

## REALIDADE AUMENTADA E VISUALIZAÇÃO DE DADOS NA INTERAÇÃO COM INTERNET DAS COISAS

Daniel Dantas Vieira (IC) e Valéria Farinazzo Martins (Orientadora)

**Apoio:** PIBIC - MACKENZIE.

### Resumo

É notório o avanço que IoT e Realidade Aumentada têm alcançado nos últimos anos. Por outro lado, há uma grande oportunidade de pesquisa na integração nestas duas áreas tecnológicas, pois pouco ainda tem sido encontrado na literatura. Assim, este artigo apresenta os resultados de um projeto de Iniciação Científica na integração de Internet das Coisas com Realidade Aumentada. O estudo de caso utilizado faz a integração do uso de sensores numa placa Arduino para captar dados de temperatura em um aquário, fazendo a integração com uma aplicação de Realidade Aumentada. Foram realizados testes com potenciais usuários finais e os resultados são apresentados neste trabalho.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada; Internet das Coisas; Visualização de Dados; Sensores.

### Abstract

The advanced of IoT and Augmented Reality has been notorious in the last years. On the other hand, there are great opportunities of research in these two technologic areas, because little has been found in the literature about them. So this article presents the results of a Scientific Initiation project in the integration of Internet of Things with Augmented Reality. The case study used integrates the use of sensors in an Arduino board to capture temperature and luminosity data in an aquarium, integrating with an Augmented Reality application.

**Keywords:** Augmented Reality; Internet of Things; Data Visualization; Sensors.

## 1. INTRODUÇÃO

É estimado que que até o ano de 2020, hajam 50 bilhões e aparelhos (*smartphones*, *tablets* e outros dispositivos) conectados à internet (Albertin; Albertin, 2017), ou seja, teremos mais dispositivos do que a quantidade de pessoas no mundo. Isso mostra o quanto o mundo se encontra conectado, embora não seja homogêneo, principalmente em países em desenvolvimento.

Um outro avanço que pode ser percebido se refere à área de Internet das Coisas (do inglês, IoT). Ela pode ser definida por conectar objetos físicos à internet, representada pelas características de capacidade de coletar, analisar e transformar dados em informações através de sensores e outros dispositivos inteligentes (Mancini, 2017), (Evans, 2011).

Ainda, pode-se apontar uma outra área de interesse, a Realidade Aumentada (RA), que também vem experimentando um grande avanço principalmente na área de entretenimento. RA é uma tecnologia que "apresenta um mundo virtual que enriquece em vez de substituir o mundo real" (Bryson et al, 1993). Isso pode ser alcançado por meio de um dispositivo, tal como uma câmera, que sobrepõe objetos tridimensionais (3D) virtuais em cenas reais, e visualizados com dispositivos como monitores e *smartphones*.

Além da área de entretenimento, RA tem sido apontado, desde 2012, pela Horizon Report (NMC, 2012), como uma tecnologia capaz de revolucionar a educação para um futuro próximo. Sua popularização se deve, entre outras coisas, ao seu caráter lúdico e também ao barateamento e melhoria do hardware, além de uma busca dos usuários não especialistas por interfaces mais amigáveis.

É possível se pensar em utilizar estas características de RA para o interfaceamento com sistemas de IoT a fim de facilitar a visualização dos dados gerados e a interação de forma mais intuitiva.

Assim, tornou-se foco deste trabalho apresentar a integração de RA com dados de sensores de temperatura utilizando uma placa Arduino. Como estudo de caso, foi desenvolvido um protótipo para coletar informações de temperatura de um aquário. As informações geradas são apresentadas em um ambiente com RA de várias formas: gráficos, textuais, em áudio, em vídeo e animações.

Este artigo está organizado como segue. A seção 2 apresenta os conceitos necessários para o entendimento do restante do texto. A seção 3 apresenta os detalhes do desenvolvimento do protótipo. A seção 4 apresenta a metodologia de testes com possíveis usuários finais. Já a seção 5 traz os resultados e discussões em relação aos testes. Finalmente, na seção 6 são apresentadas as considerações finais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os conceitos de Realidade Aumentada e Internet das Coisas para a compreensão das demais seções que compõem este capítulo.

### 2.1 Realidade Aumentada

RA é definida como uma tecnologia capaz de integrar o mundo real com objetos virtuais gerados através de métodos computacionais, dando a sensação de que eles coexistem no mesmo espaço. Assim, RA apresenta as seguintes propriedades: 1. Realiza a combinação de objetos reais e virtuais no ambiente real. 2. É executada em tempo real. 3. Deve permitir alinhamento de objetos reais e virtuais. 4. Pode incluir todos os sentidos humanos além da visão, tais como: audição, tato, força e olfato. Para sua utilização, são necessários interpretadores que devem ser dispositivos computacionais com recursos de captura de vídeo, tais como computadores com *webcams*, *smartphones* ou *tablets* com câmera (Azuma 2001).

Há três tipos de sistemas que utilizam RA: 1. a câmera enxerga o ambiente e o computador sobrepõe os objetos tridimensionais de acordo com o espaço. 2. se faz necessário uso de “marcadores” físicos, objetos que podem ter diversas características que, ao serem “vistos” pela câmera, irão dizer ao computador onde, como e de que tamanho o objeto tridimensional estará colocado. 3. utilização da localização de GPS (sistema de posicionamento global) e os giroscópios presentes nos aparelhos celulares a fim de localizar o usuário em um mapa, dando informações relevantes ao contexto em que ele está (Dadald, 2015).

