

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITACOATIARA
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

Genarde Macedo Trindade

**RAAM: Uma Aplicação Móvel de Realidade Aumentada como Ferramenta de
Apoio ao Ensino sobre as Mesorregiões do Estado do Amazonas**

Itacoatiara

2017/2

Genarde Macedo Trindade

RAAM: Uma Aplicação Móvel de Realidade Aumentada como Ferramenta de Apoio ao Ensino sobre as Mesorregiões do Estado do Amazonas

Monografia apresentada como requisito de aprovação na disciplina de Projeto Orientado em Informática na Educação II do curso de Licenciatura em Computação, Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara – CESIT/UEA, sob a orientação do Prof. MSc. Jhonathan Araújo Oliveira.

Itacoatiara

2017/2

RAAM: Uma Aplicação Móvel de Realidade Aumentada como Ferramenta de Apoio ao Ensino sobre as Mesorregiões do Estado do Amazonas

Genarde Macedo Trindade

Monografia apresentada como requisito de aprovação na disciplina de Projeto Orientado em Informática na Educação II do curso de Licenciatura em Computação, Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara – CESIT/UEA, sob a orientação do Prof. MSc. Jhonathan Araújo Oliveira.

Jhonathan Araújo Oliveira
(Orientador)

Alessessandre Roque Garcia Rodrigues
(Membro da Banca)

Kayro Figueira Pires
(Membro da Banca)

Itacoatiara
2017/2

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

T833r	<p>Trindade, Genarde Macedo RAAM: Aplicação Móvel de Realidade Aumentada como Ferramenta de apoio ao Ensino sobre as Mesorregiões do Estado do Amazonas / Genarde Macedo Trindade. Manaus : [s.n], 2017. 80 f.: color.; 29 cm.</p> <p>TCC - Graduação em Licenciatura em Computação - Licenciatura - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2017. Inclui bibliografia Orientador: Oliveira, Jhonathan Araújo</p> <p>1. Realidade Aumentada. 2. Aplicação Móvel. 3. Ensino. 4. Caracterização Ambiental e Geográfica . I. Oliveira, Jhonathan Araújo (Orient.). II. Universidade do Estado do Amazonas. III. RAAM: Aplicação Móvel de Realidade Aumentada como Ferramenta de apoio ao Ensino sobre as Mesorregiões do Estado do Amazonas</p>
-------	--

“Não há milagre sem sacrifício.”

Sensei Henrique Machado

A minha esposa Dayane Rosas e a toda minha família por acreditar em meu potencial e pelo suporte durante minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois Ele é meu refúgio e meu escudo. Foi Ele que me deu força e sabedoria para chegar até aqui. Como está escrito no livro sagrado: “Tudo posso naquele que me fortalece.” (Filipenses 4:13).

Aos meus pais Genésio Trindade e Inês Macedo, por tudo que me proporcionaram, às vezes abrindo mão de suas vontades para fazer as minhas. Sou eternamente grato pelo carinho, compreensão e ajuda ao longo de toda minha vida.

A minha esposa Dayane Rosas, por estar sempre ao meu lado trançando caminhos para crescermos juntos e lutando para vencer os desafios que a vida nos propõe, além de me ajudar nas correções deste trabalho. Juntamente com minha esposa, a vida me presenteou com um garoto que me fez amadurecer para poder oferecer o melhor para ele, Danielzinho essa vitória é para você e por você.

As minhas queridas irmãs Genívea Macedo e Ineide Macedo, essa conquista também é para vocês. Obrigado pelo companheirismo e por todo carinho, transmitido às vezes em forma de bronca, conselhos ou simplesmente em risadas.

Ao meu orientador Professor MSc. Jhonathan Araújo, por me ajudar nas correções deste trabalho. Contribuindo para realização desta pesquisa e para minha formação acadêmica.

Aos amigos que fiz ao longo da minha graduação, foram poucos, eu sei. Mas os poucos que fiz puderam me proporcionar momentos de alegria com boas risadas e com o companheirismo durante nosso convívio.

A todos os professores que fizeram parte dessa conquista, durante minha graduação tive oportunidade de conhecer excelentes docentes, os quais puderam compartilhar seu conhecimento. São os seguintes professores: Prof.^o Antônio Cauper, Prof.^o João da Mata, Prof.^o Marcelo Tavares, Prof.^o Luiz Sérgio, Prof.^o Kayro Pires, Prof.^o Willian Trindade, Prof.^o Mário Miranda, Prof.^o Alessessandre Roque, Prof.^o Augusto Yzuka, Prof.^a Romy Cabral, Prof.^a Caroline Barroncas, Prof.^a Elisângela Oliveira, Prof.^a Yezenia Rosário. Agradeço todos, pois com a determinada relevância de cada um consegui construir mais um degrau em minha vida.

RESUMO

A Realidade Aumentada (RA) é uma das tecnologias emergentes que tem ganhado espaço na área da informática na educação. Essa tecnologia mistura objetos virtuais ao mundo real (imagens dinâmicas, sons espaciais, sensações tátil), adotando técnicas de visão computacional. Esses objetos podem ser gerados a partir de recursos tecnológicos em tempo real e devidamente posicionado no espaço, sendo capaz de exibir objetos com uma grande riqueza de detalhes. No contexto educacional a utilização da RA possui muitas vantagens e uma das principais é a motivação dos estudantes e usuários de forma geral, pois torna a aquisição do conhecimento mais dinâmica, agradável e eficiente. Para isso a RA dispõem de recursos visuais que permitem expor de uma forma mais detalhada conteúdos que, por natureza, possuem características abstratas, complexas ou teóricas. Dentro dessa perspectiva, este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma aplicação móvel de RA como ferramenta de apoio no ensino dos conteúdos sobre a caracterização ambiental e geográfica das mesorregiões do estado do Amazonas. As mesorregiões amazonenses possuem características específicas e diversificadas, nas quais, em geral, são expostas com uma metodologia teórica. Em virtude disso os recursos de RA viabiliza a representação visual por meio de objetos tridimensionais (3D) e bidimensionais (2D) que caracterizaram a fauna e flora dessas mesorregiões, oportunizando aos alunos uma compreensão mais ampla da biodiversidade existente no estado.

Palavras-Chave: Realidade Aumentada, Aplicação Móvel, Ensino, Caracterização Ambiental e Geográfica.

ABSTRACT

Augmented Reality (RA) is one of the emerging technologies that has available space in the area of informatics in education. This technology comes with virtual objects to the real world (dynamic images, spatial sounds, tactile sensations), adopting computer vision techniques. These objects can be generated from technological resources in real time and properly positioned in space, being able to display objects with a wealth of detail. In the educational context, the use of RA has many advantages and one of the main motivations of the students and users in general, it becomes a more dynamic, pleasant and efficient information acquisition. Therefore, it is an array of visual resources that allow to expose in a more detailed way content, by its nature, its abstract, complex or theoretical characteristics. From the perspective, this work presents the development of a mobile application of RA as a tool to support the teaching of contents about an environmental and geographic characterization of the mesoregions of the state of Amazonas. As Amazonian mesoregions have specific and diversified characteristics, in which, in general, they are exposed with a theoretical methodology. As a result, the RA resources enable a visual representation through three-dimensional (3D) and two-dimensional (2D) objects that characterize a fun fauna and flora, offering students a broader understanding of the state's biodiversity

Palavras-Chave: Augmented Reality, Mobile Application, Teaching, Environmental and Geographical Characterization.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Feature Analysis das aplicações educacionais dos trabalhos relacionados. Adaptada de Travassos et al. (2002)	34
Tabela 2 - Oportunidades de Desenvolvimento	39
Tabela 3 - Requisitos Funcionais.....	41
Tabela 4 - Requisitos Não Funcionais	42
Tabela 5 - Regras de Negócio	44
Tabela 6 – Características dos alunos.....	57
Tabela 7 – Conhecimento sobre aplicativos educacionais	58
Tabela 8 – Experiência sobre aplicativos educacionais.....	58
Tabela 9 – Percepção sobre a facilidade de uso da aplicação RAAM.....	60
Tabela 10 – Percepção sobre a utilidade de uso da aplicação RAAM.....	61
Tabela 11 - Caso de uso Tela Inicial da aplicação móvel RAAM.....	72
Tabela 12 - Caso de Uso Iniciar Câmera RA da aplicação móvel RAAM	72
Tabela 13 - Caso de uso Acessar Ajuda da aplicação móvel RAAM.....	73
Tabela 14 - Caso de uso Redes Sociais da aplicação móvel RAAM	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Funcionamento de uma aplicação de RA. Fonte: Adaptada de Cardoso et al. (2014).....	20
Figura 2 - Exemplo de um Marcador. Fonte: Adaptada de Cardoso et al. (2014)	21
Figura 3 - Sistema de Visão de Ótica Direta. Fonte: Adaptada de Azuma (1997)....	22
Figura 4 - Sistema de Visão Direta por Vídeo. Fonte: Adaptada de Azuma (1997)..	22
Figura 5 - Sistema de Visão por Vídeo Baseado em Monitor. Fonte: Azuma (1997)	23
Figura 6 – Imagens do Pokémon GO. Fonte: Carli et al. (2016).....	28
Figura 7 – Imagem capturada da tela do jogo Pokémon GO, mostrando o Zubat, e seu animal inspirador. Fonte: Coelho e Silva (2016).....	29
Figura 8 - Representação tridimensional da dupla hélice de DNA. Fonte: Coimbra et al. (2013).....	30
Figura 9 – Visão panorâmica de 360º do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil. Fonte: Nogueira et al. (2015).....	31
Figura 10 – Visão panorâmica de 360º do Jardim do Cerco, em Mafra, Portugal. Fonte: Nogueira et al. (2015).....	31
Figura 11 – Visão da câmera RA do aplicativo ModoRA. Fonte: Pinto e Centeno (2012).....	32
Figura 12 – Em (a), temos o quebra-cabeça completamente montado. O setup necessário está exposto em (b). Em (c), temos a verificação de peças vizinhas corretamente encaixadas. Em (d), temos como é gerado o template. Fonte: Silva (2014).....	33
Figura 13 - Visão geral da metodologia adotada na pesquisa, adaptada de Mafra et al. (2006).....	36
Figura 14 - Diagrama de Caso de Uso da aplicação móvel RAAM	45
Figura 15 – Diagrama de Classe.....	45
Figura 16 – Diagrama de Sequência Iniciar Câmera RA.....	46

Figura 17 – Diagrama de Sequência Ajuda.....	46
Figura 18 – Diagrama de Sequência Menu	47
Figura 19 - Arquitetura da Aplicação Móvel RAAM	47
Figura 20 - Protótipo da aplicação móvel RAAM	48
Figura 21 – Alguns Marcadores da Aplicação Móvel RAAM	49
Figura 22 – desenvolvimento da aplicação móvel RAAM no Unity.....	50
Figura 23 – Tela da licença utilizada para o desenvolvimento da aplicação móvel RAAM.....	50
Figura 24 – Modelagem de objetos 3D para a aplicação móvel RAAM.....	51
Figura 25 – Principais Telas da aplicação móvel RAAM	52
Figura 26 – Objetos virtuais sobrepostos	53
Figura 27 – Alunos interagindo com a Aplicação Móvel RAAM.....	58
Figura 28 – Interface atual da Aplicação Móvel RAAM	64
Figura 29 – Objetos virtuais disponíveis na Aplicação Móvel RAAM.....	65

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i> (Interface de Programação de Aplicativos)
BD	Banco de Dados
MER	Modelo de Entidade e Relacionamento
NDK	<i>NativeDevelopment Kit</i> (Kit de Desenvolvimento Nativo)
PDF	<i>Portable Document Format</i> (Formato de Documento Portátil)
RA	Realidade Aumentada
RF	Requisitos Funcionais
RV	Realidade Virtual
RN	Regras de Negócio
RNF	Requisitos Não Funcionais
SDK	<i>Software Development Kit</i> (Kit de Desenvolvimento de Software)
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i> (Modelo de Aceitação de Tecnologia)
TI	Tecnologia da Informação
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UC	Caso de Uso
UML	<i>Unified Modeling Language</i> (Modelo de Linguagem Unificado)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	16
1.1 Contextualização.....	16
1.2 Problemática	17
1.3 Justificativa	17
1.4 Objetivos	18
1.5 Organização do Trabalho.....	18
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 Realidade Aumentada.....	20
2.1.1 Modelos de Realidade Aumentada	21
2.2 Realidade Aumentada na Educação.....	24
2.2.1 Teorias Cognitivas.....	24
2.2.2 Realidade Aumentada na Aprendizagem Móvel	26
2.3 Estudo da Geografia utilizando Realidade Aumentada.....	27
2.4 Trabalhos Relacionados	28
2.4.1 Pokémon GO Realidade Aumentada e Georeferenciamento: A Gamificação nas suas possibilidades para o Turismo (Carli <i>et al.</i> , 2016)	28
2.4.2 Pokémon GO o resgate das brincadeiras de rua e os possíveis benefícios à popularização da biodiversidade (Coelho e Silva, 2016)	29
2.4.3 Realidade Aumentada em Contextos Educativos Um Mapeamento de Estudos Nacionais e Internacionais (Coimbra <i>et al.</i> , 2013).....	30
2.4.4 Metodologia de análise visual baseada na tecnologia de Realidade Virtual, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil e Jardim do Cerco, Mafra, Portugal (Nogueira <i>et al.</i> , 2015)	31
2.4.5 A Realidade Aumentada em Smartphones na Exploração de Informações Estatísticas e Cartográficas (Pinto e Centeno, 2012).....	32
2.4.6 AR Jigsaw Puzzle Potencialidades de Uso da Realidade Aumentada no Ensino da Geografia (Silva, 2014)	33
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA, MODELAGEM E ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL RAAM	36
3.1 Metodologia Experimental.....	36
3.2 Descrição Geral da Aplicação Móvel RAAM	38
3.3 Elicitação de Requisitos	39
3.3.1 Planejamento e Análise da Entrevista	40
3.4 Requisitos e Regras do Negócio.....	41
3.5 Modelagem	44

3.5.1	Diagramas de Casos de Uso	44
3.5.1	Diagramas de Classe	45
3.5.1	Diagramas de Sequência	46
3.6	Arquitetura da Aplicação	47
3.7	Protótipo da Aplicação	48
3.8	Tecnologias Utilizadas	49
3.9	Implementação da Aplicação Móvel RAAM	52
CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL RAAM		54
4.1	Avaliação da Aplicação com Profissional da Área Educacional	54
4.1.1	Planejamento da Avaliação da Aplicação	54
4.1.2	Execução da Avaliação da Aplicação	54
4.1.3	Análise e Resultados da Avaliação da Aplicação o Profissional da Área Educacional	55
4.2	Validação da Aplicação e Estudo de Observação com os Alunos	56
4.2.1	Planejamento da Validação da Aplicação	56
4.2.2	Execução da Validação da Aplicação	56
4.2.3	Análise e Resultados da Validação da Aplicação e Estudo de Observação com os Alunos	59
4.3	Melhorias Realizadas a partir dos Resultados	63
4.4	Ameaça a Validade da Aplicação Móvel RAAM.....	65
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....		67
5.1	Considerações Finais.....	67
5.2	Limitações.....	68
5.3	Trabalhos Futuros.....	68
REFERÊNCIAS.....		69
APÊNDICE A – DESCRIÇÃO FORMAL DOS CASOS DE USO		72
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA		76
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO		77
APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DO PARTICIPANTE.....		78
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE TAM		79

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Neste Capítulo são apresentadas a contextualização e a característica do problema, apontando os principais motivos e justificativas para a realização desta pesquisa, são apresentados ainda, os objetivos e a organização do trabalho.

1.1 Contextualização

As técnicas desenvolvidas através da Tecnologia da Informação (TI) ocorrem de acordo com as necessidades que a sociedade enfrenta, os recursos tecnológicos podem solucionar problemas do dia a dia, tornando alguns processos mais fáceis e em tempo hábil. A TI está inserida nas mais diversas áreas, por exemplo, saúde, construção civil, produção de alimentos e entre outras (NAKAMOTO *et al.*, 2012).

No ambiente escolar também se faz necessário à utilização de recursos ofertados pela TI que possam facilitar ou apoiar o processo de instrução de assuntos relacionados aos conteúdos ministrados em sala de aula. Desse modo, foram surgindo novas tendências pedagógicas que utilizam a tecnologia como fator favorável no processo de ensino-aprendizagem (CARDOSO *et al.*, 2014).

Os recursos tecnológicos são aliados importantes no apoio aos processos educativos, pois ajudam nas estratégias de aprendizagem e ativam os processos mentais do aluno, podendo ser trabalhado conteúdos complexos com melhor entendimento (SOUZA e SOUZA, 2010).

Dentro dessa perspectiva, um ramo de pesquisa que surgiu e está ganhando espaço com sua utilização nas mais diferentes áreas de estudo é a Realidade Aumentada (RA). Essa tecnologia mistura objetos virtuais ao mundo real, adotando técnicas de visão computacional que está classificada em quatro tipos: (1) Sistema de visão ótica direta; (2) Sistema de visão ótica por projeção; (3) Sistema de visão direta por vídeo baseada em monitor; (4) Sistema de visão por vídeo baseada em monitor (KIRNER *et al.*, 2004).

Um sistema que envolve e combina um ambiente real com objetos virtuais é considerado um sistema de RA, nesse sistema deve ocorrer uma interatividade entres os ambientes virtual e real (AZUMA, 1997). Todavia, para que o uso da RA

seja eficiente é necessário analisar sua aplicação na finalidade proposta (SILVA *et al.*, 2011).

1.2 Problemática

A escola deve conciliar em suas práticas pedagógicas novas estratégias que estejam atentas às mudanças que a atual geração adquiriu, promovendo a necessidade de trabalhar de forma contextualizada com problemáticas atuais e técnicas inovadoras para facilitar o processo de assimilação de conteúdos ministrados em sala de aula (SILVA *et al.*, 2011).

Os conteúdos complexos, extensos e abstratos necessitam de uma exposição mais detalhada para melhor assimilação (PREZOTTO *et al.*, 2013). Nesse contexto, o estudo das características ambientais e geográficas do estado do Amazonas tem como principal peculiaridade ser um conteúdo de natureza abstrata.

Desta forma, o presente trabalho visa apoiar alunos e professores na apresentação e abstração dos conteúdos relacionados à caracterização ambiental e geográfica dessas mesorregiões, por meio de uma aplicação móvel de RA que possibilitará o discente possuir uma melhor compreensão do conteúdo exposto e servirá ao docente como ferramenta de apoio as suas práticas pedagógicas.

1.3 Justificativa

A RA como ferramenta tecnológica pode apoiar o processo de ensino-aprendizagem, pois mostra ao aluno uma nova forma de compreender os conteúdos (CARDOSO *et al.*, 2014). Araújo (2009) enfatiza que, a partir da projeção de imagens, chamados marcadores esta tecnologia possibilita uma maior interação entre o aluno e o conteúdo apresentado pelo professor.

Esta tecnologia, possibilita a projeção de objetos tridimensionais (3D) ou bidimensionais (2D), possibilitando uma interatividade com os conteúdos trabalhados em sala de aula, aproximando o discente do assunto exposto, facilitando a assimilação do que antes apenas ficava na imaginação do aluno (ARAÚJO, 2009).

Uma das disciplinas que pode se beneficiar dos recursos da tecnologia de RA é a Geografia, uma vez que essa disciplina possui uma diversidade de conteúdos, propondo ao professor a importância de utilizar recursos técnicos de maneira didática permitindo aproximação com o objeto a ser estudado (MEC, 1998).

