prática, que como se pode ver no Anexo 1, mostra uma visão geral do cenário e dos objetos que os avatares deverão interagir. Inclui um subtópico “Acesso ao simulador” que explica como o formador deve descarregar o *viewer* Firestorm e como configurar o seu acesso via internet ao servidor OpenSim, instalado num computador doméstico. Inclui também um subtópico sobre a utilização do Firestorm, nomeadamente os movimentos básicos do avatar, os controlos da câmara, os sinais de comunicação não verbal, usando um *Head Up Display* – HUD e como o avatar deve interagir com outros avatares e com os objetos.

### **3.2 Instalação e configuração do servidor Open Simulator**

A escolha do OpenSim deveu-se a vários fatores, já referidos no capítulo anterior: 1) ser uma solução gratuita e com possibilidade de construir o cenário sem restrições no número de objetos ou no número de *scripts* (ao contrário do Second Life que seria uma solução paga e com constrangimentos no número de objetos e *scripts*); 2) ser uma solução que permite

implementar um ambiente virtual e privado, o que não aconteceria se fosse usado o Active Worlds, ou o Second Life; 3) ser uma solução código-fonte aberto que permite adaptar adequadamente o OpenSim ao cenário pretendido.

O servidor foi instalado como serviço disponível via Internet, usando-se clientes visualizadores devidamente configurados para acederem ao mundo virtual. Para a escolha da versão de OpenSim a instalar, foi consultado o sítio Web do Open Simulator<sup>15</sup>, onde além da versão nele disponibilizada, são sugeridas outras distribuições, tais como a Diva distribution, a OSGrid e a SOAS - Sim On A Stick. As diferenças de funcionalidades entre as várias distribuições não são relevantes para o objetivo da presente investigação, pelo que após algumas tentativas não estruturadas, optei pela distribuição Diva<sup>16</sup>, com a qual tive uma experiência mais bem-sucedida. Desta forma, pude ter uma transição mais expedita para o foco desta dissertação, otimizando o tempo necessário para dominar a instalação e configuração do OpenSim. Para efetuar a instalação e configuração foi seguido um manual produzido por um aluno da Universidade Aberta (Nunes, 2016). No Anexo 2 descreve-se em detalhe todos os procedimentos que foram implementados num computador doméstico que foi destinado para ser servidor do OpenSim, descrevendo-se nesta parte da Dissertação apenas os aspetos essenciais do processo:

- Para implementar um DNS de modo que o OpenSim instalado no computador doméstico ficasse acessível do exterior, foi criado o domínio “gjsilvasim” em <http://www.dtdns.com/> e configurado o serviço de DDNS no router que serve o computador;
- Atribuído um IP fixo ao computador com a distribuição “Diva” do OpenSim para os *viewers* dos formandos poderem aceder ao servidor;
- Configuração e redirecionamento das portas do *router* e alteração das permissões da *firewall* do Windows do computador usado como servidor, para permitir o acesso ao OpenSim;
- Instalação, no computador usado como servidor, do MySQL 5.7.13 Server<sup>17</sup> a partir do site e criação da base de dados para utilização com o OpenSim;

---

<sup>15</sup> <http://opensimulator.org/wiki/Download>

<sup>16</sup> <http://metaverseink.com/Downloads.html>

<sup>17</sup> <http://dev.mysql.com/downloads/>

- Instalação da distribuição “Diva” do OpenSim e definição da conta de administrador para criação e manutenção de contas de avatares;

A cópia de segurança mais recente do cenário do reboque foi sendo guardada no disco local (em `c:/opensim_oars/reboque.oar`, comando utilizado no OpenSim: `save oar c:/opensim_oars/reboque.oar`). Para carregar a última versão do cenário para o simulador, depois de este estar iniciado digita-se `load oar c:/opensim_oars/reboque.oar`. Através da interface disponível em plataforma Web (foi criado um domínio dinâmico para o presente trabalho, em <http://gjmsilvasim.dtdns.net:9000/wifi/index.html>), foram criadas as contas para os utilizadores e posteriormente, com o perfil de administrador, essas contas foram validadas (para aceder aos detalhes do processo de gestão de contas consultar o Anexo 2).

### **3.3 Instalação e configuração do visualizador**

A seleção do visualizador Firestorm foi uma seleção de conveniência e baseou-se em dois aspetos: o Firestorm ser o visualizador mais utilizado no SL e porque, apesar de haver outras opções também relativamente simples, amigáveis e flexíveis, como o Hippo, ou Imprudence, quando se selecionou a distribuição “Diva” do OpenSim, o visualizador sugerido era o Firestorm, pelo que se adotou este software para o presente trabalho.

Cada formando instalou o *viewer* Firestorm<sup>18</sup> no seu próprio computador e configurou-o corretamente para aceder, via Internet, ao computador doméstico, usado como servidor OpenSim com o domínio “gjmsilvasim”, conforme os procedimentos desenvolvidos para o efeito e que constam no Anexo 2. Cada formando, após descarregar e instalar o *viewer*, seguindo as instruções definidas nesse anexo alterou as preferências de acesso ao Opensim para o redirecionar para a grelha (*grid*) “gjmsilvasim”, permitindo assim que tivesse acesso ao ambiente virtual onde se efetuou a simulação do reboque da aeronave.

### **3.4 Implementação do simulador**

Para a criação do cenário para treino dos TMA foram selecionados os procedimentos necessários para efetuar a simulação do reboque de uma aeronave de um ponto para o outro, usando um trator e uma lança de reboque, dando ênfase não só aos procedimentos físicos do

---

<sup>18</sup> <http://www.firestormviewer.org/downloads/>

reboque como às questões de segurança de pessoas e bens. A etapa de modelação do ambiente virtual foi a etapa que consumiu mais tempo na implementação do simulador. Para agilizar a modelação do cenário deste projeto foram utilizadas as ferramentas de modelação embebidas no visualizador Firestorm Release x64 4.7.7.48706, selecionado no modo “Phoenix”.

A modelação gráfica tridimensional do cenário, utilizado na sessão de treino de reboque de uma aeronave, recriou uma área de aeródromo, em particular uma pista de aterragem / descolagem de aviões, uma placa principal (para estacionamento de aviões), diversos caminhos de circulação, vários aviões e alguns equipamentos de apoio à atividade de manutenção aeronáutica. (um conjunto trator – lança - avião é usado na simulação e os restantes modelos constituem adereços de decoração do cenário). Para criar os movimentos específicos dos avatares utilizou-se o QAvimator para construir os ficheiros desses movimentos, os quais foram posteriormente carregados para o visualizador para poderem ser usados pelos Avatares.

Não se pretendeu criar um cenário que recriasse a realidade na perfeição, mas antes um cenário simples, mas suficientemente credível para os utilizadores familiarizados com o ambiente aeronáutico poderem interagir. Usando avatares, os utilizadores posicionam-se dentro do cenário perto uns dos outros e dos objetos para realizarem as suas interações. A simulação do reboque do avião requer a participação do formador e de 3 formandos (mínimo) ou de 4 formandos (normal) que desempenham tarefas específicas em equipa: um formando é nomeado chefe de equipa, outro formando é nomeado operador do trator de reboque e os outros dois (ou só um) são nomeados observadores. A participação dos formandos na sessão prática do simulador pressupõe que os mesmos frequentaram o módulo teórico sobre o reboque de aeronaves e que conhecem os procedimentos em causa.

Os vários avatares são identificados por um nome que se encontra por cima das suas cabeças. Os avatares formandos identificam-se pelo seu uniforme, composto por uma camisa amarela, um blusão azul claro (opcional) e calças pretas e cada um deles tem uma tarefa específica dentro do cenário de formação. O avatar formador também é identificado pelo seu uniforme, que é composto por uma camisa branca e calças azuis escuras.

Em termos de ambiente virtual tridimensional, o cenário recria uma placa de estacionamento (*main apron*), uma pista (*runway*) com orientação geográfica 10° Norte, 190° Sul (pista

01/19), um caminho de circulação (*taxiway*) paralelo à pista e ligado à placa principal. Vários caminhos de circulação perpendiculares à pista, ligam esta ao caminho de circulação principal (figura 3.1). Este cenário foi construído a partir de um espaço vazio e foram modeladas todas as peças para criar os objetos necessários, usando as ferramentas e primitivas (*e.g.* cubos, cilindros, esferas, etc.) disponibilizadas pelo Firestorm.

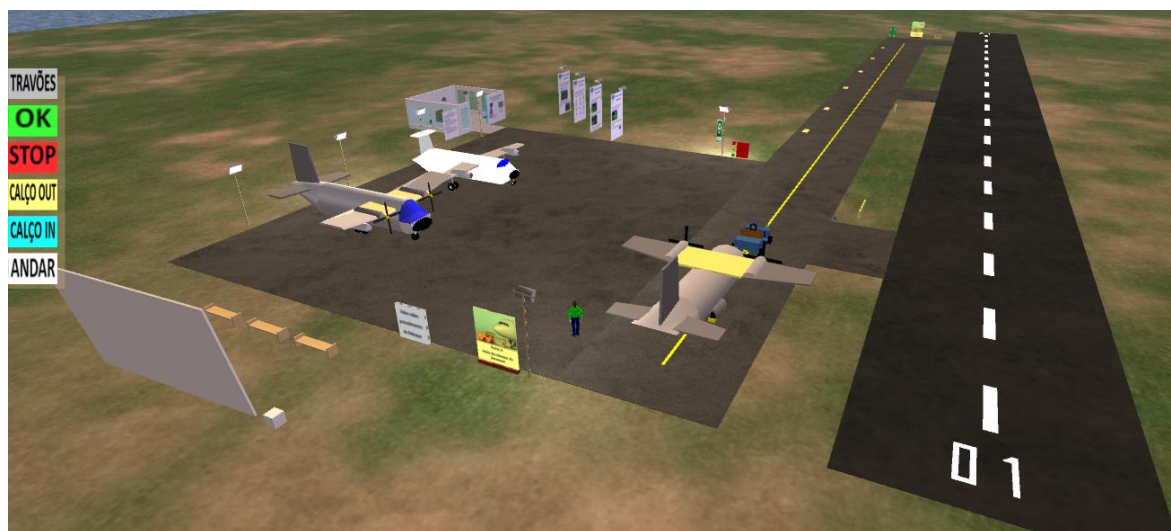


Figura 3.1 – Cenário da simulação do reboque de aeronaves

O simulador do reboque da aeronave é formado por um trator de reboque que tem engatado (através da lança de reboque) uma aeronave. Os formandos, através dos seus avatares, fazem a simulação do reboque da aeronave ao longo do caminho de circulação principal desde o ponto inicial, onde a aeronave está estacionada no início da simulação (designado ponto “A”) até ao ponto final (designado ponto “B”). Ao longo do caminho de circulação existem setas embutidas no pavimento indicando o caminho que o reboque efetua.

No início da sessão, os avatares entram no ambiente virtual numa área denominada ponto de encontro, a qual está sinalizada com o símbolo adequado (figura 3.2).



Figura 3.2 – Ponto de encontro no simulador

Para além do espaço destinado à simulação do reboque, o cenário possui algumas áreas de apoio aos utilizadores, como por exemplo uma zona junto à placa principal, com placares contendo tópicos sobre os procedimentos de reboque onde os avatares poderão recordar o que fazer, uma área de treino na utilização do trator de reboque (figura 3.3) e uma área com um vídeo<sup>19</sup>, disponível na Internet, demonstrativo dos procedimentos de reboque.

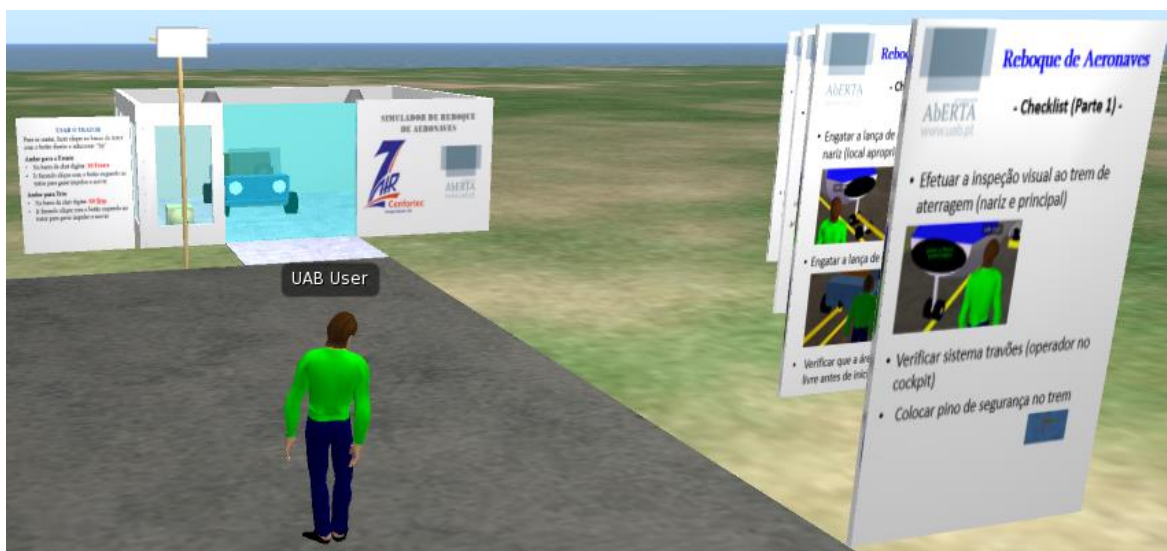


Figura 3.3 – Áreas de apoio à simulação

Tendo em vista a agilização da simulação, a lança de reboque já está engatada no trator e no avião, pelo que a inspeção visual à aeronave realizada pelos formandos antes do reboque é

<sup>19</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=SnPXq63shRo>

efetuada nesta condição. Os formandos efetuam a inspeção à aeronave, tocando em áreas apropriadas desta e obtendo respostas às atividades executadas (por exemplo tocar no cockpit, obtém-se a indicação “Pressão dos travões: NORMAL” – figura 3.4). Estas alterações de comportamento do avião (um objeto do cenário) em resposta à interação dos avatares são asseguradas através de *scripts* desenvolvidos em LSL. No Anexo 3 podem-se consultar os *scripts* que foram utilizados no cenário de reboque de avião.

O toque também é utilizado para remover ou colocar os calços no avião, bem como remover ou instalar o pino de segurança no trem do nariz. Quando o avatar toca num calço este “é removido” e quando o avatar toca à frente ou atrás da roda do trem principal, o calço “é colocado”. Quando o avatar toca no pino de segurança este “é removido” e quando toca na zona do trem do nariz, o pino “é inserido”. Estas respostas dos calços e do pino são geradas pelos *scripts* que respondem a eventos de toque originados pelos Avatares e criam a situação apropriada (aplica ou retira transparência ao objeto). Estes *scripts* podem ser consultados no Anexo 3.



Figura 3.4 – Interação do avatar com a aeronave

O trator de reboque movimenta-se quando o avatar lhe toca, acionado por um *script*, que envolve um canal de comunicação privado com o trator para o avatar enviar uma mensagem, definindo se o movimento é para a frente, para trás ou parado. Assim, para o utilizador fazer o trator avançar, digita na barra de *chat* “/10 frente” (/10 corresponde ao canal de comunicação usado para passar a mensagem “frente”). O trator vai avançando a cada toque que o utilizador lhe der. Após digitar “/10 tras” na barra de *chat*, o trator vai recuando, cada vez que o utilizador tocar nele. Para imobilizar o trator digita-se “/10 parado”, evitando que

o conjunto trator avião se movimenta se for tocado inadvertidamente por um utilizador. Para detalhes do *script* usado para movimentar o trator consultar o Anexo 3. Para se sentar no trator o avatar utiliza o menu de contexto (botão direito do rato) e seleciona a opção “sit” (sentar). Para sair do trator prime o botão “stand”. Na berma da placa principal, junto aos placares existe uma área, onde os avatares poderão treinar a utilização do trator. Foi definido um *script*, que está disponível no Anexo 3, e que garante que um avatar se senta na posição correta no banco do trator de reboque.

Para os avatares comunicarem entre si, para além da utilização do canal de áudio e de *chat*, utilizam sinais de comunicação não verbal que estão padronizados e que foram definidos internacionalmente pela ICAO. Para o efeito foi criado no simulador um HUD e anexado a cada avatar uma cópia, a qual está localizada no lado esquerdo do ecrã. O HUD possui um conjunto de botões, onde cada um quando premido, permite ao avatar efetuar o sinal identificado nesse botão (figura 3.5).



Figura 3.5 – Utilização do HUD

Os botões que permitem o avatar efetuar sinais nesta simulação são:

- Calço Out: Remover calços do avião;
- Calço In: Colocar calços no avião;
- Travões: Acionar travões da aeronave;
- OK: All Clear ou ação executada corretamente;

- Stop: Parar o reboque (ou o movimento);
- Andar: Avançar ou movimentar.

