



Universidade de Aveiro  
2022

**Ana Luísa Freire  
Martins de Oliveira  
Lopes**

**Realidade Virtual como meio de comunicação de  
produtos de mobiliário customizado**





Universidade de Aveiro  
2022

**Ana Luísa Freire  
Martins de Oliveira  
Lopes**

## **Realidade Virtual como meio de comunicação de produtos de mobiliário customizado**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Produto e Tecnologia Digital, realizada sob a orientação científica do Doutor Sérgio Tavares, Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro e do Doutor Victor Neto, Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

Este trabalho foi apoiado pelos projetos UIDB/00481/2020 e UIDP/00481/2020 - FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia; e CENTRO-01-0145-FEDER-022083 - Programa Operacional Regional do Centro Portugal (Centro2020), no âmbito do Acordo de Parceria PORTUGAL 2020, através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional.



Dedico este trabalho à minha família pelo incansável apoio.



## **o júri**

Vice-presidente

Professora Doutora Silvina Luísa Rodrigues Félix da Silva, Professora Adjunta,  
Universidade de Aveiro

vogais

Professor Doutor Carlos Filipe Campos Rompante da Cunha, Professor Adjunto,  
Instituto Politécnico de Bragança  
Professor Doutor Sérgio Manuel Oliveira Tavares, Professor Auxiliar em Regime  
Laboral, Universidade de Aveiro





## **agradecimentos**

Agradeço a toda a Universidade de Aveiro, que me acolheu em 2017, por permitir a concretização do sonho de estudar numa das melhores universidades do nosso país, com tantos nomes de referência ao alcance dos alunos, o que certamente me proporcionou as melhores condições para aprender e poder, passo a passo, prosseguir o meu processo evolutivo. Agradeço aos meus orientadores, professor Doutor Sérgio Tavares e professor Doutor Victor Neto, pela disponibilidade e partilha de sabedoria que vejo como crucial para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também, a todos os professores que fizeram parte do meu percurso académico e que me ajudaram a alcançar os objetivos que considero fundamentais para conduzir à área académica e profissional que sempre me fascinou.

Por último, mas não menos importante, agradeço à minha família pelo incansável apoio ao longo do desenvolvimento de todo este trabalho.



**palavras-chave**

Realidade Virtual, Protótipo, Comunicação, Digitalização, Indústria 4.0

**resumo**

A realidade virtual pode ser utilizada em diferentes situações no que diz respeito ao contexto industrial e quando utilizada para a comunicação de produtos pode diferenciá-los. A realidade virtual é definida como a criação de um ambiente virtual imersivo, que permite ao utilizador navegar neste mundo e interagir com ele. A aplicação desta tecnologia na indústria, nomeadamente na fase de comunicação do produto, apresenta um enorme potencial que, até agora, não foi devidamente explorado. A investigação proposta visa implementar essa tecnologia numa fase inicial, permitindo ao entrar em contato e interagir virtualmente com o produto antes da sua produção. Isto permite que o cliente ofereça sugestões de melhoria ou modificações ao projeto, reduzindo assim o tempo e até mesmo os custos de produção ou reprocessamento de algumas peças. Um dos softwares em estudo para o desenvolvimento desse ambiente virtual, o SimLab. Este software permite a criação de ambientes virtuais, através de arquivos, bem como animações e interações entre o utilizador e os próprios produtos. A realidade virtual pode ser transmitida através de óculos de realidade virtual, para uma interação envolvente, ou ainda através de um computador e / ou smartphone.



**keywords**

Virtual Reality; Industry 4.0; Communication; Prototyping;

**abstract**

Virtual reality is used at different situations with regard to the industrial context and when used for product communication can differentiate them. Virtual reality is defined as the creation of an immersive virtual environment that allows the user to navigate this world and interact with it. The application of this technology in industry, namely in the product communication phase, presents an enormous potential that, until now, has not been properly exploited. The proposed investigation aims to implement this technology at an early stage, allowing the user to contact and interact virtually with the product before its manufacture. This allows the customer to offer suggestions for improvement or modifications to the project, thus reducing the time and even the costs of production or reprocessing of some parts. Virtual reality can be transmitted through head mounted display, for an immersive interaction, or even through a computer and/or smartphone.

# Índice

1.	Introdução .....	1
1.1.	Relevância .....	1
1.2.	Objetivos .....	2
1.3.	Metodologia .....	3
2.	Revisão de Literatura .....	7
2.1.	Softwares CAD.....	17
2.1.1.	Solidworks .....	17
2.1.2.	Cabinet Vision .....	19
2.2.	Evolução do VR .....	21
2.3.	Softwares VR.....	23
2.3.1.	SimLab .....	25
2.3.2.	Unity .....	25
2.3.3.	Sketch Fab .....	26
2.3.4.	Gravity Sketch .....	27
2.3.5.	Unreal Engine.....	30
2.3.6.	Vortek Spaces .....	30
2.3.7.	KeyVR .....	31
3.	Planeamento de trabalho (experiências e testes).....	33
3.1.	Etapas e objetivos.....	33
3.2.	Estudo do hardware.....	35
3.2.1.	Benchmarking de hardware.....	35
3.2.2.	Ednet 87000 VR .....	44
3.2.3.	Oculus Quest 2.....	46
3.3.	Realização de um protótipo .....	50
3.3.1.	Objetivo .....	50
3.3.2.	Descrição do estudo e resultados.....	50
3.3.3.	Exploração do protótipo nos Ednet 87000 VR .....	55
3.3.4.	Exploração do protótipo nos Oculus Quest 2.....	57
4.	Caso de estudo .....	61
4.1.	Desenvolvimento da experiência .....	62
4.2.	Elaboração do questionário .....	64
4.3.	Resultados obtidos .....	65

5.	Experiência final.....	73
5.1.	Desenvolvimento da experiência.....	73
5.2.	Elaboração de um questionário.....	78
5.3.	Resultados obtidos ao questionário.....	80
6.	Conclusões.....	91
6.1.	Comparação entre o trabalho antes e após o VR.....	91
6.2.	Sugestão de aplicação na empresa.....	93
6.3.	Trabalho futuro.....	94
7.	Referências Bibliográficas.....	97
8.	Anexos.....	101
8.1.	Questionário sobre o caso de estudo.....	101
8.2.	Questionário sobre a experiência final.....	105

## Lista de Figuras

Figura 1 - Double Diamond (Gustafsson, 2019).....	5
Figura 2 – Comparação entre VR e AR © (Rauschnabel et al., 2022).....	8
Figura 3 - A aplicação da tecnologia de realidade virtual na publicidade © (Qin & Lei, 2019) .....	9
Figura 4 - © (De Silva , RKJ and Rupasinghe , TD and Apeageyi, 2018).....	17
Figura 5 - Solidworks (SolidWorks, 2022) .....	18
Figura 6 - Solidworks Visualize (SolidWorks, 2022) .....	18
Figura 7 - Ambiente gráfico do Cabinet Vision © (Cabinet Vision, 2021).....	19
Figura 8 - Exemplo de renderização através do Cabinet Vision © (Cabinet Vision, 2021).....	20
Figura 9 - Exemplo da ferramenta xRendering e +Tour do Cabinet Vision © (Cabinet Vision, 2021).....	21
Figura 10 - Ferramentas do SimLab Composer © (Simlab, 2020).....	25
Figura 11 –Unity XR Tech Stack © (Unity, 2019) .....	26
Figura 12 -Xiaomi VR Play II © (Fnac, 2020) .....	37
Figura 13 - Google DayDream View © (Google Developers, 2018).....	37
Figura 14 - Samsung Gear VR © (Samsung Portugal, 2018).....	38
Figura 15 –VR Box © (Fnac,2020).....	39
Figura 16 -Valve Index © (Steam, 2022) .....	40
Figura 17 – HTC Vive Pro 2 © (Vive, 2021) .....	41
Figura 18 -PlayStation VR © (PlayStation, 2020) .....	42
Figura 19 – Oculus Rift S © (Oculus, 2019) .....	43
Figura 20 -Ednet 87000 VR © (Conrad, 2020) .....	44
Figura 21 - Ednet 87000 VR © (Conrad, 2020) .....	44
Figura 22 – Headset Oculus Quest 2 © (Meta, 2020).....	46
Figura 23 - Render do Projeto Selecionado .....	51
Figura 24 - Visualização do ambiente a partir da porta .....	53
Figura 25 - Visualização do lavatório e das interações com o mesmo .....	54
Figura 26 - Interação com torneira e alteração do fluxo de água .....	54
Figura 27 - Candeeiro de pé .....	55
Figura 28 - Testes desenvolvidos com diferentes utilizadores .....	56
Figura 29 - Caso de estudo desenvolvido com produtos da Bamer ,SA (a) .....	62
Figura 30 - Caso de estudo desenvolvido com produtos da Bamer ,SA (b) .....	63



Figura 31 - Resultados da pergunta 1 do questionário do caso de estudo .....	65
Figura 32- Resultados da pergunta 2 do questionário do caso de estudo .....	66
Figura 33- Resultados da pergunta 3 do questionário do caso de estudo .....	66
Figura 34 - Resultados da pergunta 4 do questionário do caso de estudo .....	67
Figura 35- Resultados da pergunta 5 do questionário do caso de estudo .....	68
Figura 36- Resultados da pergunta 6 do questionário do caso de estudo .....	68
Figura 37- Resultados da pergunta 7 do questionário do caso de estudo .....	69
Figura 38- Resultados da pergunta 8 do questionário do caso de estudo .....	70
Figura 39- Resultados da pergunta 9 do questionário do caso de estudo .....	70
Figura 40 - Vista Geral da Experiência Final.....	73
Figura 41 - Interações Módulo de Forno e Despenseiro .....	74
Figura 42 - Interação Módulos Superiores .....	74
Figura 43 - Interações Módulos Inferiores.....	74
Figura 44 -Lista de Acabamentos Standard da Bamer ,SA. ....	75
Figura 45 - Alteração dos acabamentos.....	76
Figura 46 - Painel Informativo .....	77
Figura 47 - Teste da Experiência Final na Empresa .....	77
Figura 48 - Imagem do Questionário Final © (Enterprise, 2022) .....	79
Figura 49 - Resultados da pergunta 1.1 do questionário da experiência final.....	81
Figura 50 - Resultados da pergunta 1.2. do questionário da experiência final .....	81
Figura 51 - Resultados da pergunta 1.3. do questionário da experiência final .....	82
Figura 52 - Resultados da pergunta 1.4. do questionário da experiência final .....	82
Figura 53 - Resultados da pergunta 1.6. do questionário da experiência final .....	83
Figura 54 - Resultados da pergunta 1.6. do questionário da experiência final .....	84
Figura 55 - Resultados da pergunta 1.7. do questionário da experiência final .....	84
Figura 56 - Resultados da pergunta 1.8. do questionário da experiência final .....	85
Figura 57 - Resultados da pergunta 2 do questionário da experiência final .....	86
Figura 58 - Resultados da pergunta 3 do questionário da experiência final .....	87
Figura 59 - Resultados da pergunta 4 do questionário da experiência final .....	88
Figura 60 - Resultados da pergunta 5 do questionário da experiência final .....	88
Figura 61 - Resultados da pergunta 6 do questionário da experiência final .....	89
Figura 62 – Tonalidades da luz © (Eletroiluz, 2022).....	95

## Lista de Acrónimos

AR.....	Realidade Aumentada
CAD.....	Desenho Assistido por Computador
CAE.....	Engenharia Assistida por Computador
CAM.....	Manufatura Assistida por Computador
HMD.....	Head Mounted Display
MR.....	Realidade Mista
STEP.....	Padrão para Troca de Dados de Produto
VR.....	Realidade Virtual
XML.....	Linguagem de Marcação Extensível
XR.....	Realidade Estendida



# 1. Introdução

A maturidade digital na indústria, é nos dias de hoje um aspecto chave para a competitividade da mesma em diversos setores, deste modo a empresa parceira a este projeto, recorreu a uma avaliação da sua maturidade digital, e uma das sugestões de transformação digital para a mesma é a aplicação de novas tecnologias em diferentes processos. Através desta análise e avaliação foi sugerido por parte da empresa, a aplicação da tecnologia de realidade virtual para a comunicação dos produtos desenvolvidos pela mesma. Desta forma, o objetivo deste projeto de dissertação é o desenvolvimento de uma experiência VR que permita a comunicação dos produtos da empresa junto dos seus clientes.

A comunicação cliente-indústria é fundamental para o sucesso das organizações e para a satisfação dos clientes. A tecnologia de realidade virtual pode facilitar o entendimento e a comunicação entre ambas as partes, mesmo que feita remotamente.

Esta dissertação irá inicialmente abordar o estado de arte da realidade virtual, serão apresentados softwares de desenvolvimento, bem como o hardware a utilizar para experiências VR, dentro dos quais os escolhidos para o desenvolvimento deste projeto. Será apresentado ainda os testes e experiências virtuais desenvolvidas, até a uma proposta final. Na conclusão, será feita uma comparação entre o método de comunicação atual da empresa e o método de comunicação através da realidade virtual, bem como uma sugestão de implementação deste novo método de comunicação à empresa, serão ainda abordadas as experiências desenvolvidas bem como propostas de melhoria para um trabalho futuro.

## 1.1. Relevância

Esta dissertação visa melhorar e acelerar o processo de desenvolvimento e validação dos produtos de mobiliário customizado por parte dos clientes e utilizadores. Esta dissertação foi desenvolvida com a parceria da Bamer, SA, onde o desenvolvimento de produto passa por um processo de validação com o cliente através da comunicação com desenhos 2D, apresentados ao mesmo. Os desenhos 2D utilizados apresentam pouca qualidade gráfica, e não estão à escala do produto final, o que dificulta a avaliação do cliente sobre o produto. Tirando proveito do

desenvolvimento tecnológico associado às técnicas de realidade virtual, este processo de validação poderá ser significativamente melhorado. A realidade virtual é uma tecnologia integrante dos conceitos da indústria 4.0 e com potencial de aumentar a competitividade no sector, a empresa Bamer poderá tirar proveito desta tecnologia para inovar e para cativar mais clientes. É expectável que a realidade virtual tenha um papel cada vez mais fundamental com a comunicação e primeira abordagem ao cliente de modo a apresentar o produto de um modo diferenciado, inovador e com melhor perceção dos detalhes.

## 1.2. *Objetivos*

A Bamer, SA, nasceu como uma empresa de fabrico de divisórias e de armários estruturais para escritórios. Ao longo do seu período de vida tem vindo a evoluir e diversificou a sua área de intervenção, sendo atualmente uma unidade fabril com valências a nível de carpintarias industrializadas e carpintarias por medida, o que torna o trabalho e os produtos desenvolvidos pela empresa, únicos de cliente para cliente. Atualmente para além de divisórias e armários estruturais a Bamer, SA, desenvolve projetos ao nível de construção de apartamentos, renovações de espaços, onde aplica toda a sua sabedoria sobre carpintarias, em produtos que variam desde cozinhas, roupeiros, a pequenos pormenores e detalhes que se podem verificar em todas as obras já desenvolvidas pela mesma. Este projeto tem como objetivos, compreender como a realidade virtual pode ajudar a comunicar um produto corretamente, e o desenvolvimento de uma experiência de realidade virtual para comunicação do produto.

Como já referido, a comunicação de um produto ao cliente para a indústria é um dos aspetos mais importantes e a tecnologia de realidade virtual pode facilitar o entendimento e a comunicação entre ambas as partes, mesmo que seja feita remotamente e ou o produto ainda não tenha sido produzido. Olhando um pouco para a questão do marketing e comunicação, verificamos que a comunicação pode ser definida em duas vertentes, a chamada comunicação *corporate*, esta é considerada como a comunicação de valores da empresa bem como das suas performances económicas, técnicas ou sociais (Sebastião, 2009, p.43), e a comunicação comercial, também conhecida como a Comunicação de Marketing. Esta inclui assim a comunicação de bens, serviços e produtos, dando ênfase aos atributos dos mesmos,

ou da comunicação da marca, revelando e apostando nos valores e personalidade da mesma.

No caso da Bamer, SA, para além da persuasão que a boa comunicação pode ter sobre o cliente, a comunicação do produto serve também, como validação do mesmo junto do cliente, de modo que este identifique e visualize as matérias-primas que constituem o seu produto, bem como os acabamentos escolhidos pelo mesmo, podendo assim acelerar o processo de manufatura do mesmo.

Uma boa comunicação do produto pode relacionar-se diretamente com o aumento de vendas e trazer diversas vantagens às empresas independentemente do tipo de produto ou serviço que pretendem vender, pode também estar ligada à redução de erros e falhas durante todo o processo, desde o desenho à produção do produto.

Concluindo, o objetivo principal do projeto é desenvolver e aplicar uma metodologia de comunicação suportado pela realidade virtual, através de uma experiência imersiva que possa ser utilizada pela empresa como meio de comunicação e exemplo de prototipagem para seus clientes.

### *1.3. Metodologia*

O tema do projeto de dissertação “Realidade Virtual como meio de comunicação de produtos de mobiliário customizado” surgiu após a reunião de opiniões junto da empresa Bamer, SA, que apontaram para a relevância da comunicação dos seus produtos para com os clientes, e que desta forma gostariam de ver a implementação da tecnologia de realidade virtual para este processo.

Para atingir o principal objetivo do projeto investigou-se, desenvolveu-se e aplicaram-se métodos de prototipagem digital através da utilização da realidade virtual, que permita desenvolver uma experiência imersiva que possa ser utilizada pela empresa como meio de comunicação dos seus produtos aos clientes e utilizadores.

Deste modo, começou-se pela revisão bibliográfica para confirmar o conjunto de opiniões que levantaram o interesse numa primeira fase, com a pesquisa do que está atualmente a ser realizado ao nível desta tecnologia a nível mundial, e mais especificamente no ramo mobiliário e de carpintarias por medida, que é o ramo de

trabalho da empresa em questão. Durante esta primeira etapa do projeto pretendeu-se absorver a informação mais relevante e necessária sobre os tópicos associados ao desenvolvimento do projeto, e sobre o estado de arte destas mesmas matérias e tecnologias.

Seguiu-se o desenvolvimento do projeto propriamente dito, durante esta etapa obteve-se o protótipo final da experiência de realidade virtual com os produtos da empresa.

Posteriormente, como última etapa, seguiu-se o desenvolvimento da dissertação onde foi desenvolvida toda a parte escrita da dissertação sobre o projeto desenvolvido na empresa.

O processo utilizado como base para seguir durante o projeto foi o Double Diamond, este processo está dividido em quatro grandes fases, sendo elas o Descobrir e Definir, Desenvolver e Entregar.

Este processo foi desenvolvido por uma instituição britânica, Design Council, no ano de 2014, baseia-se num esquema em diagrama que apresenta dois ciclos contendo cada um deles duas fases, dois diamantes e quatro triângulos. Este processo foi criado para auxiliar os processos criativos e o desenvolvimento de projetos, inicialmente era apenas utilizada por designers, mas ao longo do tempo revelou-se útil em diversas áreas. Aplicar este processo consiste numa fase de divergência seguida de uma fase de convergência em cada um dos ciclos, ou seja, como a forma do seu esquema indica inicia-se com a exploração da questão de uma forma ampla (divergência) e posteriormente foca-se a ação (convergência). As quatro fases do processo são descobrir, definir, desenvolver, entregar, respetivamente, sendo que este processo tendo uma base no design é todo ele um ciclo que pode sofrer retrocessos para fases anteriores daquela em que nos encontramos, se assim o entendermos. (Gustafsson, 2019)

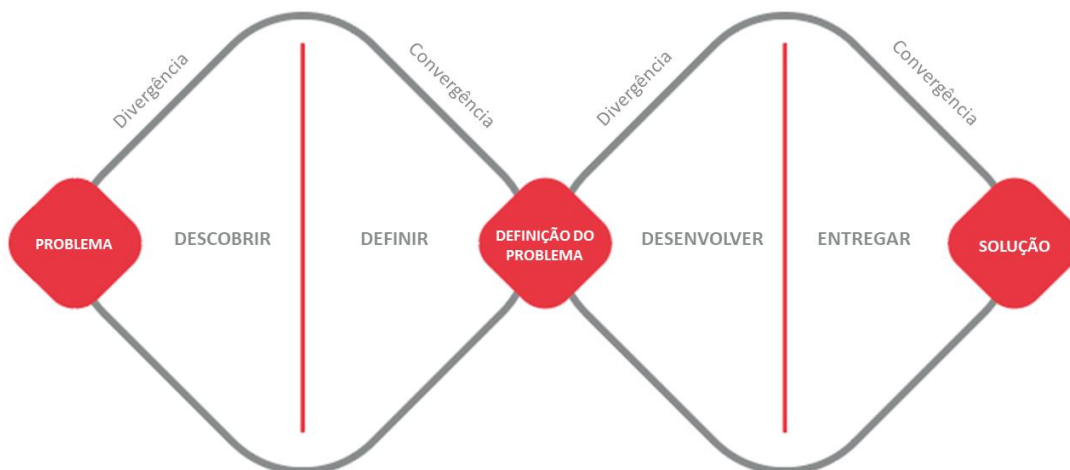


Figura 1 - Double Diamond (Gustafsson, 2019)

A primeira fase (*Discover and Define*) visa descobrir o problema existente, devemos definir quais são os problemas, explorando o leque de opções que existem para resolver sendo que esta exploração deve ser o mais abrangente possível, divergência neste assunto, para permitir explorar todo o tipo de problemas. (Gustafsson, 2019)

Passando a explicar, no início do projeto, foram utilizadas ferramentas de recolha de informação e diagnóstico, onde foi utilizada a entrevista semiestruturada para recolha de informação junto dos decisores e intervenientes no sistema, como responsáveis da empresa, bem como responsáveis das equipas de desenvolvimento de produto da empresa, materializadas através de reuniões e observação direta e questões no local de trabalho.

Como tal, esta primeira fase foi definida por entrevistas com a empresa e com a equipa de comunicação e desenvolvimento de produto, de modo a identificar as possibilidades de comunicação do produto através da realidade virtual, bem como os requisitos da empresa para esta nova forma de comunicação.

Segue-se uma fase de filtragem de todas as hipóteses exploradas na fase anterior (*Define*), esta fase em que se converge pela primeira vez designa-se de definição. Como o seu nome indica esta segunda etapa tem como principal objetivo definir o problema, para que nos possamos focar para o resolver.



Nesta segunda fase, desenvolveu-se toda a pesquisa, o estado de arte desta tecnologia, os softwares de desenvolvimento de realidade virtual, bem como o hardware a utilizar, com toda a informação recolhida o processo de escolha de software e hardware foi implementado, começando assim a afunilar o tipo de experiência a desenvolver. (Gustafsson, 2019)

Na terceira fase, desenvolver (*Develop*), divergimos pela segunda vez, devemos perceber quais são as possibilidades para solucionar o problema que definimos na fase anterior, explorado exhaustivamente todas as possibilidades sem pensar na sua aplicação. Deste modo, foram desenvolvidos protótipos de experiências para identificar as capacidades de desenvolvimento através do software escolhido, onde foram aplicados vários tipos de interatividade tornando a experiência o mais imersiva possível. Nesta fase todas as ideias de soluções são válidas e podemos até conjugar várias soluções encontradas. (Gustafsson, 2019)

Assim, procedeu-se ao desenvolvimento de uma demonstração em VR de outro produto, de modo a exemplificar a potencialidade desta tecnologia à empresa.

Por último surge a fase entregar (*Deliver*), nesta fase convergimos de maneira a filtrar as ideias de soluções, verificamos se é possível aplicar a solução idealizada, e após selecionada a solução testamos e validamos essa mesma solução. Nesta fase foi desenvolvida e testada a experiência final, junto dos elementos da equipa de desenvolvimento de produto e comunicação da empresa, foi feita uma recolha de dados, através de entrevistas com base nos testes realizados, de modo a poder existir uma análise dos vários testes. Após essa análise foi ainda reformulada a experiência virtual, e foi apresentada a versão final à empresa com uma recolha de dados e análise dos mesmos sobre a experiência de realidade virtual para a comunicação do produto.(Gustafsson, 2019)

## 2. Revisão de Literatura

Para uma melhor compreensão e contextualização do tema, de que é alvo este projeto de dissertação, foi estudado e analisado o contexto teórico das novas tecnologias de realidade, realidade virtual e realidade aumentada, dando mais foco à realidade virtual, a qual é a tecnologia em estudo, mas comparando ambas de modo a ter uma melhor percepção sobre todo o tema.

