

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS - GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

EDUARDA MAGANHA DE ALMEIDA

**UMA ABORDAGEM DE ENGENHARIA DE REQUISITOS PARA O
PROCESSO DE ESPECIFICAÇÃO E ANÁLISE DE REQUISITOS EM
APLICAÇÕES DE REALIDADE AUMENTADA**

DISSERTAÇÃO – MESTRADO

CORNÉLIO PROCÓPIO

2018

EDUARDA MAGANHA DE ALMEIDA

**UMA ABORDAGEM DE ENGENHARIA DE REQUISITOS PARA O
PROCESSO DE ESPECIFICAÇÃO E ANÁLISE DE REQUISITOS EM
APLICAÇÕES DE REALIDADE AUMENTADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR como requisito parcial para a obtenção do título de “Mestre Profissional em Informática”.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre L’Erario
Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo Filgueiras Damasceno

CORNÉLIO PROCÓPIO

2018



Título da Dissertação Nº 43:

“UMA ABORDAGEM DE ENGENHARIA DE REQUISITOS PARA O PROCESSO DE ESPECIFICAÇÃO E ANÁLISE DE REQUISITOS EM APLICAÇÕES DE REALIDADE AUMENTADA.”

por

Eduarda Maganha de Almeida

Orientador: **Prof. Dr. Alexandre L’Erario**

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM INFORMÁTICA – Área de Concentração: Computação Aplicada, pelo Programa de Pós-Graduação em Informática – PPGI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Cornélio Procópio, às 08h do dia 28 de Fevereiro de 2018. O trabalho foi _____ pela Banca Examinadora, composta pelos professores:

Prof. Dr. Alexandre L’Erario
(Presidente – UTFPR-CP)

Prof. Dr. Eduardo Filgueiras Damasceno
(UTFPR-CP)

Prof. Dr. Sheila dos Santos Reinehr
(PPGIA – PUC)

Prof. Dr. Silvio Ricardo Rodrigues Sanches
(UTFPR-CP)

Visto da coordenação:

Danilo Sipoli Sanches
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Informática
UTFPR Câmpus Cornélio Procópio

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa.

Dedico este trabalho aos meus pais Edilson e Lúcia.

AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos por Deus e Nossa Senhora, por terem me dado pessoas tão especiais, sem as quais certamente não teria conseguido.

Aos meus pais, Edilson e Lúcia, meu infinito agradecimento. Sempre acreditaram e confiaram na minha capacidade e sempre me acharam “a melhor de todas”, mesmo não sendo. Isso me fortalece e me faz ser “a melhor” pra eles. Obrigada pelo amor.

As minhas tias (Luiza e Nena), e a minha avó (Conceição), que estão sempre torcendo pelo meu sucesso.

Ao meu avô (Edson), por todos os momentos que tivemos, e Deus o chamou uma semana antes da conclusão deste trabalho.

Ao meu namorado, Rafael, sempre ao meu lado me fazendo acreditar que posso mais do que imagino.

Agradeço a meu orientador, Prof.Dr. Alexandre L’Erario, por todos os ensinamentos transmitidos desde o primeiro dia, pela sabedoria com a qual me guiou nesta caminhada, pela paciência e dedicação disponibilizada.

Ao meu co-orientador, Prof.Dr. Eduardo Damasceno, que esteve segurando minha mão em todos os momentos, sempre esteve pronto para ouvir e me apoiar em todas as decisões, pelos ensinamentos, paciência e por acreditar que eu chegaria aqui.

Sem ordem de prioridades, agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização desta pesquisa. Muito obrigada.

*“Grandes realizações só são possíveis quando se dá
importância aos pequenos começos”*

LAO TSE

RESUMO

DE ALMEIDA, Eduarda Maganha. **Uma Abordagem de Engenharia de Requisitos para o Processo de Especificação e Análise de Requisitos em Aplicações de Realidade Aumentada.** 2018. 87 f. Dissertação de Mestrado em - Engenharia de Software. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2018.

A realidade aumentada (RA) se caracteriza pela inclusão de objetos virtuais - como imagens, textos, animações - no mundo real, por meio de dispositivos tecnológicos, permitindo ao usuário explorar cenários atrativos e realçados. Uma das mais valiosas vantagens dessa tecnologia é a capacidade de permitir o uso de interfaces multimodais, envolvendo tato, movimentos gestuais, e outros. Todavia devido a sua variedade de interfaces o desenvolvimento de aplicações de RA se torna uma tarefa dispendiosa no momento da especificação e análise de requisitos. Este trabalho apresenta uma abordagem composta por um conjunto de atividades baseadas nos conceitos de Engenharia de Requisitos (ER) e nas características particulares de RA para auxiliar no processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de RA. Tal abordagem tem o propósito de amparar o desenvolvimento de requisitos de aplicações de RA, evitando que erros advindos da etapa inicial da produção se propaguem para demais fases e também promover uma integração eficaz nos envolvidos, que em muitos casos são equipes multidisciplinares. Além disso, tal abordagem supre uma demanda expressa na literatura. Este trabalho utilizou uma abordagem metodológica mista. Neste caso, a revisão sistemática da literatura realizada com o propósito de mapear as evidências do uso da Engenharia de Requisitos (ER) no processo de desenvolvimento de aplicações de RA; e os experimentos realizados para verificar quais são os elementos principais das aplicações de RA; aplicação de um cenário de RA com o intuito de consolidar a abordagem desenvolvida; e também um estudo de caso a fim de verificar a aderência da abordagem no processo de especificação e análise de requisitos. Com a execução dos métodos foi possível analisar a viabilidade dessa abordagem. Os resultados indicaram que a abordagem apresentada neste trabalho é válida e pode ser aplicada no setor produtivo, espera-se então, auxiliar os desenvolvedores e ampliar as discussões e debates sobre sua eficácia.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Engenharia de Requisitos. Abordagem. Processo.

ABSTRACT

DE ALMEIDA, Eduarda Maganha. **A Requirements Engineering Approach to the Process of Specification and Requirements Analysis in Augmented Reality Applications.** 2018. 87 p. Dissertation in - Software Engineering. Federal Technological University of Paraná. Cornélio Procópio, 2018.

Augmented reality (AR) is characterized by the inclusion of virtual objects - such as images, texts, animations - in the real world, through technological devices, allowing the user to explore attractive and highlighted scenarios. One of the most valuable advantages of this technology is the ability to allow the use of multimodal interfaces, involving touch, gestures, and others. However due to its variety of interfaces the development of AR applications becomes an expensive task at the moment of specification and analysis of requirements. This work presents an approach composed of a set of activities based on the concepts of Requirements Engineering (RE) and the particular characteristics of AR to assist in the process of specification and analysis of requirements for AR applications. Such an approach is intended to support the development of AR application requirements, avoiding errors that arise from the initial stage of production to propagate to other phases, and also to promote an effective integration in those involved, which in many cases are multidisciplinary teams. Moreover, such an approach meets an express demand in the literature. This work used a mixed methodological approach. In this case, the systematic review of the literature carried out with the purpose of mapping the evidences of the use of Requirements Engineering in the process of development of AR applications; and the experiments carried out to verify the main elements of AR applications; the application of an AR scenario in order to consolidate the developed approach; and also a case study in order to verify the adherence of the approach in the process of specification and analysis of requirements. With the execution of the methods it was possible to analyze the feasibility of this approach. The results indicated that the approach presented in this work is valid and can be applied in the productive sector, it is hoped, then, to assist the developers and to broaden the discussions and debates about their effectiveness.

Keywords: Augmented Reality. Requirements Engineering. Approach. Process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da abordagem perante as áreas de conhecimento	18
Figura 2: Exemplo de marcadores fiduciais	24
Figura 3: Funcionamento da tecnologia de Realidade Aumentada	25
Figura 4: Modelo de Processo da Engenharia de Requisitos	28
Figura 5: Estratégia de busca	31
Figura 6: Processo de seleção de estudos através da busca manual	33
Figura 7: Processo de seleção de estudos através da busca automática	34
Figura 8: Fases do processo experimental	39
Figura 9: Experimentos executados	40
Figura 10: Abordagem de ER para aplicações de RA	56
Figura 11: Etapa 01 - Elicitação dos Requisitos	58
Figura 12: Etapa 02 - Análise dos Requisitos	59
Figura 13: Etapa 03 – Projeto	60
Figura 14: Etapa 04 - Avaliação	61
Figura 15: Foco da empresa	68
Figura 16: Processo utilizado na empresa X para elicitação de requisitos	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Protocolo da Revisão (Seções (1) e (2))	30
Tabela 2: Critérios de qualidade	32
Tabela 3: Avaliação dos critérios de qualidade	34
Tabela 4: Itens analisados nos experimentos	42
Tabela 5: Objetivo do trabalho	44
Tabela 6: Requisitos semelhantes ao proposto como métrica de comparação	62
Tabela 7: Requisitos modificados pelas duplas durante a etapa de análise	64
Tabela 8: Resultado da implementação do caso de teste dos requisitos	64
Tabela 9: Resultados retornados pela empresa X	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultado do <i>checklist</i> utilizado no caso de teste	66
Gráfico 2: Comparação da utilização e não utilização da abordagem	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Caracterização das variáveis dependentes e independentes	45
Quadro 2: Caracterização da amostra	50

LISTA DE ABREVIATURAS

ER	Engenharia de Requisitos
ES	Engenharia de Software
RA	Realidade Aumentada
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
RV	Realidade Virtual
RVA	Realidade Virtual e Aumentada

LISTA DE ACRÔNIMOS

FLARAS	Flash Augmented Reality Authoring System
HDM	Head Mounted Displays
HUD	Head Up Displays

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA	20
2.1.1 Realidade Aumentada	22
2.2 ENGENHARIA DE REQUISITOS	27
2.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	29
2.3.1 Planejamento da Revisão	30
2.3.2 Conduta da Revisão	33
2.3.3 Análise dos Resultados	35
3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	38
3.1 MÉTODO DE PESQUISA: EXPERIMENTAL	38
3.1.1 Definição do Escopo	43
3.1.2 Planejamento	44
3.2 MÉTODO DE PESQUISA: ESTUDO DE CASO	47
3.2.1 Descrição do Caso	48
4. OPERACIONALIZAÇÃO	49
4.1 OPERACIONALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	49
4.1.1 Preparação do Experimento	49
4.1.2 Execução do Experimento	50
4.1.3 Validade dos Dados	52
4.2 OPERACIONALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	52
4.2.1 Execução do Estudo de Caso	53
4.2.2 Validade dos Dados do Estudo de Caso	54
5. ABORDAGEM DE REQUISITOS PARA REALIDADE AUMENTADA	55

5.1 ABORDAGEM DE ER PARA RA	55
5.2 APLICAÇÃO DA ABORDAGEM	61
6. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	62
6.1 ANÁLISE QUANTITATIVA E DESCRITIVA DO EXPERIMENTO	62
6.2 PROPOSIÇÕES VERIFICADAS	66
6.3 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS NO ESTUDO DE CASO	68
6.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	71
7. CONCLUSÕES	73
7.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	74
7.2 TRABALHOS FUTUROS	75
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE 1 - Estudos primários identificados	79
APÊNDICE 2 - Termo de Consentimento	80
APÊNDICE 3 - Descrição da proposta do cenário de Realidade Aumentada	81
APÊNDICE 4 - <i>Checklist</i> utilizado para o caso de teste dos requisitos	82
APÊNDICE 5 - Proposta da documentação	83
APÊNDICE 6 - Protocolo do Estudo de Caso	86
APÊNDICE 7 - Artigos publicados	87

1. INTRODUÇÃO

O uso crescente de sistemas computacionais em quase todos os ramos da sociedade tem levado a necessidade de desenvolvimento de software que possam aprimorar a compreensão das informações. Diante desse crescimento, pode-se destacar a tecnologia de Realidade Aumentada (RA). A RA se caracteriza pela inclusão de objetos virtuais no ambiente real, por meio de dispositivos tecnológicos, permitindo ao usuário explorar esse ambiente enriquecido e atrativo.

A RA vem fomentando a afeição das pessoas por ser uma tecnologia que possibilita a interação entre o virtual e o mundo físico em tempo real. Entretanto, apesar do aumento do uso da tecnologia de RA em diversas aplicações, percebe-se uma maior atenção na tecnologia em si do que no processo de especificação e análise de requisitos para tais aplicações.

O desenvolvimento de um software é na maioria das vezes elaborado em equipe, no qual a mesma pode sofrer mudanças no decorrer de fase. Os sistemas de RA são desenvolvidos por equipes multidisciplinares, ou seja, envolve pessoas de TI (tecnologia da informação) com diversas formações - como engenharia da computação, análise de sistemas, engenharia de software entre outras formações - e pessoas de diferentes formações, como publicidade e administração (BRAGA et al., 2012). Cabe destacar em uma equipe multidisciplinar de desenvolvimento de RA cada pessoa é determinada a realizar uma função, sendo assim uma equipe multidisciplinar é, portanto, uma forma de resolver problemas e trazer soluções de uma forma mais rápida, criativa e eficaz.

Projetistas de sistemas de RA se deparam com um problema, pois na literatura são encontradas poucas sugestões de guias de desenvolvimento, que na maioria das vezes são derivadas de problemas específicos de cada aplicação (DAMASCENO; OLIVEIRA, 2009), dado esse problema há uma lacuna sobre os processos de especificação e análise de requisitos para aplicações de RA. Neste contexto a Engenharia de Requisitos (ER) é ressaltada como um ponto fundamental para o sucesso de um projeto. A ER tem como um dos seus objetivos aperfeiçoarem e analisar as modelagens de um determinado projeto, permitindo uma

maior compreensão das suas características antes da implantação (ROBINSON; PAWLOWSKI; VOLKOV, 2003).

Ademais, a ER é um processo para extrair, descrever, documentar e validar os requisitos de um produto de software através da identificação das partes interessadas (CORREA DOS SANTOS; DELAMARO; NUNES, 2013).

Como qualquer sistema de software, a construção de aplicações de RA requer um processo de especificação e análise de requisitos adequados às suas particularidades. As aplicações de RA demandam de um esforço conjugado envolvendo temas relacionados como modelagem gráfica tridimensional (3D) e usabilidade (KIRNER; SALVADOR, 2007), além disso, uma equipe de desenvolvimento multidisciplinar.

Quando analisadas várias atividades do processo de desenvolvimento de software, verifica-se que geralmente limita-se a metáforas, guias ou padrões da Engenharia de Software (ES) tradicional, na maioria das vezes não possuem recursos suficientes para identificar as necessidades particulares para o desenvolvimento das aplicações de RA (NAKAMOTO et al., 2012). Conseqüentemente, os modelos disponíveis não conseguem cobrir as especificações características requeridas no desenvolvimento de aplicações RA, pois tendem a conduzir um processo que não atende totalmente as exigências inerentes em RA.

Como resultado, estratégias são fundamentais para auxiliar desenvolvedores de tecnologias, como RA, a criar e avaliar as aplicações, gerando um entendimento mais adequado dos parâmetros existentes em RA e estabelecer em quais condições esses parâmetros será executado (GOLDIEZ et al., 2004).

1.1 OBJETIVOS

Para aprimorar o desenvolvimento de aplicações de RA, e preencher essa lacuna encontrada na literatura foi desenvolvida uma pesquisa nas áreas de Realidade Aumentada e Engenharia de Requisitos, visando à criação de uma

abordagem de engenharia de requisitos que suporte o processo de especificação e análise de requisitos em aplicações de RA.

A abordagem proposta de ER é baseado em características específicas de RA pode seguir tanto uma abordagem de desenvolvimento iterativa quanto a clássica, podendo ser adaptada para o modelo de processo desenvolvimento de cada organização. Em cada etapa da possível modelo são definidos conjuntos de atividades específicas, cujo intuito é gerar artefatos para auxiliar na especificação e análise de requisitos, e também da intersecção dos requisitos convencionais e requisitos específicos de RA, além dos requisitos de sistema.

A contribuição deste trabalho se concentra no enriquecimento dos modelos de processo de especificação e análise de requisitos durante o desenvolvimento de aplicações de RA.

As pesquisas de ER associadas à tecnologia de RA indicam que poucas evidências existentes na área contribuem de maneira insuficiente para o desenvolvimento de tais aplicações (TORI, 2009). Esse fato justifica a necessidade de desenvolver um processo com técnicas apropriadas, que possam contribuir de maneira satisfatória para as aplicações de RA, tanto na sua especificação quanto na análise.

Desta forma considerando os fatores e dados citados que norteiam as motivações deste trabalho, o propósito é desenvolver uma abordagem de ER que seja como base para o processo de especificação e análise de requisitos, proporcionando aos desenvolvedores suporte durante todo processo de desenvolvimento de aplicações de RA.

Logo, os resultados alcançaram um diferencial positivo em relação aos estudos existentes, visto que a abordagem abrange duas grandes áreas: Realidade Aumentada e Engenharia de Requisitos, conforme a Figura 1.

Com a abordagem é possível estabelecer um conjunto organizado de atividades, e técnicas que contribuem e orientam os pesquisadores, projetistas, desenvolvedores para a obtenção da completa especificação e análise de requisitos e avaliação de um protótipo de interface.

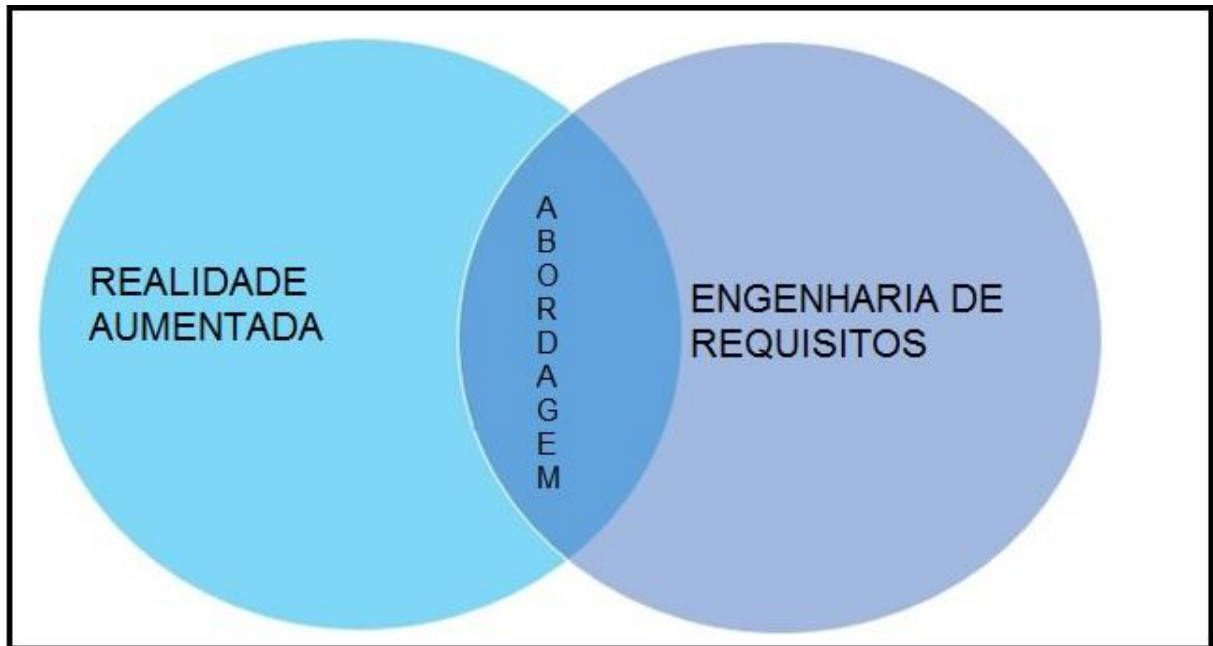


Figura 1: Localização da abordagem perante as áreas de conhecimento

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está assim organizado:

Capítulo 1 - Introdução: Posiciona o leitor com relação ao projeto de pesquisa e apresenta o contexto da área de aplicação da mesma;

Capítulo 2 - Fundamentação Teórica: Apresenta uma reflexão sobre os principais conceitos encontrados na da literatura, pela exploração reflexiva dos textos encontrados. Na seção 2.1 é definido o conceito de Realidade Virtual e Aumentada, na subseção 2.1.1 os conceitos e aplicações de Realidade Aumentada. A seção 2.2 relata e define o conceito de Engenharia de Requisitos. E a seção 2.3 apresenta a Revisão Sistemática da Literatura, método de pesquisa realizado para mapear as evidências da Engenharia de Requisitos em aplicações de Realidade Aumentada na literatura contemporânea, nas subseções relatadas todas as etapas referentes à revisão e uma análise da mesma.

Capítulo 3 - Métodos e Procedimentos: Caracterizada como um método de pesquisa híbrido. A seção 4.1 e suas subseções apresentam o método de pesquisa

experimental, descrevendo as fases do experimento realizado, a partir da preparação, bem como todas as etapas que compõem sua organização; a execução do experimento, que sistematiza as atividades que foram efetuadas durante esta fase. A seção 4.2 e as subseções referentes ao mesmo denotam sobre o método estudo de caso.