Para o desenvolvimento de aplicações de RA, é necessário que se tenha os seguintes recursos:

- Interface: tem por objetivo a apresentação da cena real com os objetos virtuais (modelos 3D, sons, texturas, vídeos) adicionados.
- Rastreamento: tem por objetivo o tratamento do posicionamento do usuário e dos objetos da cena. Pode ser realizados com marcadores ou sem marcadores (*markerless*) (utilizam o recurso de reconhecimento de características de objetos para a inserção dos elementos virtuais na cena real);
- Mapeamento da cena: tem por objetivo realizar a mistura do mundo real com os objetos virtuais de acordo com a posição dos elementos detectados na cena;

Interação: tem como objetivo receber as entradas do usuário, como, por exemplo, a movimentação da câmera, processar e realizar as alterações pertinentes na aplicação, em tempo real.

## **2.2. Internet das Coisas**

A Internet das coisas teve seu primeiro dispositivo criado no ano de 1990 por John Romkey. Esse autor construiu uma torradeira que, conectada ao computador poderia ser ligada e desligada pela Internet, utilizando rede TCP/IP que foi um tremendo sucesso. Após isso, diversos projetos vieram a ser inventado e o conceito de IoT está se expandindo exponencialmente porém, para Mancini (2017) ainda há diferentes visões e conceitos sobre termo Internet das Coisas.

A proposta que essa ferramenta nos traz consiste em mais do que proporcionar outro meio para se conectar a internet, a ideia que o IoT carrega se desenvolve com o propósito de que objetos passem a ficar mais eficientes, receber atributos que possam sanar as necessidades da sociedade, que se comuniquem com outros objetos, ferramentas ou pessoas. Dentro desse mundo de Internet das coisas um atuante importante são os sensores, que são considerados um dos pilares do IoT, pois estes hardwares são responsáveis pela captura dos dados do contexto onde estão inseridos.

Para o desenvolvimento de aplicações de IoT, é necessário que se tenha os seguintes recursos:

- Redes de comunicação: tem por objetivo fazer a conexão dos dispositivos aos sistemas de controle, dos quais a comunicação geralmente são feitas via Wi-Fi, Bluetooth, 3G ou 4G.
- Sensores: tem o objetivo de realizar a captura dos dados no ambiente em que são inseridos
- Plataforma de prototipagem: tem por objetivo gerenciar as informações coletadas

### 3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizada uma abordagem de prototipação, em que integra-se uma visão *top-down*<sup>1</sup> a uma visão *bottom-up*<sup>2</sup> de desenvolvimento, fazendo com que a etapa de interface seja desenvolvida em conformidade com as funcionalidades do sistema. A seguir são descritas as fases do desenvolvimento.

#### 3.1 Análise de Requisitos

De acordo com Sommerville (1998), a fase de elicitação de requisitos é composta por ações que tem por objetivo capturar e registrar informações que ajudarão no entendimento o mais completo e correto possível das necessidades e expectativas dos possíveis usuários da aplicação. As tarefas do sistema podem tornar-se complexas, visto que este projeto integra duas tecnologias consideradas novas (IoT e RA). Para este sistema, a elicitação de requisitos utilizou técnicas tradicionalmente empregadas nos desenvolvimento de outros tipos de aplicações, como: observação, entrevistas, reuniões, além do levantamento e análise de documentação pertinente. Três elementos foram enfocados, ou seja, os usuários potenciais do sistema, as tarefas a serem realizadas e o ambiente de utilização do sistema.

Para a elicitação dos requisitos, foram realizadas reuniões com especialistas em IoT e RA. Assim, foram definidos os usuários, as tarefas e o ambiente:

- **Usuários:** Deve-se levar em consideração vários aspectos, tais como: se a aplicação será mono ou multi-usuário; se os usuários atuarão no local ou remotamente; e se os usuários do sistema serão pessoas experientes ou principiantes, em termos de uso de aplicações de RA. Para esta aplicação, determinou-se que os usuários serão compostos, principalmente, por crianças, que podem ou não já ter tido experiência anterior com o uso de RA. Assim, optou-se por utilizar um cenário mais infantil de interação, com a animação de um peixe 3D que pode conversar com o usuário. Por outro lado, o público adulto também pode utilizar o sistema, e serão apresentados gráficos de temperatura e luminosidade vindos de informações de sensores.
- **Tarefas:** é fundamental que se defina as metas da aplicação, as tarefas que serão necessárias para se alcançar essas metas, e como as tarefas serão realizadas no contexto do sistema enfocado. Foram definidas para esta aplicação as seguintes tarefas: ler dados de sensores que estão em um aquário; ler marcadores de RA para

---

<sup>1</sup> A metodologia *top-down* é um processo sistemático em que as tomadas de decisões são feitas a partir de um núcleo (topo) que define as diretrizes dos demais (baixo) no qual, em geral, há uma hierarquia que estabelece as autoridades e respectivos subordinados.

<sup>2</sup> A metodologia *bottom-up* visa uma abordagem horizontal no qual as questões hierárquicas quase não são consideradas, assim buscando a melhor resposta em conjunto.

ativar a interface; gerar gráfico informando a temperatura do aquário através dos dados lidos dos sensores;

- Ambiente: Para ambientes virtuais, a definição do ambiente físico no qual o sistema funcionará deve ter uma atenção especial. Para sistemas de RA, por exemplo, a iluminação é um fator determinante. Definiu-se, para esta aplicação, que o ambiente físico será um laboratório em que o aquário (físico) está.

A partir destas definições supracitadas, foram determinados os requisitos funcionais e não funcionais da aplicação. Assim, o sistema deve:

- Ser capaz de ler dados de sensores de temperatura.
- Apresentar gráficos informando a temperatura em que a água do aquário se encontra.
- Apresentar vídeos e textos relacionados ao tema da aplicação (peixe beta).
- Apresentar um animal virtual (peixe beta), que interage com o usuário informando como ele está se sentindo.
- Captar dos sensores a cada 5 minutos.
- Ser implementado para o sistema operacional Android.
- Funcionar com marcadores impressos e colados ao aquário.