Não está incluído no HUD mas o avatar pode usar a tecla F1, que faz um gesto para chamar à atenção ou pedir permissão para falar. Quando esta tecla é premida o avatar levanta o braço e acena a mão. Quando um botão é premido, o avatar efetua o gesto identificado nesse botão e no canto inferior esquerdo do cenário é mostrado o sinal que foi selecionado.

Os movimentos utilizados pelo avatar e acionados no HUD não existem predefinidos no OpenSim, pelo que tiveram de ser criados externamente. Foram desenvolvidos com o software QAvimator<sup>20</sup> e para cada sequência de movimentos que representa a mímica de um sinal, foi gravado um ficheiro “.bvh”. Esse conjunto de ficheiros contendo as animações foram carregados no simulador e associados aos botões do HUD. O funcionamento do HUD é assegurado pelos *scripts*, colocados na primitiva raiz (painel) e em cada um dos botões (primitivas filhas) em conjunto com o ficheiro “.bvh”. Quando o botão é premido o *script* corre e evoca o ficheiro que produz o movimento. Para mais detalhes destes *scripts* responsáveis pelo HUD consultar o Anexo 3.

Quando se concluiu a modelação gráfica tridimensional do ambiente virtual, realizou-se uma sessão preliminar (protótipo) com dois utilizadores (formador e um formando) com o objetivo de avaliar o desempenho do modelo desenvolvido no OpenSim, detetar erros, corrigir problemas e fazer uma avaliação preliminar sobre o modo como conduzir a sessão multiutilizador. A figura 3.6 mostra uma imagem dessa sessão.

---

<sup>20</sup> Disponível em <http://qavimator.org/>



Figura 3.6 – Sessão prática preliminar

O uso de simulações dentro dos ambientes virtuais é geralmente benéfico para a aprendizagem do conhecimento processual e de vários conceitos teóricos e práticos, podendo-se usar mundos virtuais como uma componente dessas atividades, em vez de uma substituição para elas. Quando se prepara um treino num espaço virtual tridimensional, é importante garantir que tudo está planeado e sob controlo, devendo por isso existir um *check-list* de sequência de atividades (Rodrigues, 2010). Para esta simulação foi elaborado um *check-list*, baseado nos tópicos propostos no documento “Training in Virtual Environments”, que permitiu ao formador acompanhar e coordenar a sessão prática, verificando em tempo oportuno se todas as atividades foram executadas e na sequência correta (Rodrigues, 2010). O Anexo 4 contém o *check-list* com a fita de tempo usada na sessão preliminar (protótipo) e usada na sessão prática (simulador final).

*Neste capítulo descreve-se em traços genéricos a sequência de eventos ocorridos na sessão multiutilizador, usando seis avatares. Da observação dos resultados obtidos enunciaram-se as evidências recolhidas, tendo-se construído as tabelas de evidências relativas ao avatar, relativas ao espaço físico e posteriormente construíram-se as cadeias de evidências que ligam as evidências às proposições apresentadas.*

## **4. Resultados obtidos**

### **4.1 Sessão de formação prática no simulador**

Tendo em vista o objetivo de recolher e analisar dados sobre o papel da comunicação não verbal na colaboração em contextos de formação em mundos virtuais tridimensionais, foi desenvolvido um caso recolhendo dados com um protocolo similar ao que foi utilizado por Cruz et al. (Cruz et al., 2015a), uma vez que se pretendeu utilizar o mesmo processo num caso de estudo diferente. A utilização de um simulador de manutenção aeronáutica desenvolvido em OpenSim surgiu como uma opção interessante por permitir a observação direta dos avatares e respetivos comportamentos.

A data / hora da sessão prática multiutilizador com os formandos foi agendada por *e-mail* e a sessão ocorreu na data marcada no cenário do servidor do OpenSim que simula a área de aeródromo. Este cenário foi escolhido por disponibilizar um modo fácil para efetuar observação direta das atividades dos avatares, representando as várias atividades dos utilizadores, que se foram desenrolando durante a simulação.

Na sessão participaram diversos avatares que vestiam uniformes e estavam identificados por um nome fictício, existente por cima das suas cabeças. O avatar formador vestia calças azuis escuras, camisa branca e blusão verde, o assistente do formador vestia calças encarnadas e camisa cinzenta e os formandos (representando formandos do curso de TMA do CENFORTEC) vestiam calças pretas, camisa amarela e, alguns, vestiam blusão azul claro. O avatar assistente teve um papel passivo na sessão, sendo apenas responsável por captar imagens da sessão com ângulos diferentes da visão do formador. Todos os participantes formandos estudaram o módulo *e-learning* e, como o servidor foi ligado semanas antes da

formação, entraram várias vezes no simulador antes da sessão agendada para praticarem os conhecimentos teóricos adquiridos, para se adaptarem ao ambiente virtual, como controlar o seu avatar e como interagir com os diversos objetos do cenário.

Para agilizar a comunicação entre todos foi criado um grupo no Hangouts do Google para assegurar a comunicação áudio entre os avatares, mas por vezes foi necessário recorrer ao IM (Instant Messaging) do OpenSim porque um dos formandos teve problemas no áudio do seu computador durante a sessão e nem sempre ouvia a conversação entre os membros da equipa. À hora de começo, todos os formandos reuniram-se à frente do formador junto ao ponto de encontro, local definido para o início da sessão. O formador deu as boas vindas a todos e explicou resumidamente o objetivo da formação, a sequência das atividades a realizar pela equipa e as regras de conduta que todos deveriam observar durante a sessão (figura 4.1).



Figura 4.1 – Início da sessão prática no simulador – ponto de encontro

O formador relembrou a importância da utilização dos gestos aprovados pela ICAO durante a simulação, como uma forma simples e eficaz de comunicação não verbal e que todos deveriam usar, recorrendo aos respetivos HUD. O formador escolheu um formando para chefe de equipa e este nomeou os restantes, um para operador do trator e os outros dois como observadores (da asa direita e da asa esquerda do avião). Após as nomeações dirigiram-se todos aos respetivos lugares (figura 4.2) onde se iniciou o reboque.



Figura 4.2 – Formandos posicionando-se para o início do reboque

O formador mostrou os objetos envolvidos na simulação do reboque: o trator com a lança de reboque engatada a este e ao avião e passou o comando das atividades para o chefe de equipa, o qual ordenou a inspeção ao avião. Enquanto os avatares executavam as suas tarefas no avião, viam-se círculos de bolas rodando em redor de partes do avião (cockpit e trens de aterragem) e simultaneamente apareciam legendas nessas áreas, indicando que o avatar tinha interagido com o avião (figura 4.3).



Figura 4.3 – Formando simulando inspeção aos travões do avião

Após a conclusão da inspeção cada observador colocou-se junto à ponta da asa e, usando o gesto apropriado, notificou o chefe de equipa da ação concluída. O chefe de equipa respondeu com o mesmo sinal, indicando que sabia que a inspeção desse avatar tinha terminado. (figura 4.4).



Figura 4.4 – Avatares usando comunicação não verbal durante a inspeção

Após conclusão da inspeção e verificação que a área circundante do avião estava livre, o chefe de equipa pediu autorização para o início de reboque e o formador autorizou mudando a cor do painel de autorização de circulação de “encarnado” para “verde”. Enquanto o formador efetuava esta ação via-se um feixe de bolas azuis da mão do formador para o painel, mostrando esta interação (figura 4.5).



Figura 4.5 – Formador autorizando início do reboque

O chefe de equipa, posicionado à frente do trator, usando o gesto “avançar” foi dando ordem ao operador de trator para movimentar o veículo e foi acompanhando o mesmo. Os observadores, posicionados junto às asas também acompanharam o reboque (figura 4.6).



Figura 4.6 – Reboque do avião e acompanhamento pela equipa

Durante o percurso do reboque o formador colocou um obstáculo no caminho de circulação para analisar a reação da equipa. O observador esquerdo e o chefe de equipa assinalaram de imediato a necessidade de paragem para evitar o obstáculo e este último fez os gestos apropriados ao operador do trator, que imobilizou o reboque (figura 4.7). Após desobstrução do caminho o chefe de equipa ordenou, por gestos, o início (continuação) do reboque.



Figura 4.7 – Chefe de equipa sinalizando paragem do reboque

Quando o reboque chegou ao ponto de imobilização no fim do caminho de circulação, o chefe de equipa, usando os sinais adequados, ordenou a paragem do reboque e a colocação dos calços (figura 4.8). Os observadores em resposta à instrução dada pelo chefe de equipa iniciaram as tarefas para a imobilização do avião. Após a conclusão destas tarefas (colocação de calços e remoção do pino de segurança), o formador chamou os formados, onde resumiu os aspetos positivos e os menos conseguidos da sessão, agradeceu a presença de todos e deu por concluída a sessão de formação (figura 4.9). Os formandos foram abandonando o cenário

e o formador, reposicionou o conjunto trator avião para o ponto de início antes de abandonar o cenário.

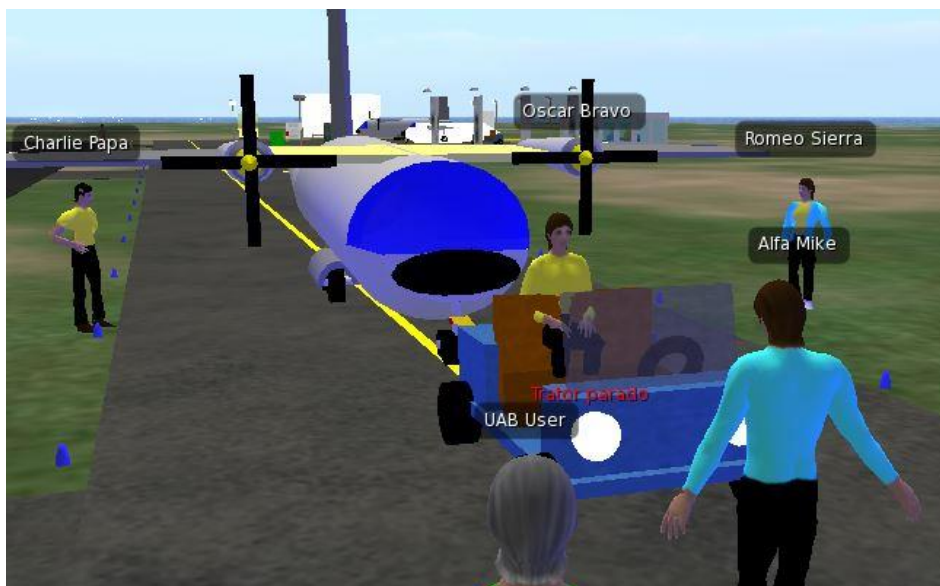


Figura 4.8 – Chefe de equipa a pedir “Calços In”



Figura 4.9 – Formador fazendo o encerramento da sessão

## 4.2 Recolha de dados

As interações dos avatares entre eles e com os objetos existentes neste simulador de manutenção aeronáutica permitiu recolher um conjunto de dados. A observação das evidências foi feita diretamente do caso e seguiu o processo utilizado por Cruz et al. (Cruz et al., 2015): “cada referência ao uso da característica ou ao comportamento contou como uma evidência, relacionando-a a uma ou mais unidades de análise, de acordo com o impacto da evidência descrita na unidade”. Um princípio que deve ser respeitado durante a recolha

de dados tem a ver com a maneira de organizar e documentar os dados recolhidos para o estudo de caso, sendo o banco de dados uma das formas de o conseguir e pode consistir em materiais que possam ser colocados em tabelas (Yin, 2003). Para o efeito foram construídas duas tabelas, a tabela 1 contendo as evidências das unidades de análise para o avatar e a tabela 2 contendo as evidências das unidades de análise para o espaço físico.

Tabela 1. Evidências das unidades de análise relacionadas com o avatar

Unidade de Análise	Evidências
Aparência	<p>Todos os avatares participantes vestiam uniformes. *</p> <p>Os avatares formandos, que vestiam um uniforme igual, mas diferente do formador, posicionaram-se perto uns dos outros e voltados para o formador enquanto este dava explicações sobre a sessão.</p>
Gestos feitos	<p>Os avatares efetuaram diversos tipos de gestos durante a sessão.</p> <p>Viram-se feixes de bolas coloridas sair das mãos de alguns avatares em direção a objetos e posterior alteração no comportamento dos mesmos. *</p> <p>Viram-se feixes circulares de bolas coloridas junto aos objetos em que o avatar estava a interagir.</p> <p>Alguns avatares faziam gestos que estavam escrevendo num teclado fictício, indicando aos restantes que estavam a comunicar por texto usando o IM.</p> <p>Durante a preparação do avião para reboque e depois do chefe de equipa fazer o sinal de remoção dos calços, viram-se feixes das mãos de alguns avatares em direção aos trens na "remoção" dos calços deles. *</p> <p>No final do reboque e depois do chefe de equipa fazer o sinal de instalação dos calços, viram-se feixes das mãos de alguns avatares em direção aos trens na "instalação" dos calços neles. *</p> <p>Os avatares utilizaram vários gestos padronizados pela ICAO, para comunicarem entre si sem necessidade de usar o canal áudio ou o IM. Foram usados gestos para passar as seguintes mensagens: “remover calços”, “instalar calços”, “parar”, “avançar”, “ok/livre”.</p>
Observação	<p>Depois de observar um avatar levantar o braço e acenar com a mão, o formador interrompia as atividades, dirigia-se a esse avatar e pedia que apresentasse as suas dúvidas *.</p> <p>Os avatares observadores fizeram o gesto "ok" quando terminaram a inspeção e o avatar chefe de equipa, em resposta também fez o gesto "ok", retribuindo a comunicação.</p>

Unidade de Análise	Evidências
	<p>Durante o reboque o chefe de equipa verificou a existência de um obstáculo e sinalizou por gestos a paragem do reboque.</p>
Direção do movimento	<p>No início da formação o formador dirigiu-se aos formandos que se reuniram perto uns dos outros junto ao ponto de encontro. *</p> <p>Depois de nomeado, cada avatar dirigiu-se ao local previamente definido no conteúdo teórico (chefe de equipa para a frente do trator, operador do trator ao lado do chefe de equipa e observadores junto às asas do avião).</p> <p>Após ordem do chefe de equipa o avatar operador sentou-se no trator.</p> <p>No início do reboque o avatar chefe de equipa fez o gesto ICAO correspondente ao trator avançar e o operador colocou o trator em movimento na direção do chefe de equipa.</p> <p>O avatar chefe de equipa fez o gesto de paragem e o operador parou o reboque.</p>
Colocação do avatar	<p>Enquanto não começou a sessão, os avatares formandos que entraram mais cedo no simulador deambularam pela área de apoio, lendo o conteúdo dos placares e/ou experimentando o funcionamento do trator.</p> <p>No início e no fim da sessão os avatares formandos reuniram-se em frente ao avatar formador para ouvir as suas explicações. *</p> <p>O formador foi-se movimentando para perto dos objetos, indicando quais os que seriam usados na simulação.</p> <p>Os diversos avatares moviam-se dentro do cenário e posicionavam-se perto dos objetos (trator, avião, etc.) com os quais interagiram. *</p> <p>Durante a simulação os avatares, posicionaram-se no cenário de acordo com a sua função. Por exemplo, os observadores junto às asas do avião ou o chefe de equipa à frente do trator.</p> <p>Quando o avatar operador colocou o trator em marcha todos os avatares acompanharam o reboque, mantendo as suas posições.</p> <p>Um conjunto de bolas em volta do avatar marcam a entrada e a saída do avatar do ambiente.</p>

<b>Unidade de Análise</b>	<b>Evidências</b>
Artefactos utilizados para a interação	<p>Viram-se alterações nas rodas do trem de aterragem (remoção e instalação de calços) quando o avatar interagia com ele.</p> <p>O trator movia-se para a frente, parava ou andava para trás quando o avatar operador o manobrava.</p> <p>O formador colocou um paralelepípedo no caminho de circulação para simular uma obstrução no caminho de reboque.</p> <p>Por interação do avatar formador, o painel de autorização de circulação no <i>taxiway</i> mudou a cor de encarnado para verde, indicando que havia autorização de circulação.</p>

Obs. As evidências marcadas com asterisco correspondem a evidências que foram identificadas no caso piloto estudado por Cruz et al. e que foram replicadas neste caso de estudo.