Capítulo 4 – Operacionalização do Experimento e Operacionalização do Estudo de Caso: Expõe as fases do experimento realizado a partir da preparação, bem como todas as etapas que compõem sua organização; a execução do experimento, que sistematiza as atividades que foram efetuadas durante esta fase, e a validade dos dados. Expõe as fases do estudo, bem como a execução e validades dos dados.

Capítulo 5 – Abordagem de Engenharia de Requisitos para Realidade Aumentada: É apresentada a abordagem desenvolvida neste trabalho, bem como a descrição das suas quatro etapas, identificando e descrevendo cada atividade contida nas etapas.

Capítulo 6 – Análise e interpretação dos Resultados: Refere-se à análise das informações coletadas no experimento em relação ao parâmetro estabelecido. Expõe também os critérios utilizados para a prova das hipóteses levantadas. Refere-se à análise do conteúdo absorvido durante o estudo, relatando o processo de desenvolvimento atual do caso, expondo suas necessidades e verificando a aderência da abordagem proposta. E na seção 6.4 é apresentando quais as limitações deste trabalho

Capítulo 7 - Conclusões: Evidencia as conclusões obtidas a partir da execução do experimento, do estudo de caso e da análise dos dados coletados em seu decorrer. Também apresenta as contribuições da pesquisa, e possíveis retomadas do tema em trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A base teórica necessária para a realização da pesquisa e o entendimento do estudo é apresentada nesse capítulo, destacando os conceitos de Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Engenharia de Requisitos, e Revisão Sistemática da Literatura, cuja finalidade é reunir as evidências e contribuições sobre o uso do processo de ER em aplicações de RA.

2.1 REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

Os processos de Realidade Virtual e Aumentada (RVA), geralmente são dotados de grande complexidade, uma boa prática para o desenvolvimento desse tipo de aplicação é definir a divisão do trabalho por uma equipe ou em estágios quando se tratar de um desenvolvedor.

O desenvolvimento cada vez maior destas aplicações implica em uma estrutura de projeto adequado a capacidade de produção de seus envolvidos, e por isso, identificar os vieses pelo qual o processo de desenvolvimento se procede pode garantir que estas aplicações se cheguem ao ponto de qualidade esperado para um produto de software.

A RVA pode ser considerada como uma técnica que envolve grandes inovações, contendo desde o desenvolvimento de dispositivos de interação e visualização a aplicações direcionadas aos diversos domínios de conhecimento dos seres humanos.

Uma aplicação de RVA pode envolver, além dos profissionais da área de computação, profissionais advindos da área de marketing, gestão, psicologia e outros.

Historicamente as interfaces computacionais foram desenvolvidas para se adequar aos requisitos de hardware de telas 2D já existentes e os dispositivos convencionais. Desta forma, as metodologias que foram idealizadas neste domínio

possuem limitações de adequação e com isso sua maturidade fica prejudicada pela falta de artefatos para definição do escopo dentro da metodologia.

Apesar dos esforços de engenheiros e projetistas de software está adaptação está relacionada à forma de visualização ao conteúdo 2D para 3D, modos de navegação e interação dentro da cena, ou diretamente relacionado com um dispositivo específico, traduzindo nossas experiências do mundo real para ícones e outros elementos da interface do usuário de modo orientar o usuário dentro de uma tarefa no sistema de RVA.

Além das características de interface visual os sistemas de RVA se utilizam de dispositivos displays (visores) que incrementam a complexidade do sistema, pois necessitam sincronizar a visão do usuário no ambiente virtual com a sua orientação e posicionamento no ambiente real. Ademais, o sentimento de presença dentro dos sistemas de RVA deve ser bem explorado pela interface 3D para propiciar uma interação mais intuitiva e imersiva.

Somam-se a isto as características comportamentais de interação e dos objetos 3D (inanimado-passivos e autônomo-ativos), pois estes possuem determinadas respostas a ações do usuário que são fundamentais para promover a interação e a imersão no ambiente. Estes objetos 3D podem se comunicar entre si e com os usuários e que podem afetar o ambiente ou mesmo sua composição.

Ademais, a concepção de sistemas com a tecnologia de RVA é preconizada pelo entendimento de conjunto de características tanto do design da interface, quanto da interação com o hardware, sendo que o próprio design de termo tem de ser interpretado de formas bastante distintas neste contexto. Sendo o design da interface, quanto ao projeto gráfico, e o design da interação, relacionado com a reação do sistema com as ações do usuário e seus dispositivos de manipulação.

De acordo com (TORQUETE, 2011) a Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia de interface avançada entre um usuário e um sistema computacional. O propósito da tecnologia de RV é recriar ao máximo a sensação de realidade para o usuário, levando-o a adotar esta interação em tempo real. Para que essa interação seja possível, é utilizado o uso de técnicas e equipamentos computacionais que ajudam na ampliação da sensação de presença do usuário (TORQUETE, 2011).

Outra definição de RV é ser uma interface computacional que permite ao usuário interagir em tempo real, em um espaço tridimensional gerado por um computador, usando seus sentidos através de dispositivos especiais (KIRNER; KIRNER, 2011). O usuário pode perceber o mundo virtual, através de uma janela constituída pela tela do monitor ou pela tela de projeção, ou ser inserido no mundo virtual, através de capacete (*Head Mounted Displays - HDM*), salas com multiprojeção, dispositivos de interação, óculos VR entre outros (KIRNER; KIRNER, 2011), (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

A RV também se estende a uma apreensão de um universo não real, um universo de ícones e símbolos, mas permeando em um processo de significação onde o usuário desse falso universo fornece créditos de um universo real. Na RV são criados mundos tridimensionais no qual o usuário pode interagir com diversos objetos e adquirir distintas sensações (TORQUETE, 2011)

Uma grande vantagem de RV é a capacidade de o usuário visualizar o ambiente, a partir de qualquer ângulo, à medida que vão sendo realizadas as alterações em tempo real. Permitindo também, que os comportamentos e atributos possam ser fornecidos a objetos pertencentes ao ambiente, o que propicia a simulação de respostas e funções do mundo real (TORI, 2009).

2.1.1 Realidade Aumentada

A RA é uma tecnologia advinda da RV. Seu funcionamento envolve a sobreposição de objetos virtuais no mundo real, proporcionando o enriquecimento do ambiente real com os objetos virtuais em tempo real (TORI, 2009), o objetivo é que o usuário possa interagir com o mundo e os elementos virtuais, de maneira mais natural e intuitiva sem necessidade de treinamento ou adaptação. Esta interação pode ser feita de maneira direta (com a mão ou com o corpo do usuário) ou indireta (auxiliada por algum dispositivo de interação). Enquanto a RV tem como objetivo a imersão do usuário em um ambiente virtual, de tal forma que elementos e ocorrências do mundo real precisam ser impedidos de interferir no mundo virtual, a fim de que, a sensação de imersão do usuário não seja prejudicada, a RA integra as informações virtuais ao ambiente físico (NAKAMOTO; CARRIJO; CARDOSO, 2009).

A RA enriquece o ambiente físico com objetos sintetizados computacionalmente, permitindo a coexistência de objetos virtuais e reais em tempo real. Para que as aplicações de RA funcionem da maneira mais transparente e intuitiva para o usuário, é preciso que se utilize um dispositivo de visualização apropriado que reconheça as movimentações entre o ponto de vista do observador em relação ao restante do ambiente.

A RA já foi definida de diversas maneiras, entre elas Azuma (2001) destaca, um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes características principais: combina o real com os objetos virtuais dentro de um ambiente real; é interativa em tempo real; e ajusta os objetos virtuais no ambiente real.

Em um ambiente de RA é possível utilizar recursos de multimídia, incluindo imagem e som de alta qualidade, e recurso de RV como objetos tridimensionais e a interação em tempo real.

Uma característica importante de RA é a sua capacidade de rastreamento, com a função de identificar a posição de partes do corpo do usuário ou de algo atrelado a ela, como um marcador, para ser dado como requisito de entrada de informações para a aplicação (DAMASCENO, 2013).

Outra característica da tecnologia de RA é ter a capacidade de aumentar a quantidade de informações disponíveis aos ambientes existentes, onde as informações carregadas pelos objetos virtuais auxiliem o usuário a executar atividades do mundo real (NAKAMOTO et al., 2012).

A RA possui diversas configurações, uma delas é executada através do reconhecimento de um símbolo, os marcadores mais comuns (os fiduciais, Figura 2) são cartões com uma moldura retangular e com um símbolo em seu interior, funcionando como um código de barras 2D, que permite o uso de técnicas de visão computacional para calcular a posição da câmera real e sua orientação em relação aos marcadores, de forma a fazer com que o sistema possa sobrepor objetos virtuais sobre os marcadores. Estes marcadores podem conter os símbolos mais variados possíveis.

Os marcadores fiduciais são imagens que representam uma assinatura conhecida (seu conteúdo, formato, tamanho e cores). Um marcador pode ser impresso em papel - bem comum -, cartão, cartolina, ou qualquer outro objeto físico. O marcador apesar de ser o recurso mais usual para se obter RA, não é o único (DAMASCENO, 2013).

A Figura 3 demonstra uma aplicação de RA no qual processa a imagem captada pelo dispositivo de captura de imagem e identifica o posicionamento do símbolo, em seguida, a aplicação disponibiliza o objeto virtualmente na tela baseado neste posicionamento.

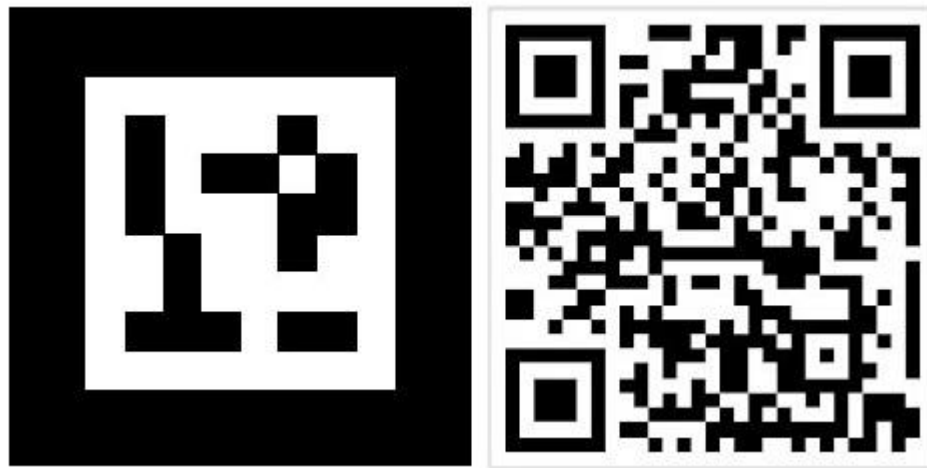


Figura 2: Exemplo de marcadores fiduciais

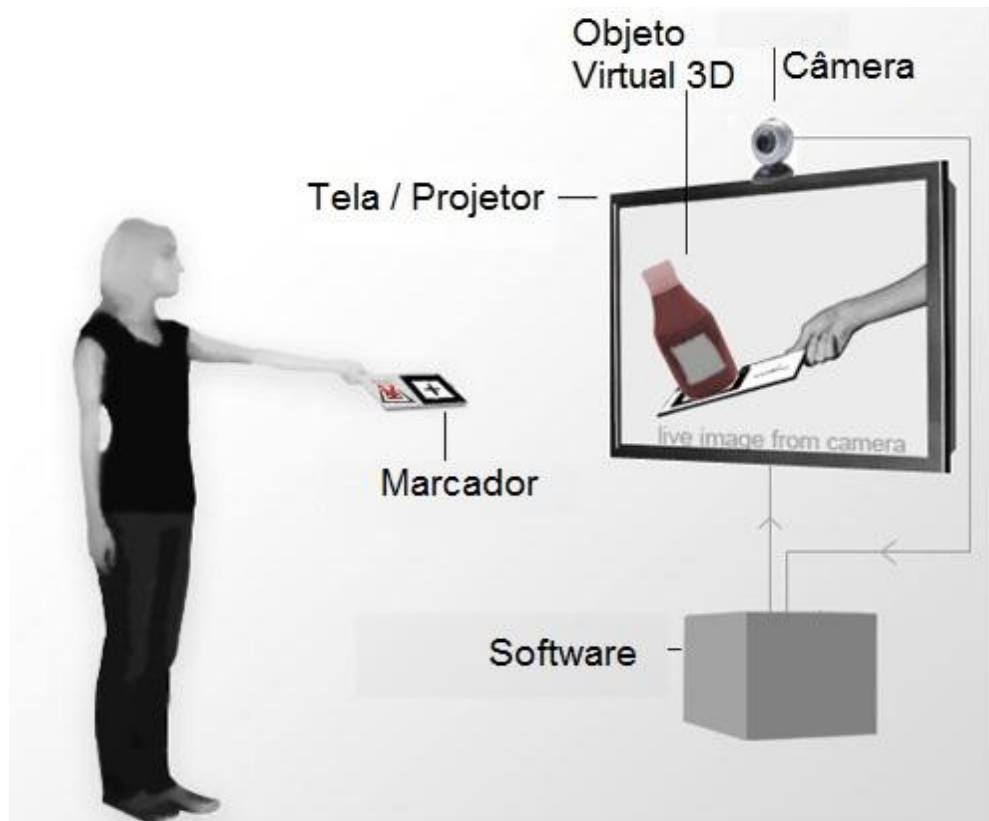


Figura 3: Funcionamento da tecnologia de Realidade Aumentada
Fonte: Adaptado de TORQUETE (2011)

Ao longo da história da RA houve momentos em que se podia apenas aumentar a cena com informações e dados textuais. Logo se viu que este enriquecimento da cena poderia ser mais bem aproveitado se gráficos ou esquemas pudessem ser inseridos na cena, de forma coerente com objetos reais. Posteriormente, com a melhora na capacidade de processamento, foi possível promover esse enriquecimento da cena com objetos gráficos 3D renderizados de forma realista. Mas, os elementos virtuais anteriores não deixaram de serem opções de RA, portanto, pode-se categorizar a RA quanto ao elemento virtual que está enriquecendo a cena como:

- 1D, acrescenta elementos textuais em forma de HUD (*Head Up Displays*);
- 2D, acrescenta gráficos ou esquemas na cena;
- 3D, acrescenta objetos virtuais tridimensionais realistas à cena.

Importante salientar que, independentemente de o conteúdo ser 1D, 2D ou 3D, o registro desse conteúdo com o cenário real deve sempre ser tridimensional, ou seja, deve corresponder a uma posição no espaço real bem definida.

Um dos componentes fundamentais da RA é uma câmera de vídeo para capturar a cena e, às vezes, identificar nesta os locais de posicionamento dos elementos virtuais. Entretanto, além da entrada de vídeo, vários outros dispositivos podem ser usados com o objetivo de auxiliar na identificação dos elementos da cena e/ou posicionarem os elementos em relação ao observador.

As aplicações com a tecnologia de RA podem ser classificadas de acordo com o tipo de display utilizado. Entre as técnicas mais comuns pode-se destacar:

- Sistema de Visão ótica direta (*Optical see-through Head Mounted Displays (HMD)*), é utilizado óculos ou capacetes com lentes que possibilita o recebimento direto da imagem real, ao mesmo tempo em que permite a projeção de imagens virtuais devidamente alinhadas com o ambiente real (TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).
- Sistema de visão por vídeo baseado em monitor (*Monitor- Based Augmented Reality*) utiliza uma câmera de vídeo para capturar o ambiente real. Após a captura, a cena real é agregada com os objetos virtuais gerados pela aplicação e apresentados na tela (Figura 3). Os objetos virtuais na maioria das vezes são gerados através dos símbolos (marcadores), possibilitando que o desenvolvedor da aplicação acrescente objetos virtuais sobre estes símbolos no mundo real (NAKAMOTO et al., 2012).
- Sistema de visão direta por vídeo (*Video see-through HMD*), o usuário utiliza capacetes com duas ou mais micro câmeras de vídeo acopladas ao mesmo. As câmeras têm a função de ser os olhos do usuário. A cena real é capturada por micro câmeras e misturada aos elementos virtuais e são apresentada diretamente nos olhos do usuário, através de pequenos monitores implementado dentro dos capacetes (NAKAMOTO et al., 2012)

A RA é uma tecnologia que exige uma combinação precisa, harmoniosa e complexa de materiais físicos, digitais e humanos, elevando-se assim a ordem de grandeza dos conhecimentos envolvidos e das dificuldades a ser enfrentadas em seu desenvolvimento. Logo é extremamente importante conhecer bem todos os requisitos desta tecnologia.

2.2 ENGENHARIA DE REQUISITOS

O sucesso no desenvolvimento de um software pode ser medido pela maneira com que ele realiza as atividades para qual foi proposto. Os requisitos possuem uma função primordial no processo de software, por apresentar a função de identificar os requisitos das partes envolvidas, definirem as funcionalidades, restrições e entre outros, sendo assim, considerado um fator decisivo para o sucesso ou fracasso de um projeto (ARRUDA et al., 2014).

Para atingir o sucesso, é importante que seja realizado a identificação e documentação das necessidades da aplicação. Estas atividades, na maioria das vezes, exigem um conhecimento do ambiente onde a aplicação será implantada.

A Engenharia de Requisitos (ER), é a área da Engenharia de Software que se preocupa com as metas, funções e restrições de uma aplicação, sendo apontada com um processo para extrair, descrever, documentar e validar os requisitos de um produto de software através da identificação das partes de interesse (CORREA DOS SANTOS; DELAMARO; NUNES, 2013).

Um processo de ER é um conjunto de atividades que devem ser seguidas para derivar, validar e manter um documento de requisitos, o processo envolve criatividade, interação de diferentes grupos, conhecimento e experiência para transformar informações diversas em documentos e modelos que direcionem o desenvolvimento de software.

No entanto, não faz sentido falar em processo ideal sabendo que o processo de ER pode variar de uma organização para outra, o processo pode ser adaptado atendendo as necessidades reais de cada organização, de maneira generalizada a maioria dos processos de ER podem ser descritos em um modelo de atividades de alta granularidade, como apresentado na Figura 4.

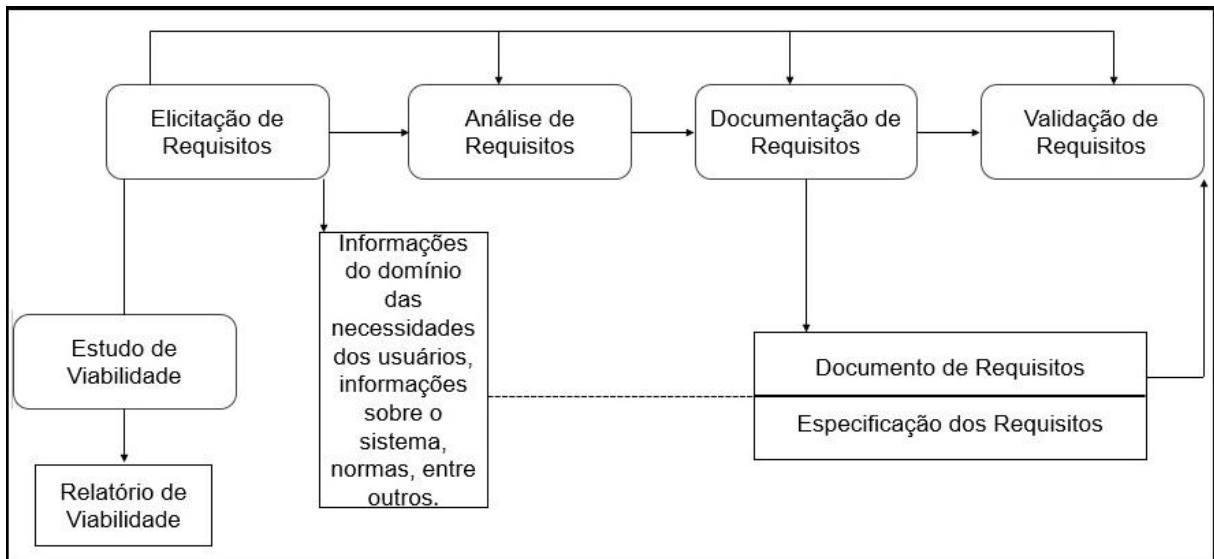


Figura 4: Modelo de Processo da Engenharia de Requisitos
 Fonte: Adaptado de SOMMERVILLE (2011)

A elicitação de requisitos deve entender a parte interessada, seus processos e necessidades, com o objetivo final de comunicar essas necessidades para o desenvolvedor da aplicação. Essa atividade de especificação é dada por fatores humanos, sociais e organizacionais e envolve pessoas com diferentes conhecimentos e objetivos, o que a torna complexa.

A análise de requisitos é a etapa no qual os requisitos são organizados em categorias, com a finalidade de explorar as relações entre os requisitos e classificar sua importância de acordo com a necessidade dos *stakeholders* (um *stakeholder* é qualquer grupo ou indivíduo que pode ser afetado pela obtenção dos objetivos de uma determinada organização (SOMMERVILLE, 2011)). Após essa etapa, os requisitos são documentados em um nível de detalhamento adequado, de maneira que os *stakeholders* possam compreender.