Além dos requisitos funcionais, o sistema deve atender aos seguintes requisitos não funcionais. Assim, o sistema deve:

- Ser intuitivo.
- Funcionar com iluminação adequada da sala em que o aquário está.
- Ser monousuário.

### **3.2 Projeto**

Durante o processo de desenvolvimento desse projeto, algumas linguagens, ferramentas e hardwares foram de extrema importância. Esse projeto foi dividido em duas etapas, da qual a primeira etapa consiste na utilização de IoT enquanto a segunda etapa se concentra na utilização de RA.

A seguir são apresentados os recursos utilizados na primeira etapa (IoT):

- Arduino Uno: É um microcontrolador Atmel composto com suporte de entrada/saída embutido, que pode ser conectado a um computador e programado via IDE utilizando a linguagem C/C++, com o conceito de software livre. Esse microcontrolador é importante para esse projeto pois é responsável por programar e gerenciar os sensores e módulos utilizados (<https://www.r-project.org/about.html>).
- Sensor de Temperatura (DS18B20): Realiza medições de temperatura não somente em ambientes secos como também em ambientes úmidos com precisão de até  $\pm 0,5$  °C. Esse sensor foi escolhido por ser um sensor híbrido atuando tanto em locais secos como úmidos, assim realizando a captura da temperatura água do aquário.
- Módulo de Wi-Fi (ESP8266). Esse módulo foi responsável por conectar o microcontrolador Arduino Uno ao Wi-Fi, assim possibilitando que os dados coletados dos sensores pudessem ser alocados a um servidor

Já na segunda etapa (RA), foram utilizados os seguintes recursos:

- Unity: É uma game engine voltada para a criação de jogos que possui uma interface bastante simples e amigável, facilitando o desenvolvimento de jogos de diversos gêneros, como também de outros sistemas. Neste projeto a ferramenta Unity foi utilizada para desenvolver o sistema do qual podemos monitorar os dados capturados via IoT integrado juntamente a RA..
- Vuforia: Kit de Desenvolvimento Software (do inglês Software Development Kit (SDK)) de Realidade Aumentada que permite desenvolver aplicações para dispositivos móveis. Através do reconhecimento pré configurado de marcadores, podemos posicionar um objeto 3D em tempo real (Pereira; Martins, 2014).
- C#: Linguagem de programação desenvolvida pela empresa Microsoft, multiparadigmas de forte tipagem, com sintaxe Orientada a Objetos (OO). Essa linguagem foi utilizada no projeto para escrever scripts das cenas do Unity.

O diagrama a seguir (Figura 1) apresenta a arquitetura da aplicação desenvolvida.

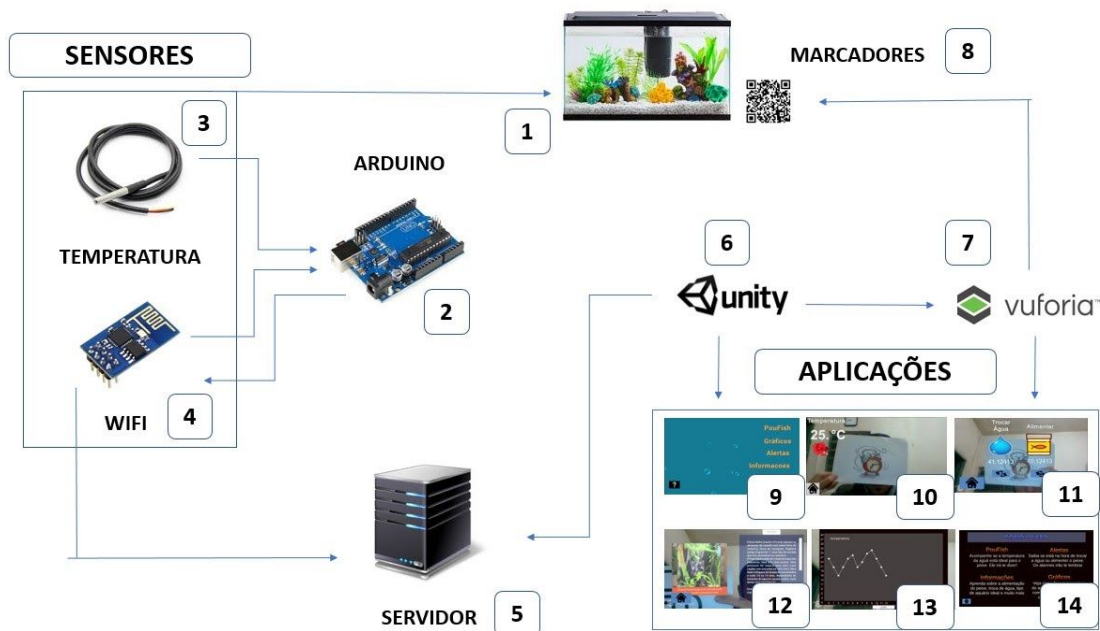


Figura 1. Arquitetura do Sistema Desenvolvido (fonte: autor)

De acordo com a especificação do diagrama mostrado acima, o sensor de temperatura (3) está inserido no aquário (1), atuando na captura dos dados. Os dados coletados são enviados para o Arduino (2) porém, esse microcontrolador contém uma quantidade de memória pequena; dessa forma, o Arduino envia os dados ao servidor (5) através do módulo de Wi-Fi (4). O Unity (6) conecta ao servidor para acessar aos dados que foram armazenar posteriormente. Juntamente com o Vuforia (7), às aplicações (10, 11, 12, 13 e 14) que foram criadas são disponibilizadas, em RA, no momento em que a câmera captura o marcador (8).

### 3.3 Implementação

O projeto foi implementado de acordo com as especificações dos requisitos e de projeto apresentados nas subseções anteriores..