A tecnologia de realidade virtual tem como principal objetivo, permitir que os utilizadores consigam emergir num ambiente totalmente simulado e completamente distinto do ambiente real que os rodeia. (Interrante et al., 2018; Jerald & Ph.D., 2016)

Nesse sentido esta tecnologia permite ao utilizador ter uma experiência imersiva, possibilitando a sensação de inclusão no ambiente com o qual está a ter contacto. (Hohstadt, 2011; Machover & Tice, 2014; Philippe Coiffet, 2003)

No âmbito do design podemos ver a realidade virtual como o último e mais inovador meio para a conceção do design. Através do qual, não só podemos testar novas ideias em escala real e inseridas em contextos de uso, mas como podemos também obter novos métodos e ferramentas para a partilha do nosso trabalho no desenvolvimento de novos produtos, em diferentes pontos geográficos, através do mesmo espaço virtual em tempo real. Estas novas ferramentas disponíveis para os designers são capazes de desbloquear novos processos e metodologias no design.

Segundo Hristiyan Petrov (2018), da Universidade Técnica de Varna, para o design de produtos a realidade virtual é uma tecnologia que através da utilização de um headset totalmente imersivo (como por exemplo, Oculus Quest, Oculus Rift, HTC Vive, entre outros) permite renderizar um modelo gerado por computador, que pode à posteriori ser explorado através da visualização e *tour* no mundo virtual.(Petrov, 2018)

Comparando a realidade virtual com a realidade aumentada, verificamos que a realidade aumentada consiste numa experiência que não perde o foco no mundo real, neste sentido apresenta apenas objetos virtuais num ambiente real com os quais é possível ou não interagir, sendo que durante toda a experiência fica claro o que faz parte da realidade e o que é virtual. O objetivo não é fornecer uma experiência totalmente imersiva, ao contrário da realidade virtual, mas sim melhorar a experiência

de interação e oferecer mais informação sobre o mundo real. (Masoni et al., 2017; Rita Santos Ferreira & Fernando Manuel Bigares Charrua Santos, 2014; Thorsteinsson et al., 2010)

A comparação entre essas duas tecnologias fica mais clara com o esquema apresentado por Rauschnabel como se pode ver na figura 2. (Rauschnabel et al., 2022)

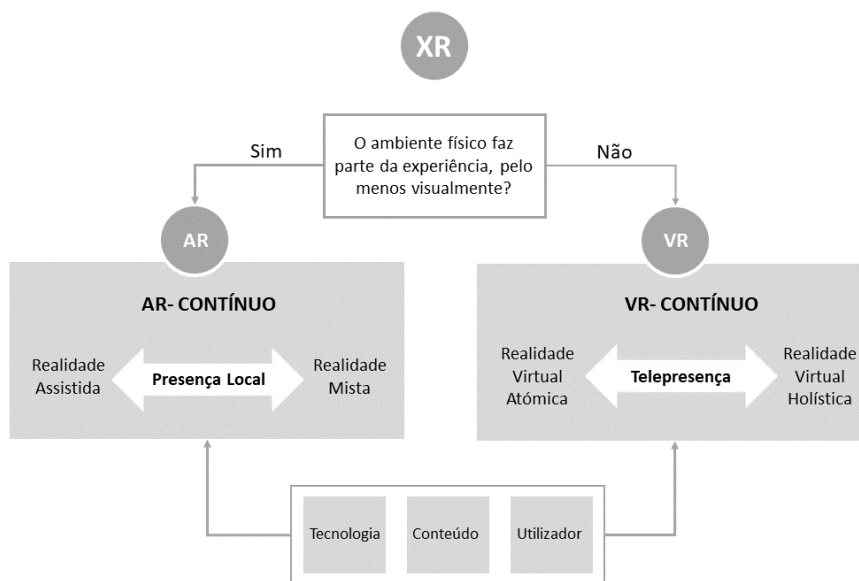


Figura 2 – Comparação entre VR e AR © (Rauschnabel et al., 2022)

As tecnologias de realidade virtual e realidade aumentada, têm variadas aplicações, desde as mais perceptíveis, como a criação de jogos de vídeo até, por exemplo, a ferramentas de auxílio e treino na área da medicina. Dentro do setor industrial, a aplicação destas tecnologias por parte de algumas empresas passa pela pré-visualização das suas linhas de montagem de produto, de modo a prever e desenvolver novas linhas de fabrico. A realidade virtual, nestes casos, permite a criação de um protótipo virtual do chão de fábrica, com as máquinas necessárias para desenvolver por exemplo um novo produto, de modo a obterem e planearem uma noção da ocupação do espaço no chão de fábrica pelas novas máquinas necessárias, permitindo também que testem a organização das mesmas. Dentro do setor industrial, estas tecnologias de realidade, principalmente a realidade virtual, podem servir também como um “showroom” de produtos para clientes, onde os possíveis utilizadores, clientes das várias empresas, podem verificar características e funcionalidades dos produtos que compram ou encomendam, sem estarem fisicamente a olhar e a sentir os mesmos.

Referindo ainda a comunicação e a chegada de informação ao consumidor final ou cliente, podemos afirmar que a tecnologia de Realidade Virtual é cada vez mais utilizada, através do chamado marketing virtual, e cada vez mais empresas estão a optar por esta nova forma de marketing. Segundo Laing e Apperley (2020), a tecnologia de realidade virtual possibilita oferecer ao consumidor uma experiência imersiva e cada vez mais completa, capaz de fazer com que o cliente escolha o produto ou serviço com o qual está a ter contacto através deste tipo de experiências. A metodologia de comunicação através do marketing virtual, como é inovadora e diferenciadora, traz bastantes vantagens àqueles que a utilizam para vender o seu produto. (Laing & Apperley, 2020)

“As empresas que utilizam os métodos e ferramentas das comunicações de marketing modernas são capazes de interagir rapidamente com os consumidores”. (Grudzewski et al., 2018)

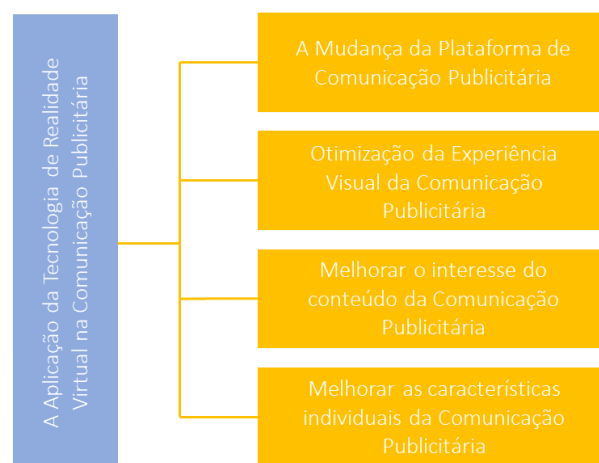


Figura 3 - A aplicação da tecnologia de realidade virtual na publicidade © (Qin & Lei, 2019)

Como já referido, a utilização da realidade virtual bem como da realidade aumentada não passa só pela comunicação de algo para com o utilizador, isto é, no caso industrial e de diversas empresas, estas tecnologias têm mais aplicações e funções do que a comunicação de produtos. Segundo Damiani (2018) a aplicação da tecnologia de realidade virtual e realidade aumentada na indústria, tem uma utilização de cerca de 22% para formação virtual, de modo que os operadores aprendam a utilizar a maquinaria, o que reduz custos de formação de novos trabalhadores, e cerca de 19% para auxiliar de manutenção, permitindo assim a

redução de acidentes de trabalho bem como a contratação de mão de obra menos qualificada para o cargo. (Damiani et al., 2018)

Dentro das PMEs (pequenas e médias empresas), a realidade virtual tem a capacidade de criar e integrar todos os tipos de ambientes, e de redesenhar, testar e redefinir num ambiente virtual com base computacional, os ambientes reais dessas mesmas empresas. (Liagkou & Stylios, 2019)

Com o desenvolvimento das tecnologias, criaram-se novas formas de desenvolvimento de produto e da distribuição do mesmo, atualmente ouve-se falar muito dos produtos digitais, de novas estratégias de negócio e maneiras de desenvolver e publicitar produtos que ainda não foram lançados no mercado. Todo este processo deve-se em grande parte a motores de renderização e novas tecnologias, que permitem o desenvolvimento de imagens foto realistas dos produtos através de modelos 3D, e atualmente muito graças à realidade virtual e aumentada.(Grudzewski et al., 2018)

“A Realidade Virtual e Aumentada contribuiu para otimizar a apresentação de produtos e todos os processos de publicidade dos mesmos. Estas tecnologias ajudam os clientes a satisfazer as suas necessidades de informação sobre o produto e a avaliarem o mesmo.”. (Grudzewski et al., 2018)

De modo a perceber a utilização destas tecnologias no ramo do imobiliário, têm vindo a ser desenvolvidos casos de estudo, para avaliar o desempenho e qualidade neste tipo de experiências com foco no cliente. Comparando por exemplo as experiências VR com imagens 2D renderizadas, onde se reflete que apesar de ainda serem pouco utilizadas este tipo de virtual tours para demonstrar um ou vários produtos, os clientes ficam com uma melhor perceção das dimensões dos objetos no espaço 3D, bem como das funcionalidades do produto, através das interações com o mesmo neste ambiente (abrir portas, ligar luminárias, etc.); sendo que com as tecnologias atuais HMD, como os Oculus Quest 2, Oculus Rift entre outros, a qualidade das imagens presentes neste tipo de experiência é super realista, o que torna toda esta experiência interativa e imersiva muito mais cativante do ponto de vista do utilizador.(Spleet et al., 2019)

A tecnologia de realidade virtual, com ambientes imersivos e interativos, permite não só o entendimento do produto para o cliente, mas também para todas as

partes interessadas e integrantes no mesmo, como as equipas de desenvolvimento de design, equipas de investigação e equipas de produção.

Um exemplo de novas metas e formas de apoio ao desenvolvimento de produto e de apoio às equipas de criadores, são os espaços de co-working desenvolvidos através das tecnologias VR. Estes espaços virtuais permitem que todos os membros deste tipo de equipas possam estar a trabalhar em simultâneo no mesmo projeto, alterando e evoluindo o mesmo em tempo real nesse mesmo espaço virtual, possibilitando a cada um estar a trabalhar fisicamente onde quiser. Uma das aplicações fortemente utilizadas para desenvolver este desafio, é o Gravity Sketch, esta aplicação é já utilizada por empresas como a Adidas, Volkswagen, Renault e outras empresas de renome, com a qual criam espaços de desenvolvimento de produto e espaços de showroom dos vários produtos já desenvolvidos, que possibilita assim a interação dos clientes com os seus produtos nesse mesmo ambiente. Esta aplicação permite ainda a exportação e importação, dos produtos desenvolvidos em diversos formatos, que são utilizados pelas empresas para desenvolver imagens foto realistas dos seus produtos para campanhas publicitárias e outros contextos pertinentes para as empresas. (Gravity Sketch, 2021)

De um modo mais geral podemos olhar também para o ponto de vista da empresa Meta, com a criação do Metaverso, que permite a interação de todos e quaisquer indivíduos num ou vários espaços virtuais, e que atualmente é também utilizado como forma de reuniões empresariais e de eventos culturais desenvolvidos através da realidade virtual. (Metaverse Company, 2021)

Focando a tecnologia de realidade virtual para a apresentação de produtos relacionados com a indústria de mobiliário, verificamos a sua aplicação através da empresa e loja Ikea. A empresa sueca, desenvolveu uma experiência de realidade virtual chamada de IKEA Immerse, na qual qualquer cliente através do seu smartphone pode criar um espaço virtual semelhante a uma divisão da sua casa, e pode mobilar o mesmo com vários módulos e mobílias disponibilizados pela empresa, e aos quais podem alterar os acabamentos dentro de um leque disponível. (SIGGRAPH, 2018)

“O IKEA Immerse é um exemplo de tecnologia em tempo real que se funde com a realidade virtual para criar um produto que oferece aos consumidores um valor genuíno. Com um headset de realidade virtual os consumidores do IKEA podem

projetar a sala exata que desejam, através de uma experiência que parece vibrantemente real. As fibras do sofá parecem tocáveis, os espelhos brilham com base na quantidade de iluminação e experiência contém ainda sons de carros que passam no exterior enquanto o utilizador projeta e vivencia a sua sala.” (SIGGRAPH, 2018)

“Tendo em conta o setor de mobiliário, utensílios e equipamentos, verificamos que este segmento de produtos é o mais determinante para a funcionalidade de um edifício. (WorkSpace, 2018) A importância deste setor em conectar os indivíduos que coabitam estes espaços com o próprio edifício, é cada vez mais reconhecida. Vários estudos (por exemplo, Ergan et al., 2019), revelam que as pessoas passam cerca de 90% do seu tempo em ambientes fechados, o que destaca a importância do setor de móveis, utensílios e equipamentos para a integração humana nos espaços contruídos.” (Prabhakaran et al., 2020)

Como tal, Prabhakaran et al., (2020) desenvolveram um estudo que se debruçou sobre a eficácia da realidade virtual interativa para a comunicação de projeto de móveis, utensílios e equipamentos, este estudo permitiu a vários utilizadores modificarem um ambiente virtual, a nível de cores, luminosidade, equipamentos e móveis, de modo a obterem vários inputs para conseguirem desenvolver e apresentar o que seria um espaço totalmente eficiente para a utilização diária destes indivíduos que participaram no estudo. Os vários testes, permitiram apresentar várias plantas dos espaços como os utilizadores planearam, e equipará-las de modo a obterem o espaço com o melhor e mais eficaz ambiente. No final apresentaram aquilo que seria esse espaço, com as escolhas dos utilizadores a nível de equipamentos, luminosidade, cores e móveis o que permitiu aos mesmos terem uma experiência eficaz e acolhedora do espaço que tinham planeado anteriormente. (Prabhakaran et al., 2020)

Ainda no setor de mobiliário, Freitag et al (2018), desenvolveu um caso de estudo numa empresa deste setor, o objetivo deste estudo era a validação dos produtos desenvolvidos pela empresa através da utilização de realidade virtual. Para o efeito, foi simulado praticamente toda a gama de mobiliário disponível pela empresa, nem como esquemas de montagem e modelos de design para este serviço, para que os utilizadores pudessem ter uma melhor compreensão sobre cada produto. Deste modo os utilizadores conseguiam identificar vários aspetos como as medições e acabamentos dos seus produtos, permitindo assim validar a construção e método de fabrico dos mesmos através da realidade virtual. Este caso de estudo foi desempenhado com funcionários dessa mesma empresa, para ser à posteriori

apresentado e utilizado com clientes da mesma para que possam validar os produtos que compram antes dos mesmos serem produzidos.(Freitag et al., 2018)

Ainda ligado à indústria, e em especial à Bamer SA, empresa com a qual foi desenvolvido todo este projeto, podemos identificar o exemplo do software *Vortek*. O *Vortek* é um software que permite a integração com o *Cabinet Vision*, software de desenvolvimento CAD utilizado atualmente pela empresa, e que possibilita a renderização e desenvolvimento de experiências imersivas em realidade virtual dos projetos já desenvolvidos e em desenvolvimento. (Vero Software, 2021)

Olhando assim para uma perspectiva de compatibilidade com a empresa este software é sem dúvida uma mais valia para a criação de apresentações de produto para os clientes, permitindo assim que os mesmos pudessem visualizar, experienciar e utilizar os seus futuros espaços e produtos, o que facilita ainda em todo o processo de desenvolvimento que é feito pelo mesmo, pois através deste tipo de experiência imersiva o cliente tem uma noção aprimorada do tipos de acabamento escolhidos para o produto em como para as dimensões à escala real dos mesmo e das suas funcionalidades. Assim utilizando a VR como método de comunicação podem ser desenvolvidos, inovados e aprimorados processos de desenvolvimento de produto e respetiva produção, onde o cliente participa de forma rápida interativa e de melhor perceção para ambas as partes o que facilita todo o trabalho de *back office* até o produto estar finalizado e no seu ambiente final.(Vortek Spaces, 2021)

Deste modo e focando novamente na metodologia da empresa, verificamos que atualmente todos os processos de validação do cliente são desenvolvidos através de desenhos 2D, que são limitadores, quer em termos de visualização final do espaço global e de todo o conjunto de produtos, bem como dos acabamentos dos mesmos e das suas funcionalidades, concluindo como já referido que o desenvolvimento de uma experiência virtual para comunicação do produto é uma melhoria em todo o processo de desenvolvimento.

O desenvolvimento do produto e o seu design é atualmente impensável sem a utilização da tecnologia. Desde smartphones, gadgets, carros, edifícios a peças de roupa, praticamente tudo o que utilizamos no nosso dia-a-dia tem ou foi totalmente concebido até certo ponto através da utilização de um computador ou manufatura de alta tecnologia. (Petrov, 2018)



No entanto, esta realidade não acontecia à cerca de vinte a vinte e cinco anos atrás. Todo o projeto era pensado e desenhado ainda à mão até relativamente pouco tempo e os protótipos eram ainda desenvolvidos em argila ou papel grosso, pois era a única maneira de experimentar o design industrial de objetos ou arquitetura em três dimensões. (Petrov, 2018)

Atualmente os softwares de computador e a forma como os humanos interagem com eles definem os limites do que é possível de conceber e posteriormente de se fabricar. (Petrov, 2018)

A realidade virtual, como uma progressão da tecnologia de computação atual, parece ser o próximo passo lógico no campo do design e projeto porque não só é uma ferramenta de representação poderosa e imersiva, mas porque o produto final também pode ser aprimorado pela utilização de realidades aumentadas e mistas. (Petrov, 2018)

Em suma, a realidade virtual é uma tecnologia útil para alcançar um entendimento rápido e tomada de decisão por via de visualização e experiência, não servindo apenas para visualização, pois possibilita a interação.

Uma pequena e média empresa pode usar a tecnologia VR para criar ambientes virtuais de espaços reais (protótipos) para avaliar as decisões das pessoas sobre realidades que ainda não existem e para prever resultados futuros. (Liagkou & Stylios, 2019)

Como já referido graças aos recentes avanços no processamento, a realidade virtual está a revelar o seu potencial como uma ferramenta de criação atraente para a indústria do design. Atualmente, existem várias plataformas de desenvolvimento, principalmente para as indústrias de jogos e filmes, mas o potencial de aplicá-las na criação de objetos de design industrial é enorme e precisa de ser mais explorada. Existem variados benefícios em utilizar esta tecnologia, sendo que um deles é a capacidade de entrada direta num espaço virtual utilizando joysticks de rastreamento de movimento (comandos) em conjunto com HMD (Head-mounted displays, ou seja, um pequeno display ou tecnologia de projeção integrado nuns óculos).

Apesar de todos os benefícios que pode trazer existem algumas desvantagens associadas ao método atual de modelação digital sendo elas: (Bordegoni & Caruso, 2012; Marini et al., 2012)

1. Entrada separada: A utilização de um rato de computador e um monitor 2D que utiliza a perspetiva simulada e a tridimensionalidade é um processo demorado e que exige habilidade e conhecimento para conceber e projetar objetos.
2. Falta de integração total: Através dos processos atuais, ainda são necessárias as construções de maquetes físicas para entender completamente a escala, ajustes e usabilidade dos produtos em desenvolvimento.

Contudo existem também várias vantagens para o desenvolvimento do design em VR: (Bordegoni & Caruso, 2012; Marini et al., 2012)

1. Entrada direta: Embora o rato do computador seja uma ótima ferramenta para utilização juntamente com a visualização em monitores, quando estamos a trabalhar diretamente no espaço 3D, não benéfico continuarmos a utilizar um dispositivo direcionado para o 2D. Através da incorporação de joysticks, podemos utilizar as nossas mãos diretamente no processo de criação. A rotação multiaxial da mão humana ainda é inigualável por qualquer máquina e pode, neste caso, facilitar a conceção de produtos altamente detalhados, que deve ser capaz de abordar um conjunto maior de questões do que os métodos de desenvolvimento de produto atuais.
2. Experiência imersiva: Quando criamos diretamente em 3D, o nosso corpo é uma parte inerente do processo de desenvolvimento e pode ser utilizado como sujeito ou objeto para o nosso projeto. Por exemplo, algumas questões como a ergonomia podem ser abordadas diretamente no processo de desenvolvimento do produto, o que, permite um ajuste melhorado e rápido a detalhes finais de vários produtos que utilizamos atualmente.
3. Aplicação direta: Através da utilização de um headset VR, podemos inserir rapidamente objetos recém-criados num ambiente, dimensionar e multiplicá-los no campo de visão de modo a obter uma noção do resultado do projeto e de como o produto se encaixa no seu ambiente.
4. Integração das fases de desenvolvimento do produto: Desde o esboço, ao dimensionamento, teste de materiais e prototipagem – todo o processo de desenvolvimento de produto pode ser desenvolvido no ambiente virtual sem

custos para o desenvolvimento de maquetes e assim garantindo a relação custo-benefício.

5. Modificação em tempo real de objetos já existentes: Quando são transferidas informações 3D de ambientes ou objetos para o VR, é possível proceder a modificações nesses mesmos objetos em tempo real, alterando as suas formas, superfícies acabamentos, e inseri-los novamente, já modificados, no ambiente virtual.
6. Colaboração remota: Como já referido, através da utilização de HMD, os designers não necessitam de estarem juntos fisicamente num mesmo espaço, para poderem trabalhar em conjunto num projeto. Através da conexão do HMD à internet, um designer em Portugal pode estar a trabalhar ao lado e em tempo real com um designer na Alemanha, enquanto trabalhar em conjunto no mesmo objeto. Este método de conexão e de facilidade de partilha de informação, não é restrito apenas para designers. Consultores, funcionários, vendedores e clientes, podem também entrar em contacto durante todo o processo de desenvolvimento e garantir assim que o novo produto atenda a todas as normas e requisitos do projeto.

Recapitulando, existem desafios na utilização das ferramentas de design atuais do VR pois devido ao desenvolvimento relativamente recente dos dispositivos de interface, ou hardware utilizado para a VR (controladores, joysticks), a precisão a que estamos habituados a obter facilmente com a utilização de softwares CAD, ainda não é totalmente disponível com as ferramentas de VR. E os softwares de projeto em VR permitem alcançar uma boa definição e detalhe nos objetos, mas estes não podem ser medidos com a maior precisão, para tal, devem ser exportados para softwares CAD de modo a obter uma medição precisa.

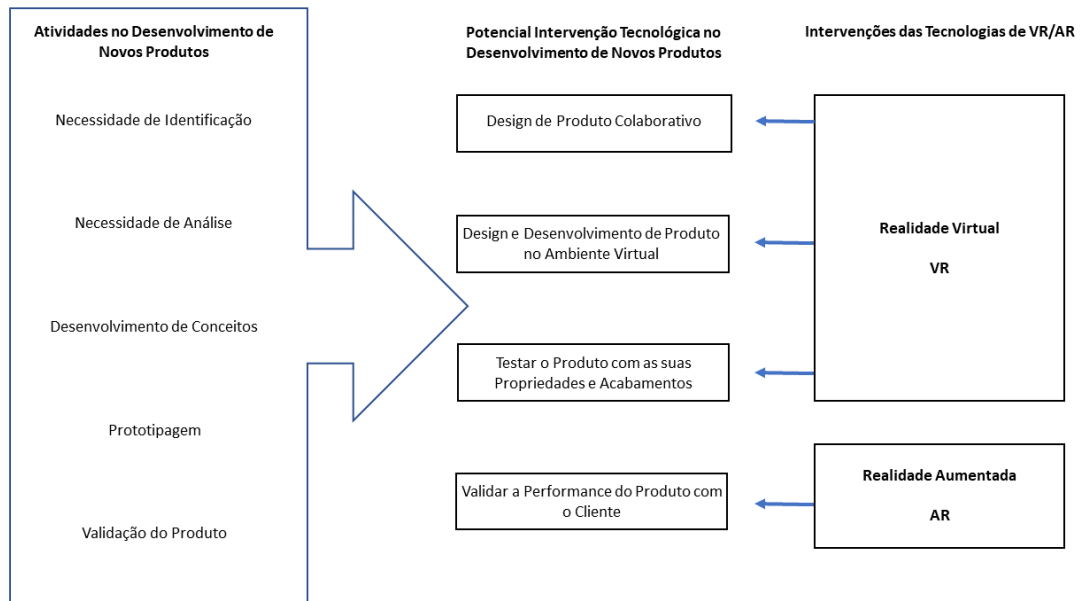


Figura 4 - © (De Silva , RKJ and Rupasinghe , TD and Apeageyi, 2018)

## 2.1. Softwares CAD

A sigla CAD significa *Computer-aided Design*, que em português pode ser traduzido para desenho assistido por computador. Assim um software CAD é utilizado para criar ficheiros 2D e 3D de um produto. A evolução dos softwares CAD, melhorou a produtividade dos designers assim como a qualidade do design do produto.