A validação dos requisitos examina a especificação do software, de forma a assegurar que os requisitos foram definidos sem ambigüidades, inconsistência ou omissões, a fim de conseguir identificar os erros e corrigi-los.

De acordo com (PRESSMAN, 2007) alguns dos problemas que surgem durante o processo da ER são os erros em não fazer uma distinção entre os níveis de descrição dos requisitos. Devido a isso, há uma separação entre os requisitos de usuários, que identificam os requisitos abstratos de alto nível; e os requisitos de sistema para descrever o que o sistema deve fazer (PRESSMAN, 2007).

Quando a documentação da especificação de requisitos é realizada de maneira objetiva, os requisitos documentados têm chances de serem corretamente compreendidos pelos desenvolvedores da aplicação.

Para o desenvolvimento de aplicações de RA, desenvolvedores se deparam com um problema, pois na literatura há sugestões estreitas de guias de desenvolvimento, na grande maioria derivadas de problemas específicos de cada aplicação (CORREA DOS SANTOS; DELAMARO; NUNES, 2013), visto isso, reforça-se a necessidade de propor uma abordagem para o processo de especificação e análise de requisitos em aplicações de RA.

2.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Segundo (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) uma revisão sistemática da literatura (RSL) é uma metodologia utilizada para reunir provas sobre uma questão de pesquisa específica. A RSL tem como objetivo identificar, analisar e interpretar as evidências disponíveis na literatura relacionadas com um tópico de pesquisa específico (FELIZARDO et.al; 2017).

Uma RSL é conduzida por meio de um processo composto por uma determinada seqüência de fases bem delineadas. Uma das atividades associadas à revisão é a seleção dos estudos primários, que atendam aos propósitos da revisão. Os resultados geralmente são resumidos em tabelas e uma alternativa para o tempo necessário para entender os dados é a utilização de representações gráficas.

A condução de uma RSL tem sido muito relevante na Engenharia de Software (ES) devido aos benefícios quando contrapostas às revisões informais, o que inclui a identificação de lacunas no estado da arte atual, o que conseqüentemente, identifica possíveis linhas pesquisa para trabalhos posteriores (FELIZARDO et.al; 2017).

Este estudo baseou-se nas diretrizes propostas por Kitchenham (2009), no qual foram adotadas de três fases principais: Planejamento da Revisão, Condução de Revisão e Análise dos Resultados. Neste capítulo são apresentados o protocolo de

pesquisa, a seleção e avaliação dos estudos, a síntese dos dados e resultados, que nortearam esta RSL.

2.3.1 Planejamento da Revisão

Na fase de planejamento da revisão, foi elaborado um protocolo detalhado que descreve o processo e os métodos a serem aplicados nesta revisão. O protocolo tem como principal objetivo diminuir os vieses que podem ocorrer durante a execução da RSL, definindo-se a estratégia de pesquisa, critérios de inclusão e exclusão, extração de dados, resumo dos resultados (FELIZARDO et.al; 2017). A Tabela 1 apresenta as informações gerais que devem conter um protocolo de RSL, de acordo com Felizardo (2017), um protocolo pode ser segmentado em cinco seções: (1) Informações Gerais; (2) Questão de Pesquisa; (3) Identificação dos Estudos; (4) Seleção e Avaliação dos Estudos; (5) Síntese dos Dados e Apresentação.

Tabela 1: Protocolo da Revisão (Seções (1) e (2))

Informações Gerais	
Título	Uma revisão sistemática sobre as evidências da Engenharia de Requisitos em aplicações de Realidade Aumentada
Pesquisadores	Eduarda Maganha de Almeida – UTFPR
Objetivo	O objetivo desta revisão é identificar evidências de ER na construção de aplicações de AR, tais evidências podem ser usadas no futuro como uma contribuição no processo de desenvolvimento de tais aplicações
Questão de Pesquisa	
	“Como a Engenharia de Requisitos apóia no desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada?”

Para identificação dos estudos é necessário definir uma estratégia de busca, constituída em 4 fases: (i) identificação de palavras-chave, considerando a questão da pesquisa; (ii) sinônimos baseados em estudos relevantes sobre ER e RA; (iii) uso do operador "ou" entre sinônimos e identificados; (iv) uso do operador "e" para conectar as palavras-chave.

As bases de dados selecionados para a execução das *strings* de buscas incluem: IEEE Xplore (www.ieeexplore.com.br); ACM (<https://dl.acm.org/>); ScienceDirect (www.sciencedirect.com); Google Scholar (scholar.google.com.br) . Também foi realizada uma pesquisa manual em dois eventos relevantes das áreas de realidade aumentada e engenharia de requisitos - CibSE (Congresso Iberoamericano e Engenharia de Software) e SVR (Simpósio sobre realidade virtual e aumentada). O CibSE é um evento de referência no campo da Engenharia de Software. E SVR, é a conferência líder sobre realidade virtual e aumentada no Brasil. Outra busca manual realizada na Revista IEEE América Latina. Estas fontes foram escolhidas, pois fornecem mecanismos de consulta via web; permitem filtro por ano de publicação; e estão relacionadas a temas de Ciência da Computação, Sistemas de Informação ou Engenharia de Software.

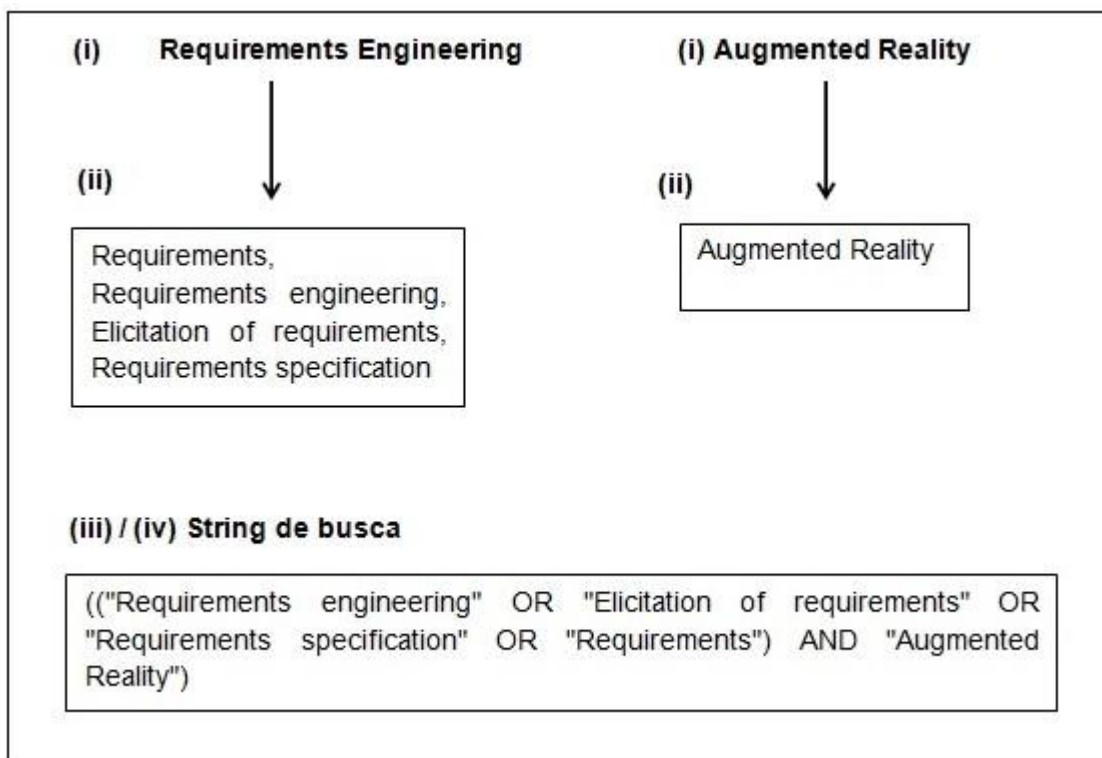


Figura 5: Estratégia de busca

Definiu-se como filtro temporal ao conjunto de artigos a ser analisado por esta RSL o período de 2012 a 2017 (últimos cinco anos). Não foi utilizado nenhum critério de marco temporal para essa revisão. A RSL foi dividida em 3 etapas: a primeira realizada de Outubro de 2016 a Maio de 2017; a segunda, de Julho a Outubro de

2017; e a terceira de Dezembro de 2017 a Janeiro de 2018 para atualizar os resultados obtidos nas etapas anteriores, seguindo o mesmo protocolo de revisão.

Apoiar a seleção de estudos relevantes foi critérios definidos para inclusão e exclusão. A inclusão do estudo foi determinada pela relevância, pela análise do título, resumo, introdução, conclusão e leitura completa do estudo em diferentes estágios do processo de revisão.

O critério de inclusão (CI1) estipulado foi estudo que apresenta evidências do uso de processos de ER no desenvolvimento de aplicações de RA;

E os critérios de exclusão:

- CE1: estudo primário que não está disponível em formato eletrônico;
- CE2: estudo preliminar repetido;
- CE3: estudo preliminar incompleto;
- CE4: estudo preliminar que não está escrito em inglês ou português;

Uma vez que os critérios de inclusão e exclusão foram estabelecidos o próximo passo foi definir os critérios de qualidade (CQ). Para analisar a qualidade dos estudos primários, foi desenvolvida uma lista com 4 critérios de qualidade (Tabela 2), baseado em (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

Tabela 2: Critérios de qualidade

ID	Critérios de Qualidade
CQ1	A proposta de estudo foi descrita de forma clara e apropriada?
CQ2	Os métodos ou técnicas utilizados nos estudos primários foram relatados de forma clara?
CQ3	O ambiente virtual utilizado nos estudos primários foi claramente relatado?
CQ4	Os resultados foram relatados claramente?

Para cada critério de qualidade foi utilizado a escala: Sim = 1, não = 0 ponto; Parcialmente = 0,5 ponto. O índice de qualidade final foi calculado pela soma das pontuações de perguntas que variam de: 0-1 (muito ruim); 1,5-2 (ruim); 2,5-3 (razoável); 3,5 (muito bom); 4.0 (excelente).

Para suportar a extração de dados, os detalhes do estudo foram armazenados em um formulário. O formulário para a extração de dados fornece algumas informações importantes, tais como: descrição de como o processo de ER é usada no desenvolvimento de aplicações de RA; Título, autores, ano publicação.

2.3.2 Conduta da Revisão

Nesta fase, foram retornados e identificados os estudos primários nas bases eletrônicas e na busca manual. Para responder à questão de pesquisa, na primeira fase foi identificado um total de 978 estudos primários, destes 406 repetidos. Entre eles, os títulos e resumos foram lidos e os critérios de seleção e exclusão aplicados (segunda etapa).

No terceiro passo, as apresentações e as conclusões foram lidas e o processo de inclusão e exclusão novamente aplicado, deixando um total de 39 estudos incluídos.

Na quarta etapa dos 39 estudos, foram selecionados 3 artigos (Figura 6) referente a busca manual, e 6 estudos primários (Figura 7). Portanto, 09 estudos primários foram identificados através de pesquisas automáticas e manuais, que podem ser vistas no Apêndice 1

Após a seleção de estudos, foi avaliada a qualidade dos 09 estudos de acordo com os critérios da Tabela 1. A avaliação da qualidade é descrita na Tabela 3. Destacando 6 estudos classificados como excelente, 1 classificados como muito bom e 2 como razoável.

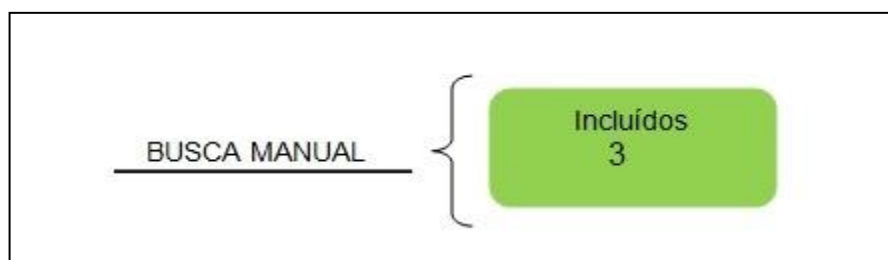


Figura 6: Processo de seleção de estudos através da busca manual

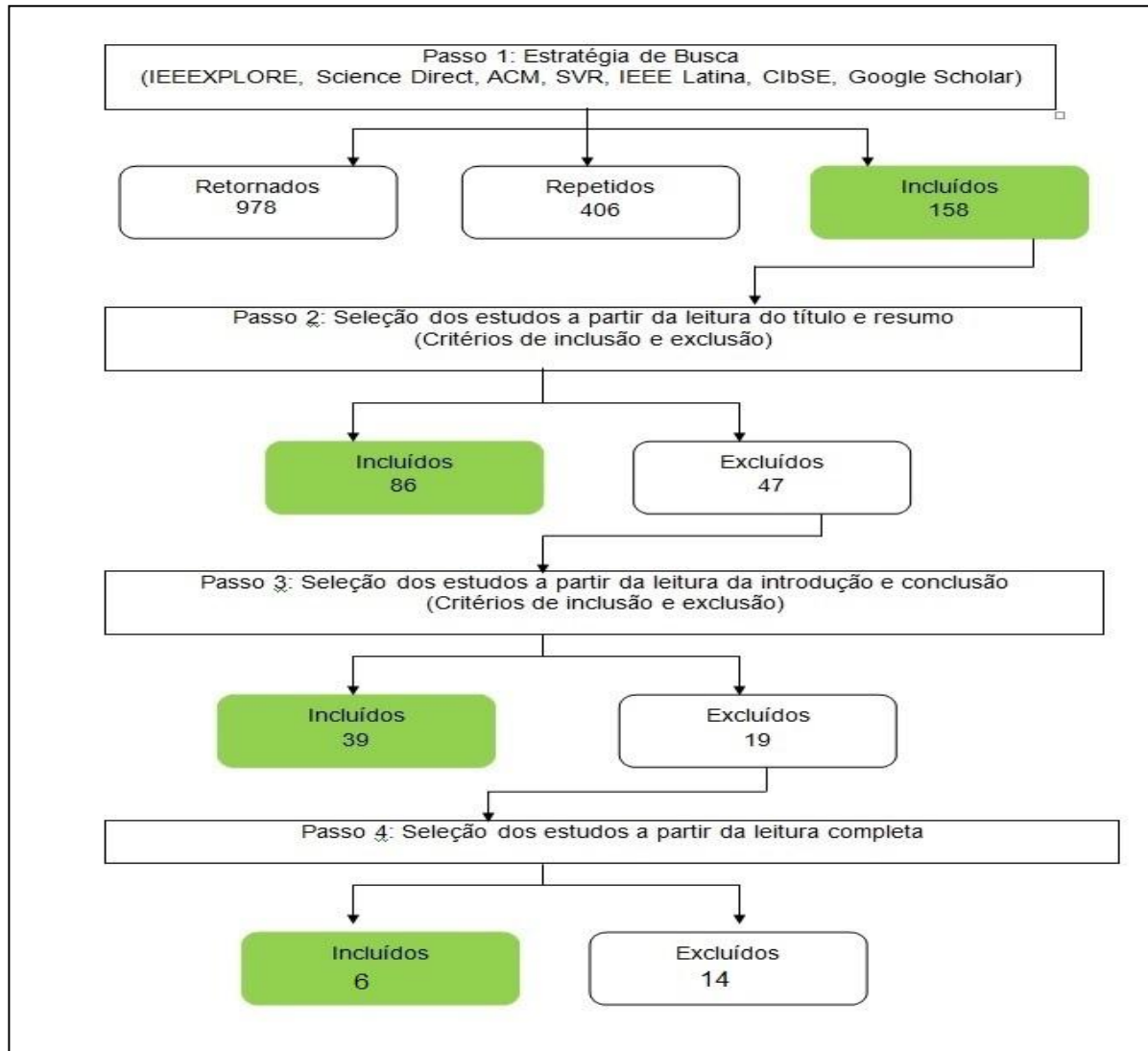


Figura 7: Processo de seleção de estudos através da busca automática

Tabela 3: Avaliação dos critérios de qualidade

Estudos	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	Qualidade Final
E1	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
E2	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
E3	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
E4	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
E5	1,0	1,0	0,5	0,5	3,0
E6	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
E7	0,5	0,5	1,0	1,0	3,0
E8	1,0	1,0	0,5	1,0	3,5
E9	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0

2.3.3 Análise dos Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados e análise da RSL, a fim de responder a questão de pesquisa.

O estudo 1 (E1) relata por meio de um estudo de caso a importância da avaliação da engenharia de requisitos em sistemas de RA e RV.

Os desenvolvimentos de aplicações de RVA sem contemplar a avaliação dos requisitos podem levar a erros nas fases avançadas do projeto. O estudo de caso apresentado no estudo é referente a um atlas anatômico virtual. O estudo afirma que o sucesso de um projeto é baseado em três avaliações: avaliação de requisitos, de técnica e desempenho do usuário.

Os resultados apresentados nas avaliações realizadas no estudo asseguram os quão importantes e necessários são as avaliações do usuário na construção e sucesso de um projeto.

O estudo 2 (E2) contextualiza o movimento das cidades criativas cujo função é criar espaços dinâmicos e atraentes para os cidadãos (LEONI; BESERRA; ENDO, 2016).

O objetivo do estudo é realizar comparações de bibliotecas para reconstrução do mundo real em 3D, onde é apresentando um *swot* com o desempenho das ferramentas de virtualização ao serem executados com as bibliotecas que suportam a tecnologia de RA.

Para compreender a reconstrução 3D é preciso identificar os requisitos necessários contidos na tecnologia de RA.

Os autores destacam e descrevem quais são os requisitos fundamentais que devem ser incluídos no processo de reconstrução em 3D de uma cidade criativa. Como resultado aponta a reconstrução em 3D como algo complexo, ressaltando a quantidade de bibliotecas que auxiliam nesse processo é baixa e pouco eficientes (LEONI; BESERRA; ENDO, 2016).

Estudo 3 (E3), denota de uma estratégia de análise de requisitos para a construção de sistemas de RA, como a RA permite o uso de ações tangíveis e multimodais, e a sua grande variedade de interfaces, os projetistas devem desenvolver um projeto centrado no usuário, caso contrário, diversos problemas poderão surgir (NAKAMOTO et al., 2012). Este apresenta uma investigação nos trabalhos encontrados na literatura, e como resultado um conjunto de atividades de estratégia de análise de domínio e formulários para ajudar os designers a especificar requisitos de usabilidade na construção do sistema. A validade da estratégia é dada na construção de um sistema para auxiliar o tratamento da Aracnofobia.

Acreditando que o uso da RA para o desenvolvimento de conhecimento é importante, devidos as suas características de interação, concentração, movimentação e motivação utilizando uma tecnologia inovadora o estudo 4 (E4) relata o desenvolvimento de uma ferramenta educacional adequada para o ensino fundamental com a função de apresentar por meio da RA a classificação de alguns animais. A aplicação foi desenvolvida com o FLARAS (*Flash Augmented Reality Authoring System*), de uso online. A avaliação da aplicação foi realizada em uma instituição educacional, cujo retorno foi classificado como positivo pelos autores.

Os simuladores imitam e mapeiam alguma tarefa do mundo real em um ambiente virtual (PINHEIRO et al., 2016), o estudo 5 (E5) relata uso de simuladores de tiros para treinamento na área de segurança.

O objetivo do trabalho foi propor os requisitos necessários para a implementação de um simulador de tiros utilizando a tecnologia de RA, desde que a aplicação tenha baixo custo, seja portátil, visto que os simuladores existentes são muito caros e de pouco acesso. Em busca do objetivo do trabalho foi realizado uma análise dos principais simuladores existentes, a fim de coletar os requisitos essenciais e assim implementar o simulador. Como resultado da análise, os requisitos elicitados foram encaminhados a um especialista da área da validação dos mesmos.

O estudo 6 (E6) retrata uma revisão sistemática da literatura cuja finalidade é encontrar estudos para consolidar evidências existentes sobre o uso de ER para realidade aumentada e sistemas virtuais, é possível destacar neste estudo a lacuna encontrada no processo de desenvolvimento de ER em aplicações de RA.

Geralmente o desenvolvimento de uma aplicação de RA é uma tarefa longa e não intuitiva, devido à falta de ferramentas adequadas e que dê suporte aos requisitos específicos de RA (JEE et al., 2014), o objetivo do estudo 7 (E7), é projetar uma ferramenta que possa suportar usuários durante a criação de conteúdo de RA de maneira facilitada.

Para isso, a ferramenta permite a criação e manipulação de uma série de componentes necessários para a criação de um ambiente RA em de uma maneira simples. A ferramenta pode ser utilizada para a criação de conteúdo educacional com o uso da tecnologia de RA.

O estudo 8 (E8) relata sobre o sistema de RA chamado de ARIES para criar ambiente de aprendizagem, que permite a aprendizagem experimental. Para avaliar o funcionamento do sistema ARIES foi realizado um experimento com o objetivo de verificar a aderência de tal sistema no processo de aprendizagem, analisando se um determinado sistema é capaz de aumentar ou diminuir o desempenho do ensino aprendizagem; e verificar a aceitação de ambientes de RA pelos alunos.

