

FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAC BLUMENAU
Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Tecnologia da Informação

Arthur Elias da Silva Araldi
Diego Alves
Gabriel Felipe Simão Schaefer
Matheus Guilherme dos Santos
Roberto Montibeller

DREAMPLACE VR: Realidade virtual para imersão em projetos imobiliários.

Blumenau
2017

Arthur Elias da Silva Araldi
Diego Alves
Gabriel Felipe Simão Schaefer
Matheus Guilherme dos Santos
Roberto Montibeller

DREAMPLACE VR: Realidade virtual para imersão em projetos imobiliários.

Trabalho de conclusão de semestre, apresentado à Faculdade de Tecnologia Senac Blumenau, como requisito parcial para a obtenção do título em Gestão da Tecnologia da Informação.

Orientador: Cláudio Ratke (MSc)

Blumenau
2017

Arthur Elias da Silva Araldi
Diego Alves
Gabriel Felipe Simão Schaefer
Matheus Guilherme dos Santos
Roberto Montibeller

DREAMPLACE VR: Realidade virtual para imersão em projetos imobiliários.

Trabalho de conclusão de semestre,
apresentado à Faculdade de Tecnologia Senac
Blumenau, como requisito parcial para a
obtenção do título em Gestão da Tecnologia da
Informação.

Cláudio Ratke (MSc) – Orientador

Lariana Peixoto (MSc)

Luciano França (MSc)

Tércio Gaspar (MSc)

Blumenau, 10 de junho de 2017

RESUMO

Este projeto tem o objetivo de desenvolver um protótipo de *software* destinado às construtoras de imóveis que entregará a representação em realidade virtual de como será quando pronto um imóvel que ainda está em fase de construção. Diferente do material promocional que hoje é disponibilizado ao público pelas construtoras, o protótipo da aplicação de realidade virtual fará com que o cliente sintá-se visitando ambiente que está planejando adquirir, podendo personalizar de acordo com seu gosto sem mesmo precisar sair do conforto de sua casa. Tudo isso só é possível graças aos modernos recursos de renderização em tempo real proporcionado por motores gráficos elaborados, onde juntando projetos de arquitetura ao desenvolvimento em programação é possível desenvolver ambientes interativos e realistas em que o usuário poderá interagir com o ambiente como por exemplo: Caminhar, alterar cores de paredes, acender e apagar luzes entre outras funcionalidades.

Palavras-chaves: Mercado imobiliário. Realidade virtual. Motor gráfico. Interatividade. Comodidade.

ABSTRACT

This project aims develop a software prototype destined to construction companies that will hand the representation in virtual reality of how it will be when ready a property that is still under construction. Different of promotional material available nowadays to public by construction companies, the prototype of virtual reality application will make the customer feels himself visiting the ambience which he is planning acquire being able to personalize according his own choice without even needing to leave home. All this it is only feasible due to modern resources of rendering in real-time provided by elaborate graphic engines in which gathering architecture projects to development in programming it is possible develop interactive and realistic ambiences in which the user will can interact with that ambience. For example: walking, modify colors, turn the lights on and off among others functionalities.

Keywords: housing market, virtual reality, graphic engine, interactivity, convenience.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de desenho arquitetônico	18
Figura 2 - Foto promocional de um protótipo do Sensorama	21
Figura 3 - Óculos de realidade virtual OculusRift	26
Figura 4 - Processo principal de desenvolvimento do protótipo.	30
Figura 5 - Importação de conteúdo base para o projeto da aplicação.....	31
Figura 6 - Processo de criação do menu para a aplicação.	31
Figura 7 - Criação do ambiente 3D da aplicação.	32
Figura 8 - Processo de compilação da aplicação.....	32
Figura 9 - Operacionalização do sistema.	36
Figura 10 - Tela de abertura.....	37
Figura 11 - Tela de escolha de modo de visualização.	37
Figura 12 - Tela de escolha da planta	38
Figura 13 - Tela de visualização em 2D	39
Figura 14 - Tela de demonstrativo de controles.	39
Figura 15 - Tela de visualização em 3D	40
Figura 16 - Tela regulagem de lentes.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição do Problema	29
Quadro 2 - Requisitos de desenvolvimento.....	29
Quadro 3 - Requisitos funcionais	33
Quadro 4 - Requisitos Não-Funcionais	34
Quadro 5 - <i>Stakeholders</i> - Descrições e Responsabilidades	35
Quadro 6 - Investimentos	42
Quadro 7 - Levantamento de Custos	43
Quadro 8 - Projeção de Receitas	44
Quadro 9 - Fluxo de valores	44

LISTA DE SIGLAS

2D - Duas dimensões

3D - Três dimensões

ARPA - *AdvancedResearchProjectsAgency*

BPMN - *Business ProcessModelingNotation*

CAD - *Computer-aided design*

CPU - *Central Processing Unit*

GPS - *Global Positioning System*

GPU - *Graphicsprocessingunit*

HMD - *Head-mounted display*

IP - *Internet Protocol*

RAM - *Random Access Memory*

ROI - Retorno sobre Investimento

RV - Realidade Virtual

SBS - *Sidebyside*

TCP - *Transmission Control Protocol*

TIR - Taxa Interna de Retorno

VCASS - *VisuallyCoupledAirbone Systems Simulator*

VPL - Valor presente líquido

VR - *Virtual reality* (Realidade virtual)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos	11
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	11
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	11
1.2	Justificativa	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	Internet	14
2.2	E-commerce	15
2.3	E-commerce no ramo imobiliário	16
2.4	Arquitetura	17
2.5	Realidade Virtual	19
2.5.1	<i>Origem e Evolução da VR</i>	20
2.5.2	<i>Características</i>	22
2.6	Computação Gráfica	23
2.7	Motores gráficos	24
2.8	Aplicações VR Mobile	25
3	METODOLOGIA	27
4	DESENVOLVIMENTO	28
4.1	Definição de Requisitos	28
4.1.1	<i>Definição do Problema</i>	28
4.1.2	<i>Requisitos de desenvolvimento</i>	29
4.1.2.1	<u>Processo de desenvolvimento</u>	30
4.1.3	<i>Requisitos Funcionais da aplicação</i>	33
4.1.3.1	<u>Requisitos Não-Funcionais da aplicação</u>	34
4.1.3.2	<u>Stakeholders</u>	34
4.1.3.3	<u>Stakeholders - Descrições e Responsabilidades</u>	35
4.1.3.4	<u>Operacionalização do sistema</u>	35
4.1.4	<i>Gerenciamento de Requisitos</i>	41
4.3	Manutenção do Projeto	41
4.4	Análise de viabilidade	42
4.4.1	<i>Taxa interna de retorno (TIR)</i>	44
4.4.2	<i>Payback</i>	45

4.4.3	<i>Valor Presente Líquido (VPL)</i>	45
4.4.4	<i>Retorno sobre Investimento (ROIA)</i>	45
4.4.5	<i>Decisão final</i>	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia está revolucionando todos os setores onde é inserida. Sua importância é tão grande que se tornou indispensável para a continuidade da evolução da indústria, seja ela de produto ou serviço.

Hoje já é possível a aplicação de algoritmos na análise de mercado ou tendências para os mais diversos setores, atuando ativamente na tomada de decisão do que comprar, onde comprar e quando comprar.

Caracterizado como local onde se concentra a oferta e procura de bens imobiliários como terrenos, apartamentos, estabelecimentos em construção, o mercado imobiliário é utilizado como termômetro para medir o desenvolvimento da economia mundial. Ao tornar a tecnologia parte do negócio tem-se a possibilidade de modernizar o setor e a forma como é realizada a oferta dos produtos provenientes deste crescente campo (MATOS; BARTKIW, 2013).

Com o desenvolvimento de dispositivos com maior capacidade no processamento de dados, hoje é possível renderizar¹ em tempo real uma imagem em três dimensões. Utilizando esta tecnologia torna-se viável recriar uma planta baixa em três dimensões, para assim proporcionar a experiência de interagir com o ambiente de um imóvel.

Utilizando tecnologia de virtualização de ambientes aplicada à realidade virtual é possível que pessoas interajam com seu futuro apartamento. A aplicação funciona em cima de um motor gráfico que possibilitará a personalização do ambiente em tempo real, permitindo com que o cliente possa escolher os móveis, a iluminação, e a cor das paredes, ajudando na personalização do seu imóvel.

Inovação no setor imobiliário significa atuar de forma diferente, ajudando consumidores na escolha do seu imóvel, assim permitindo que os corretores se concentrem no que sabem fazer melhor, vender.

A solução proposta poderá ser utilizada não só como uma estratégia de *marketing*, mas também como um serviço onde o contratante receberá como produto final um aplicativo destinado a *smartphones* ou *tablets* que representará uma nova realidade.

¹ O termo "*rendering*" é utilizado para referir todo o processo de criação de imagens.

O usuário será imerso em seu empreendimento imobiliário, podendo assim realizar um passeio virtual por toda a extensão do imóvel antes mesmo do início das obras.

1.1 Objetivos

A seguir serão descritos quais objetivos devem ser alcançados para que este estudo seja concluído com êxito.

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um protótipo de aplicação que permita ao usuário ter uma visão de três dimensões de um imóvel ainda em fase de projeto

1.1.2 Objetivos Específicos

Com intuito de desenvolver a solução deveremos alcançar os seguintes objetivos específicos:

1. Desenvolver uma análise de requisitos para a aplicação.
2. Criar um padrão de processo de desenvolvimento para a aplicação.
3. Analisar o cenário atual avaliando a viabilidade de implementação.

1.2 Justificativa

A evolução tecnológica dos processadores nos permite criar ambientes em três dimensões e processá-los em tempo real, simulando uma realidade e com essa perspectiva, será desenvolvida uma maquete virtual em tempo real.

Segundo Lima (2013), Gerente de negócios Imobiliários da Google Brasil, disse em entrevista que o processo de compra de imóveis, que vai desde pesquisar, até a compra efetiva já é feito 60% pela internet e a tendência é que esse percentual aumente ainda mais, de acordo com as previsões.

Essa situação cria um desafio para as construtoras que hoje precisam procurar novas formas de chamar a atenção, buscando novas experiências para atrair os clientes, como por exemplo, oferecer um *website* que consiga demonstrar da melhor forma seus empreendimentos, deixando de lado a necessidade do cliente de entrar em contato com algum vendedor para escolher algum dos produtos.

Essa tecnologia irá criar um novo jeito do cliente poder ter acesso ao portfólio sem a necessidade de se locomover, facilitando também para investidores estrangeiros.

Segundo Patrick (2015), um em cada cinco americanos que compraram um imóvel nos últimos anos disse ter apresentado oferta para um imóvel que nunca haviam visitado. Essa pesquisa foi realizada com 2.100 pessoas.

Hoje, no mercado imobiliário, somente são oferecidas fotografias, algumas em 360 graus que não dão impressão de profundidade, dimensões e não oferecem nenhuma imersão.