### 2.1.1. Solidworks

Atualmente o Solidworks é um software CAD/CAE/CAM, com uma interface intuitiva para o desenvolvimento do produto, que permite a planificação do 3D para 2D.

O SolidWorks (figura 5) é uma aplicação de desenho automático com parametrização; que possibilita esboçar ideias e realizar experiências com diferentes desenhos e forma, e criar modelos 3D. O SolidWorks é utilizado por estudantes, designers, engenheiros e outros profissionais para produzir componentes (part) simples e complexos, conjuntos (assembly) e desenhos (drawing). No que toca à apresentação gráfica de um produto, o Solidworks, conta com uma ferramenta de

renderização, o Visualize, que possibilita ao utilizador a criação de imagens realistas com os produtos criados pelo utilizador.

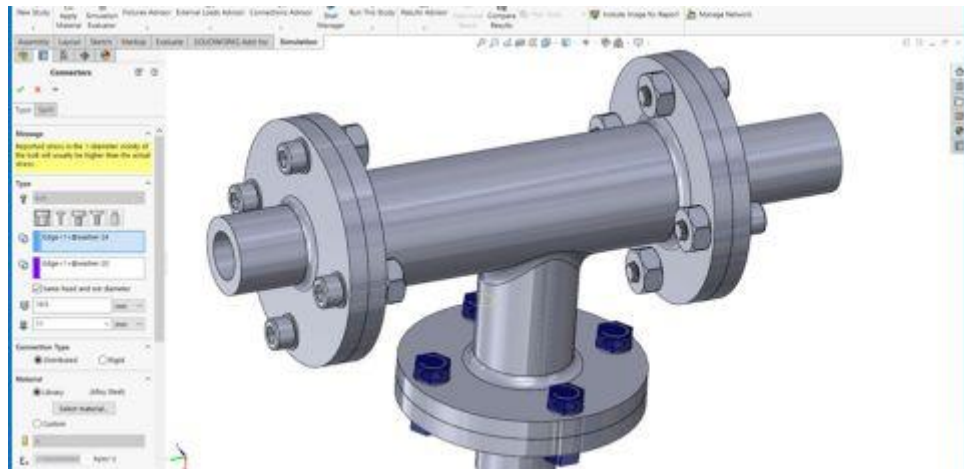


Figura 5 – Solidworks © (SolidWorks, 2022)

O Solidworks Visualize (figura 6) permite que o utilizador aproveite os seus ficheiros CAD 3D de modo a criar conteúdo com qualidade fotográfica da maneira mais rápida e fácil possível, desde imagens a animações até a conteúdo interativo para a internet.

Atualmente, os recursos disponíveis através do Solidworks Visualize permitem a criação de forma rápida e fácil de imagens renderizadas com qualidade fotográfica, animações, vistas explodidas, tour's 360, e algumas experiências interativas na internet.

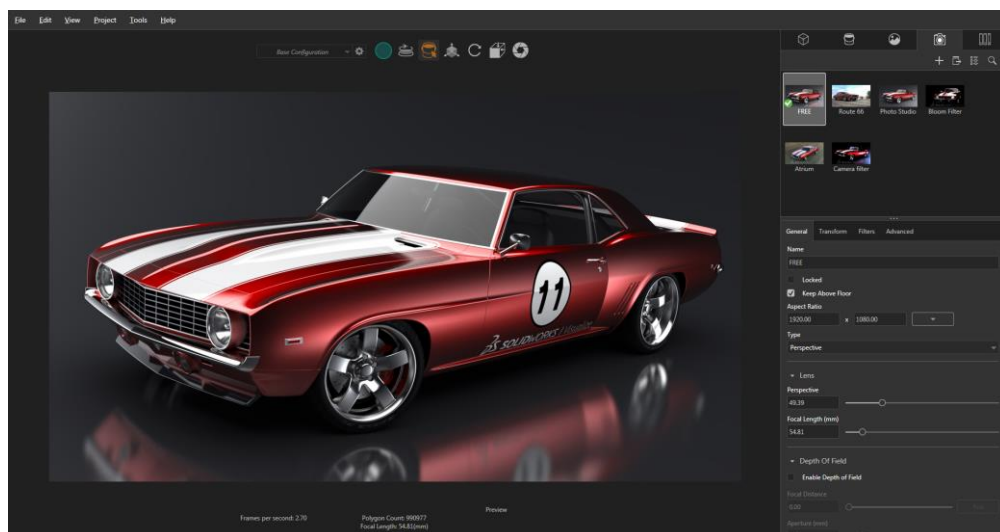


Figura 6 - Solidworks Visualize © (SolidWorks, 2022)

Assim, com esta ferramenta do Solidworks, as organizações e clientes podem beneficiar de animações e imagens foto-realistas com qualidade fotográfica dos produtos desenvolvidos. Alguns dos recursos disponíveis nesta ferramenta, são vários tipos de configurações para a renderização dos produtos, filtros de câmaras personalizados, permitido aumentar a qualidade gráfica das imagens tornando-as assim mais realistas. Dentro da realidade virtual esta ferramenta, permite a criação de algumas tour's 360, que permitem ao utilizador caminhar e visualizar os produtos, ainda que sem qualquer tipo de interações, de modo a obter interações esta ferramenta permite o desenvolvimento de algumas experiências interativas para a internet, sendo que muito limitadamente.

### 2.1.2. Cabinet Vision

O Cabinet Vision (figura 7) é um software de apoio ao desenvolvimento de produto e à produção de empresas das áreas das carpintarias. Muito semelhante ao Solidworks, este software permite desenvolver um modelo CAD totalmente parametrizado e com rigor, com a vantagem de utilizar uma base de dados de produtos standard já desenvolvidos pela empresa, assim como dos acessórios utilizados pela mesma. O acesso a esta base de dados torna o processo de desenvolver um produto ou projeto, mais fácil e mais intuitivo pois basta selecionar um modelo standard já existente, fazer corresponder as dimensões desse modelo às dimensões pedidas pelo cliente, e escolher os acessórios a utilizar nesse produto, e o próprio software coloca as maquinações necessárias à utilização de cada acessório no modelo CAD do produto ou projeto. Como já referido este software comparado com o Solidworks, oferece também a ferramentas CAM, o que permite a criação de programas de corte e de maquinação CNC automáticos.

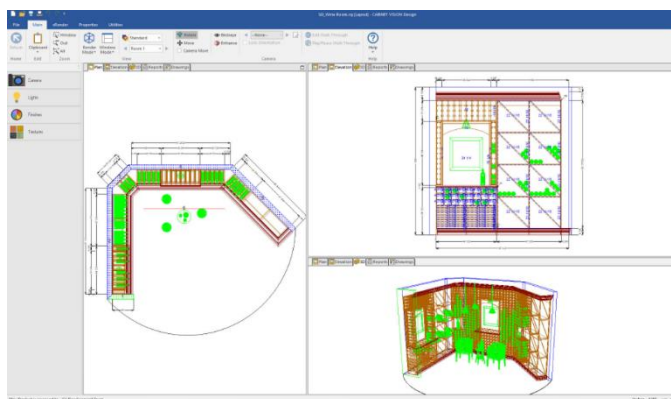


Figura 7 - Ambiente gráfico do Cabinet Vision © (Cabinet Vision, 2021)

Para além das ferramentas CAD e CAM já referidas, o Cabinet Vision, dispõe de ferramentas para a comunicação do produto e são elas, o xRendering e o +Tour. O xRendering (figuras 8 e 9), permite ao utilizador renderizar os objetos e produtos desenvolvidos por CAD no software, criando assim imagens foto realistas de alta qualidade, onde este pode escolher em pormenor os materiais aplicados, bem como escolher entre vários níveis de luz e grafismos de fundo para que o produto virtual apresentado, seja o mais real possível. Em comparação com o Solidworks e sendo este um software específico para este setor, o nível de acabamentos e detalhes concebidos através dos renders no Cabinet, são de uma qualidade muito superior aos obtidos através do Solidworks. A ferramenta +Tour, é uma ferramenta revolucionária nestes tipos de softwares, esta ferramenta permite criar ambientes virtuais 3D, através de plantas de possíveis obras, e permite colocar nos locais específicos, os produtos concebidos através do CAD. Para além dos produtos concebidos no próprio software, é possível adicionar outros ficheiros 3D neste mesmo ambiente, desde que o tipo de ficheiro seja suportado pelo Cabinet Vision, este ponto permite e acrescenta assim uma maior flexibilidade ao software. É de referir que a ferramenta +Tour está diretamente ligada à ferramenta xRendering, permitindo assim renderizar todo o ambiente virtual e proceder à escolha de luz ambiente apropriada para o espaço, entre outros aspetos importantes para a criação de ambientes imersivos 3D. Após o render do espaço virtual, pode ser então definido um percurso, que irá ser utilizado pelo cliente, dentro de todo o ambiente virtual. O cliente poderá assistir através de óculos VR ou através de um smartphone ou de um computador. (Cabinet Vision, 2021)



*Figura 8 - Exemplo de renderização através do Cabinet Vision © (Cabinet Vision, 2021)*

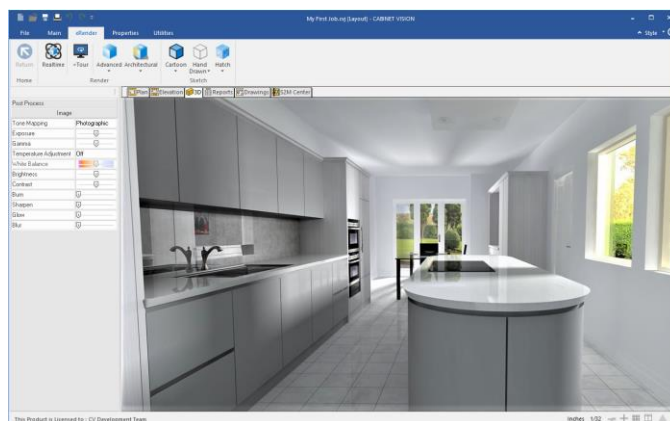


Figura 9 - Exemplo da ferramenta xRendering e +Tour do Cabinet Vision © (Cabinet Vision, 2021)

## 2.2. Evolução do VR

O desenvolvimento da realidade virtual é acompanhado desde a sua origem até às últimas descobertas desta matéria, descobertas essas que foram e veem a ser possíveis graças aos avanços tecnológicos bem como o poder de processamento e exibição gráfico. (Dixon, 2006)

Atualmente a computação gráfica é utilizada em vários domínios da nossa vida. No final do século 20, era já difícil imaginar um arquiteto, engenheiro ou designer trabalharem sem uma estação de trabalho gráfica. Nos últimos anos, o desenvolvimento tempestuoso da tecnologia de microprocessadores apresentou computadores cada vez mais rápidos no nosso mercado. Estas máquinas estão equipadas a cada nova geração com placas gráficas melhores e mais rápidas, e dado ao avanço rápido destas tecnologias os seus preços são cada vez mais acessíveis. Tornando-se assim possível para um utilizador mediano, entrar no mundo da computação gráfica. Este fascínio por uma nova realidade é despertado a maioria das vezes pelos videojogos e dura o resto das nossas vidas. Esta nova realidade permite visualizarmos o nosso mundo numa outra dimensão e experimentar coisas que não são acessíveis ou até mesmo impossíveis na vida real. Além disso, o mundo virtual não tem fronteiras nem restrições e pode ser criado e desenvolvido como o desejamos. (Gomes & Congo, 2018; Pereira & Nogueira, 2017)

Esta tecnologia que se torna cada vez mais popular atualmente é chamada de Realidade Virtual (VR). A primeira ideia foi apresentada por Ivan Sutherland em 1965: “fazer aquele mundo (virtual) na janela parecer real, soar real, e responder



realisticamente às ações do espectador”. Após todos estes anos, e com muita pesquisa já desenvolvida o desafio de Ivan Sutherland está cada vez mais próximo de ser alcançado. (Gomes & Congo, 2018; Pereira & Nogueira, 2017)

Assim é possível apresentar algumas pesquisas essenciais ao desenvolvimento desta tecnologia, presentes nas últimas três décadas: (Gomes & Congo, 2018; Pereira & Nogueira, 2017)

- Sensorama – nos anos 1960-1962 Morton Heilig criou um simulador multissensorial. Com um filme pré-gravado em cores e stereo, complementado com experiências de sons binaurais, aromas vento e vibrações. Foi assim a primeira experiência de um sistema de realidade virtual que apresentava todas as características de um ambiente, mas sem a interatividade.

- The Ultimate Display - em 1965 Ivan Sutherland apresentou uma solução definitiva para a realidade virtual: um conceito de construção de um mundo artificial que incluía gráficos interativos, force-feedback, som, cheiro e sabor.

- “The Sword of Damocles” – o primeiro Sistema de realidade virtual realizado em hardware e não em conceito. Ivan Sutherland contruiu um dispositivo considerado como o primeiro Head Mounted Display (HMD), com rastreamento de cabeça aprimorado. Este suportava uma visão stereo que era atualizada corretamente de acordo com a posição e orientação da cabeça do utilizador.

- GROPE – o primeiro protótipo de um sistema de feedback de força realizado na Universidade da Carolina do Norte (UNC) em 1971.

- VIDEOPLACE – Realidade Artificial criada em 1975 por Myron Krueger – “um ambiente conceitual, sem existência”. Neste sistema, a silhueta dos utilizadores captada pelas câmaras era projetada numa tela grande. Os participantes podiam interagir uns com os outros graças às técnicas de processamento de imagem que determinavam as suas posições no espaço da tela 2D.

- VCASS – Thomas Furness no Armstrong Medical Research Laboratories, pertencente à Força Aérea dos Estados Unidos, desenvolveu em 1982 o Simulador de Sistemas Aero transportados Visualmente Acoplados – um simulador de voo avançado. O piloto de caça utilizava um HMD que aumentava a visão da janela pelos gráficos que descrevem o direcionamento ou informações da trajetória de voo ideais.

- VIVED – Virtual Visual Environment Display – construído no NASA Ames em 1984 com tecnologia de um HMD monocromático estereoscópico.
  
- VPL – a empresa VPL fabricou em 1985 o popular DataGlove e em 1988 o EyePhone HMD, sendo que foram os primeiros dispositivos VR disponíveis comercialmente.
  
- BOOM – comercializado em 1989 pela Fake Space Labs. Boom é uma pequena caixa que contém dois monitores CRT que podem ser vistos através dos orifícios dos olhos. O utilizador pode pegar na caixa, mantê-la pelos olhos e movimentar-se pelo mundo virtual, pois o braço mecânico mede a posição e orientação da caixa.
  
- UNC Walkthrough project – na segunda metade da década de 1980 na Universidade da Carolina do Norte, foi desenvolvido um aplicativo arquitetónico de passo a passo. Vários dispositivos de VR foram construídos para melhorar a qualidade deste sistema como: HMDs, rastreadores óticos e o motor gráfico Pixel-Plane.
  
- Virtual Wind Tunel – desenvolvido no início da década de 1990 no aplicativo NASA Ames que permitia a observação e investigação de campos de fluxo com a ajuda do BOOM e DataGlove.
  
- CAVE – apresentado em 1992 o CAVE (CAVE Automatic Virtual Environment) é um sistema de realidade virtual e visualização científica. Em vez de utilizar um HMD, este projeta imagens estereoscópicas nas paredes da sala (o utilizador deve utilizar óculos de obturador LCD). Esta abordagem garante qualidade e resolução superiores das imagens visualizadas e um campo de visão mais amplo comparado com os sistemas baseados em HMD. (Dixon, 2006; Gomes & Congo, 2018; Pereira & Nogueira, 2017)

### 2.3. *Softwares VR*

VR é a sigla para a designação de Realidade Virtual, trata-se então de uma tecnologia de interface avançada entre o sistema operacional e o utilizador. O principal objetivo desta tecnologia é a recriação ao máximo detalhe da noção de realidade de uma pessoa, levando-a a uma interação com a realidade temporal/fictícia. Deste modo, essa interação é aplicada em tempo real, com a utilização de equipamentos computacionais e técnicas que ajudam na ampliação dos sentidos. É importante referir que o termo VR, originalmente, designava um sistema totalmente imersivo, sendo que

atualmente e graças ao avanço da tecnologia já não necessitamos de óculos estereoscópios e luvas digitais, apenas com um headset e joysticks conseguimos imergir de forma direta para o mundo virtual.

As experiências VR diferenciam-se pelos níveis de interação, imersão e envolvimento. É totalmente possível um utilizador ter a sensação de estar totalmente imerso num mundo virtual, conseguindo manipular objetos que estão presentes nesse mesmo mundo e as interações com esses mesmos objetos ocorrerem em tempo real. Uma VR não-imersiva é aquela realizada através da utilização de um monitor no qual o utilizador manipula os ambientes virtuais com a utilização de um rato e teclado.

Atualmente a tecnologia de realidade virtual é utilizada em diversas áreas como as de videojogos/entretenimento, segurança pública, comunicação à distância, arquitetura/urbanismo, tratamento de transtornos mentais e teleconferências.

Este ambiente é percebido através de uns óculos ou headset de Realidade Virtual. A realidade virtual permite-nos entrar em jogos de vídeo como se fossemos as próprias personagens, aprender a fazer cirurgias cardíacas ou aprender a melhorar a qualidade de um treino desportivo para maximizar o desempenho. Embora possa parecer extremamente futurista, esta tecnologia não é tão recente como se pensa. Muito consideram que esta tecnologia teve início com o Sensorama, uma máquina com um assento embutido que transmitia filmes em 3D, exalava cheiros e gerava vibrações no assento de modo a tornar a experiência o mais real possível. Esta invenção remonta a meados dos anos 50, e a partir daí, o desenvolvimento tecnológico e de software garantiu evoluções, tanto nos dispositivos quanto no design de interfaces.

### 2.3.1. SimLab

O SimLab Composer é um software de criação de realidade virtual e realidade aumentada, fácil de utilizar, que aproxima a arte dos engenheiros e arquitetos. O SimLab Composer facilita a partilha de dados 3D entre utilizadores, criando arquivos em diversos formatos como HTML e Web GL e com a possibilidade de exportar esses ambientes para Android / iPhone. O SimLab Composer permite aos utilizadores a criação de imagens renderizadas com alta qualidade, e a programação de animações que podem ser utilizadas para criar filmes através da renderização e cenas de VR, como se pode verificar na figura 10. (Simlab, 2020)

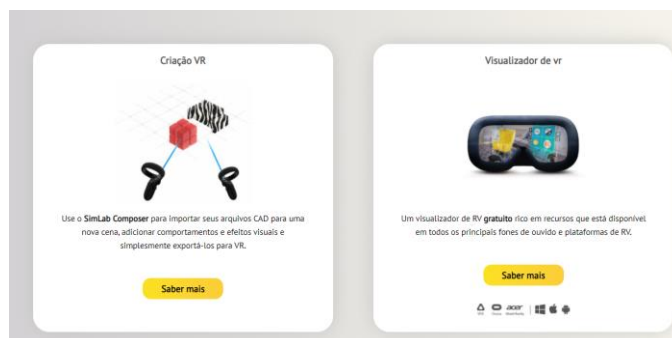


Figura 10 - Ferramentas do SimLab Composer © (Simlab, 2020)

### 2.3.2. Unity

Unity 3D ou simplesmente Unity é um motor de criação de jogos e ambientes 3D e uma IDE. Foi criado pela Unity Technologies e tem características parecidas com o Blender, Virtools e Torque Game Engine. O motor cresceu através da adição de um suporte para a plataforma Mac OS X e de seguida tornou-se um motor de multiplataforma. Este software de criação de ambientes 3D, funciona através da programação C Sharp, o que torna a sua utilização menos intuitiva do que outros softwares.(Unity, 2022)

Com o foco na partilha e compatibilidade, o motor do Unity tem como alvo as seguintes APIs:(Unity, 2022)

Direct3D no Windows e Xbox 360;

OpenGL no Mac, Windows e Linux;  
OpenGL ES no Android e iOS;  
APIs proprietárias de consolas de videojogos.

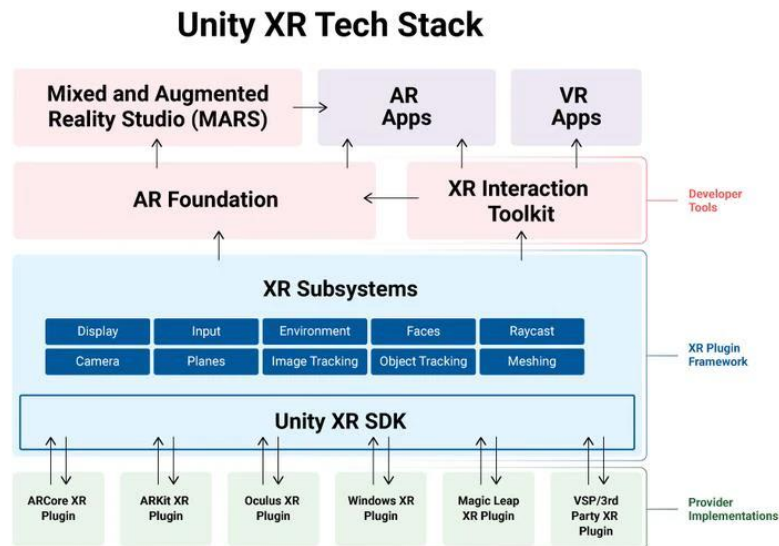


Figura 11 –Unity XR Tech Stack © (Unity, 2019)

### 2.3.3. Sketch Fab

O Sketchfab é um serviço online que permite aos seus utilizadores partilhar e visualizar conteúdo 3D sem ser necessário instalar qualquer aplicação.

O site utiliza WebGL para renderizar os gráficos de modelos que podem ser altamente detalhados, e funciona com qualquer browser que disponha da funcionalidade como Chrome, Firefox, Opera e Safari.

Os utilizadores podem fazer upload de 20 formatos diferentes, incluindo OBJ, 3DS, LWO, Collada e Blender. É possível também usar a função de embutir o modelo num site.

Assim como existem plataformas especializadas e determinado formato de média, como Youtube para vídeos e SoundCloud para músicas, o Sketchfab é uma das maiores páginas de modelos 3D, suporta 27 formatos de arquivos 3D nativos e

integra-se com os principais softwares de modelação 3D, permitindo que o utilizador publique os seus modelos 3D a partir de sua ferramenta de trabalho.

Esta plataforma foi uma das primeiras ideias a ser explorada no âmbito do desenvolvimento deste projeto, sendo que é uma plataforma de fácil interação, e para se conceber o modelo apenas se necessita de importar o ficheiro 3D e aplicar os materiais que se deseja para esse mesmo modelo. Sendo uma plataforma online, e pelo simples facto de não precisar de ser instalado um software e poder ser utilizado a partir de um browser, pode tornar-se vantajoso tanto a nível do utilizador que pretende realizar o modelo como para o demonstrar ou simplesmente visualizador do modelo, com acabamentos. Contudo, apesar da facilidade a trabalhar com esta plataforma, único proveito que se pode retirar é apenas o de um visualizador sendo que, para que o objetivo do trabalho seja cumprido é necessário um software que permita o desenvolvimento de uma experiência imersiva em VR.

#### 2.3.4. Gravity Sketch

O Gravity Sketch Design, é uma ferramenta de design e modelação em ambiente de Realidade Virtual, que ganhou terreno no espaço criativo de VR e tornou-se cada vez mais popular entre vários artistas e designers em todo o mundo. A aplicação permite a criação de um ambiente de modelação em VR próprio e tem um impacto transformador na criação de modelações. Com um esquema de controlo aparentemente simples, que é manipulado através dos controladores manuais de realidade virtual, o Gravity Sketch permite a qualquer utilizador sentir-se em sintonia com o que está a desenvolver.