A aplicação *PouFish* tem por objetivo ensinar e ajudar crianças a cuidar de um peixe betta. Essa aplicação consiste em quatro principais telas das quais trazem informações de temperatura, tempo que falta para realizar a troca de água e alimentação do peixe. A aplicação *PouFish* traz também um peixe virtual que, através de áudios, se comunica com os usuários informando se a temperatura está acima ou abaixo ou ideal para o peixe.



A seguir, são apresentadas algumas das principais telas que compõe o projeto denominado *PouFish*.

Representa o menu inicial (*home*) que também é a primeira aplicação do projeto. Essa aplicação consiste em realizar a navegação para as demais aplicações.



Figura 2. Tela de Menu (fonte: autor)

Representa um peixe virtual nadando e interagindo com o ambiente virtual, representando o estado em que o animal se encontra de acordo com os dados que foram



coletados, usando de áudios para informar ao usuário a temperatura do aquário.

Figura 3. Tela do Peixe Virtual (*PouFish*) (fonte: autor)

Informa ao usuário qual o horário que ele deve alimentar o peixe e trocar a água do seu aquário. Quando o tempo está se esgotando, a aplicação emite um alarme para lembrar os usuários de tais tarefas.



Figura 4. Tela de Alertas (fonte: autor)

Disponibiliza informações cruciais, em forma de texto e vídeo, para cuidar de um peixe beta, tais como: Tempo de alimentação; quantidade; horário; como a troca de água deve ser feita; temperatura ideal para o peixe e algumas curiosidades.

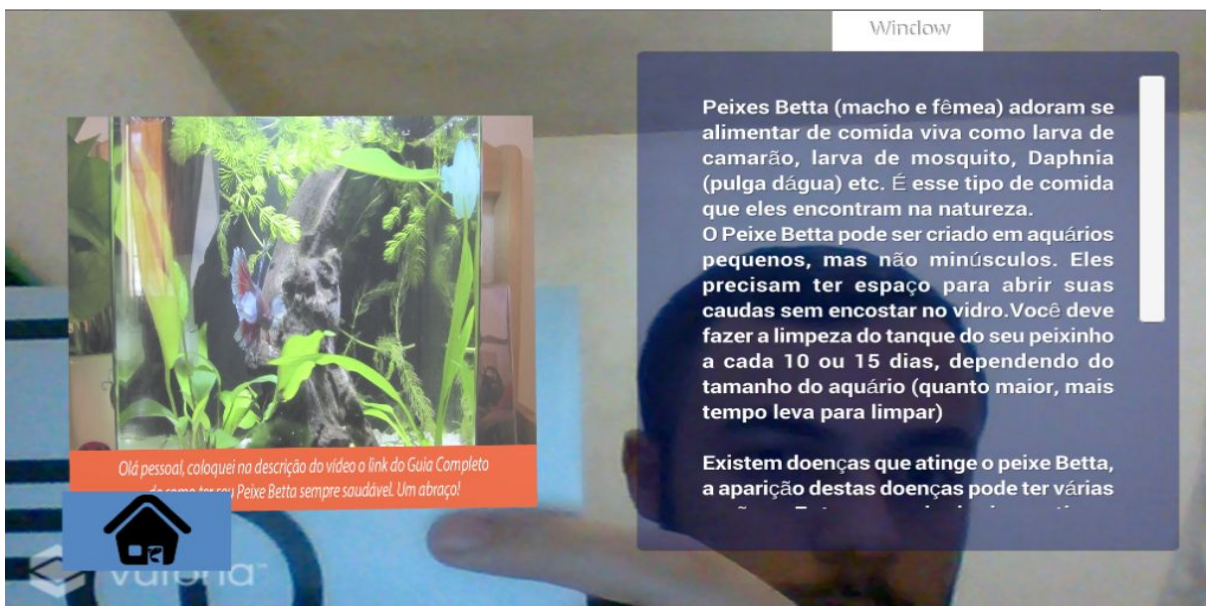


Figura 5. Tela de Informações (fonte: autor)

Busca retratar os dados dos sensores de uma forma panorâmica e analítica, disponibilizando ao usuário um gráfico sobre a temperatura do aquário de hora em hora.



Figura 6. Tela dos Gráficos (fonte: autor)

Explica o que cada uma das cenas faz.

**COMO USAR?**

- PouFish**  
Acompanhe se a temperatura da água está ideal para o peixe. Ele irá te dizer!
- Alertas**  
Saiba se está na hora de trocar a água ou alimentar o peixe. Os alarmes irão te lembrar
- Informações**  
Aprenda sobre a alimentação do peixe, troca de água, tipo de aquário ideal e muito mais
- Gráficos**  
Veja como foi a temperatura do aquário durante o dia todo com gráficos. Isso te ajuda a cuidar melhor do peixe

Figura 7. Tela Explicando a Aplicação (fonte: autor)



#### 4. METODOLOGIA DE TESTES COM USUÁRIOS FINAIS

Esta seção tem o objetivo de apresentar e analisar os resultados do teste de usabilidade aplicado a 5 crianças na faixa etária de oito a 11 anos.