Esse trabalho auxilia a suprir a necessidade da construtora em oferecer aos seus futuros clientes uma maior noção de como será seu imóvel antes mesmo da sua existência, criando um *showroom* totalmente virtual, onde o cliente poderá caminhar pelo imóvel, customizá-lo assim que o projeto do prédio for feito.

Essa tecnologia será utilizada para auxiliar na venda, criando uma nova perspectiva de visualização para o futuro comprador.

De acordo com Schramm (2014), “o mercado mostra que o cliente está cada vez mais exigente. Há espaço para quem se preocupar com inovação”.

O projeto é uma evolução tecnológica das maquetes arquitetônicas e que faz com que o negócio do cliente, por meio de soluções em realidade virtual, obtenha

uma melhor e mais moderna visualização de uma maquete de um imóvel com interatividade e poder de movimentação. O público alvo são as construtoras civis de médio e alto padrão que possuem a necessidade de oferecer um diferencial para seu cliente na hora de escolher qual empreendimento será adquirido e quais serão suas escolhas arquitetônicas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão descritos aspectos teóricos que influenciam no desenvolvimento do projeto, utilizados para dar embasamento nas proposições descritas durante este estudo.

2.1 Internet

A internet já ocupa um lugar significativo em nossas vidas, tendo auxiliado a sociedade em suas tarefas há várias décadas. Como ferramenta de comunicação, transmissão de dados e informações, e também como um veículo de divulgação de produtos e serviços.

A internet possibilita o desenvolvimento de outras ferramentas, segundo (FILIPPO, D.; SZTAJNBERG, A. 1996, p. 26), “pessoas envolvidas em diferentes atividades podem criar aplicações específicas às suas áreas de atuação, tirando delas muito proveito”.

Desta forma a internet dá a oportunidade para que outros meios se desenvolvam através da mesma. “Um médico pode fazer diagnósticos à distância; um professor pode colocar seus alunos em contato com outros que estejam do lado oposto do planeta” (FILIPPO, D.; SZTAJNBERG, A. 1996, p. 26).

O surgimento da internet ocorreu em meio à guerra fria, como resultado de pesquisas militares desenvolvidas pela ARPA: Advanced Research Projects Agency para encontrar uma forma alternativa de comunicação, já que os meios convencionais de telecomunicações estavam expostos a ataques inimigos. Na década de 1970 a internet tornou-se também um importante meio de comunicação acadêmico nos Estados Unidos (CASTELLS, 2003).

De acordo com Lima (2000), este projeto surgiu como resposta do governo americano ao lançamento do Sputnik pela ex-União Soviética. Atualmente, a Internet é o meio de comunicação e transferência de dados mais utilizado no mundo, mas nem sempre foi assim. Somente na década de 1990 a internet foi disponibilizada para o mundo, conforme Filippo (1996, p. 26) “iniciou-se em 1994 o processo que a estenderia a toda a sociedade, incluindo-se os setores produtivo e doméstico”.

O impacto que a internet tem nos dias de hoje sobre a sociedade em um todo, tem uma grande influência nos meios que fazem uso da internet para algum fim. A disponibilização da internet para a sociedade impulsionou o desenvolvimento de muitos setores, além do meio acadêmico.

Na década de 1990 houve um grande avanço no desenvolvimento da história da internet, Tim Bernes-Lee, cientista, físico e professor britânico, desenvolveu um navegador ou browser, a *World-Wide Web (WWW)*, que viabilizou a transmissão de imagem, som e vídeo pela rede (CASTELLS, 2003).

Como visto anteriormente, a Internet mudou completamente o rumo da sociedade, sua influência foi um fator essencial para nosso desenvolvimento.

Tudo ficou mais simples, ágil e eficiente facilitando o nosso dia-a-dia em diversos aspectos. Foi um avanço na forma das pessoas se comunicarem, aprender novas coisas que antes pareciam ser difíceis de alcançar, toda informação ficou ao alcance da palma da mão, e esse acontecimento possibilitou o surgimento das vendas pela internet, um canal de comercialização de fácil acesso, uso e com um crescimento irrefreável (FELIPINI, 2011).

2.2 E-commerce.

O *E-commerce* ou comércio eletrônico surgiu através da internet, gerando uma nova forma de fazer negócio. Nos dias atuais, o comércio eletrônico vem se tornando uma importante ferramenta de auxílio às vendas. Segundo Albertin (1999, p15), "o comércio eletrônico é a realização de toda a cadeia de valor dos processos de negócio em um ambiente eletrônico, por meio da aplicação intensa das tecnologias de informação e de comunicação, atendendo aos objetivos de negócio."

Já Franco Jr. (2001) define *e-commerce* como sendo um sistema de gerenciamento da rede de operações de vendas, o que implica relacionamento com clientes e entrega de produtos ou serviços.

Esta definição aborda a troca de informações e a comunicação instantânea com fornecedores, parceiros e clientes. Conforme Felipini (2012), o consumidor aprovou o comércio eletrônico e por isso vai cobrar mais qualidade e agilidade das

lojas virtuais. A necessidade de maior qualidade, e agilidade no serviço ou produto disponibilizado na internet gera uma maior competitividade no *e-commerce*.

Felipini (2011) afirma que:

Poucos acontecimentos tiveram tanta influência em nossa sociedade quanto o surgimento da internet. Além de tornar muito mais ágil e eficiente a forma com a qual as pessoas se comunicam, procuram por informações e adquirem conhecimentos, a Internet possibilitou o surgimento de um novo canal de comercialização chamado *e-commerce*. (FELIPINI, 2011).

A cada dia que passa mais empresas e organizações estão se desenvolvendo e gerando lucros nas vendas pela internet, e a mudança é tão grande que é possível dizer que “o mundo está em meio a uma revolução na forma de fazer comércio” (WHINSTON; KALAKOTA 1997, p. 28).

Aproveitando a tendência do momento que é essa negociação virtual, que além de ter um custo menor, traz facilidade e conforto, já que possibilita a compra dos mais variados produtos sem sair de casa, tudo pelo computador, *tablet* ou celular.

A comodidade que o comércio eletrônico traz é uma das maiores vantagens, que a cada vez mais atrai os consumidores e negociantes para o mundo do *e-commerce*, seja montando uma loja na *web* ou fazendo compras por estas lojas virtuais.

2.3 E-commerce no ramo imobiliário

Conforme visto no tópico anterior, o *e-commerce* possibilita o comércio de produtos e serviços pela internet, e isso não muda no ramo imobiliário. Segundo Albertini (2012), o *e-commerce* é uma realidade nos mais diversos setores da economia. Sua assimilação e utilização tornaram-se parte da estratégia das empresas.

Já conforme Diniz (1999), outro fator de destaque é o aumento de informações que o consumidor tem ao utilizar a internet para pesquisa de produtos.

Desta forma ter um site de vendas torna-se um diferencial para a construtora, onde é possível disponibilizar imagens e detalhes sobre o imóvel que está à venda, tornando mais fácil o acesso à informação.

Massaro (2009), diz que:

Com a globalização até a procura de uma casa para aquisição ou locação é feita através da Internet e com isso, se a imobiliária não tiver uma ferramenta de divulgação na Internet perderá boa parte de seus negócios. Sendo a propaganda muito importante neste setor para a oferta de produtos e serviços e a busca por diversificação de representação muito grandes, um imóvel pode ser ofertado por várias imobiliárias, sendo que a imobiliária que disponibilizar o imóvel em um e-commerce, com várias fotos e detalhes, provavelmente irá fechar o negócio com maior rapidez e eficiência, recebendo comissão pela venda ou locação, que aquela imobiliária que utilizar apenas a metodologia tradicional, com anúncios em jornais ou em murais internos. (MASSARO, 2009).

Todo o processo de procura por um imóvel torna-se mais simples e rápido através da internet e sites de *e-commerce* têm uma função importante, que é atrair o cliente.

A internet permite que o interessado no imóvel veja fotos e vídeos do que pode ser a sua futura moradia e escolher o que mais lhe agrada antes mesmo deste estar pronto

Esse jeito de fazer negócio foi muito bem aceito na sociedade e vem crescendo mais a cada dia, junto com a necessidade de uma maior facilidade na compra e venda de imóveis.

Com a virtualização em 3D vai ser possível andar pelo ambiente virtual do imóvel e modificar alguns detalhes para adequar o ambiente ao gosto do consumidor, uma comodidade para quem não tem tempo na correria do dia-a-dia.

2.4 Arquitetura

A arquitetura pode ser definida como uma construção, ou alteração de um espaço natural, uma ação feita através do esforço humano. Na definição de Lúcio Costa (1995), “arquitetura é antes de mais nada construção, mas, construção concebida com o propósito primordial de ordenar e organizar o espaço para determinada finalidade e visando a determinada intenção”.

Já Kapp (2005, p. 34-44), diz o seguinte:

Proponho que se entenda por arquitetura todo espaço modificado pelo trabalho humano. Essa definição exclui paisagens naturais ou cavernas intocadas e inclui quaisquer paisagens artificiais e construções de toda espécie, sejam elas precedidas por projetos ou não, sejam concebidas por profissionais especializados ou não. Em princípio, não cabe aqui nenhuma

distinção entre arquitetura e construção, nem tampouco entre as escalas de edifícios, cidades e paisagens. (KAPP, 2005).

Na arquitetura, o desenho (Figura 1) é a principal forma de expressão e é por meio deste que nascem as criações e soluções arquitetônicas, uma representação do projeto, seja apenas um galpão, um edifício ou um conjunto habitacional (SCHULER, 2003).

Figura 1 - Exemplo de desenho arquitetônico



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Serra (2006, p. 5) diz que:

O trabalho profissional do arquiteto e do urbanista envolve, além de intuição criadora, a necessidade de método. Os problemas com que se defrontam esses profissionais não são relativos a encontrar uma solução, pois quase sempre existem muitas delas, mas identificar e descrever a solução ótima, sob diversos critérios, tais como a eficiência, a eficácia e a estética (SERRA, 2006).

Levando isso em consideração, pode-se imaginar como tarefa do arquiteto a concepção de processos que facilitem a personalização do espaço a fim de propor a

melhor solução possível. Segundo Serra (1987) “boa parte do trabalho humano é dedicado à produção de adaptações e readaptações do espaço natural, de modo a torná-lo adequado à satisfação de necessidades humanas socialmente definidas e cambiantes”.

É possível vislumbrar um futuro onde projetos arquitetônicos de variados ramos e mercados de trabalho diferentes abram espaço para a virtualização 3D, já que a tecnologia vem a cada dia mais se tornando uma necessidade para nossa sociedade.

A arquitetura vem se adaptando ao desenvolvimento da sociedade e assim as necessidades que surgem ao decorrer dos anos. A demanda por produtos exclusivos, e para atender tal demanda são criadas formas de trazer a sensação de autonomia ao cliente, onde o mesmo possa dar sugestões e interferir na criação de seu imóvel. Conforme o sistema Exclusivítà, criado pela MRV Engenharia:

Cada pessoa tem seu bom gosto, seu estilo de vida. Baseada neste pensamento, a MRV Engenharia desenvolveu o Exclusivítà. O Exclusivítà é um serviço único, cujo objetivo é lhe dar a liberdade de definir como será o acabamento do imóvel novo. Você poderá personalizar o imóvel da forma que lhe convier. (MRV ENGENHARIA, 2008).