Tabela 2. Evidências das unidades de análise relacionadas com o ambiente virtual

<b>Unidade de Análise</b>	<b>Evidências</b>
Artefactos visuais animados	<p>O conjunto trator – lança de reboque – avião, por interação do avatar apresentou comportamentos variados como por exemplo a movimentação para a frente / trás, etc.</p> <p>Colocação de um obstáculo na trajetória do reboque para analisar a reação da equipa.</p> <p>Na área de apoio, junto ao ponto de encontro existia um placar de instruções e um trator que possibilitavam o treino da utilização do trator pelo avatar.</p>
Artefactos visuais não animados	<p>O cockpit, o trem de nariz e o trem principal do avião apresentavam alterações visuais (ou mostravam mensagens) quando um avatar interagia com eles.</p> <p>Na área de apoio, junto ao ponto de encontro existia um conjunto de placares, contendo um <i>check list</i> com os procedimentos que os avatares deveriam consultar sobre o reboque do avião.</p> <p>Existia um painel que permitia o avatar ver um filme. Quando ativado pelo avatar, mostrava um filme (<i>link do youtube</i>) sobre procedimentos de reboque de aviões. O avatar podia assistir ao filme em pé ou sentado num dos bancos existentes na zona.</p> <p>Um painel colorido no início do <i>taxiway</i> indicava se este podia ser usado (painel verde) ou se estava interdito (painel encarnado).</p> <p>Todos os avatares mostravam o seu nome escrito por cima da respetiva cabeça. *</p> <p>Setas embebidas no pavimento do <i>taxiway</i> indicavam aos avatares o trajeto do reboque do avião.</p>

<b>Unidade de Análise</b>	<b>Evidências</b>
	Viram-se mensagens no ecrã com identificação de quem as escreveu, mostrando que alguns avatares utilizavam o IM, para comunicar através de texto.
Artefactos não visuais	Os formandos foram convocados para a sessão no simulador do OpenSim através do <i>e-mail</i> . * Os objetos reagiam às interações dos avatares pelos <i>scripts</i> que eram executados na sequência dessas interações. Os avatares comunicavam através de um grupo de áudio do Hangouts do Google.
Ambiente visual	A sessão decorreu num espaço que simula uma área parcial de um aeródromo: uma placa de estacionamento, contendo aeronaves, uma pista e um caminho de circulação, onde decorreu o reboque. No caminho de circulação existia um conjunto trator, lança de reboque avião que deveria ser rebocado do ponto “A” para o ponto “B”. *

Obs. As evidências marcadas com asterisco correspondem a evidências que foram identificadas no caso piloto estudado por Cruz et al. e que foram replicadas neste caso de estudo.

### 4.3 Análise dos dados recolhidos

De acordo com Yin, uma das abordagens para analisar os dados recolhidos passa por se possuir uma “estratégia analítica geral”, podendo-se escolher uma estratégia baseada nas proposições teóricas, isto é, seguir as proposições que levaram ao estudo de caso (Yin, 2003). Para a etapa da análise de dados, seguindo o modelo proposto por Yin, definiu-se uma lógica que permitiu ligar os dados recolhidos, as evidências, às proposições enunciadas, criando-se assim uma ou várias cadeias de evidências para cada proposição (Cruz et al., 2015). Para isso construiu-se a tabela 3 ligando-se as evidências recolhidas nas tabelas 1 e 2 às proposições referenciadas em 2.5.

#### Tabela 3. Proposições e evidências relacionadas

P1: A estética do avatar influencia a perceção que os outros têm do papel do utilizador do avatar e/ou da sua atitude.

<b>Evidências</b>	<b>Evidências relacionadas</b>	<b>Evidências adicionais</b>
Todos os avatares participantes vestiam uniformes.	Os avatares formandos vestiam um uniforme igual, mas diferente do formador, colocaram-se perto uns dos outros e voltados para o formador.	O módulo teórico disponibilizado no Moodle mostrava as funções e atividades que os formandos deveriam executar coordenadas pelo formador.

Esta proposição é suportada pela seguinte cadeia de evidências: todos os avatares vestem uniformes, sendo o uniforme do formador diferente do uniforme dos formandos e do uniforme do assistente. Assim, pelo uniforme cada avatar sabia a que grupo pertencia.

P2: Os gestos e sons produzidos pelo avatar influenciam a percepção dos outros sobre como o utilizador do avatar quer colaborar ou como ele quer que os outros colaborem.

<b>Evidências</b>	<b>Evidências relacionadas</b>	<b>Evidências adicionais</b>
Os avatares efetuaram diversos tipos de gestos durante a sessão.	No início e no fim da sessão os avatares formandos reuniram-se em frente ao avatar formador para ouvir as suas explicações.	Os avatares comunicaram através de um grupo de áudio do Hangouts do Google e por vezes alguns avatares utilizaram o IM, comunicando através de texto
	Viram-se feixes de bolas coloridas sair das mãos de alguns avatares.	
Os avatares utilizaram alguns gestos, padronizados pela ICAO, para comunicarem entre si sem necessidade de usar o canal áudio ou o IM.	Um avatar levantou o braço e acenou com a mão várias vezes. O formador interrompeu as atividades, dirigiu-se ao avatar e pediu para apresentar as suas dúvidas.	No Moodle estavam definidas as regras de conduta a observar e os avatares usaram essas regras para comunicarem de uma forma ordenada.
		O avatar chefe de equipa fez o gesto de paragem e o operador parou o reboque.
Alguns avatares faziam gestos parecendo que escreviam num teclado fictício.	Alguns avatares utilizaram o IM para comunicar através de texto.	Viram-se mensagens no ecrã com a identificação de quem as escreveu.

Esta proposição é suportada por várias evidências como por exemplo o facto dos formandos permanecerem em silêncio escutando as explicações que o formador dava via canal áudio, ou vários utilizadores aperceberem-se que um avatar está a escrever uma comunicação através do IM porque o vêem a usar um teclado fictício. Pode-se considerar outro exemplo, um avatar usar um gesto padronizado de comunicação e a restante equipa responder adequadamente a esse estímulo.

P3: A direção do olhar, dos olhos, da face, a direção do movimento e o posicionamento do avatar dão indicações acerca do modo como o utilizador presta atenção ou como ele pretende chamar a atenção dos outros.

<b>Evidências</b>	<b>Evidências relacionadas</b>	<b>Evidências adicionais</b>
Os observadores fizeram o gesto "Ok" quando terminaram a inspeção e o chefe de equipa, em resposta à observação, também fez o gesto "Ok", retribuindo a comunicação.	Os avatares usaram gestos para passar as várias mensagens, como por exemplo dar o resultado final de uma atividade.	
Os diversos avatares moviam-se dentro do cenário e posicionavam-se perto dos objetos (trator, avião, etc.) com os quais interagiram.	Viram-se feixes de bolas coloridas sair das mãos de alguns avatares em direção a objetos e posterior alteração no comportamento dos mesmos.	Durante a preparação do avião para reboque e depois do chefe de equipa fazer os sinais adequados de remoção dos calços, viram-se feixes das mãos de alguns avatares em direção aos trens na "remoção" destes.
No início da formação o formador dirigiu-se aos formandos que se reuniram perto uns dos outros junto ao ponto de encontro.	Os avatares comunicavam basicamente através de um canal de áudio.	
Depois da nomeação, cada avatar dirigiu-se ao local previamente definido no conteúdo teórico.	Durante a simulação os avatares posicionaram-se no cenário de acordo com a sua função. Por exemplo, os observadores junto às asas do avião ou o chefe de equipa à frente do trator.	

Esta proposição é suportada, por exemplo pelo facto de o chefe de equipa responder com o gesto "Ok" aos gestos feitos pelos observadores no fim da inspeção visual, ou por exemplo

que a posição relativa de cada avatar indica o que é expectável que cada um faça, ou ainda as ações efetuadas por um avatar em resposta a gestos feitos por outros avatares.

P4: A interação do avatar com objetos específicos fornece pistas sobre quais objetos destinados a serem utilizados por outras pessoas no processo de colaboração.

<b>Evidências</b>	<b>Evidências relacionadas</b>	<b>Evidências adicionais</b>
Após ordem do chefe de equipa o avatar operador sentou-se no trator.	O operador colocou o trator em movimento na direção do chefe de equipa.	O trator movia-se para a frente, parava ou andava para trás quando o avatar operador o manobrava.
O operador colocou o trator em movimento na direção do chefe de equipa.	Quando o avatar operador colocou o trator em marcha todos os avatares acompanharam o reboque, mantendo as suas posições.	
O formador colocou um paralelepípedo no caminho de circulação para simular uma obstrução do caminho de reboque.	Durante o reboque o chefe de equipa verificou a existência de um obstáculo e sinalizou por gestos a paragem do reboque.	O avatar chefe de equipa fez o gesto de paragem e o operador parou o reboque. Colocação de um obstáculo na trajetória do reboque para ver a reação da equipa.
Por interação do avatar formador, o painel de autorização de circulação no <i>taxiway</i> mudou a cor de encarnado para verde, dando autorização de circulação.	Viram-se feixes circulares de bolas coloridas junto aos objetos em que o avatar estava a interagir.	O chefe de equipa fez o gesto de avançar e o operador iniciou o reboque do avião.

Esta proposição é suportada por várias cadeias de evidência como por exemplo o facto do avatar se sentar no trator, sabendo que este objeto era o responsável pela ação de reboque da aeronave, ou o chefe de equipa não dar ordem de reboque enquanto o painel no início do *taxiway* estivesse encarnado.

P5: A disposição dos objetos (*e.g.* o seu agrupamento ou alinhamento) dá indicações sobre o seu objetivo para a colaboração.

<b>Evidências</b>	<b>Evidências relacionadas</b>	<b>Evidências adicionais</b>
O conjunto trator – lança de reboque – avião, por interação do avatar apresentou comportamentos variados como por exemplo a movimentação para a frente / trás, etc.	O cockpit, o trem de nariz e o trem principal do avião apresentavam alterações visuais (ou mostravam mensagens) quando um avatar interagia com eles. <hr/> Viram-se alterações no trem de aterragem (remoção e instalação de calços) quando o avatar interagia com ele.	Os objetos reagiam às interações dos avatares pelos <i>scripts</i> que eram executados na sequência dessas interações
Na área de apoio, junto ao ponto de encontro existia um conjunto de placares, contendo um <i>check list</i> com os procedimentos que os avatares deveriam consultar sobre o reboque do avião.	Enquanto não começou a sessão, os avatares formandos que entraram mais cedo no simulador deambularam pela área de apoio, lendo o conteúdo dos placares e/ou experimentando o funcionamento do trator.	
Na área de apoio, junto ao ponto de encontro existia um placar de instruções e um trator com que possibilitavam o treino da utilização do trator pelo avatar.		
Um painel colorido no início do caminho de circulação indicava se este podia ser usado (painel verde) ou se estava interdito (painel encarnado).	O avatar formador mudou a cor encarnado para verde autorizando o reboque do avião	O chefe de equipa fez o gesto de avançar e o operador iniciou o reboque do avião.  Quando o avatar operador colocou o trator em marcha todos os avatares acompanharam o reboque, mantendo as suas posições.

Esta proposição é suportada por várias evidências. Uma delas relaciona-se com o facto de os avatares formandos saberem a utilidade dos diversos objetos dentro do simulador, como por exemplo os placares e o trator existentes na área de treino, que aproveitaram para ler e interagir antes de a formação começar, ou a interação que os avatares efetuaram com várias partes do avião quando lhes foi ordenado que fizessem inspeção visual.

P6: A troca de artefactos visuais ("objetos", "roupas", "ferramentas") com características visuais específicas e objetivos explícitos, ajudam na definição de grupo, contribuindo para a consciência de grupo e a perceção dos papéis de colaboração.

<b>Evidências</b>	<b>Evidências relacionadas</b>	<b>Evidências adicionais</b>
Os formandos foram convocados para a sessão através do e-mail.	No início da formação o formador dirigiu-se aos formandos que se reuniram perto uns dos outros junto ao ponto de encontro	
Todos os avatares mostravam o seu nome escrito por cima da respetiva cabeça	Os avatares formandos juntaram-se no início da formação no ponto de encontro e posicionaram-se em frente do formador	O instrutor nomeou o chefe de equipa e depois de explicar o conteúdo da sessão, o chefe de equipa nomeou os restantes elementos da equipa.

Esta proposição é suportada por duas cadeias de evidências. Uma relaciona-se com o facto de os formandos reunirem-se no ponto de encontro do cenário, após terem sido convocados por e-mail para participarem na sessão. A outra relaciona-se com o facto de os avatares terem o nome por cima da cabeça, o que permitia a sua identificação e a associação do nome à função / atividades a desempenhar.

P7: O ambiente espacial virtual, incluindo a iluminação, sons, música e os efeitos visuais influenciam as atitudes dos colaboradores.

<b>Evidências</b>	<b>Evidências relacionadas</b>	<b>Evidências adicionais</b>
A sessão decorreu num espaço que simula uma parte do aeródromo: uma placa de estacionamento, com aeronaves, uma pista e um caminho de circulação, onde decorreu o reboque.	Os formandos, após a reunião inicial, dirigiram -se para junto do avião, tendo realizado a inspeção. <hr/> Viram-se feixes circulares de bolas coloridas junto aos objetos em que os avatares estavam a interagir e posteriores alterações nestes <hr/> O avião foi rebocado do ponto “A” para o ponto “B” pela equipa de reboque, realizando o trabalho em conjunto.	Os formandos identificaram, de acordo com o conteúdo teórico que tinham consultado no Moodle, as ações que deveriam fazer, bem como as precauções a tomar para garantir um reboque seguro.

Esta proposição é suportada pelo facto de a sessão de formação ter decorrido no simulador, correspondendo a um cenário de uma parte de um aeródromo, tendo o grupo de formandos cumprido o objetivo de efetuar todas as ações necessárias para efetuar o reboque do avião do início do caminho de circulação até ao final.

Foi assim possível, utilizando o simulador do reboque de aeronaves (um novo estudo de caso) e o protocolo apresentado por Cruz et al. (2015) replicar várias cadeias de evidência já caracterizadas no caso piloto destes autores, bem como criar novas cadeias de evidências, aumentando assim o número de fontes de evidências.

## 5. Conclusão

O ponto de partida deste trabalho foi a premissa definida por Cruz et al. (2015) de que ainda não é bem conhecido o impacto da comunicação não verbal nas atividades colaborativas em ambientes virtuais tridimensionais. Para isso os autores propuseram um protocolo com o objetivo de se efetuarem múltiplos estudos de caso sobre a cooperação em mundos virtuais tridimensionais, seguindo a perspectiva de Yin (Cruz et al., 2015). Tendo em consideração o objetivo deste trabalho, foi aplicado o protocolo num novo estudo de caso, para analisar o papel da comunicação não verbal na colaboração em contextos de formação em mundos virtuais tridimensionais. Para isso desenvolveu-se um simulador, constituído por um módulo teórico de *e-learning* e um módulo prático, utilizando a plataforma Open Simulator que recriou um conjunto de atividades colaborativas num cenário aeronáutico – reboque de um avião por uma equipa de reboque. Pretendeu-se assim, utilizar o mesmo processo num caso de estudo diferente.

A utilização de um simulador de manutenção surgiu como uma opção interessante por permitir a observação direta dos avatares dos utilizadores e respetivos comportamentos em resposta a estímulos do ambiente envolvente. O simulador foi passado a um conjunto de formandos do CENFORTEC, centro de formação de TMA que, em contexto de formação usaram os dois módulos e da sua interação colaborativa no módulo prático obteve-se um conjunto de dados. As tarefas executadas pelos formandos correspondem a atividades de manutenção preventiva, retiradas de regulamentos de manutenção de aeronaves e foram executadas pelos formandos, após terem estudado e recebido a explicação de como se executava a tarefa. Este simulador permitiu de uma forma relativamente simples e sem custos financeiros aplicar o protocolo e reproduzir neste estudo o caso piloto realizado por Cruz et al. (2015). Assim, aplicaram-se as atividades na perspectiva de Yin (1994), usando-se as mesmas questões de estudo, proposições e unidades de análise que permitiram obter um conjunto de dados, resultantes da observação direta das atividades no cenário.

Para a etapa da análise de dados, seguindo o modelo proposto por Yin (1994), usou-se a mesma lógica adotada por Cruz et al. (2015) que permitiu ligar as evidências recolhidas às proposições enunciadas. Criou-se um conjunto de cadeias de evidência, algumas replicando

resultados já obtidos e outras apresentando-se como novas cadeias de evidências, mas todas suportando as questões de estudo / proposições enunciadas por Cruz et al. (2015).

Considera-se que o simulador cumpriu o objetivo proposto, tendo-se obtido uma simulação multiutilizador participada por seis avatares, sendo possível efetuar a simulação de reboque com a colaboração de todos os intervenientes. Nessa sessão observou-se o comportamento dos utilizadores personificados em avatares e o efeito que os comportamentos dos diversos avatares tiveram sobre os outros no decurso da realização das diversas atividades. No entanto a modelação do simulador poderá sofrer alguns melhoramentos nomeadamente ao nível de detalhes, mas que aumentará o realismo. Por exemplo investir mais na programação de *scripts* relacionados com o conjunto trator, lança de reboque avião, para não aparecer o conjunto como um facto consumado, mas os avatares poderem “engatar” a lança de reboque tanto no trator como no avião, reduzindo a simplificação do processo e aumentando o detalhe da simulação, aproximando-o mais da realidade.

