



Especificação de software de realidade aumentada voltado para o ensino tecnológico

Gislaine Martins S. de Abreu ¹; Lucas R. Madeira ²; Carlos de S. Soares Neto ³

Como Citar:

DE ABREU, Gislaine Martins S.; MADEIRA, Lucas R.; NETO, Carlos de S. Soares. Especificação de Software de realidade aumentada voltado para o ensino tecnológico. Revista Sociedade Científica, vol.7, n.1, p.2187-2203, 2024. <https://doi.org/10.61411/rsc202437517>

DOI: 10.61411/rsc202437517

Área do conhecimento: Interdisciplinar.

Palavras-chaves: Realidade Aumentada, Engenharia de Software, Análise de Requisito, Interdisciplinar, Ensino Tecnológico.

Publicado: 01 de maio de 2024.

Resumo

Nos últimos anos, uma proliferação de novas tecnologias vem surgindo para facilitar o ensino e o aprendizado voltados para o ensino técnico e tecnológico. Uma dessas tecnologias é a Realidade Aumentada (RA) que visa enriquecer o ambiente real com objetos virtuais. No entanto, é notavelmente maior a complexidade em projetá-los e usá-los do que softwares convencionais, onde o usuário, na maioria das vezes, já está habituado com as tecnologias. Projetistas de ambientes educacionais com RA precisam de diretrizes para tornar esses sistemas mais usáveis e diminuir assim a carga cognitiva de aprendizado do usuário. Dessa forma, este trabalho tem o objetivo de apresentar um estudo aprofundado de uma metodologia de Análise de Requisitos, específica para construção de objetos educacionais com RA, voltada para parâmetros relacionados à junção do real com o virtual. Para tanto foi utilizado a Metodologia PRAXIS com adaptações. Os resultados obtidos favoreceram a construção mais eficiente do protótipo de baixa fidelidade e diagramas UML utilizados no projeto.

1. Introdução

No tempo atual, uma difusão de novas tecnologias vem destacando-se para propiciar a educação e a absorção das informações “[...] fundamentais para a tomada de decisões e resolução de problemas.” (Hessel *et al*, 2024)⁸. Uma dessas tecnologias inovadoras que está sendo bastante aplicada para a educação conhecida como Realidade Aumentada (RA), que pode ser conceituada como a “[...] justaposição de objetos virtuais tridimensionais, gerados por computador, em um ambiente real, por meio de algum dispositivo tecnológico”. (Lin *et al*, 2019).¹⁰

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, PI, Brasil ✉

²Universidade Federal do Maranhão, MA Brasil ✉

³Universidade Federal do Maranhão, MA, Brasil ✉



Conforme destaca Tori *et al*, (2006)¹³ “A Realidade Aumentada enriquece o ambiente físico com objetos virtuais, ampliando o entendimento do ambiente real”. Nesse contexto, “[...] Essa inovação contribui com mudanças na maneira como as pessoas se comunicam, trabalham e se relacionam na era digital”. (Gatti *et al*, 2024)⁶.

Apesar do avanço no uso de soluções de Realidade Aumentada, sua utilização ainda apresenta pouca utilização, especialmente quando aplicado ao ensino e aprendizado, uma vez que projetistas de Realidade Aumentada, até o momento, tem poucos parâmetros específicos para definir “um conjunto de diretrizes ou heurísticas para ajudar na implementação”. (Hamilton, 2011)⁷. Liao (2019)¹¹ assevera em sua pesquisa que “[...] a usabilidade não tem recebido um foco adequado, não se preocupando com as diferentes capacidades e usuários na utilização das tecnologias.” (Liao, 2019)¹¹.

Dessa forma foi observado que uma metodologia se faz necessária para colaborar com o projeto de tecnologias inovadoras, tal como Realidade Aumentada, no processo de criação e avaliação dos projetos. Tal metodologia visa oferecer benefícios a fim melhorar a compreensão de parâmetros específicos que podem ser empregados. Uma vez que “[...] aplicativos implementados utilizando a engenharia de requisitos tradicional podem não favorecer a melhoria da usabilidade do sistema.” (Hamilton, 2011).