A sociedade está cada vez mais inclinada à aquisição de produtos ou serviços que entregam como resultado uma sensação de estar adquirindo algo exclusivo, um produto feito especialmente para atender as suas necessidades, e este tratamento pode atrair clientes que buscam uma maior autonomia.

A solução proposta pelo DREAMPLACE VR pode gerar essa sensação de autonomia. O usuário tem a possibilidade de interagir com o imóvel e fazer algumas alterações no ambiente virtual.

2.5 Realidade Virtual

O surgimento do termo Realidade Virtual é creditado a Jaron Lanier, fundador da VPLResearch Inc., registrado no início dos anos 80, com o objetivo de diferenciar as simulações tradicionais feitas por computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado (ARAÚJO, 1996).

A VR é um “espelho” da realidade física, na qual o indivíduo existe em três dimensões, têm a sensação do tempo real e a capacidade de interagir com o mundo ao seu redor. Os equipamentos de VR simulam essas condições, chegando ao ponto em que o usuário pode “tocar” os objetos de um mundo virtual e fazer com que eles respondam, ou mudem, de acordo com suas ações (VON SCHWEBER, 1995 apud RODRIGUES; PORTO, 2013, p. 97).

O alto custo da implantação da Realidade Virtual na década de 80 fez com que sua evolução ocorresse lentamente. A dependência de *hardwares* com grande capacidade de processamento criou uma barreira para seu desenvolvimento (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002)

O crescimento da indústria de computadores fez a VR tornar-se viável para a indústria de entretenimento, assim deixando de ser uma tecnologia utilizada para fim bélico como foi no seu surgimento (JACOBSON, 1994).

A VR tem proporcionando uma forma mais eficaz em vender produtos na forma de protótipos, assim facilitando a validação do resultado final, mesmo antes do início da construção do objeto em questão(NETTO; MACHADO; OLIVEIRA,).

2.5.1 Origem e Evolução da VR

Após a segunda guerra mundial surge um movimento nas forças armadas dos Estados Unidos com o foco em utilizar a tecnologia disponível há favor das tropas (JACOBSON, 1994).

O simulador *Sensorama*(Figura 2) foi patenteado por MortonHeilig em 1962, assim apresentando ao mundo um produto de VR destinado ao entretenimento. O sistema *Sensorama* continha uma cabine que permitia ao usuário expor-se a uma combinação de som estéreo, visão tridimensional, vibrações mecânicas, ar movimentado por ventiladores e aromas, com isso proporcionando uma viagem multisensorial(NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002).

Figura 2 - Foto promocional de um protótipo do Sensorama



Fonte: Pimentel, 1995.

O equipamento foi o precursor da imersão de um usuário em um ambiente artificial, mas não teve sucesso comercial devido seu alto custo, assim em 1965, Ivan Sutherland apresentou à comunidade científica, a idéia de usar computadores desenhando projetos diretamente em sua tela, contando com uma caneta ótica, assim dando início à computação gráfica. Sutherland tornou-se o precursor da indústria de CAD², por desenvolver o primeiro vídeo-capacete totalmente funcional para a computação gráfica no projeto conhecido como “*The Ultimate Display*”, possibilitando enxergar, movimentando a cabeça, diferentes lados de uma construção de arame na forma de um cubo flutuando no espaço (PIMENTEL, 1995). Em 1982, Thomas Furness apresentou para a Força Aérea Americana o *Visually Coupled Airborne Systems Simulator (VCASS)*, conhecido por “*SuperCockpit*”.

² CAD é o uso de tecnologia para projetar e documentar projetos. O software CAD substitui o rascunho manual por um processo automatizado.

O VCASS foi o simulador que apresentou o vídeo-capacete conectado a computadores, assim possibilitando a representação do espaço interno da cabine do avião em 3D. Esse dispositivo além de apresentar alta qualidade e rapidez na resolução de imagens, também continha um alto custo tornando a aplicação da VR em larga escala um problema novamente (PIMENTEL, 1995).

A tecnologia dos visores em cristal líquido (LCD), em 1984 apresentada por Michael McGreevy na NASA, iniciou o projeto VIVED (*Virtual Environment Display*). Seu intuito era apresentar vídeos e áudios usando dois visores de cristal líquido dentro de uma máscara de mergulho com pequenos alto-falantes acoplados (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002)

Comparando com o VCASS a resolução das imagens era inferior, porém o custo era menor. Scott Fisher juntou-se a esse projeto a fim de incluir nele: luvas, reconhecimento de voz, síntese de som 3D, e dispositivos de *feedback* tátil em 1985 (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002).

Com uma evolução ascendente no passar dos anos, em 1986 a NASA já possuía um ambiente virtual que permitia aos usuários escutar fala sintetizada e som 3D, comandar por voz e manipular objetos virtuais com os movimentos das mãos (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002).

Com conhecimento dos projetos da NASA, vários programas de pesquisa em Realidade Virtual surgiram, com o intuito de tornar os equipamentos comercializáveis, desde empresas de *software* até grandes corporações de informática iniciam o desenvolvimento de serviços e produtos voltados para VR (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002).

Em 1989 foi o ano onde a marca AutoDesk apresentou o primeiro sistema de Realidade Virtual totalmente voltado para computadores pessoais, assim somado aos avanços da NASA, a VR torna-se comercializável (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002).

2.5.2 Características

Imersão tem como objetivo levar o usuário a uma realidade diferente da que ele estava antes de iniciar a aplicação. Uma imersão obtém sucesso quando o usuário encontra-se isolado do mundo exterior e seus sentidos, assim como sua

atenção, estão inteiramente dentro do ambiente virtualizado (ROBERTSON et al., 1993).

Interação está conectada com a captação dos movimentos realizados pelo usuário e transportar essas entradas em tempo real para o mundo virtual. O princípio básico da utilização da VR é fazer com que o comando do usuário interaja com o mundo virtual, assim justifica-se a indústria de entretenimento fazer investimentos massivos na Realidade Virtual. O ambiente virtualizado conta com sons ambientes, assim com os sons oriundos dos movimentos ou interações realizadas pelo usuário (ROBERTSON et al., 1993)

Envolvimento é caracterizado como todo o estímulo oferecido ao usuário. Quando realiza uma tarefa como jogar um jogo de corrida e lhe é oferecido um *cockpit* lembrando um carro de fórmula 1, o simulador conta com emissão de sons estéreo dos motores e trocas de marcha quando acionado dos pedais e alavancas, além da visão em 3D, toda a atenção e sensação do usuário estará voltada a simulação, assim proporcionando um total envolvimento na atividade. Não diferente do exemplo a aplicações que possibilitam cirurgias virtuais, mesmo quando o médico e pacientes estão separados por continentes (ROBERTSON et al., 1993)

2.6 Computação Gráfica

A computação gráfica é a área destinada à geração de imagens em duas ou três dimensões, a partir de cálculos matemáticos realizados por um processador de um computador. É a transformação de dados em imagens e que podem ser manipuladas digitalmente através de um computador.

De acordo com Fonseca (2008) do site TecMundo, toda a computação gráfica é baseada em *pixels* que são pontos aglomerados que fazem com que a imagem seja sintetizada visualmente em um monitor. Isso porque todo o formato de vídeo, tanto monitores, televisores, celulares, cinema ou qualquer tipo de emissor de imagens atualmente são interligados por *pixels* que fazem a construção de imagens, ou seja, um *pixel* é a menor parte de uma imagem digital, um ponto.

Como relatado por Kerber(2012) ao site *Adrenaline*, por muito tempo, era utilizado o CPU ou o processador principal de um computador para realizar além das tarefas básicas, processar gráficos e isso acabava sobrecarregando o processador, deixando o computador lento. Com o surgimento das interfaces gráficas dos

sistemas operacionais, o processador passou de processar somente uma tela preta com caracteres a processar formas geométricas e cores.

De acordo com Gorde(2013), em 1981 a IBM lança uma placa de computador, que deveria especificamente ficar responsável por processar os dados visuais. Essa placa conseguia processar 80 colunas e 25 linhas de caracteres.

Em 1983 a Intel lança a iSBX 275, capaz de processar 8 cores e uma resolução de 256 *pixels* por 256 *pixels*. Essa placa foi o início da evolução dos processadores gráficos, até chegar nas GPU(*Graphic Processor Unit*) que existem hoje, que são responsáveis por efetuar somente os cálculos para processamento de imagens, que na época eram somente para processamento de linhas e poucas formas geométricas.

De acordo com o que afirma Saude (2017) ao site CCM.com é a partir dessa nova tecnologia, as GPUs foram evoluindo cada vez mais, efetuando cálculos matemáticos e algoritmos mais complexos como luzes, sombras, partículas, reflexos entre outros, assim tornou-se possível a realização desses cálculos tão rapidamente, que hoje podemos gerar uma imagem com uma resolução alta, com muitos detalhes em questão de milésimos de segundo.

2.7 Motores gráficos

Segundo Ward (2008), um motor gráfico é uma ferramenta ou um pacote de ferramentas que auxilia no desenvolvimento de jogos eletrônicos onde é possível renderizar ambientes em três dimensões em tempo real, executando cálculos junto com a GPU para apresentá-los o mais rápido possível.

Por muito tempo, as empresas de desenvolvimento de jogos fabricavam seus próprios motores gráficos, primeiro era desenvolvido o motor gráfico que era a base para o desenvolvimento do jogo e logo após, se desenvolvia restante até ser finalizado. A partir dessa dificuldade, se viu a possibilidade das empresas de desenvolvimento venderem seus motores gráficos, para outras empresas de jogos que acabam evitando maiores gastos com o desenvolvimento inteiro do jogo e sim investindo mais na parte visual.

Rapidamente, os motores gráficos tornaram-se populares em todos os tipos de jogos, como RPG e aventura. Já a capacidade das criações mais modernas transformou a programação de *engines* em um verdadeiro

trabalho de artista: são pacotes bastante completos que tentam deixar sons e imagens o mais próximo possível da realidade, exigindo um pouco menos do desenvolvedor. (NILTON. 2011).

De acordo com Rawn(2015), os jogos eletrônicos estão cada vez mais próximos da realidade e com essa tecnologia, foi percebido um novo negócio surgindo e a *Epic Games* resolveu desenvolver o seu mais novo motor gráfico, o *UnrealEngine 4*, formatando o para ser utilizado para outros recursos além dos jogos digitais.

O fundador da *EPIC*, Tim Sweeney acredita que o mundo das visualizações está mudando "Estamos nos dando conta que o *UnrealEngine 4* é uma linguagem comum entre todos esses campos", disse ele ao site The Verge(2015).

Esse motor gráfico tem um poder tão grande de processamento que pode-se criar um ambiente inteiro, com alta resolução, todos os efeitos de luz, reflexos e sombras, para que seja possível simular uma realidade virtual, ou seja, um ambiente onde podemos caminhar e ter a sensação de que é real, como um vídeo filmado.