Nesse contexto, este trabalho tem como principal motivação o desenvolvimento e a utilização da RA através de uma aplicação móvel como ferramenta pedagógica para apoiar o processo de ensino na disciplina de Geografia, especificamente nos conteúdos relacionados à caracterização ambiental e geográfica das mesorregiões do estado do Amazonas.

1.4 Objetivos

Geral

Apoiar o processo de ensino da Geografia, especificamente nos conteúdos relacionados às características ambientais e geográficas das mesorregiões do estado do Amazonas, por meio de uma aplicação móvel utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada, para alunos de uma turma do 1º ano do ensino médio da Escola Estadual Prof.^a Mirtes Rosa de Mendonça Lima no município de Itacoatiara-AM.

Específicos

- Aplicar a tecnologia de Realidade Aumentada utilizando o modelo de sistema de visão por vídeo baseada em monitor para desenvolvimento da aplicação móvel;
- Avaliar a interação dos alunos com a aplicação a fim de identificar o nível de aceitação da solução proposta;
- Verificar se a aplicação móvel RAAM contribui para o apoio no processo de ensino da caracterização das mesorregiões amazonenses.

1.5 Organização do Trabalho

No capítulo introdutório foram apresentados os principais aspectos que regem este trabalho, descrevendo o contexto da aplicação e definição do problema, a motivação e justificativa para o desenvolvimento e objetivos. Além da Introdução, outros quatro capítulos compõem o texto deste trabalho:

- **Capítulo 2 – Fundamentação Teórica:** Apresenta as principais abordagens sobre o avanço tecnológico de RA para apoiar os conceitos da caracterização ambiental e geográfica das mesorregiões amazonenses de acordo com o estudo da literatura. Descreve ainda, os principais trabalhos encontrados no

contexto de promover o ensino da geografia com a tecnologia de RA e outros aspectos relevantes para a pesquisa.

- **Capítulo 3 – Metodologia:** Descreve a metodologia utilizada para desenvolvimento do trabalho, a proposta inicial da aplicação móvel, as tecnologias que serão utilizadas no desenvolvimento, planejamento das entrevistas realizadas com os *stakeholders*, a fim de ajudar na elicitação de requisitos do trabalho proposto.

- **Capítulo 4 – Avaliação da Aplicação Móvel RAAM:** Apresenta a condução e os resultados dos estudos experimentais e as ameaças à validade do trabalho. Nessa fase visou-se a avaliar a aplicação móvel RAAM com o profissional da área educacional e no estudo de observação validar a aplicação com alunos do 1º ano do ensino médio em uma escola no município de Itacoatiara, no estado do Amazonas. .

- **Capítulo 5 – Conclusões e Perspectivas Futuras:** Neste capítulo são apresentadas as considerações finais, as limitações encontradas durante a pesquisa e as indicações de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste Capítulo serão apresentados os conceitos base para a realização desse trabalho. Dentre esses, são descritos os conceitos e definições da importância da tecnologia de RA na aprendizagem móvel no contexto educacional. Além disso, são expostos os trabalhos relacionados e às teorias cognitivas que possibilitaram a identificação de fatores relevantes da RA na educação, bem como ferramentas que apoiam o processo de ensino-aprendizagem.

2.1 Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) pode ser definida como a inserção de objetos virtuais no ambiente real (imagens dinâmicas, sons espaciais, sensações tátil) gerado a partir de recursos tecnológicos e devidamente posicionado no espaço (KIRNER, 2011). Esse recurso tecnológico torna-se eficiente por possuir a capacidade de exibir objetos com uma grande riqueza de detalhes, no contexto educacional, possibilitando ao aluno uma melhor assimilação do conteúdo que antes ficava somente no imaginário (CARDOSO *et al.*, 2014).

A Figura 1 ilustra o funcionamento de uma aplicação com a tecnologia de RA, onde a câmera do *smartphone* ou *tablet* direcionada ao marcador captura suas características, fazendo uma busca no *software* para verificar qual objeto tem relação com o marcador e em seguida exibe o objeto no visor do dispositivo.

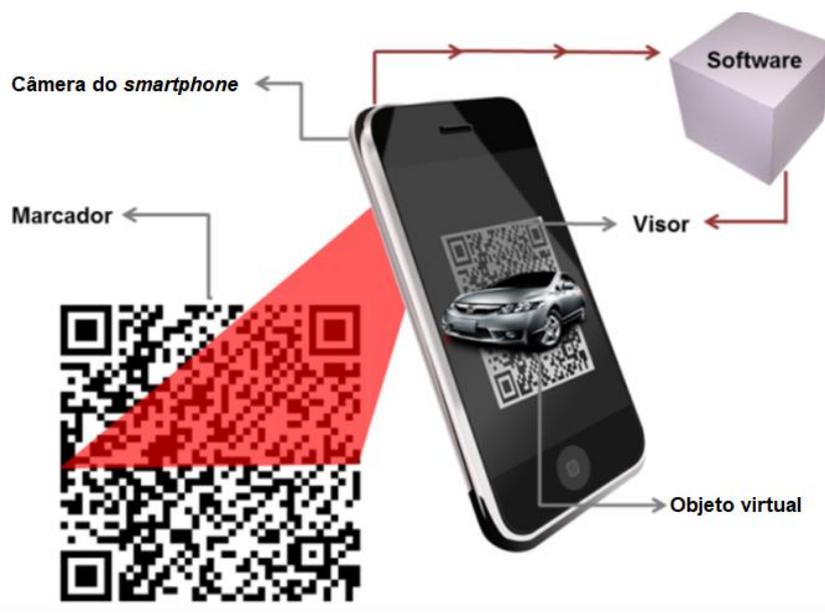


Figura 1 - Funcionamento de uma aplicação de RA. Fonte: Adaptada de Cardoso *et al.* (2014)

A Figura 2 mostra um exemplo de marcador previamente cadastrado no banco de dados de um sistema de Realidade Aumentada.

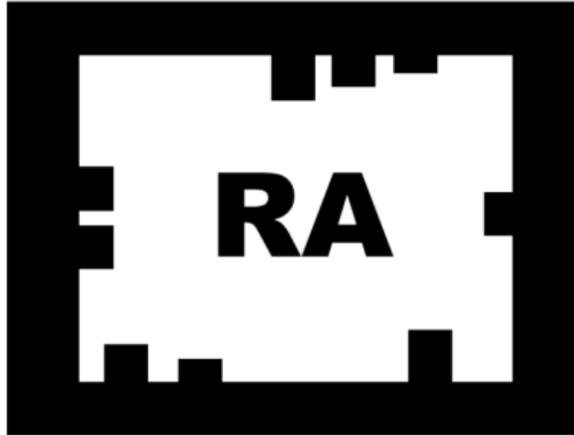


Figura 2 - Exemplo de um Marcador. Fonte: Adaptada de Cardoso *et al.* (2014)

2.1.1 Modelos de Realidade Aumentada

Diante do avanço tecnológico ainda não há um modelo perfeito para que as informações virtuais sobrepostas ao ambiente real sejam geradas de forma eficaz (TORI, 2009). Dessa forma, Nakamoto *et al.* (2012) afirmam que, enquanto o sistema de projeção não chega a perfeição de criar objetos virtuais indistinguíveis dos reais, é importante que seja selecionado a tecnologia que mais se adeque a cada situação. Com base nesse contexto é necessário o conhecimento nos modelos utilizados na tecnologia de RA (Nakamoto *et al.*, 2012). Tori (2009) descreve quatros principais modelos de Realidade Aumentada:

Sistema de visão ótica por projeção: Esse sistema utiliza superfícies do ambiente real, onde as imagens são projetadas como objetos virtuais, que por sua vez, são apresentados ao usuário. A vantagem do sistema de visão ótica por projeção é que os objetos virtuais podem ser visualizados sem a necessidade de equipamentos auxiliares. Entretanto, esse sistema é muito restrito às condições do espaço real, em função da necessidade de superfícies de projeção, dessa forma, não é aconselhável utilizar esse tipo de sistema.

Sistema de visão ótica direta: Nesse modelo o sistema funciona através de óculos ou capacetes, com lentes que permitem o recebimento direto de projeções virtuais ajustadas com o ambiente real. O sistema de visão de ótica direta tem como principais vantagens: é mais leve e menos volumoso que os capacetes utilizados principalmente em técnicas de visão direta de vídeo. As desvantagens dessa técnica

são: (a) campo de visão limitado; (b) pouco brilho e contraste, que dificulta uma integração visual adequada dos elementos virtuais com o ambiente real. A Figura 3 representa sistema de visão de ótica direta.

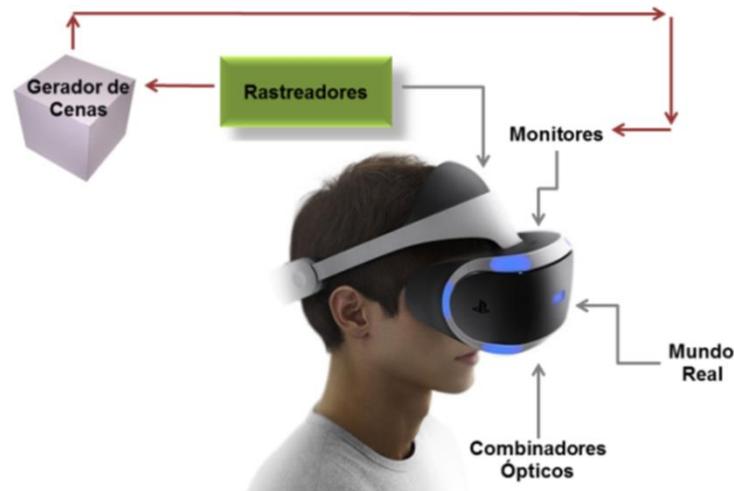


Figura 3 - Sistema de Visão de Ótica Direta. Fonte: Adaptada de Azuma (1997)

Sistema de visão direta por vídeo: Utiliza micro câmeras de vídeo, o ambiente é capturado pela micro câmera e misturado com os elementos virtuais gerados por computador, sendo apresentadas diretamente nos olhos do usuário, através de pequenos monitores. A Figura 4 representa como funciona o sistema de visão direta por vídeo.

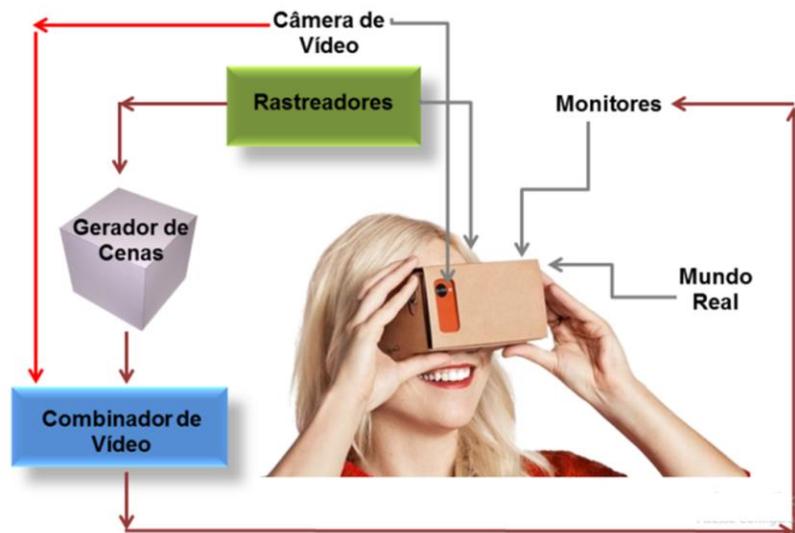


Figura 4 - Sistema de Visão Direta por Vídeo. Fonte: Adaptada de Azuma (1997)

Esse tipo de sistema tem como principais vantagens: (a) permite oclusão dos objetos reais pelos virtuais; (b) facilita a equalização de brilho, contraste,

iluminação e resolução entre imagens reais e virtuais; (c) facilita o registro entre elementos reais e virtuais; e como desvantagens: (a) campo de visão limitado; (b) não possibilita a visão direta do ambiente (em caso de falha na câmera ou nos óculos o usuário fica sem nenhuma visão).

Sistema de visão por vídeo baseado em monitor: Esse modelo utiliza uma câmera para capturar o ambiente. Depois de capturado, a cena real é misturada com os objetos virtuais gerados por computador e apresentada no visor do dispositivo. O ponto de vista do usuário normalmente é fixo e depende do posicionamento da câmera. As principais vantagens desse tipo de sistema são: (a) além de possuir as mesmas vantagens de *videosee-through* tem baixo custo, ou seja, precisa apenas de uma *webcam* ou câmera e um monitor comum; (b) o sistema de visão por vídeo baseada em monitor dispensa acoplagem de dispositivos ao corpo; e como desvantagens: (a) campo de visão limitado. A Figura 5 representa o funcionamento do sistema de visão direta por vídeo baseada em monitor.

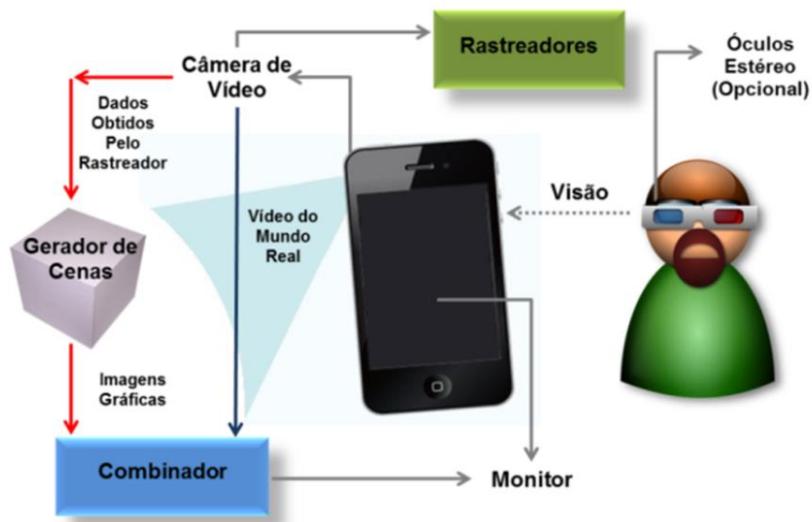


Figura 5 - Sistema de Visão por Vídeo Baseado em Monitor. Fonte: Azuma (1997)

Sistema de visão ótica por projeção: Esse sistema utiliza superfícies do ambiente real, onde as imagens são projetadas como objetos virtuais, que por sua vez, são apresentados ao usuário. A vantagem do sistema de visão ótica por projeção é que os objetos virtuais podem ser visualizados sem a necessidade de equipamentos auxiliares. Entretanto, esse sistema é muito restrito às condições do espaço real, em função da necessidade de superfícies de projeção, dessa forma, não é aconselhável utilizar esse tipo de sistema.

2.2 Realidade Aumentada na Educação

Segundo Vygotsky (1987), é importante para o desenvolvimento humano o processo de apropriação, por parte de cada pessoa, das experiências presentes em sua cultura. O autor destaca ainda, a importância da ação, da linguagem e dos processos interativos na construção das estruturas mentais de cada indivíduo.

Quando se aborda a tecnologia inserida na educação, logo associamos ao uso do computador, pois o mesmo conta com uma grande quantidade de *software* que facilitam as diversas atividades a serem desenvolvidas corriqueiramente, como: planilhas, editores de textos, ouvir música, assistir vídeos entre outros. (FORTE e KIRNER, 2009).

As tecnologias estão presentes nas escolas, os docentes já utilizam recursos tecnológicos como: data show, caixas de som, computadores e internet. Trazendo assim, informações relevantes em tempo real para a sala de aula, tornando o processo pedagógico dinâmico (PEREIRA e FREITAS, 2010). Os recursos tecnológicos são de grande importância para os discentes, pois quando um computador ou outro dispositivo como *smartphones* e *tablets*, quando inseridos no ambiente escolar podem aumentar a interação e o *feedback* no processo de aprendizagem no conteúdo ensinado pelo docente. (COSTA e OLIVEIRA, 2004).

De acordo com Prezotto *et al.* (2013), a RA possui três ramificações que auxiliam no processo de ensino: (a) combinar elementos virtuais com o ambiente real. (b) interagir em tempo real; (c) conceber objetos em três dimensões. Assim, proporcionando uma nova experiência ao estudante e uma interação com o ambiente sem a necessidade de grandes conhecimentos em informática.

2.2.1 Teorias Cognitivas

Carmichael *et al.*, (2012) expõem que, existem teorias cognitivas e abordagens pedagógicas de ensino-aprendizagem que mostram a relevância e as vantagens do uso da tecnologia de RA na educação, tais como: (a) Modelos mentais; (b) Cognição distribuída; (c) Cognição situada; (d) Cognição incorporada. Essas teorias cognitivas dão suporte e mostram a relevância da utilização da RA no contexto educacional. Abaixo serão contextualizadas as teorias que embasam a utilização da RA na educação.

(a) Modelos mentais: A percepção através do pensamento e do comportamento humano mostra a representação do mundo, isso se caracteriza como um dos fundamentos dos modelos mentais. No contexto de aprendizagem, a percepção por meio de conhecimentos prévios e ações são consideradas como recursos dos modelos mentais.

Os conceitos sobre a tecnologia de Realidade Virtual (RV) beneficiam essa teoria cognitiva, pois apresenta a vantagem de promover aos usuários um contato significativo com a aplicação em um ambiente já conhecido. Todavia, a RV pode alterar a percepção do usuário em relação a uma teoria que ele já tenha em mente.

A utilização da Realidade Aumentada e suas características com o mundo real possuem uma influência sobre a formulação dos modelos mentais. O conceito ajuda o modelo mental a produzir uma relação mais clara entre os elementos do mundo real e o mundo virtual podendo disponibilizar a visualização de uma relação ou objeto não visível no mundo real, aumentando assim, a compreensão do usuário sobre um dado conceito.

(b) Cognição distribuída: A cognição distribuída se refere a todo o processo de execução de uma tarefa. Envolvendo a coordenação de todos os elementos que influenciam nesta atividade, como por exemplo, o ambiente, as pessoas envolvidas e os artefatos utilizados. Esses artefatos ajudam na realização do processo de aprendizado. Que por sua são informações externas do processo de entendimento, representados por objetos físicos ou virtuais.

Por meio do uso da tecnologia de RA, esses artefatos podem ser facilmente adaptados de acordo com as necessidades do usuário, viabilizando o conteúdo alinhado com o ambiente fazendo com que o foco na atividade seja único.

(c) Cognição situada: A cognição situada, como o próprio nome refere, está relacionada com o ambiente onde as tarefas são realizadas, tanto no sentido do envolvimento do usuário no processo, quanto no contexto induzido pelo mundo real.

A teoria cognitiva situada é fundamentada na hipótese que os estudantes completam o processo de aprendizado através da participação ativa em um *framework* no contexto social, com uma estrutura específica de relações sociais. Isso torna necessária a criação de uma atividade autêntica de aprendizado.

A tecnologia de RA pode suprir as necessidades da cognição situada, através do aumento do mundo real com a criação de elementos e interações que não estejam explícitos no ambiente real e a colaboração entre os usuários do sistema para a exploração do ambiente.

(d) Cognição incorporada: A última teoria cognitiva abordada é a de cognição incorporada. A chave da teoria é que o corpo por si só, pode oferecer ou auxiliar a interação com o mundo à sua volta. A cognição incorporada propõe que a resolução de problemas aconteça na relação entre a mente e o meio onde esse problema se encontra.