Esse trabalho apresenta a utilização de uma metodologia de análise de requisitos voltada especificamente para o desenvolvimento de objetos educacionais com realidade aumentada, a fim de promover a implementação de realidade aumentada como apoio ao ensino tecnológico. Um dos pré-requisitos fundamentais é entender o ponto de vista dos usuários e stakeholders, buscando fazer uso da análise do domínio para obter maiores ganhos por meio de um projeto centrado no usuário.



O objetivo é ajudar os desenvolvedores a determinar como realizar a seleção de recursos como interface, requisitos funcionais e não-funcionais, além dos objetos de aprendizado a serem utilizados.

2. Referencial teórico

A Realidade Aumentada está definida como uma categoria integrante das tecnologias de realidades mistas. (Endsley et al, 2017)³. Cujas principais características são “associar objetos virtuais com o mundo real, por meio da interação de objetos reais no meio virtual, conhecido como virtualidade aumentada.” (Tori et al, 2006)¹³. Podemos destacar a RA como um sistema cuja vantagem é “[...] aumentar o conjunto de dados disponibilizados no cenário, em que as informações oferecidas pelos objetos virtuais servem de apoio ao usuário na execução de atividades do mundo real.” (Holme et al, 2005)⁹.

Diversos especialistas elaboram objetos de aprendizagem com pouca preocupação sobre a adequação de tal recurso para o tipo de usuários que irão utilizá-lo. Do mesmo modo, há pouca preocupação em utilizar pesquisas, tal como análises de requisitos de maneira prévia ao desenvolvimento do software de RA. Por diversas vezes, a avaliação é postergada para as fases finais do processo de implementação do software, dessa forma o processo se torna mais oneroso e complexo. Costabile *et al* (1) atesta que “[...] objetos de aprendizagem, assim como, aplicativos utilizados na educação, precisam ser de fácil utilização[...].” (Costabile *et al*) (1). Caso contrário, a fluidez de uso do usuário será prejudicada com o aplicativo, ao invés de promover o aprendizado. Uma vez que a simplicidade de uso se relaciona diretamente à usabilidade do software.

A usabilidade pode ser definida desde o início do projeto, no entanto, ocorre uma certa “[...] carência de recursos adequados, princípios e fundamentos apropriados na identificação dos requisitos necessários de usabilidade do público-alvo.” (Gale *et al.*,



2015)4. No entanto, essa análise deve ser considerada “[...] uma parte essencial no projeto de implementação do software e necessita de estudos com maior intensidade, além da dedicação dos desenvolvedores desses ambientes de aprendizagem [...]” (Nakamoto, 2011)12.

As diversas estratégias de engenharia de usabilidade, quando examinadas de maneira mais aprofundada, em sua maioria, demonstram que as atividades de projeto são definidas e organizadas conforme padrões e modelos bastante utilizados no cotidiano. No entanto, Lin *et al* (2019)10 observa que em algumas situações “[...] a tecnologia dispõe de paradigmas mais modernos para interatividade dos alunos, ou ainda interferem de maneira substancial na percepção dos usuários” (Lin *et al*, 2019)10. O que pode dificultar o entendimento de como cada usuário irá se adaptar aos desafios do ambiente apresentado pelo sistema (por exemplo: a manipulação de objetos tridimensionais, a interação com o cenário real, a utilização de recursos, tais como marcadores, tablets, dentre outros equipamentos).

Vale destacar que em nosso projeto, será utilizado o princípio BYOD, ou seja, Bring your Own Device, que significa de maneira genérica: traga seu próprio dispositivo. Ele propõe que os alunos utilizem seus dispositivos, uma vez que a maioria dos smartphones e tablets atuais são compatíveis com a tecnologia de realidade aumentada. Pois dessa forma busca-se evitar novas despesas com laboratórios e equipamentos e tecnologias específicas de alto custo. Além disso, a instituição de ensino dispõe de tablets para uso educacional, os quais serão considerados na avaliação de requisitos e posteriormente na avaliação de usabilidade.