Ao renderizar, o programa calcula a perspectiva do plano, as sombras e a luz dos objetos em uma velocidade muito alta, chegando a ultrapassar cem quadros por segundo. Com essa realidade, é possível construir digitalmente um imóvel exatamente como hoje é feito em 3D pelos arquitetos e engenheiros e torná-lo interativo, sendo possível caminhar e ter noção de profundidade do ambiente.

Um motor gráfico é a principal parte para a realização deste projeto, sendo que existem vários no mercado e vários outros estão por vir. A *unrealEngine 4* é o motor utilizado para o desenvolvimento do projeto, que pode ser obtido gratuitamente direto no site da *Epic Games* e somente o conteúdo produzido por ele, deve ser pago em *royalties* de 5% do valor do projeto, como conta no site oficial da *Epic Games*.

2.8 Aplicações VR Mobile

Conforme Freire (2016), a tecnologia embarcada em *smartphones* e *tablets*, como alta capacidade de renderização câmeras com ótima resolução de imagem, uso do GPS e sensores, como bússola e acelerômetro, faz com que o

desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada nestes dispositivos torna-se possível e atraente para as desenvolvedoras de *softwares*.

Conforme Araújo et al. (2015), as áreas de aplicações da Realidade Virtual são as mais variadas possíveis, como as áreas de jogos, viagens, compras *on-line*, ciências, saúde, redes sociais, marketing, entre outras.

Com esses recursos tecnológicos disponíveis, o desenvolvimento de aplicações que utilizem esses recursos traz questões para viabilidade dos projetos como diferentes tipos de *hardware* e *software* nos dispositivos disponíveis, segurança, variabilidades na interface gráfica do usuário, o consumo de energia do dispositivo (FREIRE, 2016).

Com o crescimento acelerado desta área e de inúmeras aplicações disponíveis para uso, não há padrões para o desenvolvimento definidos para aplicações em VR, as aplicações apresentam pouca flexibilidade não permitindo seu uso em outras plataformas ou sistemas operacionais (ARAÚJO et al., 2015).

Freire (2016) afirma que a disponibilidade de óculos VR no mercado, traz uma maior abrangência para as aplicações de realidade virtual em dispositivos *mobile*. Dispositivos como o Gear VR, *OculusRift* (Figura 3) ou *Google Cardboard* agregam maior abrangência no setor no qual a aplicação VR será inserida, proporcionando ao usuário imersão à realidade virtual, dispensando a necessidade de um computador para a execução da aplicação.

Figura 3 - Óculos de realidade virtual OculusRift



Fonte: Oculus VR, LLC, 2017.

3 METODOLOGIA

Para a elaboração do trabalho foi utilizado da Pesquisa Bibliográfica, buscando em artigos, sites da internet e livros informações relevantes para o desenvolvimento de cada um dos tópicos e desenvolvimento do protótipo. A metodologia ocorreu em 4 etapas:

1- Levantamento do problema e idealização de uma ferramenta que sirva como solução.

2- Definição das necessidades da solução e busca de informações referentes a tópicos conectados diretamente ao projeto.

3- Abordar todos os tópicos fundamentais para execução do que foi idealizado.

4- Busca por indicadores financeiros que identifiquem a viabilidade do projeto.

4 DESENVOLVIMENTO

Nesta seção será descrito em detalhes cada objetivo proposto e como será possível alcançar o objetivo geral de desenvolver a protótipo da aplicação de realidade virtual.

4.1 Definição de Requisitos

A análise de requisitos expõe as necessidades do cliente e dos desenvolvedores em relação ao *software* que está sendo desenvolvido.

A documentação dos requisitos deve ser altamente específica para evitar futuros desentendimentos em relação ao que foi acordado, dessa forma é fundamental conter: as funcionalidades que o cliente necessita na aplicação; as restrições das funcionalidades e do processo de desenvolvimento; bem como o domínio da aplicação.

A documentação de requisitos pode ser utilizada como um contrato entre a empresa desenvolvedora da aplicação e o contratante, pois nela serão validados todos os pontos do projeto antes do início do desenvolvimento, protegendo assim as partes interessadas.

4.1.1 *Definição do Problema*

A definição do problema demonstrada no Quadro 1 é o passo inicial na elaboração de um projeto, a partir disso será definido o escopo levantando as necessidades, deficiências e qual caminho o projeto deverá seguir.

Quadro 1 - Definição do Problema

O Problema	Necessidade de um diferencial perante a concorrência no momento de apresentação de um imóvel em fase de projeto ou construção
Quem é afetado	Gerente de projetos, arquitetos, engenheiros, departamento de atendimento ao cliente, departamento comercial, interessados no imóvel do projeto.
Uma Boa Solução poderia ser	A aplicação será desenvolvida em 2 camadas com a seguinte distribuição: <ul style="list-style-type: none"> • Camada de Apresentação (interface direta com o usuário); • Camada de Abstração de Dados (acesso às configurações de dispositivo).
Objetivo Geral	Possibilitar que usuário tenha uma visão de três dimensões de um imóvel ainda em fase de projeto.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.1.2 Requisitos de desenvolvimento

Os requisitos de desenvolvimento expostos no Quadro 2 abordam as necessidades de ferramentas e insumos para o desenvolvimento do produto final. Auxiliam na elaboração de novos projetos, pois quando definidos corretamente torna-se possível mensurar as deficiências de cada projeto.

Quadro 2 - Requisitos de desenvolvimento.

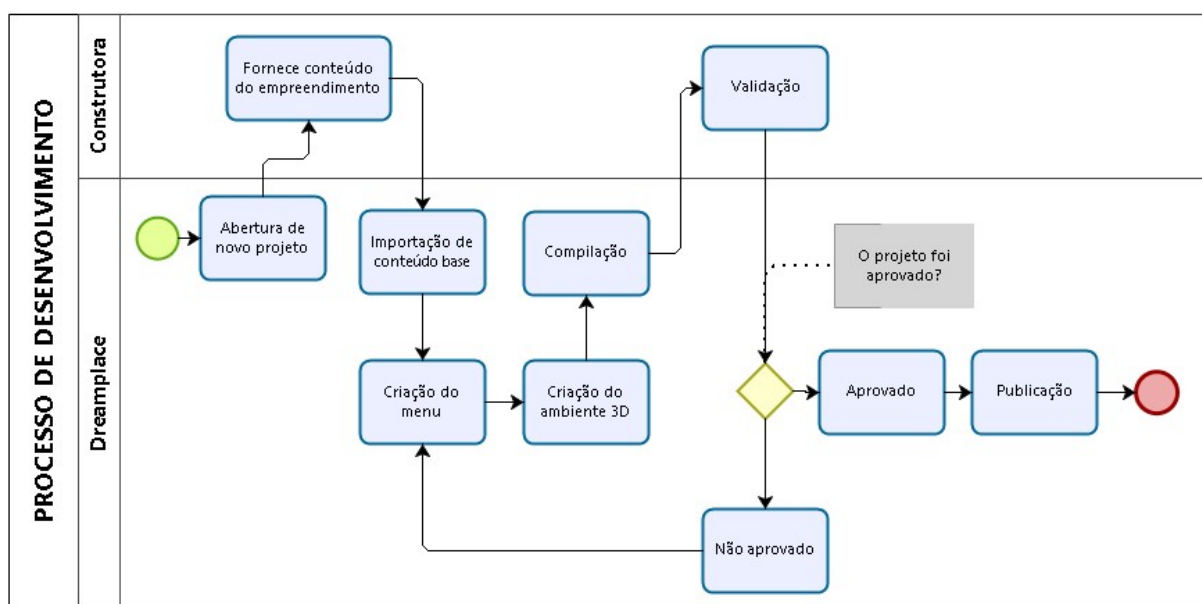
ID	Requisito	Descrição
RD001	Hardware para desenvolvimento.	Baseado nos requisitos de funcionamento especificados pela <i>EpicGames</i> , criadora do <i>UnrealEngine 4</i> foram definidos os requisitos mínimos de plataforma de desenvolvimento como: -Processador: Quad-core Intel ou AMD, 2.5 GHz. -Memória Ram: 8 GB RAM -GPU compatível com DirectX 11
RD002	Software para desenvolvimento	-Sistema operacional: Windows 7/8/10 64-bit - <i>UnrealEngine 4</i> -Visual Studio 2015 Community -Android Studio -Google sketchup
RD003	Planta baixa ou arquitetônica do imóvel	Para implementação do ambiente virtual será necessária a planta baixa ou projeto arquitetônico do imóvel para importação de dimensões de ambiente.
RD004	Texturas e materiais	Serão usadas texturas e materiais desenvolvidos durante o processo de criação do ambiente
RD005	Vídeo institucional	Para aplicação do requisito funcional 010 será fornecido pela construtora as mídias referentes aos empreendimentos.
RD006	Imagens do empreendimento	Para aplicação dos requisitos funcionais 001 e 009 será fornecido pela construtora às mídias referentes aos empreendimentos.
RD007	Modelos de móveis 3D	Serão usados modelos em três dimensões de mobília adquiridos previamente ou fornecidos pela construtora.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.1.2.1 Processo de desenvolvimento

A criação de um padrão de processo de desenvolvimento é indispensável em qualquer projeto de *software*, especialmente se tratando de aplicações personalizadas. No caso do desenvolvimento do protótipo *DreamPlace*, foi definido um processo geral exposto na Figura 4 com as etapas do desenvolvimento, em seguida detalhada cada etapa em sub-processos. Com esse grau de detalhamento através de uma BPMN torna-se mais fácil a visualização e entendimento do processo como um todo.

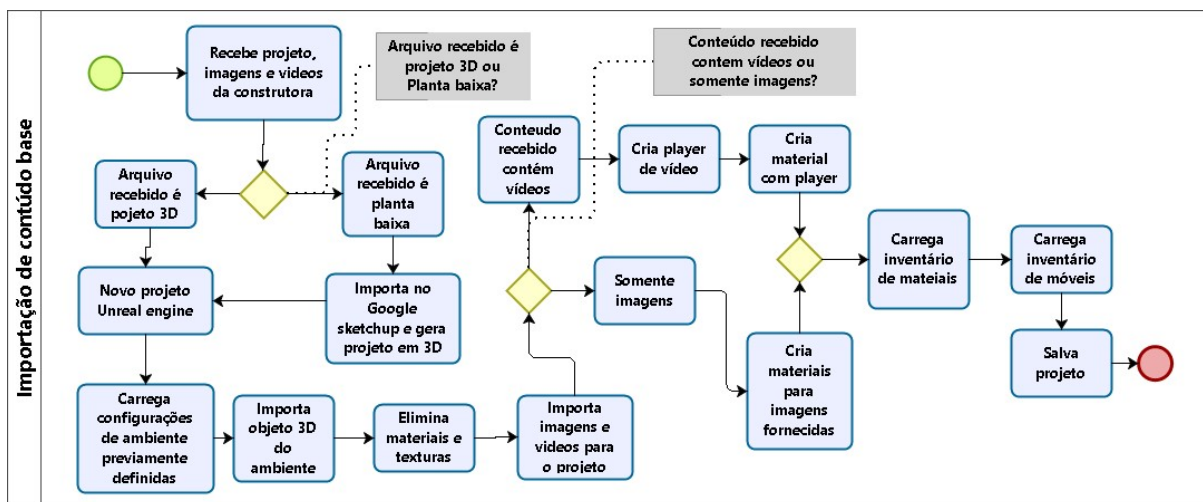
Figura 4 - Processo principal de desenvolvimento do protótipo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Na Figura 5 é apresentado o processo necessário para que seja realizada a importação de todo conteúdo utilizado para elaboração do projeto. Entre os itens que serão importados estão: projeto arquitetônico ou planta baixa; imagens de divulgação do empreendimento; imagens institucionais da construtora; vídeo de promoção do empreendimento; inventário de texturas, materiais e móveis.