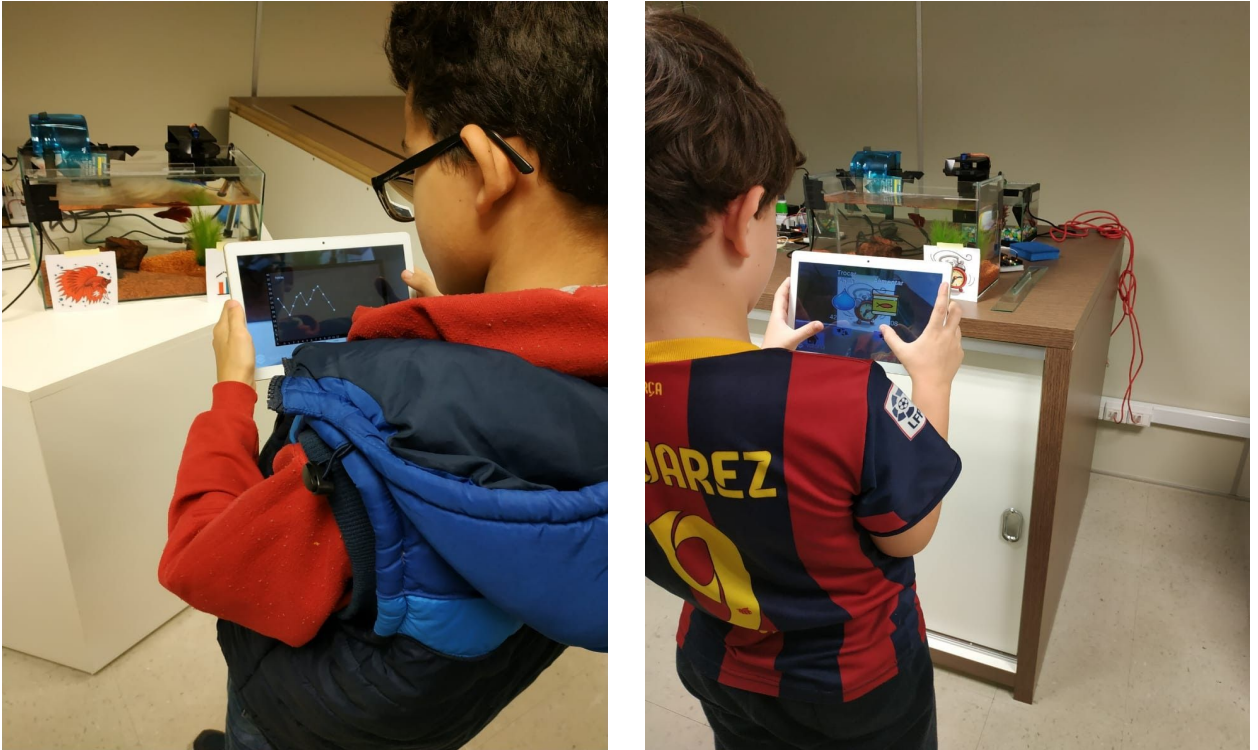


Figura 8. Crianças utilizando a Aplicação (fonte: autor)

A metodologia dos testes aconteceu em três etapas:

- Primeira etapa: As crianças responderam ao questionário de perfil e ao questionário de pré-teste, antes de usar a aplicação desenvolvida, para avaliar o conhecimento prévio que se tinha sobre os cuidados necessário para se cuidar do peixe e averiguar se tinham conhecimentos de RA.
- Segunda etapa: Foi explicado para as crianças o que é Realidade Aumentada, como o projeto funciona e, após isso, elas realizaram uma série de passos na aplicação.
- Terceira etapa: Ao concluir as tarefas supracitadas na aplicação, foi solicitado que as crianças respondessem ao questionário de pós-teste, verificando se os cuidados ensinados sobre o peixe foram adquiridos. Ao terminar os testes, foi aplicado o questionário de satisfação.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados e discussões sobre os testes realizados e explicados na seção anterior.

A seguir são apresentados os resultados obtidos na aplicação do questionário de conhecimento prévio (Figura 9) e o questionário de pós-teste (aprendizado) (Figura 10).

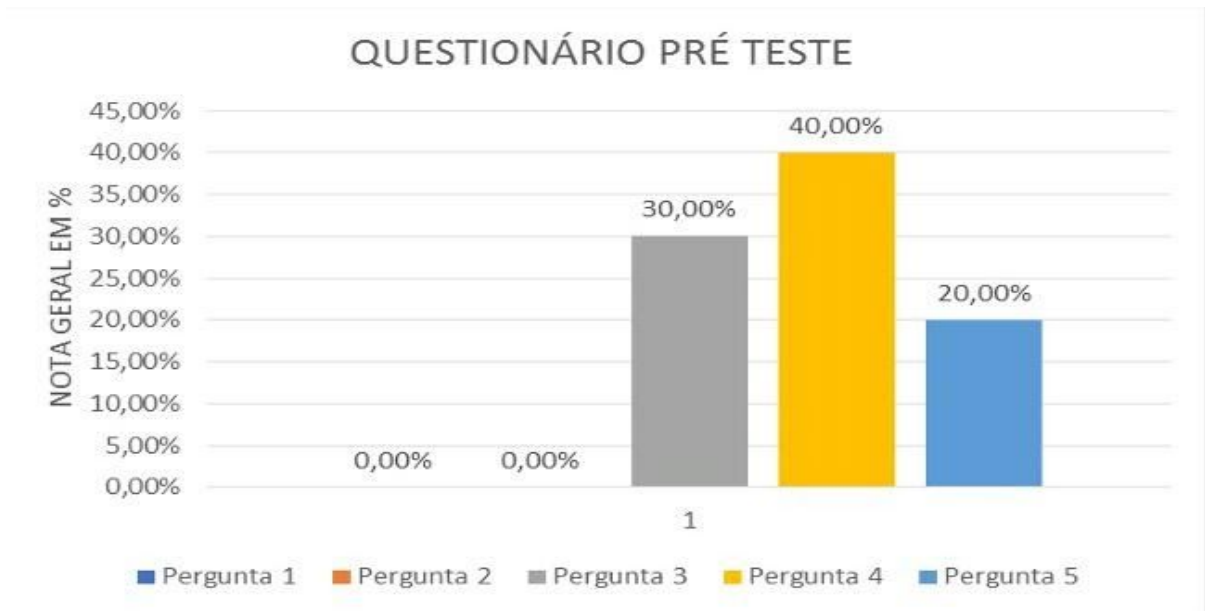


Figura 9. Média por questão dos resultados de Pré Teste (fonte: autor)