Outro ponto que incentiva para a escolha do princípio BYOD considera que nos aplicativos onde se emprega capacetes e mecanismos de visão ótica direta, nem todos os usuários se adequam a tecnologia, pois o uso de lentes e capacetes por tempo prolongado ocasiona uma sintomática característica de exaustão, vertigem, fadiga ou supressão de profundidade. (Hessel *et al.*, 2024)8. Considerando tais características, o



objetivo é realizar uma análise de requisitos aprofundada, para a escolha mais adequada dos atributos para o desenvolvimento do aplicativo de Realidade Aumentada a ser utilizado.

3. **Metodologia**

Os principais fluxos da engenharia de software voltados para o desenvolvimento de aplicativos de realidade aumentada foram adaptados com base na metodologia proposta por Pádua (2008), em que descreve o processo, conhecido como Praxis, um acrônimo para PProcesso para Aplicativos eXtensíveis e InterativoS. Tal metodologia é definida como “[...] um processo de software fundamentado no modelo de entrega evolutiva.” (Pádua, 2008). Ela estabelece um processo de desenvolvimento de software voltado para projetos de curta e média duração, produzidos de forma individual ou por equipes pequenas. É indicada para o desenvolvimento de aplicativos gráficos interativos, baseados em orientação a objetos.

O objetivo é apoiar os desenvolvedores na análise de requisitos, conforme a metodologia apresentada. Ela apresenta uma abordagem de engenharia de usabilidade modificada, que estende o processo apresentado em Gabbard (2008)⁵. Vale lembrar que as atividades de análise de requisitos não estão restritas somente a essas atividades. Essas possuem como objetivo apenas complementar e introduzir os projetistas na análise de requisitos.

Acompanhando a arquitetura estabelecida no Processo Unificado, o PRAXIS apresenta um ciclo de vida formado por fases, decomposta em uma ou mais iterações e fluxos. Na Tabela 1 são apresentadas as atividades principais a serem realizadas em cada um dos módulos da análise.



Tabela 1: Fases e Iterações do Processo PRAXIS.

Fase	Iteração	Descrição
Concepção	Ativação	Levantamento e análise das necessidades dos usuários e conceitos da aplicação, em nível de detalhe suficiente para justificar a especificação de um produto de software.
Elaboração	Levantamento dos requisitos	Levantamento das funções, interfaces e requisitos não-funcionais desejados para o produto.
	Análise dos requisitos	Modelagem conceitual dos elementos relevantes do domínio do problema e uso desse modelo para validação dos requisitos e planejamento detalhado da fase de Construção.
Construção	Desenho Implementável	Definições interna e externa dos componentes de um produto de software, em nível suficiente para decidir as principais questões de arquitetura e tecnologia e para permitir o planejamento detalhado das liberações.
	Liberação 1..n	Implementação de um subconjunto de funções do produto que será avaliado pelos usuários.
	Testes Alfa	Realização dos testes de aceitação, no ambiente dos desenvolvedores, juntamente com elaboração da documentação de usuário e possíveis planos de Transição.
Transição	Testes Beta	Realização dos testes de aceitação no ambiente dos usuários.
	Operação Piloto	Operação experimental do produto em instalação piloto do cliente, com a resolução de eventuais problemas através de processo de manutenção.

Fonte: Pádua, (2008).

O processo de especificação de software é formado por diversas etapas que são: Estudo de viabilidade do software, Verificação da exigência, Especificação dos requisitos de software, Validação dos requisitos de software. Em nosso estudo, vamos realizar tal análise por meio da: Análise do perfil do usuário, para cada tipo de usuário previsto.

Os projetistas buscam conhecer os atributos pessoais dos usuários (motivação e limitações), suas habilidades e competências (na tarefa, na organização, no uso de dispositivos móveis, na utilização de ambientes 3D e em sistemas informatizados). Em seguida, é realizada a Análise do contexto da tarefa, pois para cada tarefa a ser apoiada



pelo sistema, os projetistas procuram conhecer os objetivos e resultados, a estrutura, a duração, as dependências, os custos, a carga mental, as interrupções, os incidentes, dentre outros detalhes. para definir o levantamento das funções, requisitos funcionais e não-funcionais e posteriormente a modelagem conceitual dos elementos.

Dessa forma, é possível auxiliar projetistas e usuários na identificação de uma solução, pela associação do problema identificado às possíveis características (a partir das necessidades), estando elas associadas a padrões.