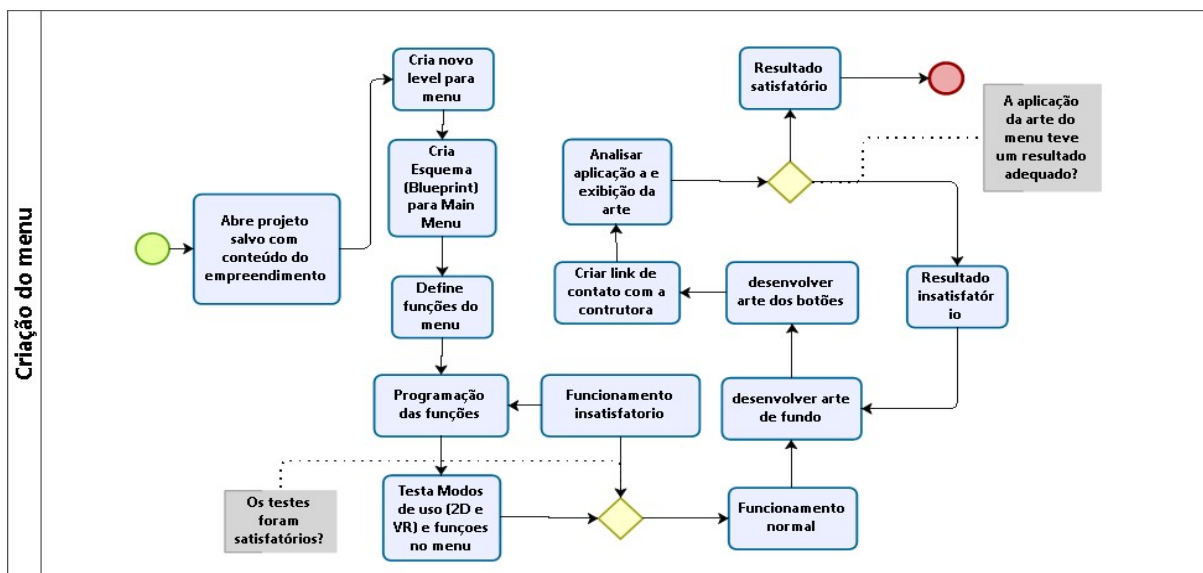
Figura 5 - Importação de conteúdo base para o projeto da aplicação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A Figura 6 demonstra como deve ser realizado o processo de criação do menu da aplicação, este processo desenvolve o conteúdo que será apresentado antes do ambiente virtual. Nessa etapa serão criadas todas as funções do menu e criação e importação da arte de apresentação.

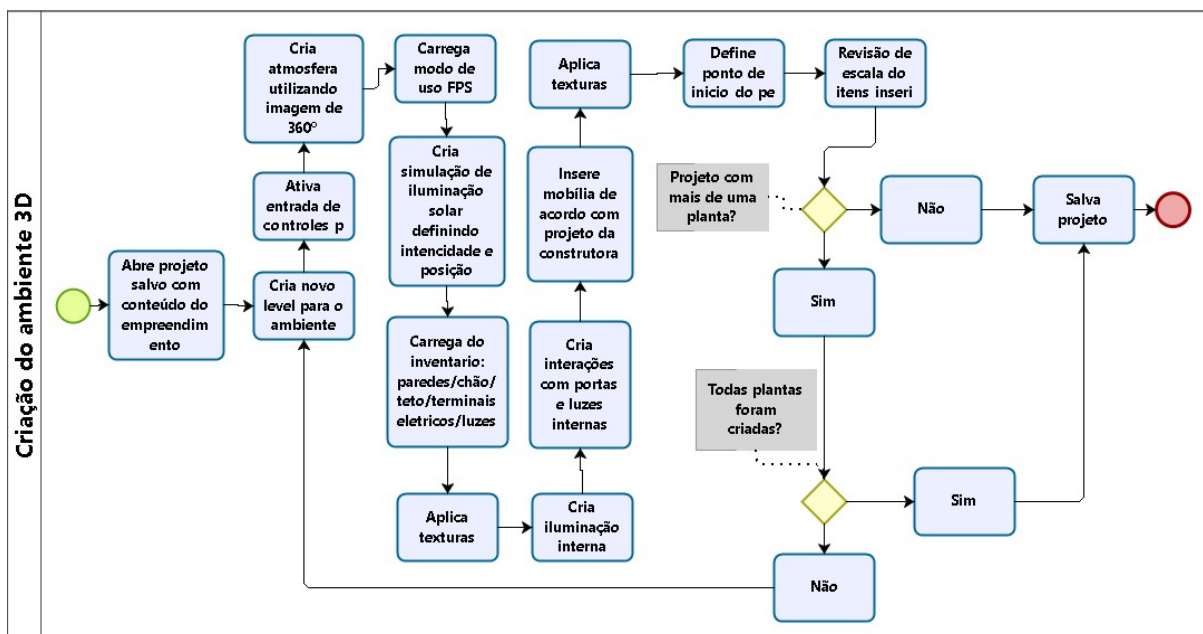
Figura 6 - Processo de criação do menu para a aplicação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Na Figura 7 é exposto o processo de criação do ambiente virtual onde o usuário será imerso, este é considerado o processo mais complexo e demorado do projeto, pois nele serão desenvolvidos todos os elementos 3D do projeto e criadas as funções de interação do usuário.

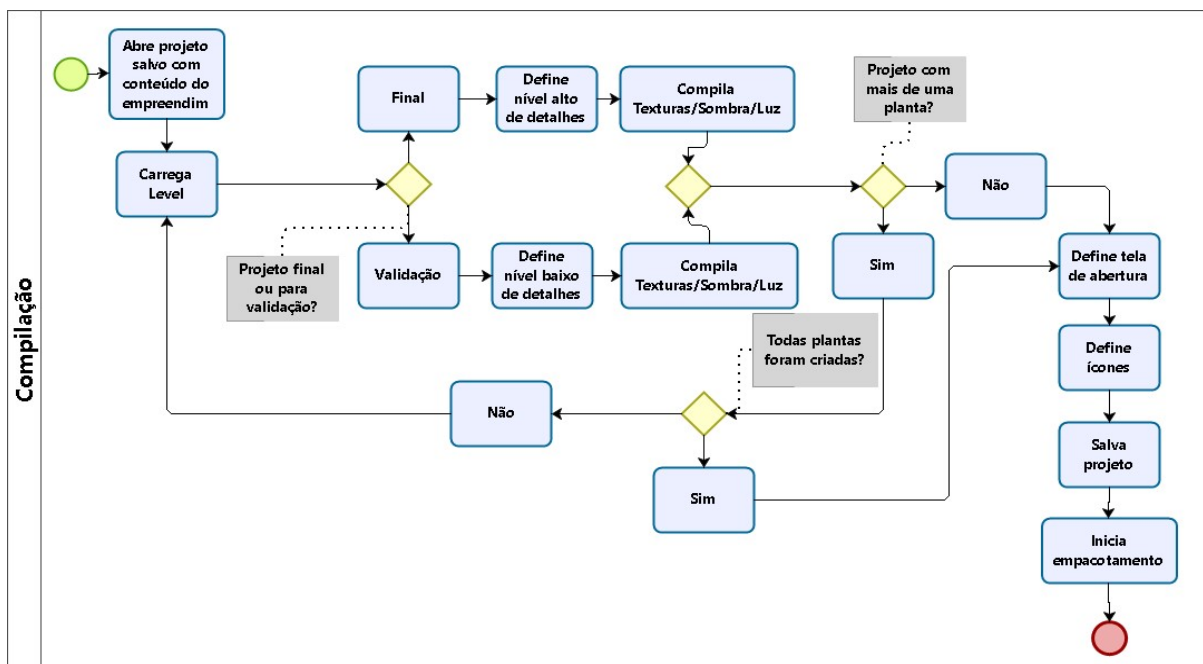
Figura 7 - Criação do ambiente 3D da aplicação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A Figura 8 demonstra como deve ser realizado o processo final da aplicação, a compilação. Na etapa final são realizadas as configurações de compatibilidade e uso da aplicação, definindo versões de *software* e *hardwares* compatíveis, qualidade de iluminação e sombra, implementação dos ícones e tela de apresentação.

Figura 8 - Processo de compilação da aplicação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.1.3 Requisitos Funcionais da aplicação

Os requisitos funcionais expostos no Quadro 3 tratam-se dos requisitos da aplicação, estão diretamente ligados à operacionalização do sistema, neles devem ser especificadas as entradas e saídas do sistema, o relacionamento entre elas e a interação do usuário.

Desta forma, os requisitos funcionais definidos para o projeto DREAMPLACE VR são:

Quadro 3 - Requisitos funcionais

ID	Requisito	Descrição
RF001	Informações de abertura.	Na abertura serão exibidas as logomarcas da construtora e do imóvel, juntamente com os dados para contato.
RF002	Escolha de visualização.	Ao ser executada após a tela de abertura, a aplicação apresentará ao usuário duas opções de visualização, VR ou Visualização em 2D diretamente na tela do dispositivo.
RF003	Regulagem de lentes.	Caso for escolhida a opção VR, será apresentada uma tela para regulagem das lentes dos óculos de realidade virtual com um botão "INICIAR PASSEIO" na base da imagem.
RF004	Demonstração de uso dos controles.	Caso seja escolhida a opção 2D, será apresentada uma imagem demonstrando a posição e o uso dos controles na tela com um botão "INICIAR PASSEIO" na base da imagem.
RF005	Alteração de cores.	Durante o passeio virtual o usuário terá disponível a opção de trocar cores de paredes onde será disponibilizado um <i>grid</i> de cores pré-definidas
RF006	Interação com a iluminação.	Durante o passeio virtual o usuário poderá interagir com a iluminação do ambiente, podendo acender e apagar as luzes.
RF007	Alteração de mobília.	Durante o passeio serão disponibilizados dois tipos de mobília para cada cômodo denominado como "Clássico" e "Moderno"
RF008	Abertura de portas.	Durante o passeio o usuário poderá interagir com as portas dos cômodos podendo abri-las ou fechá-las.
RF009	Exposição do contato da construtora.	Durante o passeio será exposto em um quadro na sala e em porta retratos espalhado pelo ambiente virtual, imagens do empreendimento e o contato da construtora.
RF010	Vídeo do empreendimento.	Durante o passeio, o usuário poderá assistir no aparelho de televisão do ambiente virtual ao vídeo de apresentação do empreendimento se disponível, caso contrário será apresentado um vídeo pré-definido sobreposto pelo contato da construtora.
RF011	Controle na tela.	Para o modo de visualização 2D estão disponíveis dois comandos, uma para ângulo de visão e outro para movimentação.
RF012	Contato com a construtora.	Na aplicação será disponibilizado um botão denominado "Estou interessado" ao clicar no botão a aplicação abrirá a página de contato ou <i>e-commerce</i> da construtora no navegador do dispositivo, dessa forma o usuário poderá realizar o primeiro contato com um corretor responsável.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.1.3.1 Requisitos Não-Funcionais da aplicação

Os requisitos não-funcionais expostos no Quadro 4 são os requisitos que não se relacionam especificamente com as funcionalidades da aplicação. Nele são definidas as restrições do produto final, do processo de desenvolvimento da aplicação, assim como as restrições de uso as quais a aplicação precisa atender.