Pretendeu-se com este trabalho poder contribuir para ampliar o conhecimento sobre o problema apresentado, isto é obter mais elementos de prova sobre o impacto da comunicação não verbal na colaboração em mundos virtuais tridimensionais, através da obtenção de novas cadeias de evidências, bem como a consolidação de cadeias já obtidas, concorrendo para aumentar o grau de fiabilidade sobre as proposições e assim contribuir para o enriquecimento da moldura CSCW. A fiabilidade deste estudo pode ser contestada porque a fiabilidade é difícil de alcançar, especialmente por se tratar de um estudo de cariz qualitativo em que o investigador foi o único instrumento da pesquisa (Yin, 2003) e, como já foi referido por Cruz et al. (2015), é necessário continuar a aplicar o protocolo a outros estudos de caso para se obterem múltiplas fontes de cadeias de evidências que suportem as proposições para se obter um maior grau de confiança sobre elas e assim as poder partilhar (Cruz et al., 2015a).

Os procedimentos descritos neste trabalho que passaram pela implementação e configuração do simulador e modelação do cenário de reboque de um avião, poderão ser usados para criar novos cenários dentro do âmbito das práticas de manutenção aeronáutica ou de outros temas. Este tema em particular apresenta um potencial muito elevado para criar simulações em ambiente colaborativo e com recurso constante a comunicação não verbal entre técnicos. Assim, apresenta-se como uma solução para continuar futuros estudos de caso com o objetivo de contribuir para o aumento do conhecimento existente sobre os modelos teóricos

do CSCW, que permitirá melhorar o seu quadro teórico e a sua capacidade para classificar os mundos virtuais tridimensionais. Por outro lado, a motivação a nível pessoal neste projeto foi o meu interesse em melhorar o meu conhecimento sobre a área e representou um enorme desafio por me colocar na investigação de “uma realidade” para a qual não estava sensibilizado, mas que me ampliou a minha visão sobre o tema. Quando iniciei este trabalho o meu conhecimento sobre mundos virtuais era praticamente nulo, mas a investigação que efetuei nesta área, nomeadamente nos modelos teóricos que enquadram o tema, na modelação gráfica, a procura de várias soluções técnicas para a implementação dos módulos, tanto do *e-learning* como do simulador ou na utilização de outras linguagens de *scripting*, contribuíram para aumentar o meu conhecimento e interesse nesta área.



## Referências

- Active Worlds. Disponível em: <https://www.activeworlds.com/web/index.php> (acedido em 28 de setembro de 2016).
- Air Force AF/A4LM. (2015). Air Force Instruction 21-101 *Aircraft and Equipment Maintenance Management*. Disponível em <http://www.e-publishing.af.mil/index.asp>
- Andreas, K., Thrasyvoulos, T., Stavros, D., & Andreas, P. (2010). Collaborative learning in OpenSim by utilizing SLoodle. In Atmaca, T., Palicot, J., Nafkha, A., Tsiatsos, T., Marot, M., & Dini, O. (orgs.) *AICT'10 Proceedings of the 2010 Sixth Advanced International Conference on Telecommunications* (pp. 90–95). Washington, DC, EUA: IEEE Computer Society.
- Australian Civil Aviation Authority. (2013). *Safety Behaviours: Human Factors for Engineers Resource Guide*. Canberra.
- Avila, B., Amaral, É., & Tarouco, L. (2013). Implementação de Laboratórios Virtuais no metaverso OpenSim. *Revista Novas Tecnologias Na Educação*, *V. 11 N.º*, 1–12.
- Avila, B., Tarouco, L., Passeino, L., & Guterer, P. (2014). Autorialia nos Mundos Virtuais: um novo desafio ao docente. *Revista Novas Tecnologias Na Educação*, *12, N.º 2*, 1–11.
- Bannon, L., & Schmidt, K. (1989). CSCW: Four Characters in Search of a Context. In *EC-CSCW 89 - Proceedings of the First European Conference on Computer-Supported Cooperative Work* (Vol. 18, pp. 358–372). Gatwick, Londres, Reino Unido: ACM Press.
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers. *The Qualitative Report*, *13(4)*, 544–559.
- Benford, S., Greenhalgh, C., Rodden, T., & Pycocock, J. (2001). Collaborative Virtual Environments. *Communications of the ACM*, *44(7)*, 79–85.
- Bente, G., & Krämer, N. (2002). Virtual gestures: Analyzing social presence effects of computer-mediated and computer-generated nonverbal behaviour. In *PRESENCE 2002: Proceedings of Fifth Annual International Workshop on Presence*. Porto, Portugal: ISPR.

- Bente, G., Rüggenberg, S., & Krämer, N. (2004). Social Presence and Interpersonal Trust in Avatar-Based, Collaborative Net-Communications. In *PRESENCE 2004: Proceedings of the 7th Annual International Workshop on Presence* (pp. 54–61). Valência, Espanha: ISPR.
- Boulos, M. N. K., Hetherington, L., & Wheeler, S. (2007). Second Life: An overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. *Health Information and Libraries Journal*, 24(4), 233–245.
- Castronova, E. (2001). Virtual Worlds: A First-Hand Account of Market and Society on the Cyberian Frontier. *CESifo Working Paper No. 618*. Disponível em SSRN: <http://papers.ssrn.com/abstract=294828>.
- Chen, J. F., Warden, C. A., Wen-Shung Tai, D., Chen, F. S., & Chao, C. Y. (2011). Level of abstraction and feelings of presence in virtual space: Business English negotiation in Open Wonderland. *Computers and Education, An International Journal*, 57(3), 2126–2134.
- Cruz, A., Paredes, H., Fonseca, B., Martins, P., & Morgado, L. (2015a). Collaboration in 3D Virtual Worlds : designing a protocol for case study research. In *Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Environments* (pp. 361–372). IOS Press BV.
- Cruz, A., Paredes, H., Fonseca, B., Martins, P., & Morgado, L. (2015b). Fitting Three Dimensional Virtual Worlds into CSCW. In *Proceedings of de 2015 IEEE 19th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design* (pp. 419–424). Calabria, Itália: IEEE.
- Cruz, A., Paredes, H., Fonseca, B., Morgado, L., & Martins, P. (2014). Can presence improve collaboration in 3D virtual worlds? In *SLACTIONS 2013: Research conference on virtual worlds - Learning with simulations* (Vol. 13, pp. 47–55). Vila Real, Portugal: Elsevier Procedia Technology.
- Darke, P., Shanks, G., & Broadbent, M. (1998). Successfully completing case study research: combining rigour, relevance and pragmatism. *Information Systems Journal*, 8(4), 273–289.
- De Nobrega, K. M., & Rutkowski, A. F. (2012). Fostering Group Collaboration In Virtual

- Worlds. In *Proceedings of the 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* (pp. 983–992). Maui, EUA: IEEE.
- Dickey, M. D. (2005). Three-dimensional virtual worlds and distance learning: two case studies of Active Worlds as a medium for distance education. *British Journal of Educational Technology*, 36(3), 439–451.
- Dreher, C., Reiners, T., Dreher, N., & Dreher, H. (2009). 3D Virtual Worlds Enriching Innovation and Collaboration in Information Systems Research, Development, and Commercialisation. In *Proceedings of the 2009 3rd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies* (pp. 168–173). Istanbul, Turquia: IEEE.
- Fominykh, M., Prasolova-Førland, E., & Leong, P. (2012). Formal and Informal Collaborative Learning in 3D Virtual Campuses. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Collaboration Technologies* (pp. 64–69). Barcelona, Espanha.
- Fonseca, B., Paredes, H., Rafael, L. J., Morgado, L., & Martins, P. (2011). A Software Architecture for Collaborative Training in Virtual Worlds: F-16 Airplane Engine Maintenance. In *Proceedings of the International Conference on Collaboration and Technology* (pp. 102–109). Berlim Heidelberg, Alemanha: Springer-Verlag.
- Franceschi, K. G., & Lee, R. M. (2008). Virtual Social Presence for Effective Collaborative E-Learning. In *PRESENCE 2008: Proceedings of the 11th Annual International Workshop on Presence* (pp. 254–257). Pádua, Itália: ISPR.
- Freire, A., Rolim, C., & Bessa, W. (2008). *Criação de um Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem usando a Plataforma OpenSimulator*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/684/410>.
- Gul, L. F. (2008). Affording Embodiment in Collaborative Virtual Environments: Whats is the Role of Presence in Collaborative Design? In *PRESENCE 2008: Proceedings of the 11th Annual International Workshop in Presence*. Pádua, Itália: ISPR.
- International Society for Presence Research. (s.d.). *Homepage*. Disponível em <https://ispr.info/> (acedido em 23 de janeiro de 2016).
- Juma, O. (2015). Aircraft Marshalling and Push Back. [ficheiro em vídeo]. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=SnPXq63shRo> (acedido em 12 setembro 2015).

Kamienski, C., Souto, E., Rocha, J., Domingues, M., Callado, A., & Sadok, D. (2005). Colaboração na Internet e a Tecnologia Peer-to-Peer. In *XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC2005* (pp. 1407–1454). São Leopoldo, Brasil.

Maratou, V., & Xenos, M. (2014). *Report on 3D virtual worlds platforms and technologies*. Disponível em <http://v-alert.eu/results/public-reports/>.

Moodle. (s.d.) *IMS content package*. Disponível em: [https://docs.moodle.org/31/en/IMS\\_content\\_package](https://docs.moodle.org/31/en/IMS_content_package) (acedido em 29 de setembro de 2016).

Morgado, L. (2009). Os mundos virtuais e o ensino-aprendizagem de procedimentos. *Educação & Cultura Contemporânea*, 13 (6), 35–48.

Morgado, L. (2012). *Características e desafios tecnológicos dos mundos virtuais no ensino*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Retrieved from [http://www.researchgate.net/publication/259665453\\_Caractersticas\\_e\\_desafios\\_tecnologicos\\_dos\\_mundos\\_virtuais\\_no\\_ensino/file/60b7d52d3deea6d0e.pdf](http://www.researchgate.net/publication/259665453_Caractersticas_e_desafios_tecnologicos_dos_mundos_virtuais_no_ensino/file/60b7d52d3deea6d0e.pdf)

Morgado, L., Varajão, J., Coelho, D., Rodrigues, C., Sancin, C., & Castello, V. (2010). The Attributes and Advantages of Virtual Worlds for Real World Training. *The Journal of Virtual Worlds and Education*, 1(1), 15–36.

Nunes, F. B., Voss, G. B., Herpich, F., Muhlbeier, A. R. K., Possobom, C. C., & Medina, D. (2013). Viewers para Ambientes Virtuais Imersivos: Uma Análise Comparativa Teórico-Prática. *Revista Novas Tecnologias Na Educação*, 11, N.º1, 1–10.

Open Cobalt. (s.d.) *Homepage*. Disponível em: <http://www.opencobalt.net/> (acedido em 28 de setembro de 2016).

Open Simulator. (s.d.) *Homepage*. Disponível em: [http://opensimulator.org/wiki/Main\\_Page](http://opensimulator.org/wiki/Main_Page) (acedido em 29 de setembro de 2016).

Open Wonderland. (s.d.) *Homepage*. Disponível em: <http://openwonderland.org/> (acedido em 28 de setembro de 2016).

Orgaz, G. B., R-Moreno, M. D., Camacho, D., & Barrero, D. F. (2012). Clustering avatars

- behaviours from Virtual Worlds interactions. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Web Intelligence & Communities*. Nova Iorque, EUA: ACM.
- Panagopoulos, T., Jankovska, I., & Straupe, I. (2012). Second Life 3D City Virtual Environment as an Urban Planning Tool for Community Engagement. *Recent Researches in Environmental Science and Landscaping*, 13–19.
- Pelet, J., Lecat, B., & Papadopoulou, P. (2011). Enhancing learning and cooperation through digital virtual worlds. In *Proceedings of the 2011 International Conference on Education, Research and Innovation* (Vol. 18, pp. 24–28). Singapore: IACSIT Press.
- Peterson, M. (2005). Learning interaction in an avatar-based virtual environment: a preliminary study. *Journal Pacific Association for Computer Assisted Language Learning*, 1(1), 29–40.
- Pinheiro, A., Fernandes, P., Maia, A., Cruz, G., Pedrosa, D., Fonseca, B., ... Rafael, J. (2012). Development of a mechanical maintenance training simulator in OpenSimulator for F-16 aircraft engines. *Procedia Computer Science*, 15, 248–255.
- Pinkwart, N., & Olivier, H. (2009). Cooperative virtual worlds - a viable eCollaboration pathway or merely a gaming trend? *Electronic Markets*, 19(4), 233–236.
- Rae, J., Guimaraes, E., & Steptoe, W. (2008). Simulation versus Reproduction for Avatar Eye-Gaze in Immersive Collaborative Virtual Environments. In *PRESENCE 2008: Proceedings of the 11th Annual International Workshop on Presence* (pp. 85–94). Pádua, Itália: ISPR.
- Romano, D. M., & Brna, P. (2002). Collaboration , Presence and Performance in Virtual Learning Environments : Can Collaboration be Used to Measure Shared Presence ? In *PRESENCE 2002: Proceedings of the 5th Annual International Workshop on Presence*. Porto, Portugal: ISPR.
- Rodrigues, C., Morgado, L., Doppler, G., Koivusalo, H., Lakanen, E., Velegrakis, G., ..., Haidimoschi, A. (2010) *Training in Virtual Environments*. Disponível em: [https://issuu.com/easpombas/docs/vita-101220-guide\\_of\\_good\\_practices\\_rev\\_final?e=1772842/6220881](https://issuu.com/easpombas/docs/vita-101220-guide_of_good_practices_rev_final?e=1772842/6220881), acedido em 14 de fevereiro de 2016.
- Romano, D. M., Brna, P., & Self, J. a. (1998). Collaborative decision-making and presence

- in shared dynamic virtual environments. In *Proceedings of the Workshop on Presence in Shared Virtual Environments*. BT Labs, Martlesham Heath. Ipswich, Reino Unido.
- Schaf, F. M., Paladini, S., & Pereira, C. E. (2012). 3D AutoSysLab Prototype: A Social, Immersive and Mixed Reality Approach for Collaborative Learning Environments. *iJEP - International Journal of Engineering Pedagogy*, 2(2), 15–22.
- Schmidt, K., & Bannon, L. (1992). Taking CSCW Seriously: Supporting Articulation Work. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW): The Journal of Collaborative Computing and Work Practices*, 1, 7–40.
- Second Life (s.d.). *O que é o Second Life?* Disponível em: <https://secondlife.com/whatis/index.php> (acedido em 27 de setembro de 2016).
- Sequeira, L. M., & Morgado, L. (2013). Virtual Archaeology in Second Life and OpenSimulator. *Journal of Virtual Worlds Research*, 6(1), 1–16.
- Swinth, K. R., & Blascovich, J. (2002). Perceiving and Responding to Others: Human-Human and Human-Computer Social Interaction in Collaborative Virtual Environments. In *PRESENCE 2002: 5th Annual International Workshop on Presence*. Porto, Portugal: ISPR.
- Tellis, W. M. (1997). Application of a Case Study Methodology. *The Qualitative Report*, 3(33), 1–19.
- Wagner, R., Piovesan, S. D., Passerino, L. M., & Lima, J. V. (2013). Desenvolvendo ambientes de realidade virtual utilizando OpenSim. In *Octava Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje*. Valdivia, Chile.
- Yazan, B. (2015). Three Approaches to Case Study Methods in Education: Yin, Merriam, and Stake. *The Qualitative Report*, 20(2), 134–152.
- Yin, R. K. (2003). *Estudo de Caso - Planejamento e Metodos* (2ª Edição). São Paulo: Bookman.

# **Anexos**



## **ANEXO 1**



## Anexo 1 – Componente teórica

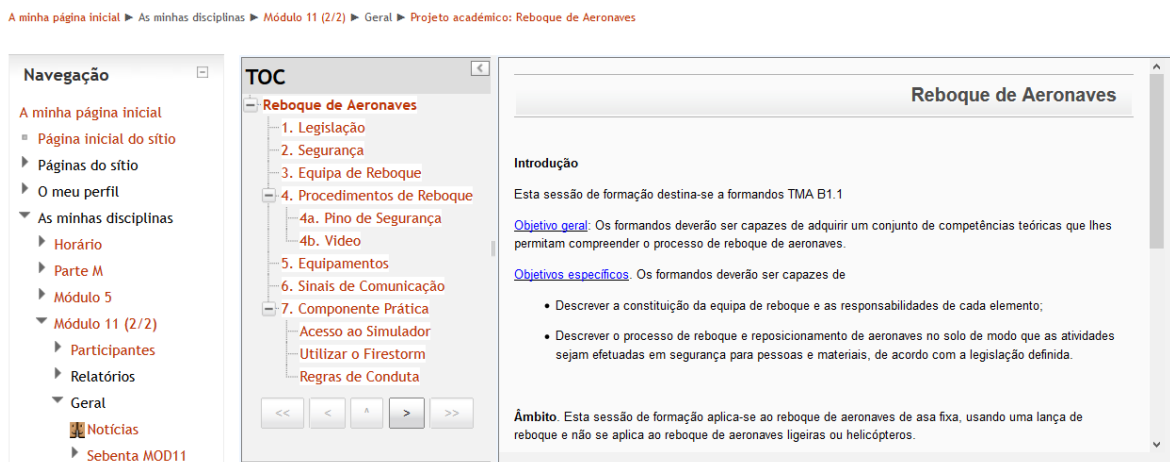
O módulo de formação teórica foi colocado na plataforma Moodle do CENFORTEC, ficando disponível para todos os formandos do centro que têm acesso à plataforma de *e-learning* (figura A-1)



The screenshot shows the Moodle interface. On the left is a 'Navegação' (Navigation) menu with options like 'A minha página inicial', 'Páginas do sítio', 'O meu perfil', 'As minhas disciplinas', and 'Módulo 11 (2/2)'. The main area is titled 'Lista de tópicos' (List of topics) for 'Módulo 11A (2/2)'. It features the CENFORTEC logo and a list of topics: 'Notícias', 'Sebenta MOD11', 'Nº Perguntas por Capítulo/SubCapítulo Folder', 'APRESENTAÇÕES CAP. 10(ATA 28); 11(ATA 29); 12(ATA 30); 13(ATA 32)', and 'Projeto académico: Reboque de Aeronaves'. The last topic is highlighted with a red box. Below the list, there is a table with one entry: '1' on the left, '21/03/2016' in the middle, and a checkbox on the right. At the bottom, it says 'M11.5.1 - Sistemas de Instrumentação (ATA 31)'.