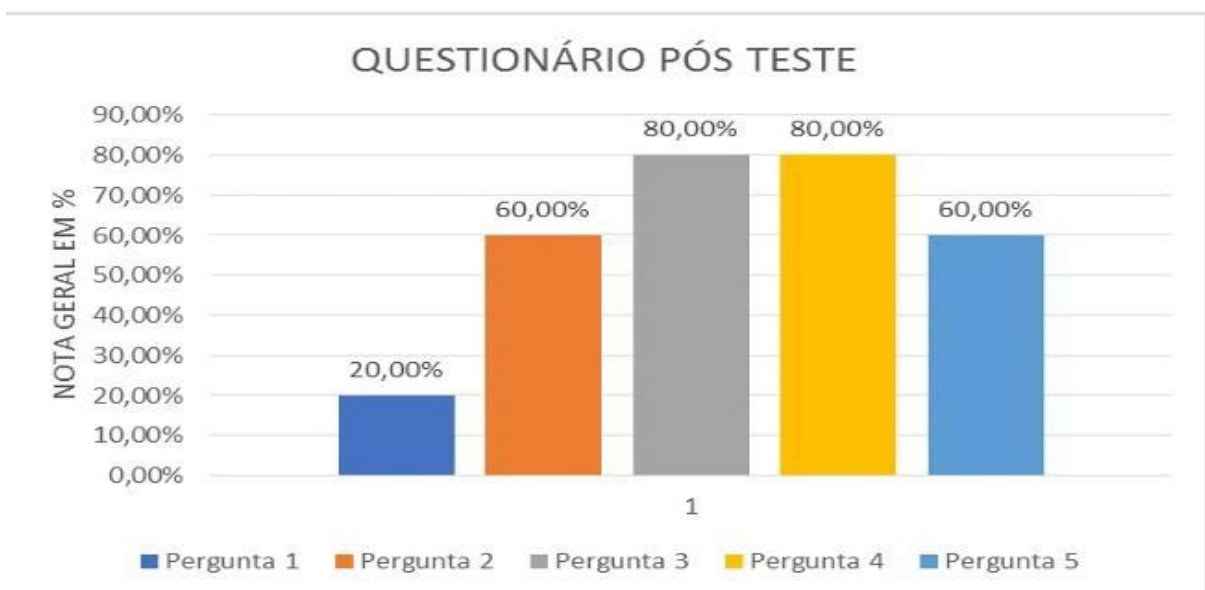
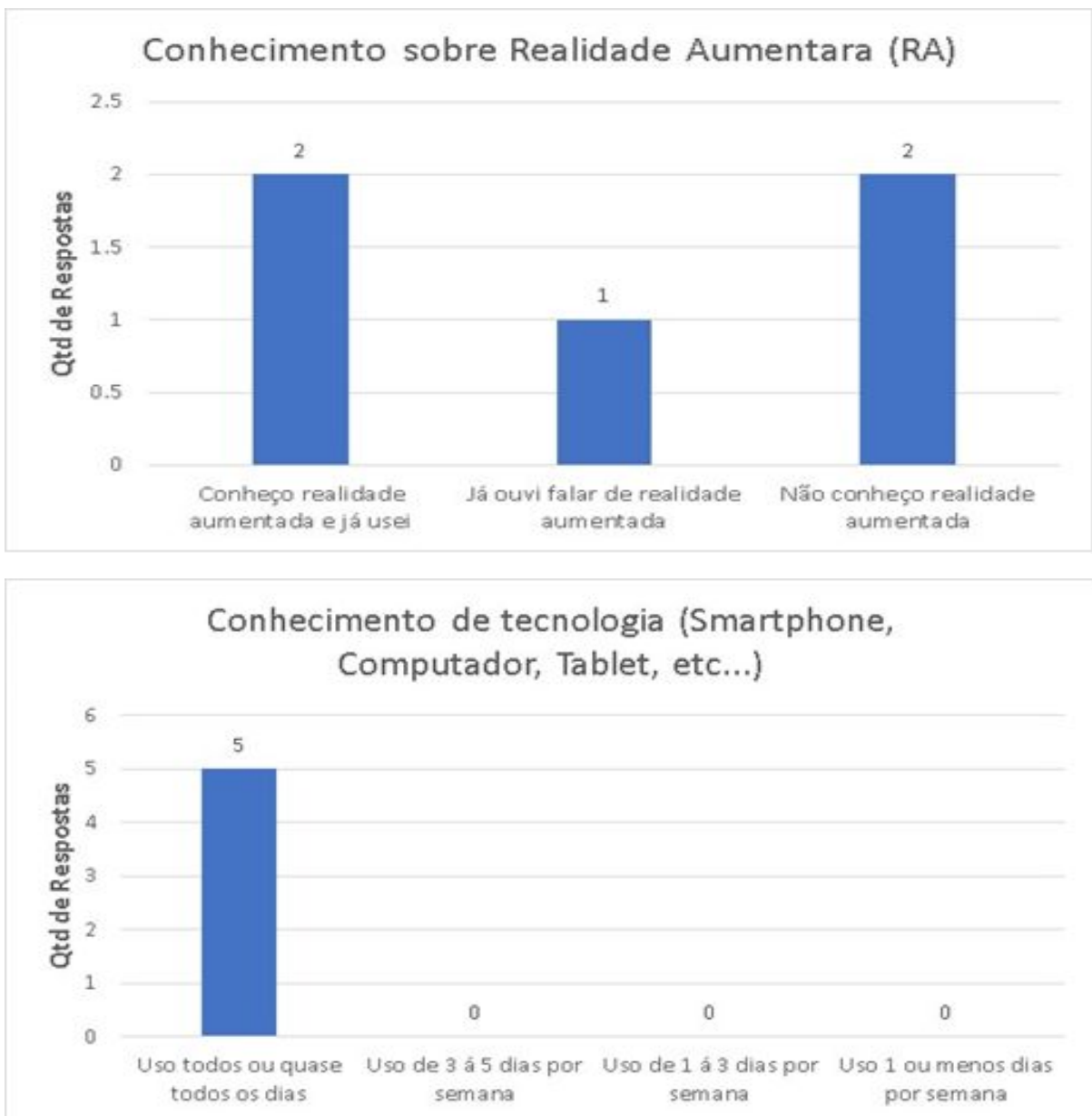


Figura 10. Média por questão dos resultados de Pós Teste (fonte: autor)

Pode-se verificar através das duas figuras supracitadas, que houve um ganho de aprendizado médio de 30% após o uso da aplicação.

