

# Relatório de Atividades

Bolsa de Iniciação Científica CNPq

## 1. Identificação

### 1.1. Dados de Identificação do Projeto

**Título do Projeto:** Emulação de Torque em Ambientes de Realidade Virtual

**Vigência da Bolsa:** 01/08/2018 a 28/02/2019

**Período do Relatório:** 01/08/2018 a 28/02/2019

**Orientador:** Prof. Dr. Anderson Maciel

### 1.2. Dados de Identificação do Bolsista

**Nome:** Gabriel de Souza Seibel

**Vínculo Acadêmico:** UFRGS - Graduando em Engenharia de Computação

**CPF:** 872.043.550-91

## 2. Introdução

Interações entre usuários e ambientes de realidade virtual se baseiam, atualmente, em informações visuais e auditivas. O usuário, com a tecnologia de rastreamento atual, é capaz de manipular objetos virtuais através do uso de controles como o do HTC VIVE. Contudo, esse modelo deixa a desejar quanto ao potencial de imersão e realismo, pela falta de estímulos hápticos com os quais os humanos estão acostumados.

O projeto em questão tem como objetivo enriquecer interações com ambientes de realidade virtual através da criação de um acessório para o controle do HTC VIVE que provoca no usuário a impressão de que objetos manipulados causam torque em suas mãos (como acontece naturalmente na realidade). O uso do dispositivo proposto tem potencial não somente aumentar a imersão dos usuários, mas também de proporcionar manipulações mais precisas.

O efeito de torque sobre a mão humana é atingido pelo deslocamento do centro de massa do acessório fixado ao controle que o usuário segura. Para tanto, o funcionamento do dispositivo é baseado em dois motores que giram e deslocam, nos limites de um hemisfério, uma haste com a ponta pesada.

### 3. Materiais e Métodos

O desenvolvimento do projeto se deu em etapas distintas; cada uma será abordada a seguir, aproximadamente em ordem cronológica. O progresso da implementação foi constantemente reportado e discutido com o professor orientador, de modo que passos seguintes pudessem ser estabelecidos de maneira eficiente e com segurança.

#### 3.1. Definição e Modelagem do Problema e da Solução

Em um primeiro momento, foi necessário definir precisamente qual seria a motivação e o objetivo do projeto. O produto foi imaginado de maneira relativamente precisa, e sua especificação de funcionamento foi definida em vários aspectos. A interação entre motores e o ambiente virtual foi minuciosamente planejada, evidenciando as ferramentas, as abstrações e os cálculos matemáticos a serem empregados na implementação do objetivo principal (a emulação de torques causados por objetos que o usuário segura).

Nesta etapa, foram elencados itens essenciais para a realização do projeto: dois servos motores, um simulador na plataforma Unity, uma placa Arduino (para controle dos servos e comunicação com a Unity) e uma “presilha” para acoplar os servos e a placa no controle do HTC VIVE de forma modular e prática (este item seria confeccionado no laboratório com o auxílio de uma impressora 3D).

#### 3.2. Estudo de Trabalho Prévio e Ferramentas

Com o problema e a solução mais precisamente delineados, partiu-se para o estudo de um trabalho prévio de outra bolsista no mesmo projeto. Esta etapa foi importante pela identificação de ferramentas auxiliares que poderiam ser utilizadas para facilitar o desenvolvimento. Mais precisamente, foi entendido que a maneira mais prática de integrar a placa Arduino com a Unity seria usando um plugin que a bolsista havia prospectado e explorado - chamado ARDUnity.

Em seguida, alguns dias foram dedicados ao aprendizado do uso da Unity, através de vídeos tutoriais e implementações de jogos e simulações simples. Houve, concomitantemente, familiarização com a linguagem de programação C#, empregada para a criação dos projetos de estudo. Mais adiante, o plugin SteamVR foi testado e explorado para que houvesse a integração do HTC VIVE com a simulação a ser implementada. Também foi atestado o funcionamento do plugin ARDUnity, comprovando a comunicação efetiva entre o software e o microprocessador da placa.

## 3.3. Hardware

### 3.3.1. Circuito Elétrico

A fim de proporcionar o funcionamento correto, seguro e performaticamente satisfatório dos servos motores, foi necessário elaborar um circuito elétrico simples envolvendo esses componentes, o Arduino e baterias. O circuito originalmente foi imaginado sobre uma placa de prototipação (documentado utilizando o software Fritzing, como mostra a Figura 1), mas em iterações posteriores alguns fios foram soldados e arranjados de forma que a *protoboard* não fosse mais necessária.