A RA permite que o usuário tenha noção de localização no contexto onde está envolvido, para continuar interagindo com o ambiente e aprimorar a compreensão do meio em que vive. Para este tipo de cognição, é desejável que seja priorizada uma boa interface de interação para o sistema de RA, visto que a teoria afirma que é na interação que o aprendizado ocorre.

2.2.2 Realidade Aumentada na Aprendizagem Móvel

A aprendizagem móvel atualmente é compreendida como um meio de manter as pessoas em contato diário com as fontes de informação e os conteúdos disciplinares, independentemente do ambiente onde se encontra (WOODILL, 2010).

Define-se aprendizagem móvel qualquer processo ou ação de ensino onde a tecnologia utilizada está inserida em aplicações que executam em dispositivos portáteis (KUKULSKA e HULME, 2005). A mobilidade envolve o educando em seu cotidiano e os dispositivos móveis são tecnologias que auxiliam no dinamismo durante um processo de aprendizagem como, por exemplo, atividades externas da escola: uma visita técnica ou estudos fora da sala de aula (WOODILL, 2010).

Dentre as vantagens da utilização da RA na aprendizagem móvel encontram-se: motivação do estudante e a interação entre o real e o virtual por meio da sobreposição de objetos virtuais, proporcionando ao aluno um processo de ensino iterativo e dinâmico, estimulando sua criatividade e compreensão (OLIVEIRA, 2016). A RA tem sido desenvolvida em aplicações móveis em diversos campos de ensino e pesquisa, tais como: medicina, indústria e educação, evidenciando a sua importância na cooperação do processo de aprendizagem nos diferentes níveis de ensino (CARDOSO, 2001).

2.3 Estudo da Geografia utilizando Realidade Aumentada

A disciplina de Geografia, por natureza trabalha com uma diversidade de conteúdos, que devem ser expostos para melhor mediação do conhecimento. Sendo assim, torna-se necessário que o professor utilize recursos tecnológicos de maneira didática para possibilitar ao educando uma aproximação com o conteúdo ministrado (MEC, 1998).

Apesar dos Parâmetros Curriculares Nacionais apontarem para um ensino de geografia que investigue as múltiplas relações existentes na constituição dos lugares e territórios; pesquisas constataam que muitas dessas concepções ainda não vêm sendo trabalhadas adequadamente pelos professores, especialmente, os das séries iniciais (SILVA, 2014). Os professores continuam, de modo geral, a ensinar apoiando-se apenas na descrição dos fatos e no uso do livro didático, fazendo pouco ou nenhum uso de mapa ou outros recursos que tornem a aula mais dinâmica ou atrativa (MEC, 1998).

Ao longo dos anos, muitas tecnologias vêm sendo desenvolvidas com o intuito de potencializar o processo de ensino-aprendizagem dentro e fora de sala de aula. Uma tecnologia recente que vem sendo aplicada nesta área é a tecnologia de RA. De acordo com (BILLINGHURST e DUNSER, 2012), a RA facilita a compreensão de fenômenos complexos fornecendo experiências visuais e interativas únicas através da combinação do real com o virtual, além de auxiliar na comunicação de problemas abstratos aos aprendizes. Dessa forma, observa-se o potencial da RA para o ensino da geografia, já que esta trata, dentre outros temas, da compreensão e representação de diversos conceitos abstratos relacionados à localização espacial e temporal.

Existem diversas ferramentas que utilizam RA e estas podem ser utilizadas em diversos níveis de ensino. Porém, ainda não há muitas ferramentas voltadas para o ensino da geografia. Muitas ferramentas ainda carecem de uma avaliação minuciosa acerca de seu impacto nas relações de ensino-aprendizagem (SANTOS *et al.*, 2014).

Billinghurst e Dunse (2012) apontam que, apesar de ser uma tecnologia relativamente nova, já podemos extrair algumas ideias principais sobre RA em sala de aula: (1) a RA já é robusta suficiente no que concerne às experiências de

aprendizado, especialmente em relação ao livro aumentado e às aplicações móveis; (2) as experiências com RA devem complementar ao invés de substituir os materiais tradicionais; (3) aprendizado valioso ocorre durante a produção de conteúdo com RA, assim como durante o uso da aplicação, (4) RA beneficia a compreensão textual e espacial, especialmente para aqueles com habilidade de leitura reduzida.

2.4 Trabalhos Relacionados

Com base nos aplicativos educativos, a seguir são apresentadas pesquisas científicas que utilizam as tecnologias de Realidade Aumentada ou Realidade Virtual no contexto educacional, que serviram como suporte para a realização desse projeto, entre eles estão os trabalhos de: Carli *et al.*,(2016), Coelho e Silva (2016), Coimbra *et al.*,(2013), Nogueira *et al.*,(2015), Pinto e Centeno (2012) e Silva (2014).

2.4.1 Pokémon GO Realidade Aumentada e Georeferenciamento: A Gamificação nas suas possibilidades para o Turismo (Carli *et al.*, 2016)

O Pokémon GO tem como objetivo capturar criaturas virtuais em locais da realidade concreta, espalhadas em pontos estratégicos das cidades. Este trabalho propõe uma análise do Pokémon GO, destacando os princípios da Realidade Aumentada, Georeferenciamento, Jogos e Gamificação, assim como possíveis diálogos com o turismo. A Figura 6 mostra algumas telas do Pokémon GO.



Figura 6 – Imagens do Pokémon GO. Fonte: Carli *et al.* (2016)

Esta pesquisa possui um viés qualitativo e exploratório, baseada em revisão bibliográfica considerando os termos Realidade Aumentada, Georeferenciamento, Jogos e Gamificação. Os autores realizaram uma avaliação através de entrevista

com os participantes para obter um *feedback* sobre a experiência de visitar diversos locais em busca de capturar os *Pokémons*.

As principais conclusões do trabalho foram: a aplicação levou ao maior interesse dos participantes em aprender e receber as informações de acordo com o percurso que era traçado. A aplicação é bem recebida pelo público atraindo-os para se aventurar em locais que proporcionam tanto a diversão pelo uso da aplicação e o ganho cultural através das informações obtidas nos locais visitados.

Embora o trabalho use muito bem a RA com termos computacionais e enfatize as possibilidades de explorar o turismo é possível ressaltar que a partir da análise feita com os participantes, o uso do referido jogo para visitar pontos turísticos ocasiona uma grande distração e as informações passadas nesses locais não recebem a devida atenção.

2.4.2 Pokémon GO o resgate das brincadeiras de rua e os possíveis benefícios à popularização da biodiversidade (Coelho e Silva, 2016)

Pokémon GO é um jogo de RA, desenvolvido para as plataformas *iOS* e *Android*, em que os jogadores capturam e treinam criaturas virtuais, que aparecem na tela do dispositivo como se fossem reais. Muitos desses Pokémon são inspirados em animais, como no caso de “Zubat” e “Rattata”, respectivamente baseados em quirópteros e roedores. A Figura 7 apresenta as imagens do jogo *Pokémon GO*.



Figura 7 – Imagem capturada da tela do jogo *Pokémon GO*, mostrando o Zubat, e seu animal inspirador. Fonte: Coelho e Silva (2016)

Para jogar, é necessário que o jogador percorra áreas externas, o que, eventualmente, promove o encontro e observação de animais e paisagens reais.

Isso pode ser útil, se bem utilizado, para atrair os jovens à causa conservacionista. Existem vantagens no uso do aplicativo. A experiência geral do jogo é muito interessante, há incentivo para a aventura no mundo real, para a interação entre as pessoas e promoção de atividade física.

De acordo com a avaliação da proposta de estudo, o uso da aplicação atende muito bem o retorno das brincadeiras de rua, possibilitando aos usuários uma socialização em ambiente aberto. Todavia foi ressaltado o cuidado ao manusear o dispositivo móvel ao se deslocar, pois a distração acende o risco de possíveis acidentes.

2.4.3 Realidade Aumentada em Contextos Educativos Um Mapeamento de Estudos Nacionais e Internacionais (Coimbra *et al.*, 2013)

Esta pesquisa apresenta uma síntese de casos práticos, nacionais e internacionais. Com este mapeamento os autores visaram contribuir para o estado da arte das tecnologias tridimensionais (3D) na educação. Os autores realizaram um levantamento dos desenvolvimentos e a implementação de conteúdos 3D no ensino superior referente à matemática, no âmbito de uma investigação em curso na Universidade Aberta e no Instituto Politécnico de Leiria. A Figura 8 mostra a representação tridimensional da dupla hélice de DNA do trabalho de Coimbra *et al.*(2013).

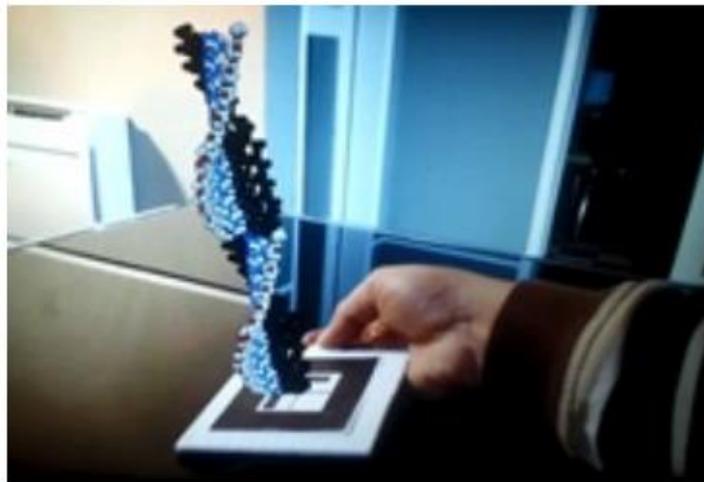


Figura 8 - Representação tridimensional da dupla hélice de DNA. Fonte: Coimbra *et al.* (2013)

A pesquisa coleta informações sobre trabalhos de RA nacional e internacional com o intuito de analisar os objetos tridimensionais utilizados nas mais

diversas áreas de estudo. Um ponto favorável para quem busca um acervo de objetos 3D para uso.

2.4.4 Metodologia de análise visual baseada na tecnologia de Realidade Virtual, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil e Jardim do Cerco, Mafra, Portugal (Nogueira *et al.*, 2015)

Esse trabalho se refere a um estudo desenvolvido com base no projeto IN_LEARNING objetivando a caracterização morfológica de paisagens culturais em contextos urbanos como jardins históricos, por meio da Realidade Virtual.

A pesquisa é baseada em dois estudos de caso – O Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil e o Jardim Cerco em Mafra, Portugal. A descrição morfológica considera as dimensões históricas, geográficas e formais e está baseada na bibliografia existente e na iconografia complementada por trabalho de campo. O artigo discute a contribuição da Realidade Virtual, construindo ambientes digitais (panorâmica de 360º) com Meios Eletrônicos Interativos para análise visual e sua capacidade de sustentar descrições espaciais. As Figuras 9 e 10 mostra a visão panorâmica que a aplicação apresenta ao usuário.



Figura 9 – Visão panorâmica de 360º do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil. Fonte: Nogueira *et al.* (2015)



Figura 10 – Visão panorâmica de 360º do Jardim do Cerco, em Mafra, Portugal. Fonte: Nogueira *et al.* (2015)

O trabalho está dividido em três partes: A primeira introduz os dois estudos de caso: O Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil e o Jardim Cerco em Mafra, Portugal e a segunda descreve os procedimentos metodológicos aplicados e as principais tarefas realizadas. A terceira parte apresenta os estudos de caso. Finalmente, o potencial do método proposto para descrição espacial de ambientes urbanos é discutido.

Esse estudo provê uma boa colaboração no que se diz respeito a recursos tecnológicos para auxílio a disciplina de Geografia já que transporta o aluno para um ambiente virtual através da RV, evidenciando e proporcionando uma melhor assimilação dos conteúdos ministrados em sala de aula para uma melhor compreensão do discente.

2.4.5 A Realidade Aumentada em Smartphones na Exploração de Informações Estatísticas e Cartográficas (Pinto e Centeno, 2012)

O objetivo deste trabalho é explorar o uso da RA em *smartphones* na visualização e representação de dados do Censo e Banco de Nomes Geográficos do Brasil, logo informações estatísticas e cartográficas respectivamente, ambos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, bem como validar a representação dos dados através do uso de diferentes variáveis visuais. A Figura 11 apresenta a visão da câmera RA do aplicativo ModoRA.



Figura 11 – Visão da câmera RA do aplicativo ModoRA. Fonte: Pinto e Centeno (2012)

O trabalho possui uma boa proposta de utilização da RA, sendo exposto na tela do dispositivo móvel ao usuário informações sobre distância e localização de

ambientes predefinidos em *softwares*. A aplicação não dispõe de uma tela de *menu* ou ajuda para sua utilização, a mesma abre diretamente na câmera de RA, dificultando o manuseio.

Para alcançar o objetivo proposto, um módulo de RA para *smartphone* foi desenvolvido, o qual utiliza diferentes variáveis visuais para a representação dos dados. A pesquisa visa permitir aos estudantes, técnicos e usuários de cartografia a obter, explorar, solucionar problemas, facilitar a compreensão e interpretação de informações cartográficas e estatísticas em tempo real através de uma nova forma de visualização: a realidade aumentada.

2.4.6 AR Jigsaw Puzzle Potencialidades de Uso da Realidade Aumentada no Ensino da Geografia (Silva, 2014)

O autor investiga o potencial da RA no ensino de Geografia. Para isso, foi desenvolvido um quebra-cabeça que combina informações virtuais com as peças físicas do jogo concebido para estudantes do ensino fundamental II. A aplicação foi intitulada *AR Jigsaw Puzzle* e, a partir da correta combinação de suas peças, mostra os locais onde foram construídas arenas para a realização da COPA do Mundo FIFA 2014. O *AR Jigsaw Puzzle* foi utilizado por duas especialistas na área de ensino e a partir desse uso, aplicou-se um questionário e uma entrevista para descobrir possíveis aplicações de RA no ensino da Geografia e obter *feedback* para a melhoria da aplicação. A Figura 12 mostra algumas peças do mapa sendo montado em um ambiente de RA.

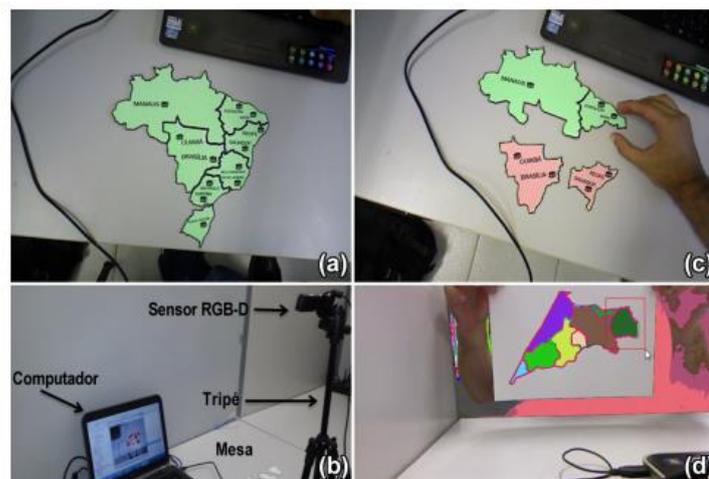


Figura 12 – Em (a), temos o quebra-cabeça completamente montado. O setup necessário está exposto em (b). Em (c), temos a verificação de peças vizinhas corretamente encaixadas. Em (d), temos como é gerado o *template*. Fonte: Silva (2014)

Os resultados apontaram que a RA tem potencial para enriquecer as experiências de aprendizagem desde que combinadas com outras tecnologias e provendo certa flexibilidade ao professor quanto aos conteúdos a serem trabalhados. Como resultado da revisão da literatura, foram identificados seis trabalhos relacionados, considerados relevantes com o tema abordado nesta pesquisa. Entretanto, os mesmos possuem algumas limitações, alguns *softwares* educacionais são para *desktops* e não trabalham a caracterização ambiental de nenhuma localidade ou região.

Nesse contexto, foi realizada uma análise comparativa das aplicações, por intermédio da técnica chamada *feature analysis*, esta técnica está relacionada a experimentos, com o objetivo de comparar as tecnologias específicas de forma qualitativa, utilizando critérios específicos. Assim sendo notórias as diferenças entre as aplicações e ajudando na evolução da aplicação proposta na pesquisa (TRAVASSOS *et al.*, 2002). A Tabela 1 representa a comparação qualitativa da aplicação móvel RAAM com as demais aplicações dos trabalhos relacionados.

Tabela 1 – *Feature Analysis* das aplicações educacionais dos trabalhos relacionados. Adaptada de Travassos *et al.* (2002)

Trabalhos Relacionados	Geografia	Característica Ambiental e Geográfica	Amazonas	Interativo	Mobile	3D e 2D	RA
Pokémon GO - Carli <i>et al.</i> (2016)	X			x	x		x
Pokémon GO - Coelho e Silva (2016)	X			x	x		x
IN_LEARNING - Nogueira <i>et al.</i> , (2015)	X	x		x	x	x	
ModoRA - Pinto e Centeno (2012)	X		x	x	x	x	x
AR Jigsaw Puzzle - SILVA (2014)	X		x	x		x	x
RAAM - Trindade <i>et al.</i> , (2017)	X	x	x	x	x	x	x

Para essa pesquisa foram considerados os seguintes critérios qualitativos: (a) Se a software é para o ensino da Geografia; (b) Se trabalha a caracterização ambiental e geográfica de alguma localidade; (c) Se o estado do Amazonas é trabalhado; (d) Se o *software* é dinâmico; (e) Se é mobile, o critério mobile foi escolhido a fim de que os alunos utilize a aplicação móvel tanto na escola quanto em casa para auxiliar nas atividades escolares; (f) Se possui objetos tridimensionais (3D) e bidimensionais (2D); g) Se possui algum modelo de RA. A Tabela 1 apresenta o comparativo entre a aplicação móvel RAAM com as aplicações dos trabalhos relacionados para o ensino da Geografia. Onde o “X” significa que a aplicação atende os critérios estabelecidos nesta pesquisa. Assim, expondo que a aplicação RAAM atende todos os critérios estabelecidos para a comparação qualitativa das aplicações.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA, MODELAGEM E ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL RAAM

Este Capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho para o desenvolvimento da aplicação móvel RAAM, uma ferramenta de RA para o sistema operacional Android, visando apoiar o processo de ensino dos conteúdos relacionados à caracterização ambiental e geográfica das mesorregiões do estado do Amazonas. É apresentada ainda, a modelagem da arquitetura, análise da entrevista com os stakeholders, a partir da entrevista foi possível identificar a oportunidade de pesquisa, assim como identificar as funcionalidades e restrições da aplicação móvel.

3.1 Metodologia Experimental

A metodologia aplicada neste trabalho, é adaptada parcialmente de Mafra *et al.*, (2006). A metodologia baseia-se em estudos experimentais, com o intuito de definir o que funciona ou não durante o desenvolvimento da tecnologia proposta, desde a sua definição até sua disponibilização aos usuários finais. A abordagem utilizada nesta pesquisa possui quatro etapas, uma fase condicional e a análise dos resultados, conforme é apresentado na Figura 13.