Os resultados foram satisfatórios inicialmente, mais posteriormente será realizado um novo experimento, com a função de obter melhores resultados.

E por fim, e não menos importante, o estudo 09 (E9), relata sobre os desafios encontrados no uso das tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada em escolas. Para isso, é discutido os pontos principais a serem superados para que elas façam parte do contexto educacional de maneira cotidiana, entre os temas: as dificuldades na geração de conteúdos por professores; o processo e as ferramentas de desenvolvimento; e os custos envolvidos. Por fim, são apresentados e discutidos alguns exemplos de aplicações educacionais baseadas em RVA.

3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A metodologia científica é um conjunto de abordagens, técnicas e processos utilizados pela ciência para formular e solucionar problemas de aquisição objetiva do conhecimento. A metodologia determina qual o modelo de solução empregado sobre um problema que se apresenta sob um determinado âmbito com um escopo definido e uma profundidade estabelecida (L'ERARIO, 2009). Um método de pesquisa híbrido se caracteriza por mesclar distintos métodos de pesquisa a fim de consolidar o objetivo do estudo. Neste trabalho são empregados três métodos, sendo o primeiro método, revisão sistemática da literatura, já apresentada no capítulo 3, e este capítulo apresenta os métodos empíricos são eles o experimental e estudo de caso.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA: EXPERIMENTAL

Segundo (MAFRA; TRAVASSOS, 2006) o entendimento adequado de um determinado problema é um pré-requisito fundamental para o rastreamento de aperfeiçoamento do mesmo, além do que, a aplicação de testes em Engenharia de Software fornece recursos cabíveis para a compreensão e reconhecimento entre as distintas variáveis de um cenário estabelecido. A experimentação é o centro do processo científico (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002).

O experimento também abrange o conceito de simulação, a simulação é um experimento realizado num modelo físico representativo de processo real. A qualidade das interferências retiradas da simulação dependerá, essencialmente, da qualidade do modelo físico e de quanto ele se aproxima da realidade (L'ERARIO, 2009).

O objetivo do método experimental neste estudo é consolidar em um cenário acadêmico o uso de uma abordagem de ER para o desenvolvimento de aplicações de RA.

O processo experimental, proposto por THELIN; RUNESON; WOHLIN (2003) consta de cinco sub-processos, cada um com suas respectivas etapas, como apresentado na Figura 8.

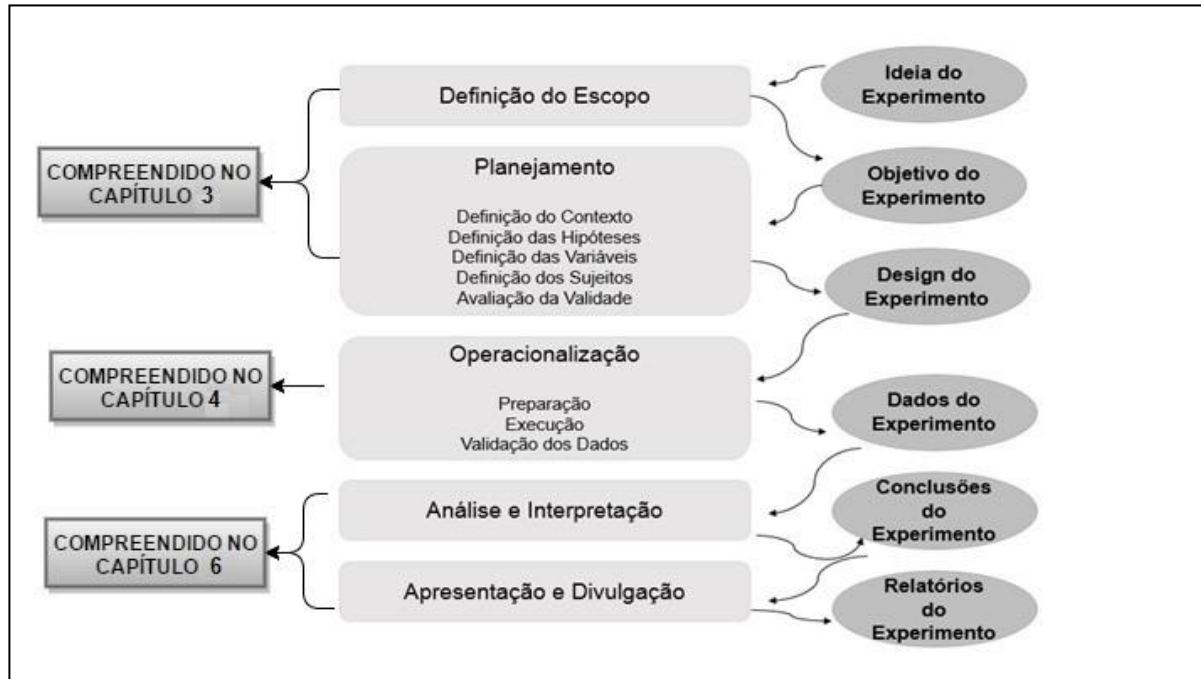


Figura 8: Fases do processo experimental

A Figura 9 apresenta teste experimental, *quasi*-experimento, e experimento, realizados já realizados. Esta figura apresenta qual o objetivo de cada uma delas e o que cada execução buscou avaliar. Este trabalho abordou as variações dos experimentos, no intuito de alcançar o objetivo para construir uma abordagem para o processo de especificação e análise de requisitos para aplicações com a tecnologia de RA.

Quasi-experimentos são delineamentos de pesquisa que não têm distribuição aleatória dos sujeitos pelos tratamentos, nem grupos-controle. Os estudos quase-experimentais caracterizam-se por não necessitarem de longos períodos de observação e recolha de dados (OLIVEIRA, 1980); o teste experimental é um método empírico cujo objetivo é avaliar uma ou mais hipóteses do estudo, entretanto não necessita de grandes observações na coleta dos dados (SERPA; AVILA, 2004); e o experimento geralmente é realizado em laboratório e oferece maior nível de controle. O objetivo de um experimento é a manipulação de uma ou algumas variáveis, e uma grande observação na coleta e análise dos dados (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002).

A condução de experimento real é rara em ES, com isso a denominação de *quasi*-experimento é dada devido à dificuldade de se alocar os participantes do estudo a diferentes tratamentos de formas aleatórias (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002).

O experimento é conduzido para obter um maior controle da situação, ao manipular as variáveis envolvidas no estudo de forma direta, sistemática e precisa. Tanto o teste experimental, quanto *quasi*-experimento e experimento foram realizados em ambientes de laboratórios, os quais proporcionaram um controle sobre as variáveis envolvidas no estudo.

Como a RA possui suas características centradas para as necessidades do usuário, a experiências com os usuários armazenam todos os resultados dos testes experimentais realizados. Neste também são gravados o perfil de cada usuário, essa análise é verificada através do questionário de caracterização dos participantes, utilizados em cada experimento, teste experimental e *quasi*-experimento.

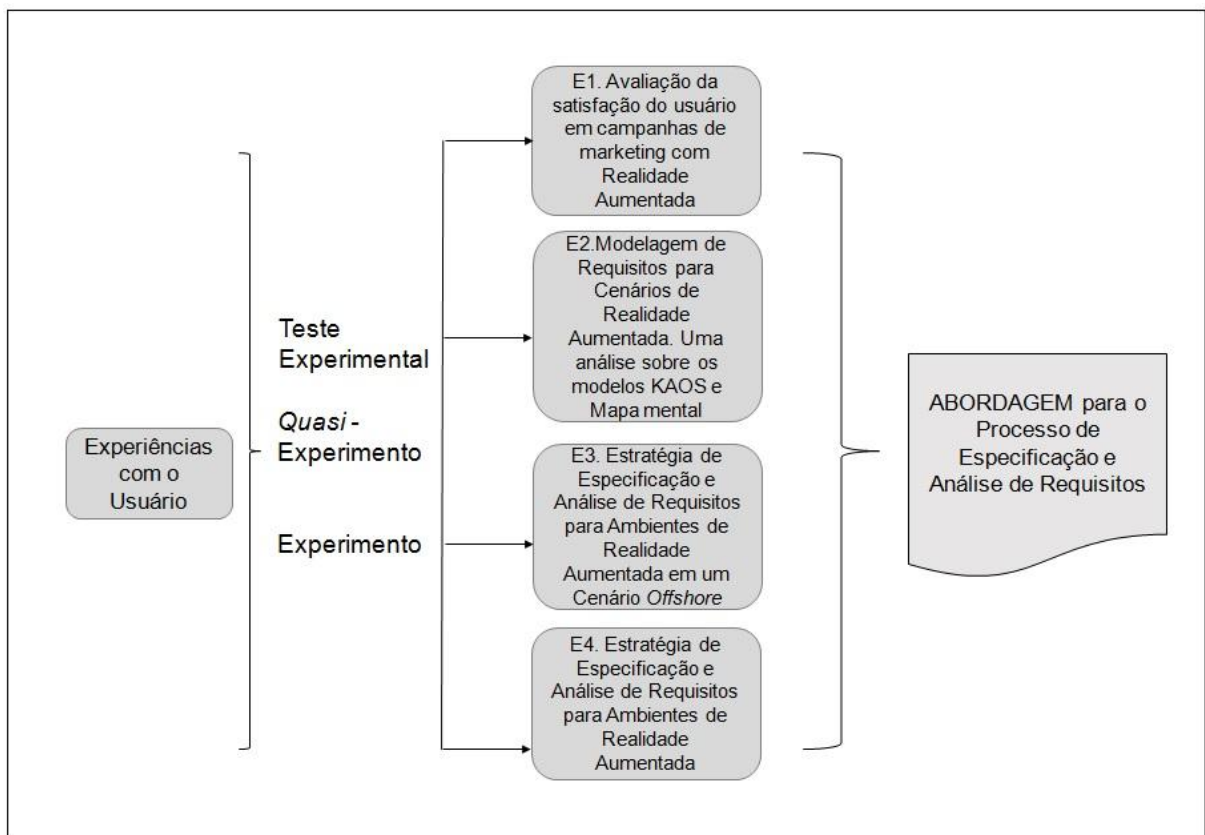


Figura 9: Experimentos executados

Em todo início de experimento o participante respondeu um questionário informando seu nível de conhecimento com aplicações de RA e ER.

O primeiro teste experimental realizado teve como finalidade analisar a aceitação da tecnologia de RA em campanhas de marketing com RA, para atingir tal finalidade foram utilizadas as aplicações de RA de algumas marcas. Para o experimento foram selecionados alunos do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no qual tinham que utilizar as aplicações e responder um questionário avaliando suas experiências com a tecnologia. Pode-se verificar uma aceitação dos participantes e que concordariam em utilizar com frequência outras aplicações com RA.

Posteriormente a esse teste experimental, e de uso de algumas abordagens foi realizado um *quasi*-experimento, com o objetivo de verificar se a modelagem KAOS e/ou Mapa Mental são aderentes à especificação de requisitos em cenários de RA.

Partindo da escolha da modelagem em KAOS, por ser uma abordagem formal e que visa dar suporte a todo o processo de requisitos provindo das metas de alto nível, até alcançar os requisitos, ou seja, o refinamento dos requisitos; e a escolha de Mapa Mental pela sua amplitude, por se caracterizar como um diagrama hierarquizado de informações e também pelo maior número de ferramentas disponíveis para sua modelagem. De posse dos resultados obtidos nos testes, foi possível afirmar que KAOS e/ou Mapa Mental conseguem especificar os requisitos de um sistema de Realidade Aumentada através de seus modelos. Posterior a esse, um outro *quasi*-experimento foi realizado, no qual teve como finalidade apresentar uma proposta de uma estratégia de especificação e análise de requisitos para ambientes de RA em um cenário *offshore*.

Devido à variedade de interfaces de RA é possível notar uma maior complexidade em desenvolvê-las, e para solucionar este problema a engenharia de usabilidade é essencial para apoiar na construção de interfaces de RA (NAKAMOTO, 2011). Visando o escopo de *offshore*, coloca-se a necessidade de criar uma estratégia para especificação e análise de requisitos para empresas que desenvolvem aplicações de RA poder terceirizar seu processo de desenvolvimento, e assim auxiliar os desenvolvedores terceirizados a avaliar seus projetos, ganhando um melhor entendimento do produto que será desenvolvido.

Em outras palavras, o objetivo deste *quasi*-experimento resumiu-se em criar uma estratégia para especificação e análise de requisitos para construção de aplicações de RA em um possível cenário *offshore*, sendo assim a empresa que trabalha com desenvolvimento de aplicações de RA tem a função de listar e especificar as necessidades do usuário, e passá-las para que uma terceira empresa desenvolva a aplicação de acordo com as necessidades.

Seguindo a mesma linha de pesquisa anterior, um experimento denominado “Uma Estratégia de Especificação e Análise de Requisitos para Ambientes de Realidade Aumentada”, apresentou os resultados referente à aplicação de uma estratégia para auxiliar na especificação e análise de requisitos para aplicações de RA, no qual foi verificada sua aderência.

A Tabela 4 apresenta quais elementos foram avaliados em cada um dos experimentos realizados.

Tabela 4: Itens analisados nos experimentos

Continua

Execução	Elemento Avaliado
E1	Interação com o ambiente
	Desempenho da aplicação
	Capacidade de aprendizagem
	Manipulação com e sem marcador
	Usabilidade
	Apresentação gráfica (agradável / legível)
	Complexidade da aplicação
	Possibilidade em utilizar outras aplicações de RA
E2	Modelo de representação gráfica de Requisitos em KAOS
	Modelo de representação gráfica de Requisitos em Mapa Mental
	Identificação de requisitos: (funcionais, não funcionais, sistema, usuário, RA)
	Identificação das metas
	Identificação das submetas
	Identificação dos atores
	Identificação das Expectativas

Conclusão

Execução	Elemento Avaliado
E3	Identificação de requisitos: (funcionais, não funcionais, sistema, usuário, RA)
	Entendimento dos requisitos
E4	Identificação de requisitos: (funcionais, não funcionais, sistema, usuário, RA)
	Entendimento dos requisitos

A partir dos resultados obtidos nos testes experimentais, *quasi-experimento e experimento*, descritos em (ALMEIDA; L'ERARIO; DAMASCENO, 2016); (ALMEIDA; L'ERARIO; DAMASCENO, 2016); (ALMEIDA; L'ERARIO; DAMASCENO, 2017), foi elaborada uma abordagem preliminar engenharia de requisitos para o processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de RA. Para tal objetivo foi realizado um novo experimento composto de quatro etapas (descritas na seção 5.1).

As próximas sub-seções demonstram as configurações definidas para a execução do método de pesquisa adotada para esta proposta e apresenta a pergunta chave e suas hipóteses. Baseado no objetivo descrito na seção 1.1 deste documento surgiu à pergunta chave desta proposta:

É possível utilizar um conjunto de elementos da Engenharia de Requisitos para auxiliar o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada?

3.1.1 Definição do Escopo

Durante este sub-processo foi realizada a definição dos objetivos do experimento. Com a finalidade de delinear todos os pontos importantes do experimento, antes de prosseguir ao planejamento e posterior execução.

A Tabela 5 apresenta de uma forma clara e acessível o objetivo do trabalho.

Tabela 5: Objetivo do trabalho

OBJETIVO	QUESTIONAMENTO	APLICAÇÃO NESTE TRABALHO
Analisar	O que se estuda?	Aplicar a abordagem e verificar sua aderência no processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de RA.
Com qual propósito?	Qual a intenção do estudo?	Proposições:: A abordagem de ER para a especificação e análise de requisitos para aplicações de RA pode auxiliar desenvolvimentos de tais.
De qual ponto de vista?	Que efeito se estuda?	Verificar como é a especificação, a documentação, classificação dos requisitos de uma aplicação de RA, bem como a implementação dos casos de testes para tais requisitos.
Em qual contexto	Quem é afetado?	Desenvolvimento de aplicações de RA.
Analisar	Onde, como e por quem é realizado este estudo?	Em laboratórios de informática com aplicação do processo; autor da pesquisa e participantes verifica se há aderência à aplicação de um processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de RA.

3.1.2 Planejamento

O planejamento permite que se tenha uma visão mais clara de como irá ocorrer o andamento do experimento. Este subprocesso se divide em 5 etapas:

A Definição do Contexto define a situação na qual deve ser executado o experimento.

Definição das Proposições, comprovarem as proposições estabelecidas para o trabalho pode ser o objetivo de um experimento. As proposições que serão testadas no experimento são:

P0: A abordagem de Engenharia de Requisitos para o processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de Realidade Aumentada não consegue cobrir o processo de desenvolvimento de tais aplicações.

P1: A abordagem de Engenharia de Requisitos para o processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de Realidade Aumentada consegue cobrir totalmente o processo de desenvolvimento de tais aplicações.

P1.1: A abordagem de Engenharia de Requisitos para o processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de Realidade Aumentada consegue cobrir parcialmente o processo de desenvolvimento de tais aplicações.

A Definição das Variáveis, de acordo com (THELIN; RUNESON; WOHLIN, 2003) as variáveis podem ser classificadas em cinco tipos: independentes, dependentes, controladas, mascaradas e aleatórias. Para este experimento foram definidas as variáveis dependentes e independentes, os demais tipos não foram identificados. Ainda segundo (THELIN; RUNESON; WOHLIN, 2003), uma variável independente é um fator determinante para que ocorra um determinado resultado; e uma variável dependente é um fato ou propriedade que é efeito, resultado, consequência ou respostas de algo que foi estimulado. No Quadro 1 estão descritas as variáveis dependentes e independentes definidas para o experimento.

Variáveis Dependentes	Variáveis Independentes
Desenvolvimento das etapas do processo	Experiências dos envolvidos
	Processo de especificação e análise de requisitos

Quadro 1: Caracterização das variáveis dependentes e independentes

A definição dos sujeitos envolvidos no experimento é parte fundamental do planejamento, pois não é possível generalizar resultados se a amostra não for relevante (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002). Em outras palavras, a escolha da amostra é importante, pois o plano de amostragem é avaliar a importância da fidedignidade dos resultados em relação a possíveis erros e aos métodos pelos quais os métodos possam ser controlados (MAFRA; TRAVASSOS, 2006).

Para este experimento, os participantes se caracterizam como alunos de graduação do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que possuem conhecimento básico em engenharia

de requisitos. Essa amostragem é caracterizada como não probabilística, pois os participantes foram selecionados de acordo com as características citadas anteriormente.

A avaliação da validade é realizada para autenticar os resultados encontrados. Piattini et al. (2014), relatam que uma pergunta fundamental a respeito dos resultados de um estudo experimental é identificar quão válidos são os resultados, pois estes devem ser generalizados para toda população da qual foram extraídos os participantes. Dessa forma, os resultados devem ter uma validade adequada que, para Piattini et al. (2014), pode ser classificada em quatro tipos:

- Validade Interna: define se o relacionamento observado entre o tratamento e o resultado é causal, e não é o resultado da influência de outro fator que não é controlado ou mesmo não foi medido. Os participantes do estudo foram selecionados tendo como base seu conhecimento no domínio. Assume-se que eles são representativos para a população de desenvolvedores, caracterizando cada participante pelo seu nível de conhecimento. Todos os participantes devem receber o mesmo tratamento.
- Validade Externa: é dependente da capacidade de o estudo refletir o mesmo comportamento em outros grupos de participantes e profissionais da indústria. Dessa forma, um número pequeno de participantes pode comprometer a generalização dos resultados. Não haverá interação entre os participantes, e o ambiente para a execução é o mesmo para todos. Motivar os participantes pode ser difícil, mas devem estar cientes da sua contribuição.
- Validade Construtiva: considera os relacionamentos entre a teoria e a observação, ou seja, se o tratamento reflete bem a causa e o resultado reflete bem o efeito.
- Validade Conclusiva: mede a relação entre o tratamento e o resultado, determinando a capacidade do estudo em gerar alguma conclusão. Com uma boa definição das variáveis independentes e dependentes, juntamente com as análises descritivas e a escolha de um teste estatístico, permite boas conclusões.

Os autores (THELIN; RUNESON; WOHLIN, 2003) afirmam que é difícil avaliar os resultados para todos os tipos de validação, no entanto cabe realizar uma descrição de quais validações foram utilizadas e as causas de sua utilização. Desta

forma, o experimento foi avaliado utilizando a validade externa, a generalização dos resultados é a que melhor se enquadra nos objetivos deste experimento.

3.2 MÉTODO DE PESQUISA: ESTUDO DE CASO

O estudo de caso é método de pesquisa muito utilizado no Brasil, porém, nas discussões sobre o estudo de caso na literatura, o protocolo ainda permanece como um assunto deixado à margem. Como resultado existe poucos modelos de referência para se criar um protocolo que sustente o desenvolvimento de um estudo de caso na prática (LOPES GUERRA, 2010). O estudo de caso é considerado como uma investigação profunda e exaustiva, já que se busca pesquisar tudo o que é possível saber sobre o objeto de estudo

O estudo de caso realizado neste trabalho teve como finalidade verificar a aderência da abordagem (modelo de engenharia de requisitos) em cenários reais.