A aplicação fornece ainda um novo conjunto de ferramentas de subdivisão, o que elevou ainda mais o Gravity Sketch como uma ferramenta de modelação única e amigável fornecendo assim uma nova maneira, intuitiva e acessível de fazer com que designers de qualquer nível de experiência comecem a modelar, e a desenvolver os seus próprios produtos.

O Gravity Sketch Design permite ainda que qualquer modelação desenvolvida no ambiente de VR, possa ser transferida para outro software 3D quando finalizada para aplicações como Adobe Substance, ou Keyshot, onde o produto desenvolvido no

Gravity Sketch pode ser renderizado, e assim atribuir acabamentos e materiais ao mesmo.

Para utilizar o Gravity Sketch, num computador Windows com capacidade de VR é necessário a utilização de Oculos Rift ou Oculos de Realidade Virtual. Para além dos óculos em si, os controladores manuais são essenciais, pois contêm todas as ferramentas necessárias de modo a utilizar o Gravity Sketch. Esta aplicação permite o desenho livre em ambiente de VR, bem como o arrastar de imagens que podem servir como referência. Como o desenho gere linhas vetoriais, mesmo na fase de esboço, cada linha pode ser editada individualmente. A aplicação permite ainda o agrupamento de objetos, e a sua divisão em várias layers.

O Gravity Sketch é ainda utilizado como ferramenta de modelação 3D, este permite a criação de superfícies, que podem ser modificadas e ajustadas, com diversos tipos de ferramentas disponíveis para o utilizador, permite ainda a criação de polígonos, que podem ser dimensionados e alterados consoante as escolhas também do utilizador, e como já referido os objetos ou projetos desenvolvidos nesta aplicação podem incluir trabalho de equipa, tendo um número de utilizadores a trabalhar em simultâneo no mesmo projeto, e permite a sua exportação para outro tipo de software no final.

A participação no evento Gravity Sketch Design Around que se focou na utilização da plataforma que dá nome ao evento, Gravity Sketch Design, foi fulcral para o entendimento do funcionamento da mesma, os principais comandos e as potencialidades da mesma na indústria. Como já foi referido anteriormente esta ferramenta de design 3D é intuitiva o que permite que a mesma seja utilizada por pessoas de diversas áreas e para diferentes fins podendo ser utilizada desde a criação da ideia até à validação da ideia.

Esta ferramenta pode ser utilizada em duas categorias design e modelação, ou ambos compilados, num ambiente totalmente virtual, esta é uma das características que a diferencia e que dá valor na área do VR tornando-a popular em várias partes do mundo entre artistas e engenheiros.

Esta ferramenta foi desenvolvida a pensar em designers que estão habituados a trabalhar através de curvas, patches e manipulações das geometrias com vértices de controlo (pontos). A grande maioria dos designers que começaram a desenvolver e

publicar trabalhos online eram designers do ramo automóvel ou de design de produto e isso reflete-se no tipo de trabalho que está a ser produzido. Com este software um designer pode, literalmente, esboçar a estrutura de um veículo através de traços no ar e depois remendar esses traços com superfícies editáveis.

A nível geral este software tem vindo a atrair cada vez mais designers industriais, designers de produtos, ilustradores técnicos, artistas conceptuais e até mesmo qualquer pessoa que queira elaborar rapidamente suas ideias sem precisar aprender uma grande quantidade de comandos e ferramentas.

Este evento, Gravity Sketch Design Around, apresentou assim inúmeros nomes e marcas que utilizam este software no seu trabalho diários, para o desenvolvimento e criação de novos produtos. No meio das empresas que já utilizam este software destacam-se a Ford, Adidas, Volkswagen.

A empresa Volkswagen, utiliza este software como espaço de co-working, entre a sua equipa de designers, onde desenvolvem os conceitos dos novos automóveis, de forma cooperativa entre todos. A equipa da Volkswagen consegue assim colocar toda a sua equipa, o que permite um brainstorming, e desenvolvimento rápido do protótipo/ conceito dos novos automóveis. A Volkswagen, no final deste processo de desenvolvimento, exporta o conceito final para um software de renderização, onde dá o acabamento e cria composições foto-realistas, com o intuito de dar contextos de uso aos seus conceitos finais.

Ainda neste evento, foi possível ouvir o designer por de trás de todos os Oculus VR, Maurício Romano, que apresentou os seus produtos e as funcionalidades dos mesmos, tendo em conta o software Gravity Sketch Design. Maurício Romano apresentou os Oculus Quest 2, onde fez uma demonstração ao vivo da utilização dos mesmos com o Gravity Sketch Design, o que nos permitiu ver a potencialidade dos mesmos quando utilizados com este software de desenho espacial.



### 2.3.5. Unreal Engine

Unreal Engine é o nome de uma tecnologia criada pela produtora Epic Games para, basicamente, gerar gráficos de vídeo jogos. O nome técnico é “motor de jogo”, mas é possível entender o seu funcionamento em detalhes, origens e onde é utilizado.

Em termos mais simples, um motor gráfico ou motor de jogo é o esqueleto de um jogo, capaz de gerar não apenas os gráficos, mas oferecer simulação de física, cálculos de programação e outros detalhes utilizados para a criação de jogos. O Unreal Engine é apenas um dos muitos motores gráficos que existem, mas é também um dos mais utilizados, pela sua popularidade e facilidade de acesso, para além do sucesso em jogos famosos e bem avaliados.

Atualmente este motor está na versão Unreal Engine 5, e conta com uma capacidade gráfica, hiper-realista, e possibilita o desenvolvimento de aplicações e experiências de realidade virtual, pasra além da sua continua aplicação nos vídeos jogos.

### 2.3.6. Vortek Spaces

O VORTEK Spaces é uma plataforma para visualização e renderização 3D de uso intuitivo, interativa e associada à comunicação de produtos. Os seus utilizadores podem desenvolver o projeto através da utilização do SketchUp ou do Cabinet Vision para posteriormente para protótipar detalhadamente através da utilização do vortek Spaces que permite a sua renderização em 2D ou em VR, ferramentas estas que facilitam os ajustes e a venda do produto. A criação deste software surge pela necessidade de haver uma ferramenta que permita a visualização, renderização e apreciação ao vivo e interactivamente do projeto a partir de um computador ou tablet para apresentações personalizadas aos clientes, com a capacidade de utilizar telas imersivas (óculos VR) e a tecnologia mais recente para convencer os compradores. É também possível criar vídeos personalizados impressionantes e outros tipos de ficheiros para serem rapidamente compartilhados, como imagens de um determinado ponto de vista ou vídeos 360°.

### 2.3.7. KeyVR

O KeyVR cria uma experiência de VR imersiva para qualquer cena desenvolvida a partir do KeyShot. O Keyshot é um software utilizado para serem realizadas renderizações de produtos ou espaços, transformando-os em imagens foto-realistas de alta qualidade. Este renders podem ser utilizados em sites, plataformas digitais ou até catálogos de produtos.

O plugin do Keyshot, KeyVR, tem várias características diferenciadoras como, permitir ao utilizador obter uma experiência VR com um simples clique a partir do KeyShot, variações de material e ambiente, existência de conjunto de modelos que podem ser utilizados para complementar o cenário pretendido, animação e o facto de não necessitar de codificação o que requer apenas uma preparação mínima para a sua utilização, facilitando o processo.

O KeyVR foi concebido para eliminar os desafios associados à criação de experiências de realidade virtual, numa solução que permite:

- Explorar designs interactivamente num contexto de 'mundo real'.
- Avaliar os designs para refinar o ajuste e a função.
- Visualizar variações de modelo, material e ambiente.
- Experimentar animações de produtos no contexto de uso.
- Usar vistas naturais para determinar as melhores fotos do produto.

O KeyVR Connect oferece aos utilizadores a capacidade de se envolverem juntos, em qualquer parte do mundo, no mesmo espaço virtual, ao mesmo tempo, levando a uma comunicação aprimorada e maior tempo para exploração colaborativa de projetos.

É um dos softwares que poderá ser considerado melhor do que o SimLab por diferentes motivos e poderia ter sido selecionado para o desenvolvimento deste projeto.



### **3. Planeamento de trabalho (experiências e testes)**

#### *3.1. Etapas e objetivos*

Como referido, o desenvolvimento deste projeto teve o seu começo através uma aprofundação ao tema com uma análise bibliográfica e o estado de arte da tecnologia utilizada no projeto. Deste modo foram analisados diversos tipos de documentos, desde artigos científicos e casos de estudo, de modo a compreender a utilidade da tecnologia de realidade virtual bem como o seu enquadramento na indústria, mais especificamente na indústria mobiliária, de modo a, identificar possibilidades para a utilização e aplicação da tecnologia no projeto. Como visto em vários artigos relacionados com o tema, esta tecnologia começa a ser cada vez mais utilizada como método de planeamento de espaços interiores como é o caso do artigo sobre a aplicação desenvolvida pelo Ikea, que permite aos utilizadores aplicarem vários modelos 3D dos produtos desenvolvidos pela marca em espaços virtuais que simulam as suas habitações, de modo a perceberem e identificarem o enquadramento desses mesmos produtos nas suas áreas antes de os comprarem. Podemos assim assumir que este tipo de tecnologias é bastante pertinente para este tipo de indústria, por permite uma melhor interpretação para o cliente sobre o produto, as suas dimensões materiais e acabamentos, o que para uma empresa como a Bamer SA, facilita ainda todo o processo de desenvolvimento e fabrico dos produtos desenvolvidos pela mesma.

Após o enquadramento sobre a tecnologia, foram escolhidos diversos softwares de desenvolvimento de experiências de realidade virtual, onde foram analisadas as várias plataformas e método de trabalho, sendo que de todas foram apresentadas o Simlab, Unity, Sketch Fab, Gravity Sketch, Unreal Engine, Vortek e o KeyVR. Todas estas tecnologias permitem o desenvolvimento de experiências imersivas de realidade virtual, sendo que a grande diferença entre as mesmas, é a necessidade de programação para o desenvolvimento das experiências. Deste modo foi escolhido o Simlab como software de desenvolvimento deste projeto, pois apresenta compatibilidade com os softwares utilizados pela empresa, como não necessita de programação para o desenvolvimento do projeto, o que facilita todo o processo após uma implementação na empresa do projeto, deixando de ser necessário a aquisição de trabalhadores com qualificações para o desenvolvimento de programação para este projeto.

Com a análise do software e após a compreensão de todas as suas funcionalidades, bem como do levantamento de informações junto da empresa, foi desenvolvida uma primeira experiência de modo a demonstrar as a potencialidade do software no enquadramento da empresa. Esta primeira demonstração imersiva contou com algumas funcionalidades e interações possíveis para o utilizador, de modo que, através da apresentação da mesma à empresa, fosse possível determinar alguns dos requisitos que a mesma pedia, bem como limitações que o próprio software pudesse apresentar, para que, fosse possível combinar todas as necessidades apresentadas na experiência final.

Posteriormente à apresentação da primeira demonstração, foram analisadas as opiniões dos responsáveis envolvidos por parte da empresa, para um refinar de opções, foram disponibilizados alguns produtos já desenvolvidos pela mesma para o desenvolvimento da demonstração seguinte.

Assim como referido, desenvolveu-se uma segunda experiência imersiva, que continha um espaço virtual tipo showroom com alguns dos produtos desenvolvidos pela empresa, desta forma foi possível introduzir alguns dos acabamentos utilizados pela empresa nos seus produtos, bem como definir algumas questões relacionadas com o ambiente virtual, como a luminosidade, reflexos entre outros, que combinados melhoram a qualidade gráfica de toda a experiência.

Por fim, e após a análise da demonstração anterior, foram adicionadas interações de modo que o utilizador possa escolher os acabamentos dos produtos, bem como outras características dos mesmos, tornando assim a experiência mais interativa para o cliente. Sendo que estes acabamentos e características constam de uma lista dada pela empresa, para que esta consiga desta forma limitar a escolha do cliente a uma gama de acabamentos para os seus produtos. O projeto foi terminado com a apresentação da última demonstração à empresa concluindo com a recolha de informação e opiniões sobre o projeto, que foram aplicadas as conclusões finais de todo o projeto.

## 3.2. Estudo do hardware

### 3.2.1. Benchmarking de hardware

Dentro do benchmarking executado para estudo do headset a utilizar, foram identificados outros produtos de várias gamas, estes que possibilitam a interação de VR a um preço razoavelmente baixo, o que pode ser um ponto de partida para o desenvolvimento deste projeto e futura aquisição da empresa.

Para tal, abordaram-se alguns requisitos para este estudo sendo eles a compatibilidade, resolução, controladores, som, peso e preço.

Ao comparar os *headsets* VR, deve saber-se que nem todos são compatíveis com as mesmas plataformas, assim podemos encontrar óculos que funcionem unicamente através de smartphones e que são compatíveis por exemplo com aplicações da plataforma Google Play, presente em qualquer Android, poderemos ter *headsets* compatíveis com computadores, que permitem a sua conexão a sistemas operativos Windows através da conexão via USB, outros ainda desenvolvidos para a Playstation, como são exemplo os *headsets* da Sony, que são atualmente os únicos nesta categoria, e sistemas de *headsets* VR sem fios com um sistema operativo próprio, mas que permitem ser conectados também eles a computadores.

Qualquer um destes seria útil, no entanto para o projeto desenvolvido e para a empresa deverá ser tido em conta uma escolha que permita ou a conexão por smartphone ou sem fios, com sistema operativo próprio, isto porque este tipo de experiência deverá ser executada permitindo a total liberdade de movimentos do utilizador, tornando-a assim mais imersiva.

A resolução é também um fator bastante importante na escolha de um bom headset, normalmente uns óculos com uma boa resolução têm um preço mais elevado, contudo existem vários *headsets* que variam a sua resolução desde 1920x1080 pixels a 3840x2160 pixels, cabe ao utilizador escolher um que se adequa ao nível de experiência que o mesmo procura. Atualmente, existem vários tipos de experiências, que variam tendo em conta a qualidade da imagem e da resolução, assim se o utilizador procurar ver conteúdo em 4K por exemplo, deverá optar por um

headset que atinja essa mesma resolução de modo a obter uma experiência com a qualidade gráfica esperada.

Um fator bastante importante para o envolvimento do utilizador no mundo virtual são os controladores ou controlos remotos. Estes permitem que o utilizador defina as suas ações no mundo virtual, transmitindo assim uma sensação de imersividade muito mais significativa, deste modo existem vários tipos de controladores, todos eles sem fios, mas onde a diferença está se os mesmos têm os seus movimentos captados por sensores no headset ou não. Esta capacidade é a diferença entre o utilizador sentir que os seus movimentos estão totalmente incorporados no mundo virtual, ou se simplesmente está a carregar num simples botão para ocorrer uma ação.

Dentro destes requisitos, o requisito da qualidade sonora é também bastante importante para a escolha de um bom headset. A qualidade sonora num headset de VR deve ser semelhante a um sistema de som envolvente, ou seja, que permita a audição 3D dando a ideia ao utilizador da localização dos sons que está a ouvir, tornando toda a experiência muito mais realista.

Assim, para além do preço, o último requisito a ter em conta é o peso, grande parte dos headset têm cerca de 600 gramas, o que não é muito pesado para a maioria das pessoas, contudo o utilizador deve ter em conta o tempo de utilização que planeia para as suas experiências, quanto maior for o tempo de utilização menor deverá ser o peso do headset tornando toda a experiência de utilização muito mais confortável.

Como tal foram analisadas algumas soluções que permitem o envolvimento do utilizador na experiência VR, através da utilização de smartphones, autónomos com sistema operativo próprio, e com compatibilidade com computadores.

## **Xiaomi VR Play II.**



*Figura 12 -Xiaomi VR Play II © (Fnac, 2020)*

O Xiaomi VR Play II (figura 12), é um headset de Realidade Virtual através de telemóvel, que reúne algumas das melhores características para esta gama de equipamentos quando comparado com os seus concorrentes. Tem uma boa construção, possui um grande angulo de visão, e é compatível com qualquer modelo de smartphone quer seja IOS (iPhone) ou Android.

O VR Play II, foi desenvolvido para ser utilizado com a app Cardboard da Google, o que possibilita a utilização de qualquer tipo de smartphone.

## **Google Daydream View**



*Figura 13 - Google DayDream View © (Google Developers, 2018)*

O Google DayDream View (figura 13), é um headset de Realidade Virtual desenvolvido para a utilização através de smartphone, da Google. Este equipamento é



compatível com vários dispositivos Android, de marcas como a Motorola, Asus, Samsung, LG, ZTE e Huawei, sendo que está desenhado para suportar os smartphones da própria Google. Este equipamento possui uma estrutura revestida a tecido completamente lavável, é bastante confortável na sua utilização, e possui um controlo remoto através de Bluetooth permitindo assim um nível de interação maior do que muitos dos seus concorrentes. Este equipamento é vendido por cerca de 70€. (Google Developers, 2018)

### **Samsung Gear VR**



*Figura 14 - Samsung Gear VR © (Samsung Portugal, 2018)*

O Samsung Gear VR (figura 14), é talvez o headset com suporte por smartphone que oferece uma melhor experiência. Este headset possui uma construção sólida, um excelente campo de visão, e vários recursos para melhorar e tornar mais imersiva a experiência do utilizador, como um controlo remoto Bluetooth, que permite um melhor controlo das ações do utilizador no espaço virtual, e uma interface touchscreen na lateral direita, que aciona várias ferramentas para o utilizador. Contudo, este equipamento funciona exclusivamente com smartphones da marca Samsung, das Linhas Galaxy S e Galaxy Note. O preço do mesmo atualmente ronda cerca de 270€. (Samsung Portugal, 2018)

## VR Box



*Figura 15 –VR Box © (Fnac,2020)*

O VR Box (figura 15), é um tipo de equipamento similar ao Ednet, este headset entra neste benchmarking por ser o equipamento mais barato de todos os apresentados, o seu preço atual é de cerca de 10€. Contudo existem versões deste mesmo produto também com controlo remoto via Bluetooth, mas a qualidade de construção e de materiais é muito baixa, e o ângulo de visão é muito reduzido quando comparado com outros equipamentos.

## Valve Index



*Figura 16 -Valve Index © (Steam, 2022)*

O Valve Index (figura 16), é um headset VR com fios para ligação a computador. Este permite uma compatibilidade com GPU's (placas gráficas) mais antigas, ainda que apresente um campo de visão mais amplo, uma taxa de atualização alta e os controladores de nome "Knuckle" da Valve, que permitem rastrear o movimento de cada dedo do utilizador. Este headset graças à sua alta resolução e à sua taxa de atualização alta, permitem uma utilização mais prolongada sem que o utilizador sinta desconforto. O valor de mercado para este hardware mais os controladores é de cerca de 1010€. (Steam, 2022)

## HTC Vive Pro 2



*Figura 17 – HTC Vive Pro 2 © (Vive, 2021)*

O HTC Vive Pro 2 (figura 17), é um headset com fios, que deve estar conectado a um computador. Este headset oferece uma qualidade de 5K, contendo um ecrã de 2448x2448 pixéis por olho, um campo de visão de 120 graus e uma taxa de atualização de 120Hz. Este tipo de headset para além de necessitar de estar conectado a um computador para o seu funcionamento, necessita que esse mesmo computador seja de última geração, contendo assim os melhores processadores e as melhores placas gráficas para o seu bom funcionamento, caso contrário não é possível utilizá-lo num computador já desatualizado. O preço deste hardware pode variar tendo em conta a aquisição unicamente do headset ou também dos controladores começando assim nos 800€ até os 1500€. (Vive, 2021)

## PlayStation VR



*Figura 18 -PlayStation VR © (PlayStation, 2020)*

Atualmente o PlayStation VR (figura 18) é o único headset de VR disponível para consolas. Este sistema com fios, da Sony, permite a conexão com a PS4 e PS5, mas nunca com computadores, limitando assim este hardware ao software e aplicações disponíveis na plataforma da PlayStation, impedindo assim que possa ser utilizado para outras aplicações com intuito diferente dos videojogos. Este conjunto de headset com controladores é atualmente vendido a 389€. (PlayStation, 2020)

## Oculus Rift S



*Figura 19 – Oculus Rift S © (Oculus, 2019)*

O Oculus Rift S (figura 19), assim como a sua versão anterior Oculus Rift, é um headset VR de funcionamento com fio conectado ao computador. Este tem uma conexão via USB e DisplayPort para a uma melhor qualidade gráfica, apesar de vir com uma ligação por cabos grande, capaz de permitir ao utilizador alguma movimentação, a mesma quando comparada com os Oculus Quest 2 é bastante limitada, mantendo o utilizador quase no mesmo espaço. As características técnicas são semelhantes ao Quest 2, sendo que como está conectado a um computador a utilizar a capacidade gráfica do mesmo a qualidade de imagem consegue ser superior. Este hardware tem um preço de venda atualmente de 350€.(Oculus, 2019)

Assim e concluindo a comparação, verifica-se que a nível de interações necessárias para o desenvolvimento do projeto, necessita-se de um equipamento que permita o deslocamento livre do utilizador, limitando assim as nossas escolhas entre um sistema através de smartphone, ou um sistema sem fio, assim optou-se por escolher dois hardwares e testá-los, sendo que optou-se por um hardware através de smartphone como o VR Box, que permite a utilização de qualquer tipo de smartphone, e a um preço relativamente baixo, e a utilização dos Oculus Quest 2, que permitem a total liberdade de movimentos do utilizador, com uma qualidade de imagem e capacidade gráfica superior, com controladores com reconhecimento espacial, que melhorar a qualidade da experiência do utilizador, tornando muito mais imersivo do que o outro hardware. (Oculus, 2019)

### 3.2.2. Ednet 87000 VR



Figura 20 -Ednet 87000 VR © (Conrad, 2020)



Figura 21 - Ednet 87000 VR © (Conrad, 2020)

Os óculos Ednet VR (figura 20 e 21), são um equipamento para visualização de realidade virtual através do smartphone. Este equipamento composto por duas lentes únicas para cada olho, permite reproduzirmos uma experiência de realidade virtual no telemóvel e sentirmos que estamos dentro dessa mesma experiência, apesar de que, o nível de interação através deste equipamento é um mínimo e muito limitado.

Este tipo de experiências, são chamadas de experiências de tela dividida, ou seja, uma vez que o equipamento tem uma lente separada para cada olho do utilizador, a própria experiência, conta com a sua imagem a ser reproduzida em duplicado, uma para cada campo de visão de cada olho do utilizador.

O tipo de experiência desenvolvida para este tipo de equipamento, é algo específica, uma vez que é reproduzida através de um telemóvel, e que utiliza os sensores de geolocalização do próprio telemóvel para todo o enquadramento do utilizador na experiência, interações como a movimentação e funcionalidades de alguns produtos são feitas através da espera, ou seja, o utilizador deve olhar fixamente para um objeto ou para um local e aguardar, de modo a que esse objeto demonstre a sua interação, ou que se movimente para um certo local.

Este equipamento permite a utilização de smartphones de 4,7" a 6,0", permite ainda ajustar o foco bem como o campo de visão, conta com umas lentes 3d VR esféricas e polarizadas, tem um peso de 300g e torna-se bastante confortável de utilizar.

Contudo, ainda que seja um equipamento muito limitado e que não permita a interação total do utilizador dentro do ambiente virtual que o rodeia, é um bom equipamento para experiências quer de realidade virtual ou aumentada, que necessitem unicamente de um vídeo a ser reproduzido no smartphone, dando a sensação ao utilizador de que está dentro da experiência na mesma. Este tipo de equipamentos é utilizado por exemplo no tour da casa Batllo em Barcelona, através de uma experiência de realidade aumentada, onde conseguimos visualizar a casa em si na realidade e com os óculos temos informação virtual sobreposta a aparecer à nossa realidade, conjugando assim mais informação do que a que já reuníamos.