Normalmente referem-se a questões como: segurança, confiabilidade, usabilidade, desempenho, entre outros.

Desta forma, os requisitos não funcionais definidos para o projeto são:

Quadro 4 - Requisitos Não-Funcionais

ID	Descrição
RNF01	<i>Smartphone</i> compatível: Devido à grande necessidade de processamento, a aplicação será compatível com somente com equipamentos que respeitem os requisitos mínimos de <i>hardware</i> .
RNF02	Facilidade de obtenção do aplicativo: O aplicativo poderá ser facilmente obtido na loja de aplicativos do dispositivo móvel.
RNF03	Possibilidade de uso sem óculos VR: O usuário que não possui o óculos de realidade virtual poderá usar a aplicação em modo 2D
RNF04	Para o uso da visualização VR será necessário o uso de um controle ou teclado conectado ao <i>smartphone</i> para movimentar o personagem no interior do ambiente virtual,
RNF05	Necessidade de conexão banda larga com a internet: Para que seja efetuado o <i>download</i> da aplicação será necessária uma conexão de banda larga devido ao tamanho do arquivo que dependendo do projeto poderá superar 500 <i>megabytes</i> .

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.1.3.2 Stakeholders

Na análise de requisitos, os *stakeholders* representam todos os envolvidos no desenvolvimento da aplicação ou que serão afetados pela aplicação, que direta ou indiretamente tem influência da definição dos requisitos.

Os *stakeholders* do projeto DREAMPLACE VR são divididos em três grupos: Desenvolvedores (DREAMPLACE VR) responsáveis pela análise de requisitos e desenvolvimento da aplicação, o cliente (construtora contratante do serviço), responsável pelo monitoramento do projeto e validação de artefatos do sistema e os usuários finais, que utilizarão o sistema já desenvolvido.

Desenvolvedores: Gerentes do Projeto; Analistas de Sistemas; Engenheiros de *Software*; Especialista em modelagem 3D; Arquitetos de *Software* e Engenheiros de Teste.

Usuários Finais: Interessados no imóvel do projeto; arquitetos; engenheiros; Departamento comercial; Gerente de projetos; departamento de atendimento ao cliente; interessados no imóvel do projeto.

Cliente: Construtora de imóveis.

4.1.3.3 Stakeholders - Descrições e Responsabilidades

Na definição de responsabilidades dos *stakeholders* para desenvolvimento da aplicação estão demonstrados no Quadro 5 os cargos, a função e suas responsabilidades, sendo assim pode-se citar:

Quadro 5 - *Stakeholders* - Descrições e Responsabilidades

Cargo	Função	Responsabilidades
Gerentes de projeto.	Usuário do aplicativo.	Validar implementação do projeto.
Arquitetos.	Usuário do aplicativo.	Validar implementação do projeto.
Engenheiros.	Usuário do aplicativo.	Validar implementação do projeto.
Departamento comercial.	Usuário do aplicativo.	Validar implementação do projeto/Ambientar-se com a tecnologia para uma possível necessidade de uso para apresentações.
Departamento de atendimento ao cliente.	Usuário do aplicativo.	Ambientar-se com a tecnologia para uma possível necessidade de uso para apresentações.
Interessados no imóvel do projeto.	Usuário do aplicativo.	Personalização de ambiente virtual.

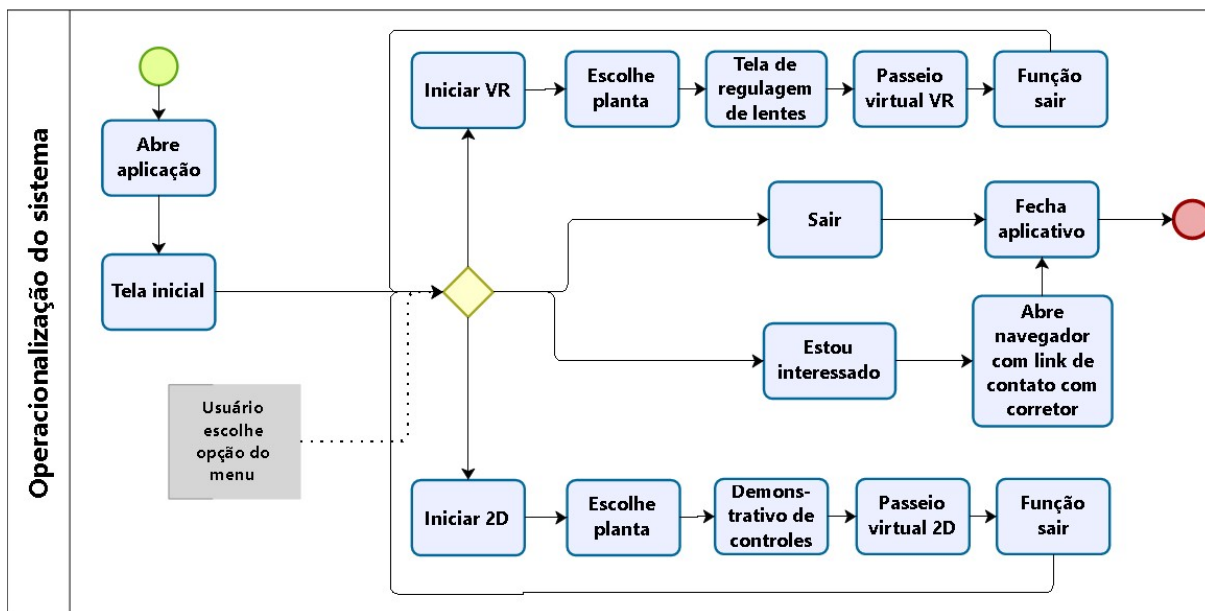
Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.1.3.4 Operacionalização do sistema

Na definição da operacionalização do sistema apresentada na Figura 9, o foco principal é um processo de uso simplificado onde o usuário possa visualizar

todas as opções disponíveis conforme avança às telas, sem a necessidade de uso de menus secundários ou funções ocultas.

Figura 9 - Operacionalização do sistema.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A tela de abertura representada na Figura 10 apresenta uma imagem de fundo que combine com as cores das imagens das logomarcas da construtora e do empreendimento. Esta tela permanecerá sendo exibida durante cinco segundos e dará espaço para a tela de escolha de modo de visualização.

Figura 10 - Tela de abertura



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A tela de escolha de modo de visualização demonstrada na Figura 11 é dividida ao meio, onde em uma das metades serão apresentados os botões com as funções: Iniciar VR, Iniciar 2D, Estou interessado e Sair, enquanto a outra metade apresenta uma imagem representando o empreendimento e a construtora do imóvel.

Figura 11 - Tela de escolha de modo de visualização.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A tela de escolha da planta demonstrada na Figura 12 é apresentada na operacionalização do sistema somente quando o empreendimento possuir mais de uma planta. Nela são exibidas opções de escolha entre plantas disponíveis, onde o usuário poderá escolher qual o modelo do apartamento deseja visualizar. Na mesma tela é apresentada uma imagem do empreendimento e a opção de voltar ao menu principal.

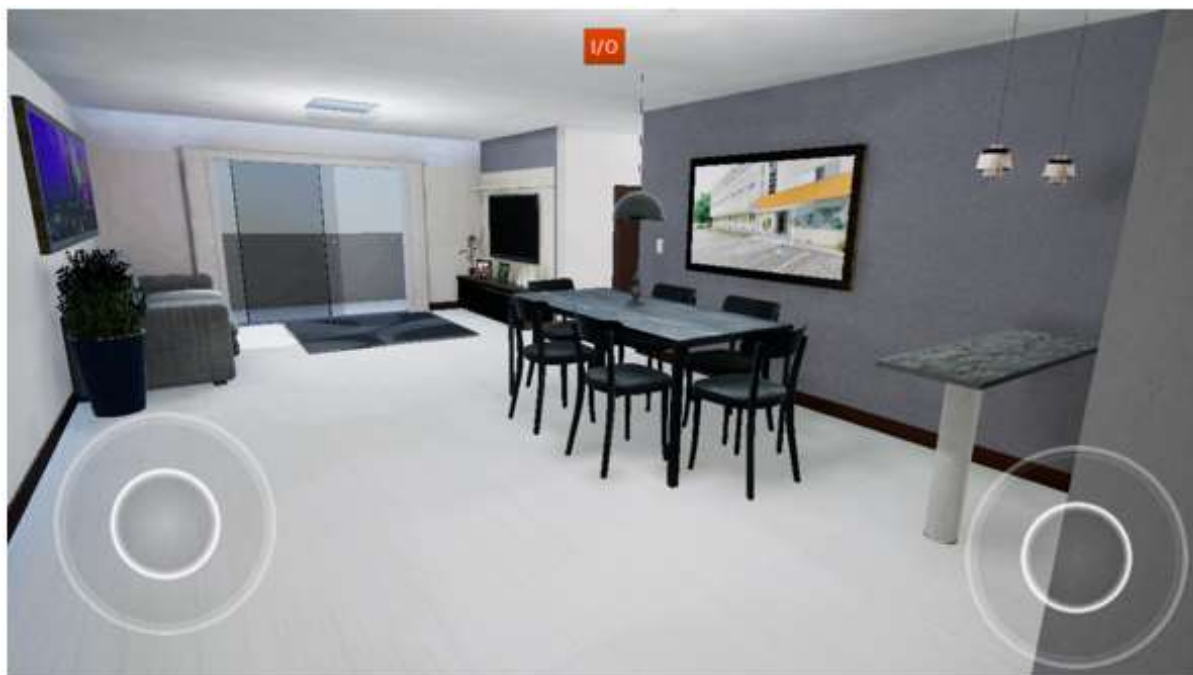
Figura 12 - Tela de escolha da planta



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A tela de visualização em 2D apresentada na Figura 13 carrega todo ambiente virtual apresentado em tela cheia, onde em cada um dos cantos inferiores da tela serão exibidos os comandos de controle. No canto inferior direito o controle apresentado será responsável pelo ângulo de visão do ambiente, enquanto o controle apresentado no canto inferior esquerdo será responsável pela movimentação no interior do ambiente.