A entrevista é uma técnica de coleta de dados muito usada em estudos de caso. Uma das características da entrevista refere-se ao fato dela favorecer a relação intersubjetiva entre o pesquisador e o entrevistado e, por meio de trocas verbais e não verbais, permitir uma maior compreensão da opinião de pessoas sobre situações e vivências pessoais (LOPES GUERRA, 2010).

Segundo Lopes (2010) existem duas modalidades mais comuns de entrevistas. A primeira ocorre quando o pesquisador e o entrevistado se encontram um diante do outro, enquanto que a segunda refere-se àquela realizada por telefone ou computador, por exemplo.

O protocolo do estudo de caso foi adaptado de (LOPES GUERRA, 2010), no qual foram divididos em seis seções:

- Primeira seção: dados sobre o entrevistado e dados sobre a pesquisa;
- Segunda seção: instruções gerais são dadas ao entrevistado sobre a entrevista;
- Terceira seção: questionamentos;

- Quarta seção: apresentação da abordagem;
- Quinta seção: finalização da entrevista.
- Sexta seção: *feedback* do entrevistado;

Uma das vantagens do estudo de caso é a sua flexibilidade: o projeto de um estudo de caso pode ser modificado por novas informações e constatações obtidas, por exemplo, durante a coleta dos dados (LOPES GUERRA, 2010). Uma entrevista realizada com um protocolo utilizado de maneira correta aperfeiçoa o processo de coleta de dados, o que, por sua vez, pode sugerir novos horizontes para a pesquisa.

Assim como no método experimental a validação da validade em estudo de caso diz respeito a confiabilidade/confiança dos resultados. O estudo de caso realizado foi avaliado utilizando a validade externa.

3.2.1 Descrição do Caso

O estudo foi realizado em uma empresa do setor produtivo nacional, especializada em produzir aplicativos de RA para o setor comercial, marketing, e privado. Atualmente a empresa é parceira licenciada de uma outra empresa especializada em RA portuguesa. De acordo com o fundador a empresa é especialista em transformar produtos, campanhas e idéias em experiências interativas, que geram engajamento, mídia espontânea e retorno financeiro. Ainda segundo o CEO hoje é reconhecida no Brasil e exterior como a empresa que oferece soluções sólidas, inovadoras e de alto impacto, com atendimento ágil, comprometimento e excelente custo-benefício.

4. OPERACIONALIZAÇÃO

Nas seções deste capítulo são apresentados os processos de operacionalização do último experimento realizado e do estudo de caso.

4.1 OPERACIONALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O subprocesso de operacionalização compõe-se de três etapas básicas de acordo com Wohlin et al. (2012): a preparação, a execução do experimento, e a validação dos dados.

4.1.1 Preparação do Experimento

A Etapa de preparação do experimento tem como função organizar o desenvolvimento do experimento. Inicialmente é realizada a caracterização dos participantes.

Participaram um total de 38 pessoas, com já especificado, os sujeitos selecionados são alunos de graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Houve um treinamento com todos os participantes com duração de 30 minutos, no intuito de apresentar a abordagem que deverá ser utilizada no experimento, contextualizar engenharia de requisitos e realidade aumentada, e como será realizado o experimento.

É importante salientar durante a preparação, os participantes receberam um Termo de Consentimento, com a descrição e justificativa do experimento, os participantes assinaram o termo caso fosse participar do mesmo, no Apêndice 2 está disponível uma cópia do termo de consentimento do experimento em questão,

O Quadro 3 apresentar as questões de caracterização da amostra são abrangentes, pois esperava-se com as mesmas realizar uma análise de perfil do conhecimento de cada participantes.

Nota-se, no Quadro 2, a maioria dos participantes possuem conhecimento médio com a engenharia de requisitos, em contrapartida a maioria não possui conhecimento sobre a RA.

	Caracterização	Total
RA (identificação dos participantes)	-	38
Sexo	Feminino	06
	Masculino	32
Trabalha ou já trabalhou em algum projeto de desenvolvimento de software?	Sim	32
	Não	06
Curso	Análise e Desenvolvimento de Sistemas	35
	Engenharia de Software	01
	Engenharia da Computação	02
Conhecimento sobre Engenharia de Requisitos	Baixa	01
	Média	33
	Alta	04
Conhecimento sobre Realidade Aumentada	Baixa	21
	Média	15
	Alta	02

Quadro 2: Caracterização da amostra

4.1.2 Execução do Experimento

Antes do início da etapa de Execução do Experimento, todos os participantes tiveram um treinamento para compreender as definições de RA e ER, o escopo do experimento foi apresentado, por meio de slides, durante o treinamento os participantes se organizaram em duplas para realizar o experimento. Previamente a execução, foi definida quais duplas trocariam sua especificação para análise e casos de testes.

O experimento foi executado uma vez, onde contou com 38 participantes, em um laboratório da informática da universidade, realizado no segundo semestre de 2017. Entre treinamento, preparação do ambiente, desenvolvimento e coleta dos dados foram gastos aproximadamente dois dias.

O experimento foi constituído em 05 etapas:

Etapa 01 – Definição do cenário de Realidade Aumentada: o autor da pesquisa apresenta de maneira textual um possível cenário de RA no qual os participantes devem realizar a especificação e análise dos requisitos, seguindo a

abordagem proposta pelo autor durante o treinamento dado anteriormente à execução. A proposta do cenário de RA está disponível no Apêndice 3.

Etapa 02 – Especificação dos Requisitos: uma folha pautada A4 é dada para cada dupla com o objetivo de documentar a especificação dos requisitos de acordo com o cenário e a abordagem apresentada pelo autor da pesquisa;

Etapa 03 – Análise dos Requisitos: cada dupla deve trocar sua documentação com outra dupla já selecionada na fase de preparação do experimento, para que a mesma seja capaz de revisar e classificar os requisitos elicitados. A classificação dos requisitos foi realizada também em uma folha pautada A4, na qual foi dividida de acordo com os critérios de classificação e os requisitos foram relatados de forma abreviada, por exemplo: Requisitos de usabilidade: R02; R04 e assim sucessivamente. Nesta etapa também é definida como será realizado o Caso de Teste dos requisitos (essa definição foi realizada pelo ator da pesquisa). Em seguida as duplas devolvem a documentação dos requisitos para a dupla inicial para que seja realizada a validação dos requisitos através do caso de teste indicado.

O caso de Teste proposto pelo autor da pesquisa é a utilização de *checklist* para validação dos requisitos de software, com isso, obter o consenso da área técnica e do possível cliente. O objetivo da validação de requisitos é descobrir erros nos requisitos documentados. O *checklist* está disponível no Apêndice 4.

É necessário destacar nesta etapa, um segundo caso de teste definido pelo autor não foi aplicado neste experimento. O segundo caso seria a utilização de protótipos de interface para validação dos requisitos, este pode ser verificado no link: <https://goo.gl/DhQx4o>.

Etapa 04 – Implementação do Caso de Teste – cada dupla realiza a implementação do caso de teste estipulado pelo autor, tendo como base a documentação corrigida e classificada pela dupla anterior.

Etapa 05 – Avaliação – esta etapa foi avaliada pelo autor da pesquisa, no qual foi realizado um cruzamento de dados das duplas que realizaram e analisaram a documentação e o caso de teste, a fim de verificar a consistência da documentação e se o caso de teste proposto pelo autor é satisfatório. É importante salientar nesta etapa, a avaliação realizada pelo autor foi baseada num cenário criado, desenvolvido com toda documentação da engenharia de requisitos, pelo autor durante o Programa de Pós Graduação, sendo assim, a documentação de requisitos

desenvolvida por cada dupla deveria ser semelhante à original proposta pelo autor do experimento. A documentação de requisitos está disponível no Apêndice 5.

4.1.3 Validade dos Dados

Os dados do experimento foram coletados de acordo com o desenvolvimento das atividades do processo de execução. Não foi necessário realizar cortes em dados, todos ficaram relativamente homogêneos.

Alguns critérios, de acordo com Piattini et al. (2014) foram aplicados para comprovar a validade dos dados, são eles:

- Exatidão: refere-se ao grau de concordância entre o resultado da medição e um valor verdadeiro mensurado. Este aplicado no intuito de comparar os requisitos documentados pelas duplas, e os documentados pelo autor.
- Repetitividade – refere-se ao grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando de dados, efetuadas sob as mesmas condições, chamadas de condições de repetitividade. Foi executado com o intuito de averiguar se os requisitos documentados pelas duplas ficaram homogêneos e sem contradição.

4.2 OPERACIONALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O método de estudo de caso foi realizado em uma empresa de desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada nacional. A empresa denominada de X para este trabalho, opera no ramo de desenvolvimento de software de RA para o setor comercial, marketing, e privado. A empresa X, foi fundada por um empreendedor há quase 10 anos. A escolha da empresa para o estudo foi baseada na disponibilidade de data e hora.

Como mencionado no Capítulo 3.2, o objetivo do estudo é conseguir verificar a aderência da abordagem de engenharia de requisitos em desenvolvimento de

aplicações de RA em cenários reais. Visto que um modelo específico para tais aplicações não é encontrado na literatura atual (CORREA DOS SANTOS; DELAMARO; NUNES, 2013).

A entrevista foi a técnica de coleta de dados elegida para a realização deste estudo de caso. Seguindo o protocolo do estudo apresentado no capítulo 3.2, a primeira seção foi coletar os dados da empresa.

A entrevista com a empresa X foi realizada em uma sala de reunião de um edifício comercial, no qual a empresa esta instalada, localizada numa cidade do estado de São Paulo, às 14 horas do dia 10 de Outubro de 2017. A entrevista contou com a participação do CEO fundador, com o diretor executivo, e diretor de marketing, além destes, a autora do estudo, o professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e um aluno do laboratório de inovações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Antes do início da entrevista, foi mencionado que o nome da empresa e os dados coletados não seriam divulgados. A divulgação do estudo seria por meio de uma avaliação de como é realizado o processo de engenharia de requisitos para aplicações de RA em um setor real de desenvolvimento.

4.2.1 Execução do Estudo de Caso

A terceira seção do estudo de caso é a execução da entrevista com os participantes. A entrevista foi dividida em seis etapas para controle da entrevistadora, sendo elas: visão geral do processo atual de ER; elicitación dos requisitos; análise dos requisitos; projeto; avaliação; e informações complementares; em cada etapa foram criados tópicos para subsidiar as etapas. O documento de que apresenta os questionamentos realizados na empresa X está disponibilizado no Apêndice 6.

É imprescindível salientar as etapas e questões do estudo não foi apresentada ao entrevistado, a entrevista foi realizada de maneira não invasiva a privacidade da empresa.

Posteriormente aos questionamentos e discussões, foi apresentado aos participantes da entrevista o modelo de engenharia proposto para auxiliar no processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de RA, onde cada etapa do modelo foi apresentada de maneira isolada. Durante a apresentação, foram geradas discussões a fim de obter melhorias e aderência para a empresa.

Seguindo o protocolo a finalização da entrevista foi exercida pela autora da entrevista, no qual agradeceu a disponibilidade, e a confiabilidade da empresa em “abrir” suas portas para nossa pesquisa.

4.2.2 Validade dos Dados do Estudo de Caso

A validade de qualquer método de estudo evidencia a confiabilidade e objetividade dos seus resultados, sendo assim devem ser consideradas as potenciais ameaça de validade do estudo.

Desta forma, o estudo de caso foi avaliado utilizando a validade externa, a generalização dos resultados é a que melhor se enquadra nos objetivos deste estudo, a análise da validade externa avalia o impacto da relevância do seu estudo na comunidade científica.

É importante destacar que a validade de uma entrevista realizada através de um método de estudo de caso não pode ser generalizada. Os dados aqui analisados deste estudo pertencem à empresa X, e seus resultados são baseados no processo de desenvolvimento da empresa em questão.

5. ABORDAGEM DE REQUISITOS PARA REALIDADE AUMENTADA

A abordagem foi desenvolvida para alcançar o objetivo do trabalho, para isso o modelo proposto deve ser capaz de realizar a intersecção dos requisitos tradicionais de software com requisitos específicos de aplicações de RA, além dos requisitos convencionais de ambientes exigidos na no desenvolvimento de software.

5.1 ABORDAGEM DE ER PARA RA

O processo de desenvolvimento de especificação e análise de requisitos para aplicações de RA baseia-se em duas ações específicas: o ambiente virtual e sua interface devem ser adaptados ao ambiente real; e o desempenho do cenário, para que os benefícios do uso de RA sejam alcançados à velocidade de execução deve ser adequada ao ambiente (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

O desenvolvimento de ambientes virtuais requer um esforço compartilhado envolvendo tópicos de modelagem, objetos 3D e Interação Homem Computador (IHC), visto que a sua construção está relacionada a realidade visual e à interação através de sentidos humanos diferentes (SOUZA; KIRNER, 2012).

A abordagem é composta de quatro elementos, como demonstrado na Figura 12. Os objetivos da abordagem são, a participação dos usuários com o ambiente virtual, para que possam analisar e experimentar o ambiente e fazer possíveis alterações e/ou melhorias; e um cenário de fácil adaptação e manuseio. É importante apontar a necessidade de identificar as atitudes, comportamentos e necessidades do usuário, a fim de gerar protótipos rapidamente que possam ser analisados e avaliados pelo usuário.

O fluxo de desenvolvimento da abordagem pode ser adaptado de acordo com cada desenvolvedor, podendo ser desde um fluxo iterativo incremental ao modelo cascata.

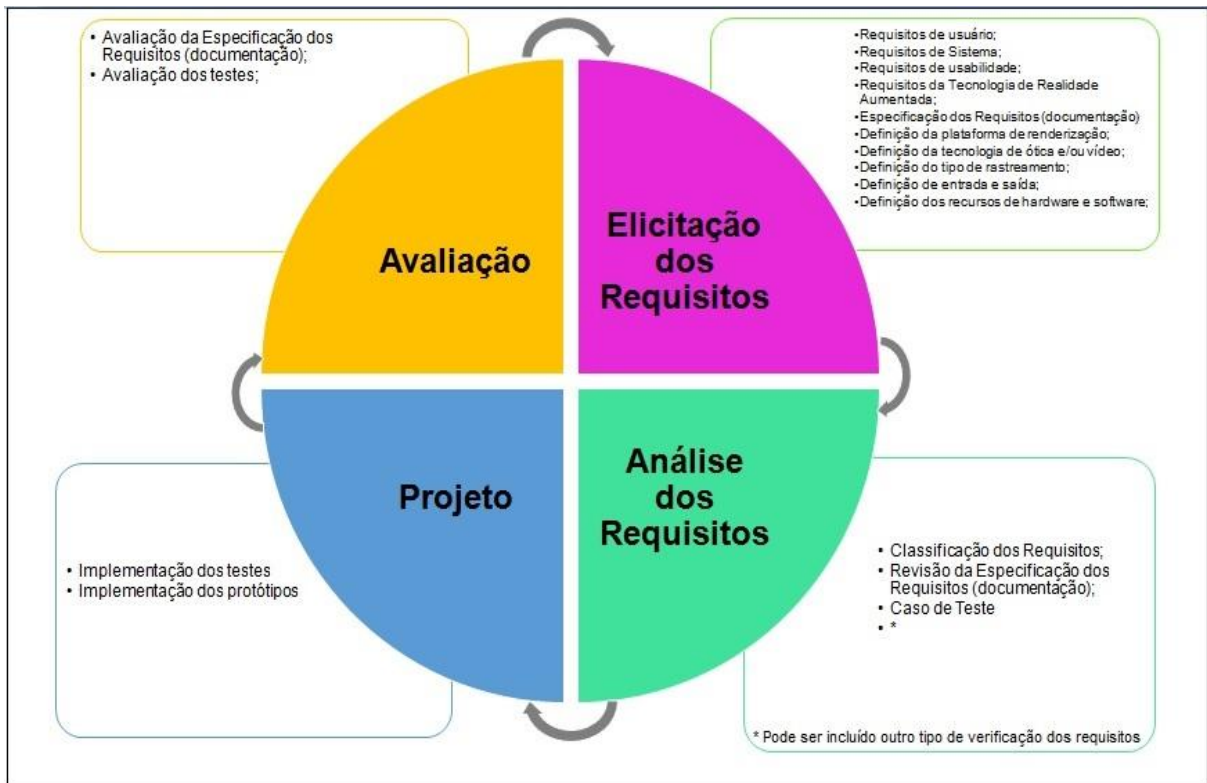


Figura 10: Abordagem de ER para aplicações de RA

A etapa de Elicitação dos Requisitos (Figura 11), pode ser composta por dez atividades, com o propósito de identificar e descrever as necessidades de informação do ambiente virtual, envolvem ações que visam capturar e registrar o entendimento correto das expectativas e necessidades do usuário, nesta etapa é gerado o documento de requisitos, também chamado de Especificação de Requisitos de Software, onde inclui os requisitos de usuário, sistema, usabilidade e requisitos específicos de RA. Assim como em todas as etapas posteriores poderão ser adaptadas para cada cenário específico.

Nota-se os participantes propostos nesta etapa são o cliente, no qual deve informar ao engenheiro de requisitos quais são as suas necessidades; o engenheiro de requisitos que tem objetivo realizar de maneira clara e direta a coleta dos requisitos e transmitir para o analista de requisitos, o responsável pela análise do problema dos usuários e *stakeholders*, pela identificação, organização, documentação e gerência das mudanças nos requisitos.

Os requisitos de usuário descrevem o que a aplicação deverá fornecer aos usuários e quais serão as restrições com as quais deve operar (SOMMERVILLE, 2011).

Os requisitos de sistema são as descrições mais detalhadas das funções, serviços e restrições operacionais da aplicação. Frequentemente os requisitos de sistema são classificados em requisitos funcionais, os quais apresenta o que o sistema deve fornecer e como deve reagir a distintas entradas; e requisitos não funcionais, demonstram restrições aos serviços ou funções oferecidos pelo sistema (PFLEEGER, 2004). Deve-se ressaltar os fatores de qualidade exigidos pela aplicação como, usabilidade, flexibilidade, portabilidade, manutenibilidade, devido as exigências advindas da tecnologia de RA.

Pressman (2007) destaca que os requisitos de sistemas não apenas especificam as características ou serviços necessárias, mas também a funcionalidade imposta para garantir que essas características ou serviços sejam entregues corretamente.

Os requisitos de usabilidade é um dos quesitos fundamentais em uma interface, uma vez que o sucesso de um sistema dependerá de fatores como a facilidade de aprendizado do usuário no uso com a aplicação, flexibilidade e robustez de sua interação.

Requisitos específicos da tecnologia de RA, advém da identificação das atitudes, comportamentos e necessidades do usuário, além de requisitos de ambiente, imersão, interação, navegação, sentidos entre outros.

A plataforma de renderização é o equipamento no qual os objetos serão desenhados. Uma plataforma gráfica 3D para RA contém o desempenho gráfico necessário, memória de vídeo e textura, biblioteca de suporte gráfico (como OpenGL) e entre outros elementos (DE FA OBREGON; BRAGA; FILHO, 2015).

Os tipos de displays para aplicações de RA são as tecnologias óticas e vídeo. Entre algumas abordagens estão relacionados a capacetes, óculos, marcadores, que permite ao usuário ver o mundo real com objetos sobrepostos sobre ele.

A tecnologia de RA exige um rastreamento preciso de posição e orientação para alinhar ou registrar as informações virtuais com os objetos físicos.

As tecnologias de entrada são fundamentais para aplicações de RA, como, luvas, capacetes, óculos, cameras de video, marcadores (coloridos, fiduciais entre outros), além de outros objetos. As tecnologias de saída apresentam as informações

dos usuários, como dispositivos visuais, fone de ouvido, microfone, dispositivos visuais, entre outros.

A definição de hardware e software apresentam os equipamentos que serão utilizados, bem como possa permitir a integração com alguma multimídia, tendo em vista que ao fim desta etapa um protótipo deve ser entregue ao usuário. Os comportamentos e interações deverão estabelecer os objetos com as características de geometria, escala, cor, textura; os comportamentos que esses objetos possam realizar; e as interações necessárias para o ambiente virtual (KIRNER; SALVADOR, 2007).



Figura 11: Etapa 01 - Elicitação dos Requisitos

A etapa de Análise dos Requisitos (Figura 12) consta de 3 etapas, classificação do requisitos, revisão da documentação, e os casos de testes, e foram definidos o analista de requisitos e o cliente como principais responsáveis por esta etapa.

A classificação dos requisitos é realizada para organizar e separar os requisitos elicitados na etapa anterior, a fim de revisar com o cliente se a documentação elaborada está de acordo com suas necessidades.

Nesta etapa é planejado como será realizado o caso de teste para validar a documentação dos requisitos. Pode conter um ou mais caso de teste para uma determinada documentação.