### 3.2.3. Oculus Quest 2



Figura 22 – Headset Oculus Quest 2 © (Meta, 2020)

Os Oculus Quest 2 (figura 22) são uns dos melhores headsets VR disponíveis para principiantes e profissionais em experiências VR. De certo modo é possível afirmar que este Hardware é um dos imprescindíveis para se obter um sistema VR de primeira classe wireless, sem a necessidade de fios para a conexão como acontece com o HTC Vive ou os Oculus Rift S, modelos mais antigos e já obsoletos.(Meta, 2020)

O headset Oculus Quest 2, é a segunda versão da linha Quest da Oculus. A Linha Quest foi a primeira a ter um headset totalmente autónomo alimentado por bateria, para que o utilizador possa andar livremente no mundo virtual no decorrer da sua experiência, sem ter a preocupação dos fios de ligação no mundo físico real.(Meta, 2020)

Mas o upgrade dado nesta segunda versão é bastante significativo. Este modelo conta com especificações de RAM e chip bem mais aprimoradas, possui uma tela de resolução mais elevada, e cerca de 50% mais nítida que a do modelo anterior. Combinando estas atualizações, a experiência do utilizador torna-se muito mais perfeita e imersiva.(Meta, 2020)

Podemos assim referir alguns aspetos chave deste equipamento:

- . Headset VR autónomo.
- . Tela e processador com resolução aprimorada.
- . os Controladores têm o dobro da duração de bateria e espaços para descanso do polegar.(Meta, 2020)

O headset Oculus Quest 2, conta com sensores de movimento e acelerómetros integrados, os que permite que o utilizador ao mover a cabeça, veja os seus movimentos refletidos em tempo real na tela digital através dos Oculus, como se estivesse a olhar e a mover-se no mundo real.(Meta, 2020)

Este equipamento conta ainda com camaras externas que permite a ajudar o rastreamento do posicionamento do utilizador e dos controladores fornecidos, bem como do espaço físico real.(Meta, 2020)

Os Oculus Quest 2 oferecem 6Gb de RAM, e têm um chipset Qualcomm Snapdragon XR2, tornando-se assim muito mais rápido que o seu antecessor a executar o sistema operativo Oculus. (Meta, 2020)

Comparando com o primeiro Oculus Quest, que utilizava dois displays OLED de 1440x1600 de resolução para cada olho, o Quest 2 opta por um único painel LCD, dividido para se obter uma resolução de 1832x1920 pixéis por olho. O ecrã LCD permite também uma taxa de atualização de imagem aprimorada com cerca de 90Hz para os desenvolvedores, em comparação com os 72Hz da versão anterior, sendo que esta nova versão, os Quest 2 contam ainda com um recurso experimental, onde a taxa de atualização pode subir para os 120Hz, esta melhoria da qualidade de imagem fornece assim uma experiência muito mais suave e realista para o utilizador.(Meta, 2020)

Os Oculus Quest 2, oferecem recursos independentes de alta qualidade com a opção de se tornarem num Headset de PC VR quando necessário.

O Quest 2 tem um peso de 503g, menos 68g do que o primeiro Oculus Quest a ser desenvolvido, o que pode não parecer muito, mas é bastante perceptível durante a utilização em períodos longos. Esta redução do peso deve-se também à própria redução de tamanho, o Quest 2 mede cerca de 10% menos que a sua primeira versão, medindo assim 191.5mm x 102mm x 142.5mm.(Meta, 2020)

Um dos aspetos importante, e quase tão importantes quanto o próprio headset, são os controladores manuais. A marca Oculus após o redesenho dos controladores Rift originais para os Rift S, decidiu novamente aprimorar o design, mudando o formato dos Controladores do Quest 2.

Os controladores oferecem uma área de maior descanso do polegar ao lado dos analógicos, e tornaram-se um pouco maiores que os originais. Deste modo e como já referido, o redesign dos controladores, focou-se também no aumento da bateria, foram reduzidos os números de LEDs infravermelhos nos anéis dos controladores, de modo a oferecer uma vida útil da bateria 4 vezes maior.

Existem ainda outras melhorias nestes Quest 2, como o feedback tátil aprimorado, os controladores ligarem automaticamente aquando de colocarmos o headset, o que melhora a experiência geral do VR, temos a opção de poder utilizar as nossas próprias mãos em vez dos controladores, de modo a conseguirmos navegar no espaço virtual, graças ao rastreamento manual. A tecnologia de rastreamento manual foi implementada em 2019, o headset utiliza câmaras embutidas de modo a detetar e rastrear as mãos do utilizador em tempo real, permitindo que possam ser utilizadas as mãos para navegar no mundo virtual sem a necessidade de controladores. Embora o design e layout das câmaras não tenha alterado o rastreamento manual tornou-se muito mais estável e aprimorado devido a melhoria de processamento dos Quest 2.

Devido à maior resolução e maior desempenho da taxa de atualização oferecida pelos Quest 2, estes necessitaram de um processador mais poderoso do que a primeira versão. Ao contrário dos headsets de PC VR, nos quais o processamento é feito através do computador, nos Quest 2 o processamento é feito pelos próprios headsets, daí a empresa Oculus ter optado por inserir o processador Qualcomm Snapdragon XR2, com um desempenho comparável aos smartphones topo de gama de 2022. A utilização e escolha desde processador, passou por conseguir que o headset percorre-se todas e mais complexas atividades sem esforço e com a maior fluidez possível.

Para além da melhoria a nível de processamento, os Oculus Quest 2 contam como já referido com 6GB de RAM, e 128GB ou 256GB de memória interna, dependendo da escolha do utilizador.(Meta, 2020)

Ao nível da rastreabilidade, os Oculus Quest 2 utilizam o sistema Oculus Insight para calcular de forma inteligente a posição do headset e dos controladores em tempo real. Ainda que seja um feito impressionante, de modo que todo o rastreamento possa ocorrer corretamente sem qualquer tipo de erros, o utilizador necessita de estar num ambiente bem iluminado para que as quatro câmaras a bordo calculem corretamente a sua posição, mas mais importante que isso, as suas mãos não serão rastreadas se estiverem fora do alcance das câmaras, como por exemplo, atrás das costas.

Outra grande funcionalidade dos Oculus Quest 2, é o Oculus Link. Esta função permite a ligação do headset a um computador, permitindo assim usufruir de aplicações e experiências que necessitem de um PC VR. Este é assim um ótimo recurso para o Oculus Quest 2, não só tem todo o seu sistema sem fios, como pode ser conectado e utilizado como um headset de um PC VR quando o utilizador desejar. (Meta, 2020)

É de notar que as experiências VR desenvolvidas com Foco neste headset, não são experiências VR abaixo da média, muito pelo contrário, graças ao poder de processamento e taxa de atualização oferecidos pelo Quest 2 as experiências VR fornecem melhor qualidade do que a maioria dos headset de VR com PC disponíveis no mercado atualmente.

### 3.3. Realização de um protótipo

#### 3.3.1. Objetivo

Inicialmente para começar esta etapa do trabalho, foi desenvolvida uma pesquisa sobre os programas que podem ser utilizados para desenvolver este tipo de experiências de VR, de modo a ser possível identificar quais os softwares que permitem atingir o objetivo pretendido. Esta exploração está refletida no capítulo “2.2. Softwares VR”. Após essa pesquisa, foi primeiramente explorado o Unity, que é um software de desenvolvimento de realidade virtual, muito utilizado para o desenvolvimento de vídeo jogos, este programa tem uma interface bastante apelativa e até intuitiva, contudo apresenta um grande entrave pois todo o desenvolvimento do mundo virtual requer programação em C, conhecimento esse que não está adquirido até ao momento. Após este primeiro impacto com um software de criação de realidade virtual, experimentou-se o SimLab Composer, software este que já não necessita de programação e escrita em C Sharp, tem uma interface bastante intuitiva, simples e fácil de utilizar e permite a experimentação do projeto desenvolvido durante a sua criação, possibilitando uma melhoria continua do projeto.

Este protótipo foi desenvolvido para ser utilizado pelo headset Ednet 87000 VR, sendo este um equipamento VR que necessita de ser utilizado em conjunto com um smartphone, o que limita bastante o tipo de experiência que pode ser realizada principalmente por não serem utilizados comandos. Contudo foram exploradas ao máximo todas as ferramentas disponíveis no software e a experiência também foi testada no outro hardware (Oculus Quest 2).

#### 3.3.2. Descrição do estudo e resultados

O Simlab Composer é uma solução completa, fácil, acessível e rica em recursos, permitindo a comunicação de ideias 3D com facilidade, tem todas as ferramentas necessárias para importar modelos, criar visualizações dinâmicas, renderizar e desenvolver experiências VR simples e ou com interações.(Simlab, 2020)

A funcionalidade de edição VR permite transformar qualquer projeto numa cena VR visível em vários dispositivos, como HTC VIVE, Oculus Quest 2, Desktop ou um dispositivo móvel.(Simlab, 2020)

Após a seleção do software a utilizar (SimLab) existiu uma exploração mais profunda sobre o método de funcionamento do programa, inicialmente foram visualizados vários tutoriais como método de aprendizagem sobre as funcionalidades do programa e quais as interações que seriam possíveis transpor para o modelo que estava a ser executado.

Para a realização do protótipo foi selecionado um modelo CAD que deu origem à experiência, como se pode ver na figura 23. Neste caso, o modelo utilizado teve origem numa participação no concurso Roca Design Challenge e foi adaptado para ser utilizado neste estudo. O modelo selecionado consiste num projeto de mobiliário de casa de banho que se integra na área de atuação da empresa e que permitiu uma proximidade aos produtos desenvolvidos pela mesma atualmente. A utilização deste modelo aproxima-nos da possibilidade de aplicação deste projeto aos produtos da empresa, desde os acabamentos às interações estudadas, algo que foi fundamental nesta fase de exploração do software.



*Figura 23 - Render do Projeto Selecionado*

Foram explorados os vários formatos que poderiam ser utilizados a importar o ficheiro para o software e o tratamento diferenciado da modelação com a finalidade de realizar um modelo VR.

Quanto à preparação da modelação, a mesma foi otimizada para melhorar a experiência do utilizador ao visualizar o modelo, neste sentido é importante tornar o ficheiro final leve, uma das alterações que tornam o ficheiro notoriamente mais leve é a modelação ser o mais superficial possível e o modelo apresentar-se em assembly (desenho conjunto), antes de ser importado para o SimLab ou ser modelado apenas numa só peça. No caso do modelo CAD utilizado, optou-se por eliminar todas as partes da modelação que eram mais técnicas e que não alteravam o aspeto ou funcionalidades do mesmo.

Foi realizado um desenho conjunto com todas as partes necessárias ao modelo e inseridas nessas partes incluía já o ambiente que havia sido idealizado para definir as posições dos vários componentes no espaço virtual.

Os formatos do ficheiro a importar e o pré-processamento do mesmo foi testado de várias formas. Primeiramente foi utilizado o formato obj e exportado diretamente do SolidWorks onde já haviam sido aplicados alguns materiais, verificou-se que nem todos os materiais que haviam sido aplicados no SolidWorks estavam presentes após a importação. Realizou-se o mesmo processo, mas exportando o ficheiro em STEP 14, e o resultado obtido foi o mesmo que o anteriormente referido. Para além dos dois formatos foi ainda explorado um terceiro, o 3DXML, que apresentou o mesmo resultado que os anteriores. Deste modo, foi ainda realizada uma outra tentativa onde se utilizou um programa intermedio (KeyShot), e onde foram utilizados os 3 formatos anteriormente referidos (obj, STEP 14 e 3DXMLI) mas o resultado manteve igual aos anteriores. Esta dificuldade foi ultrapassada descarregando a biblioteca de materiais do próprio SimLab e aplicando-os após a importação para o mesmo.

Após a seleção do formato a utilizar e da importação do ficheiro para o software (SimLab), testaram-se várias funcionalidades de modo a começar a potencializar algumas interações. Foram desenvolvidas interações de movimento de corpos e a introdução de um áudio.

À medida que foi desenvolvido este protótipo VR, foram realizados testes para verificar se as animações e interações estavam a ser realizadas corretamente, acabando por ser um processo de melhoria continua entre teste e validação.

Como protótipo final obteve-se uma experiência que se inicia no exterior do espaço a visitar. Este espaço encontra-se rodeado de paredes para que o ambiente se tornasse mais próximo da realidade e o mais envolvente para o seu utilizador.

O primeiro passo para realizar a experiência consiste na abertura de uma porta que permite a entrada na casa de banho. Em simultâneo com o iniciar da experiência ouve-se uma voz que orienta o utilizador, explicando quais são as interações possíveis. Depois o utilizador pode deslocar-se livremente interagindo com vários objetos, estas interações acionam e movimentavam as arrumações e as tomadas de energia presentes na casa de banho, ativam a água da torneira, permitem a reprodução de música ambiente através do tablet ou alteram o tipo de luminosidade transmitida pelo candeeiro.

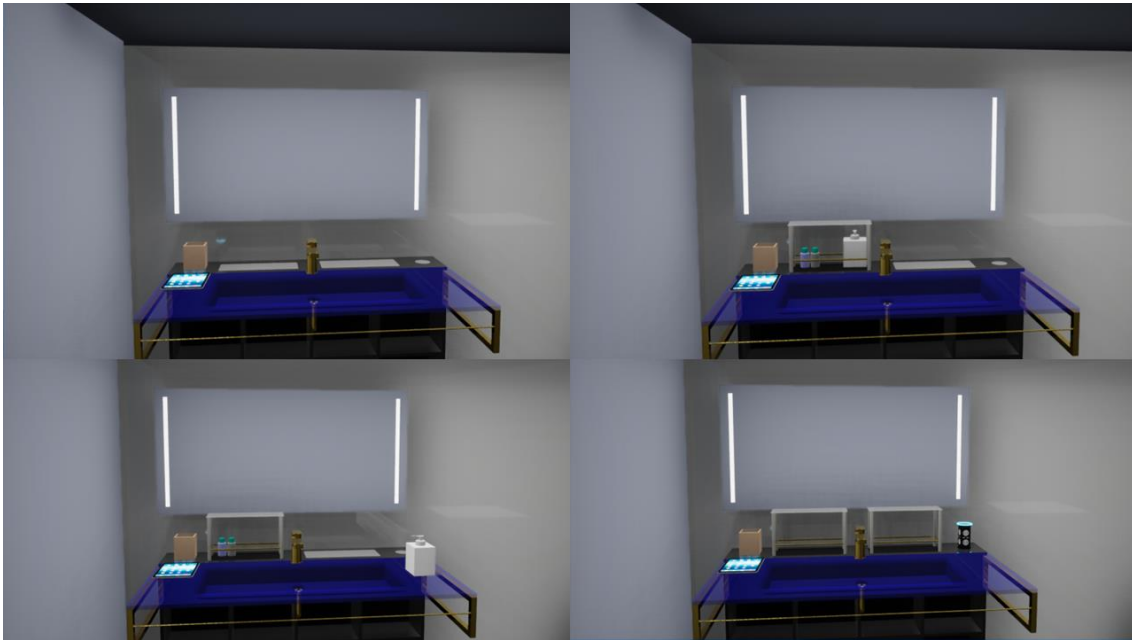


*Figura 24 - Visualização do ambiente a partir da porta*

Na primeira abordagem o utilizador pode visualizar as várias zonas e deslocar-se em vários sentidos. No caso de estar a utilizar uns óculos VR sem comandos pode utilizar as setas que se encontram no chão para auxiliar o seu deslocamento, como se pode ver na figura 24.

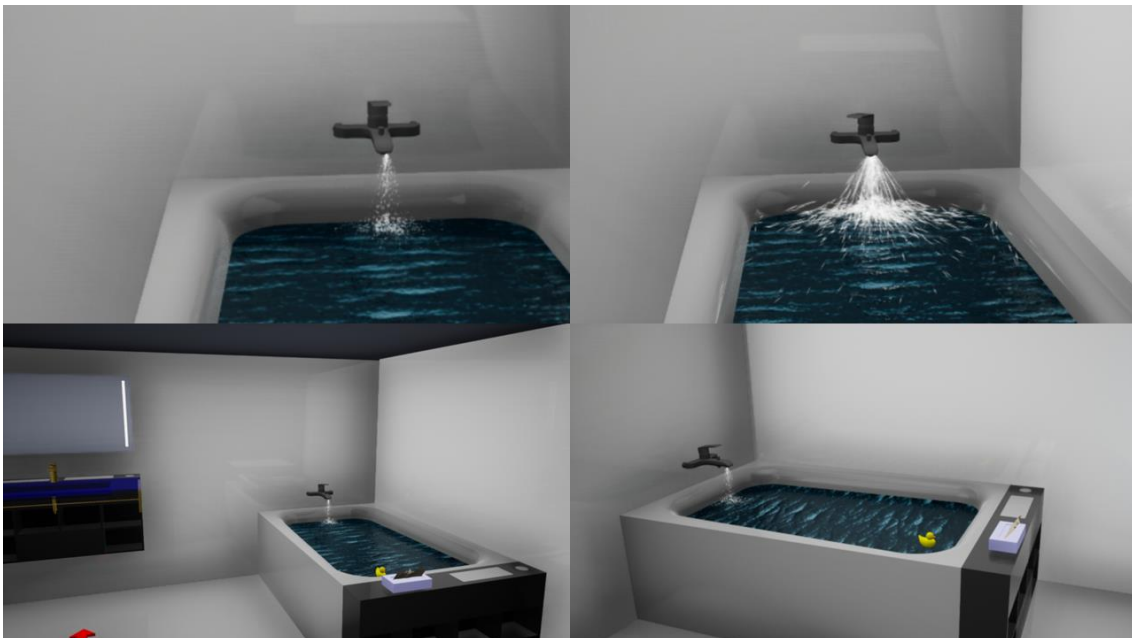
Na zona do lavatório para além das arrumações apresentadas podem ser visualizados outros acessórios nomeadamente produtos que se encontram no interior das arrumações e que podem ser retirados do interior das mesmas, visível na figura 25. Nesta zona consta também um tablet cuja interação permite colocar música ambiente.





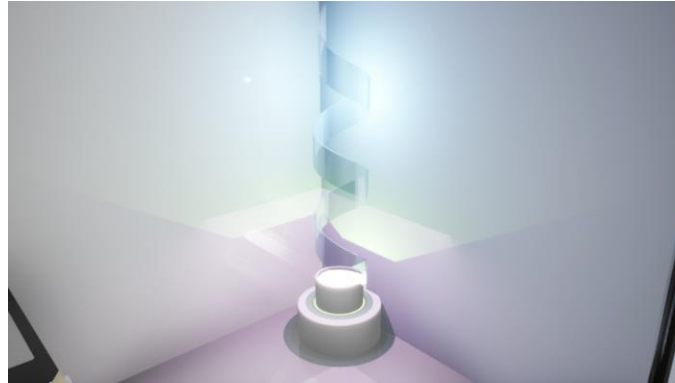
*Figura 25 - Visualização do lavatório e das interações com o mesmo*

A banheira encontra-se com água e a torneira apresenta um fluxo de água que pode ser variado através da interação do utilizador. O utilizador pode interagir com a torneira alterando assim o fluxo da água que escorre para a banheira, como podemos verificar na figura 26.



*Figura 26 - Interação com torneira e alteração do fluxo de água*

Ao lado da banheira é possível ainda visualizar um candeeiro de pé (que é mostrado na figura 27) que permite explorar várias tonalidade e intensidades de luzes, e a sua influência no ambiente que a rodeia.



*Figura 27 - Candeeiro de pé*

### 3.3.3. Exploração do protótipo nos Ednet 87000 VR

Após a realização do protótipo foram feitos diversos testes em diferentes telemóveis e com diversas pessoas, como se pode visualizar na figura 28. Na sua análise pode constatar-se que um dos aspetos referidos foi a dificuldade na interação e que a mesma seria mais intuitiva se existisse alguma mensagem automática a indicar para onde o utilizador deveria começar a fixar o seu olhar. Contudo apesar de terem existido falhas com alguns dos smartphones utilizados, a experiência tida em conta foi aquela em que todas as interações estavam a funcionar corretamente.



*Figura 28 - Testes desenvolvidos com diferentes utilizadores*

No desenvolvimento deste protótipo, foi notória a dificuldade que pode ser sentida ao definir a escala do corpo do *start view position*, pois devido à escala do objeto importado e devido ao tipo de ficheiro importado, a escala pode ser alterada perdendo assim a noção das dimensões quando os objetos são carregados para o ambiente em separado. Por outro lado, pode ser encontrada outra dificuldade relacionada com a importação e a definição dos materiais, pois apesar de poderem ser carregados ficheiros onde já se encontravam presentes os acabamentos durante a importação o software não os reconhece e a biblioteca de materiais do mesmo é muito reduzida.

Apesar das dificuldades que podem ser sentidas, do ponto de visto do desenvolvedor, este software é bastante intuitivo e de aprendizagem fácil e rápida. É possível encontrar vários tutoriais e informações relativas ao funcionamento do software na internet. O Simlab torna-se assim um software de criação de realidade virtual único, fácil e cómodo, que não necessita de programação ou escrita de código para desenvolvimento de um ambiente. Apesar de ser um software que permite a realização de bastantes sequências intuitivamente sem a utilização de programação, o uso da programação poderia alargar as possibilidades, mas o seu uso é complexo para utilizadores que possam não ter bases para programar.

Deve ainda ter-se algum cuidado na seleção do smartphone a utilizar, não existem restrições a não ser as dimensões dos encaixes, mas o smartphone deve ter um processador que permita que a experiência flua em contínuo e que permita a realização das interações. Alguns smartphones utilizados para experimentar este protótipo não permitiam que a experiência fluísse naturalmente ou acabavam por fechar o software por dificuldades no processamento. Neste caso, foi utilizado um telemóvel com um processador da marca Exynos cuja RAM tinha 4 GB, por esse motivo poderiam ser utilizados smartphones com características semelhantes ou melhores.

#### 3.3.4. Exploração do protótipo nos Oculus Quest 2

Apesar da experiência ter sido desenvolvida para ser utilizada pelo headset Ednet 87000 VR, fez parte do processo a exploração do mesmo nos Oculus Quest 2 como método para a diferenciação entre a utilização dos dois headsets tendo em conta a mesma experiência para exigir uma comparação mais fiável.

A primeira diferença notória entre os dois é a qualidade e definição da imagem, nos Ednet esta depende do tipo de smartphone utilizado no caso dos Oculus o ecrã já está integrado e é preparado para receber este tipo de experiências. A capacidade de processamento dos Oculus Quest 2, ainda que contendo um processador de smartphone, consegue tirar um melhor proveito para o desempenho em experiências VR do que os próprios smartphones, o que melhora a experiência acrescentando-lhe qualidade gráfica e fluidez tornando a envolvimento do mundo virtual muito mais realista. A capacidade deste processador permite que estes tipos de experiências sejam carregados muito mais rapidamente do que num smartphone.

Outro dos aspetos diferenciadores entre estes dois equipamentos, é o facto da facilidade da utilização dos controlos remotos do Oculus Quest 2, quando comparamos os dois hardwares no momento da interação, verificamos que o Ednet necessita que o utilizador fixe o seu olhar por cinco segundos sobre o objeto com o qual pretende interagir, bem como para o local onde se pretende movimentar no espaço virtual, com os Oculus Quest 2 a facilidade de interação e movimentação é muito maior, através dos controlos remotos ou comandos, conseguimos interagir rapidamente e movimentarmo-nos com facilidade, usando os controlos ou

caminhando, pois o headset através dos seus sensores consegue identificar a movimentação do utilizador e replica-la no espaço virtual, concedendo assim ao utilizador a liberdade de movimentos no espaço virtual.

Dentro destes aspetos comparativos podemos ainda referir a qualidade sonora das experiências, através do Ednet o som que o utilizador ouve é reproduzido através do telemóvel, e é de fácil identificação a direção do som, porque a mesma provem sempre do mesmo objeto que é o smartphone, através do Headset Oculus Quest 2, o som dá nos a perceção de uma ambiente 3D em redor do utilizador, conseguindo com que o som se movimente ao longo da experiencia tendo em conta a posição do utilizador no espaço virtual, por exemplo, o som vindo de uma torneira a escorrer, torna-se totalmente diferente se o utilizador estiver próximo e de frente para a mesma, ou se o mesmo estiver longe.