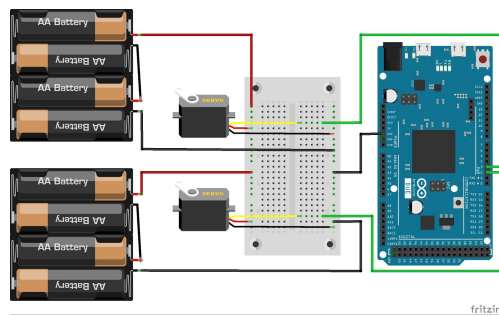


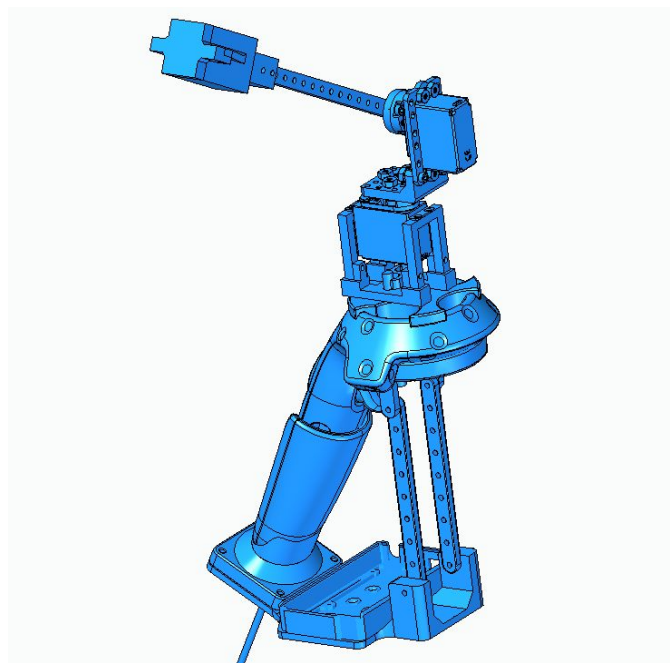
Figura 1 - Protótipo de circuito no software Fritzing.

Também foi explorado o funcionamento de um componente eletrônico que provesse comunicação sem fio entre o Arduino e o computador onde é executada a simulação, para ser usada em vez da comunicação por cabo USB. Apesar de atestado o funcionamento do novo meio de comunicação, o desenvolvimento dessa funcionalidade foi postergado devido a impossibilidade de integração do módulo com a Unity em um curto espaço de tempo sem que fosse paga uma taxa pelo serviço do plugin ARDUnity.

### 3.3.2. Peças Rígidas - Impressora 3D

Tendo pronta a integração entre os motores e o software, era chegado o momento de criar partes rígidas que tornassem o produto integrável ao controle do VIVE. A modelagem das peças foi realizada no software Solid Edge (como mostra a Figura 2), após uma etapa de aprendizado do uso da ferramenta através de vídeos e tutoriais práticos. Dificuldades e dúvidas pontuais do uso do programa (e futuramente da impressora 3D) foram resolvidas recorrendo ao auxílio de um mestrando do laboratório que possuía experiência na área.

Em um primeiro momento, foram modeladas partes para fixar um motor ao outro, associando seus eixos de rotação de modo que a haste pudesse ser girada até qualquer ponto de uma semi-esfera imaginária (possibilitando o deslocamento do centro de massa do sistema). Em seguida, em uma segunda etapa, foi projetada uma presilha para acoplar os sistema haste-motores e o Arduino ao controle do HTC VIVE, etapa que demandou maior empenho e tempo de dedicação do que a primeira.



*Figura 2 - Protótipo no software de modelagem Solid Edge.*

A medida que as peças eram definidas, projetadas e integradas em software, tornava-se possível imprimi-las no laboratório com a impressora 3D. Ambas as etapas tiveram numerosas iterações e mudanças, a fim de proporcionar um produto adequado aos requisitos funcionais e não-funcionais do projeto. Contudo, ao mesmo tempo constantemente visava-se minimizar custos de materiais de impressão e de energia elétrica pelo uso da impressora.