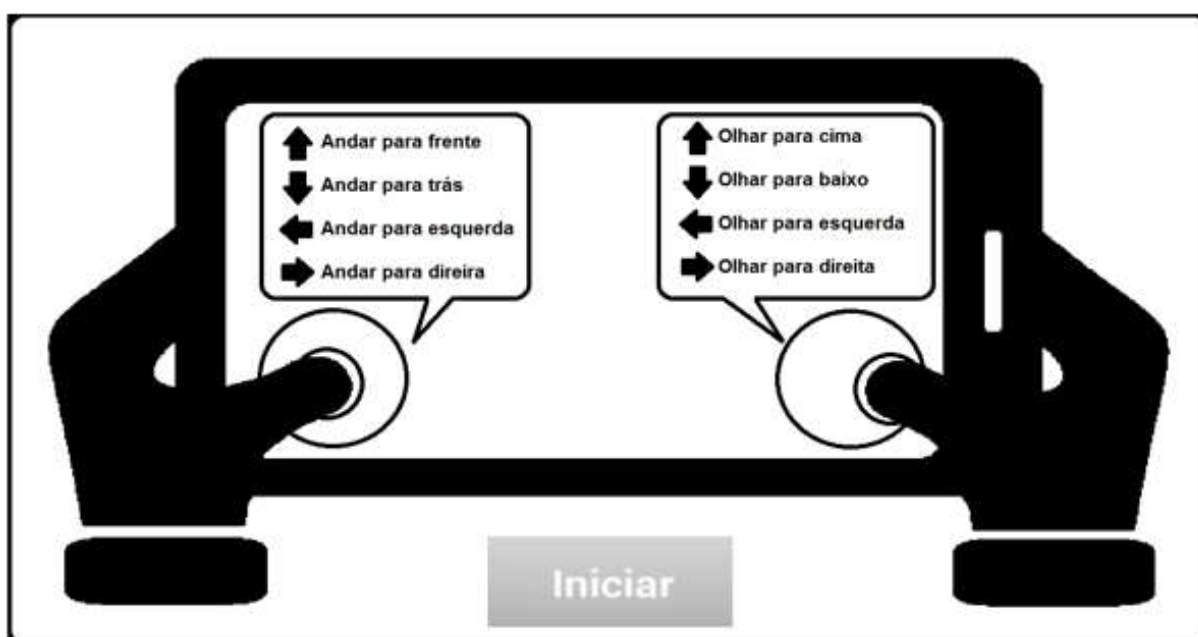
Figura 13 - Tela de visualização em 2D



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A tela de demonstrativo de controles representada pela Figura 14 apresenta uma ilustração que representa os controles disponíveis para movimentação em 2D apresentando visualmente as instruções de uso.

Figura 14 - Tela de demonstrativo de controles.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A tela de visualização em 3D conforme Figura 15 carrega todo ambiente virtual apresentado no modo de tela SBS (Lado a lado), que se trata de apresentar dois ângulos do mesmo ambiente com intuito de gerar uma visualização de profundidade.

Figura 15 - Tela de visualização em 3D



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A tela de regulagem de lentes demonstrada pela Figura 16 serve para que o usuário obtenha o melhor foco de visualização, sendo que a imagem apresentada será a tela dividida ao meio com a logomarca da construtora repetida em cada lado da tela.

Figura 16 - Tela regulagem de lentes



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.1.4 Gerenciamento de Requisitos

O gerenciamento de requisitos se aplica a partir de uma nova solicitação de mudança por parte do cliente aos desenvolvedores, caso seja necessária alguma mudança de requisito deverá ser obedecida as seguintes etapas:

- a) O cliente solicita uma mudança de requisito à DREAMPLACE VR Solutions.
- b) O responsável da DREAMPLACE VR Solutions por receber essa mudança sugerida é um Analista de Sistemas.
- c) Os Analistas farão uma análise da mudança solicitada e avaliarão a possibilidade de implementação.
- d) A DREAMPLACE VR Solutions juntamente ao cliente negociará a mudança.
- e) A partir da negociação será decidido se a mudança vai ou não ser implementada.

4.3 Manutenção do Projeto

A manutenção do *software*, em caso de implementação será realizada a partir de um contrato de manutenção que o cliente optará ou não por contratar. Caso não seja contratado o serviço de suporte e manutenção, todas as alterações e

atendimentos serão faturados. Será disponibilizada cada atualização de correção na loja de aplicativos para *Android*. Erros e melhorias estarão cobertos pelo pacote de manutenção do *software*. As customizações estão fora do pacote de manutenção e serão faturadas de acordo com cada solicitação.

4.4 Análise de viabilidade

Com base nos requisitos apurados, foi realizado um levantamento dos investimentos e custos, para que pudessem ser projetadas as receitas ao longo de cinco anos. O Quadro 6 indica todos os investimentos necessários para o desenvolvimento inicial do projeto, contabilizando a parte de *hardware* e *software* necessário:

Quadro 6 - Investimentos

<u>Investimentos</u>			
Hardware para desenvolvimento	Preço	Software para desenvolvimento	Preço
2x Dell XPS 8920 Com Monitor	R\$ 7.798,00	2x Licenças Windows 10 PRO	R\$ 1.225,80
		Licença Google Sketchup PRO	R\$ 2.193,42
		Elementos 3D + Texturas (ArchVis VR)	R\$ 315,57
		UnrealEngine 4	R\$ 0,00
		Visual Studio Community	R\$ 0,00
		Android Studio	R\$ 0,00
Custo total	R\$ 11.532,79		

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Foram estimados também os custos fixos para se manter o projeto em funcionamento, previstos ao longo de cinco anos, como podemos observar no Quadro 7 de Levantamento de Custos:

Quadro 7 - Levantamento de Custos

Levantamento de Custos					
Despesas em média	1	2	3	4	5
Energia elétrica	R\$ 2.400	R\$ 2.520	R\$ 2.580	R\$ 2.700	R\$ 2.760
Internet+Telefone	R\$ 3.600	R\$ 3.840	R\$ 4.020	R\$ 4.200	R\$ 4.440
Aluguel	R\$ 0	R\$ 15.000	R\$ 15.600	R\$ 16.200	R\$ 16.800
Total por ano	R\$ 6.000,00	R\$ 21.360,00	R\$ 22.200,00	R\$ 23.100,00	R\$ 24.000,00
Total	R\$ 96.660,00				

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

No primeiro ano não será considerado o aluguel de uma estrutura física como sala comercial, visto que o projeto poderá ser realizado em ambiente privado, melhorando a viabilidade inicial do projeto, pois terá como resultado uma grande diminuição do custo inicial. Esse corte foi uma medida adotada para a redução do risco do projeto diminuindo o custo inicial.

Analisando as tabelas Levantamento de Custos e Investimentos, foi realizada uma projeção de receitas para os cinco anos a partir no início do projeto, estimando também a quantidade de projetos que serão realizados entre cada ano.

A projeção das receitas do projeto exposta no Quadro 8 foi baseada em custos e mão de obra qualificada, onde serão descontados os custos da infraestrutura somado aos custos à mão de obra que será realizada por profissionais especializados. O custo da mão de obra especificado para o desenvolvimento foi de 160 reais para cada hora trabalhada, onde cada projeto levará em média 55 horas para ser concluído. Cada projeto será singular sendo que existirão variações de valores referentes às horas trabalhadas. Para essa projeção foi realizado o cálculo utilizado a médio entre projetos de maior e menor porte.

Quadro 8 - Projeção de Receitas

Projeção de Receitas			
Ano	Receita estimado por projeto	Projetos estimados por ano	Total de receita estimada por ano
1	R\$ 9.000	6	R\$ 54.000
2	R\$ 10.000	8	R\$ 80.000
3	R\$ 11.000	12	R\$ 132.000
4	R\$ 12.000	12	R\$ 144.000
5	R\$ 12.500	16	R\$ 200.000

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Para o fluxo de valores demonstrado no Quadro 9, usamos uma Taxa de Atratividade (TMA) de 12%, que seria comparada a taxa SELIC, a taxa básica de juros da economia brasileira. É o mínimo que o projeto precisa render em lucro para ser mais atrativo do que um investimento bancário sem risco, como por exemplo, os juros de uma conta poupança.

Quadro 9 - Fluxo de valores

Fluxo de valores						
Taxa de Desconto/Atratividade	12%					
Anos	0	1	2	3	4	5
Fluxo de Caixa	-R\$ 108.193	R\$ 54.000	R\$ 80.000	R\$ 132.000	R\$ 144.000	R\$ 200.000
Fluxo Descontado	-R\$ 108.193	R\$ 48.214	R\$ 63.776	R\$ 93.955	R\$ 91.515	R\$ 113.485
Fluxo Descontado Acumulado	-R\$ 108.193	-R\$ 59.979	R\$ 3.797	R\$ 97.752	R\$ 189.267	R\$ 302.752
PV Investimentos	-R\$ 108.193					
PV Benefícios	R\$ 410.945					
VPL	R\$ 302.751,97					
TIR	75,60%					
Payback	1,93					
IL	3,80					
ROIA	30,59%					

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.4.1 Taxa interna de retorno (TIR)

Analisando a tabela de cálculos da projeção da lucratividade, foram utilizadas

estatísticas de matemática financeira onde podemos constatar que a Taxa Interna de Retorno (TIR) é maior que a Taxa de Atratividade (TMA), que seria a taxa SELIC de rendimentos sem riscos. Com esse dado, podemos considerar que o dinheiro investido nesse projeto irá render mais do que o mínimo esperado. Sendo assim tornando o projeto mais lucrativo do que utilizar o investimento inicial em uma conta poupança.

4.4.2 Payback

O *payback* de 1,93 mostra que perto do início do segundo ano, o projeto terá obtido todo o valor investido e a partir dessa data, serão obtidas receitas de lucro, visto que foi projetado o valor de investimento inicial, somando todas as despesas dos cinco anos, para assim garantir mais uma vez que o projeto terá como se pagar.

4.4.3 Valor Presente Líquido (VPL)

Foi utilizado o Valor Presente Líquido (VPL) que é mais uma estatística de matemática financeira que traz o valor final do projeto para o dia de hoje. Com esse dado constatamos que o projeto terá um valor positivo de R\$302.751,97 em cinco anos, mostrando mais uma vez a viabilidade positiva do projeto.

4.4.4 Retorno sobre Investimento (ROIA)

Por meio desse indicador, é possível saber quanta receita a empresa está ganhando, baseado no investimento realizado. O retorno sobre o investimento em cinco anos é de 30,59%, ou seja, os R\$108.193,00 investidos foram pagos e 30,59% a mais foi recebido em lucro.

4.4.5 Decisão final

Se compararmos os dados fornecidos pela projeção de valores que foi realizada, podemos concluir que o projeto tem viabilidade tendo em conta que existe um valor baixo de investimento inicial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento teórico e prático do protótipo foi possível observar que o desenvolvimento de um projeto de software demanda um nível de conhecimento técnico elevado e muitas horas para planejamento e definição de funcionalidades.