Figura A-1: Acesso à sessão teórica no Moodle do CENFORTEC

Acedendo à opção “Projeto académico: Reboque de Aeronaves” tem-se acesso ao conteúdo teórico da formação referente ao reboque de aeronaves (figura A-2). O módulo disponibiliza um menu com os diversos tópicos que permite ao utilizador navegar entre eles e aceder à matéria que deseja consultar.



The screenshot shows the Moodle interface for the 'Reboque de Aeronaves' (Towing of Aircraft) topic. On the left is a 'Navegação' (Navigation) menu. The main area is titled 'Reboque de Aeronaves' and contains a 'TOC' (Table of Contents) on the left and the main content on the right. The TOC lists the following items: '1. Legislação', '2. Segurança', '3. Equipa de Reboque', '4. Procedimentos de Reboque' (with sub-items '4a. Pino de Segurança' and '4b. Video'), '5. Equipamentos', '6. Sinais de Comunicação', and '7. Componente Prática' (with sub-items 'Acesso ao Simulador', 'Utilizar o Firestorm', and 'Regras de Conduta'). The main content area has a title 'Reboque de Aeronaves' and an 'Introdução' section. The introduction text states: 'Esta sessão de formação destina-se a formandos TMA B1.1'. It includes 'Objetivo geral' (General objective) and 'Objetivos específicos' (Specific objectives). The 'Objetivo geral' is: 'Os formandos deverão ser capazes de adquirir um conjunto de competências teóricas que lhes permitam compreender o processo de reboque de aeronaves.' The 'Objetivos específicos' are: 'Os formandos deverão ser capazes de' followed by two bullet points: '• Descrever a constituição da equipa de reboque e as responsabilidades de cada elemento;' and '• Descrever o processo de reboque e reposicionamento de aeronaves no solo de modo que as atividades sejam efetuadas em segurança para pessoas e materiais, de acordo com a legislação definida.' At the bottom, the 'Âmbito' (Scope) is defined: 'Esta sessão de formação aplica-se ao reboque de aeronaves de asa fixa, usando uma lança de reboque e não se aplica ao reboque de aeronaves ligeiras ou helicópteros.'

Figura A-2: Organização do conteúdo formativo

As figuras seguintes dão uma ilustração parcial, mas representativa de cada um dos conteúdos que compõem o módulo teórico, disponibilizado no Moodle do CENFORTEC.

Neste módulo os tópicos 1 a 6 dizem respeito à formação teórica sobre o processo de reboque de aeronaves: segurança, legislação, intervenientes (funções e responsabilidades), equipamentos envolvidos etc. O tópico 7 mostra ao formando como é constituído o cenário do simulador, como pode descarregar o visualizador, ligá-lo via internet ao servidor OpenSim e as instruções básicas para usar o avatar dentro do cenário.

**2. Segurança**

**Segurança de Pessoas e Bens**

Na operação de reboque de aeronaves devem-se observar as seguintes normas básicas de segurança:

- Uma aeronave com problemas no sistema de travagem não deve ser rebocada, exceto se o reboque for para a movimentar para o local de reparação (nesta situação os elementos de observação devem acompanhar o reboque com calços prontos para os aplicar nas rodas do trem principal em caso de emergência);
- O pessoal da equipa de reboque deve usar coletes refletivos, deve manter-se afastado do veículo de reboque e não deve:
  - Estar na direção das rodas do veículo de reboque ou das rodas do avião;
  - Transportar-se no exterior do veículo de reboque, da aeronave ou em cima da lança de reboque, a não ser nos locais próprios para o efeito;
  - Entrar ou sair da aeronave ou veículo de reboque, enquanto estes estiverem em movimento;
- No reboque da aeronave deve-se observar as distâncias de segurança (que estejam em vigor) entre a aeronaves e outras aeronaves e outros veículos e equipamentos.
- Em operações de reboque noturnas, o pessoal da equipa de reboque deve usar lanternas (equipadas com cones translúcidos para evitar focos diretos), as luzes do veículo de reboque e as de navegação da aeronave devem estar ligadas.

**Velocidades de reboque:** O reboque da aeronave não deve exceder os 5 km/h em áreas congestionadas e os 8 km/h nas restantes áreas.

Figura A-3: Tópico sobre “Segurança no reboque de aeronaves”

**3. Equipa de Reboque**

A equipa de reboque é constituída normalmente pelo chefe de equipa, pelo operador do veículo de reboque, pelo operador dos travões da aeronave e pelo(s) observador(es), podendo estes variarem de 1 a 3 elementos (1 a 2 observadores na ponta das asas, 1 observador na cauda).

**Chefe de equipa**

O chefe de equipa de reboque deve antes da operação de reboque:

- Verificar se estão reunidas as condições requeridas para efetuar o reboque, nomeadamente:
  - Os componentes estruturais que devem estar instalados (consultar o manual do avião);
  - A velocidade do vento no aeródromo;
- Definir o número de elementos necessários para efetuar o reboque, identificando a necessidade de elementos às pontas das asas durante a fase do reboque;
- Definir o(s) observador(es) que faz(em) a função "Homem aos calços";
- Verificar se todos os elementos estão qualificados para a operação e se estão instruídos sobre as suas posições, utilização de sinais autorizados, velocidades de reboque e procedimentos de emergência;
- Verificar se a zona onde se vai efetuar o reboque se encontra livre de obstáculos;
- Supervisionar a inspeção visual ao trem, travões, jantes e penus;
- Verificar que o veículo de reboque, a lança de reboque e todos os acessórios necessários à operação estão em bom estado de funcionamento;
- Verificar que não se encontram equipamentos ligados à aeronave (Ground Power Unit ou Air Starter Unit) e assegurar com os restantes elementos da equipa que aeronave está livre de obstáculos;

Figura A-4: Tópico sobre a constituição e responsabilidades da equipa de reboque

#### Condutor do veículo de reboque

Efetua de uma forma suave a condução do veículo de reboque, cumprimentos os limites de velocidade impostos e deve:

- Obedecer às ordens dadas pelo chefe de equipa;
- Continuar o movimento do veículo de reboque no caso de rutura do fusível da lança de reboque para evitar colisão com a aeronave, quando o reboque é para a frente ou imobilizar de imediato o veículo quando o reboque está sendo feito de marcha-atrás.

O condutor do veículo de reboque deve estar identificado com as normas de segurança impostas pelas autoridades aeroportuárias, deve conhecer as linhas de taxiway (caminhos de circulação) e, quando utilizados, os pontos de arranque de motores (start point), bem como, saber os números das pistas para posicionamento do nariz da aeronave.

#### Operador dos travões da aeronave

Mantém-se no cockpit da aeronave em posição de atuar os travões e obedece às indicações dadas pelo chefe de equipa (controlo da direção do trem de nariz nas aeronaves em que este procedimento é aplicável).

#### Observador à ponta das asas

Pode ser nomeado um observador ou podem ser nomeados dois observadores, que acompanham o reboque perto da ponta da asa. O observador é responsável por:

- Efetuar as tarefas de engate e de desengate da lança de reboque no trem de nariz do avião;
- Após autorização do chefe de equipa, retirar no início do reboque os calços das rodas do trem principal e colocar, no fim do reboque, os calços nas rodas;
- Acompanhar junto à ponta da asa a progressão da aeronave, observando se a área envolvente está livre de obstáculos;
- Avisar (por sinais se necessário) o chefe de equipa de reboque se a aeronave estiver em risco de colidir com algum obstáculo, de modo que este ordene atempadamente a interrupção da operação de reboque.

#### Observador de cauda

Pode ser nomeado um observador de cauda, quando são efetuadas manobras no sentido da cauda do avião ou quando as voltas da aeronave possam levar a cauda para zonas onde possa haver contacto com obstáculos.

Figura A-5: Tópico sobre a constituição e responsabilidades da equipa de reboque

## 4. Procedimentos de Reboque

#### Reunião preliminar

Nesta reunião o chefe de equipa define:

- Os elementos, a posição e as tarefas de cada membro da equipa;
- O percurso a seguir;
- Os meios de comunicação a usar (sinais entre os membros da equipa, comunicações VHF com a torre de controlo) e os procedimentos a adotar em caso de emergência.

#### Preparação da aeronave e do veículo de reboque

O chefe de equipa deve supervisionar as seguintes ações do operador de travões e dos observadores:

- Verificação da pressão hidráulica dos travões da aeronave;
- Inspeção visual ao trem, jantes e pneus quanto ao estado;
- Recolha (se necessário) das portas de acesso e blindagens e colocação dos dispositivos de segurança nos trens de aterragem;
- Remoção da ligação estática avião / solo;
- Remoção da área circundante do avião de todos os equipamentos de apoio, ferramentas, etc., que existam na sua proximidade e que possam constituir obstáculos à operação de reboque.

#### Aproximação do veículo de reboque

O operador do veículo de reboque faz a aproximação à aeronave de acordo com as indicações dadas pelo chefe de equipa.

Figura A-6: Tópico sobre os procedimentos de reboque (sequência das ações)

#### 4a. Pino de Segurança

##### Pino de Segurança

O pino de segurança permite desbloquear o trem de nariz de modo a poder direccioná-lo nas manobras de viragem da aeronave durante o reboque. Existem pinos de segurança específicos para os diversos modelos de aeronave e existe o pino universal.

O observador, antes de colocar a lança no trem de nariz deve verificar sempre se o pino de bloqueio do trem de nariz (*flight pin, nose-wheel gear-locking, steering bypass pin*) está instalado.

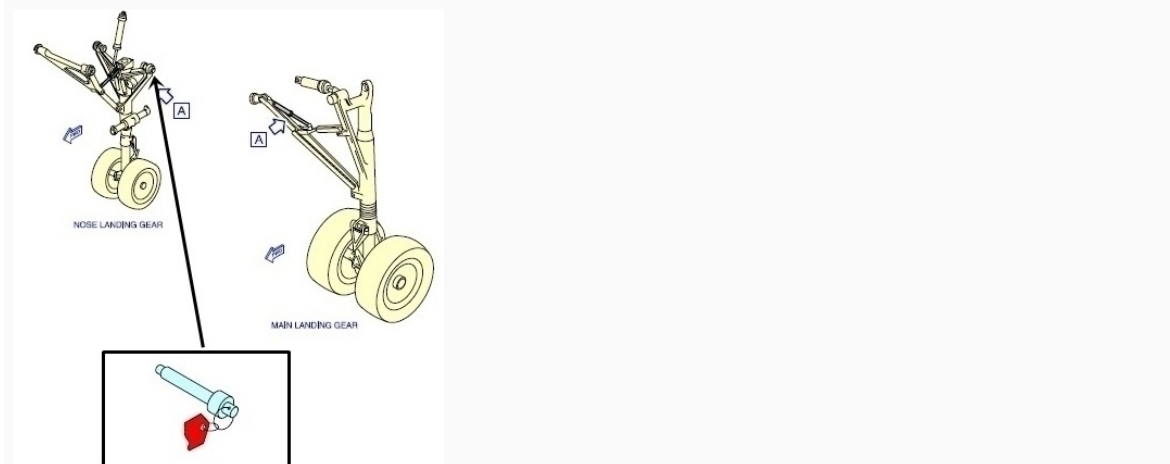


Figura A-7: Tópico sobre os procedimentos de reboque (Pino de segurança)

O tópico “Procedimentos de reboque” inclui uma página (figura A-7) com um *link* para um vídeo disponível no YouTube sobre procedimentos de reboque de aeronaves. Este vídeo também está disponível no cenário do simulador.

#### 4b. Vídeo

##### Vídeo sobre os procedimentos de reboque de avião

No simulador OpenSim da sessão prática, na berm da placa principal existe uma tela com um vídeo sobre procedimentos de "Marshalling" e reboque de aviões e que os formandos poderão assistir.



A tecla possui um link do vídeo publicado no "Youtube". Caso o vídeo não esteja disponível (tela branca), premir na parte superior da tela ("Reload" na área de endereços) para carregar o vídeo.



Este vídeo pode ser acessado e visualizado nesta sessão usando o link: <https://www.youtube.com/watch?v=SnPXq63shRo>

Figura A-8: Tópico sobre os procedimentos de reboque (vídeo sobre reboque)

## Tipos de veículos de reboque (tratores)



Trator de reboque convencional



Trator de reboque sem lança



Lança de reboque

Figura A-9: Tópico sobre os equipamentos utilizados no reboque

## 6. Sinais de Comunicação

Com o movimento de aeronaves com motores em marcha, o nível de ruído na área de placas e caminhos de circulação poderá ser elevado e, cumprindo as normas de segurança, os assistentes que operam nestas áreas deverão usar o equipamento de proteção individual (EPI) apropriado, isto é, usarem entre outros dispositivos os supressores de ruídos.

Estes dispositivos poderão limitar ou impedir a comunicação por voz entre os diversos membros da equipa de reboque, pelo que deverão comunicar através de mímica apropriada: O *Aircraft Marshalling* é uma forma de comunicação visual, utilizando sinais específicos. Um dos padrões mais utilizados internacionalmente foi definido pela ICAO - International Civil Aviation Organization.

Os sinais devem ser transmitidos de tal maneira, que quem os vê não se confunda com o seu significado. Quem executa os sinais deve manter as suas mãos bem afastadas e os sinais deverão ser feitos de modo exagerado, para não se correr o risco de não serem identificados.

A figura 1 mostra os principais sinais usados na área de aeródromo para comunicar com quem está no cockpit da aeronave e com quem está na área de aeródromo.

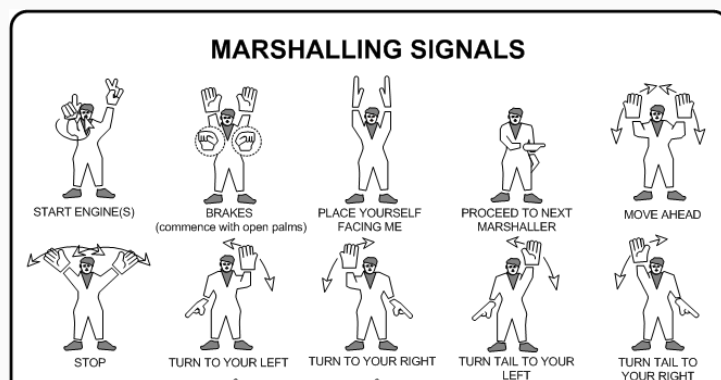


Figura A-10: Tópico sobre os sinais de comunicação usados no meio aeronáutico

Este tópico para além da lista de sinais de comunicação aprovados pela ICAO possui um pequeno vídeo, gravado no cenário do simulador, mostrando um avatar a fazer alguns dos sinais de comunicação que irão ser usados na sessão prática no simulador.

Os principais sinais usados no reboque de aviões são: PARE, AVANÇAR, PARAGEM DE EMERGÊNCIA, RETIRAR CALÇOS, COLOCAR CALÇOS e TUDO OK

O vídeo seguinte mostra um exemplo de animação de um avatar (retirado do cenário no OpenSimulator) a executar dois gestos: "STOP" e "AVANÇAR":



Figura A-11: Vídeo demonstrando um avatar a fazer sinais de comunicação

O tópico 7 “Componente prática” (figuras A-12 a 16) divide-se em três páginas. Uma com a descrição genérica do cenário, outra com os procedimentos para o formando instalar o visualizador e aceder ao servidor e uma terceira com as regras de conduta que os avatares devem observar dentro do cenário.

## 7. Componente Prática

### Instruções básicas

Para complemento e consolidação dos conhecimentos adquiridos nesta sessão de formação teórica, existe uma sessão prática, onde os formandos deverão efetuar num ambiente virtual tridimensional uma versão simplificada do reboque de uma aeronave (consultar os tópicos “Acesso ao Simulador” e “Utilizar o Firestrom” para instalação do viewer e acesso ao ambiente tridimensional do simulador).