Com a finalidade de certificar que a documentação de requisitos está de acordo com as necessidades do cliente, é incluído nesta etapa o caso de teste. O caso de teste é definido por cada equipe, como um *checklist*, protótipo de interface.

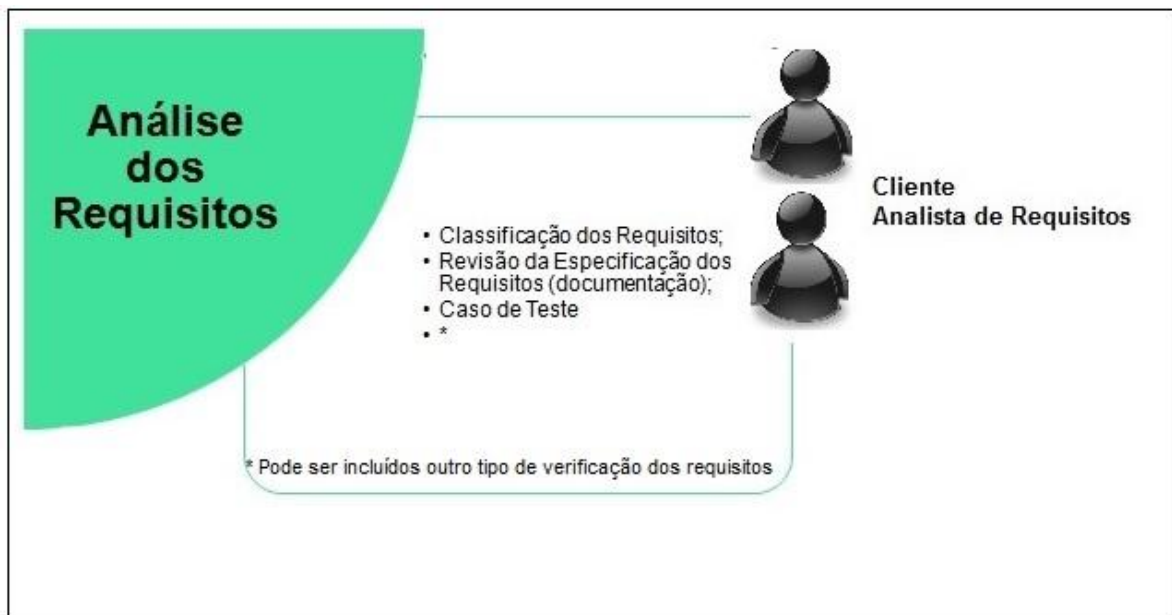


Figura 12: Etapa 02 - Análise dos Requisitos

A etapa de Projeto (Figura 13) tem como finalidade a implementação dos casos de teste e dos protótipos. Os responsáveis por esta etapa são o cliente, o design de interface e os *testers*, responsáveis respectivamente pela análise e concordância do que está sendo realizado, projetista do protótipo de interface que será apresentado para o cliente, e verificação da execução dos casos de testes determinados.

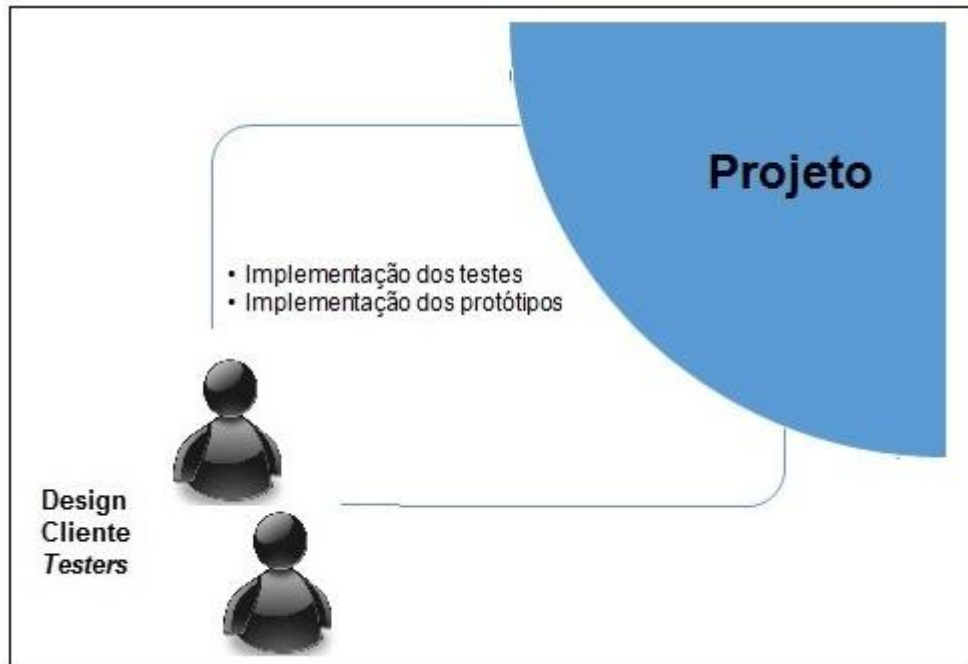


Figura 13: Etapa 03 – Projeto

E por fim, a etapa de Avaliação (Figura 14) como propósito verificar se a documentação dos requisitos definem o que o usuário realmente necessita, se o protótipo gerado está de acordo estes requisitos, e se os casos de testes foram satisfatórios, para alcançar essas verificações foram incluídos as atividades de geração de casos de testes, e a análise da documentação da especificação de requisitos de software. Porém é importante salientar que outros tipos de verificações podem ser inseridas, como a verificação de completude e consistência (SOMMERVILLE, 2011). Esta etapa conta com a participação do cliente e analista de requisitos.



Figura 14: Etapa 04 - Avaliação

5.2 APLICAÇÃO DA ABORDAGEM

Visto a lacuna encontrada na literatura sobre a escassez de métodos e modelos que possam auxiliar no desenvolvimento de aplicações de RA, no capítulo 6 pode-se comprovar eficácia da abordagem em um cenário real.

Ao analisar os resultados obtidos neste trabalho, a utilização de um método híbrido de pesquisa foi importante para o resultado final do trabalho, pois foi possível agregar dados do setor produtivo com o setor acadêmico, obtendo como conclusão uma abordagem eficaz para auxiliar no processo de ER em aplicações de RA. Por se tratar de uma abordagem flexível, ela pode ser aplicada tanto como um modelo de processo final, ou ser parte de um ciclo de um modelo de processo já existente.

6. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Após a execução do experimento, a realização do estudo de caso, e o levantamento dos dados, segundo Piattini et al. (2014), devem ser realizadas corretas análises e interpretações, nas quais empregaram-se a abordagem quantitativa, no qual é possível verificar se há aderência significativa do uso da proposta do modelo para a especificação e análise de requisitos em aplicações de RA.

Nas próximas seções são descritas as etapas executadas durante a análise e interpretação dos resultados em ambos os métodos de pesquisa, que são: a análise quantitativa e descritiva, e a prova das hipóteses, uma vez que não foi necessária a etapa de redução dos dados, primeira-mente porque não havia um grande número de dados a serem estudados. É importante salientar que a análise é referente ao último experimento realizado, e ao estudo de caso.

6.1 ANÁLISE QUANTITATIVA E DESCRITIVA DO EXPERIMENTO

Como visto na seção 5.1, o grupo de participantes foi dividido em duplas, os quais deveriam inicialmente elicitare os requisitos do cenário proposto (Apêndice 3). A quantidade de requisitos elicitados inicialmente por cada dupla deveria ser semelhante aos propostos pelo autor da pesquisa. A tabela 6 é apresentada a quantidade de documentos semelhantes ao desenvolvido como métrica de comparação.

Tabela 6: Requisitos semelhantes ao proposto como métrica de comparação

Continua			
Duplas (D)	Quantidade de Requisitos descritos como métrica	Quantidade de requisitos descritos pela dupla	Quantidade de requisitos semelhantes
D1	30	21	18
D2	30	11	10

Duplas (D)	Quantidade de Requisitos descritos como métrica	Quantidade de requisitos descritos pela dupla	Conclusão
			Quantidade de requisitos semelhantes
D3	30	24	21
D4	30	24	19
D6	30	19	18
D7	30	29	29
D8	30	22	19
D9	30	26	25
D10	30	29	29
D11	30	23	21
D12	30	20	18
D13	30	13	11
D14	30	16	16
D15	30	23	22
D16	30	28	28
D17	30	30	27
D18	30	19	17
D19	30	27	26

Conforme apresentado na Tabela 6, é possível identificar que a média de requisitos elicitados é de 23 requisitos, e a média de requisitos semelhantes ao proposto é aproximadamente 21 requisitos, o que pode ser considerado um número bom, em seguida, foi realizada a terceira etapa do experimento.

A etapa de análise dos requisitos, as duplas realizaram a troca de sua documentação com outra dupla já selecionada na fase de preparação do experimento (a dupla 1 recebeu a documentação da dupla 2, e assim por diante, até a última dupla receber a documentação da dupla 1), para que a mesma fosse capaz de revisar e classificar os requisitos elicitados. A Tabela 7 relata a quantidade de requisitos alterados pela dupla de análise, nota-se que houve poucas modificações nos requisitos.

Ainda na etapa de análise foi realizada a classificação dos requisitos, no qual obedeceu a classificação proposta na abordagem, sendo elas: requisitos de usuário, requisitos de sistemas, requisitos de usabilidade, requisitos da tecnologia de RA, definição da plataforma de renderização, definição das tecnologias de entrada e

saída, definição do tipo de rastreamento, definição de ótica e/ou vídeo, definição dos recursos de hardware e software. Como descrito nesta etapa o caso de teste utilizado para validação dos requisitos foi sugerido pelo autor.

Tabela 7: Requisitos modificados pelas duplas durante a etapa de análise

Duplas (D) - RECEBEM	Duplas (D)	Quantidade de requisitos descritos pela dupla inicial	Quantidade de requisitos alterados pela segunda dupla
D1	D2	11	0
D2	D3	24	02
D3	D4	24	01
D4	D5	33	0
D5	D6	19	03
D6	D7	29	01
D7	D8	22	01
D8	D9	26	02
D9	D10	29	0
D10	D11	23	02
D11	D12	20	01
D12	D13	13	01
D13	D14	16	01
D14	D15	23	02
D15	D16	28	0
D16	D17	30	01
D17	D18	19	0
D18	D19	27	0
D19	D1	21	03

O caso de teste proposto foi o *checkList*, com o objetivo de descobrir erros nos requisitos documentados e classificados. A Tabela 8 apresenta o resultado da implementação do caso de teste.

Tabela 8: Resultado da implementação do caso de teste dos requisitos

Continua

	QUESTÕES	SIM	NÃO
Q_01	Os objetivos da aplicação foram definidos?	29	8 *

Conclusão			
	QUESTÕES	SIM	NÃO
Q_02	Os requisitos estão claros e sem ambigüidade?	35	3
Q_03	É fornecida uma visão geral da aplicação?	33	5
Q_04	O significado de cada requisito é compreensível?	34	4
Q_05	Os requisitos estão descritos com um nível de detalhamento suficiente para entendimento?	25	13
Q_06	Os requisitos podem ser entendidos e desenvolvidos por um grupo independente?	28	10
Q_07	Todos os requisitos, restrições e suposições da aplicação estão identificados?	29	9
Q_08	Todas as funcionalidades da aplicação estão descritas?	29	8 *
Q_09	Os requisitos de usabilidade foram bem definidos?	30	5 *
Q_10	Os requisitos da tecnologia de Realidade Aumentada foram bem definidos?	25	13
Q_11	Os requisitos de sistema estão bem descritos?	33	5
Q_12	Os requisitos são consistentes entre si?	32	5 *
Q_13	Cada requisito é definido de tal forma que seja discreto, sem ambigüidade, e testável?	22	16
Q_14	Todas as funções descritas são necessárias para atingir os objetivos do sistema?	26	12
Q_15	Os dispositivos de entrada e saída são especificados?	34	4
Q_16	A especificação define quem são os atores da aplicação?	30	8
Q_17	Você poderia sugerir algum outro requisito? Se SIM, qual? _____ _____ _____		

* Participante(s) não respondeu a questão.

O Gráfico 1 aponta a maioria dos participantes estão de acordo com a documentação de especificação de requisitos. É possível observar as questões 2, 11 e 15 tiveram um grande número de concordância, no qual consideraram como

positiva a descrição dos requisitos sem ambigüidade, e que os dispositivos de entrada estão especificados.

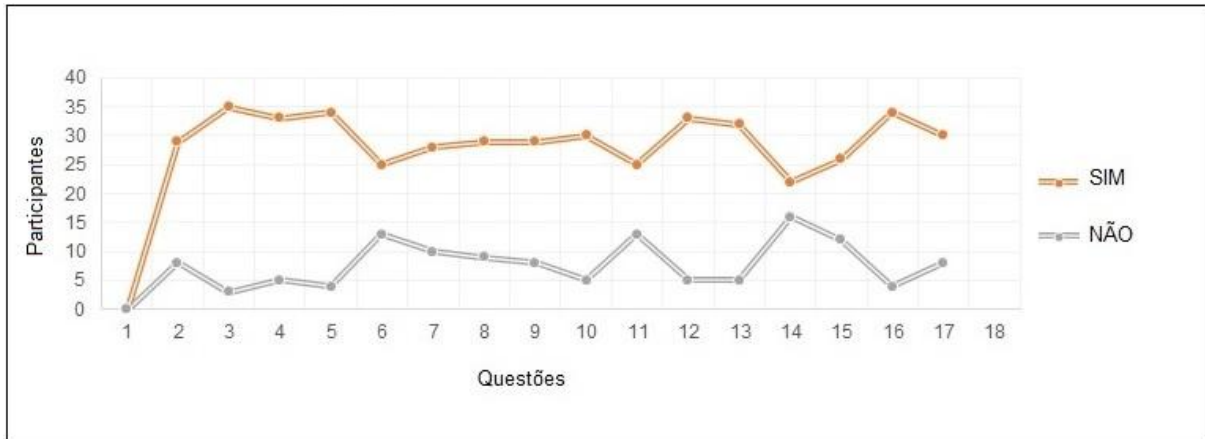


Gráfico 1: Resultado do *checklist* utilizado no caso de teste

Posteriormente a esta etapa seguiu-se para etapa 4, que consta da avaliação do autor do experimento considerando os resultados obtidos e o cenário proposto. A avaliação da etapa de elicitación dos requisitos, análise dos requisitos e projeto foram descritas nesta seção.

Por meio da avaliação quantitativa e descritiva dos dados e das comparações realizada nesta seção, é possível perceber que de uma maneira genérica a abordagem auxilia na realização da especificação e análise de requisitos para desenvolvimento de aplicações de RA.

6.2 PROPOSIÇÕES VERIFICADAS

A primeira proposição formulada foi a P0: A abordagem de Engenharia de Requisitos para o processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de Realidade Aumentada não consegue cobrir o processo de desenvolvimento de tais aplicações. Esta corresponde à uma proposição nula, a qual o experimento tem o intuito de refutá-la.

Com a sistematização dos dados coletados neste experimento, e considerando os resultados obtidos nos experimentos anteriores (descritos na seção 3.1), ficou evidente que é possível utilizar uma abordagem de ER para auxiliar no processo de especificação e análise de requisitos em aplicações de RA. Desta forma pode-se afirmar que a P0 não é válida.

Devido a negação de P0, é relatada com a análise dos dados coletados que a P1: A abordagem de Engenharia de Requisitos para o processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de Realidade Aumentada consegue cobrir totalmente o processo de desenvolvimento de tais aplicações; não consegue cobrir totalmente o processo de ER para desenvolvimento de aplicações de RA. Com isso pode-se considerar a P1 como não válida.

Sendo assim, tendo em vista a negação das proposições P0 e P1, fica averiguada a proposição P1.1: A abordagem de Engenharia de Requisitos para o processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de Realidade Aumentada consegue cobrir parcialmente o processo de desenvolvimento de tais aplicações; é válida

É possível notar esta validade por meio da visualização dos resultados semelhantes ao cenário proposto realizados no experimento. Também é possível averiguar a comprovação de P1.1 com relação aos dados dos experimentos já realizados e aceitos para publicação.

Assim, observou-se que a abordagem de ER contribui de maneira positiva para o processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de RA. Desta forma é possível afirmar que um projeto de desenvolvimento de aplicações de RA pode utilizar a abordagem de ER para auxiliar no processo de desenvolvimento.

Na avaliação da validade proposta na metodologia foi definido que os resultados seriam comprovados, por meio da validade externa (generalização dos resultados); desta forma, como o experimento foi realizado com acadêmicos da área de desenvolvimento de software, e a quantidade de participantes estudados é uma parcela de perfil consideravelmente diverso, e um número razoável de indivíduos da população pesquisada, é plausível estender tais afirmações para outros grupos de participantes e profissionais da indústria.

6.3 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS NO ESTUDO DE CASO

Posterior ao estudo de caso realizado na empresa X descrita na seção 3.2.1, foi possível relatar e identificar o processo de trabalho de uma empresa de desenvolvimento de aplicações de RA.

O objetivo do estudo foi verificar qual o processo utilizado na especificação e análise de requisitos, e verificar se a abordagem preliminar, obtida a partir dos experimentos seria aderente ao caso.

Em primeira instância foi identificado que o perfil da empresa é realizar consultoria com seus clientes, o que significa realizar visitas apresentando protótipos de aplicativos de RA e propor ao cliente aplicativos de RA que se enquadram no perfil do cliente, e apresentar um impacto visual com seus produtos de RA. A Figura 10 denominada pela empresa como triângulo do sucesso retrata qual o foco da empresa com seus clientes. É criar um conteúdo diferenciado do tradicional que tenha um contexto que não se atente apenas para o visual e paralelamente mantendo uma comunicação com o cliente.

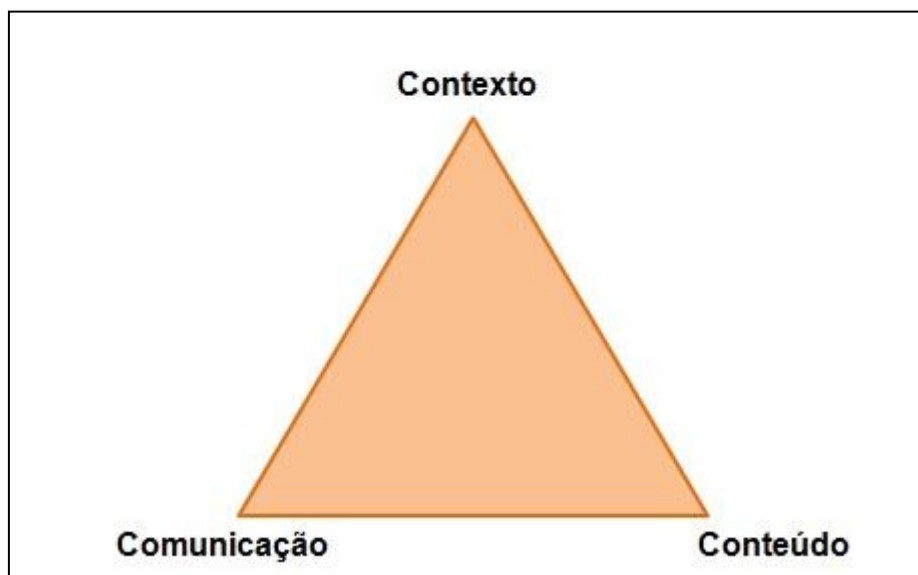


Figura 15: Foco da empresa

A empresa X não apresentou nenhum processo formal para especificação dos requisitos. É realizada uma consultoria com o cliente para identificar o que será desenvolvido, entretanto para entender a necessidade do cliente são necessárias

diversas visitas, o que acaba gerando despesas e aumento no preço do produto final. Durante as visitas é importante compreender qual a “deficiência” do cliente para resultar em uma melhor solução para o déficit, e também coletar o máximo de requisitos possíveis.

A partir deste estudo realizado para captar as precisões da empresa, é definido em qual plataforma o produto será apresentado ao cliente, e se esta será aprovada para então dar início ao desenvolvimento. A figura 16 mostra de maneira generalizada como é realizado a elicitação de requisitos.