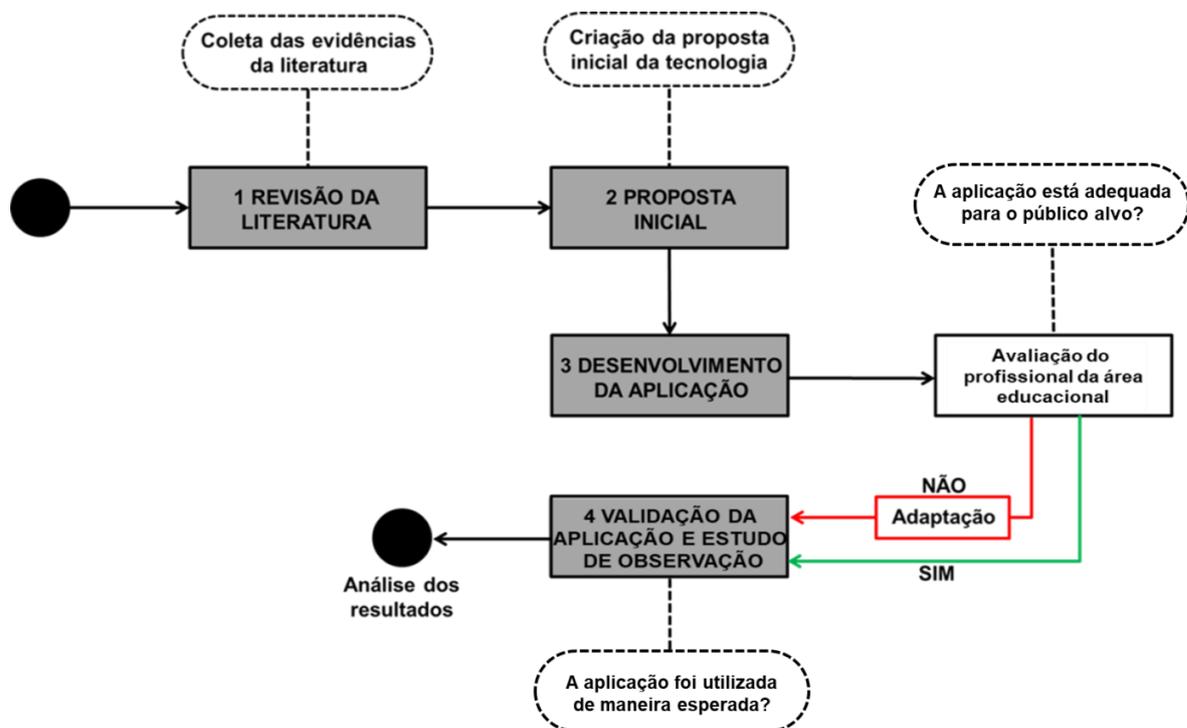


Figura 13 - Visão geral da metodologia adotada na pesquisa, adaptada de Mafra *et al.* (2006)

As quatro etapas que compõem a metodologia são: Revisão da Literatura, Proposta Inicial, Desenvolvimento da Aplicação, Validação da Aplicação e Estudo de Observação, com uma fase condicional a Avaliação do Profissional da Área e finalizando com a Análise de Resultados. Abaixo descreve-se cada passo da metodologia.

1ª Etapa: Revisão da Literatura: Nesta etapa, foram buscadas fundamentações teóricas acerca dos assuntos tratados na pesquisa para que fomentasse a elaboração de todas as seguintes etapas do projeto, de forma: (1) a compor os Capítulos 1 e 2 deste trabalho; (2) apoiar a definição de um cronograma de levantamento bibliográfico da literatura mais preciso e abrangente. Essa etapa foi realizada com o objetivo de construir um estudo da literatura sobre novas abordagens em TI com base na RA aplicada no contexto de assimilação de conteúdos.

2ª Etapa: Proposta Inicial: Nessa etapa, foi elaborada a proposta inicial, de acordo com as evidências literárias e também através de uma entrevista semiestruturada com os *stakeholders*, sendo, um Engenheiro Florestal da Universidade do Estado do Amazonas e um Professor de Geografia da instituição de ensino onde foi aplicado o experimento.

3ª Etapa: Desenvolvimento da Aplicação: Nessa etapa, foram executadas atividades para o desenvolvimento da aplicação móvel, como projeto e implementação. Para o desenvolvimento foram utilizadas as seguintes ferramentas: *Unity*, *Vuforia Blender*, *Android SDK (Software Development Kit)* e *Android NDK (Native Development Kit)*. O detalhamento desta etapa será apresentado na seção 3.8 Tecnologias Utilizadas.

Avaliação do profissional da área educacional: Após desenvolvimento da aplicação móvel RAAM, foi realizada a avaliação da aplicação móvel RAAM com o professor de Geografia da instituição de ensino onde foi realizado o experimento. Essa avaliação tinha como principal objetivo evidenciar possíveis ajustes e adequações antes de disponibilizar a aplicação para os alunos. Para isso, utilizou-se o método de entrevista semiestruturada, igualmente como foi realizado na etapa de construção da proposta inicial. Em seguida, foram discutidas as possíveis sugestões de melhorias para a aplicação móvel RAAM. Como sugestões do profissional da área educacional, foi inserida uma temática mais amazonense na interface da

aplicação e nos cenários de RA mais informações sobre as localidades sobrepostas para os usuários e adicionar um método de avaliação das informações transmitidas pela RA. Assim, decidiu-se desenvolver um *Quiz* (jogo de perguntas e respostas) e integrá-lo na aplicação móvel, para obter um *feedback* dos alunos sobre os conteúdos abordados na exposição da RA. O detalhamento desta etapa será apresentado no Capítulo 4 da seção 4.1 Avaliação da Aplicação com Profissional da Área Educacional.

4ª Etapa: Validação da Aplicação e Estudo de Observação: O experimento foi realizado com a turma do 1º ano do Ensino Médio, do turno vespertino, da Escola Estadual Professora Mirtes Rosa de Mendonça Lima, localizada no município de Itacoatiara, no estado do Amazonas. Desta forma, os alunos puderam visualizar objetos tridimensionais e bidimensionais associando-os aos principais conceitos, tais como, fauna, flora, dimensão geográfica, principais hidrovias de cada mesorregião amazonense.

Análise dos resultados: Após a coleta dos dados foi realizada a análise dos resultados, com intuito de evidenciar a aceitação dos usuários com a utilização da aplicação móvel RAAM para auxiliar no ensino da disciplina de Geografia e discutir a relevância do uso da RA na educação, além de propor futuras adequações e inserção de novas funcionalidades.

3.2 Descrição Geral da Aplicação Móvel RAAM

Este trabalho relata o desenvolvimento, avaliação e validação de uma aplicação móvel de RA denominada RAAM. Tendo como principal motivação apoiar o processo de ensino sobre a caracterização ambiental e geográfica das mesorregiões do estado do Amazonas, possibilitando que os alunos vejam objetos tridimensionais e bidimensionais relacionados às características de fauna, flora, relevos com uma riqueza de detalhes, possibilitando uma nova experiência para melhor assimilação e aprendizado do conteúdo.

Nesse contexto, essa ferramenta tecnológica é utilizada como recurso pedagógico que auxilia o professor a repassar instruções para melhor exposição dos conteúdos ministrados em sala de aula. A aplicação móvel RAAM também possibilita que o aluno clique em botões específicos que trazem mais informações de cada

localidade, possibilitando uma transmissão de conhecimento de um modo mais interativo.

A modelagem da aplicação proposta foi realizada com base nos trabalhos apresentados no Capítulo 2 e com base na entrevista com os *stakeholders*, realizada com o Engenheiro Florestal e com o Professor da disciplina de Geografia.

Os professores e os alunos podem acessar a aplicação móvel RAAM por meio de um *smartphone* ou *tablet* que utilize a plataforma *Android*, sem a necessidade de realização de *login*, a ferramenta poderá ser utilizada tanto na escola, quanto em casa para auxiliar o ensino da Geografia. Oliveira *et al.* (2001), afirma que, o uso de ferramentas tecnológicas no processo educacional ajuda na construção do conhecimento, possibilitando um aprendizado interativo e colaborativo. A Tabela 2 apresentada às oportunidades de desenvolvimento que ajudaram na implementação da aplicação móvel RAAM.

Tabela 2 - Oportunidades de Desenvolvimento

Oportunidades	Requisitos derivados
Esforço no processo de assimilação dos conceitos sobre a caracterização ambiental e geográfica das mesorregiões do estado do Amazonas para alunos de uma escola pública, uma vez que não há um aplicativo móvel específico para apoiar o ensino desse público alvo, com o conceito de RA.	A ferramenta deve prover a assimilação das características ambientais do estado do Amazonas de forma intuitiva, utilizando Realidade Aumentada e sobreposição de objetos 3D e 2D, vinculada a imagem e som.
Esforço na fase na interação com os objetos 3D e 2D, visto que algumas aplicações móveis, voltada a Geografia não possui um cenário com riquezas de detalhes, unindo o ambiente real com o ambiente virtual.	A ferramenta deve prover que os objetos 3D e 2D para o ensino da Geografia sendo interativo e de fácil manuseio para o aluno.

3.3 Elicitação de Requisitos

Após o estudo e levantamento literário, comparando os trabalhos relacionados do Capítulo 2, a próxima etapa deste trabalho foi a elicitação de requisitos. Para Sommerville (2011), elicitação de requisitos de software é um método para adquirir informações que irão interagir com o sistema, ou outra pessoa

que esteja ligada a organização que será afetada por ele. Esse método tem o intuito de atender a aplicação com serviços de desempenho, restrição de *hardware*, dentre outros.

Nesse contexto, a técnica utilizada para levantamento de requisitos foi à entrevista semiestruturada. Essa fase possuiu duas etapas, sendo uma entrevista com um engenheiro florestal e uma entrevista com o professor da disciplina de Geografia. Através da entrevista é possível compreender como os usuários podem interagir com o novo sistema, e quais são suas dificuldades encontradas com o uso de sistemas existentes (SOMMERVILLE, 2011).

3.3.1 Planejamento e Análise da Entrevista

Objetivo: levantar requisitos necessários para identificar de que modo à aplicação móvel RAAM deveria ser desenvolvida para corresponder pedagogicamente e tecnicamente ao objetivo proposto. Participante da entrevista: Um engenheiro florestal que contribuiu com a pesquisa; Um Professor da disciplina de Geografia da Instituição onde foi aplicado o estudo.

Segundo Bauer e Gaskell (2003), o levantamento de requisito através da técnica de entrevista permite obter dados para o desenvolvimento e compreensão detalhada das atitudes e motivações. As entrevistas também desempenham papel fundamental na combinação com outros métodos, pois é por meio da série de informações adquiridas a partir da entrevista que se pode chegar a compreender um determinado grupo de participantes.

Sobre a vantagem de utilizar a entrevista semiestruturada é que, torna-se possível alterar seu rumo durante a realização, por virtude de sua não padronização. Para a realização da entrevista relacionada ao levantamento de requisito para construção da proposta inicial desta pesquisa, foi elaborado um roteiro com algumas questões-bases (Apêndice B), mais aberto a diálogos sobre informações complementares as questões disponíveis.

A entrevista com o engenheiro florestal da Universidade do Estado do Amazonas ocorreu primeira semana de maio de 2017, nas dependências do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara. Tendo registros em anotações e arquivos em PDF (*Portable Document Format*) disponibilizados pelo participante ao autor desta

pesquisa, onde continham informações importantes sobre as características ambientais e geográficas das mesorregiões amazonenses.

A entrevista com o professor da disciplina de Geografia do 1ª ano do Ensino Médio foi realizada na segunda semana de maio de 2017, dentro das dependências da Escola Estadual Prof.^a Mirtes Rosa de Mendonça Lima. No que tange ao registro, a entrevista foi devidamente registrada por meio de anotações prévias do conteúdo abordado.

Nas entrevistas foram identificados pontos que favoreçam a assimilação dos discentes de acordo com o planejamento do professor em sala de aula. Desta maneira, tornou-se possível evidenciar os requisitos necessários para o desenvolvimento da modelagem dos objetos 3D e 2D, e demais informação sobre as características ambientais e geográficas das mesorregiões do estado do Amazonas.

3.4 Requisitos e Regras do Negócio

Os requisitos funcionais de um sistema de software relatam os serviços que ele deve atender ou realizar, e em alguns casos podem tornar claro também o que o sistema não pode fazer (SOMMERVILLE, 2011). A Tabela 3 apresenta os requisitos funcionais da aplicação móvel RAAM.

Tabela 3 - Requisitos Funcionais

Id	Descrição	Prioridade	Requisitos Relacionados
[RF01]	A aplicação móvel deverá permitir o usuário iniciar a câmera para capturar a imagem do marcador.	Alta	-
[RF02]	A aplicação móvel deverá permitir que a câmera de RA identifique os marcadores previamente cadastrados, permitindo que o usuário visualize a forma correspondente.	Alta	[RF01]
[RF03]	A aplicação móvel deverá permitir o usuário possa ouvir o som correspondente às instruções de uso e características das localizações geográficas do respectivo marcador.	Alta	[RF02, RF04]
[RF04]	A aplicação móvel deverá permitir o usuário repetir o áudio referente	Média	[RF03]

Id	Descrição	Prioridade	Requisitos Relacionados
	características das localizações geográficas quantas vezes necessárias.		
[RF05]	A aplicação móvel deverá permitir o usuário acessar opção de instrução de uso.	Baixa	-
[RF06]	O aplicativo deverá permitir que o usuário visualize informações dos autores.	Alta	[RF05]
[RF07]	O aplicativo deverá permitir que o usuário faça o <i>download</i> dos marcadores direto do <i>Google drive</i> .	Alta	[RF01]
[RF08]	O aplicativo deverá permitir que o usuário possa ser direcionado a páginas de redes sociais relacionadas a aplicação móvel.	Baixa	-

Os requisitos não funcionais são requisitos que restringem os serviços ou funções que um sistema de software oferece, como por exemplo, confiabilidade, tempo de resposta e entre outros (SOMMERVILLE, 2011). A Tabela 4 apresenta os requisitos não funcionais da aplicação móvel RAAM.

Tabela 4 - Requisitos Não Funcionais

Id	Descrição	Categoria	Escopo	Prioridade	Requisitos Relacionados
[RNF01]	A aplicação será desenvolvida híbrida.	Manutenibilidade	Sistema e Funcionalidade	Alta	-
[RNF02]	A aplicação será desenvolvida na plataforma <i>Unity</i> , utilizando a linguagem <i>C#</i> e <i>Java Script</i> .	Manutenibilidade	Sistema e Funcionalidade	Alta	-
[RNF03]	A modelagem dos objetos 3D será realizada na plataforma <i>Blender</i> .	Manutenibilidade	Sistema	Alta	-
[RNF04]	A objetos 2D será baixada do acervo do	Manutenibilidade	Sistema	Alta	-

Id	Descrição	Categoria	Escopo	Prioridade	Requisitos Relacionados
	<i>Google.</i>				
[RNF05]	A técnica de realidade aumentada da aplicação será realizada na ferramenta <i>Vuforia.</i>	Manutenibilidade	Sistema e Funcionalidade	Alta	-
[RNF06]	Os marcadores da aplicação deverão ser feitos no <i>PowerPoint.</i>	Manutenibilidade	Sistema	Alta	-
[RNF07]	A aplicação será desenvolvida para dispositivos móveis.	Portabilidade	Sistema	Alta	[RNF01]
[RNF08]	A aplicação funcionará em dispositivos móveis <i>Android</i> , que possua câmera.	Portabilidade	Sistema	Alta	[RNF01, RNF06]
[RNF09]	A aplicação terá tamanho máximo de 80 MB.	Tamanho	Sistema	Baixo	[RNF01]
[RNF010]	A aplicação terá velocidade de processamento de até 10 (dez) segundos para cada item solicitado.	Eficiência em relação ao tempo	Sistema e funcionalidades	Alta	[RNF07]
[RNF011]	A aplicação será no formato de tela <i>Portrait.</i>	Funcionalidade	Sistema	Alta	[RNF01]
[RNF012]	A aplicação mostrará uma tela de carregamento quando a	Funcionalidade	Sistema	Alta	[RNF01, RNF02, RNF03]

Id	Descrição	Categoria	Escopo	Prioridade	Requisitos Relacionados
	câmera RA foracionada.				
[RNF012]	Ao clicar no botão "Sair" o aplicativo mostrará uma mensagem ao usuário que deverá responder se deseja realmente sair ou não	Funcionalidade	Sistema	Alta	[RF016]

Regras do negócio são requisitos que indicam como recursos podem ser manipulados ou como situações especiais podem ser tratadas atendendo os processos do negócio (SOMERVILLE, 2011). A Tabela 5 apresenta as regras de negócio da aplicação móvel RAAM.

Tabela 5 - Regras de Negócio

Id	Descrição	Prioridade	Requisitos Relacionados
[RN01]	As imagens sobrepostas no ambiente deverão ser em 2D e 3D.	Alta	[RF02]
[RN02]	Todos os objetos sobrepostos devem conter o som correspondente características das localizações geográficas.	Alta	[RF02, RF03, RF04]

3.5 Modelagem

A UML ajuda organizar e representar os dados, que se trata de uma linguagem visual, que utiliza um padrão de modelagem orientada a objetos (SOMMERVILLE, 2011). Para a modelagem a aplicação móvel RAAM foi utilizado os seguintes diagramas UML: Diagramas de Casos de Uso, Diagrama de Classe, Diagramas de Sequência.

3.5.1 Diagramas de Casos de Uso

Sommerville (2011) destaca que, os casos de usos são conjuntos que representam todas as possíveis interações que há nos requisitos de sistema. Esse

diagrama identifica as interações individuais entre o sistema e seus usuários ou outros sistemas. A Figura 14 mostra o cenário de interações do sistema que o usuário poderá realizar. No Apêndice B é apresentada a descrição textual de cada caso de uso identificados e divididos em cinco módulos: Ator, Pré-condição, Fluxos Principal, Fluxos Alternativo, Fluxos de Exceção e Pós-Condição.

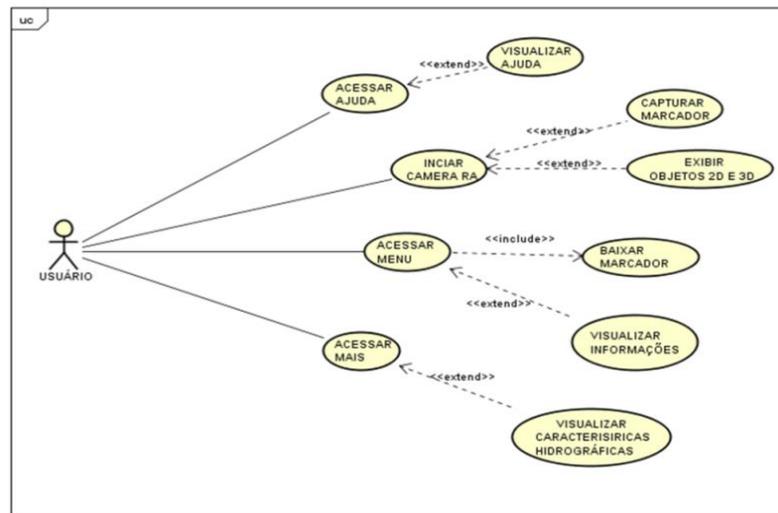


Figura 14 - Diagrama de Caso de Uso da aplicação móvel RAAM

3.5.1 Diagramas de Classe

O diagrama de classes é aplicado para modelar as classes de um sistema, integrando seus atributos, operações e relações e associações que umas têm com as outras. (SOMMERVILLE, 2011). A Figura 15 mostra o Diagrama de Classe, e seus relacionamentos, como também estão as principais interações do aplicativo como suas funcionalidades.