### 3.4. Software

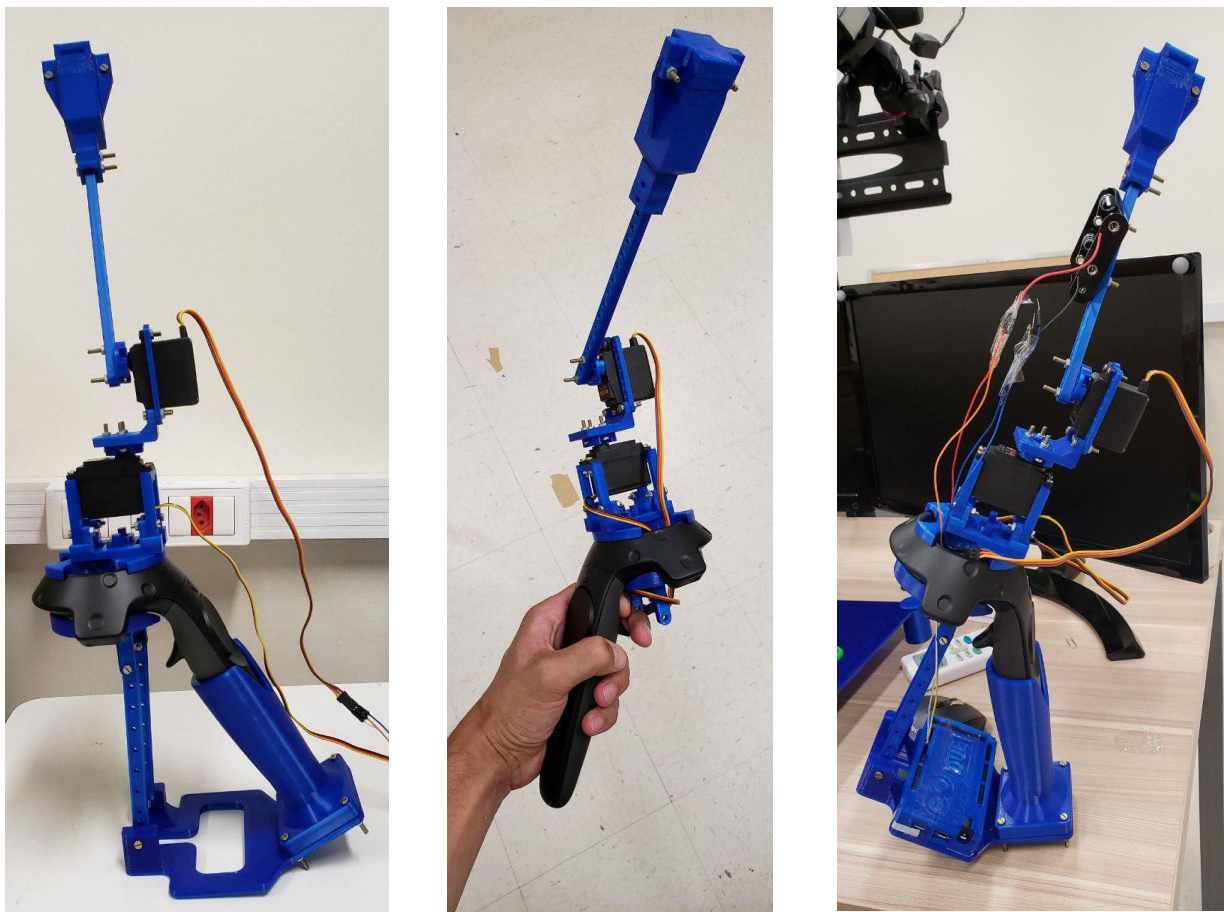
Seguindo boas práticas de implementação e possibilitando melhor organização no projeto, utilizou-se um repositório Git para manejo de versionamento e armazenamento remoto, disponível em <https://github.com/gabrieelseibel1/VRTorqueFeedback>. O funcionamento do software é explicado mais detalhadamente no arquivo README.md do repositório, a fim de que futuros colaboradores possam se familiarizar rapidamente com o projeto e a solução empregada. Contudo, vale ressaltar aqui alguns pontos chave da implementação.

Utilizando os cálculos elaborados no início do desenvolvimento do projeto, o programa é capaz de identificar em que posição a haste pesada deve ser posicionada para emular fielmente o torque esperado por segurar um objeto. O cálculo considera as posições e rotações da mão do usuário e do objeto virtual, juntamente com a massa do objeto. A posição desejada da haste é então considerada para o posicionamento dos motores, que são abstraídos por cilindros virtuais que tem sua rotação alterada pelo programa e mapeada para os servos pelo ARDUnity. Posteriormente, foram adicionadas novas funcionalidades como a neutralização do torque quando nenhum objeto está sendo manipulado.

## 4. Resultados

Durante o período da bolsa de iniciação científica, foi desenvolvido, do início, um produto integrando hardware e software. O protótipo, mostrado na Figura 3, consegue exercer torque sobre a mão do usuário de modo satisfatório, além de ser acoplado ao HTC VIVE com mobilidade e segurança adequadas. É destacado o potencial uso do acessório para pesquisas científicas relacionadas a imersão e performance em atividades em ambientes virtuais, além da possibilidade da criação de extensões e aprimoramentos (como o uso do módulo wifi/wireless) que podem torná-lo mais apelativo para, entre outros fins, até comercialização.

Houve, mais do que qualquer outro ganho, aprendizado. Familiaridade com tecnologias de criação de jogos/simuladores e de peças rígidas e prática de integração entre hardware e software, além de experiência acadêmica (particularmente na interessantíssima área de háptica) foram fortes pilares de desenvolvimento pessoal construídos ao longo do desenvolvimento do projeto.



*Figura 3 - O protótipo acoplado ao controle do HTC VIVE.*