Os formandos serão notificados por e-mail para acederem ao simulador e, efetuarem em conjunto, o reboque de uma aeronave, aplicando os conhecimentos adquiridos nesta sessão.

Em termos de ambiente virtual tridimensional, o cenário recria uma placa de estacionamento, uma pista com orientação geográfica 10° Norte, 190° Sul (pista 01/19), um caminho de circulação paralelo à pista, ligado à placa principal e vários caminhos de circulação perpendiculares à pista, ligando esta ao caminho de circulação principal (Figura 1).

Para além do espaço destinado à simulação do reboque, o cenário possui algumas áreas de apoio aos utilizadores, como por exemplo placares com os tópicos principais dos procedimentos de reboque que os avatares deverão recordar, área de treino na utilização do trator de reboque, área com um vídeo demonstrativo dos procedimentos.

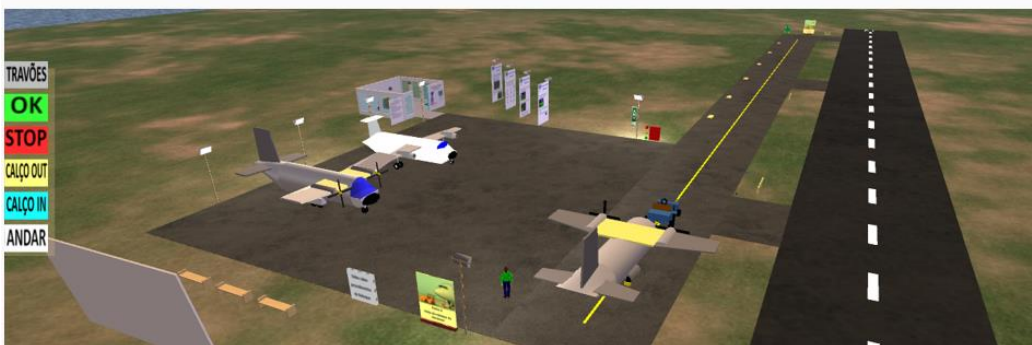


Figura A-12: Tópico sobre a componente prática (descrição genérica do cenário)

#### Utilização dos gestos pelos avatares

Os principais gestos de *marshalling* usados na comunicação não verbal no reboque do avião estão disponíveis no HUD existente na lateral esquerda do ecrã. Para o avatar reproduzir determinado gesto, basta fazer clique sobre o botão pretendido. A figura 4 mostra o HUD disponibilizado ao avatar.



Figura 4 - HUD com as opções dos gestos

Os gestões de comunicação não verbal associados aos botões são:

**TRAVÕES** - Acionar os travões da aeronave. Destruvar a aeronave no início do reboque ou travar a aeronave quando esta se imobiliza no final do reboque.

**OK** - Informação ao outro interveniente que terminou a tarefa com sucesso ou dar a indicação "all clear".

**STOP** - Parar o reboque da aeronave.

**CALÇO OUT** - Retirar os calços das rodas do trem principal da aeronave.

**CALÇO IN** - Colocar os calços das rodas do trem principal da aeronave.

Figura A-13: Tópico sobre a componente prática (utilização do HUD)

Os formandos dispõem de uma área onde podem treinar a utilização do trator, nomeadamente as manobras para a frente e para trás. Esta área está instalada próximo dos placares de checklist das atividades de reboque (Figura 6).



Figura A-14: Tópico sobre a componente prática (treino no uso do trator)

**Acesso ao Simulador de reboque de uma aeronave num aerodromo**

O cenário do aeródromo está instalado num servidor OpenSim. Para aceder a esse simulador e trabalhar no cenário mostrado nas figuras anteriores, deve-se usar um "viewer", por exemplo o "Firestorm", o qual pode ser descarregado através do link <http://www.firestormviewer.org/downloads/>.

Utilizadores Windows: escolher a versão "SL & OpenSim" de 32 ou 64 conforme o computador que possuem seja a 32 bits ou a 64 bits. Descarregar o ficheiro Phoenix-FirestormOS-Release\_nnn\_Setup.exe, instalar este "viewer" e abrir a aplicação no respetivo icone no desktop.

Selecionar no canto superior esquerdo a opção "Viewer" e "Preferences".



Abre-se a janela "Preferences". Selecionar o separador "OpenSim" e na caixa de texto "Add new grid" digitar <http://qjmsilvasim.dtdns.net.9000>. Premir "Apply" e "Refresh".

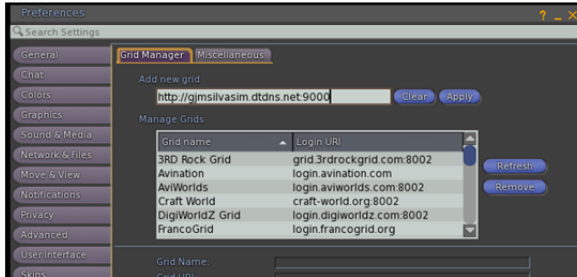


Figura A-15: Tópicos sobre a instalação/configuração do visualizador

**Movimentos básicos do avatar:**

- Para movimentar o avatar (andar para a frente, para trás, virar à direita ou à esquerda) manter premidas as teclas de direção: ←↑↓→. Pode-se usar em conjunto as setas frente / trás com as setas direita / esquerda para melhor definição do movimento.
- Para fazer o avatar deslocar-se de lado premir a tecla shift enquanto prime as teclas direita ou esquerda.
- Para correr, fazer duplo clique na seta para a frente e mantê-la premida enquanto pretender manter o avatar a correr.
- Voar: manter premida a tecla "pgup" para subir e a tecla "pgdn" para descer. Quando estiver na altitude pretendida usar as teclas de direção ←↑↓→ para voar para a esquerda, frente, trás e direita.

Outro modo de movimentar o Avatar:

- Na barra de menu selecionar a opção "Avatar" e depois "Move Controls". Na parte inferior (ao centro) do cenário surge uma caixa com as setas de direção, bem como os botões andar, correr e voar. Premir as setas para ter o respetivo movimento no avatar.
- Enquanto a caixa das setas estiver visível, a opção "Move Controls" está antecedida do sinal "☑", indicando que está selecionada.



**Controlos da camara**

Na barra de menu selecionar a opção "Avatar" e depois "Camera Controls". Vão aparecer os comandos da camara no canto superior esquerdo do cenário.

Figura A-16: Tópicos sobre a utilização do avatar no visualizador Firestorm

## **ANEXO 2**



## Anexo 2 – Procedimentos de configuração do servidor e dos viewers

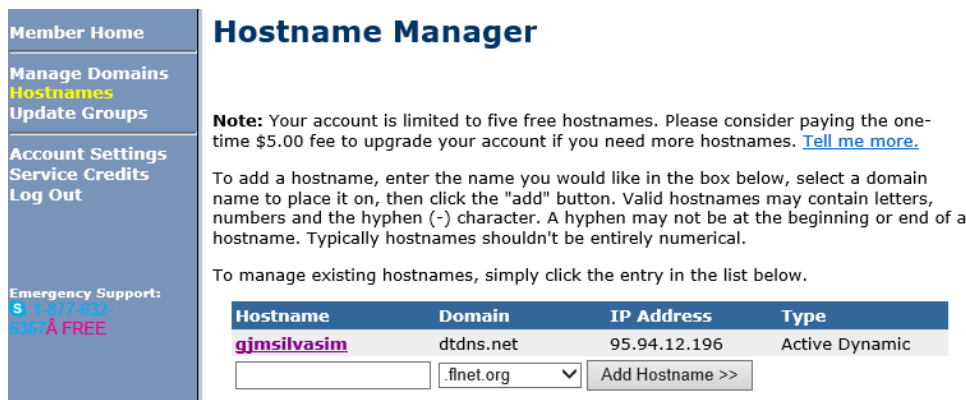
A configuração do computador doméstico, usado como servidor do OpenSim, para permitir que outros computadores acessem do exterior através internet, foi feita seguindo as instruções disponibilizadas por um aluno da Universidade Aberta e que podem ser acessadas em <http://portal.babelx3d.net/node/417>. Os parágrafos seguintes apresentam os passos necessários para efetuar a configuração.

### Criação do domínio

Aceder à página <http://www.dtdns.com/> para criar um domínio e selecionar a opção "CREATE ACCOUNT". Criar um nome de domínio gratuito em DTDNS e efetuar a configuração do serviço DDNS no router que serve o computador usado como servidor do OpenSim (figura A-17).

Username: gjmsilvasim

Pswd: \*\*\*\*\*



**Member Home**

**Manage Domains**

**Hostnames**

**Update Groups**

**Account Settings**

**Service Credits**

**Log Out**

**Emergency Support:**  
S 1 800 762 222  
FREE

## Hostname Manager

**Note:** Your account is limited to five free hostnames. Please consider paying the one-time \$5.00 fee to upgrade your account if you need more hostnames. [Tell me more.](#)

To add a hostname, enter the name you would like in the box below, select a domain name to place it on, then click the "add" button. Valid hostnames may contain letters, numbers and the hyphen (-) character. A hyphen may not be at the beginning or end of a hostname. Typically hostnames shouldn't be entirely numerical.

To manage existing hostnames, simply click the entry in the list below.

Hostname	Domain	IP Address	Type
<a href="#">gjmsilvasim</a>	dtdns.net	95.94.12.196	Active Dynamic

.flnet.org

Figura A-17: Informação do domínio

### Aceder ao router

Os passos seguintes aplicam-se a um router do operador de telecomunicações NOS. Com o computador ligado através de um cabo UTP acede-se ao router através de <http://zonhub.home/>, estando os dados do “utilizador” e “password” identificados na parte posterior do equipamento. Depois de entrar no router efetuar as seguintes ações:

### Configurar o serviço DNS no router

A configuração do serviço DNS faz-se no separador “Serviços”, usando a opção “Nova entrada” e preenchendo os campos indicados:

Anfitrião: gjmsilvasim.dtdns.net

Fornecedor: dtdns.net

Utilizador: gjmsilvasim

A figura A-18 mostra o domínio pessoal registado no router após gravação dos dados.



Figura A-18: Domínio pessoal

## Atribuição de IP

Atribuir um IP fixo ao computador onde está instalada a distribuição "Diva" do OpenSim. Nas definições do Windows seleccionar "Centro de Rede e Partilha", depois "Wi-fi" e na janela seleccionar "Propriedades". Nesta janela seleccionar "Protocolo IP Versão 4" e depois "Propriedades". Seleccionar "Utilizar o seguinte endereço IP" e inserir os seguintes valores (figura A-19):

Endereço IP: 192.168.1.100

Máscara de sub-rede: 255.255.255.0

Gateway predefinido: 192.168.1.1

Servidor DNS preferido: 192.168.1.1

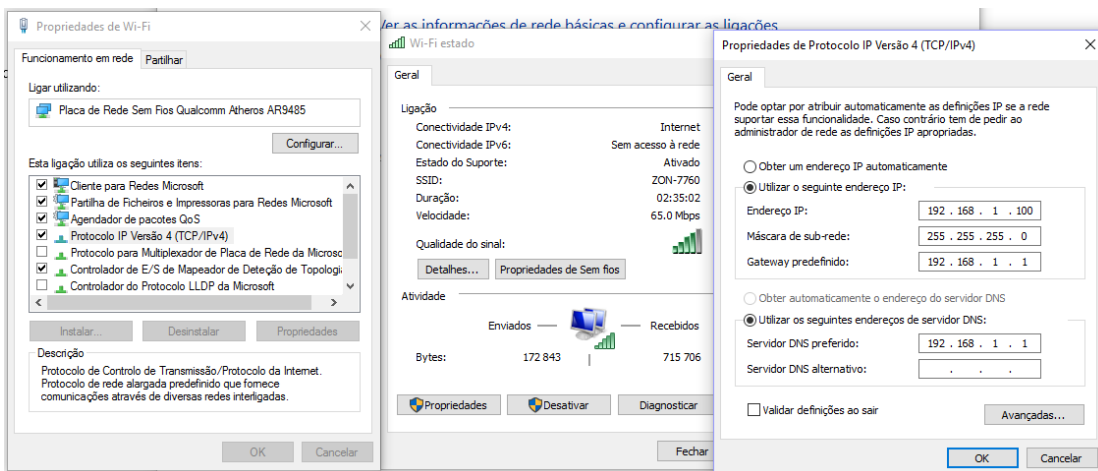


Figura A-19: Atribuição de IP

## Dar acesso das portas OpenSim no Router

Criar regras de encaminhamento das portas do router e alterar as permissões do Firewall do Windows para permitir o acesso a partir do exterior ao OpenSim. Inserir os seguintes valores e gravar (figura A-20).

TCP Qualquer --> 8895

TCP Qualquer --> 8000-8005

TCP Qualquer -->9000-9005

UDP Qualquer -->8000-8005

TCP Qualquer -->9000-9005

TCP Qualquer -->80

UDP Qualquer -->80

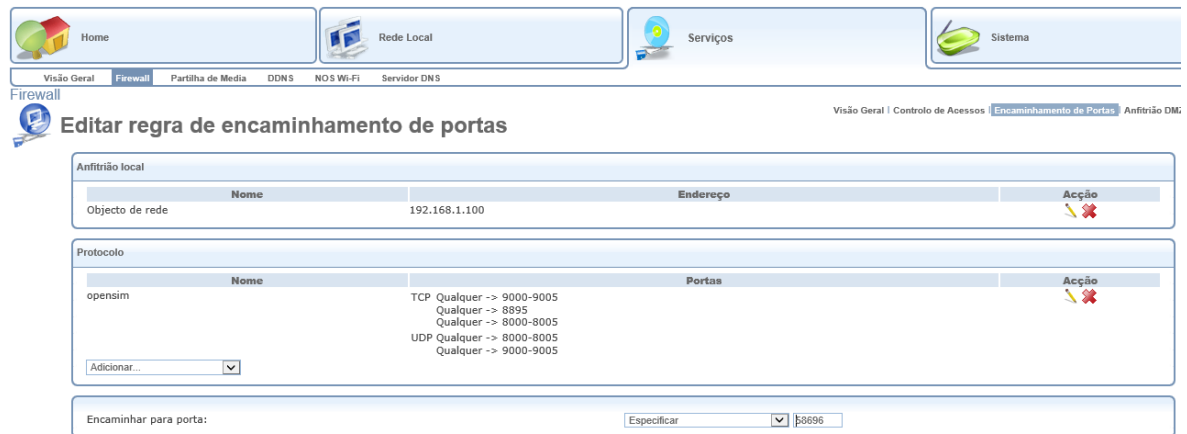


Figura A-20: Encaminhamento de portas

## Instalação do MySQL

Instalar o MySQL 5.7.13 Server no computador destinado à distribuição "Diva" do OpenSim. O MySQL pode ser descarregado em <http://dev.mysql.com/downloads/>.

Na fase de instalação seleccionar a opção "Server Only" e registar os seguintes valores (\* os nomes escolhidos foram minha opção, podendo o SQL ser configurado com outros nomes):

Config Type: Server Machine

MySQL port: 33060

MySQLRootPassword: minha\_chave1 \*

Username: gjsilva\_sql \*

Pswd: minha\_chave2 \*

Windows Service Name: MySQL57

Após o SQL estar instalado, abrir a janela do “Command Line” para criar a base de dados.

Pswd: minha\_chave1 (MySQLRoot Pswd na Root Account)

```
mysql> create database opensim;
```

```
mysql> create user opensim identified by 'minha_chave2';
```

```
mysql> grant all on opensim.* to opensim;
```

```
mysql> FLUSH PRIVILEGES;
```

### **Instalação da distribuição Diva do OpenSim**

Depois de correr o ficheiro Config.exe digitar:

Name of your world: gjmsilvasim

MySQL database host: [localhost] localhost

MySQL database schema name: [opensim] opensim

MySQL database user account: [opensim] opensim

MySQL database password for that account: minha\_chave2

Your external domain name (preferred) or IP address: gjmsilvasim.dtdns.net

This installation is going to run on: .NET/Windows

Wifi admin first name [Wifi]: Wifi \*

Wifi admin last name [Admin]: Admin \*

Wifi Admin password [secret]: minha\_chave2 \*

Wifi Admin email [admin@localhost]: Enter

User account creation [o]pen or [c]ontrolled [c]: c

Gmail user name [none]: formando1.cenfortec@gmail.com \*

Gmail password [none]: passworddogmail \*

### **Configuração do OpenSim**

Depois de correr o ficheiro Opensim.exe digitar os seguintes valores para criar a região no OpenSim (Enter indica que se premiu a tecla “Enter” em cada opção):

New region name []:gjmsilvasim

RegionUUID: Enter

Region location: Enter

Internal IP address: Enter

Internal port [9000]: Enter

Allow alternate ports: Enter

External host name: Enter

Estate name: UABsim

Estate owner first name: UAB

Estate owner last name: User

Password: minha\_chave

E-mail: Enter

UserID: Enter

Foi criada a pasta `c:/opensim_oars/` para guardar a cópia de segurança “reboque.oar” do cenário do reboque e pode ser gravada ou carregada para o OpenSim digitando na sua janela: `save oar c:/opensim_oars/reboque.oar` ou `load oar c:/opensim_oars/reboque.oar`.