Deste modo podemos concluir que qualquer tipo de experiência VR terá muito mais impacto no utilizador se for demonstrada num equipamento de melhor qualidade com é o caso dos Oculus Quest 2, transmitindo uma sensação de imersividade muito superior que um sistema de Headset com apoio a smartphone, cativando e envolvendo o utilizador num mundo virtual repleto de interações com as quais o mesmo pode interagir com se se tratasse de produtos reais, que estivessem em tempo real na sua frente.

Pode ser visto um teste do protótipo em [https://youtu.be/r\\_kRAw5uFSQ](https://youtu.be/r_kRAw5uFSQ) .





## 4. Caso de estudo

Como já referido a Bamer SA, começou a sua atividade pelo fabrico de divisórias e de armários estruturais para escritórios. Atualmente a empresa estendeu a sua atividade, desenvolvendo assim projetos de construção de carpintarias, para apartamentos, renovações de espaços, fabricando produtos que variam desde cozinhas, roupeiros, armários de casas de banho, e carpintarias especiais, como mesas de reunião e outro tipo de carpintarias ao desejo do cliente.

Avaliando o projeto de dissertação com a empresa, Bamer SA, a mesma procedeu à recolha de informação de modelos CAD de produtos já desenvolvidos que pudessem partilhar para integrar a experiência tipo showroom dos produtos. Assim a empresa forneceu modelos de projetos para obras já desenvolvidas, como por exemplo obras para a Nestlé, PLMJ entre outros.

Como tal, foram fornecidos modelos tridimensionais de copas ou cozinhas, bancadas, armários de hall de entrada e carpintarias especiais, modelos estes que a empresa achou pertinente serem integrados numa experiência imersiva deste género para que os clientes pudessem interagir e ficar a conhecer os mesmos, bem como a capacidade e qualidade quer da empresa, quer dos produtos desenvolvidos pela mesma.

Após a avaliação aos ficheiros CAD, foi necessário a criação de um espaço virtual para o showroom, onde todos estes produtos virtuais pudessem ser colocados para visualização do utilizador.

Ainda que desenvolvida com modelos tridimensionais já desenvolvidos pela empresa, esta experiência permite ao cliente, visualizar novos produtos e interagir com os mesmos de modo a alterar acabamentos e materiais, para uma avaliação e execução rápida do seu projeto.



#### 4.1. Desenvolvimento da experiência

Como já referido caso de estudo, foi desenvolvida com os vários dos modelos 3D fornecidos pela empresa Bamer. Neste espaço virtual, encontram-se cozinhas, bancadas, móveis de entrada e carpintarias especiais como uma estante. Estes produtos foram os escolhidos, pois demonstram a capacidade da empresa no desenvolvimento de vários tipos de projetos.

Esta experiência virtual, apresenta assim os produtos da empresa com os seus acabamentos, e com algumas interações para o utilizador.



Figura 29 - Caso de estudo desenvolvido com produtos da Bamer ,SA (a)

A experiência começava então com uma introdução formato áudio em inglês sobre a mesma onde dava a conhecer ao utilizador os comandos para se poder movimentar e interagir, bem como um plano introdutório sobre os produtos que iria visualizar no interior do espaço virtual.

A nível de deslocação os utilizadores poderiam escolher entre dois tipos de deslocação, a deslocação através de movimento no mundo real, e a deslocação de teletransporte no mundo virtual. Na primeira opção, e uma vez que o HMD utilizado era um hardware sem fios, possibilitou que o utilizador pudesse movimentar-se livremente o que por sua vez simularia os seus movimentos no mundo virtual, a

segunda opção funcionava através da ação no controlo remoto, pressionando um botão que permitia a deslocação por teletransporte para uma zona do espaço virtual onde o utilizador estaria a apontar com o controlo remoto. Tanto num caso como no outro foram definidos limites do espaço virtual, para notificar os utilizadores de quaisquer obstáculos no espaço real sobre os quais pudessem estar a aproximar-se. Deste modo o método de deslocação ficou à escolha dos participantes optando pelo mais confortável para os mesmos.

Dentro da experiência o utilizador poderia então visualizar os modelos à escala 1:1 e realizar uma medição dos objetos que pretendesse, de modo a obter uma leitura precisa das dimensões dos objetos que visualizava. Para além desta interação, os utilizadores poderiam adicionar objetos ao espaço virtual, como equipamentos de cozinha e cadeiras tornando assim o ambiente o mais real possível, podiam também visualizar os acabamentos definidos para cada produto e alterar as cores dos mesmos, acabamentos esses que permitiam dar a sensação de como seriam os produtos acabados num local de utilização final.



Figura 30 - Caso de estudo desenvolvido com produtos da Bamer ,SA (b)

Este caso de estudo pode ser visualizado em <https://youtu.be/RAOAKMoCYXY> .

## 4.2. Elaboração do questionário

Para validação do projeto desenvolvido foi realizado um questionário aberto de perguntas avaliadas qualitativamente realizado durante um focus group. Os indivíduos que participaram nesse momento foram elementos da empresa com distintos cargos para ampliar a avaliação realizada. Após a análise dos resultados planeou-se realizar melhorias ao produto para dar ao cliente uma melhor experiência e maior facilidade na interação com o mesmo.

O questionário inicia-se com a identificação do indivíduo, com o seu nome e cargo na empresa. Seguindo-se questões técnicas sobre o produto, assim como, as limitações na interação.

O questionário incluía as seguintes questões

**Pergunta 1** - Conhece o conceito de Realidade Virtual? Já alguma vez tinha participado numa demonstração imersiva de realidade virtual? Se sim, qual(ais)?

**Pergunta 2** - Como avalia esta demonstração? Até que ponto acha relevante a utilização desta tecnologia na empresa?

**Pergunta 3** - Quais foram as dificuldades sentidas durante a experiência?

**Pergunta 4** - A nível de qualidade gráfica da experiência, como a avalia? Acha importante e relevante a qualidade de iluminação do espaço virtual?

**Pergunta 5** - A nível de interações do utilizador sobre a experiência, como avalia?

**Pergunta 6** - Que tipos de interações gostaria ou acharia importantes para a gama de produtos da empresa?

**Pergunta 7** - Numa experiência melhorada, que gama de produtos da empresa gostaria que fossem incluídos?

**Pergunta 8** - Acha importante nesta nova experiência, incluir produtos que tornem o espaço mais imersivo para o utilizador? Como por exemplo, elementos de decoração? Quais seriam esses elementos?

## Pergunta 9 - Que outros comentários gostaria de fazer?

As perguntas deste questionário apesar do mesmo ser aberto foram desenvolvidas e direcionadas para permitir facilmente uma análise sobre as melhorias que poderiam ser aplicadas desenvolvimento da proposta final.

### 4.3. Resultados obtidos

Neste caso, a amostra selecionada visou vários elementos que constituem a equipa de design da empresa, cuja média de trabalho na área e na empresa corresponde a 4 anos, e com média de idades de 29 anos. Os resultados obtidos estão presentes nas figuras 31 à 39.

1. Conhece o conceito de Realidade Virtual? Já alguma vez tinha participado numa demonstração imersiva de realidade virtual? Se sim, qual(ais)?

6 respostas

Sim , é um experiência 360°. Não, foi a primeira vez.

Sim, experiência digital que nos mostra algo que não é real. Não, esta foi a primeira vez que experimentei.

Já, é uma experiência que nos envolve em algo que não existe. Sim, já tinha experimentado em jogos .

Já, interpreto como uma reflexão de parte da realidade numa experiência imersiva. Não, esta foi a primeira vez.

Sim, é um experiência imersiva totalmente virtual e que apesar de se assemelhar à realidade não existe. Experimentei para jogar uma vez na PS5.

Já conhecia conceito, é uma experiência se consegue esta num ambiente virtual e interagindo com objetos que se assemelham à realidade. Sim, já testei uma experiência virtual e já desenvolvi uma experiência teste.

Figura 31 - Resultados da pergunta 1 do questionário do caso de estudo

Quanto às respostas às questões foram-se alinhando entre si com algumas respostas em comum. A amostra selecionada conhecia já o conceito de VR mas só alguns elementos haviam experienciado a sua utilização, apesar de nenhum dos casos ter sido em contexto de empresa mas sim com jogos ou lazer.

2. Como avalia esta demonstração? Até que ponto acha relevante a utilização desta tecnologia na empresa?

6 respostas

Sim é relevante, para mostrar os produtos que a empresa tem e para demonstrar ao cliente a totalidade do projeto.

É bastante interessante para que os clientes perceberem o produto.

Pode ser bastante interessante a vários níveis. Pode facilitar sem dúvida a comunicação com o cliente dando-lhe uma noção real do que vai comprar. E a nível interno pode servir para detetar erros no 3D.

Acho bastante relevante.

É uma experiência inovadora na interação com o cliente.

É bastante relevante numa fase inicial do projeto para demonstrar os produtos ao cliente, bem como numa fase final.

Figura 32- Resultados da pergunta 2 do questionário do caso de estudo

A avaliação da experiência foi positiva e todos os elementos da amostra após a realização da experiência indicaram a mesma como bastante relevante para a utilização indicada, ou seja, para comunicação do produto ao cliente. Foi ainda referido por alguns elementos que a mesma poderia ser útil para demonstrações internas e correção de detalhes antes das peças ou produtos serem lançados para a produção, permitindo a correção de erros antecipada

3. Quais foram as dificuldades sentidas durante a experiência?

6 respostas

Nenhuma

Abrir a porta inicial e perceber os comandos.

Perceber os comandos

Movimentar, Aproximação mais linear, Simulação dos passos

Dificuldade na movimentação

Figura 33- Resultados da pergunta 3 do questionário do caso de estudo

Alguns indivíduos sentiram dificuldades na fase inicial da experiência por nunca terem utilizado um headset semelhante e por esse motivo não existiam conhecimentos suficientes sobre os comandos a utilizar para a realização da experiência. Este pequeno pormenor não interferiu com a utilização da experiência em si pois foi realizado na hora um pequeno tutorial sobre o mesmo o que permitiu que a experiência de utilização fosse semelhante para todos os elementos da amostra.

4. A nível de qualidade gráfica da experiência, como a avalia? Acha importante e relevante a qualidade de iluminação do espaço virtual?

6 respostas

Boa mas a experiência poderia ser mais realista.

Poderia ser mais detalhado

Experiência razoável, iluminação realista mas acabamentos do chão a melhorar.

Boa, mas poderia ser melhorada principalmente a nível dos acabamentos.

A experiência está muita boa.

Razoável. Sim, a iluminação é importante.

*Figura 34 - Resultados da pergunta 4 do questionário do caso de estudo*

A qualidade gráfica de toda a experiência também foi um aspeto importante, visto que grande parte dos indivíduos afirmou que a qualidade gráfica da experiência poderia ser melhorada tendo em conta os acabamentos o que acabaria por si, por tornar todos os produtos muito mais realistas, desta forma foi também discutida a questão da luminosidade do espaço virtual, em que todos concordaram que assim como os acabamentos e a qualidade gráfica da experiência a luminosidade também é bastante importante, e pode melhorar a partida a própria qualidade gráfica.

5. A nível de interações do utilizador sobre a experiência, como avalia?

6 respostas

Pouco realista, tentar melhorar a qualidade.
Poderia ser melhorado
Melhorar
Poderia ser melhor.
Melhorar ou acrescentar interações
Poucas, poderiam ser melhoradas a nível do produto.

Figura 35- Resultados da pergunta 5 do questionário do caso de estudo

Ao nível das interações, identifica-se que este primeiro caso de estudo com os produtos da empresa, ainda continha poucas interações, obtendo o feedback por parte dos inquiridos de que as mesmas deviam ser melhoradas e acrescentados novos e diferentes tipos de interação.

6. Que tipos de interações gostaria ou acharia importantes para a gama de produtos da empresa?

6 respostas

Abrir as portas dos armários e gavetas. Colocar uma legenda quando apontamos ou clicamos em cada produto com informações como o nome do produto, material utilizado, acabamentos, acessórios / ferragens, e outras informações relevantes.
Mexer no móvel (abrir e fechar)
Abrir pelo menos um armário, abrir a gaveta, paleta de acabamentos e acessórios.
Abrir pelo menos um armário, abrir a gaveta, alteração dos acabamentos.
Abrir as portas e visualizar os acessórios.
Abrir e fechar as portas dos módulos, alterar acabamentos.

Figura 36- Resultados da pergunta 6 do questionário do caso de estudo

Dentro das possíveis interações a implementar na experiência final, os indivíduos que participaram e visualizaram esta experiência, apresentaram propostas

para interações, como a abertura de portas dos módulos, existir uma paleta de acabamentos que permitisse a modificação dos mesmos, a visualização de acessórios, entre outros, de forma a explicar e apresentar o produto da melhor forma ao cliente.

7. Numa experiência melhorada, que gama de produtos da empresa gostaria que fossem incluídos?

6 respostas

Divisórias, uma experiência que reúna todos os produtos standard, outra semelhante com os produtos especiais mais importantes( divisória curva, cabceira rits, biblioteca redonda, entre outros)

Roupeiro e outros produtos standard

Divisórias, todos os produtos standard, melhores produtos especiais

Mesas, cozinhas, balcões

Gama de produtos standard e divisórias

Gama de produtos standard e alguns produtos especiais

*Figura 37- Resultados da pergunta 7 do questionário do caso de estudo*

Esta questão, permitiu identificar quais os produtos que a empresa tem mais necessidade de apresentar aos seus clientes, dentro de todos os que a empresa desenvolve e fabrica, a maioria dos indivíduos presentes neste inquérito, respondeu que deveriam ser utilizados os produtos standard desenvolvidos pela empresa, bem como os melhores produtos especiais, dando até alguns exemplos dos mesmos, isto porque desta forma, conseguiriam demonstrar o que de melhor se produz na empresa a cliente de uma forma única.



8. Acha importante nesta nova experiência, incluir produtos que tornem o espaço mais imersivo para o utilizador? Como por exemplo, elementos de decoração? Quais seriam esses elementos?

6 respostas

O uso de acessórios de decoração realistas, pode ajudar a tornar a experiência mais real e pode ajudar a vender mais facilmente o produto (plantas, objetos nas prateleiras, cadeiros, ..)

Para tornar mais realista pode ajudar introduzir plantas candeeiros ou outros elementos ou focar apenas nos produtos da empresa

Pavimento mais realista, outros elementos baralham o cliente.

Acabamentos apenas

Com alguns acessórios de decoração, pode ajudar a tornar a experiência mais real e pode ajudar a vender mais facilmente o produto.

*Figura 38- Resultados da pergunta 8 do questionário do caso de estudo*

A aplicação de elementos decorativos no espaço virtual, foi um aspeto referido por todos e que em concordância pela maioria dos elementos que participaram no inquérito, seria bastante importante integrar este tipo de elementos na experiência.

9. Que outros comentários gostaria de fazer?

6 respostas

Nenhum

Pode ser acrescentada uma casa de banho à experiência

*Figura 39- Resultados da pergunta 9 do questionário do caso de estudo*

Dentro dos comentários adicionais a gosto de inquiridos, não existiram grande comentários por parte dos mesmos, sendo que apenas um gostaria também de ver desenvolvida uma casa de banho no espaço virtual, de modo a aplicar os módulos de casa de baso desenvolvidos pela empresa.

Estes resultados encontram-se também em anexo, no anexo 8.6.

Esta análise dos resultados permitiu assim delinear as melhorias possíveis para a proposta final sendo elas as seguintes:

1. Tradução da introdução áudio para português e ser menos rápida. Ao ser em inglês à velocidade que foi reproduzida torna-se confusa para o utilizador. Deve ser como um tutorial para o utilizador que pode estar a utilizar este tipo de experiências pela primeira vez;
2. Devem existir interações com os produtos, possibilidade de abertura de gavetas e portas.
3. Existência de produtos decorativos no exterior e interior dos armários que possam ajudar a tornar o ambiente mais real, podendo existir um botão através do qual esconda esses objetos;
4. Serem apresentadas informações como os tipos de acabamentos possíveis, acessórios presentes e outras informações relevantes;
5. Serem apresentados outros produtos standard e outros produtos especiais da empresa;
6. Melhorar os acabamentos do chão para se tornar mais realista;
7. Paleta de materiais que permita alterar o acabamento do produto que se está a ver permitindo ao cliente seleccionar aquele que mais gosta ou aquele que pretende encomendar;
8. Existir um espelho da experiência noutra dispositivo para que o técnico que está a mostrar a experiência possa ver em tempo real o que o utilizador está a ver e poder auxiliar e conversar com ele durante a experiência, o que permite tirar dúvidas e acertar outros pormenores.



## 5. Experiência final

### 5.1. Desenvolvimento da experiência

A experiência final teve como objetivo aprimorar e melhorar o caso de estudo, como tal, foram analisadas as respostas aos questionários como forma de identificar os pontos chave a melhorar.



Figura 40 - Vista Geral da Experiência Final

Desta forma a experiência final (figura 40) começa com um áudio introdutório da mesma, permitindo ao utilizador perceber todos os comandos necessários para se movimentar e interagir e apresentado todo o produto que o mesmo está a visualizar. Como tal, a experiência representa um único conjunto de produtos desenvolvidos pela empresa, uma cozinha em formato L com ilha, esta cozinha apresenta módulos inferiores, módulos altos ou colunas, onde estão inseridos eletrodomésticos, módulos superiores e os módulos da ilha. Em todos os módulos foram criadas interações, que permitem ao utilizador abrir as portas, conseguindo identificar assim os acessórios utilizados, o número de prateleiras, e acabamento interior utilizado em cada módulo. É possível visualizar alguns exemplos deste tipo de interações nas figuras 41,42 e 43.

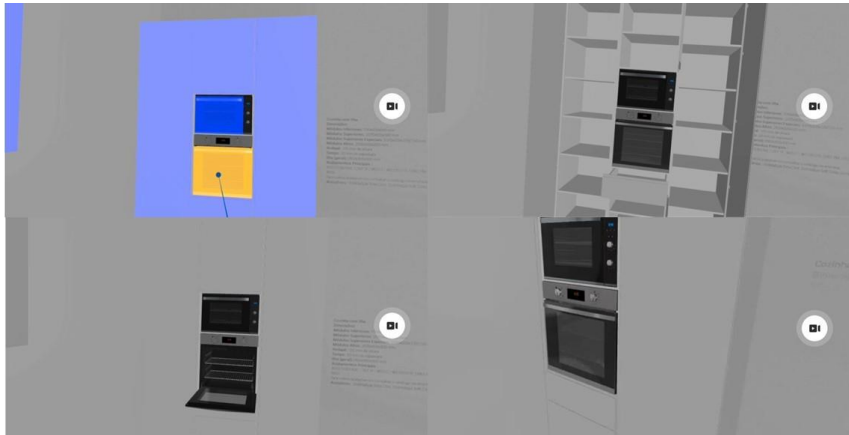


Figura 41 - Interações Módulo de Forno e Despenseiro

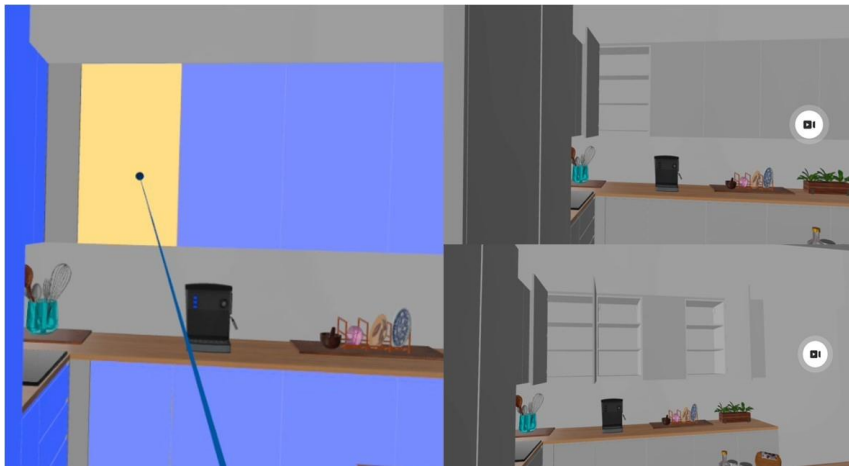


Figura 42 - Interação Módulos Superiores

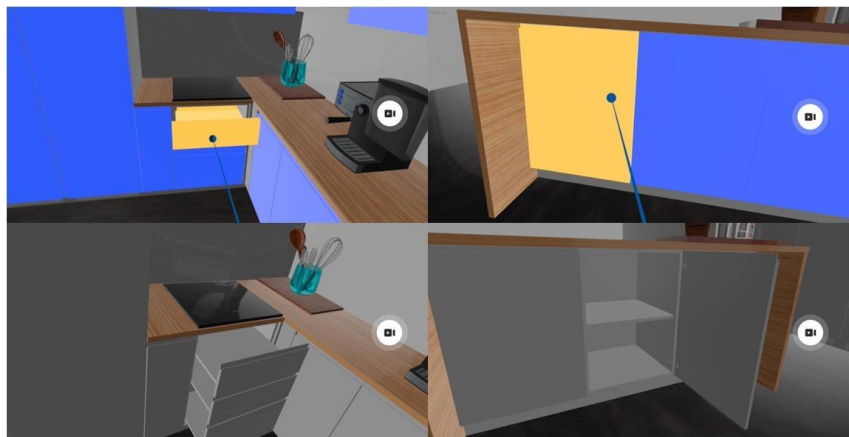


Figura 43 - Interações Módulos Inferiores

Foi ainda desenvolvido um tablet interativo, onde estão presentes vários acabamentos possíveis para a cozinha, desde acabamento de carvalho definido como M2511, o acabamento em branco B010 TF, e cinza o Ral 7022, estes acabamentos pertencem ao leque de acabamentos utilizados pela empresa presentes na figura 44 e permitem que o utilizador modifique os acabamentos das portas dos módulos, de modo a visualizar o acabamento que prefere.



Figura 44 -Lista de Acabamentos Standard da Bamer ,SA.

Neste mesmo tablet o utilizador consegue também alterar os acabamentos da bancada da cozinha, obtendo uma bancada com o acabamento de madeira, pedra acrílica branca ou preta, conforme pode ser visualizado na figura 45. Este nível de interações que permitem a modificação de acabamentos permitem ao utilizador identificar os acabamentos que vão de acordo com o projeto idealizado e ter uma ideia final de como será o produto final.



*Figura 45 - Alteração dos acabamentos*

Nesta experiência, foi ainda aprimorado o nível gráfico dos acabamentos, aproximando o produto virtual ao produto final tornando-o mais realista possível, dentro destas melhorias visuais e gráficas, foi ainda melhorado o nível e qualidade da luminosidade do ambiente virtual bem como o acabamento de todo o ambiente desde paredes e pavimento utilizado na experiência.

Uma vez que os acessórios e acabamentos presentes na experiência são unicamente os standards e não todos os possíveis de utilizar pela empresa, foi ainda criado um painel informativo (figura 46) que pode ser lido pelo utilizador, onde constam os todos acabamentos utilizados e possíveis para o produto, bem como os acessórios que o mesmo pode utilizar. Desta forma serve de acréscimo de informativo para o utilizador apresentando um leque de escolhas possíveis para o produto. Dentro deste painel informativo, constam ainda as dimensões gerais dos módulos, sabendo que, as dimensões finais para um produto deste género variam tendo em conta as medidas do espaço real.

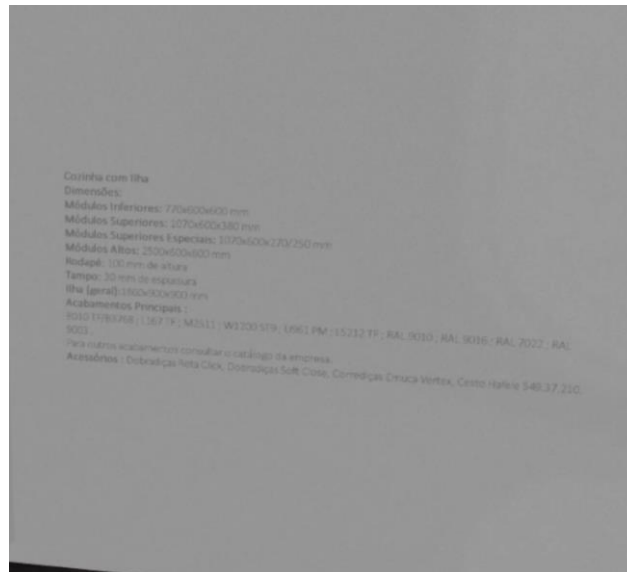


Figura 46 - Painel Informativo

Foi ainda possível, conectar a experiência em tempo real com um dispositivo móvel, neste caso um smartphone, de modo a poder-se visualizar os movimentos e a experiência de cada utilizador, podendo assim auxiliá-lo durante toda a sua interação no espaço virtual como se pode verificar na figura 47.