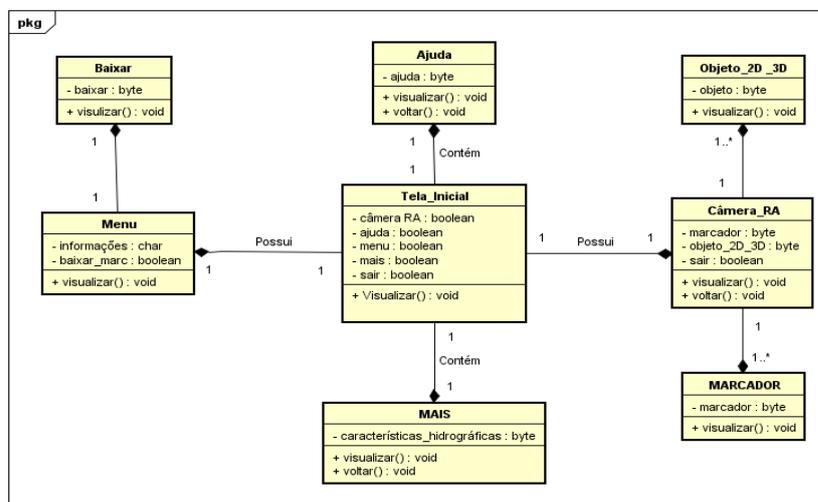


Figura 15 – Diagrama de Classe

3.5.1 Diagramas de Sequência

Diferentemente de outros diagramas, que exibem a estrutura estática do sistema, o diagrama de sequência é utilizado para mostrar as comunicações dinâmicas entre objetos durante a execução de uma tarefa, expondo a ordem temporal do envio de mensagens entre objetos com o objetivo de realizar cada tarefa (PRESSMAN, 2011). A Figura 16 mostra o digrama de sequência da função da câmera de RA, baseado nas tabelas de Caso de Uso.

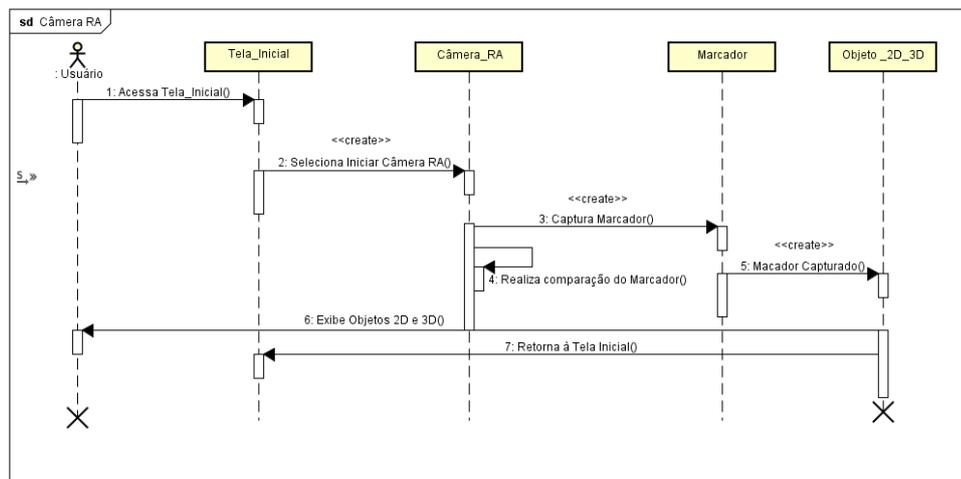


Figura 16 – Diagrama de Sequência Iniciar Câmera RA

A Figura 17 mostra o Digrama de Sequência da função Ajuda, baseado nas tabelas de caso de uso e seus relacionamentos.

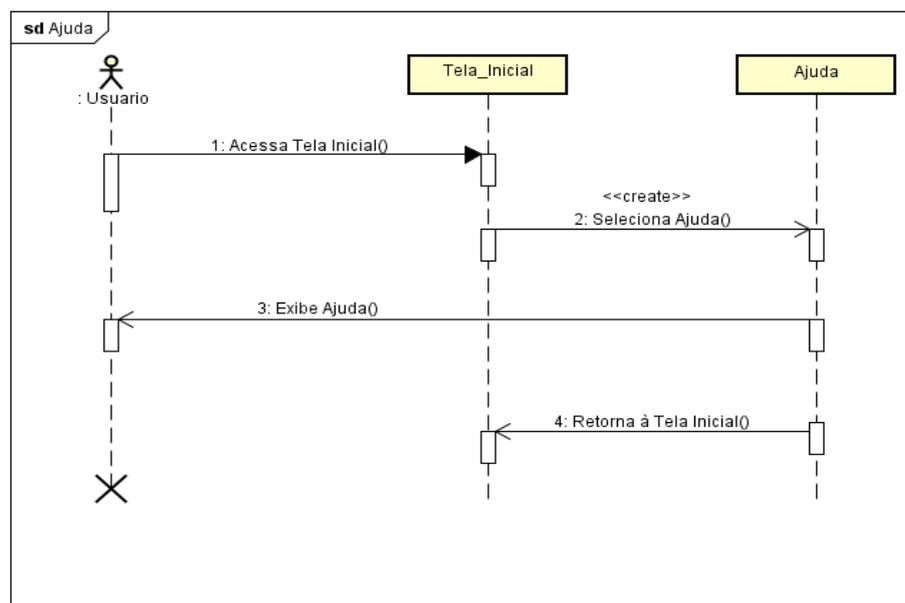


Figura 17 – Diagrama de Sequência Ajuda

A Figura 18 mostra o Diagrama de Sequência da função *Menu*, baseado nas tabelas de caso de uso e seus relacionamentos, como também estão as principais interações do aplicativo

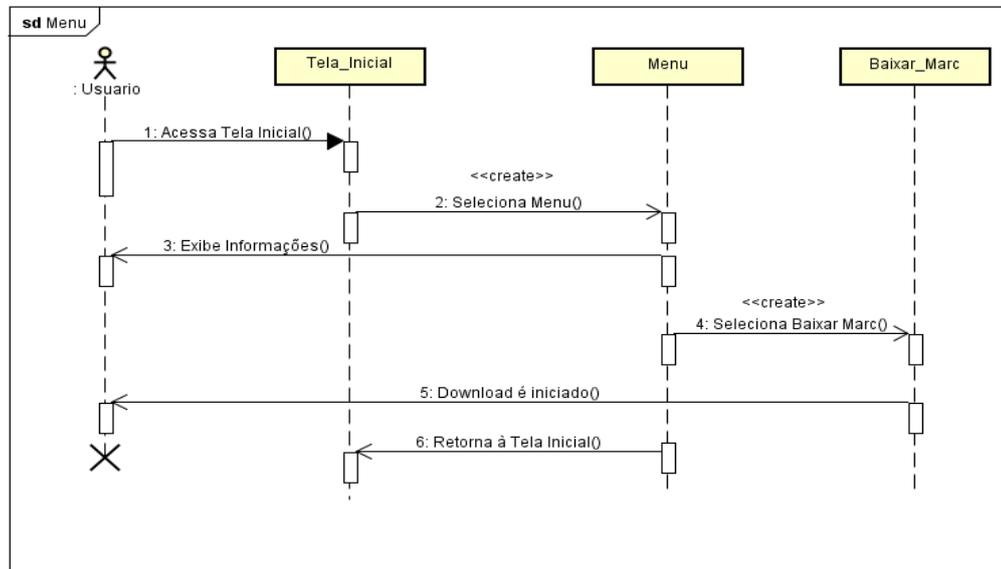


Figura 18 – Diagrama de Sequência Menu

3.6 Arquitetura da Aplicação

A arquitetura de uma aplicação de *software* deverá ser feita para determinar os componentes estruturais da aplicação e os relacionamentos que há entre eles, mostrando como um sistema deverá estar organizado (SOMMERVILLE, 2011). A Figura 19 ilustra a arquitetura da aplicação móvel RAAM.

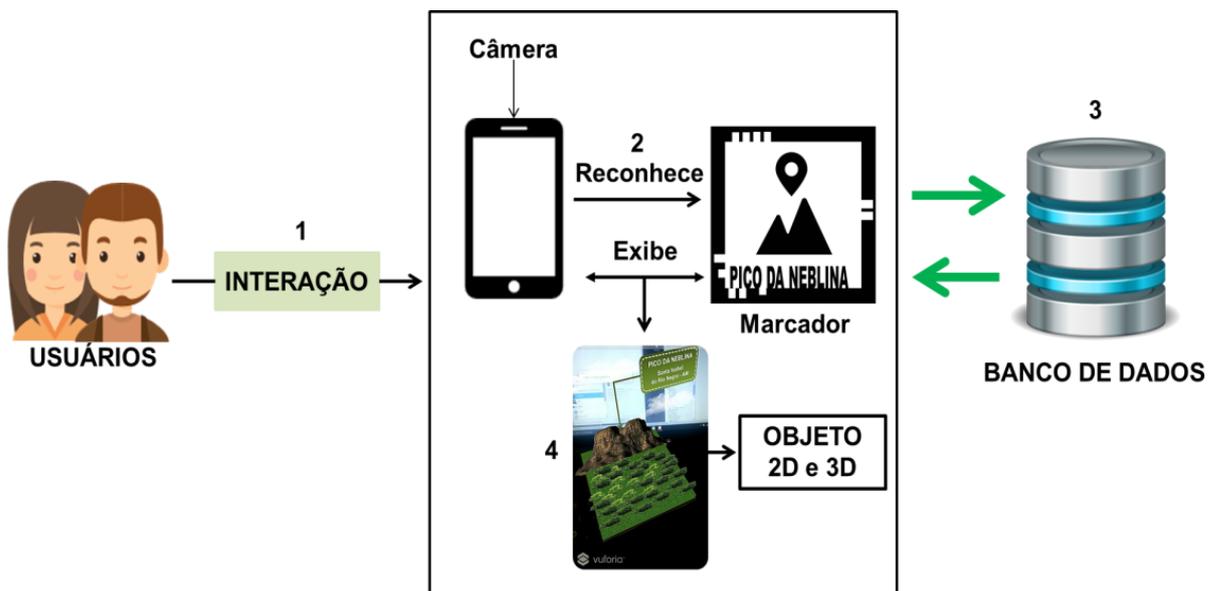


Figura 19 - Arquitetura da Aplicação Móvel RAAM

1 - Interação: O usuário irá interagir com a aplicação móvel RAAM através de uma interface amigável e bem intuitiva. Ao abrir a câmera RA o usuário deverá direcionar para o marcador.

2 - Reconhece: A câmera RA reconhece o marcador para fazer a comparação do objeto pré-definido.

3 - Banco de Dados: No banco de dados será feito a busca pelo objeto pré-definido ao marcador.

4 - Exibe: Após a interação, o reconhecimento e a busca no banco de dados, será exibido ao usuário o objeto 2D e 3D correspondente ao marcador.

3.7 Protótipo da Aplicação

A prototipação trata-se de uma versão inicial de um sistema de *software*, visando demonstrar conceitos e possibilitando que os usuários experimentem as opções existentes no projeto. Um protótipo de software pode ajudar a antecipar as mudanças que podem ser requisitadas no processo de desenvolvimento (SOMMERVILLE, 2011).

Nesse sentido, foi desenvolvido um protótipo evolucionário das telas que constituíram a aplicação móvel RAAM, no qual foi esboçado as principais funcionalidades da aplicação móvel a fim de que os usuários pudessem visualizar uma prévia do RAAM. O protótipo foi desenvolvido com o auxílio das tecnologias apresentadas no item 3.8. A Figura 20 mostra o protótipo da aplicação móvel.

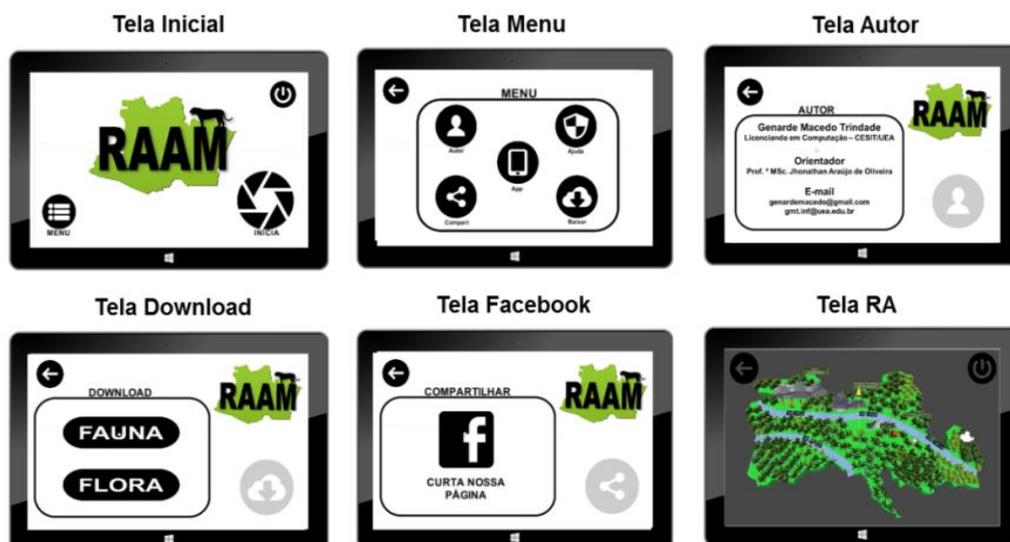


Figura 20 - Protótipo da aplicação móvel RAAM

Os marcadores foram desenvolvidos com o auxílio na ferramenta *Microsoft PowerPoint* (2010). A Figura 21 mostra alguns marcadores que constituíram o projeto para que a câmera de RA identifique as imagens e apresente os objetos 2D e 3D ao usuário.



Figura 21 – Alguns Marcadores da Aplicação Móvel RAAM

3.8 Tecnologias Utilizadas

Para o desenvolvimento da aplicação móvel RAAM foram utilizadas as seguintes ferramentas: (1) *Unity*; (2) *Vuforia*; (3) *Blender*, (4) *Android SDK (Software Development Kit)*; (5) *Android NDK (Native Development Kit)*. A linguagem *C#* e *JavaScript* foram utilizadas para implementação da aplicação no *Unity*.

(1) Unity: Essa ferramenta é voltada para o desenvolvimento de jogos, as APIs foram cuidadosamente projetadas tornando-a exclusivamente extensível, possui um desempenho confiável, *frame rate* suave, o que possibilita uma boa experiência de jogos nas plataformas de destino. Dispõem vários recursos flexíveis, tais como: Animação, gráficos, otimização, áudio, física 2D e 3D e criação de *scripts* (*C#* e/ou *Java Script*) (UNITY, 2017).

A Figura 22 apresenta o desenvolvimento da aplicação móvel RAAM na ferramenta *Unity* de acordo com a elicitação de requisitos realizado na entrevista semiestruturada com o profissional da área educacional na instituição onde foi aplicado o experimento.

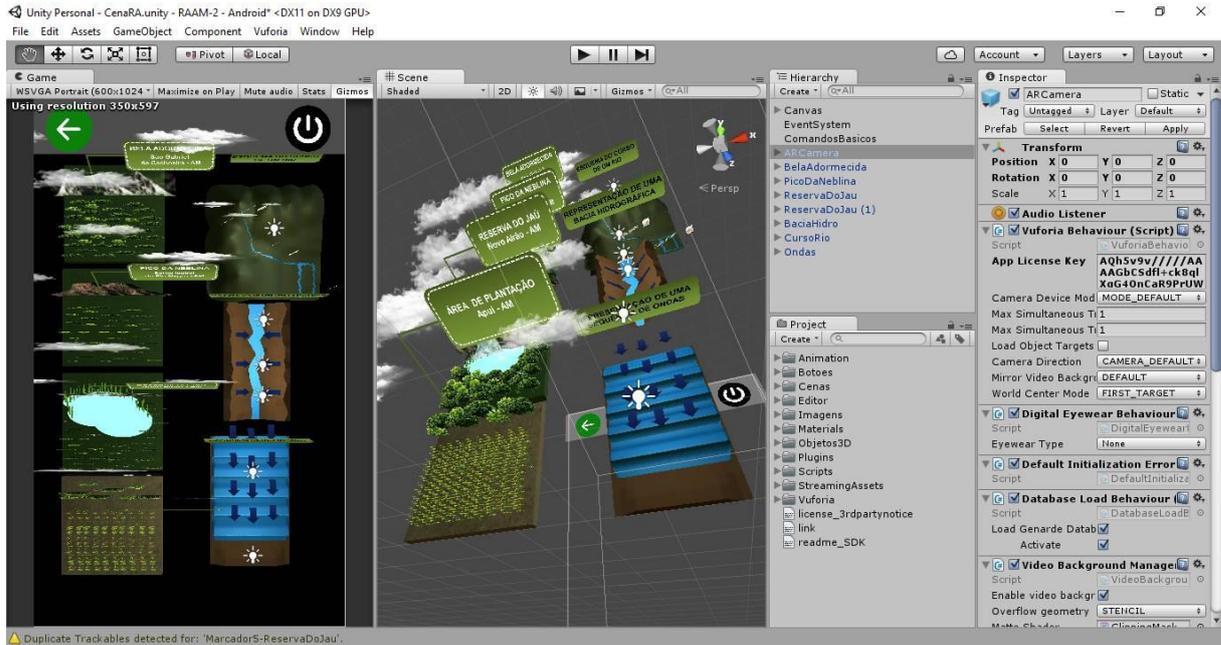


Figura 22 – desenvolvimento da aplicação móvel RAAM no Unity

(2) **Vuforia:** Essa plataforma suporta *smartphones* e *tablets* *Android* e *iOS*, bem como óculos digitais. O desenvolvedor pode criar aplicativos no *Android Studio*, no *Xcode* e no *Unity*, além disso, os aplicativos habilitados para a *Vuforia* podem reconhecer uma variedade de objetos comuns como, livros, revistas, embalagens e entre outros (VUFORIA, 2017). A Figura 23 mostra a licença disponibilizada pelo *Vuforia* para uso de algumas ferramentas de Realidade Aumentada para o desenvolvimento da aplicação móvel RAAM.

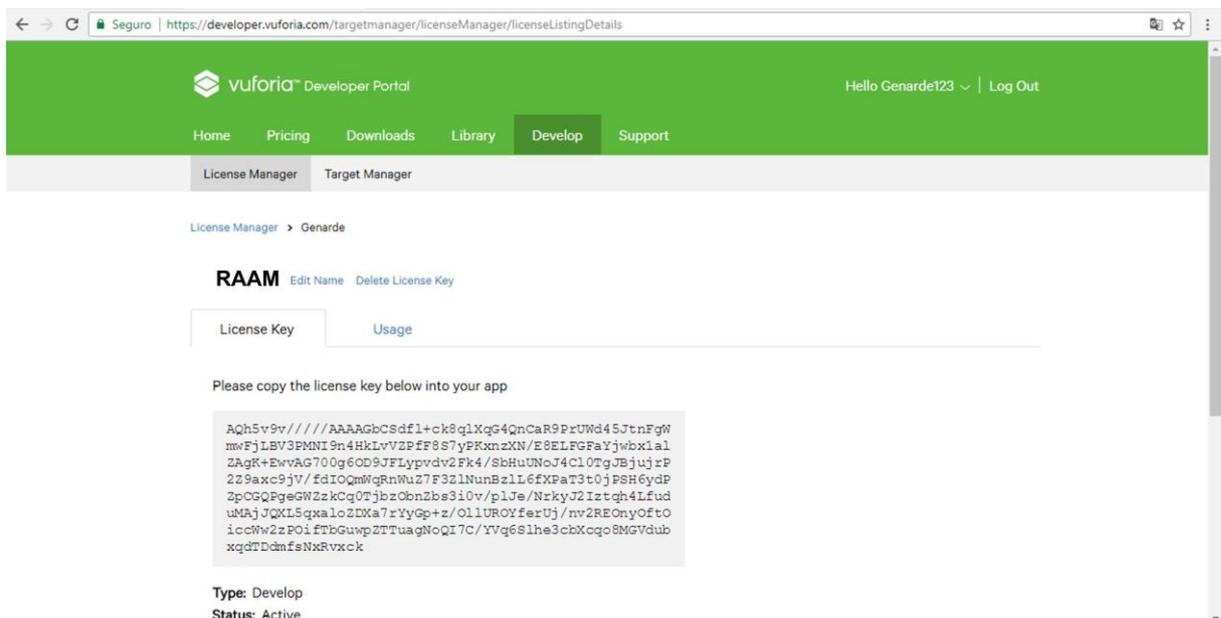


Figura 23 – Tela da licença utilizada para o desenvolvimento da aplicação móvel RAAM

(3) Blender: Essa ferramenta é para a criação de objetos 3D de código aberto. Suporta a totalidade do 3D *pipeline* de modelagem, animação, simulação, renderização, composição e acompanhamento de movimento, até mesmo edição de vídeo e criação de jogos (BLENDER, 2017). A Figura 24 mostra a utilização do *software* livre *Blender* para modelar objetos específicos para a proposta desse trabalho.