### Criar Avatares

Para se criar uma conta de avatar, aceder no computador onde está instalado o servidor do OpenSim, à interface em `http://gjmsilvasim.dtdns.net:9000/wifi/index.html` (figura A-21).



Figura A-21: Criação de contas de avatares

Após criação das contas dos utilizadores, validar essas contas com o perfil de administrador para:

First Name: Wifi

Last Name: Admin

Pswd: minha\_chave2

## Aceder ao cenário usando o viewer FireStorm

O cenário do aeródromo está instalado no servidor OpenSim e para aceder a esse cenário pode-se usar, entre outros, o *viewer* Firestorm, o qual pode ser descarregado em <http://www.firestormviewer.org/downloads/>.

Utilizadores Windows escolhem a versão "SL & OpenSim" de 32 ou 64 conforme o computador que possuem seja de 32 bits ou de 64 bits. Depois de descarregado o ficheiro Phoenix-FirestormOS-Release\_nnn\_Setup.exe e instalado o *viewer*, configura-se o acesso ao simulador, selecionado no canto superior esquerdo a opção "Viewer" e "Preferences" (figura A-22).

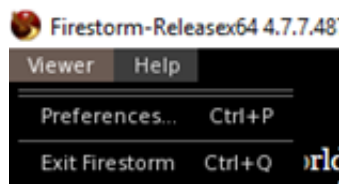
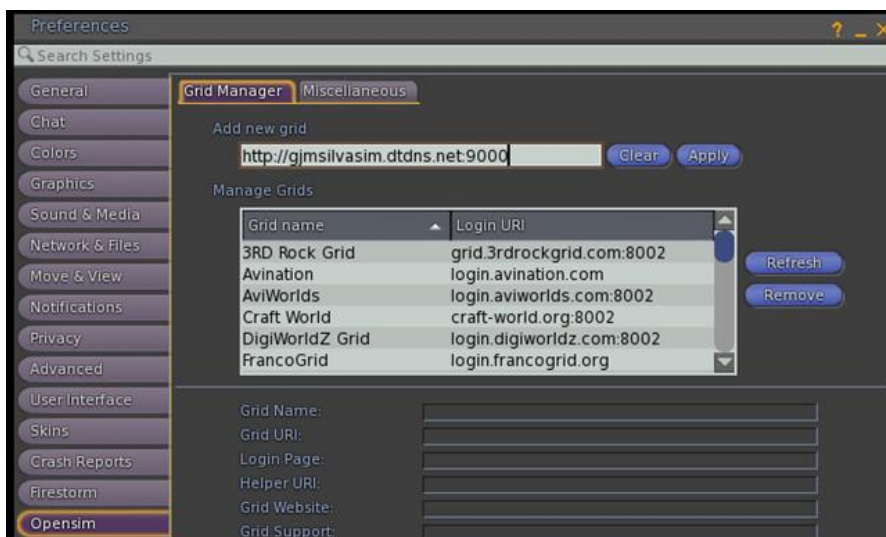


Figura A-22: Acesso à configuração do *viewer*

Na janela "Preferences" selecionar o separador "OpenSim" e na caixa de texto "Add new grid" digitar <http://gjmsilvasim.dtdns.net:9000><sup>21</sup>. Premir "Apply" e "Refresh". Na caixa "Manage grids" selecionar a "grid" [gjmsilvasim.dtdns.net:9000](http://gjmsilvasim.dtdns.net:9000) e premir "Ok" (Figura A-23).



<sup>21</sup> Nos computadores que partilhem a mesma rede do computador que está a ser utilizado como servidor do OpenSim, pode-se usar <http://192.168.1.100:9000>, mas se aceder do exterior usar <http://gjmsilvasim.dtdns.net:9000>.

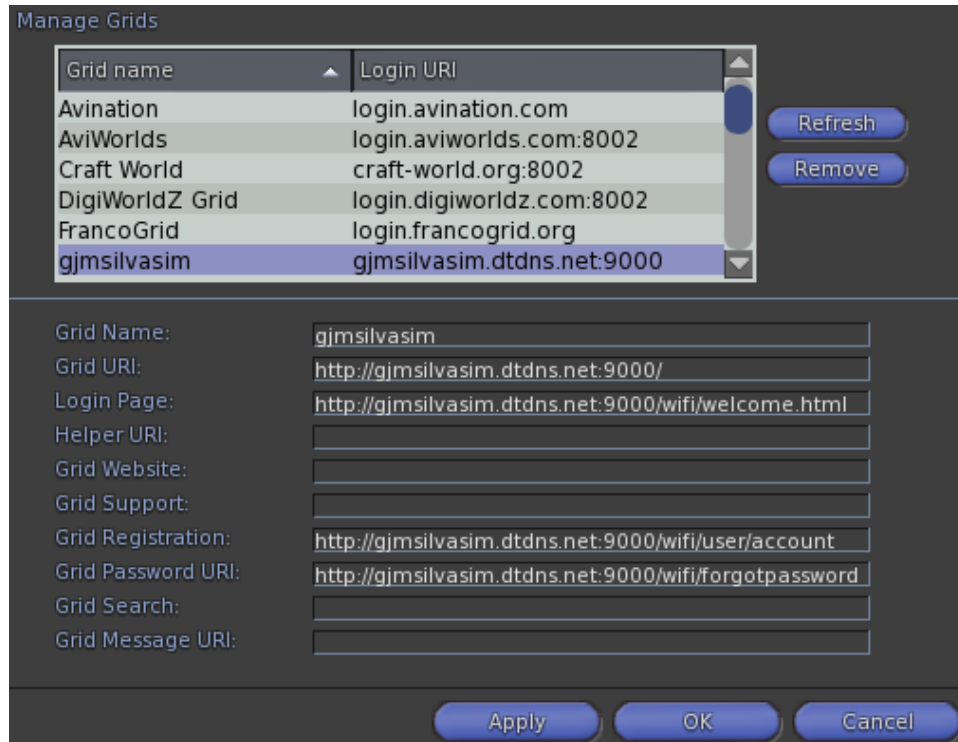


Figura A-23: Preferências do *viewer*

Na área de "Log in" digita-se o "username" (primeiro e último nome) e a *password* fornecida pelo formador, devendo-se verificar se está selecionada a opção *gjmsilvasim* em "Log into Grid". Caso não esteja, abrir a caixa, selecionar esta grelha e premir "Login". O *viewer* carrega o cenário e o avatar do utilizador (Figura A-24).

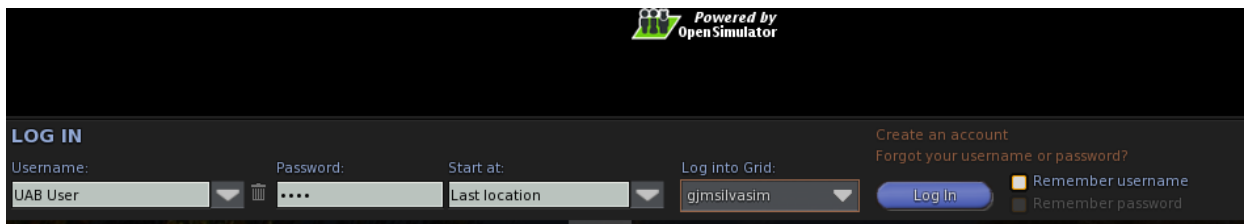


Figura A-24: Entrada no cenário



## **ANEXO 3**



### **Anexo 3 – Scripts usados no simulador**

Luzes das luminárias (candeeiros das torres na placa principal, candeeiros do caminho de circulação e candeeiros no edifício onde está o trator). O utilizador faz clique com o botão esquerdo do rato na luminária para acendê-la ou para a apagar.

```
integer chave = 1;
default
{
    touch_start(integer total_number)
    {
        if (chave == 1)
        {
            IISetPrimitiveParams([PRIM_POINT_LIGHT,TRUE,<1,1,1>,1.0,20.0,2.0]); //<R,G,B> Cor da
            luz=branca
            chave = 0;
        }

        else if (chave == 0)
        {
            IISetPrimitiveParams([PRIM_POINT_LIGHT,FALSE,<1,1,1>,1.0,20.0,2.0]);
            chave = 1;
        }
    }
}
```

Obs: No caso dos candeeiros do caminho de circulação (cor azul), o valor de IISetPrimitiveParams ([PRIM\_POINT\_LIGHT,TRUE,<0,0,1>,...//<R,G,B> Cor da luz=azul

Bancos. Para se sentar nos bancos junto à tela de vídeo, o utilizador faz clique sobre o banco com o botão direito do rato e escolhe a opção “Sit”. O *script* está colocado na primitiva raiz de cada banco:

```
default
{
    state_entry()
    {
        IISitTarget(<0.30,0.0,0.35>,<0,0,0>);
        IISetSitText("sit");
    }
}
```

## ACÇÕES NO AVIÃO

Inspeção do trem de nariz. O utilizador faz a inspeção fazendo clique com o botão esquerdo nas rodas do trem do nariz. O *script* está colocado nas rodas no trem (nome da primitiva: insp\_Tnariz)

```
default
{
  touch_start(integer num)
  {
    IISay(0, "Inspeção efetuada");
    IISetText("Jantes e Pneus:\n BOM ESTADO",<0.0, 1.0, 0.0>,1.0);
    IISleep (4.0);
    IISetText(" ",<1.0, 1.0, 1.0>,1.0);
  }
}
```

Inspeção aos travões. O utilizador faz a inspeção fazendo clique com o botão esquerdo no *cockpit windshield*. O *script* está nesta primitiva (nome - avião).

```
default
{
  touch_start(integer num)
  {
    IISay(0, "Inspeção aos travões");
    IISetText("Pressão dos travões:\n NORMAL",<0.0, 1.0, 0.0>,1.0);
    IISleep (4.0);
    IISetText(" ",<1.0, 1.0, 1.0>,1.0);
  }
}
```

Inspeção ao trem principal. O utilizador faz a inspeção fazendo clique com o botão esquerdo em ambas as pernas do trem principal. Os *scripts* estão nas pernas direita e esquerda do trem.

```
default
{
  touch_start(integer num)
  {
    IISay(0, "Inspeção efetuada");
    IISetText("Jantes e Pneus:\n BOM ESTADO",<0.0, 0.0, 1.0>,1.0);
    IISleep (4.0);
    IISetText(" ",<0.0, 0.0, 1.0>,1.0);
  }
}
```

“Remover”/“colocar” calços nas rodas do trem principal. Os calços são escondidos ou mostrados, consoante a condição. O utilizador faz clique com o botão esquerdo do rato para remover (esconder) ou colocar (aparecer) os calços.

```
//Chave liga desliga
integer chave=1;
default
{
  touch_start(integer total_number)
  {
    if (chave == 1)
    {
      IISetAlpha(0.0,ALL_SIDES); // aplica a transparência
      IISay(0,"Calço removido");
      chave=0;
    }
    else if (chave == 0)
    {
      IISetAlpha(1.0,ALL_SIDES); // retira a transparência
      IISay(0,"Calço aplicado");
      chave = 1;
    }
  }
}
```

“Remover”/“instalar” o pino de segurança. O pino de segurança é “removido” (escondido) ou é “instalado” (ficar visível) quando o utilizador toca com o botão esquerdo do rato na perna do trem do nariz. *Script* no objeto:

```
//Chave liga desliga
integer chave=1;
default
{
  touch_start(integer total_number)
  {
    if (chave == 1)
    {
      IISetAlpha(0.0,ALL_SIDES); // aplica a transparência
      IISay(0,"Pino Segurança removido");
      chave=0;
    }
    else if (chave == 0)
    {
      IISetAlpha(1.0,ALL_SIDES); // retira a transparência
      IISay(0,"Pino Segurança instalado");
      chave = 1;
    }
  }
}
```

```
}  
}
```

**Construção de um HUD.** Foi construído um painel transparente (primitiva raiz) com um conjunto de botões ligados (primitiva filho) e anexado ao avatar (botão direito do rato premido "*Attach HUD*" e depois "*Center*"). O HUD foi posicionado na parte lateral do ecrã (no simulador optou-se por mover para o lado esquerdo). No separador "*content*" de cada botão foi incluído o ficheiro ".bvh" (criado com o QAvimator) referente ao movimento que o avatar deve fazer.

*Script* de um dos botões (primitiva filha – botão “Calço Out”):

```
default  
{  
  state_entry()  
  {  
    IISetObjectName((string)IIGetLinkNumber());  
  }  
  touch_start(integer num)  
  {  
    IMessageLinked(LINK_ROOT,(integer)IIGetObjectName(),"co","");  
  
    IIRequestPermissions(IIDetectedKey(0), PERMISSION_TRIGGER_ANIMATION);  
  }  
  run_time_permissions(integer perm)  
  {  
    if (PERMISSION_TRIGGER_ANIMATION & perm)  
    {  
      IIStartAnimation("calco_fo"); //nome da animação que está no separador  
    }  
  }  
}  
// Em cada botão colocar o nome da animação e no conteúdo colocar a animação
```

*Script* do painel (primitiva raiz):

```
default  
{  
  link_message(integer link, integer num, string msg, key id)  
  {  
    if(msg == "co")  
    {  
      ISay(0,"Premiu Botão Calços Out");  
    }  
    else if(msg == "ci")
```

```

    {
        IISay(0,"Premiu Botão Calços In");
    }
    else if(msg == "tr")
    {
        IISay(0,"Premiu Botão Travões");
    }
    else if(msg == "ok")
    {
        IISay(0,"Premiu Botão Ok");
    }
    else if(msg == "st")
    {
        IISay(0,"Premiu Botão Stop");
    }
    else if(msg == "an")
    {
        IISay(0,"Premiu Botão Andar p/ Frente");
    }
    }
}

```

**Movimentar o trator de reboque.** Para sentar o avatar no trator, fazer clique no estrado do trator com o botão direito e seleccionar “Sit”.

Andar para a frente: Na barra de *chat* digitar /10 frente e ir fazendo clique com o botão esquerdo no trator para o mover.

Andar para trás: Na barra de *chat* digitar /10 tras e ir fazendo clique com o botão esquerdo no trator para o mover.

Imobilizar o trator: Na barra de *chat* digitar /10 parado

Sentar o avatar no Trator. *Script* na primitiva estrado do trator.

```

default
{
    state_entry()
    {
        IISitTarget(<0.05,0.25,0.40>,<0,0,90,90>);
        IISetSitText("sit");
    }
}

```

Movimentar o trator. *Script* na primitiva raiz do trator.

```
vector pi;
vector pf;
integer l;
float inc;
default
{
  state_entry()
  {
    IListen(10,"","",""); //listen ouve no canal 10 e aceita o parâmetro
    ISetText("Clique para andar",<0.0,0.0,1.0>,1.0);
    ISleep (2.0);
    ISetText(" ",<0.0, 0.0, 1.0>,1.0);
  }
  //a partir daqui trabalha apenas o evento Listen
  listen(integer canal, string obj, key id, string msg)
  {
    if (canal==10) //Se o usuário digitar /10
    {
      if (msg=="frente") //se digitar /10 frente
      {
        inc=0.5;
        ISetText("Frente",<0.0, 1.0, 0.0>,1.0);
      }
      if (msg=="tras") //se digitar /10 tras
      {
        inc=-0.5;
        ISetText("Trás",<0.0, 0.0, 1.0>,1.0);
      }
      if(msg=="parado")
      {
        inc=0.0;
        ISay(0,"Trator parado");
        ISetText("Trator parado",<1.0, 0.0, 0.0>,1.0);
      }
    }
  }
}
touch_start(integer total_number)
{
  integer cont=0;
  while(cont<=5) // Repete ciclo
  {
    cont +=1;
    pi=IGetPos();
    pf=pi+<0.0,inc,0.0>;
    ISetPos(pf);
  }
}
}
```

Mudar a cor no painel de autorização. O utilizador faz clique com o botão esquerdo do rato sobre um dos botões laterais para seleccionar a cor do painel principal. O painel de sinalização é a primitiva raiz e contém o *script*. Os botões, primitivas filhas, têm os seguintes nomes: botão encarnado – bt\_R, botão amarelo – bt\_Y e botão verde – bt\_G.

```
default
{
  touch_start(integer num)
  {
    string botao = IIGetLinkName(IIDetectedLinkNumber(0));
    if(botao == "bt_R")
    {
      IISetColor(<1,0,0>,ALL_SIDES);
    }
    else if(botao == "bt_Y")
    {
      IISetColor(<1,1,0>,ALL_SIDES);
    }
    else if(botao == "bt_G")
    {
      IISetColor(<0,1,0>,ALL_SIDES);
    }
  }
}
```