Também foram coletados os dados referentes ao perfil dos usuários (Figura 11) e de satisfação (Figura 12).

Figura 11 Resultados Questionário de Perfil (fonte: autor)



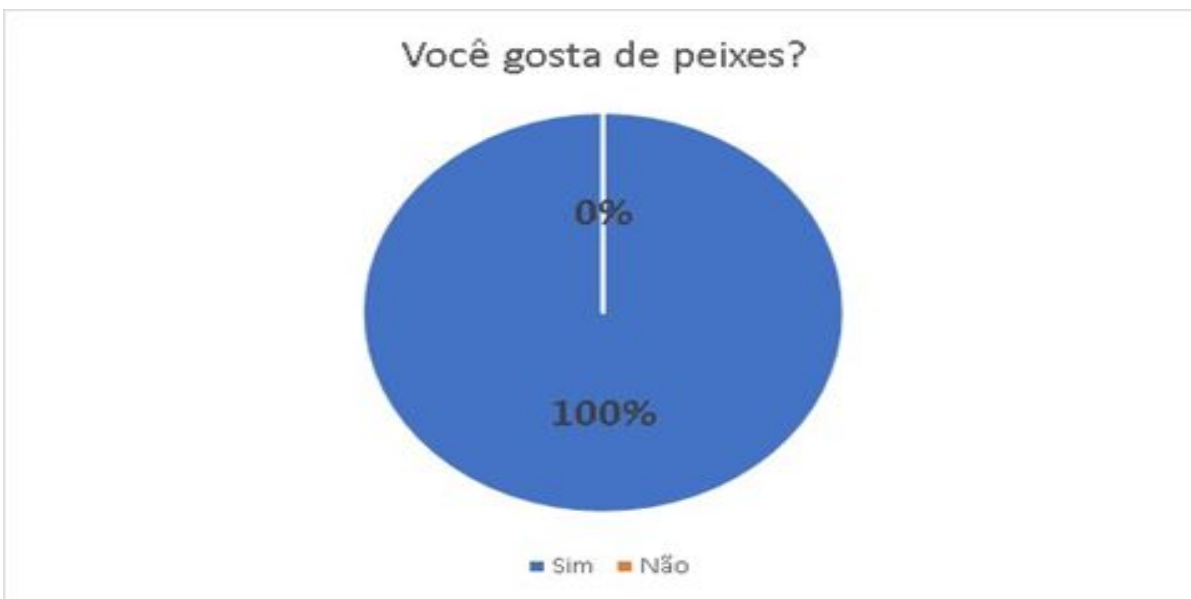
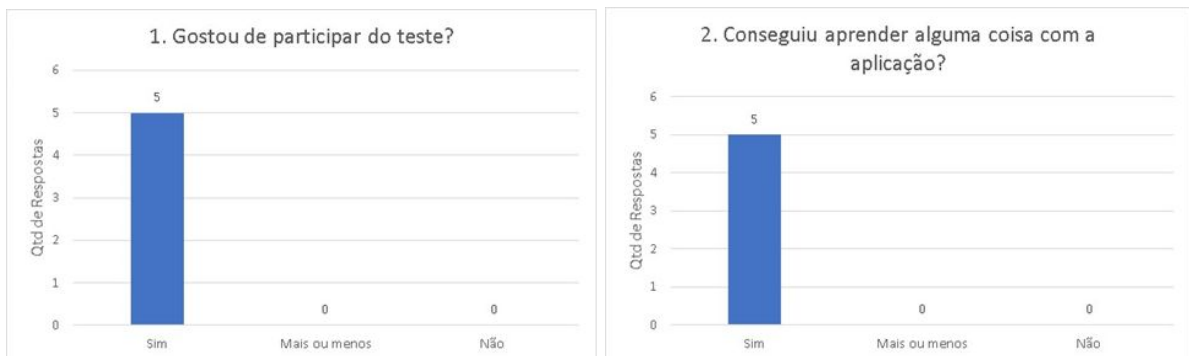
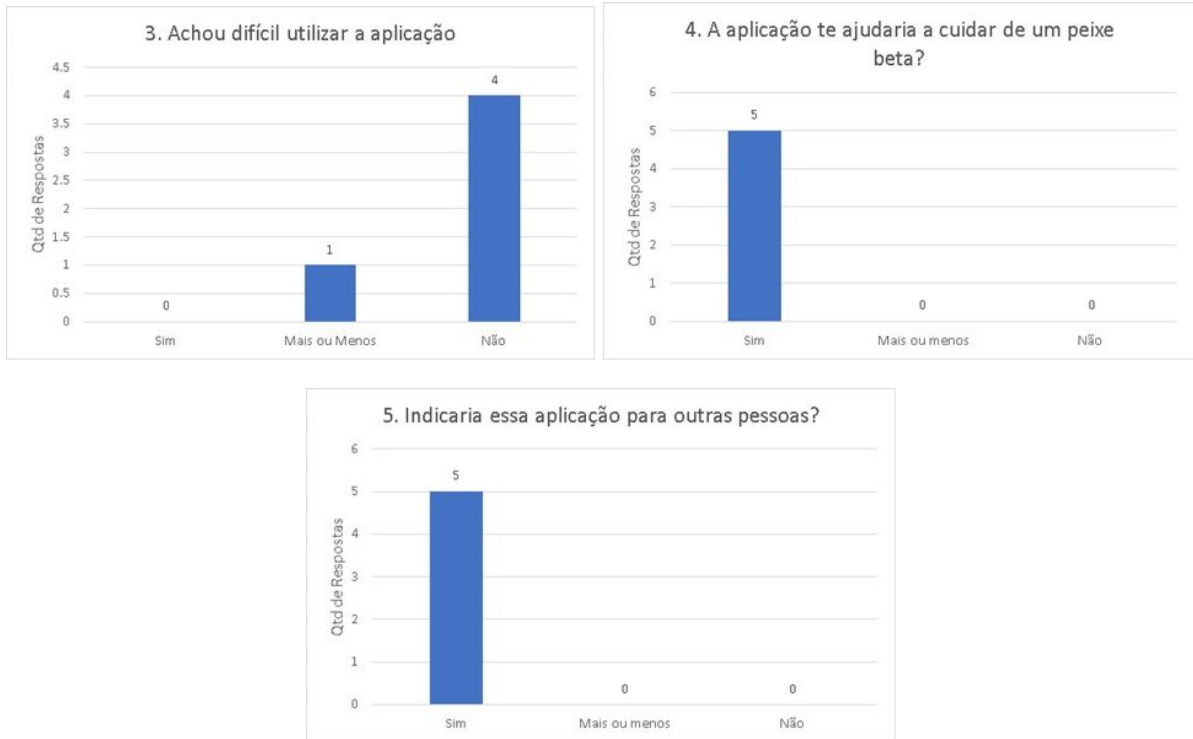