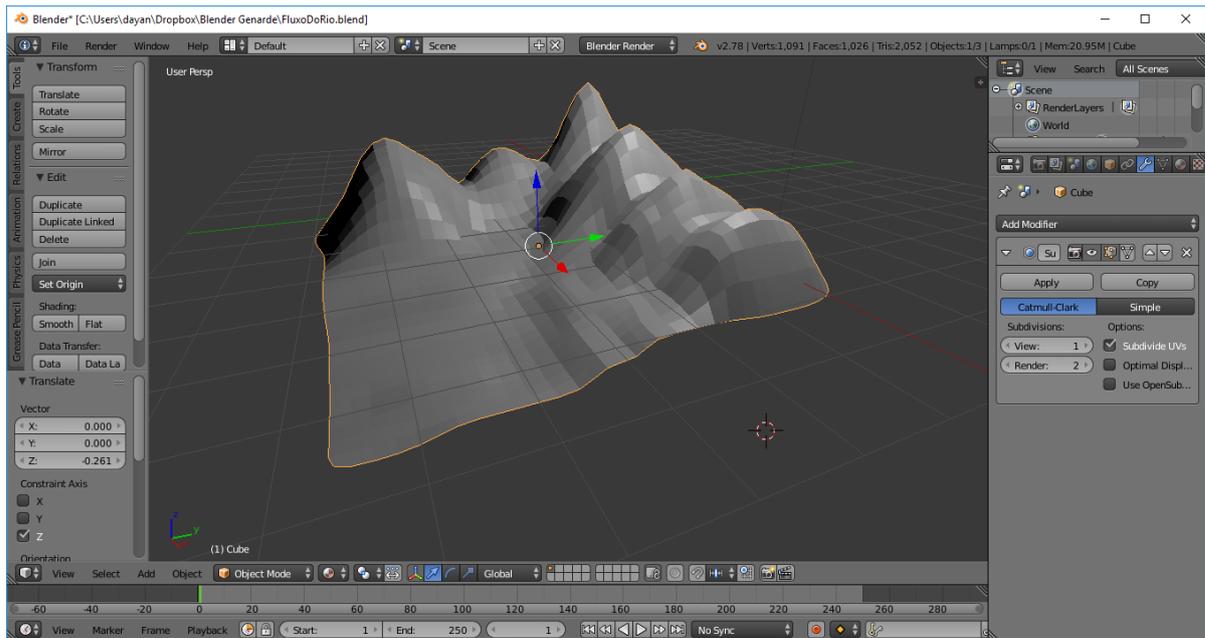


Figura 24 – Modelagem de objetos 3D para a aplicação móvel RAAM

(4) Android SDK: Essa ferramenta inclui utilidades necessárias que são: diferentes APIs (*Application Programming Interface*), tanto para controlar as funções do dispositivo, bem como para integrar serviços, possui um emulador completo para testar as aplicações (ANDROID STUDIO, 2017);

(5) Android NDK: É uma ferramenta que permite a construção do código com desempenho crítico em código nativo, provendo *headers* e bibliotecas que permitem construir atividades, gerenciar entrada de dados, usar sensores de hardware, acessar recursos da aplicação e programando em C ou C++. Se o código for nativo, a aplicação será empacotada dentro do arquivo com extensão *.apk*. O NDK foi criado para ser usado juntamente com o SDK do *Android*, para ajudar a definir informações de configuração, como orientação da tela (ANDROID STUDIO, 2017).

Essas ferramentas tecnológicas foram escolhidas visando atender os requisitos da aplicação móvel proposta neste trabalho. A ferramenta *Vuforia*, por sua

vez, foi integrada ao *Unity* para propor a utilização de marcadores juntamente com os pacotes utilizados na RA. O *Blender* foi utilizado para modelagem dos objetos 3D que foram importados para o *Unity*. O SDK e o NDK foram integrados ao *Unity*, uma vez que a aplicação foi desenvolvida para dispositivos móveis que utilizam a plataforma *Android*.

3.9 Implementação da Aplicação Móvel RAAM

Nesta seção são apresentadas as principais telas da aplicação móvel RAAM. A partir da análise do protótipo do projeto e da avaliação com o profissional da área educacional, foi modificada a interface da aplicação para uma temática mais regional e adicionado novas funcionalidades, como por exemplo, o *Quiz*. A Figura 25 mostra as principais telas da aplicação.

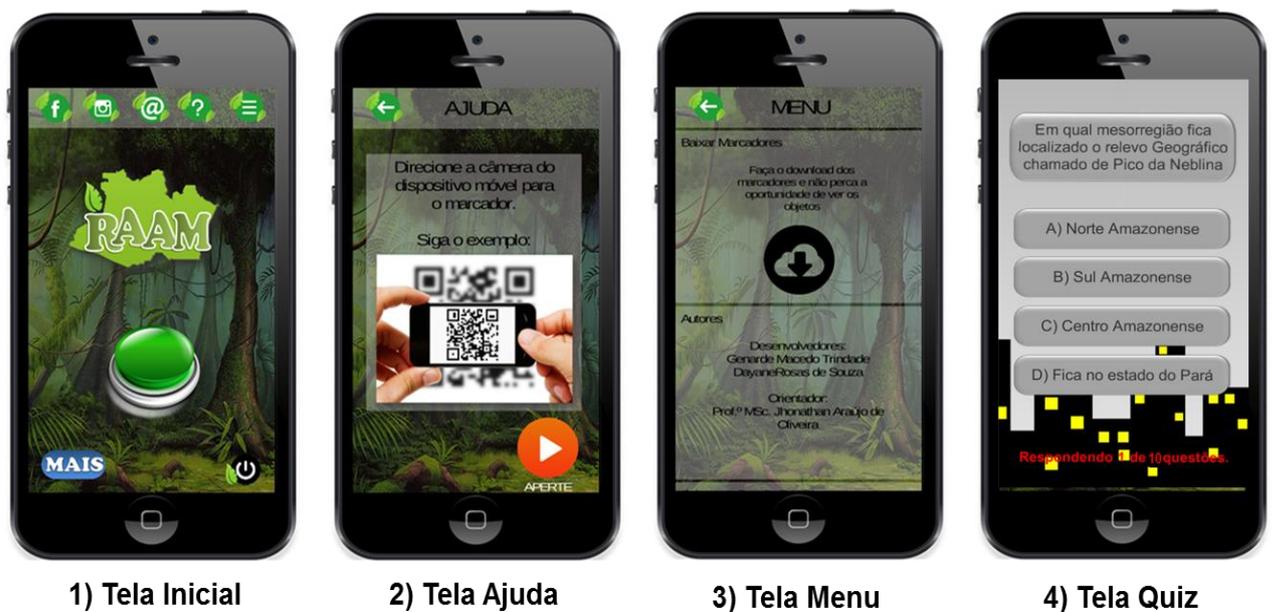


Figura 25 – Principais Telas da aplicação móvel RAAM

As telas tem a seguinte composição: (1) Tela Inicial, composta por um botão no centro que liga a câmera de RA, botões de link para redes sociais relacionadas ao tema da aplicação e a para o *Quiz* (jogo de perguntas e respostas); (2) Tela Ajuda, além da instrução visual para uso a aplicação também dispõem de áudio para instrução de uso; (3) Tela Menu, possui informações sobre os desenvolvedores da aplicação, a motivação da utilização no ensino da Geografia e um link para o Google drive onde está disponível para download o arquivo que contém todos os marcadores; 4) Tela Quiz, contém questões disponíveis no jogo.

A Figura 26 mostra exemplos de objetos virtuais sobrepostos, caracterizando a parte ambiental das mesorregiões amazonenses. Esse processo ocorre quando o usuário coloca o marcador diante da câmera do *smartphone* ou *tablet*, a câmera por sua vez reconhece e compara o marcador cadastrado no banco de dados da aplicação móvel RAAM e a partir de então os objetos são sobrepostos em ambiente real para o usuário.

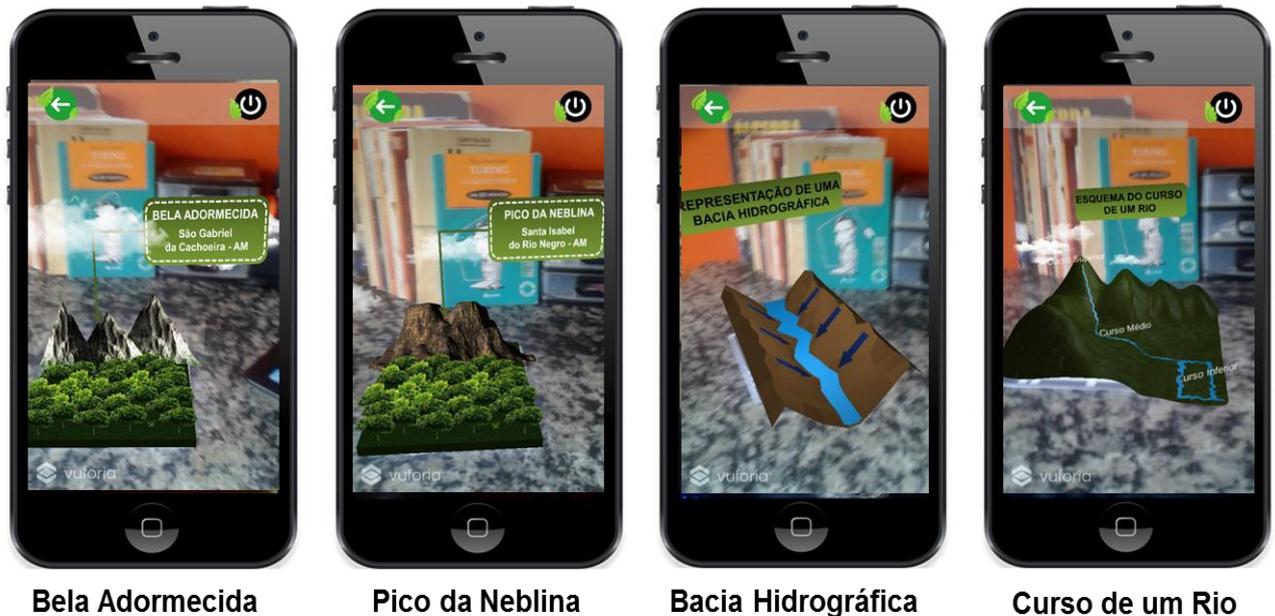


Figura 26 – Objetos virtuais sobrepostos

Os objetos virtuais (3D e 2D) da aplicação móvel RAAM caracterizando a parte ambiental e geográfica das mesorregiões amazonenses, foram implementados de acordo com os requisitos da etapa da proposta inicial realizada com o profissional da área educacional e com base nos documentos PDF's fornecido pelo engenheiro florestal. Dessa forma, visou-se atender todas as necessidades para exposição ao público alvo.

CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL RAAM

Este Capítulo apresenta a condução e resultados de dois estudos experimentais sendo o primeiro a avaliação da aplicação com o profissional da área educacional. O segundo consistiu da validação de aceitação da aplicação móvel RAAM com alunos do 1º ano do ensino médio. Ainda apresenta as melhorias na aplicação de acordo com o resultado da validação.

4.1 Avaliação da Aplicação com Profissional da Área Educacional

Após a Etapa 3 da metodologia foi estabelecido uma avaliação da aplicação móvel RAAM por um profissional da área educacional. O objetivo era avaliar a aplicação para posteriormente disponibilizar aos alunos ou verificar se era necessário fazer ajustes ou adequações.

4.1.1 Planejamento da Avaliação da Aplicação

Para o estudo foi convidado um participante, sendo o professor da disciplina de Geografia da turma do 1º ano do Ensino Médio, na escola Estadual Professora Mirtes Rosa de Mendonça Lima. O planejamento foi elaborado com o seguinte roteiro: Realizar estudo de pelo menos 30 (trinta) minutos com o participante, onde o mesmo iria utilizar a aplicação por 15 (quinze) minutos, após iniciaria a discussão sobre possíveis adequações e ajustes se caso fosse necessário.

Para avaliar a aplicação móvel RAAM, foram considerados os seguintes critérios: (1) Se as informações sobrepostas pela RA estavam legíveis e corretas; (2) Se as ilustrações das localidades estavam bem representadas pelos objetos virtuais; (3) Se os áudios disponíveis estavam adequados; (4) Se apresentava fácil percepção visual e auditiva. Com esses critérios, foi possível identificar se a aplicação RAAM necessitaria de adaptações ou se estava adequada para ser disponibilizada aos alunos, assim passando para a próxima fase da metodologia.

4.1.2 Execução da Avaliação da Aplicação

O estudo foi realizado nas dependências da Escola Estadual Prof.^a Mirtes Rosa de Mendonça Lima, na sala dos professores e fizeram parte dessa etapa, o pesquisador e o professor convidado.

Disponibilizou-se um *tablet* e os marcadores para o participante interagir com a aplicação móvel, que teve a duração de 10 (dez) minutos. Durante esse tempo o participante verificou atentamente todos os objetos virtuais gerados pela aplicação, e fez algumas anotações e alguns comentários, que foram devidamente anotados pelo pesquisador. Após a interação iniciou-se a discussão sobre o se a aplicação móvel RAAM estava adequada para transmitir as informações das mesorregiões amazonenses por meio da RA ao público alvo. No total nessa fase o tempo utilizado para a avaliação da aplicação foi de 30 (trinta) minutos.

4.1.3 Análise e Resultados da Avaliação da Aplicação o Profissional da Área Educacional

De acordo com os relatos do participante, a aplicação móvel RAAM poderia sim ser utilizada como ferramenta pedagógica. Em um dos relatos, dizia: “*O aplicativo cativa a atenção, fazendo ser analisado cada detalhe do objeto virtual. E isso pode colaborar para a associação dos alunos...*”. Porém seria necessário passar por adaptação antes de disponibilizar aos alunos, de acordo com o relato do participante: “*Mas deveria conter mais informações sobre cada mesorregião, tipo tamanho, principais rios... coisas do tipo*”. Outro relato foi: “*Seria bom colocar uma temática com mais características do Amazonas e talvez uma atividade para saber se realmente eles estão aprendendo*”.

Apesar do profissional da área relatar que a aplicação móvel pode ser utilizada como ferramenta pedagógica. A pergunta a ser respondida nessa fase da metodologia é: “*A aplicação está adequada para o público alvo?*”. De acordo com o relato do profissional da área educacional, para que a aplicação RAAM seja disponibilizada aos alunos é necessário que a aplicação passe por algumas adaptações com temáticas que caracterize o Amazonas, além disso, inserir mais informações nos cenários de RA e implementar alguma atividade para medir o nível de aprendizado dos alunos.

Dessa forma, ajustou-se a quantidade e qualidade das informações sobre as mesorregiões amazonenses no cenário de RA, a interface da aplicação móvel foi trabalhada para ter um impacto regional ao usuário e foi implementado um *Quiz* para verificar se os alunos assimilariam as informações transmitidas pelo RAAM.

4.2 Validação da Aplicação e Estudo de Observação com os Alunos

Após adaptar a aplicação móvel RAAM de acordo com a avaliação feita com o profissional da área educacional, passou-se para a 5ª etapa da metodologia, a validação da aplicação e o estudo de observação, que consiste em validar o potencial do uso da aplicação como ferramenta pedagógica na disciplina de Geografia e os participantes convidados foram os alunos do 1º ano do ensino Médio da instituição que estava colaborando com a pesquisa.

4.2.1 Planejamento da Validação da Aplicação

O planejamento do estudo visou-se evidenciar o indício de contribuição da RA por meio da aplicação móvel RAAM para a assimilação dos conteúdos relacionados à caracterização das mesorregiões amazonenses. O estudo de observação serviu para solidificar os resultados obtidos na validação com os alunos.

Nessa fase as etapas estavam constituídas da seguinte forma: (1) Entrega do Termo de Consentimento de Livre Esclarecido – TCLE (Apêndice C). O TCLE foi entregue com uma semana de antecedência para os alunos da turma do 1ª ano vespertino, para que fosse levado aos pais ou responsáveis, tomando ciência da participação do aluno na avaliação do estudo e assinar autorizando os alunos a participarem da pesquisa; (2) Caracterização do Participante (Apêndice D), no formulário de caracterização continha questões que deveriam ser respondidas pelos alunos em relação ao seu conhecimento e experiência de uso de aplicativos educativos; (3) Questionário Pós-Teste (Apêndice E) baseado no Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM), A proposta básica do TAM é prover uma base a fim de determinar a Facilidade Percebida de Uso e a Utilidade Percebida de Uso de softwares ou aplicativos educativos (DAVIS *et al.*, 1989).

O Tempo previsto para a realização da validação com cada participante foi de 15 (quinze) minutos. Planejou-se realizar o estudo no horário vespertino em uma sala separada e com um aluno por vez, para que não houvesse interrupção durante a atividade.

4.2.2 Execução da Validação da Aplicação

A execução desse estudo experimental foi conduzida da seguinte maneira. Inicialmente, o professor de Geografia da turma do 1º ano “02” vespertino, selecionou aleatoriamente 13 alunos para participar da validação. Em seguida, foi

solicitada a ida de um aluno por vez para a biblioteca da instituição, pois foi reservado o espaço para a realização da validação. A Tabela 6 mostra a quantidade de alunos escolhidos para o estudo e sua faixa etária.

Tabela 6 – Características dos alunos

Aluno	Série	Idade
01	1º ano “02” – Vespertino	14
02	1º ano “02” – Vespertino	14
03	1º ano “02” – Vespertino	14
04	1º ano “02” – Vespertino	15
05	1º ano “02” – Vespertino	14
06	1º ano “02” – Vespertino	14
07	1º ano “02” – Vespertino	15
08	1º ano “02” – Vespertino	15
09	1º ano “02” – Vespertino	14
10	1º ano “02” – Vespertino	14
11	1º ano “02” – Vespertino	14
12	1º ano “02” – Vespertino	15
13	1º ano “02” – Vespertino	14

Ao chegar na biblioteca da Escola Estadual Professora Mirtes Rosa de Mendonça Lima, foi solicitado ao aluno entregar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido - TCLE devidamente assinado pelo responsável, em seguida foi entregue o Formulário de Caracterização do Participante. As Tabelas 7 e 8 mostram a caracterização dos participantes em relação ao nível de conhecimento e de experiência sobre o uso de aplicativos educacionais.