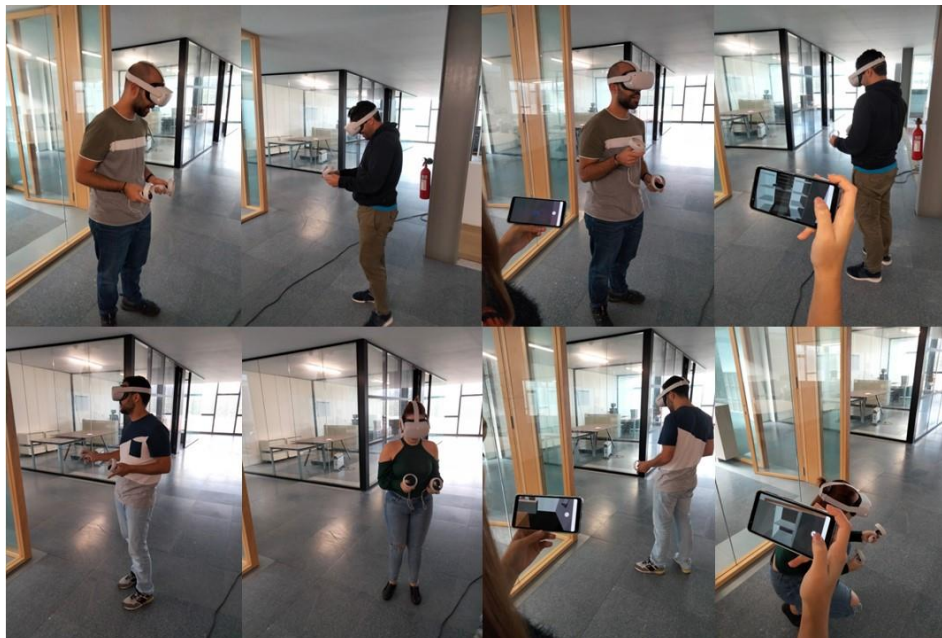


Figura 47 - Teste da Experiência Final na Empresa



Esta experiência virtual, corresponde assim aos objetivos definidos para o projeto, permitindo que o utilizador visualize e interaja com os produtos, possibilitando a comunicação e validação dos mesmos junto do cliente, que é um aspeto chave para o desenvolvimento de produto na empresa. Esta experiência permite também que possíveis novos clientes, possam verificar a tipologia e qualidade dos produtos desenvolvidos na Bamer, escolhendo assim a mesma para o desenvolvimento dos seus produtos, uma vez que poucas empresas no mercado conseguem transmitir e publicitar os seus produtos através de uma experiência totalmente imersiva e interativa com os seus clientes, este é m aspeto chave que pode tornar-se em vários ganhos para a Bamer, SA. Esta experiência final pode ser visualizada em [https://youtu.be/qYCJtR3sL\\_I](https://youtu.be/qYCJtR3sL_I) e um exemplo da utilização em <https://youtu.be/qAyHhsa1LYY> .

## *5.2. Elaboração de um questionário*

Tendo em conta a aprendizagem obtida através do caso de estudo, para o questionário final selecionaram-se questões fechadas e abertas para facilitar a análise das mesmas.

No início do questionário era introduzido o tema e realizada uma breve contextualização, sendo que utilizado o texto que se segue:

“Este questionário será realizado no seguimento do projeto desenvolvido em parceria com a **BAMER, SA** e pressupõem a realização da primeira experiência. As perguntas apresentadas visam a avaliar a experiência demonstrada e compará-la à anterior, no âmbito do projeto de dissertação “**Realidade Virtual como meio de comunicação de produtos de mobiliário customizado**”, projeto este desenvolvido em parceria com a **BAMER, SA.**”

A acompanhar esta introdução apresentou-se a figura 48:



Figura 48 - Imagem do Questionário Final © (Enterprise, 2022)

Após esta pequena introdução de contextualização pedia-se ao indivíduo para se identificar através dos mesmos dados pedidos no questionário utilizado para o caso de estudo, ou seja, nome, idade, cargo na empresa, anos de experiência, anos de trabalho na BAMER.

O questionário incluía as seguintes questões

**Pergunta 1** - Comparativamente à experiência anterior, utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 representa muito mau e 5 representa muito bom, como avalia:

Escala: 1- Muito Mau ; 2- Mau; 3- Suficiente; 4- Bom; 5- Muito Bom

**Alínea 1:** A introdução áudio.

**Alínea 2:** A alteração dos acabamentos.

**Alínea 3:** A qualidade gráfica da experiência

**Alínea 4:** A qualidade gráfica da experiência

**Alínea 5:** A deslocação/movimentação do “corpo virtual” ao longo da experiência.

**Alínea 6:** A iluminação.

**Alínea 7:** A decoração presente.

**Alínea 8:** A proximidade da experiência à realidade.

**Alínea 9:** A experiência no geral.

**Pergunta 2** - Quais foram as dificuldades sentidas?

**Pergunta 3** - Acha necessária a existência de um tutorial experimental/prático dos comandos para usufruir melhor da experiência?

**Pergunta 4** - Comente a importância deste tipo de experiência para a empresa.

**Pergunta 5** - Avalie a importância de existir uma discussão com o cliente durante a experiência.

**Pergunta 6** - Que outros comentários gostaria de fazer?

### ***5.3. Resultados obtidos ao questionário***

À semelhança do caso de estudo esta experiência virtual, conta com várias interações que podem ser executadas ao longo de toda a experiência do utilizador. Contudo foram consideradas algumas melhorias com base na análise do caso de estudo como a possibilidade de o utilizador escolher um leque de acabamentos, selecionados pela empresa para aplicar no seu produto, permite ainda que o mesmo tenha uma noção dimensional do produto que está a pedir, devido à escala real de 1:1 que está presente na experiência.

A amostra manteve-se idêntica à amostra anterior para que pudesse ser realizada uma comparação entre o caso de estudo e a experiência final e existir um acompanhamento da evolução da mesma, visando assim os elementos da equipa de design da empresa.

## Pergunta 1

### 1.1. A introdução áudio.

6 respostas

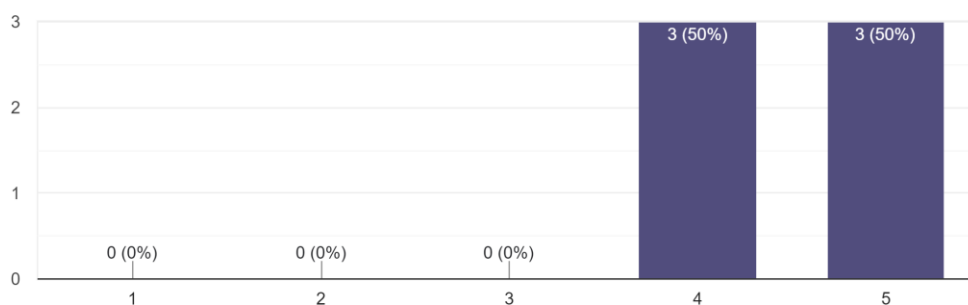


Figura 49 - Resultados da pergunta 1.1 do questionário da experiência final

A primeira questão servia para avaliação da introdução por áudio, que podemos comprovar pela resposta à questão que foi avaliada positivamente. Contudo, foi sugerido que a introdução inicial poderia ser ajustada às necessidades da empresa sendo assim adaptada para várias línguas, principalmente as línguas de comunicação da empresa que são o português, inglês, francês e espanhol.

### 1.2. A alteração dos acabamentos.

6 respostas

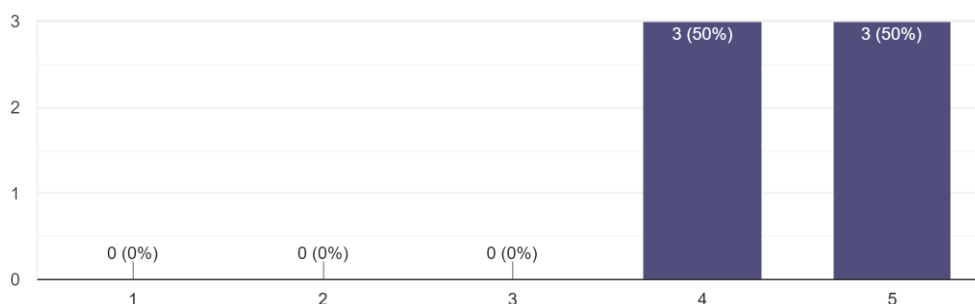


Figura 50 - Resultados da pergunta 1.2. do questionário da experiência final

Quanto ao método utilizado para a alteração de acabamentos, os utilizadores avaliaram-no como entre o bom e muito bom, sendo que sugeriram algumas sugestões para complementar este método, sugestões essas que passam por aumentar os botões interativos para a mudança de acabamento, bem como

possivelmente acrescentar uma legenda com o nome do acabamento que o utilizador seleciona.

### 1.3. A qualidade gráfica da experiência

6 respostas

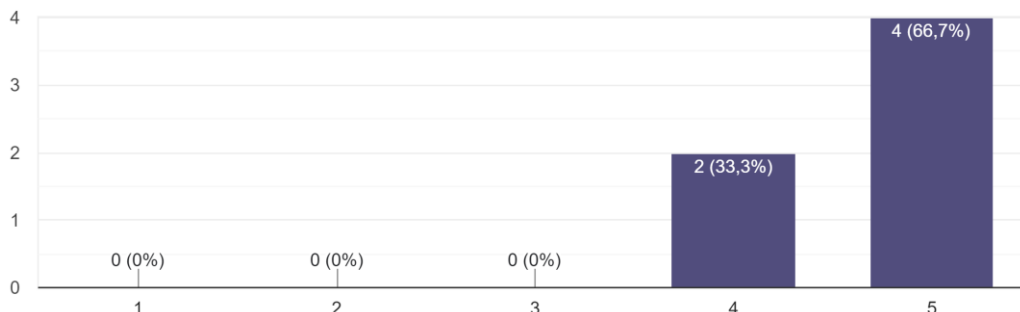


Figura 51 - Resultados da pergunta 1.3. do questionário da experiência final

A qualidade gráfica da experiência foi maioritariamente avaliada como muito boa, sendo que este tópico engloba um conjunto de ferramentas como a luminosidade correta, a escolha de melhores acabamentos, quer para os próprios módulos que para o ambiente em redor, todo este conjunto de tópicos, consegui assim dar resposta aos requisitos dos utilizadores na experiência passada e melhorar assim a qualidade gráfica de toda a experiência.

### 1.4. A deslocação/movimentação do "corpo virtual" ao longo da experiência.

6 respostas

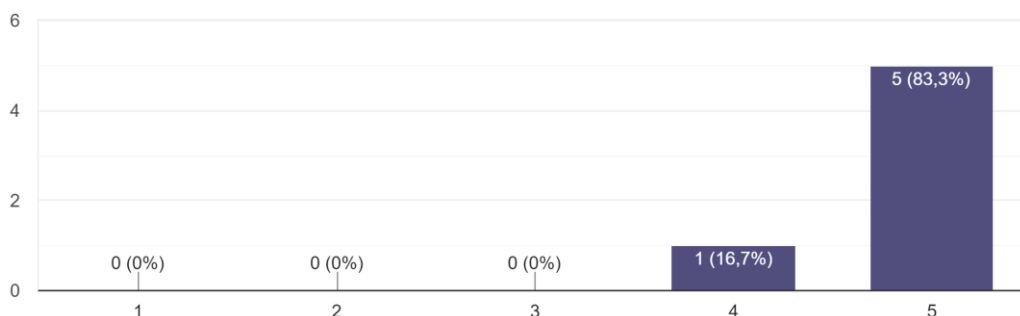


Figura 52 - Resultados da pergunta 1.4. do questionário da experiência final

Como já referido a deslocação do utilizador no espaço virtual pode ser feita de duas formas, através da deslocação no mundo real, que é replicada no mundo virtual

devido aos sensores de movimento presentes no *headset*, e através de teletransporte no mundo virtual, onde com a ação dos controlos remotos o utilizador consegue deslocar-se no espaço. Estes dois tipos de movimentação permitem que o utilizador se sinta o mais confortável possível em deslocar-se em toda a experiência, escolhendo o tipo de deslocação que seja mais confortável para o mesmo.

#### 1.5. A iluminação.

6 respostas

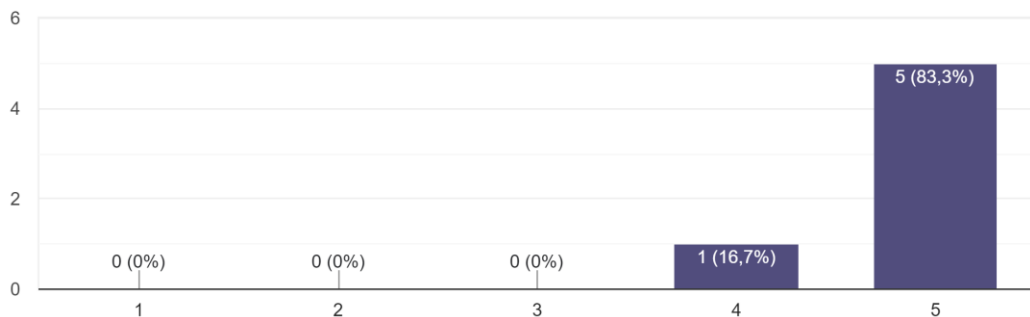


Figura 53 - Resultados da pergunta 1.6. do questionário da experiência final

Um dos aspetos a melhorar do caso de estudo para a final era a iluminação no espaço virtual, desta feita, foi corrigida e adicionada iluminação de luz branco de modo a proporcional a qualidade gráfica ao ambiente virtual, e melhorar todo o ambiente da experiência, assim os indivíduos que executaram a experiência e participaram no questionário avaliaram a iluminação com muito boa, o que representa que a iluminação do espaço virtual, se assemelha à iluminação num espaço real, tornando toda a experiência muito mais realista.

### 1.6. A decoração presente.

6 respostas

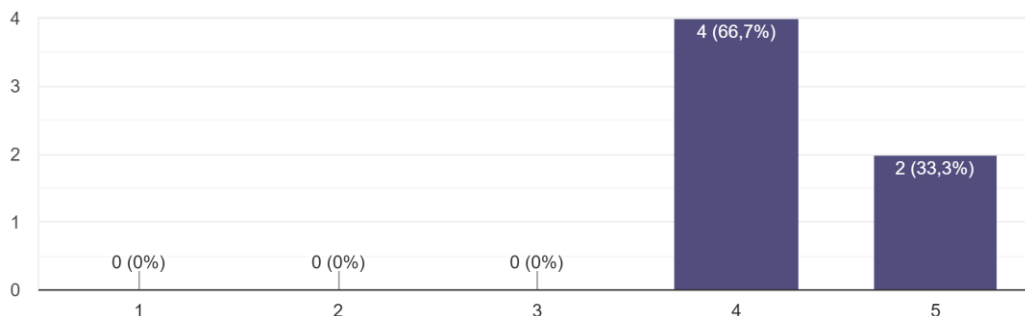


Figura 54 - Resultados da pergunta 1.6. do questionário da experiência final

No caso de estudo, um dos requisitos retirados através do mesmo, foi a adição de elementos decorativos ao espaço virtual, permitindo que o mesmo se aproximasse ao máximo do ambiente de utilização real do produto. Como tal, e tratando-se de uma cozinha, foram adicionados eletrodomésticos e utensílios de cozinha à mesma, que permitiam a interação com os mesmos, o utilizador poderia assim interagir com a placa vitrocerâmica, o forno, micro-ondas e máquina de café. Ainda que a avaliação destes elementos tenha sido positiva, alguns indivíduos sugeriram ainda a colocação de mais elementos decorativos.

### 1.7. A proximidade da experiência à realidade.

6 respostas

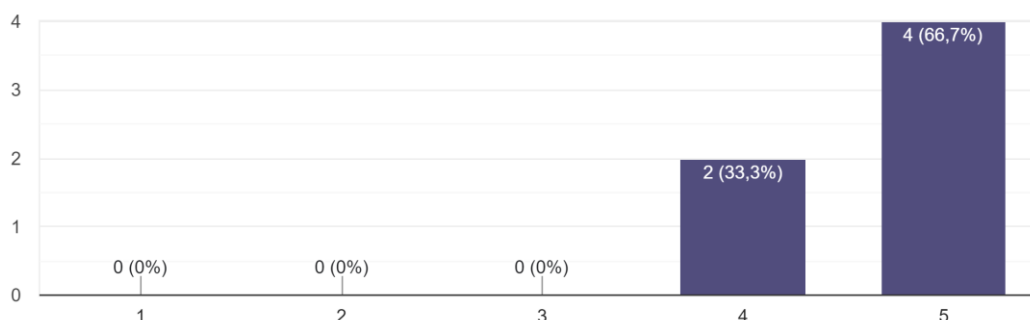


Figura 55 - Resultados da pergunta 1.7. do questionário da experiência final

Como se verifica, a proximidade da experiência à realidade foi avaliada positivamente, ou seja, está muito semelhante à realidade, sabendo-se que com se trata de uma experiência virtual desenvolvida por computação, existem sempre limitações, uma vez que os motores de desenvolvimento deste tipo de experiências por muito reais que as tornem, nunca chegam a ser completamente iguais à realidade, quer por questões de funcionalidade quer por questões gráficas, contudo os participantes referiram que esta experiência quer se aproximava muito da realidade em ambos os sentidos.

#### 1.8. A experiência no geral.

6 respostas

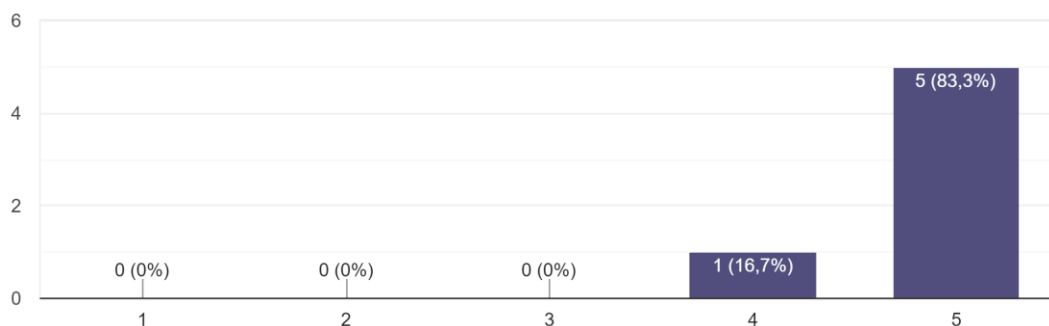


Figura 56 - Resultados da pergunta 1.8. do questionário da experiência final

Os participantes apreciaram bastante a experiência no geral, referiram que a mesma será muito útil para a comunicação do produto com os clientes, e que certamente será uma das primeiras empresas neste setor com este tipo de tecnologia, o que permitirá alcançar novos clientes. Contudo, referiram também que seria importante ser inseridos ou desenvolvidas novas experiências para demonstrar outros produtos, podendo assim ter um showroom virtual para demonstrarem vários tipos de produtos aos clientes.



## Pergunta 2

A maior parte das dificuldades sentidas devem-se a utilização dos controlos remotos, uma vez que os participantes não sabiam bem qual dos botões premir para desenvolver as ações, este tipo de dificuldade foi totalmente ultrapassada sendo que só foi sentida no início da experiência. Outra dificuldade sentida foi na troca de acabamentos, uma vez que os botões de interação para essa mesma troca presentes no tablet, estavam relativamente pequenos, o que tornava difícil os participantes apontarem com o controlo sobre os mesmos botões, esta dificuldade pode ser totalmente corrigida aumentando a dimensão dos botões interativos para a mudança de acabamentos.

### 2. Quais foram as dificuldades sentidas?

6 respostas

Primeiros movimentos com os comandos

Alteração acabamentos

Adaptação inicial à tecnologia

A pontaria e o movimento

Não aparece a mira

Nenhumas

*Figura 57 - Resultados da pergunta 2 do questionário da experiência final*

### Pergunta 3

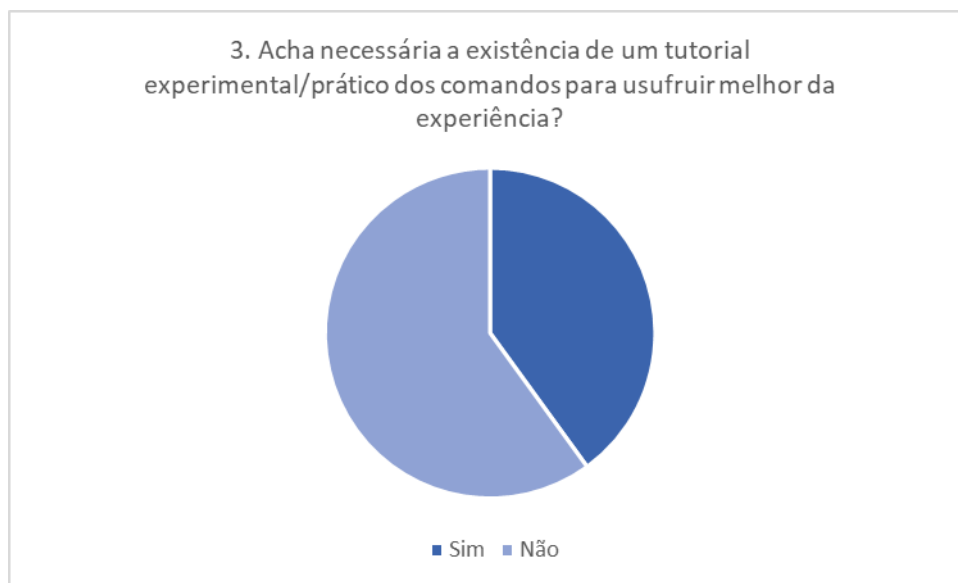


Figura 58 - Resultados da pergunta 3 do questionário da experiência final

A terceira questão, referia a possibilidade da existência de um tutorial experimental, de forma que os utilizadores se ambientassem com os comandos para interagirem, antes de entrarem na própria experiência, desta forma poderiam usufruir melhor da experiência sem dificuldades, a resposta a esta questão foi quase unanime, tendo os participantes respondido que deveria existir um tutorial que permitisse ao utilizador aprender rapidamente os comandos necessários para usufruir da experiência.

### Pergunta 4

Nesta questão era pedido aos participantes que comentassem sobre a importância deste tipo de experiência virtual na empresa, e as respostas obtidas foram semelhantes. Muito focados nos clientes, os participantes responderam que este tipo de experiências permite que os clientes conheçam o conceito do mobiliário, interajam com o produto que estão a comprar, e desta forma visualizarem o produto de uma forma muito mais realista antes do mesmo estar produzido. Assim conclui-se que este tipo de experiência é uma mais-valia para a comunicação e divulgação dos produtos da empresa.

4. Comente a importância deste tipo de experiência para a empresa.

6 respostas

A interação com o cliente é muito mais realista e torna a venda mais simples

Uma mais valia para a divulgação do produto ao cliente.

Dar a oportunidade ao cliente de ter uma pré interação com o produto que está a comprar

Para apresentar ao cliente é uma mais valia

E importante, pois o cliente pode ver o produto de uma forma mais realística

Muito importante, na vertente de expor a um cliente o conceito do mobiliário

Figura 59 - Resultados da pergunta 4 do questionário da experiência final

## Pergunta 5

Esta questão avaliava a importância de existir uma discussão/ troca de ideias com o cliente durante a experiência, uma vez que é possível fazer *mirror* da experiência através de um smartphone ou de outro dispositivo, consegue-se visualizar o que o utilizador está a ver no mundo virtual. Desta forma, os participantes referiram que será um aspeto bastante necessário, pois assim é possível referir detalhes e outro tipo de informação que seja pertinente ao cliente e que o mesmo não consiga identificar ou perceber através da experiência, complementando assim a mesma.