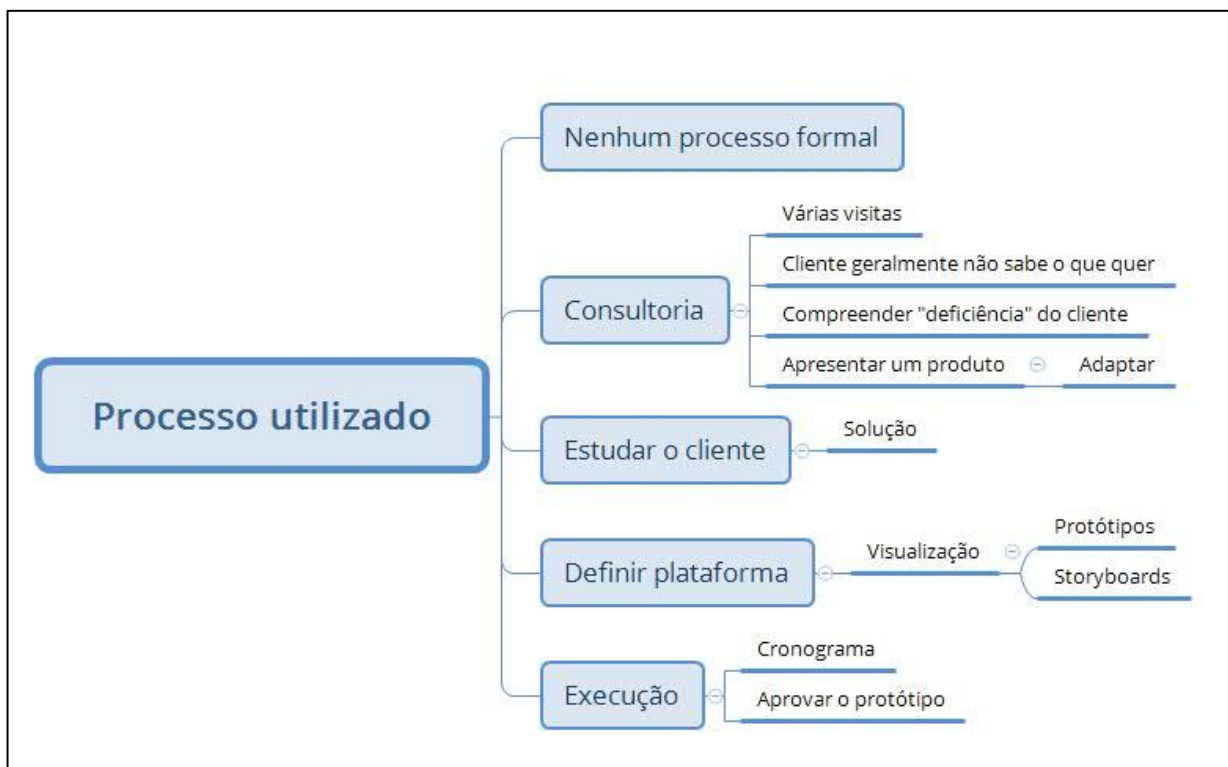


Figura 16: Processo utilizado na empresa X para elicitação de requisitos

A consultoria na empresa X é realizada por um diretor executivo que não é da área da computação, sendo assim, os requisitos por ele coletados não são formalizados, e após a coleta é realizada uma reunião com a equipe de desenvolvimento para que a mesma entenda as necessidades e desenvolva o projeto.

Como apresentado na Figura 16 à empresa não possui nenhum processo formal. Para suprir a ausência de um processo à empresa realiza consultoria com seus clientes, esta composta de várias visitas até compreender totalmente as

necessidades reais do cliente. Durante essas visitas o consultor deve identificar a "deficiência" do cliente, e apresentar como solução para essa deficiência um produto que possa ser adaptado para o cliente específico. Em seguida é definida a plataforma de renderização na qual será desenvolvida a aplicação, com essa definição é possível estimar o prazo de entrega e apresentar para o cliente um protótipo de produto.

Diante desse processo analisado, a abordagem seria interessante para o caso. Pois tendo em vista, que as fases e atividades da abordagem são flexíveis, a empresa teria completa mobilidade em alterar as fases de acordo com suas necessidades. Sendo assim a abordagem foi apresentada a empresa.

Dado essas informações, a abordagem de ER foi apresentada a empresa X, foi proposto que a mesma realizasse um teste preliminar durante dois meses com a abordagem e retornassem se a utilização da abordagem foi válida.

Em 15 de Dezembro de 2017, a empresa X retornou o contato expondo seus resultados e considerações. A tabela 9 apresenta os resultados retornados pela empresa.

O gráfico 2 exibe o tempo utilizado com o mesmo projeto, utilizando a abordagem e sem a utilização da abordagem. Nota-se que o mesmo projeto é concluído com seis meses sem a utilização da abordagem, e reduzido a 3 meses com o auxílio da abordagem

Tabela 9: Resultados retornados pela empresa X

Utilização da abordagem	
Tempo de experiência com a abordagem	2 meses
Clientes atendidos	3 clientes
Número de visitas / consultoria	Máximo 4 visitas / consultoria
Número de projetos concluídos utilizando a abordagem	2 projetos

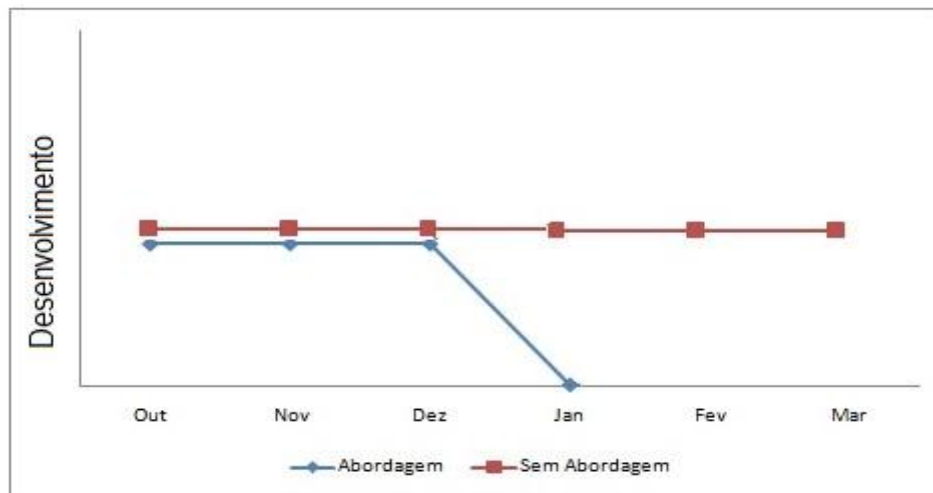


Gráfico 2: Comparação da utilização e não utilização da abordagem

Os dados com a redução dos custos da empresa X, não podem ser divulgados nesta análise, devido ao acordo de confidencialidade realizado no início do estudo. Entretanto pode-se destacar uma redução de aproximadamente de 15% do custo total de um projeto para a empresa.

Com a análise do estudo de caso afirma-se que abordagem proposta pode ser aderida pelo setor industrial, visto que, a abordagem é flexível e adaptada para cada tipo de desenvolvimento.

Ao analisar os resultados obtidos neste trabalho, sem dúvidas o mais importante e inovador foi o modelo híbrido de pesquisa desenvolvido. Partindo de uma lacuna encontrada na RSL foi possível utilizar o método experimental em paralelo ao método de estudo de caso, avaliando e validando os resultados dos mesmos, e resultando em uma abordagem inicialmente satisfatória tanto no setor acadêmico quanto no setor produtivo, como descrito em (ALMEIDA; L'ERARIO; DAMASCENO, 2017).

6.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Os métodos de pesquisa utilizados neste trabalho possuem a validade externa, o que permite a generalizar os resultados obtidos a outros contextos, para

ampliar a validade externa da pesquisa os sujeitos da amostra foram selecionados, para que esta amostra seja representativa, pois a maioria dos participantes tinha um conhecimento baixo sobre RA, sendo assim seria evitado que os resultados ficassem restritos a essa amostra.

Mesmo a abordagem se mostrando eficiente no processo de especificação e análise de requisitos para aplicações de RA, um treinamento foi realizado sobre os participantes do experimento, o que significa que os resultados obtidos não serão, portanto, generalizáveis à população (pois esta é composta de sujeitos que não tiveram um treinamento. Sendo assim, a pesquisa fica limitada a sujeitos que tenha sido submetido antes a um treinamento. Desta forma, não se pode levar em conta os resultados do experimento como perfeito, para tanto uma execução do experimento sem o treinamento, poderia garantir a excelência dos resultados obtidos.

Quanto à generalização dos dados, apesar de ter sido afirmado no capítulo anterior que a parcela da população ao qual participou do experimento é significativa, isto causa preocupação, pois este foi realizado em universidade de ensino superior do norte do Paraná. Se fosse executado em instituições de outros estados, talvez os resultados fossem diferentes, por isso o cuidado em se generalizar a toda população de profissionais da área de Computação.

Os dados retornados pela empresa X e aderência da abordagem no processo de desenvolvimento da empresa são específicos para tal empresa, posteriormente a abordagem será analisada por outras empresas, mas ressalvo que o uso da abordagem será distinto na maioria dos casos, visto que a mesma possa ser adaptada de acordo com as necessidades particulares de cada empresa.

Outra limitação deste trabalho se refere à RSL, pois a mesma foi realizada por um único pesquisador, para que os resultados apresentados sejam garantidos é necessário que a revisão seja feita por outro grupo de pesquisadores utilizando o mesmo protocolo de pesquisa e *string* de busca.

7. CONCLUSÕES

A RA é uma área do conhecimento que disponibiliza diversas oportunidades de investigação científica e inovação, pois ainda é considerada uma tecnologia em constante crescimento, e também por oferecer aos usuários melhores interações com o mundo virtual, através de interfaces intuitivas (NAKAMOTO et al., 2012).

A ausência e limitações de guias na literatura nortearam a necessidade do desenvolvimento desta pesquisa, o trabalho relatou a lacuna encontrada no processo de especificação e análise de requisitos em desenvolvimento de aplicações de RA, agravado por limitações de guias na literatura para auxiliar nesse processo. Acredita-se que tal lacuna interfere diretamente no desenvolvimento de uma aplicação seja ela convencional ou ambientes virtuais, supõe-se que os benefícios obtidos durante a especificação e análise de requisitos devam recompensar de modo significativo no resultado satisfatório da aplicação, dado que a atividade de especificação e análise de requisitos serem um fator crítico de sucesso ou fracasso do desenvolvimento do projeto.

Com o estudo e as aplicações de testes experimentais foi possível desenvolver uma abordagem baseada em conceitos de ER e RA para o processo de especificação e análise de requisitos para o desenvolvimento de aplicações de RA. Pode ser adaptada por seus usuários e seguir desde um ciclo clássico a um ciclo iterativo, da qual se cria protótipos, que são avaliados, refinados, seguindo a documentação de especificação, visando obter o produto final desejado.

A abordagem proposta estabelece um conjunto estruturado de atividades e técnicas que contribuem e orientam os engenheiros de requisitos, analista de requisitos, desenvolvedores e outros, para a obtenção de uma completa e objetiva especificação, análise e avaliação dos requisitos, refinando-os iterativamente, caso necessário.

As características geradas nas atividades proposta na abordagem poderão contribuir para a construção tanto de sistemas virtuais quanto sistemas tradicionais, visto que a abordagem pode ser adaptada para cada cenário específico.

Constatam-se, com base nos objetivos do trabalho, que as afirmações contidas neste trabalho, são referentes à literatura disponível estudada, os métodos de pesquisa realizados, e como resultado as publicações realizadas durante o desenvolvimento do estudo. Este trabalho fornece um referencial teórico refinado sobre o contexto de ER em aplicações de RA, que tende a viabilizar a construção do conhecimento. Pelo todo exposto, é esperado com a pesquisa contribuir para uma visão mais ampla e a compreensão do processo de ER em aplicações de RA.

Sendo assim, a questão de pesquisa elaborada para este trabalho, deve ser respondida com a seguinte afirmação: SIM, é possível utilizar um conjunto de elementos da Engenharia de Requisitos para auxiliar o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada, pois a abordagem apresentada consegue cobrir o processo de ER para desenvolvimento de RA

7.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Para que fosse possível atingir o objetivo da pesquisa, como citado, foi necessário o desenvolvimento de um experimento e um estudo de caso. O experimento teve como finalidade validar as hipóteses levantadas, assim como, o estudo de caso o objetivo de identificar o processo de desenvolvimento de uma empresa de tecnologia de RA e propor a utilização de uma nova abordagem que auxiliasse no processo de ER da empresa.

Como relatado na RSL, há pouca pesquisa sobre o processo de ER para o desenvolvimento de aplicações de RA, dado que os requisitos de um software tradicional não são semelhantes aos requisitos de uma aplicação de RA. Assim sendo, a pesquisa desenvolvida resultou em uma abordagem baseada nos conceitos de ER e nas características específicas de RA para auxiliar no processo de desenvolvimento de aplicações de RA.

Tendo em vista os resultados obtidos da execução do método híbrido, é possível afirmar que a abordagem satisfaz e auxilia no processo de desenvolvimento.

Pelo exposto, a pesquisa contribui para uma visão mais ampla na compreensão do processo de ER em aplicações de RA, visto que este trabalho já possui artigos aceitos e publicados (Apêndice 7).

7.2 TRABALHOS FUTUROS

Identifica-se um grande potencial de crescimento nesta linha de pesquisa. As evidências de ER em aplicações de RA ainda são escassas da literatura até o momento. Deste modo, foi possível detectar que uma abordagem utilizando os conceitos de ER e evidenciando as características da tecnologia de RA satisfatória no processo de especificação de análise de requisitos para RA.

Para que os resultados analisados na RSL tenham validade é necessário que a mesma seja realizada por um grupo de pesquisadores distintos utilizando a mesma *string* e protocolo de pesquisa.

Com a aplicação do método híbrido, algumas possibilidades de pesquisas futuras foram constatadas, são elas:

- Utilização da abordagem com um grupo desenvolvedor sem o treinamento;
- Aplicação da abordagem em um novo contexto produtivo;
- Refinar a abordagem de acordo com os novos dados obtidos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. M. D.; L'ERARIO, A.; DAMASCENO, E. F. Avaliação da Satisfação do Usuário em Campanhas de Marketing com Realidade Aumentada. XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. Anais...Gramado - RS: 2016
- ALMEIDA, E. M. D.; L'ERARIO, A.; DAMASCENO, E. F. Modelagem de Requisitos para Cenários de Realidade Aumentada: Uma Análise sobre os Modelos KAOS e Mapa Mental. XIX Symposium on Virtual and Augmented Reality. Anais...Curitiba - PR: 2017
- ARRUDA, D. et al. Engenharia de Requisitos : Um Survey Realizado no Porto Digital, Recife/Brasil. 2014.
- AZUMA, R. et al. Recent Advances in Augmented Reality. IEEE Computer Graphics and Applications, v. 2011, n. December, p. 1–27, 2001.
- BRAGA, J. C. et al. Desafios para o Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Reutilizáveis e de Qualidade. Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, v. 0, n. 0, p. 90–99, 2012.
- CORREA DOS SANTOS, A. C.; DELAMARO, M. E.; NUNES, F. L. S. The Relationship between Requirements Engineering and Virtual Reality Systems: A Systematic Literature Review. Virtual and Augmented Reality (SVR), 2013 XV Symposium on, p. 53–62, 2013.
- DAMASCENO, E. F. Sistema de Reabilitação baseado em Técnicas de Captura de Movimento para Tratamento de Lombalgia Mecânica. p. 131, 2013.
- DAMASCENO, E. F.; OLIVEIRA, D. C. DE. Análise swot das metodologias de sistemas de realidade virtual. VI Workshop de Realidade Virtual e Aumentada., p. 3–5, 2009.
- DE FA OBREGON, R.; BRAGA, K. R.; FILHO, N. S. C. Desenvolvimento De Software Baseado Em Realidade Aumentada Para Processos De Aprendizagem Software Development Based on Augmented Reality for Learning Process. p. 1–10, 2015.
- FELIZARDO, KATIA ROMERO; NAKAWAGA, ELISA YUMI; FABBRI SANDRA CAMARGO P. FERRAZ; FERRARI, F. C. Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática. [s.l: s.n.].
- GOLDIEZ, B. et al. Advancing Human Centered Augmented Reality Research. Proceedings for the Army Science Conference (24th), p. 9, 2004.
- JEE, H. K. et al. An augmented reality-based authoring tool for E-learning applications. Multimedia Tools and Applications, v. 68, n. 2, p. 225–235, 2014.
- KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. Realidade Virtual e Aumentada Aplicações e Tendências, v. 1, p. 151, 2011.
- KIRNER, T. G.; SALVADOR, V. F. M. Desenvolvimento de Ambientes Virtuais.

Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada, p. 90–107, 2007.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *Engineering*, v. 2, p. 1051, 2007.

L'ERARIO, A. M3DS: um modelo de dinâmica de desenvolvimento distribuído de software. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da USP. Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 175, 2009.

LEONI, G.; BESERRA, D. W. S. C.; ENDO, P. T. Performance evaluation of 3D reconstruction tool over cloud computing virtualized environment. *IEEE Latin America Transactions*, v. 14, n. 10, p. 4377–4385, 2016.

LOPES GUERRA, J. H. Proposta De Um Protocolo Para O Estudo De Caso Em Pesquisas Qualitativas. *Enegep 2010*, p. 13, 2010.

MAFRA, S. N.; TRAVASSOS, G. H. Estudos Primários e Secundários apoiando a busca por Evidência em Engenharia de Software. *Estudos Primários e Secundários apoiando a busca por Evidência em Engenharia de Software*, v. 687, n. 6, p. 32, 2006.

NAKAMOTO, P. T. et al. Estratégia De Engenharia De Requisitos Para Ambientes De Realidade Aumentada. *Journal of Information Systems and Technology Management*, v. 9, n. 3, p. 607–626, 2012.

NAKAMOTO, P. T.; CARRIJO, G. A.; CARDOSO, A. Construção De Ambientes Educacionais Com Realidade Aumentada: Processo Centrado No Usuário. p. 9, 2009.

NAKAMOTO, P. T. N. Estratégia de Especificação de Requisitos de Usabilidade para Sistemas de Realidade Aumentada. p. 77, 2011.

OLIVEIRA, J. Descrição Da Técnica - A Avaliação do Desenvolvimento Socioeconómico, *MANUAL TÉCNICO II: Métodos e Técnicas A Análise da Informação: Abordagens Experimentais e Quasi-*. Rborl.Org.Br, 1980.

PFLEEGER, S. L. *Engenharia de Software: Teoria e Prática*. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004.

PINHEIRO, E. B. et al. Requirements for Development of a Low Cost Portable Simulator for Shooting Skill Training. *Proceedings - 18th Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2016*, p. 234–238, 2016.

PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software - Uma Abordagem Profissional*. Development, 2007.

ROBINSON, W. N.; PAWLOWSKI, S. D.; VOLKOV, V. Requirements interaction management. *ACM Computing Surveys*, v. 35, n. 2, p. 132–190, 2003.

SERPA, D. A.; AVILA, M. G. Percepção sobre preço e valor: um teste experimental. *RAE eletrônica*, v. 3, n. 2, 2004.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. São Paulo: Pearson Brasil, 2011.

SOUZA, R. C.; KIRNER, C. *Alternativas de Interação em Ambientes de Realidade*

Aumentada Online. 2012.

THELIN, T.; RUNESON, P.; WOHLIN, C. An experimental comparison of usage-based and checklist-based reading. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 29, n. 8, p. 687–704, 2003.

TORI, R. Desafios para o design de informação em ambientes de realidade aumentada. *InfoDesign Revista Brasileira de Design da Informação*, v. 6, n. 1, p. 46–57, 2009.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Fundamentos e tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*, p. 422, 2006.

TORQUETE, M. Proposta de um levantamento de requisitos para o projeto UFLA 3D. Universidade Federal de Lavras - Minas Gerais, p. 53, 2011.

TRAVASSOS, G. H.; GUROV, D.; AMARAL, E. A. G. DO. Introdução à Engenharia de Software Experimental. *Guide to Advanced Empirical Software Engineering*, v. 212, n. November, p. 125301, 2002.

APÊNDICE 1 - Estudos primários identificados através de pesquisas automáticas e manuais

Estudo (E)	
E1	F.L.S. Nunes et.al. "Importância da avaliação na engenharia de requisitos em sistemas de Realidade Virtual e Aumentada: um estudo de caso", <i>Symp. Virtual Augment. Reaç.</i> No.7, pp. 1-4, 2012.
E2	G. Leoni, D. W. S. C. Beserra, and P. T. Endo, "Performance evaluation of 3D reconstruction tool over cloud computing virtualized environment," <i>IEEE Lat. Am. Trans.</i> , vol. 14, no. 10, pp. 4377–4385, 2016.
E3	P. T. Nakamoto, G. Carrijo, A. Cardoso, E. Lopes, and L. Lima, "Estratégia De Engenharia De Requisitos Para Ambientes De Realidade Aumentada," <i>J. Inf. Syst. Technol. Manag.</i> , vol. 9, no. 3, pp. 607–626, 2012.
E4	F. S. Flauzino and C. Kirner, "Desenvolvimento de um Jogo Educacional sobre a Classificação dos Animais usando Realidade Aumentada Online," no. Cbie, pp. 2085–2090, 2013.
E5	É. B. Pinheiro, G. A. M. Gomes, J. M. L. Ant??nio, E. F. Coutinho, C. A. Vidal, and J. B. C. Neto, "Requirements for Development of a Low Cost Portable Simulator for Shooting Skill Training," <i>Proc. - 18th Symp. Virtual Augment. Reality, SVR 2016</i> , pp. 234–238, 2016.
E6	A. C. Correa dos Santos, M. E. Delamaro, and F. L. S. Nunes, "The Relationship between Requirements Engineering and Virtual Reality Systems: A Systematic Literature Review," <i>Virtual Augment. Real. (SVR), 2013 XV Symp.</i> , pp. 53–62, 2013.
E7	H. K. Jee, S. Lim, J. Youn, and J. Lee, "An augmented reality-based authoring tool for E-learning applications," <i>Multimed. Tools Appl.</i> , vol. 68, no. 2, pp. 225–235, 2014.
E8	R. Wojciechowski and W. Cellary, "Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments," <i>Comput. Educ.</i> , vol. 68, pp. 570–585, 2013.
E09	V. F. Martins and M. de P. Guimarães, "Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino," <i>An. do Work. Desafios da Comput. Apl. à Educ.</i> , vol. 0, no. 0, pp. 100–109, 2012.