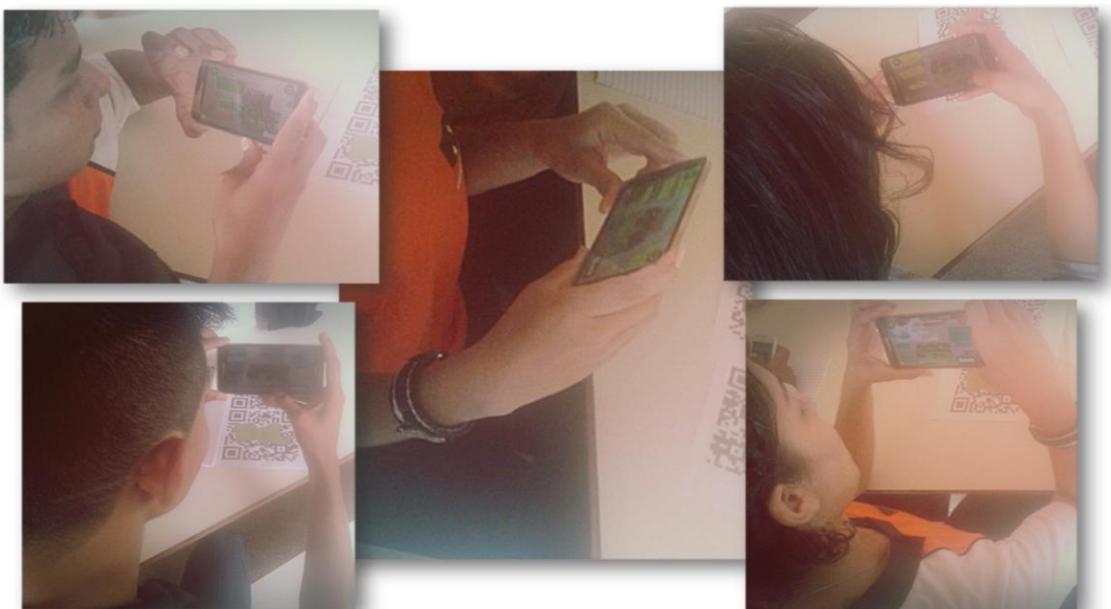
Tabela 7 – Conhecimento sobre aplicativos educacionais

Alternativas	Repostas
Não possuo nenhum conhecimento prévio sobre uso de aplicativos educacionais. (Baixo)	33%
Tenho algumas noções sobre uso de aplicativos. Adquiridos através de leituras/palestras. (Médio)	55,5%
Participei de projeto(s) ou avaliação(ões) que resultaram em publicações ou relatórios sobre o uso de aplicativos educacionais. (Alto)	11,5%

Tabela 8 – Experiência sobre aplicativos educacionais

Alternativas	Repostas
Nunca usei aplicativos educacionais. (Baixo)	22%
Usei aplicativos educacionais. (Médio)	67%
Uso aplicativos educacionais. (Alto)	11%

Disponibilizou-se ao aluno um *tablet* e um *smartphone* para que o mesmo escolhesse qual queria utilizar para interagir com a aplicação RAAM. A Figura 27 mostra os alunos interagindo com aplicação móvel RAAM.

**Figura 27** – Alunos interagindo com a Aplicação Móvel RAAM

Nessa etapa os alunos puderam interagir através com o RAAM. Em seguida, os alunos tiveram a oportunidade de responder o *Quiz*, podendo transmitir o nível de interpretação das informações contidas nos cenários de RA. Após os alunos interagirem com o RAAM foi entregue o questionário Pós-Teste TAM para que os participantes discorressem sobre a Facilidade e Utilidade de Uso da aplicação móvel.

4.2.3 Análise e Resultados da Validação da Aplicação e Estudo de Observação com os Alunos

Na caracterização do participante observou-se que a maioria (55,5%) possui, pelo menos, noções adquiridas através de leituras/palestras. Além disso, 11,5% já participaram de algum estudo envolvendo o uso de aplicativos educacionais. Quando perguntados sobre a utilização de algum aplicativo educacional, 67% responderam que já utilizaram, enquanto 22% nunca utilizaram aplicativos dessa natureza.

Nas respostas realizadas pelos alunos no *Quiz* composto por dez perguntas sobre os conteúdos apresentados por meio da RA. Como resultados, verificou-se que 80% dos alunos acertaram todas as perguntas e os outros 20% oscilaram entre 8 (oito) e 7 (sete) acertos.

Na validação todos os participantes utilizaram a aplicação de maneira objetiva, mostrando certo sentimento de surpresa ao se deparar com a sobreposição dos objetos virtuais. Tendo em vista que a tecnologia de RA não fazia parte da vivência educacional daqueles alunos. Assim, os participantes se mostraram atraídos e puderam observar cada cenário gerado pela RA de maneira esperada (com atenção e concentração).

O questionário Pós-teste TAM realizado com os alunos apresentam os resultados sobre o nível de aceitação da aplicação móvel RAAM, considerando os fatores de percepção sobre facilidade e utilidade de uso da aplicação móvel RAAM. Os participantes responderam o questionário através de uma escala que referenciava o nível de concordância composta pelas seguintes opções: concordo totalmente, concordo amplamente, concordo parcialmente, discordo parcialmente, discordo amplamente, discordo totalmente.

A Tabela 9 demonstra que a aplicação RAAM obteve um nível de aceitação favorável no aspecto de facilidade de uso, apenas um item (relacionado às cores, a fonte, os áudios e os botões) não alcançou 100% de concordância.

Tabela 9 – Percepção sobre a facilidade de uso da aplicação RAAM

Questões	Nível de concordância
1ª) Foi fácil aprender a utilizar a aplicação RAAM	100% concorda totalmente
2ª) Consegui utilizar a aplicação da forma que eu queria	100% concorda totalmente
3ª) Eu entendia o que acontecia na minha interação	100% concorda totalmente
4ª) É fácil lembrar como utilizar a aplicação RAAM	100% concorda totalmente
5ª) A tela do RAAM está adequada	100% concorda totalmente
6ª) As cores, a fonte, os áudios e os botões da aplicação RAAM estão bem visíveis	37,5 % concorda totalmente e 62,5% concorda amplamente
7ª) Considero a aplicação RAAM fácil de usar	100% concorda totalmente
8ª) Foi rápido o tempo que levei para iniciar a aplicação até ver os objetos virtuais	100% concorda totalmente

No questionário pós-teste foi realizada ainda, a análise dos relatos descritos pelos participantes. Dessa forma, as alternativas sobre a facilidade de uso da aplicação móvel RAAM foi analisada da seguinte maneira:

1ª) Foi fácil aprender a utilizar a aplicação RAAM: Todos os participantes informaram que concordam totalmente que aplicação foi fácil de usar, conforme o relato do Participante 6: *“A aplicação é fácil de usar, pois tem instrução de uso através de áudio... usei a aplicação sem dificuldade.”* e o Participante 3: *“Legal, é muito fácil de usar, ele já está disponível para baixar?”*.

2ª) Consegui utilizar a aplicação da forma que eu queria: Referente a essa pergunta todos os participantes concordam totalmente, o Participante 5 relatou que: *“O aplicativo está bonito, consegui entrar e sair sem me perder pelo caminho”*, o Participante 3 relatou: *“A aplicação está agradável e é fácil de aprender a usar”*.

Participante 6: *“Achei legal usar a aplicação, parece que os objetos estavam em cima da mesa.”*

3ª) Eu entendia o que acontecia na minha interação: Os participantes concordam totalmente com este quesito, conforme relato do Participante 3: *“Devido o aplicativo ser fácil de usar, a interação torna-se também fácil.”*

4ª) É fácil lembrar como utilizar a aplicação RAAM: Todos participantes concordam totalmente, que é fácil lembrar como usa a aplicação, conforme relato do Participante 6: *“É fácil, pois ele é simples e tem as instruções de uso.”*. O Participante 5 relatou: *“É impossível não lembrar como usar, tem um botão grande bem no início.”*

6ª) As cores, a fonte, os áudios e os botões da aplicação RAAM estão bem visíveis: A maioria dos participantes concordaram totalmente que a tela do aplicativo está adequada, conforme relato do Participante 1: *“As cores e os áudios estão muito legais.”*, o Participante 6 relatou: *“As floresta, os rios e os animais estão bem reais, mas o botão que pisca logo no início é difícil de compreender.”*, o Participante 5 relatou: *“Os botões estão me deixaram confuso.”*

7ª) Considero a aplicação RAAM fácil de usar: Todos participantes concordaram totalmente que o aplicativo foi fácil de usar. Conforme o Participante 9 *“Sim, seria bom se o livro fosse assim.”*

8ª) Foi rápido o tempo que levei para iniciar a aplicação até ver os objetos virtuais: Todos participantes concordam totalmente que o aplicativo foi fácil de usar. Conforme o Participante 3: *“Achei rápido, poderia tirar foto pra guardar.”*

A Tabela 10 mostra que 100% dos participantes concordam totalmente com todas as questões abordadas com relação à percepção dos usuários sobre a utilidade de uso da aplicação móvel RAAM.

Tabela 10 – Percepção sobre a utilidade de uso da aplicação RAAM

Questões	Nível de concordância
1ª) A aplicação RAAM pode ser utilizada nas aulas de Geografia para ajudar o ensino da Geografia	100% concorda totalmente

Questões	Nível de concordância
2ª) A aplicação RAAM facilitou o seu entendimento nos conteúdos apresentados	100% concorda totalmente
3ª) A aplicação RAAM pode auxilia-lo nos estudos feitos fora da sala de aula	100% concorda totalmente
4ª) A aplicação RAAM está adequado para jovens que estão no ensino médio	100% concorda totalmente
5ª) A aplicação RAAM pode ser utilizado por jovens que NÃO estão cursando o ensino médio	100% concorda totalmente

De acordo com os relatos obtidos dos participantes, pode-se evidenciar a colaboração na instrução dos conteúdos relacionados às mesorregiões amazonenses.

1ª) A aplicação RAAM pode ser utilizada nas aulas de Geografia para ajudar o ensino da Geografia: Referente a essa pergunta todos os participantes concordaram totalmente, o Participante 7 relatou: *“Sim, ajudaria bastante e achei legal a ideia.”* O participante 1 relatou: *“O aplicativo completa as informações do professor, seria interessante ter para as disciplinas de Química e Física, para ajudar a lembrar das fórmulas.”*

2ª) A aplicação RAAM facilitou o seu entendimento nos conteúdos apresentados: Todos os participantes informaram que concordam totalmente que aplicação foi fácil de usar, conforme o relato do Participante 3: *“É uma maneira legal de estudar, e a floresta que apareceu veio mostrando informações, assim da pra compreender.”*

3ª) A aplicação RAAM pode auxilia-lo nos estudos feitos fora da sala de aula: Os participantes concordaram totalmente com este quesito, conforme relato do Participante 5: *“Acho que sim, eu tenho smartphone, aí da pra instalar o aplicativo e estudar em casa.”*

4ª) A aplicação RAAM está adequado para jovens que estão no ensino médio: Referente a essa pergunta todos os participantes concordaram totalmente, o

Participante 6 relatou: *“Eu acredito que sim, nós estudamos sobre relevo, formação de rios e florestas, ai com o aplicativo ajuda a estudar.”*

5ª) A aplicação RAAM pode ser utilizado por jovens que NÃO estão cursando o ensino médio: Todos os participantes informaram que concordam totalmente que aplicação foi fácil de usar, conforme o relato do Participante 3: *“Como parece um jogo, eu acho que os alunos do ensino fundamental vão gostar.”*, o Participante 7 relatou: *“eu nunca tinha visto um objeto assim, eles também não devem ter visto ainda. Por isso, eu acho que pode ser usado com eles.”*

Os relatos apresentados foram registrados durante e após a aplicação do questionário Pós-teste TAM. Foram devidamente registrados por meio de anotações pelo pesquisador. Assim compondo um critério do estudo de observação adotado na metodologia desta pesquisa. Esse critério tem o viés de solidificar os dados adquiridos pela pesquisa, por meio de relatos dos participantes.

A observação visual do pesquisador durante o processo de validação da aplicação teve como objetivo, evidenciar se realmente as informações passadas pelos participantes condizem com a experiência de interação com a aplicação proposta. Durante a observação verificou-se que alguns participantes sentiram dificuldades na interação como os botões da aplicação RAAM, ficando explicito na análise dos questionários. Pois, o item com relação aos botões da aplicação foi o único que não teve 100% de concordância total.

Apesar de alguns participantes não se sentirem a vontade com a interface da aplicação RAAM, a maioria interagiu muito bem em relação ao objetivo proposto quando ao apoio na disciplina de Geografia. Nesse contexto, respondendo a pergunta da metodologia na Etapa 4 *“A aplicação foi utilizada de maneira esperada?”*. Os resultados obtidos na pesquisa apontam que a aplicação móvel foi utilizada sim de maneira esperada pelos alunos. Uma vez que, os dados qualitativos sobre a facilidade e utilidade de uso foram primordiais para a validação da aplicação móvel.

4.3 Melhorias Realizadas a partir dos Resultados

Na segunda versão da aplicação móvel RAAM foram acrescentadas algumas funcionalidades a partir do estudo de validação com os alunos. Os resultados possibilitaram a identificação de possíveis melhorias da aplicação, tais como: (1)

Tela Inicial: Os botões estão com a descrição para ajudar a compreensão prévia das ações, proporcionando um melhor entendimento de cada atividade, corrigindo assim, um dos pontos observados no estudo de validação; (2) Na primeira versão da aplicação a tela era *portrait* (vertical) limitando a visualização. Visando melhorar a visualização e aproveitar o espaço da tela, na segunda versão o modo da tela adotado é *landscape* (horizontal). A Figura 28 mostra a atual interface da aplicação móvel RAAM, adaptada de acordo com os resultados do segundo estudo experimental; (3) Tela Ajuda: Essa tela não sofreu alterações; (3) Tela *Menu*: Inseriu-se as fotos dos desenvolvedores da aplicação RAAM. Também estão disponíveis para *download* os marcadores, as instruções de instalação e informações sobre as funcionalidades; (4) Tela *Quiz*: Adaptou-se o *layout* pra melhor visualização das questões e alternativas.



Figura 28 – Interface atual da Aplicação Móvel RAAM

Referente aos cenários de RA, na primeira versão da aplicação os objetos virtuais eram sobrepostos um por vez, ou seja, mostrando somente a característica da fauna ou da flora das mesorregiões. Visando diminuir a quantidade de marcadores, integrou-se os objetos correspondente a cada mesorregião, tornando a

representação das informações mais específicas sobre as características ambientais e geográficas. A Figura 29 apresenta os cenários de RA disponíveis na aplicação móvel RAAM.



Figura 29 – Objetos virtuais disponíveis na Aplicação Móvel RAAM.

Os dados qualitativos obtidos no resultado do questionário Pós-teste sobre a percepção da facilidade e utilidade do uso da aplicação móvel RAAM foram primordiais para o aprimoramento da aplicação.

4.4 Ameaça a Validade da Aplicação Móvel RAAM

Para que possíveis ameaças não comprometam a validade dos estudos realizados em uma tecnologia é necessário que os responsáveis pelo estudo relatem as ameaças que comprometem o resultado do estudo (BONIFÁCIO, 2012). As ameaças relacionadas a este estudo são apresentadas a seguir, e estão classificadas em três categorias: (1) validade interna; (2) validade externa; (3) validade de conclusão.

(1) Validade Interna: De acordo com a análise dos resultados da caracterização dos participantes foi considerado a seguinte ameaça interna, 33% dos participantes não possuíam nenhum tipo de conhecimento prévio sobre

aplicativos educacionais e 22% nunca usaram nenhum tipo de aplicativo educacional. Assim, passando por despercebido algumas questões referentes à usabilidade da aplicação RAAM.

(2) Validade Externa: A aplicação RAAM foi avaliada para apoiar o processo de ensino da Geografia, especificamente nos conteúdos relacionados à caracterização ambiental e geográfica das mesorregiões amazonenses. Nesse contexto, se faz necessário passar por uma nova avaliação, com mais profissionais da área educacional (pedagogos e professores de geografia), visto que na avaliação da ferramenta foi realizado somente com um profissional da área de educacional.

(3) Validade de Conclusão: Foi considerado como validade de conclusão o tamanho pequeno e a homogeneidade da amostra, sendo todos alunos de uma única instituição e de um mesmo município. A homogeneidade e o tamanho da amostra podem limitar a capacidade de generalização dos resultados. Assim, os resultados obtidos podem ser considerados apenas indícios e não resultados conclusivos.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Neste Capítulo são apresentadas as considerações finais, as limitações encontradas durante a pesquisa e trabalhos que se pretende realizar futuramente.

5.1 Considerações Finais

Com o crescimento da tecnologia no âmbito educacional, são desenvolvidas ferramentas tecnológicas por meio da TI que possam apoiar o processo de instrução dos conteúdos ministrados em sala de aula pelos professores. No decorrer do crescimento da TI surgiu o recurso tecnológico que utiliza a técnica de visão computacional com sua principal característica, é a Realidade Aumentada (RA). Esta tecnologia mistura objetos virtuais ao mundo real, enriquecendo o mundo real com objetos virtuais. Esses objetos podem ser textos, imagens, gráficos, animações gráficas, sons espaciais, dentre outros. A RA pode ser utilizada tanto em plataformas mais sofisticadas quanto em plataformas populares.

No processo de ensino da Geografia são indispensáveis condições específicas por meio dos recursos tecnológicos, empregando-os de maneira didática. Assim, promovendo a aproximação dos alunos com os conteúdos ministrados em sala de aula. Os recursos tecnológicos aplicados na educação são utilizados para apoiar as atividades didáticas em diferentes níveis educacionais. Por isso, a TI na educação torna-se uma abordagem importante no incentivo a novas descobertas, tanto do aluno quanto do professor, além de estimular a construção do conhecimento de forma mais atraente e interativa. Nesse sentido, podem servir de auxílio durante o processo ensino de conteúdos que tem a característica de ser abstrato extenso e complexo, pois por meio do uso desses recursos é possível melhorar a assimilação do aluno.

Dessa forma, a pesquisa visou desenvolver, avaliar e validar a aplicação móvel RAAM que mostra indícios para apoiar o processo de ensino sobre a caracterização ambiental e geográfica das mesorregiões amazonenses, possibilitando que os usuários vejam objetos virtuais relacionados a cada mesorregião e suas principais características, a aplicação permite ouvir o áudio correspondente à informação de cada objeto apresentado, proporcionando uma melhor assimilação e ensino do conteúdo. Nesse contexto, essa ferramenta

tecnológica é um recurso pedagógico que auxiliará professores e alunos que antes não tinham tal tecnologia como fator favorável no processo de ensino-aprendizagem.

A principal razão de se utilizar a RA para a disciplina de é que a utilização dessa tecnologia pode estimular e facilitar a aquisição do conhecimento por parte do aluno, além de ajudar o docente em suas práticas pedagógicas. Esse recurso tecnológico torna-se eficiente por possuir a capacidade de exibir objetos, com uma grande riqueza de detalhes, facilitando o aprendizado por parte do aluno. Os resultados da pesquisa mostram indícios que a aplicação móvel RAAM é útil para apoiar no processo de ensino da Geografia, especificamente nos conteúdos relacionados à caracterização das mesorregiões amazonenses.

5.2 Limitações

A pesquisa teve como limitações: (1) Tempo: O tempo influenciou na coleta de dados, pois o professor adiou por duas vezes o estudo de observação, conseqüentemente a validação da aplicação. No dia e hora agendados para a validação da aplicação, o professor disponibilizou somente 13 alunos, pois o restante estava desenvolvendo outro projeto; (2) Amostra pequena; e (3) Homogeneidade da amostra: todos os alunos são de uma única instituição e do mesmo município.