Após o levantamento de requisitos explorado para desenvolvimento do estudo, conclui-se que durante elaboração do protótipo que a documentação com um bom nível de detalhamento é de suma importância para a criação de um projeto de desenvolvimento de software, onde cada requisito precisa ser minuciosamente estudado durante o processo para garantir o pleno atendimento de tal função, impedindo assim a necessidade futura de retrabalho.

Com base no desenvolvimento do protótipo foi possível definir um processo completo e detalhado de cada etapa da criação da aplicação, para o caso deste projeto, a elaboração do processo ocorreu com o intuito de criar um padrão para o desenvolvimento base da aplicação, pois a cada nova contratação de desenvolvimento de um novo projeto será gerada uma nova aplicação.

Ao realizar a análise de viabilidade foi possível observar a projeção de custos e lucros para operacionalização do projeto, com isso tornou-se visível o grau de viabilidade de implementação, onde a partir do segundo ano todos os investimentos devem ser recuperados.

Assim sendo, levando em consideração os objetivos abordados conclui-se que o projeto apesar de possuir um nível de complexidade alto quando considerado a implementação dos requisitos e o conhecimento necessário das ferramentas utilizadas para o desenvolvimento, deverá agregar ainda mais valor ao portfólio das construtoras e gerar um lucro considerável aos seus desenvolvedores.

6 REFERÊNCIAS

ALBERTIN, A. L. **Comércio Eletrônico: modelo, aspectos e contribuições de sua aplicação**. São Paulo: Atlas, 1999. p. 15.

ALBERTIN, A. L.; MOURA, R. M. D. **Matriz de aspectos e contribuições de comércio eletrônico: um instrumento de análise**. 1ª. ed. São Paulo: Atlas, 2012. cap.1.

ARAÚJO, Tiago et al. **Aplicações Android de Realidade Aumentada em Arquitetura Extensível, Flexível e Adaptável. Xi Brazilian Symposium On InformationSystem**. Goiânia, 2015. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbsi/2015/010.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2017.

ASBEA. **Otimização e Padronização de Informações em CAAD. A Integração entre Projetos e Projetistas**. 2000. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/41398977/Normas-Cad-Asbea>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

AUTODESK INC. **Software CAD**. 2017. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-software>>. Acesso em: 27 maio 2017.

BELLONI VERONESI, Luiza. **60% do processo de compra de imóvel é feito na internet, diz executivo do Google**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/imoveis/noticia/2978515/processo-compra-imovel-feito-internet-diz-executivo-google>>. Acesso em 15 mar. 2017.

BITTENCOURT, J. R.; OSÓRIO, F. S. **Motores para Criação de Jogos Digitais: Gráficos, Áudio, Interação, Rede, Inteligência Artificial e Física**. 2006. Disponível em: <<http://osorio.wait4.org/publications/Bittencourt-Osorio-ERI-MG2006.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

BRITO, Allan. **Blender Internal Render para arquitetura**. 2016. Disponível em: <<https://www.allanbrito.com/2016/10/28/blender-internal-render-para-arquitetura/>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

CASTELLS, M. **A Galáxia da Internet**. Rio de Janeiro: Zahar, 2003. p. 243.

COELHO, L. S. et al. **O crescimento do e-commerce e os problemas que o acompanham: a identificação da oportunidade de melhoria em uma rede de comércio eletrônico na visão do cliente**. 2013. Disponível em: <<http://revista.unisal.br/sj/index.php/RevAdministracao/article/view/235/202>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

COSTA, L. **Considerações sobre arte contemporânea: Anos 40**. São Paulo: Empresa das Artes, 1995. p. 608.

DINIZ, E. H. **Comércio eletrônico: fazendo negócios por meio da internet**. Curitiba, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65551999000100005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 mar. 2017.

DIGITAL IMOBI. **Mercado imobiliário: vídeo na íntegra do que rolou no Think Google Real Estate**. 2013. Disponível em: <<http://www.digitalimobi.com.br/blog/marketing/marketing-imobiliario/mercado-imobiliario-video-integra-rolou-think-google-real-estate/>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

EPICGAMES. **Hardware & Software Specifications**. 2017. Disponível em: <<https://docs.unrealengine.com/latest/INT/GettingStarted/RecommendedSpecifications/>>. Acesso em: 13 mai. 2017

FELIPINI, Dailton. **ABC do E-commerce: Os quatro segredos de um negócio bem-sucedido na Internet**. 3. ed. 2011. Disponível em: <<http://www.business.org.br/business/paginas/agencia/abc.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

FILIPPO, D. D. R.; SZTAJNBERG, A. **Bem-vindo à Internet**. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 1996. p. 457.

FRANCO JR., C. F. **e-Business: tecnologia da informação e negócios na internet**. São Paulo: Atlas S. A., 2001.

FREIRE, Raquel. **Óculos de realidade virtual: tudo que você precisa saber antes de comprar**. 2016. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2016/03/oculos-de-realidade-virtual-tudo-que-voce-precisa-saber-antes-de-comprar.html>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

GOBLE, Gord. **The 10 most important graphics cards in PC history**. 2013. Disponível em: <<http://www.pcworld.com/article/2034487/the-10-most-important-graphics-cards-in-pc-history.html#slide2>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

GONÇALVES, Marisa R. F. **“Rendering” Foto - Realístico**. Porto, 2004. Disponível em: <<http://www.dei.isep.ipp.pt/~paf/proj/Set2004/Rendering%20Foto-Real%25c1stico.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

KAPP, S.; OLIVEIRA, N. M. A. **Produção seriada e individualização na arquitetura de moradias. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. 2006. Disponível em: <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/05_biblioteca/acervo/kapp_producao_seriada.htm>. Acesso em: 31 mai. 2017.

KERBER, Diego. **Entenda o que é uma placa de vídeo (GPU)**. 2012. Disponível em: <<http://adrenaline.uol.com.br/2012/09/07/19438/entenda-o-que-e-uma-placa-de-video-gpu-/>>. Acesso em: 04 mai. 2017.

KLEINA, Nilton. **O que é engine ou motor gráfico?**. 2011. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/video-game-e-jogos/9263-o-que-e-engine-ou-motor-grafico-.htm>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. Petrópolis, 2007. Disponível em: <http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2007_svrps.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

LAUDON, K. C; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação**. Rio de Janeiro: LCT, 1999.

LIMA, B. C. O.; MAIA, R. R. **Engine gráfica 3d para simulação em jogos : um estudo de caso**. 2006. Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/view/274/285>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

MASSARO, Marcelo M. **E-commerce no segmento imobiliário: um estudo de caso em alguns sites imobiliários de Jaú**. Jaú, 2009. Disponível em: <<http://m3solucoes.xpg.uol.com.br/monografia.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

MATOS, Débora; BARTKIW, Paula I. N. **Introdução ao Mercado Imobiliário**. Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://assis.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2014/11/Introdução-ao-Mercado-Imobiliário.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

MORAIS, C. T. Q.; LIMA, J. V.; FRANCO, S. R. K. **Conceitos sobre Internet e Web**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012. p. 112.

MOSER, Magali. **Com desaceleração do mercado imobiliário, construtoras de Blumenau procuram novos modelos de negócio e tentam manter bons resultados dos últimos anos**. 2014. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/160/artigo330201-1.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

MRV ENGENHARIA. **Exclusivité: sua liberdade de escolha**. 2008. Disponível em: <<http://loja.mrv.com.br/exclusivita/index.asp>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

NASCIMENTO, Murilo M. **E-commerce na construção civil: uma inovação tecnológica que gera impactos no comportamento do consumidor**. 2013. Disponível em: <<http://www.revistageintec.net/portal/index.php/revista/article/view/220/327>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

NASCIMENTO, Rafael M. do. **E-commerce no brasil: perfil do mercado e do consumidor brasileiro**, 2011. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/8182/Rafael%20Moraes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

NETTO, Antonio Valerio et al. **Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações**. p.4-29, 2002. Disponível em:

<http://www.di.ufpb.br/liliane/publicacoes/2002_reic.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2017.

PLANTE, Chris. **Why video game engines may power the future of film and architecture**. 2015. Disponível em:

<<https://www.theverge.com/2015/3/4/8150057/unreal-engine-4-epic-games-tim-sweeney-gdc-2015>>. Acesso em: 04 mai. 2017.

RODRIGUES, Gessica P.; PORTO, Cristiane de M. **Realidade virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações**. Aracaju, 2013. Disponível em:

<<http://openrit.grupotiradentes.com/xmlui/bitstream/handle/set/395/REALIDADE%20VIRTUAL.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

RAWN, Evan. **Imagens irreais: prós e contras de utilizar ferramentas de vídeo games nas renderizações arquitetônicas**. Disponível em:

<<http://www.archdaily.com.br/br/763665/visualizacoes-irreais-3-pros-e-3-contras-de-renderizar-com-um-sistema-operacional-de-video-game>>. Acesso em: 04 mai. 2017.

ROBERTSON, George G. et al. **Non-Immersive Virtual Reality: Non-Immersive Virtual Reality**. 1993. Disponível em:

<<https://drive.google.com/file/d/0B9YdEJPUqBk6MHdJazF6eVI1bGc/view>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

SAUDE, Pedro. **Placa de vídeo ou placa gráfica**. 2017. Disponível em:

<<http://br.ccm.net/contents/369-placa-de-video-ou-placa-grafica>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

SCHULER, Denise; MUKAY, Hitomi. **Apostila Desenho - Arquitetura FAG**.

Cascavel, 200?. Disponível em:

<<http://pt.scribd.com/doc/42762695/Apostila-Desenho-Arquitetura-FAG>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

SERRA, Geraldo G. **Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo: Guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação**. 2006. Disponível em:

<<https://books.google.com.br/books?id=xEyHNdAIW50C&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

SILVA, Rogério E. da; MARTINS, Scheila W. **Ensino de ciência da computação através do desenvolvimento de jogos**. 2004. Disponível em:

<<http://www.niee.ufrgs.br/eventos/RIBIE/2004/posters/poster1286-1295.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

SPYER, J. **Para Entender a Internet - Noções práticas e desafios da comunicação em rede**. 2009. Disponível em:

<http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/Para_entender_a_Internet-1.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2017

WAKES, Leandro. **Como calcular a viabilidade de um projeto utilizando técnicas de análise de investimento: Payback Simples, VPL e TIR**. 2016. Disponível em: <<http://www.wankesleandro.com/single-post/2016/12/01/Como-calculer-a-viabilidade-de-um-projeto-utilizando-tC3A9cnicas-de-anC3A1lise-de-investimento-Payback-Simples-VPL-e-TIR>>. Acesso em: 27 mai. 2017.

WARD, Jeff. **What is a Game Engine?**. 2008. Disponível em: <http://www.gamecareerguide.com/features/529/what_is_a_game_.php?page=2>. Acesso em: 04 mai. 2017.

WHINSTON, A. B.; KALAKOTA, R. **Electronic Commerce: A Manager's Guide**. 1. ed. Addison-Wesley, 1997. p. 431.