**Tabela 2: Atividades da Especificação de Requisitos. Fonte: Pádua, (2008).
Atividades de Definição do Perfil do Usuário**

Definir principais usuário	Definir usuários contrários ao projeto
Definir perfil do usuário [administrador, professor, alunos]	Definir a experiência/facilidade do usuário com a manipulação de ambientes 3D
Atividades da Análise do Contexto da Tarefa	
Definir as funções do produto	Definir as restrições do produto
Definir a interface	Definir as restrições físicas do ambiente, como se a iluminação irá afetar o desempenho da aplicação
Definir grau de confiabilidade do sistema	Definir estimativas de custo.
Obter o propósito e as metas do produto	Definir as características gerais do produto
Atividades do Estudo das Capacidades e Restrições da Tarefa	
Definir restrições relativas a hardware utilizado	Definir restrições quanto ao sistema operacional ou aplicativos utilizados
Atividades do Estudo dos Objetivos da Usabilidade	
Definir modelo claro de navegação.	Definir ajuda e documentação na utilização do sistema
Definir qualidade nas mensagens de erro.	Definir sempre um feedback a uma dada ação realizada no sistema.
Restringir a quantidade de informação para o usuário não ficar confuso.	Definir os equipamentos adequados (pois eles podem atrapalhar a utilização do sistema).



Com o objetivo de guiar e auxiliar os projetistas na análise de requisitos, seguindo a metodologia proposta, na Tabela 2 são apresentadas as atividades principais a serem realizadas em cada um dos módulos da análise.

Vale lembrar que as atividades de análise de requisitos não estão restritas somente a essa abordagem, uma vez que tal arcabouço possui como objetivo apenas complementar a introdução dos projetistas na análise de requisitos.

Com as informações da tabela 2, foi desenvolvido o projeto de interface do usuário. Esse projeto é avaliado tanto por especialistas quanto por usuários do sistema. A cada iteração, o projeto é refinado após avaliação. Este processo de refinamento ocorre de maneira iterativa, até que o projeto esteja adequado.

4. **Desenvolvimento e discussão**

Seguindo a metodologia indicada, ainda na fase de levantamento de requisitos, foi efetuado o estudo sobre o levantamento das funções, interfaces, requisitos funcionais e não-funcionais esperados para o produto, conforme tabela 3.

Tabela 3: Requisitos funcionais do software.

Número de ordem	Nome da função	Necessidades	Benefícios
1	Auto cadastro	Com especificação de usuário, matrícula, tipo de usuário, senha, email e celular. (OBS: não é permitido cadastro para matrículas inativas). No momento do cadastro deverá ser fornecido nome, matrícula, email, telefone, além de uma senha para acesso ao sistema. Por último, deverá ser feito o upload de documento que comprove vínculo institucional, como comprovante de matrícula ou de servidor.	O software deve permitir que os usuários (professores, servidores) se cadastrem, sem precisar ir até a administração. Evitar filas e tempo de espera para cadastro. Agilidade no cadastro dos usuários
2	Confirmação de cadastro	Confirmação via perfil de administrador do cadastro depois de avaliar dados. Ativação de todos os usuários. Possibilidade de alterar dados e incluir data de expiração do cadastro.	Garante que os recursos do sistema estejam disponíveis apenas para usuários logados. Garante que a listagem dos nomes de usuários fique visível apenas para os professores e administradores.



REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 7, NÚMERO 1, ANO 2024

3	Visualização da imagem	Deverá demonstrar as imagens 3D, do livro didático ou via leitura de QR code.	utilizar realidade aumentada como suporte ao ensino.
4	Cadastrar imagens	O professor ou administrador pode incluir, alterar, excluir, novas turmas, disciplinas e imagens para visualização.	Favorece a eficiência no controle das imagens armazenadas.
5	Login no sistema	O software deve dispor a funcionalidade de login no sistema para que ele possa ter acesso aos recursos do sistema conforme interface de usuário.	Garante que os recursos do sistema estejam disponíveis apenas para usuários logados.

Fonte: autor, 2024.