5.3 Trabalhos Futuros

Como sugestão de trabalhos futuros, pode-se definir: (1) Disponibilizar o RAAM para *download* na loja do *Play Store*; (2) Inserção de novas funcionalidades: Utilizar a tecnologia de Realidade Virtual, propondo um complemento na experiência dos alunos com a imersão em um ambiente similar aos que a Realidade Aumentada sobrepõe; (3) Corrigir botões da aplicação, para promover uma melhor interação com o público alvo; (4) Realizar um novo estudo com uma amostra maior e mais heterogênea; (4) Realizar um estudo sobre o processo de aprendizagem utilizando a aplicação; (5) Criar uma base de conhecimento com a utilização da RA na educação para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- ANDROID STUDIO. **Conheça o Android Studio**. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/intro/index.html>> Acesso em: 15 de março de 2017.
- ARAÚJO, D. M. *et al.* **“Uso de realidade aumentada como ferramenta complementar ao ensino das principais ligações entre átomos”**. In: VI Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, Universidade de Santa Cecília. 2009.
- AZUMA, Ronald T. **“A survey of augmented reality”**. Presence: Teleoperators and virtual environments, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.
- BAUER, Martin W.; GASKELL, George. **“Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático”**. Vozes, 2011.
- BILLINGHURST, Mark; DUENSER, Andreas. **“Augmented reality in the classroom”**. Computer, v. 45, n. 7, p. 56-63, 2012.
- BLENDER. **Creative freedom starts here**. Disponível em: <<https://www.blender.org/>> Acesso em: 15 de março de 2017.
- BONIFÁCIO, Bruno Araújo *et al.* **“Ubicua: uma técnica de inspeção de usabilidade para avaliar aplicações web móveis”**. Dissertação de Mestrado. 2012.
- CARDOSO, Raul GS *et al.* **“Uso da realidade aumentada em auxílio à Educação”**. Anais do Computer on the Beach, p. 330-339, 2014.
- CARDOSO, A. *et al.* **“Interactive 3D Physics Experiments Through the Internet”**. In: 4th Symposium on Virtual Reality. 2001. p. 280-290.
- CARMICHAEL, G. *et al.* **“Understanding the power of augmented reality for learning”**. In: E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education. 2012. p. 1761-1771.
- CARLI, I. C. *et al.* **“Pokémon Go, Realidade Aumentada e Georeferenciamento: A gamificação nas suas possibilidades para o Turismo”**. Revista Hospitalidade, v. 13, p. 01-17, 2016.
- COIMBRA, T. *et al.* **“Realidade Aumentada em Contextos Educativos: Um Mapeamento de Estudos Nacionais e Internacionais”**. Educação, Formação & Tecnologias-ISSN 1646-933X, v. 6, n. 2, p. 15-28, 2013.
- COSTA, José Wilson; OLIVEIRA, José Marinho **“Novas linguagens e novas tecnologias: educação e sociabilidade”**. Editora Vozes, 2004.
- DAVIS, Fred D. *et al.*, **“User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models”**. Management science, v. 35, n. 8, p. 982-1003, 1989.

FORTE, C. E.; KIRNER, C. **“Usando realidade aumentada no desenvolvimento de ferramenta para aprendizagem de física e matemática”**. In: 6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada-WRVA. 2009. p. 1-6.

KIRNER, Claudio. **“Mãos colaborativas em ambientes de Realidade Misturada”**. In: Anais do 1º Workshop de Realidade Aumentada, Piracicaba, SP. 2004. p. 1-4.

KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. **“Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada”**. Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. Cap. v. 1, p. 10-25, 2011.

KUKULSKA-HULME, Agnes. **Mobile learning: A handbook for educators and trainers**. Psychology Press, 2005.

MAFRA, Sômulo Nogueira; BARCELOS, Rafael Ferreira; TRAVASSOS, Guilherme Horta. **Aplicando uma metodologia baseada em evidência na definição de novas tecnologias de software**. In: Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES 2006). 2006. p. 239-254.

NACIONAIS, Parâmetros Curriculares. história e geografia. **Brasília: MEC/SEF**, v. 5, 1997.

NAKAMOTO, Paula Teixeira et al. **“Estratégia de Engenharia de Requisitos para Ambientes de Realidade Aumentada / Requirements Analysis Strategy for the Development of Augmented Reality Environments”**. Journal of Information Systems and Technology Management: JISTEM, v. 9, n. 3, p. 607, 2012.

NOGUEIRA, Aurélio António Mendes et al. **Metodologia de análise visual baseada na tecnologia de Realidade Virtual (VR): Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil e Jardim do Cerco, Mafra, Portugal**.

OLIVEIRA, Rafael Costa et al. **Aplicativo de Aprendizagem Móvel utilizando Realidade Aumentada para Ensino de Língua Inglesa**. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2016. p. 731.

PEREIRA, Bernadete Terezinha; FREITAS, Maria do Carmo D. **O uso das tecnologias da informação e comunicação na prática pedagógica da escola**. Universidade Federal do Paraná, p. 1381-8, 2009.

PINTO, FABIANA SILVA; CENTENO, JORGE ANTONIO SILVA. **A realidade aumentada em smartphones na exploração de informações estatísticas e cartográficas**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 18, n. 2, 2012.

PREZOTTO, Ezequiel D.; SILVA, Teresinha L. da; VANZIN, Rômulo. **Realidade aumentada aplicada a educação**. Encontro Anual de Tecnologia da Informação, p. 322-326, 2013.

SANTOS, Marc Ericson C. et al. **Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation**. IEEE Transactions on learning technologies, v. 7, n. 1, p. 38-56, 2014.

SILVA, Manoela et al. **Ar jigsaw puzzle: Potencialidades de uso da realidade aumentada no ensino de geografia**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2014. p. 194.

SILVA, Rosiani A.; PAULA, Melise MV; SARLAS, Liane MV. **Utilização de jogos para pessoas com necessidades educativas especiais: uma análise experimental**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2011.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**; tradução IVAN, B e KALINKA, G O. G.; revisão técnica KECHI, H. 9. ed. São Paulo; Pearson Prentice Hall, 2011.

SOUZA, Isabel Maria Amorim; SOUZA, Luciana Virgília Amorim. **O uso da tecnologia como facilitadora da aprendizagem do aluno na escola**. Revista Fórum Identidades, ano 4. v. 8. 2010.

TORI, Romero. **Desafios para o design de informação em ambientes de realidade aumentada**. InfoDesign: Revista Brasileira de Design da Informação, v. 6, n. 1, 2009.

TRAVASSOS, Guilherme Horta; GUROV, Dmytro; AMARAL, E. A. G. G. **Introdução à engenharia de software experimental**. UFRJ, 2002.

UNITY. **Um editor repleto de recursos e altamente flexível**. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/unity/editor>> Acesso em: 10 de março de 2017.

VUFORIA. **Vuforia is the leading AR platform**. Here's why Disponível em: <<https://www.vuforia.com>> Acesso em: 10 de março de 2017.

VYGOTSKY, L. S. (1987). **"A formação social da mente"**. São Paulo, v. 3.

VYGOTSKY, L. S. (1987). **"Pensamento e linguagem"**. [S. l.].

WOODILL, G. **"The Mobile Learning Edge: Tools and Technologies for Developing Your Teams"**, 1st ed., McGraw-Hill, Ed., 2010. [Online]. Available: <http://www.mobilelearningedge.com>.

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO FORMAL DOS CASOS DE USO

O Apêndice A apresenta as descrições dos casos de uso previstos no diagrama na subseção 4.1.1. Na Tabela 6 apresenta-se o caso de uso Tela Inicial da aplicação móvel RAAM.

Tabela 11 - Caso de uso Tela Inicial da aplicação móvel RAAM

Caso de Uso	UC01	Tela Inicial
Ator	Usuário	
Pré-condição	Usuário possuirá a aplicação instalada em um dispositivo móvel <i>Android</i> com câmera.	
FLUXOS Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário abre a aplicação. 2. A aplicação exibe Menu, Ajuda, Câmera RA, Redes Sociais e Mais. 3. O usuário clica na opção desejada. 4. A aplicação atende a requisição. 	
FLUXOS Alternativos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caso o usuário deseje sair da aplicação sistema proporcionará que este realize tal atividade assim que desejado. 	
FLUXOS Exceções:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caso o usuário não inicie a aplicação ele não poderá realizar a nenhuma operação no aplicativo. 	
Pós-condição:	Não há pós-condição.	

Tabela 12 - Caso de Uso Iniciar Câmera RA da aplicação móvel RAAM

Caso de Uso	UC02	Iniciar Câmera RA
Ator	Usuário	
Pré- condição	Usuário possuirá a aplicação instalada em um dispositivo móvel <i>Android</i> com câmera.	
FLUXOS Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário acessa a opção Iniciar Câmera RA. 2. A aplicação irá acionar a câmera RA. 	

	<p>3. O usuário coloca o marcador diante da câmera.</p> <p>4. A aplicação identificará o marcador e exibirá o objeto 2D e 3D ao usuário.</p> <p>5. O usuário clica no objeto apresentado.</p> <p>6. A aplicação informará a característica da localização geográfica pertencente ao objeto do respectivo marcador.</p>
FLUXOS Alternativos:	1. Caso o usuário deseje sair ou voltar para a tela inicial o sistema proporcionará que este realize tal atividade assim que desejado.
FLUXOS Exceções:	<p>1. Caso o usuário não ative a câmera do dispositivo móvel ele não poderá realizar a atividade de RA.</p> <p>2. Caso o usuário não coloque a câmera do dispositivo móvel em direção ao marcador ele não poderá ver o objeto 2D e 3D.</p>
Pós-condição:	A aplicação exibe na tela o carregamento da tela que irá ativar a câmera RA.

Tabela 13 - Caso de uso Acessar Ajuda da aplicação móvel RAAM

Caso de Uso	UC03	Ajuda
Ator	Usuário	
Pré- condição	Usuário possuirá a aplicação instalada em um dispositivo móvel <i>Android</i> com câmera.	
FLUXOS Principal:	<p>1. O usuário clica na opção ajuda.</p> <p>2. A aplicação exibirá na tela as instruções de uso da aplicação.</p>	
FLUXOS Alternativos:	1. Caso o usuário deseje voltar para a tela inicial o sistema proporcionará que este realize tal atividade assim que desejado.	

FLUXOS	Não há fluxo alternativo para esta função.
Exceções:	
Pós-condição:	Não há Pós-condição para esta função.

Tabela 14 - Caso de uso Redes Sociais da aplicação móvel RAAM

Caso de Uso	UC04	Redes Sociais
Ator	Usuário	
Pré- condição	Usuário possuirá a aplicação instalada em um dispositivo móvel <i>Android</i> com câmera.	
FLUXOS Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica na opção Redes Sociais. 2. A aplicação irá direcionar o usuário a Rede Social desejada. 	
FLUXOS Alternativos:	1. Não possui fluxos alternativos.	
FLUXOS Exceções:	Não há fluxo alternativo para esta função.	
Pós-condição:	Não há Pós-condição para esta função.	

Tabela 10 - Caso de uso Mais da aplicação móvel RAAM

Caso de Uso	UC05	Mais
Ator	Usuário	
Pré- condição	Usuário possuirá a aplicação instalada em um dispositivo móvel <i>Android</i> com câmera.	
FLUXOS Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica na opção Mais. 2. A aplicação irá exibir informações sobre a caracterização hidrográfica do Amazonas. 	

FLUXOS Alternativos:	1. Caso o usuário deseje voltar para a tela inicial o sistema proporcionará que este realize tal atividade assim que desejado.
FLUXOS Exceções:	Não há fluxo alternativo para esta função.
Pós-condição:	Não há Pós-condição para esta função.

Tabela 11 - Caso de uso Menu da aplicação móvel RAAM

Caso de Uso	UC06	Menu
Ator	Usuário	
Pré- condição	Usuário possuirá a aplicação instalada em um dispositivo móvel <i>Android</i> com câmera.	
FLUXOS Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica na opção Menu. 2. A aplicação irá exibir Informações dos autores, sobre o aplicação e o link para baixar os Marcadores. 3. O usuário clica no link baixar marcadores. 4. A aplicação baixa o marcador direto do <i>Google drive</i>. 	
FLUXOS Alternativos:	1. Caso o usuário deseje voltar para a tela inicial o sistema proporcionará que este realize tal atividade assim que desejado.	
FLUXOS Exceções:	1. Não há fluxo de exceções.	
Pós-condição:	1. A aplicação exibe na tela a situação de <i>download</i> dos Marcadores.	

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

O Apêndice B apresenta o documento utilizado para a entrevista com o *stakeholder* na instituição de ensino com o intuito de colher dados para levantamento de requisitos e posteriormente elaborar do protótipo da aplicação.

Questionário de Entrevista								
Local:..... Data:.....Hora:..... Nome do(a) entrevistado(a):.....								
1 - Quais os conteúdos que há mais dificuldade de assimilação dos alunos? 2 -São utilizados recursos tecnológicos para amenizar essa dificuldade? 3 - Qual a utilização de aplicativos móveis para apoio aos conteúdos ?								
4 – Quais as dificuldades mais frequentes que os alunos demonstram? <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Interpretativa</td> <td>()</td> </tr> <tr> <td>Associativa</td> <td>()</td> </tr> <tr> <td>Desestímulo</td> <td>()</td> </tr> <tr> <td>Outras</td> <td>()</td> </tr> </table> Qual?	Interpretativa	()	Associativa	()	Desestímulo	()	Outras	()
Interpretativa	()							
Associativa	()							
Desestímulo	()							
Outras	()							

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisa:

“RAAM: Uma Aplicação Móvel Baseada em Realidade Aumentada como Ferramenta de Apoio aos Conceitos sobre a Caracterização Ambiental das Mesorregiões do Estado do Amazonas”

Prezado(a) Senhor (a),

Pesquisas sobre um aplicativo móvel usando a realidade aumentada para apoiar o ensino de Geografia nos conteúdos relacionados a caracterização ambiental das mesorregiões do estado do Amazonas. Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que estudará os resultados de utilização deste aplicativo. O objetivo da pesquisa é avaliar e validar e caso necessário aprimorar o aplicativo. Sua participação na pesquisa **não** é obrigatória.

1) Procedimento

O aplicativo será utilizado para a avaliação e validação das suas funcionalidades, verificando se o aplicativo atende os requisitos do tema da pesquisa. Para participar deste estudo solicito a sua especial colaboração em: (1) permitir que os dados resultantes da sua avaliação sejam estudados, (2) participar de entrevista e/ou responder um questionário. 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.

2) Tratamento de possíveis riscos e desconfortos

Serão tomadas todas as providências durante a coleta de dados de forma a garantir a sua privacidade e seu anonimato. Os dados coletados durante o estudo destinam-se estritamente a atividades de pesquisa relacionadas aos testes do aplicativo, não sendo utilizados em qualquer forma de avaliação profissional ou pessoal.

3) Benefícios e Custos

Espera-se que, como resultado deste estudo, vossa senhoria possa contribuir nos testes de forma satisfatória, de maneira a contribuir para o aumento da qualidade de sistemas de software educacionais que você utiliza e das atividades as quais você desempenha. Este estudo também contribuirá com resultados importantes para a pesquisa de um modo geral nas áreas de Software na Educação e Engenharia de Software. Vossa senhoria não terá nenhum gasto ou ônus com a sua participação no estudo e também não receberá qualquer espécie de reembolso ou gratificação devido à participação **na pesquisa**.

4) Confidencialidade da Pesquisa

Toda informação coletada neste estudo é confidencial e seu nome e o da sua organização não serão identificados de modo algum, a não ser em caso de autorização explícita para esse fim.

5) Participação

Sua participação neste estudo é muito importante e voluntária. 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 um pesquisador responsável.

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo poderão fornecer qualquer esclarecimento sobre o mesmo, assim como tirar dúvidas, bastando entrar em contato pelos seguintes e-mails:

Pesquisador Principal: Genarde Macedo (genardemacedo@gmail.com)

Pesquisador Ajudante: Dayane Rosas (dayanerosas@gmail.com)

Pesquisador Orientador: Jhonathan Araújo (jhonathan.araujo.icet@gmail.com)

6) Declaração de Consentimento

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi explicada satisfatoriamente e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem qualquer penalidade. Declaro ter mais de 18 anos e dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para participar deste estudo.

Local e Data:

Participante	Pesquisador
Nome:	Nome: Genarde Macedo
Assinatura:	Assinatura:

Obrigado pela sua colaboração!

APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DO PARTICIPANTE

Conhecimento com uso de aplicativos educacionais

não possuo nenhum conhecimento prévio sobre uso de aplicativos educacionais. Baixo

tenho algumas noções sobre uso de aplicativos educacionais. Adquiridas através de leituras/palestras. Médio

participei de projeto(s) ou avaliação (ões) que resultaram em publicações ou relatórios sobre uso de aplicativos educacionais. Alto

Experiência com uso de aplicativos educacionais

nunca usei aplicativos educacionais. Baixo

usei ___ aplicativos educacionais. Médio

uso ___ aplicativos educacionais. Alto

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE TAM

Aplicativo RAAM – Questionário pós-Teste

Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante o teste no aplicativo RAAM:

1. Em relação à sua percepção sobre a facilidade de uso do aplicativo RAAM, qual o seu grau de concordância em relação às seguintes afirmações:

	Concordo Totalmente (100%)	Concordo Amplamente (99% - 70%)	Concordo Parcialmente (69% - 51%)	Discordo Parcialmente (50% - 31%)	Discordo Amplamente (30% - 1%)	Discordo Totalmente (0%)
Foi fácil aprender a utilizar o RAAM						
Consegui utilizar o RAAM da forma que eu queria						
Eu entendia o que acontecia na minha interação com o RAAM						
Foi fácil ganhar habilidade no uso do RAAM						
É fácil lembrar como utilizar o RAAM para realizar o que propõe (Estudo da Caracterização Ambiental)						
A tela do RAAM está adequada						
As cores, a fonte, os áudios e os botões do RAAM estão adequados						
Considero o RAAM fácil de usar						

Comentários (Você pode ajudar comentando sobre melhorias e observações encontradas):

2. Em relação à sua percepção sobre a utilidade do aplicativo RAAM, qual o seu grau de concordância em relação às afirmações abaixo:

	Concordo Totalmente (100%)	Concordo Amplamente (99% - 70%)	Concordo Parcialmente (69% - 51%)	Discordo Parcialmente (50% - 31%)	Discordo Amplamente (30% - 1%)	Discordo Totalmente (0%)
O aplicativo RAAM pode ser utilizado como ferramenta pedagógica para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Geografia						
O aplicativo RAAM está						

Envie este questionário para o e-mail genardemacedo@gmail.com. Obrigado por colaborar!

Aplicativo RAAM – Questionário pós-Teste

adequado para jovens que estão no ensino médio						
As características a aplicação consegue atender o público						
O aplicativo RAAM pode ser utilizado por jovens que NÃO estão cursando o ensino médio						

Comentários:

3. Use o espaço a seguir para comentários gerais que julgar necessários sobre possíveis melhorias (se houver), para que o RAAM atenda as crianças portadoras de necessidades educativas especiais.

4. Use o espaço a seguir para comentários gerais que julgar necessários sobre o RAAM, dificuldades encontradas, etc.

Envie este questionário para o e-mail genardemacedo@gmail.com . Obrigado por colaborar!