Figura 12. Resultados Pesquisa de Satisfação (fonte: autor)







A partir dos resultados obtidos, notamos que potenciais usuários finais com conhecimentos prévios diferentes com relação a jogos, realidade aumentada e outros, se sentiram confortáveis ao utilizar a aplicação, como também em suma, indicariam essa aplicação para outras pessoas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto se propôs, como objetivo geral, realizar a integração das tecnologias de RA e IoT por meio do desenvolvimento de um protótipo que coleta dados de um aquário físico. Através do uso de sensores de temperatura foi possível apresentar as informações capturadas em um ambiente de RA em forma gráfica, textual, de áudio, de vídeo como também animações em 2D.

Foram realizados testes com potenciais usuários finais (crianças) a fim de captar o aprendizado utilizando a aplicação e também para medir a satisfação destes usuários em utilizá-la. Para este conjunto de usuários, percebeu-se um ganho de aprendizado de 30% em média. Em relação à satisfação dos usuários, tem-se que os potenciais usuários finais ficaram satisfeitos com o que foi proposto para essa pesquisa, acharam a navegabilidade da aplicação simples e intuitiva, como também indicariam para outras pessoas usarem.

A maior dificuldade encontrada está relacionado à integração das várias ferramentas, principalmente por conta de suas versões. A versão utilizada da ferramenta Unity precisava ser configurada manualmente para conseguir utilizar com a ferramenta Vuforia.

Uma outra dificuldade foi ter que aprender a mexer com hardware, que não é o foco do curso, aprender uma nova linguagem de programação e seus respectivos frameworks que foram utilizados durante o projeto. Foi necessário um estudo específico para utilizar cada uma dessas tecnologias.

Essa pesquisa contribui efetivamente com as novas tendências tecnológicas e para direcionar trabalhos com temas relacionados, pois pouco conteúdo é disponibilizado sob o assunto tratado.

Como trabalhos futuros, recomenda-se:

- Criar sincronização da aplicação com o aparelho que será utilizado, de forma que os alarmes funcionem mesmo quando a aplicação estiver fechada.
- Disponibilizar aos usuários mais opções de peixes para ser cuidados, pois a versão atual foi desenvolvida para apenas um tipo de peixe (Betta), assim como a criação de outros ambientes tridimensionais.
- Adicionar jogos educativos para que os usuários (crianças) consigam aprender mais sobre os cuidados necessários de forma recreativa.
- Expandir a variação dos sensores. como por exemplo, sensores de luminosidade e sensores de PH.
- Utilizar esta solução para problemas reais de controles ambientais e de facilitação de visualização dos dados gerados pelos sensores.

## 7. REFERÊNCIAS

New Media Consortium. (2012). NMC horizon project short list: 2013 higher education edition.

Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & Ma<sup>3</sup>cIntyre, B. (2001). *Recent advances in augmented reality*. NAVAL RESEARCH LAB WASHINGTON DC.

Dadald, E. P. (2015). Aplicação de realidade aumentada no ensino.

Bryson, S. (1993). Knowledge-Based Augmented Reality. *Communications of the ACM*, 26(7), 56-62.

MANCINI, M. (2017). Internet das Coisas: História, conceitos, aplicações e desafios. *PMI Capítulo São Paulo, São Paulo*, 4-5.

Albertin, A. L., & de Moura Albertin, R. M. (2017). A internet das coisas irá muito além as coisas. *GV-executivo*, 16(2), 12-17.

Evans, D. (2011). A Internet das Coisas: como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. *CISCO IBSG*.

Kotonya, G., & Sommerville, I. (1998). *Requirements engineering: processes and techniques*. Wiley Publishing.

Bergamaschi, M. P., Bergamaschi, M. D. N. F. D., de Moraes Ribeiro, M., Lião, G. B. G., Palomanes, L. M., & dos Santos, M. H. P. O Ensino Básico com o apoio das ferramentas Vuforia e Unity para incentivar os estudos e melhorar o aprendizado.

**Contatos:**

**Aluno:** Daniel Dantas Vieira

<[dvieira.dantas98@gmail.com](mailto:dvieira.dantas98@gmail.com)>

**Orientadora:** Valéria Farinazzo Martins

<[valeria.farinazzo@mackenzie.br](mailto:valeria.farinazzo@mackenzie.br)>