5. Avalie a importância de existir uma discussão com o cliente durante a experiência.

6 respostas

É importante devido à troca de ideias e alterações possíveis

É importante que haja um diálogo para orientar o cliente ao longo da apresentação.

Para que ele perceba melhor o que foi executado e fazer perceber todos os detalhes do produto

Para discutir acabamentos e acessórios

E bom que haja interação para o cliente ter a noção de alguns detalhes

Seria útil, para anotar modificações ao conceito ou melhorias possíveis

Figura 60 - Resultados da pergunta 5 do questionário da experiência final

## Pergunta 6

A última questão, pedia aos participantes que escrevem outros comentários a gosto sobre a experiência no geral, ou de algo que pudesse ser melhorado. A maioria dos participantes, descreveu que poderia existir um maior leque de acabamentos para os produtos, bem como de escolha de vários acessórios para os mesmos, como por exemplo, vários tipos de dobradiças e puxadores, referiram ainda que seria importante abranger a experiência a outros tipos de produtos desenvolvidos pela empresa.

6. Que outros comentários gostaria de fazer?

6 respostas

A experiência melhorou bastante em termos de interação com o utilizador, acrescentaria a troca de acessórios também

Melhorar a qualidade gráfica, acabamentos e os 3ds.

Colocação das corredeiras e dobradiças em condições

Mais acabamentos e mais acessórios

Poderia ter mais exemplos, como por exemplo um escritório todo mobilado

Poder haver um leque maior de escolhas de acabamentos externos e internos do mobiliário

*Figura 61 - Resultados da pergunta 6 do questionário da experiência final*



## 6. Conclusões

### 6.1. Comparação entre o trabalho antes e após o VR

#### **Comunicação do produto atual**

O processo de comunicação do produto atualmente é feito através de um sistema básico que se reflete em partilhas dos CAD's ou dos desenhos técnicos gerais do projeto. No caso de a partilha ser realizada através dos desenhos 2D normalmente são cedidos em formato .pdf ou impressos, que chegam ao cliente através do engenheiro de obra para ser realizada a validação do mesmo. Este método pode tornar-se dispendioso por vários motivos quer para a equipa de preparação, quer para o próprio cliente. O tempo de preparação do projeto é longo e pode variar de projeto para projeto por implicar a modelação peça a peça, de todos os módulos, tornando-se assim dispendioso tendo em conta a preparação necessária. Após o CAD do projeto estar desenvolvido existe a necessidade de desenvolver desenhos 2D do projeto para serem enviados para validação. Por outro lado, este processo pode ser dispendioso também na produção dos vários produtos, pois através dos desenhos 2D existe uma difícil perceção do projeto tanto da parte do cliente como internamente a nível da equipa de produção e da equipa de controlo e qualidade, este processo pode assim gerar erros humanos que resultam em erros produtivos e por sua vez em material desperdiçado, algo que provoca despesas para a empresa a dois níveis, tempo e material propriamente dito. O cliente durante o processo de validação por vezes não compreende o produto corretamente, tanto pela escala do desenho que na maior parte das vezes não corresponde à escala real, esse facto dificulta a perceção de todos os componentes do produto e pode até ser influenciado pelo facto de o cliente poder não saber ler um desenho 2D. Com base em todas estas questões e devido ao facto da fase da validação do projeto ser uma das mais importantes conclui-se que este tipo de processo apesar de ser o utilizado pela empresa pode ser otimizado e assim melhorar todo o desenvolvimento e fabrico do produto.

## **Comunicação do produto através do uso do VR**

A utilização do VR como comunicação do produto, poderá ter duas vertentes, a aquisição de clientes e a validação do produto junto dos clientes. Neste último caso, como já referido, atualmente a empresa utiliza a partilha de ficheiros CAD e desenhos 2D em formato .pdf ou impressos, desta forma a comunicação VR poderá servir como complemento ao método já utilizado, sendo que apresenta oportunidade do cliente poder visualizar os acabamentos do produto que comprou, visualizar o produto no espaço final de utilização, interagir com o mesmo e até tirar medições de todo o espaço com o produto inserido, uma vez que toda a experiência está à escala de 1:1. Este tipo de complementação de comunicação, permite que o cliente fique a compreender corretamente todo o produto que está a comprar, bem como todos os acessórios utilizados no mesmo e as suas funcionalidades, e facilita a leitura do produto para qualquer cliente que não saiba ler desenhos técnicos ou desenhos em 2D.

A comunicação através do VR pode ainda nas fases de validação, ser utilizada pelas equipas da empresa, de modo a identificar possíveis erros de modelação que possam ter ocorrido durante o processo de desenvolvimento de produto muito mais facilmente do que através de desenhos 2D. Desta forma, este tipo de erros posse ser rapidamente corrigido antes dos produtos entrarem no seu processo de fabrico, colmatando assim custos associados a erros de maquinação e de produção.

Para a aquisição de novos clientes, a comunicação do produto através do VR, permitirá à empresa cativar o cliente de uma nova maneira, a empresa não necessita de desenvolver reuniões presenciais para demonstrar os produtos desenvolvidos pela mesma fisicamente, pode através desta tecnologia apresentar os produtos num showroom virtual, totalmente imersivo e interativo para o cliente, onde o mesmo fica a conhecer as diversas tipologias de produtos desenvolvidos na empresa, os diferentes acabamentos que esses produtos podem ter, bem como os acessórios e funcionalidades dos mesmos. Dentro deste tipo de experiências a empresa consegue tirar qualquer tipo de questão que surja ao cliente, estando o mesmo a visualizar diretamente o produto no mundo virtual, ficando assim a conhecer e a perceber de uma forma melhorada todos os produtos.

## 6.2. *Sugestão de aplicação na empresa*

A apresentação do produto ao cliente dá-se por norma em dois pontos decisivos para a empresa, no início do projeto, dando a conhecer os produtos e soluções desenvolvidas pela empresa ao cliente, e para finalizar o processo de desenvolvimento do produto, demonstrando assim ao cliente o produto na fase anterior à sua produção.

Uma vez que a empresa conta com escritórios em Lisboa, Espanha e que a fábrica está sediada em Aveiro, seria do interesse da mesma disponibilizar em cada uma das suas instalações um Headset sem fios, como o utilizado no desenvolvimento deste projeto. Sendo que grande parte das reuniões com clientes da empresa, ocorrem presencialmente, será do interesse da própria empresa dispor de um Headset VR para apresentação dos produtos ao cliente, sendo que optando por um hardware sem fios permitirá que as reuniões possam acontecer quer no espaço da empresa, ou noutra local sem comprometer assim a apresentação do produto.

Aconselha-se ainda a que a empresa se conecte através de outro dispositivo à experiência que o cliente está a visualizar e interagir, de modo que possa tirar qualquer tipo de dúvida que surja ao cliente, ou até mesmo a auxiliá-lo durante a experiência, caso se verifique que o mesmo necessita.

Quando a abordagem com o cliente não permita o contacto direto com o mesmo, e haja a necessidade de ser feita à distância, é aconselhado que a empresa disponha durante a reunião uma apresentação com uns pequenos vídeos da experiência, disponibilizando-a no final para o cliente através de um link ou de uma partilha em cloud, para que o mesmo possa usufruir, e passar o feedback sobre os produtos com os quais visualizou e interagiu.

Como já referido, uma boa comunicação do produto é um fator chave para a aquisição de novos clientes, e com uma experiência imersiva e interativa em realidade virtual dos produtos da empresa, a capacidade de cativar novos clientes através do primeiro contacto com a realidade virtual sobe exponencialmente.



### 6.3. *Trabalho futuro*

Tendo em conta todos os testemunhos obtidos e as análises feitas anteriormente, conclui que a implementação deste tipo de experiência se adequa às necessidades da empresa. A sugestão trabalho futuro passará por tornar possível a existência de uma experiência para cada um dos produtos standard da empresa e para alguns dos produtos especiais (produtos feitos à medida do cliente) que permitam ao cliente perceber melhor quais são os projetos que se podem materializar. Para além destas experiências que devem estar disponíveis em qualquer escritório da empresa através de um headset, as mesmas devem ser trabalhadas em maior pormenor do que a experiência apresentada.

Fazendo uma avaliação mais pormenorizada do trabalho que pode ser desenvolvido para tornar a experiência ainda mais profissional e adequada ao nível de qualidade que a Bamer oferece aos seus clientes, pode tornar-se relevante o cliente realizar um tutorial para se familiarizar com todos os comandos disponíveis antes de se realizar a experiência.

A introdução inicial pode ser ajustada às necessidades da empresa e substituída por uma gravação realizada através de um software de leitura de texto, possibilitando que esse mesmo texto seja adaptado para várias línguas, sendo que as principais línguas de comunicação da empresa são o português, inglês, francês e espanhol. Existe também a possibilidade de selecionar a língua pretendida para o áudio na experiência, por exemplo através de botões com as bandeiras, tornando possível também a repetição desse mesmo áudio o número de vezes que for necessário.

Em relação à luz ambiente pode ainda tornar-se relevante a sua alteração pois a mesma pode influenciar a visualização do acabamento devido aos reflexos da luz no material. Para a realização desta alteração devem ser considerados os 3 tipos de luz mais utilizados, sendo eles a luz amarela (3000 Kelvins), luz neutra (4000 Kelvins) e luz branca (6000 Kelvins), como se pode visualizar na figura 62.

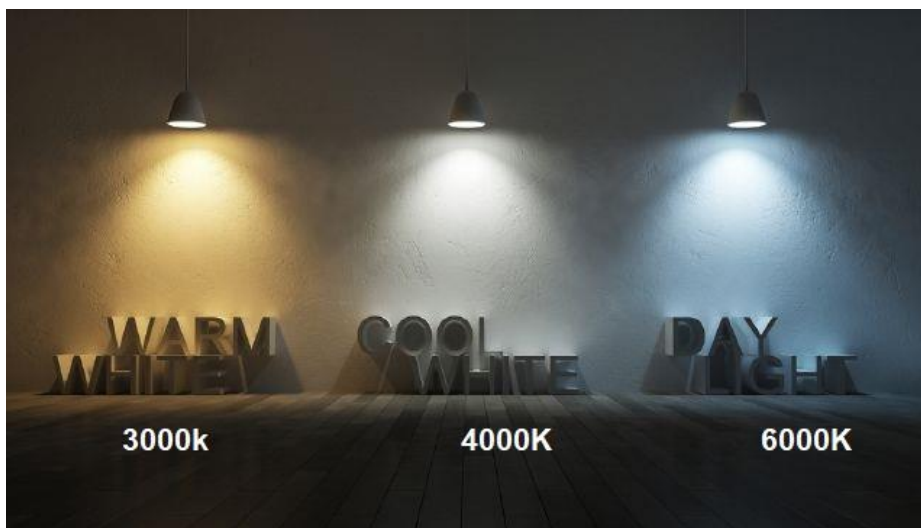


Figura 62 – Tonalidades da luz © (Eletroiluz, 2022)

Quanto aos acabamentos que a empresa disponibiliza, a experiência poderá disponibilizar todos os acabamentos utilizados no fabrico de produtos standard, como já foi apresentado anteriormente. Para tal é necessário a realização de um estudo sobre a criação de materiais, para chegar a acabamentos semelhantes no software pois a sua biblioteca não apresenta possibilidades parecidas a todos os acabamentos disponíveis para os produtos standard e pode ainda haver a necessidade de criar acabamentos diferenciados para produtos especiais ou até a pedido do cliente nos produtos standard.

Pode torna-se interessante o aumento do tamanho do “tablet” de alteração de acabamentos, pois existiram diversas dificuldades na sua utilização que se podem dever ao tamanho reduzido da área que deve ser selecionada. Pode ainda ser acrescentada uma legenda que permita ao utilizador perceber mais facilmente qual a função associada a cada botão ou mesmo fazer referência ao nome do acabamento.

Neste tipo de experiência todos os pormenores são relevantes para aproximar o protótipo do que é o produto real, tornando-se assim fundamental os modelos conterem todos os acessórios com os decalques da empresa, existindo ainda a possibilidade da alteração de acessórios durante a experiência.

Em suma, podem ser realizados as melhorias identificadas acima e outras que a empresa possa sugerir por serem relevantes ao seu posicionamento no mercado ou à precessão do cliente sobre o produto.



## 7. Referências Bibliográficas

- Bordegoni, M., & Caruso, G. (2012). Mixed reality distributed platform for collaborative design review of automotive interiors: This paper presents how mixed reality technologies allow a closer collaboration among designers, final users and engineers and hence reduce the time for reviewing. In *Virtual and Physical Prototyping* (Vol. 7, Issue 4, pp. 243–259).
- Cabinet Vision. (2021). *Cabinet Vision*. Cabinet Vision. <https://www.cabinetvision.com/>
- Damiani, L., Demartini, M., Guizzi, G., Revetria, R., & Tonelli, F. (2018). Augmented and virtual reality applications in industrial systems: A qualitative review towards the industry 4.0 era. In *IFAC-PapersOnLine* (Vol. 51, Issue 11, pp. 624–630). Elsevier B.V.
- De Silva , RKJ and Rupasinghe , TD and Apeageyi, P. (2018). *A collaborative apparel new product development process model using virtual reality and augmented reality technologies as enablers . International Journal of Fashion* (Vol. 12, pp. 1–11).
- Dixon, S. (2006). A history of virtual reality in performance. In *International Journal of Performance Arts and Digital Media* (Vol. 2, Issue 1, pp. 23–54). <https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=rpdm20>
- Freitag, M., Westner, P., Schiller, C., Nunez, M. J., Gigante, F., & Berbegal, S. (2018). Agile Product-Service Design with VR-technology: A use case in the furniture industry. In *Procedia CIRP* (Vol. 73, pp. 114–119). Elsevier B.V.
- Gomes, J., & Congo, J. (2018). Realidade Virtual. In *Instituto Superior Técnico*.
- Google Developers. (2018). *Daydream View*. Google VR. <https://developers.google.com/vr/discover/daydream-view>
- Gravity Sketch. (2021). *AROUND 2021*. Gravity Sketch. <https://www.gravitysketch.com/around-2021-recordings/>
- Grudzewski, F., Awdziej, M., Mazurek, G., & Piotrowska, K. (2018). Virtual reality in marketing communication – the impact on the message, technology and offer perception – empirical study. In *Economics and Business Review: Vol. 4(18)* (Issue 3, pp. 36–50).
- Gustafsson, D. (2019). *Analysing the Double diamond design process through research & implementation 2 Content*.
- Hohstadt, T. (2011). *The Age of Virtual Reality* (Damah Medi). Damah Media.
- Interrante, V., Höllerer, T., & Lécuyer, A. (2018). Virtual and Augmented Reality. In *IEEE Computer Graphics and Applications* (Vol. 38, Issue 2, pp. 28–30).

- Jerald, J., & Ph.D. (2016). *The VR Book - Human-Centered Design for Virtual Reality* (M. Tamer Ozsu (ed.); First Edit). ACM Books Series.
- Laing, S., & Apperley, M. (2020). The relevance of virtual reality to communication design. In *Design Studies* (Vol. 71, p. 100965). Elsevier Ltd.
- Liagkou, V., & Stylios, C. (2019). Introducing VR technology for increasing the digitalization of SMEs. In *IFAC-PapersOnLine* (Vol. 52, Issue 13, pp. 451–456). Elsevier Ltd.
- Machover, C., & Tice, S. E. (2014). Virtual Reality. In *IEEE Computer Graphics and Application* (Vol. 1, Issue January, pp. 15–16).
- Marini, D., Folgieri, R., Gadia, D., & Rizzi, A. (2012). Virtual reality as a communication process. In *Virtual Reality* (Vol. 16, Issue 3, pp. 233–241).
- Masoni, R., Ferrise, F., Bordegoni, M., Gattullo, M., Uva, A. E., Fiorentino, M., Carrabba, E., & Di Donato, M. (2017). Supporting Remote Maintenance in Industry 4.0 through Augmented Reality. In *Procedia Manufacturing* (Vol. 11, pp. 1296–1302). Elsevier B.V.
- Meta. (2020). *Meta Oculus Quest 2*. Meta.  
<https://www.meta.com/quest/products/quest-2>
- Metaverse Company. (2021). *Meta | Social Metaverse Company*. Metaverse Company.  
<https://about.meta.com/>
- Oculus. (2019). *Oculus Rift S: PC-Powered VR Gaming Headset*. Oculus.  
<https://www.oculus.com/rift-s/>
- Pereira, I., & Nogueira, N. (2017). Realidade Virtual. In *Instituto Superior Técnico*.
- Petrov, H. T. (2018). Use of Virtual Reality in Designing Urban Furniture. In *Annual Journal of Technical University of Varna, Bulgaria* (Vol. 2, Issue 1, pp. 61–70).
- Philippe Coiffet, G. C. B. (2003). *Virtual Reality Technology* (Second Ed). Wiley-Interscience.
- PlayStation. (2020). *PlayStation VR*. PlayStation. <https://www.playstation.com/pt-pt/ps-vr/>
- Prabhakaran, A., Mahamadu, A. M., Mahdjoubi, L., Manu, P., Che Ibrahim, C. K. I., & Aigbavboa, C. O. (2020). The effectiveness of interactive virtual reality for furniture, fixture and equipment design communication: an empirical study. In *Engineering, Construction and Architectural Management* (Vol. 28, Issue 5, pp. 1440–1467).
- Qin, H., & Lei, J. (2019). The application of virtual reality technology in advertising communication. In *Proceedings - 2019 International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems, ICVRIS 2019* (pp. 73–76). IEEE.  
<https://doi.org/10.1109/ICVRIS.2019.00027>

- Rauschnabel, P. A., Felix, R., Hinsch, C., Shahab, H., & Alt, F. (2022). What is XR? Towards a Framework for Augmented and Virtual Reality. In *Computers in Human Behavior* (Vol. 133, Issue May 2021, p. 107289). Elsevier Ltd.
- Rita Santos Ferreira, J., & Fernando Manuel Bigares Charrua Santos, D. (2014). *Realidade Aumentada-Conceito, Tecnologia e Aplicações Estudo Exploratório Engenharia e Gestão Industrial*.
- Samsung Portugal. (2018). *Gear VR com Comando*. Samsung Portugal.  
<https://www.samsung.com/pt/>
- SIGGRAPH, A. (2018). *A Virtual Room of Your Own: IKEA Immerse at Real-Time Live!* - ACM SIGGRAPH Blog. SIGGRAPH Conferences.  
<https://blog.siggraph.org/2018/07/ikea-immersed-real-time-live.html/>
- Simlab. (2020). *Simlab Composer Features*. Simlab. <https://www.simlab-soft.com/>
- Spleet, A. L., Kahya, D., Eckhardt, S., Niercke, N., & Wolf, K. (2019). Furniture CGI presentation as 2D renderings or virtual reality? In *ACM International Conference Proceeding Series* (pp. 589–592).
- Steam. (2022). *Valve Index*. Steam. <https://store.steampowered.com/valveindex>
- Thorsteinsson, G., Niculescu, A., & Page, T. (2010). Using virtual reality for developing design communication. In *Studies in Informatics and Control* (Vol. 19, Issue 1, pp. 93–106).
- Unity. (2019). *XR Plug-in Framework*. Unity Manual.  
<https://docs.unity3d.com/es/2019.4/Manual/XRPluginArchitecture.html>
- Unity. (2022). *Unity*. Unity. <https://docs.unity3d.com/Manual>
- Vero Software. (2021). *CABINET VISION*. Cabinet Vision.  
<https://www.cabinetvision.com/news/articles/cabinet-vision-at-kbis-2017>
- Vive. (2021). *VIVE Pro 2 - The Best VR Headset in the Metaverse*. Vive.  
<https://www.vive.com/us/>
- Vortek Spaces. (2021). *VORTEK Spaces - For Kitchen Designers, Interior Designers and Architects* -. VORTEK Spaces. <https://vortekspaces.com/>



## **8.Anexos**

### *8.1. Questionário sobre o caso de estudo*



## Caso de estudo - Experiência Primordial VR

Este questionário contém algumas perguntas qualitativas, de forma a avaliar a experiência demonstrada no âmbito do projeto de dissertação "Realidade Virtual como meio de comunicação de produtos de mobiliário customizado", projeto este desenvolvido em parceria com a BAMER, SA.

 ananocas99@gmail.com (não partilhado) [Mudar de conta](#)



\*Obrigatório

Nome \*

A sua resposta

Idade \*

A sua resposta

Cargo \*

A sua resposta

Anos de experiência \*

A sua resposta

Anos de trabalho na BAMER,SA \*

A sua resposta



1. Conhece o conceito de Realidade Virtual? Já alguma vez tinha participado numa demonstração imersiva de realidade virtual? Se sim, qual(ais)?

A sua resposta

---

2. Como avalia esta demonstração? Até que ponto acha relevante a utilização desta tecnologia na empresa? \*

A sua resposta

---

3. Quais foram as dificuldades sentidas durante a experiência? \*

A sua resposta

---

4. A nível de qualidade gráfica da experiência, como a avalia? Acha importante e relevante a qualidade de iluminação do espaço virtual? \*

A sua resposta

---

5. A nível de interações do utilizador sobre a experiência, como avalia? \*

A sua resposta

---

6. Que tipos de interações gostaria ou acharia importantes para a gama de produtos da empresa?

A sua resposta

---



7. Numa experiência melhorada, que gama de produtos da empresa gostaria que fossem incluídos?

A sua resposta

8. Acha importante nesta nova experiência, incluir produtos que tornem o espaço \* mais imersivo para o utilizador? Como por exemplo, elementos de decoração? Quais seriam esses elementos?

A sua resposta

9. Que outros comentários gostaria de fazer? \*

A sua resposta

Enviar

Limpar formulário

Nunca envie palavras-passe através dos Google Forms.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Utilização](#) - [Política de privacidade](#)

Google Formulários



## *8.2. Questionário sobre a experiência final*



## Questionário sobre experiência VR

Este questionário será realizado no seguimento do projeto desenvolvido em parceria com a **BAMER, SA** e pressupõem a realização da primeira experiência. As perguntas apresentadas visam a avaliar a experiência demonstrada e compará-la à anterior, no âmbito do projeto de dissertação "**Realidade Virtual como meio de comunicação de produtos de mobiliário customizado**", projeto este desenvolvido em parceria com a **BAMER, SA**.

 [ananocas99@gmail.com](mailto:ananocas99@gmail.com) (não partilhado) [Mudar de conta](#)



\*Obrigatório

Nome \*

A sua resposta

Idade \*

A sua resposta

Cargo na Empresa \*

A sua resposta

Anos de experiência \*

A sua resposta



Anos de Trabalho na BAMER \*

A sua resposta

1. Comparativamente à experiência anterior, utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 representa muito mau e 5 representa muito bom, como avalia:

Escala:

1- Muito Mau

2- Mau

3- Suficiente

4- Bom

5- Muito Bom

1.1. A introdução áudio. \*

	1	2	3	4	5	
Muito Mau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Bom

1.2. A alteração dos acabamentos. \*

	1	2	3	4	5	
Muito Mau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Bom

1.3. A qualidade gráfica da experiência \*

	1	2	3	4	5	
Muito Mau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Bom



1.4. A deslocação/movimentação do “corpo virtual” ao longo da experiência. \*

	1	2	3	4	5	
Muito Mau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Bom

1.5. A iluminação. \*

	1	2	3	4	5	
Muito Mau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Bom

1.6. A decoração presente. \*

	1	2	3	4	5	
Muito Mau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Bom

1.7. A proximidade da experiência à realidade. \*

	1	2	3	4	5	
Muito Mau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Bom

1.8. A experiência no geral. \*

	1	2	3	4	5	
Muito Mau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Bom



2. Quais foram as dificuldades sentidas? \*

A sua resposta

3. Acha necessária a existência de um tutorial experimental/prático dos comandos para usufruir melhor da experiência? \*

A sua resposta

4. Comente a importância deste tipo de experiência para a empresa. \*

A sua resposta

5. Avalie a importância de existir uma discussão com o cliente durante a experiência. \*

A sua resposta

6. Que outros comentários gostaria de fazer? \*

A sua resposta

Enviar

Limpar formulário

Nunca envie palavras-passe através dos Google Forms.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Utilização](#) - [Política de privacidade](#)



Google Formulários