Na etapa seguinte de análise de requisitos, foi organizada a elaboração dos protótipos de baixa fidelidade, em que consta o detalhamento dos casos de uso. Tais protótipos visam representar como serão as características da interface e seu funcionamento. As vantagens de tal modelo estão relacionadas à facilidade na organização das ideias, elementos e fluxos de atividades. Conforme demonstrado na tabela 4

Tabela 4: protótipo de baixa fidelidade da tela de auto cadastro, novas turmas e disciplinas. Fonte: autor, 2024.

Cadastro de Usuário	
<Novo Usuário>	
Preencha as informações abaixo para cadastrar a Unidade	
Tipo de Usuário*	(Radio Button) Professor, Administrador
Matrícula**	123456789101112 (texto com até 12 caracteres)
Nome*	Joana Karla Pereira (texto com até 100 caracteres)
Telefone*	(86) 9999-9999 [telefone no formato (99) 99999-9999]
E-mail*	email@.com ifpi.edu.br (e-mail no formato email@email.com)
Confirmar E-mail*	email@.com ifpi.edu.br (e-mail no formato email@email.com, e que não permita ativação de colar item copiado)
Crie uma senha*	***** (texto alfanumérico de até 8 caracteres)
Repita a senha*	***** (texto alfanumérico de até 8 caracteres que não permita ativação de colar item copiado)
Envio de Comprovante de Posse ou Matrícula	



REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 7, NÚMERO 1, ANO 2024

Observação: são permitidos no máximo 3 anexos com o tamanho máximo de cinco megabytes cada.

<Anexar Documento>*		
Anexo		
Nome	Tipo do Arquivo	Tamanho
Arquivo.pdf	PDF	159.9Kb
Ações	<Baixar> <Excluir>	
<Enviar><Voltar>		
<Cadastrar Turma>		

Preencha as informações abaixo para cadastrar Nova Turma

Nome da Turma	turma01 (texto com até 100 caracteres)
Código da Turma	123456789101112 (texto com até 12 caracteres)
período letivo	2024.1 (texto com até 6 caracteres)
Professor	[list button] selecionar lista de professores cadastrados
Turmas cadastradas	[Lista de Turmas cadastradas] ... [Lista de Turmas cadastradas]
<Cadastrar Disciplina><Enviar><Voltar>	
<Cadastrar Disciplina><Enviar><Voltar>	
Preencha as informações abaixo para cadastrar Nova Disciplina	
Nome da Disciplina	disciplina 01 (texto com até 100 caracteres)
Código da Disciplina	123456789101112 (texto com até 12 caracteres)
período letivo	[list button] selecionar lista de período cadastrados
Turma	[list button] selecionar lista de turmas cadastradas
Professor	[list button] selecionar lista de professores cadastrados
Disciplinas cadastradas	[Lista de Disciplinas cadastradas] [Lista de Disciplinas cadastradas] ... [Lista de Disciplinas cadastradas]
<Enviar><Voltar>	



Outra vantagem é a possibilidade que os usuários e stakeholders dispõem para opinar sobre as possibilidades de alterações no layout e funcionalidades, tendo em vista que o processo ainda não está finalizado. Bem como economia de recursos, pois é uma solução de baixo custo de realização, além do tempo no desenvolvimento do projeto. Na tabela 5 foi proposto o protótipo de baixa fidelidade para o processo de inclusão e visualização das imagens 3D construídas para o projeto de realidade aumentada.

Tabela 5: o protótipo de baixa fidelidade de inclusão e visualização de imagens. Fonte: autor, 2024.

<Nova Imagem>				
código da imagem	Período	Turma	Disciplina	Ações
0123456789	2024.1	turma 01	disciplina 01	<Incluir><voltar>
<Upload de Imagens>				
Envio de Imagem				
Observação: É permitido 1 anexo com o tamanho máximo de cinco megabytes cada.				
<Anexar Documento>*				
Anexo				
Nome	Tipo do Arquivo	Tamanho		
Arquivo.glb	.GLB	159.9Kb		
Ações	<Baixar> <Excluir>			
<Enviar><Voltar>				
<Imagens Cadastradas>				
código da imagem	Nome da imagem	Tamanho	Ações	
0123456789	imagem 01	159.9kb	<Visualizar><Editar><Excluir>	
...				
XXXXXXXXXX	imagem XX	XX kb	<Visualizar><Editar><Excluir>	
<Voltar>				