Abrir e fechar a porta do edifício (garagem). O utilizador faz clique com o botão esquerdo na porta para a abrir ou fechar. *Script* no primitivo porta.

```
integer chave = 1;
default
{
  touch_start(integer total_number)
  {
    if (chave == 1)
    {
      IISetScale(<0.751,0.071,3.116>);
      chave = 0;
    }
    else if (chave == 0)
    {
      IISetScale(<4.976,0.071,3.116>);
      chave = 1;
    }
  }
}
```



## **ANEXO 4**



## Anexo 4 – Fita de tempo para a sessão de formação

### Fita de tempo para a sessão de formação (Protótipo)

Legenda:

HH – Hora de começo da sessão, nD – n dias antes do início da sessão, nH – n horas antes do início da sessão, ±nM – n minutos antes ou depois do início da sessão

#	Hora	Atividade
P1	HH-5D	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contactar um ou dois formandos e marcar o dia/hora para a realização de uma sessão preparatória.</li><li>• Confirmar que esses formandos conhecem o objetivo da formação e que irão frequentar, até à data da sessão preparatória com o protótipo, o módulo teórico disponibilizado no Moodle do CENFORTEC.</li></ul>
P2	HH-2D	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fornecer aos formandos as credenciais de acesso ao <i>viewer</i> (nome e palavra chave).</li></ul>
P3	HH-1D	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar que os participantes, seguindo as instruções publicadas no Moodle, conseguiram instalar o <i>viewer</i> e aceder ao servidor do OpenSim “gjmsilvasim”.</li><li>• Verificar que todos os objetos no cenário tridimensional estão nos locais apropriados e a funcionar corretamente.</li><li>• Efetuar uma sessão de treino sozinho seguindo o guião desta fita de tempo.</li><li>• Verificar se há espaço livre suficiente no disco do computador para a gravação da sessão do dia seguinte.</li></ul>
P4	HH-1H	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar a conectividade da internet, o estado de funcionamento do servidor OpenSim e do <i>viewer</i>.</li><li>• Abrir os ficheiros de apoio necessários para a realização da sessão</li><li>• Levar uma garrafa de água para perto do computador.</li></ul>
P5	HH-5M	<ul style="list-style-type: none"><li>• À hora marcada dirigir-se, dentro do cenário tridimensional, para o local marcado “ponto de encontro” e aguardar a chegada dos formandos.</li></ul>
P6	HH	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Hora definida para início da formação. É dado um período de 5 minutos para os formandos se ambientarem ao cenário tridimensional.</b></li><li>• Conforme os formandos forem chegando, cumprimentá-los e informar que a sessão começará 5 minutos depois da hora marcada, pelo que os participantes poderão aproveitar este tempo para se ambientarem ao cenário tridimensional.</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligar a aplicação “Jing” e iniciar a gravação vídeo da sessão quando “entrar” o primeiro formando.</li> </ul>
P7	HH+5M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador, usando o IM ou o áudio do Hangouts, pede aos participantes que se aproximem do ponto de encontro e dá início à sessão preparatória.</li> <li>• O formador dá as boas vindas aos formandos e explica os objetivos da sessão preparatória.</li> <li>• Apresenta as regras de conduta que todos os participantes deverão observar durante a sessão.</li> <li>• Relembra os aspetos técnicos que os formandos leram na componente teórica e que deverão ter em conta, nomeadamente: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Como fazer o avatar caminhar, virar e sentar.</li> <li>○ Como interagir com os objetos.</li> <li>○ Como comunicar com o formador ou com os outros formandos</li> <li>○ Como utilizar o HUD para comunicar com os outros através de sinais e quais os sinais que deverão ser usados na sessão - fazer uma revisão sobre a utilização dos sinais aprovados pela ICAO.</li> </ul> </li> </ul>
P8	HH+10M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador apresenta, de uma forma genérica, o cenário onde a sessão irá decorrer, falando sobre a constituição da área de aeródromo (pista, caminhos de circulação e placa principal) e sobre o reboque da aeronave.</li> </ul>
P9	HH+12M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador pede aos formandos para o seguirem e mostra os placares com o check list simplificado sobre as atividades preliminares do reboque e que os formandos deverão ter presentes.</li> <li>• Pergunta se existem dúvidas sobre o que leram no material teórico.</li> </ul>
P10	HH+14M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador pede aos formandos para o seguirem até ao ponto de início do reboque.</li> <li>• Junto ao avião, o formador mostra a zona de vídeo, onde se pode assistir a um vídeo sobre procedimentos de <i>marshalling</i>.</li> <li>• O formador informa que, após a formação, os formandos poderão assistir ao vídeo como um complemento à formação que já receberam.</li> <li>• Junto ao avião explica o trajeto do reboque: O avião deve ser rebocado ao longo da linha central do caminho de circulação até ao ponto B.</li> <li>• O formador mostra os objetos envolvidos no reboque: aeronave, lança de reboque, trator, calços e pino de segurança.</li> </ul>
P11	HH+16M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador mostra algumas ações que os formandos poderão fazer no avião (inspeção visual e retirar / colocar calços).</li> <li>• Os formandos, por imitação, efetuam as ações demonstradas pelo formador.</li> </ul>
P12	HH+18M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador tece comentários sobre as atividades efetuadas na sessão preparatória, agradece a colaboração dos formandos e dá por terminada a sessão.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pede aos formandos que forneçam feedback sobre a sessão: o que gostaram, o que não gostaram, o que correu bem, o que correu mal, o que faltou, etc.</li> </ul>
P13	HH+20M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fim da formação</b></li> <li>• Na aplicação “Jing” parar a gravação de vídeo da sessão e gravar o ficheiro.</li> </ul>

### Fita de tempo para a sessão de formação (Simulador Final)

#	Hora	Atividade
S1	HH-10D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convocar os participantes que irão frequentar a sessão de formação, marcar dia/hora da formação por <i>e-mail</i>.</li> </ul>
S2	HH-5D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar lista com os formandos que responderam afirmativamente e verificar que estarão presentes na formação.</li> <li>• Confirmar que todos os participantes conhecem o objetivo da formação e que frequentaram (ou irão frequentar até à data da formação) o módulo teórico disponibilizado no Moodle do CENFORTEC.</li> <li>• Fornecer a cada formando um acesso ao <i>viewer</i> (nome e palavra chave).</li> </ul>
S3	HH-1D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmar que todos os participantes têm conhecimento do dia/hora exata do começo da sessão de formação, bem como conhecem quais são os objetivos da formação.</li> </ul>
S4	HH-1D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que os participantes, seguindo as instruções publicadas no Moodle, conseguiram instalar o <i>viewer</i> e aceder ao servidor do Opensim “gjmsilvasim”.</li> <li>• Verificar que todos os objetos no cenário tridimensional estão nos locais apropriados e a funcionar corretamente.</li> <li>• Efetuar uma sessão de treino sozinho seguindo o guião desta fita de tempo.</li> </ul>
S5	HH-1H	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar a conectividade da internet, o estado de funcionamento do servidor opensim e do <i>viewer</i>.</li> <li>• Abrir os ficheiros de apoio necessários para a realização da sessão.</li> <li>• Levar uma garrafa de água para perto do computador.</li> </ul>
S6	HH-10M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes da hora marcada dirigir-se, dentro do cenário tridimensional, para o local marcado “ponto de encontro” e aguardar a chegada dos formandos.</li> </ul>
S7	HH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hora definida para início da formação. É dado um período de 5 minutos para os formandos se ambientarem ao cenário tridimensional.</b></li> <li>• Conforme os formandos forem chegando, cumprimentá-los e informar que a sessão começará 5 minutos depois da hora marcada, pelo que os participantes poderão aproveitar este tempo para se ambientarem ao cenário tridimensional.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligar a aplicação “Jing” e iniciar a gravação vídeo da sessão quando “entrar” o primeiro formando.</li> </ul>
S8	HH+5M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador, usando o canal áudio do Hangouts ou o IM do OpenSim (se necessário), pede aos participantes que se aproximem do ponto de encontro e dá início à sessão.</li> <li>• O formador dá as boas vindas aos formandos e explica os objetivos da sessão.</li> <li>• Apresenta as regras de conduta que todos os participantes deverão observar durante a sessão.</li> <li>• Relembra os aspetos técnicos que os formandos leram na componente teórica e que deverão ter em conta, nomeadamente: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Como fazer o avatar caminhar, virar e sentar;</li> <li>○ Como interagir com os objetos;</li> <li>○ Como comunicar com o formador ou com os outros formandos;</li> <li>○ Como utilizar o HUD para comunicar com os outros através de sinais e quais os sinais que deverão ser usados na sessão - fazer uma revisão sobre a utilização dos sinais aprovados pela ICAO.</li> </ul> </li> </ul>
S9	HH+10M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar de uma forma genérica o cenário onde a sessão irá decorrer, falando sobre a constituição da área de aeródromo (pista, caminhos de circulação e placa principal) e sobre o reboque da aeronave.</li> </ul>
S11	HH+12M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador pede aos formandos para o seguirem e mostra os placares com o <i>check list</i> simplificado sobre as atividades preliminares do reboque.</li> <li>• Pergunta se existem dúvidas sobre o que leram no material teórico.</li> </ul>
S12	HH+14M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador nomeia o formando que será o chefe da equipa de reboque e informa que os participantes, após nomeados pelo chefe de equipa, deverão dirigir-se para os locais apropriados.</li> <li>• O chefe de equipa, através do áudio ou IM, escolhe os formandos que farão parte da equipa, indicando a respetiva função (por exemplo Alfa: condutor do trator, Óscar: observador da asa direita, etc.).</li> <li>• O formador pede aos formandos para o seguirem até ao ponto de início do reboque.</li> <li>• Junto ao avião, o formador mostra a zona de vídeo, onde se pode assistir a um vídeo sobre procedimentos de <i>marshalling</i>.</li> <li>• O formador informa que, após a formação, os formandos que o desejarem, poderão assistir ao vídeo, como complemento à formação que já receberam.</li> <li>• Junto ao avião explica o trajeto do reboque: O avião deve ser rebocado do ponto “A” ao longo da linha central do caminho de circulação até ao ponto “B”.</li> <li>• O formador mostra os objetos envolvidos no reboque: aeronave, lança de reboque, trator, calços e pino de segurança.</li> </ul>

S13	HH+16M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os formandos conforme são nomeados vão-se dirigindo para as posições de início da atividade (operador para o trator e observadores para junto das pontas das asas).</li> <li>• O formador toma nota das funções de cada formando nomeado.</li> </ul>
S14	HH+18M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador pergunta aos formandos se têm dúvidas que necessitem esclarecimento sobre as atividades que irão desenvolver. Se não existirem (ou após esclarecimento das dúvidas) pede ao formando “chefe de equipa” que inicie a simulação do reboque da aeronave.</li> <li>• O formador mantém-se por perto, mas não intervém nas atividades a não ser que seja necessário ou os formandos peçam ajuda.</li> </ul>
S15	HH+19M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O chefe de equipa posiciona-se à frente da aeronave e ao lado do trator e vai assistindo ao trabalho dos elementos da equipa (mantém contacto visual com todos).</li> <li>• O chefe de equipa indica ao observador da asa esquerda que faça a sua inspeção e inserção do pino de segurança.</li> <li>• O observador da asa esquerda dirige-se ao avião e toca na janela do cockpit (ação de inspeção aos travões).</li> <li>• O avião dá indicação “Pressão travões normal” e o observador, através do áudio ou do IM, reporta para o chefe de equipa “Travões: OK” e faz o sinal apropriado.</li> <li>• O observador da asa esquerda dirige-se ao trem de nariz e toca nele para efetuar inspeção visual aos pneus e jantes e o trem dá indicação “Pneus e jantes – bom estado”.</li> <li>• O observador da asa esquerda toca na perna do trem de nariz para inserir o pino de segurança. O pino de segurança fica visível no trem.</li> <li>• O observador da asa esquerda dirige-se à perna esquerda do trem principal para efetuar o mesmo procedimento. Ao tocar no trem este dá a indicação “Pneus e jantes – bom estado”. Regressa para junto da ponta da asa, olha para o chefe de equipa e reporta “OK” usando o sinal apropriado.</li> <li>• O chefe de equipa responde com o mesmo sinal, indicando que recebeu a mensagem.</li> </ul>
S16	HH+21M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O chefe de equipa indica ao observador da asa direita que faça a sua inspeção.</li> <li>• O observador da asa direita dirige-se à perna direita do trem principal e toca nele para efetuar inspeção visual aos pneus e jantes.</li> <li>• O trem dá indicação “Pneus e jantes – bom estado”.</li> <li>• O observador da asa direita regressa para junto da ponta da asa, olha para o chefe de equipa e reporta “OK” usando o sinal apropriado.</li> <li>• O chefe de equipa responde com o mesmo sinal, indicando que recebeu a mensagem.</li> </ul>

S17	HH+22M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O chefe de equipa indica “Operador ao trator”.</li> <li>• O operador “senta-se” no trator e reporta por áudio ou IM “Trator OK”.</li> <li>• O chefe de equipa responde “Trator Ok – msg recebida”.</li> </ul>
S18	HH+23M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O chefe de equipa pede “inspeção visual 360 ao avião”.</li> <li>• Os observadores dirigem-se ao nariz do avião e cada um do seu lado do avião, fazem uma inspeção visual de 180° até à cauda do avião para verificar se existem obstáculos em redor que impeçam a operação de reboque.</li> <li>• Após a inspeção, cada observador posiciona-se sob a ponta da asa respetiva e faz sinal ao chefe de equipa “OK - ALL CLEAR”.</li> <li>• O chefe de equipa responde com o mesmo sinal, indicando que recebeu a mensagem.</li> </ul>
S19	HH+25M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O chefe de equipa olha em redor da aeronave e faz o sinal de retirar calços.</li> <li>• Cada observador dirige-se à perna do trem principal do seu lado, tocam nos calços e recolhem-nos.</li> <li>• Os observadores regressam para junto das pontas das asas e fazem o sinal “OK – ALL CLEAR” ao chefe de equipa.</li> <li>• O chefe de equipa responde a cada observador com o sinal “Ok” indicando que recebeu a mensagem.</li> </ul>
S20	HH+27M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O chefe de equipa avança uns metros à frente do trator e verifica no painel luminoso se o <i>taxiway</i> está livre ou não.</li> <li>• Se estiver encarnando pede ao formador “autorização para circular no <i>taxiway</i>”.</li> <li>• Quando o painel estiver verde o chefe de equipa volta-se para a equipa e manda avançar o trator, fazendo os sinais de avançar com as mãos.</li> <li>• O operador do trator digita na barra de chat /10 frente e faz clique no trator. O veículo inicia a marcha rebocando o avião.</li> <li>• Os observadores, mantendo as suas posições próximas das pontas das asas e o chefe de equipa junto ao trator, acompanham o reboque da aeronave.</li> <li>• O formador também acompanha o reboque numa posição que considere adequada e que não interfira com as atividades dos formandos.</li> </ul>
S20A	HH+28M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O formador coloca um objeto no caminho do reboque e espera que alguém do reboque se aperceba e mande parar o reboque.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso ninguém detete o objeto o formador manda parar o reboque e explica que existe um objeto na pista.</li> <li>• O reboque só deve ser iniciado quando o formador remover o obstáculo do caminho de circulação.</li> </ul>
S21	HH+30M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando a aeronave atinge o ponto de fim de reboque, o chefe de equipa faz sinal de STOP.</li> <li>• O operador do trator para o veículo.</li> <li>• Os observadores param a marcha, mantendo-se juntos às pontas das asas.</li> <li>• O chefe de equipa faz sinal aos observadores “COLOCAR CALÇOS”.</li> <li>• Os observadores dirigem-se ao trem principal, tocam na perna do seu lado, colocando o calço nas rodas. Quando terminam regressam às pontas das asas e fazem o sinal OK com a mão direita</li> <li>• O chefe de equipa responde com o sinal de “Ok” informando que recebeu a mensagem</li> <li>• O observador da asa esquerda dirige-se ao trem de nariz e toca no pino de segurança para o remover.</li> <li>• O pino é removido e o trem dá msg “TREM ATIVADO”.</li> <li>• O observador faz OK ao chefe de equipa que responde também com o mesmo sinal.</li> </ul>
S22	HH+32M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O chefe de equipa dá voz de “REBOQUE TERMINADO” e agradece à equipa o trabalho.</li> <li>• O chefe de equipa, os observadores e o operador do trator abandonam as suas posições e dirigem-se para perto do formador.</li> <li>• O formador tece comentários sobre as atividades, agradece a colaboração de todos e dá por terminada a sessão.</li> <li>• Pede a todos os formandos que forneçam <i>feedback</i> sobre a sessão: o que gostaram, o que não gostaram, o que correu bem, o que correu mal, o que faltou, etc.</li> </ul>
S23	HH+35M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fim da formação</b></li> <li>• Na aplicação “Jing” parar a gravação vídeo da sessão e gravar o ficheiro</li> </ul>