APÊNDICE 2 - Termo de Consentimento utilizado na realização do experimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) Senhor(a),

Esta pesquisa está relacionada com o trabalho de mestrado da aluna EDUARDA MAGANHA DE ALMEIDA do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI), Mestrado Profissional, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procopio (UTFPR-CP), sob a orientação do Prof^a. Dr. Alexandre L'Erario. Você foi previamente selecionado pelo seu perfil e está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa, que será feita com base em dados coletados a partir de trabalhos práticos.

Apresentação da pesquisa

A Realidade Aumentada vem fomentando a afeição das pessoas por ser uma tecnologia que possibilita a interação entre o virtual e o mundo físico em tempo real. Entretanto, apesar do aumento do uso da tecnologia de Realidade Aumentada em diversas aplicações, percebe-se uma maior atenção na tecnologia em si do que no processo de especificação e análise de requisitos para tais aplicações. Desse modo, o objetivo desta pesquisa é apresentar a especificação de requisitos de um determinado cenário de Realidade Aumentada e verificar se a documentação proposta é válida.

Participação

Sua participação neste estudo é muito importante e voluntária, pois requer a sua aprovação para utilização dos dados coletados neste estudo. Segundo a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), o respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após assentimento livre e esclarecido.

Confidencialidade da Pesquisa

Toda informação coletada neste estudo é confidencial e seu nome não será identificado de modo algum. Quando os dados forem coletados, seu nome será removido dos mesmos e não será utilizado em nenhum momento durante a análise ou apresentação dos resultados. Qualquer informação pessoal captada por formulários, repositórios ou qualquer ferramenta usada durante o estudo não será apresentada ou identificada.

Desconfortos, Riscos e Benefícios

Desconfortos/Riscos: Serão tomadas todas as providências durante a coleta de dados de forma a garantir a sua privacidade e seu anonimato. Além disso, não existem riscos ou desconfortos que poderão afetar o(a) participante durante a condução do estudo. Por exemplo, fadiga, estresse, mal-estar, dentre outros.

Benefícios: Espera-se que, como resultado deste estudo, você possa aumentar seus conhecimentos, de maneira a contribuir para o aumento da qualidade das atividades com as quais você trabalhe ou possa vir a trabalhar. Este estudo também contribuirá com resultados importantes para a pesquisa. Você não terá nenhum gasto ou ônus com a sua participação no estudo e também não receberá qualquer espécie de reembolso ou gratificação devido à autorização dos seus dados na pesquisa.

Crítérios de Inclusão e Exclusão

Inclusão: i) Serão incluídos todos os participantes que preencherem o termo de consentimento e formulário de identificação. ii) Participarem do estudo até sua conclusão.

Exclusão: i) Os participantes que não assinarem o termo de consentimento ou o formulário de identificação. ii) Os participantes que não concluírem o estudo. iii) Participantes que não conduzam o estudo de maneira ética.

Procedimentos

O estudo será realizado com data e hora marcada com os participantes pré-selecionados. Para participar do estudo será aplicado um formulário de caracterização de perfil, a fim de identificar seu nível de conhecimento. Em seguida, o estudo será executado de forma individual, seguindo sempre o planejamento do estudo feito pelo pesquisador responsável.

Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

Você tem o direito de não querer participar ou de sair deste estudo a qualquer momento, sem penalidades. Em caso de você decidir se retirar do estudo, favor notificar o pesquisador responsável.

O pesquisador responsável pelo estudo poderá fornecer qualquer esclarecimento sobre o mesmo, assim como tirar dúvidas.

Pesquisador responsável: Eduarda Maganha de Almeida – duda.maganha@hotmail.com

Ressarcimento ou indenização

Os participantes não serão ressarcidos ou indenizados em valores monetários devido ao caráter voluntário do experimento. Quanto a conflitos temporais, a duração do estudo já foi previamente estabelecida pelo pesquisador responsável.

Declaração de Consentimento

Declaro que li e estou de acordo com as informações contidas neste documento e que toda linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi explicada satisfatoriamente, recebendo respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia *online* deste Termo (TCLE), compreendo que sou livre para não autorizar a utilização dos meus dados neste estudo em qualquer momento, sem qualquer penalidade. Declaro ter mais de 18 anos e concordo de espontânea vontade em participar deste estudo.

Obrigada pela sua colaboração!

Assinatura do Participante

APÊNDICE 3 - Descrição da proposta do cenário de Realidade Aumentada

Cenário

Um aplicativo para *tablets* e *smartphones* utiliza recursos da tecnologia de Realidade Aumentada para exibir os componentes internos de um carro elétrico, e se estão funcionando corretamente, caso não esteja, o usuário tem a opção de procurar através da conexão com o GPS uma concessionária autorizada para manutenção mais próxima da localização atual.

O aplicativo usa a câmera do *tablet*, por exemplo, para captar a imagem do capot do carro elétrico, e na tela do dispositivo, ícones serão exibidos para apresentar cada componente interno do carro. Cada componente será exibido de uma cor específica (por exemplo, a bateria em de cor amarela), e do lado da imagem da bateria um ícone identificando o funcionamento do componente, caso esteja correto um ícone verde, se não um ícone vermelho. Se estiver com o ícone vermelho o usuário pode tocar neste ícone, e a aplicação retornará a concessionária mais próxima para que seja realizada a manutenção do componente.

Informações adicionais

Todo veículo deve ser cadastrado para conseguir utilizar o aplicativo.

APÊNDICE 4 - *Checklist* utilizado para o caso de teste dos requisitos

	QUESTÕES	SIM	NÃO
Q_01	Os objetivos da aplicação foram definidos?		
Q_02	Os requisitos estão claros e sem ambiguidade?		
Q_03	É fornecida uma visão geral da aplicação?		
Q_04	O significado de cada requisito é compreensível?		
Q_05	Os requisitos estão descritos com um nível de detalhamento suficiente para entendimento?		
Q_06	Os requisitos podem ser entendidos e desenvolvidos por um grupo independente?		
Q_07	Todos os requisitos, restrições e suposições da aplicação estão identificados?		
Q_08	Todas as funcionalidades da aplicação estão descritas?		
Q_09	Os requisitos de usabilidade foram bem definidos?		
Q_10	Os requisitos da tecnologia de Realidade Aumentada foram bem definidos?		
Q_11	Os requisitos de sistema estão bem descritos?		
Q_12	Os requisitos são consistentes entre si?		
Q_13	Cada requisito é definido de tal forma que seja discreto, sem ambiguidade, e testável?		
Q_14	Todas as funções descritas são necessárias para atingir os objetivos do sistema?		
Q_15	Os dispositivos de entrada e saída são especificados?		
Q_16	A especificação define quem são os atores da aplicação?		
Q_17	Você poderia sugerir algum outro requisito? Se SIM, qual? _____ _____ _____		

APÊNDICE 5 - Proposta da documentação da especificação dos requisitos para o cenário proposto.

Requisitos de Usuários e Requisitos de Sistema

R_01 - A aplicação deve permitir que a interação seja realizada com a utilização da câmera de vídeo de um tablet e/ou smartphone.

- 1.1 O download da aplicação deve estar disponível para o sistema android e ios;
- 1.2 A instalação da aplicação deve permitir a conexão com o gps do aparelho;
- 1.3 A instalação da aplicação deve permitir o acesso a câmera de vídeo do aparelho;
- 1.4 O acesso ao aplicativo deve ser realizado apenas com o toque;
- 1.5 O aplicativo deve ser aberto e a câmera de vídeo já ativada.

R_02- A aplicação deve possuir um ícone de cadastro do veículo.

- 1.1 O usuário deve ter a opção de cadastrar o veículo

R_03 – A aplicação deve permitir que o usuário cadastre o seu veículo.

- 1.1 O usuário deve fornecer dados específicos do veículo: Marca / Ano / Modelo / Cor / Número de identificação do veículo (número do Chassis);
- 1.2 O número de identificação do veículo deve conter 17 caracteres.

R_04 – A aplicação só deve funcionar quando o cadastro do veículo estiver concluído.

- 1.1 O usuário deve preencher e salvar todos os campos de cadastro do veículo;
- 1.2 Após salvar, a aplicação abrirá normalmente;
- 1.3 O cadastro é necessário apenas uma vez (primeira vez que abre a aplicação).

R_05 – A identificação dos componentes internos do veículo deve ser realizada a partir da câmera de vídeo do tablet / smartphone direcionada para o capô (capot) do veículo.

- 1.1 A identificação dos componentes internos do veículo só deve ser permitida se a câmera de vídeo estiver apontada para o capô (capot) do veículo;

R_06 – A aplicação deve identificar e exibir na tela do tablet / smartphone todos os componentes internos do veículo

- 1.1 A partir do reconhecimento do capô (capot) todos os componentes internos do veículo elétrico devem ser identificados e exibidos na tela do tablet / smartphone:
 - 1.1.1 Componentes a serem exibidos:
Bateria; Módulo de Controle; Motor Elétrico; Transmissão (marcha); Freio regenerativo.
- 1.2 A exibição dos componentes da tela deve ser de maneira ilustrativa, não reproduzindo a imagem real do componente. Sendo uma imagem semelhante

R_07 – A aplicação deve ser capaz exibir os componentes internos em cores distintas.

- 1.1 Cada um dos componentes exibidos na tela do tablet / smartphone deve apresentar uma coloração diferente um do outro.
- 1.2 Por exemplo: A bateria deve ser exibida em amarelo; o Motor em azul e assim sucessivamente.

R_08 – A aplicação deve exibir os componentes internos juntamente com um ícone (um círculo) na cor vermelho ou verde, onde será indicado o seu estado atual de funcionamento

R_09 – A aplicação deve ser capaz de identificar se um dos componentes internos estão com algum tipo de falha no funcionamento.

- 1.1 Se a carga da bateria estiver baixa (deve ser considerado baixa quando estiver com apenas 1/3 restante da carga), um ícone vermelho aparecerá do lado da sua imagem ilustrativa;
- 1.2 Se a carga da bateria estiver norma (deve ser considerado norma quando estiver com 1/3 usado da carga), um ícone verde aparecerá do lado da sua imagem ilustrativa

R_10 – A aplicação deve permitir que o usuário selecione com um toque apenas um componente para ser exibido separadamente.

- 1.1 Quando o usuário selecionar um componente (com um toque na tela do tablet / smartphone), deve ser exibido uma tela contendo apenas a imagem ilustrativa do componente e sua descrição.
- 1.2 A descrição deve contar os detalhes técnicos; características; e estado atual de funcionamento.

R_11 – O usuário pode voltar a interface anterior (com todos os componentes sendo exibidos) clicando no ícone de voltar.

R_12 – A aplicação deve permitir uma conexão com o gps.

- 1.1 A integração do gps à aplicação deve ser realizada através do Google Maps.

R_1 – A aplicação deve exibir as concessionárias autorizadas, do veículo cadastrado, mais próximas a localização atual do usuário

- 1.1 Deve ser realizado uma busca em todas as concessionárias mais próximas do usuário; (uma proximidade de 30 km)

R_13 – O usuário deve ser capaz de escolher qual concessionária é mais próxima

- 1.1. O usuário pode selecionar a concessionária mais próxima de sua localização;
- 1.2. Deve ser exibido após a seleção, o nome da concessionária, endereço, cidade, telefone, horário de funcionamento.

Requisitos de Usabilidade

R_01 – A interface da aplicação deve possuir cores distintas que orientam o usuário na utilização do software.

- 1.1 Cores vermelho e verde para identificar o funcionamento dos componentes.
- 1.2 Azul para o motor elétrico,
- 1.3 Amarelo para bateria;
- 1.4 Branco para Módulo de controle
- 1.5 Rosa para Transmissão (marcha)
- 1.6 Cinza para Freio regenerativo

R_02 – A interface da aplicação deve possuir um ícone de ajuda no canto superior da tela

- 1.1 Ao clicar na ajuda será exibido uma tela contendo as informações básicas da aplicação;
- 1.2 Como utilizar a aplicação;
- 1.3 O significado das cores que serão exibidas;
- 1.4 Como é realizado o cadastro do veículo;
- 1.5 Como é realizada a interação da aplicação.

R_03 – A interface deve possuir um ícone de Cadastro, para o primeiro acesso à aplicação.

- 1.1 Ao clicar no Cadastro, será exibido uma tela solicitando as informações do veículo;
- 1.2 Todos os espaços para preenchimento devem ser obrigatórios;

R_04 – A interface deve possuir um ícone Salvar, após o preenchimento dos campos de cadastro

- 1.1. Após o preenchimento dos campos de cadastro do veículo, o usuário deve salvar o preenchimento;
- 1.2. Só será salvo no banco de dados se todos os campos foram preenchidos corretamente.

R_05- A interface deve exibir uma mensagem para o usuário após o cadastro.

- 1.1 Caso tenha preenchido corretamente todos os campos obrigatórios, uma mensagem de Confirmação é exibida, e a tela da câmera de vídeo é ativada.
- 1.2 Caso não tenha preenchido corretamente todos os campos, ou esteja faltando algum caractere, uma mensagem de alerta seja exibida. E retorna a tela de cadastro.
 - 1.2.1 A mensagem de alerta deve identificar qual campo obrigatório está incompleto / errado.

R_06 – As imagens ilustrativas dos componentes internos do veículo devem ser semelhantes à imagem real.

1.1 A semelhança faz com que o usuário reconheça rapidamente o componente.

R_07 – A fonte das palavras que serão exibidas, devem ser as tradicionais.

1.1. A fonte não pode causar nenhum tipo de incômodo ao usuário durante a leitura;

1.2 A fonte não deve possuir marcas de decoração;

1.2. É recomendável que se utilize umas das fontes: Helvetica, Arial ou Verdana.

R_08 – A interface da aplicação em execução deve exibir imagem capturada pela câmera de vídeo, os componentes do veículo, e o ícone de ajuda no canto superior da tela.

R_09 – A interface da aplicação deve conter a opção de voltar à tela principal quando estiver visualizando cada elemento individualmente.

Requisitos da Tecnologia de Realidade Aumentada

R_01 – A aplicação não deve possuir nenhum marcador.

R_02- Determinar o dispositivo de entrada e saída, (como por exemplo: câmera / monitor, televisão)

R_03 - O reconhecimento do capô do veículo será realizado baseado no reconhecimento das arestas.

1.1. É colocado o objeto real capô (capot) em frente à câmera de vídeo

1.2. É importante enquadrar a câmera de vídeo no capô (capot) do veículo

R_04 A aplicação deve estar programada para retornar determinado componente virtual.

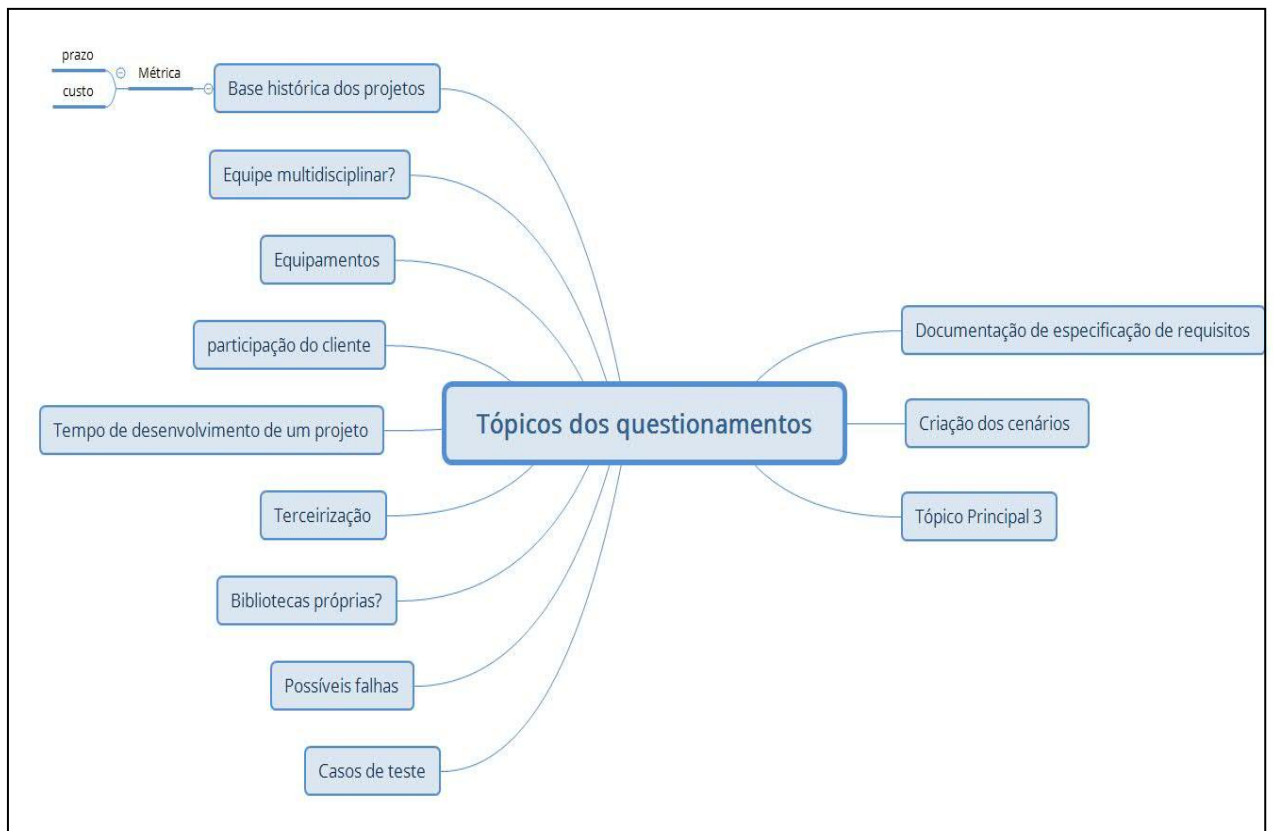
R_05 – As imagens dos componentes internos do veículo devem ser exibidas em 3D.

R_06 – Deve ser permitido que o usuário rotacione o tablet / smartphone e as imagens rotacionem junto com seu movimento sem alterar a visibilidade;

R_07- O rastreamento de posição e orientação para alinhar ou registrar informação virtual com os objetos físicos devem ser precisos.

APÊNDICE 6 - Protocolo do Estudo de Caso

Estudo de Caso Empresa X
Dados Gerais
Visão Geral do Processo: (como é?) (existe?)
Elicitação dos Requisitos: (como é?)
Análise: (como é?)
Projeto: (como é?)
Validação: (como é?) (existe?)
Informações adicionais:



APÊNDICE 7 - Artigos publicados

ALMEIDA, Eduarda Maganha; L'ERÁRIO, Alexandre; DAMASCENO, Eduardo Filgueiras. Avaliação da Satisfação do Usuário em Campanhas de Marketing com Realidade Aumentada. In: XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality, Gramado. Junho 2016.

ALMEIDA, Eduarda Maganha; L'ERÁRIO, Alexandre; DAMASCENO, Eduardo Filgueiras. Uma Estratégia de Especificação e Análise de Requisitos para Ambientes de Realidade Aumentada em um Cenário Offshore. In Anais XIV Workshop de Teses e Dissertações em Qualidade de Software – XV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, Maceió. p. 39-44, Outubro 2016.

ALMEIDA, Eduarda Maganha; L'ERÁRIO, Alexandre; DAMASCENO, Eduardo Filgueiras. Estratégia para a Especificação e Análise de Requisitos em Cenários de Realidade Aumentada. In: XIX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Curitiba 2017.

ALMEIDA, Eduarda Maganha; L'ERÁRIO, Alexandre; DAMASCENO, Eduardo Filgueiras. Estratégia para o Processo de Especificação e Análise de Requisitos em Cenários de Realidade Aumentada. In: VIII Congresso Brasileiro de Software. Fortaleza, Setembro 2017.

ALMEIDA, Eduarda Maganha; L'ERÁRIO, Alexandre; DAMASCENO, Eduardo Filgueiras. Modelagem de Requisitos para Cenários de Realidade Aumentada: Uma Análise sobre os Modelos KAOS e Mapa Mental. In: XIX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Curitiba 2017.

ALMEIDA, Eduarda Maganha; L'ERÁRIO, Alexandre; DAMASCENO, Eduardo Filgueiras. Uma abordagem de Ensino de Requisitos de Software para Sistemas de Realidade Aumentada em Disciplinas de Engenharia de Software. In: XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Recife 2017.