<Visualizar imagem>		
código da imagem	thumbnail da imagem	
0123456789	thumb1	<ler QR Code> <visualizar imagem>
<Voltar>		

Fonte: os autores, 2024

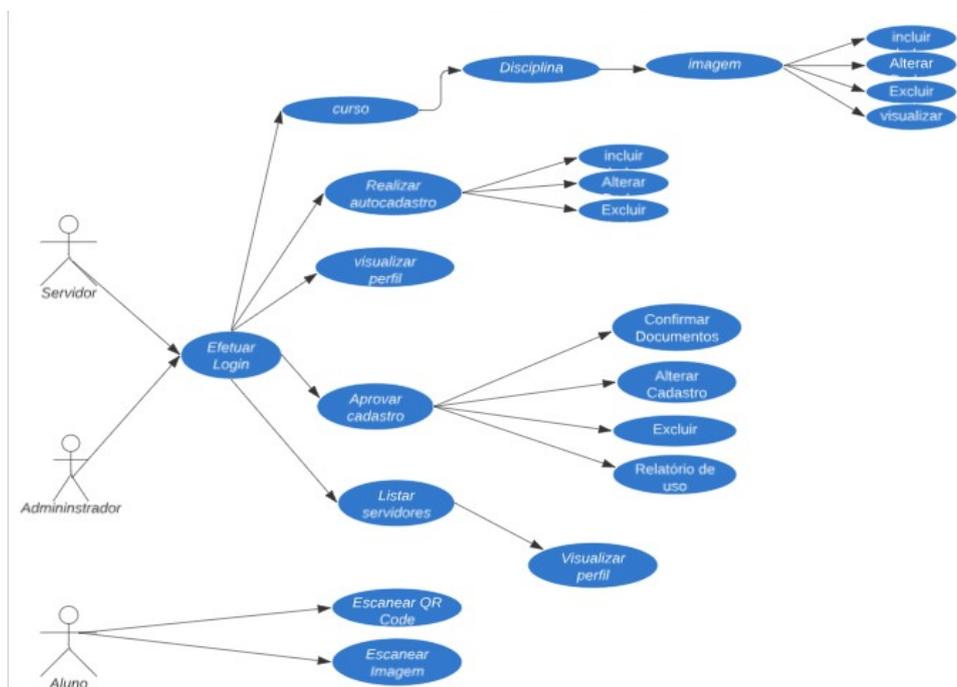


Figura 1 - Diagrama de casos de uso do app de RA. Fonte: autor, 2024.

O Diagrama de casos de uso é importante pois apresenta uma listagem de etapas que determinam a interação entre o ator, ou seja, um tipo de usuário que interage com o sistema. Diagramas de caso de uso auxiliam, além disso, na indicação das especificações do projeto e modelar os objetos funcionais do aplicativo.

Tais diagramas servem de apoio para a equipe de desenvolvimento conhecer as instâncias do sistema, que abrange o papel da interação humana, fator essencial em projetos de Realidade Aumentada.

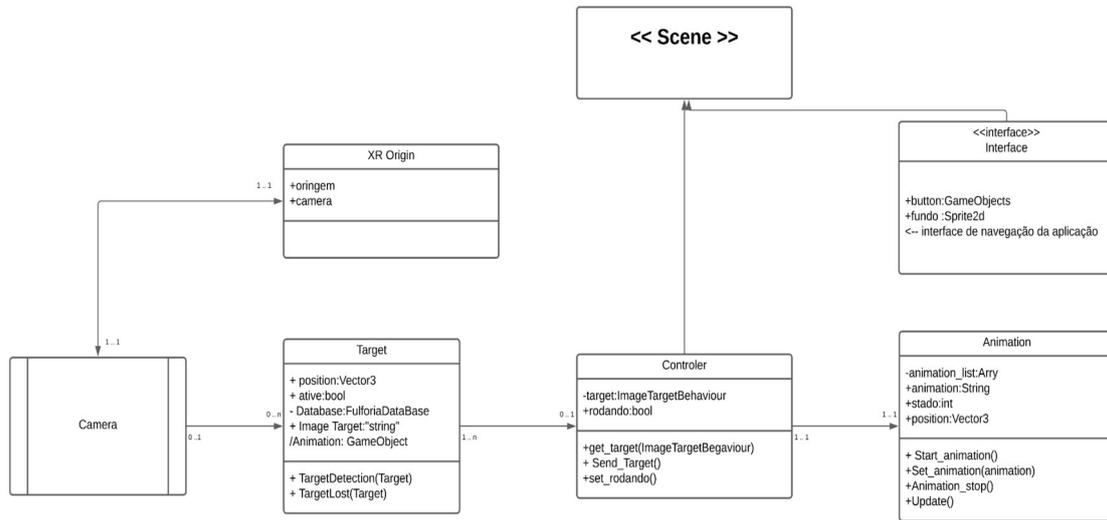


Figura 2 - Diagramas de classe aplicativo de RA. Fonte: Autor, 2024.

Finalmente, com as informações disponibilizadas é possível obter o diagrama de atividades do software de RA. O Diagrama de atividade visa exibir o fluxo do processo de controle entre objetos de classe em conjuntos com processos como fluxos de trabalho, conforme demonstrado na figura 3.

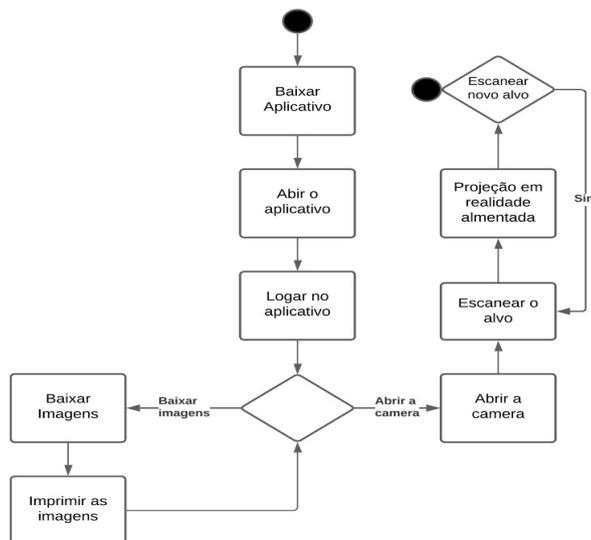




Figura 3 - Diagrama de atividades de aplicativo RA. Fonte: autor, 2024.

5. Considerações finais

Ao final desse processo, foi verificado que RA é uma tecnologia eficaz para a resolução do problema proposto e que ela poderia ser adequada como suporte ao ensino e que os usuários se teriam fácil adaptação sistema proposto. A partir desses processos será possível seguir para a fase de desenvolvimento e testes do aplicativo, por meio da construção dos objetos de aprendizagem tridimensionais e logo em seguida partir para a implementação do protótipo em Realidade Aumentada de maneira mais eficaz, segura e ágil. Garantindo a qualidade e eficiência no projeto, bem como economia de recursos.

Considerando que frente aos novos avanços das tecnologias, especialmente no que refere as disruptivas contribuições das inteligências artificiais profundas e generativas, que visa servir de apoio e agilizar o exaustivo processo de construção de algoritmos de maneira mais robusta e efetiva.

Nesse cenário o processo de especificação do software ganha uma maior relevância, como uma etapa essencial para um melhor alinhamento entre as expectativas dos usuários e a entrega do produto de software, especialmente quando se considera que tal etapa ainda prescinde essencialmente da *expertise* humana para garantir a qualidade e não pode ser emulado por tais tecnologias. portanto quanto mais apurado for essa etapa, maior a qualidade do software produzido.

6. Indicação de trabalhos futuros

Como possibilidades de aprofundamento para pesquisas futuras podemos indicar um detalhamento do perfil do usuário, no que tange a Análise do perfil do tipo de usuário indicado. Os projetistas podem verificar, a fim de conhecer, os atributos pessoais (faixa etária, sexo, limitações, motivação) e suas habilidades e competências (na tarefa, na organização, no uso de capacetes, na utilização de ambientes 3D e em sistemas informatizados). Essa análise poderia ser verificada através de questionários



disponibilizados aos usuários. Ainda seria possível avaliar em qual estágio de utilização de tecnologias o usuário se encontra atualmente, por meio de uma escala Likert, para o qual o usuário poderia selecionar opções que variam entre uso esporádico até uso muito frequente. Tal questionário poderia ser disponibilizado por meio do formulário online para avaliação do perfil do usuário e dessa forma garantir ainda mais a qualidade no processo de especificação do software de realidade aumentada.

7. **Declaração de direitos**

O(s)/A(s) autor(s)/autora(s) declara(m) ser detentores dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declara(m) que as imagens e textos publicados são de responsabilidade do(s) autor(s), e não possuem direitos autorais reservados a terceiros. Textos e/ou imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declara(m) respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declara(m) não cometer plágio ou auto plágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade dos autores.

8. **Referências**

1. Costabile, M., DE Marsico, M., Lanzilotti, R., Plantamura, V., and Roselli, T. On the Usability Evaluation of E-Learning Applications. In Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. 2005.
2. Derby, Jessyca L. Chaparro, Barbara S. The Challenges of Evaluating the Usability of Augmented Reality (AR). Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 2021 65:1, 994-998. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1071181321651315>. Último acesso: 18.02.2024.
3. Endsley, T. C., Sprehn, K. A., Brill, R. M., Ryan, K. J., Vincent, E. C., & Martin, J. M. Augmented Reality design heuristics: Designing for dynamic interactions. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (Vol. 61, No. 1, pp. 2100-2104). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications. September, 2017.



4. Gale, N., Mirza-Babaei, P., Pedersen, I. Heuristic guidelines for playful wearable augmented reality applications. In Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play. 2015.
5. Gabbard, J. L. Usability Engineering of Text Drawing Styles in Augmented Reality User Interfaces. PhD thesis, Faculty of Virginia Polytechnic, Blacksburg, Virginia. Vol 1. 2008.
6. GATTI; Daniel Couto, GARCIA; Luana Maria Rodrigues, LEMOS; Estefânia Portomeo Caçado, RAMOS, Gabriel Gonçalves; OLIVEIRA; Talita Aparecida dos Santos Junqueira. Contribuições da transformação digital: estudo e proposta da aplicação para negócios digitais, Revista Sociedade Científica, vol.7, n. 1, p.298-346, 2024. <https://doi.org/10.61411/rsc202420917>. Acesso em 24.02.2024.
7. HAMILTON, K. E. Augmented reality in education. Proc. SXSW Interactive. 2011. Disponível em: http://wik.ed.uiuc.edu/index.php/Augmented_Reality_in_Education. Último acesso em 20.02.2024.
8. Hessel; Ana Maria di Grado, DOS SANTOS; Erick Quintino, LEMOS; Estefânia Portomeo Caçado, GATTI; Daniel Couto, DOS SANTOS; José Rodolfo Dias; RAMOS; Rommel Gabriel Gonçalves. Desenvolvimento do pensamento computacional: o uso do scratch na introdução à programação. Revista Sociedade Científica, vol.7, n. 1, p.892-923, 2024. <https://doi.org/10.61411/rsc202427417>. . Acesso em: 22 fev. 2024.
9. Holme, T. A. An, Jiwoo. Poly, Laila-Parvin. Usability Testing and the Development of an Augmented Reality Application for Laboratory Learning. Journal of Chemical Education 2020 97 (1), 97-105. Nov, 26, 2019. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00453>. Acesso em: 21 fev. 2024.



10. Lin, K.C. Selamat, A. Alias, R. A. Fujita, H. Usability Measures in Mobile-Based Augmented Reality Learning Applications: A Systematic Review. *Augmented Reality: Current Trends, Challenges and Prospects. Special Issue.* 5 July 2019. <https://doi.org/10.3390/app9132718>.
11. Liao, T. Future directions for mobile augmented reality research: Understanding relationships between augmented reality users, nonusers, content, devices, and industry. *Mob. Media Commun.* 7 ed. 2019.
12. Nakamoto, P. T. Estratégia de Especificação de Requisitos de Usabilidade para Sistemas de Realidade Aumentada, Tese, UFLA, 1 ed. 2011.
13. Tori, R., Kirner, C., Siscoutto, R. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Apostila do Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality. Vol 1. 2006.