

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
ESCOLA POLITÉCNICA  
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**RODRIGO D. MUSA**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO INTEGRADOR  
PROJETO BEE SKELETON**

**CURITIBA  
2015**

**RODRIGO D. MUSA**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO INTEGRADOR  
PROJETO BEE SKELETON**

Relatório de Projeto apresentado ao Curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para a disciplina de Resolução de Problemas em Engenharia 1.

Orientador: Prof. MSc Afonso Ferreira Miguel

**CURITIBA**

**2015**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Pontifícia Universidade Católica do Paraná -PUCPR por fornecer toda a estrutura para a realização do projeto. Agradeço ao professor MSc Afonso Ferreira Miguel por ter disponibilizado sua atenção, suporte e apoio durante o desenvolvimento do trabalho. Agradeço também à todos os mentores que tanto me ensinaram durante minha jornada acadêmica e profissional.

Meu agradecimento especial a minha namorada que auxiliou durante todas as etapas do projeto.

## RESUMO

Este projeto consiste na confecção de um periférico conceito para smartphones que interpreta o movimento de um braço de maneira natural. Esse peculiar objetivo surgiu pelo advento da realidade virtual para smartphones e a dificuldade de interação em linguagem natural com o ambiente imersivo. A corrida da realidade virtual começou em agosto de 2012, quando a Oculus Rift reviveu um conceito há muito tempo esquecido para indústria de jogos. Em seguida surgiram iniciativas próximas com diferentes abordagens, como o Durovis Dive, o Google Cardboard e a Beenoculus, que utilizam smartphones e seus sensores para imersão baseado em realidade virtual. Com o uso de smartphones para realidade virtual, existe a dificuldade da compatibilidade de periféricos para esta plataforma. O protótipo construído é uma simplificação do que este projeto pode significar. Com a captação de apenas um eixo de rotação e a abertura e fechamento de uma mão, esse projeto prova um conceito escalável com utilizações em entretenimento, medicina e educação.

**Palavras-chave:** Smartphones. Virtual. Periférico.

## **ABSTRACT**

This project consists of a smartphone concept peripheral that reads and process the movement of the arm in a natural way. This objective is motivated by the rise of the virtual reality in smartphones and the difficulties of natural interactions inside an immersive environment. In August 2012, Oculus Rift started up a Virtual Reality race by reviving the long forgotten concept of immersion in the game industry. After that many others came up with different approaches on VR, like Durovis Dive, the Google Cardboard and Beenoculus, that uses smartphones and its sensors for a budget solution. But a great problem comes with smartphones: the lack of peripherals. This prototype is a simplification of what it can really mean. With just one axis of rotation and the opening and closing of the hand, this project proves a scalable concept with several uses in entertaining, health and education.

**Key-words:** Smartphones. Virtual. Peripheral.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- POWER GLOVE (FONTE: PLAYER ATTACK).....	10
FIGURA 2- CONTROL VR (FONTE: CONTROL VR).....	10
FIGURA 3- SENSOR CAPACITIVO (FONTE: CATALEX).....	11
FIGURA 4- GOOGLE IOIO (FONTE: SEEDSTUDIO).....	12
FIGURA 5- FOTO DA ESTRUTURA MONTADA.....	14
FIGURA 6- DIAGRAMA ELÉTRICO.....	15
FIGURA 7- DIAGRAMA FUNCIONAL.....	16

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – MATERIAIS MECÂNICOS E CUSTOS.....	13
TABELA 2 – MATERIAIS ELETRÔNICOS E CUSTOS DO PROJETO.....	13

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
VR	Virtual Reality
RoHS	Restriction of Certain Hazardous Substances
NES	Nintendo Entertainment System
RTS	Real Time Strategy
OS	Operational System

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>HISTÓRICO DO PROJETO.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>ESTADO DA ARTE.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>SENSOR CAPACITIVO DE TOQUE E POTENCIÔMETRO.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.1</b>	<b>SENSOR CAPACITIVO DE TOQUE .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.1</b>	<b>POTENCIÔMETRO .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2</b>	<b>GOOGLE IOIO.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO ANDROID E UNITY3D.....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>O PROJETO.....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>19</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>20</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

O projeto Bee Skeleton é um periférico para smartphones que capta rotação, abertura e fechamento da mão. Seu propósito é ser utilizado juntamente com aplicações de realidade virtual, para assim, gerar uma experiência de interação mais natural para o usuário.

### **1.1 HISTÓRICO DO PROJETO**

O projeto foi elaborado e desenvolvido pelo acadêmico Rodrigo Dartora Musha, que atualmente trabalha com realidade virtual, e identificou o problema da interação. Com o intuito de empregar o dispositivo em várias áreas, o planejamento do projeto foi baseado nas possíveis possibilidades de uso, na qual o aluno conclui que os meios mais viáveis estariam relacionados à jogos de entretenimento, parte medicinal como a fisioterapia e em treinamentos práticos na área de educação.

### **1.2 OBJETIVOS**

#### **1.2.1 Objetivo Geral**

Facilitar a interação do usuário com uma aplicação desenvolvida no smartphone, apresentando uma leitura específica dos dados de movimentação do braço e exibindo de maneira gráfica na tela. Por limitações de complexidade mecânica o movimento do braço será analisado de forma simplificada devido aos recursos limitados.

#### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos do trabalho estão representados da seguinte forma:

- a) Ler um eixo de rotação do braço através de um potenciômetro;
- b) Ler a abertura e fechamento da mão através de um sensor de toque capacitivo;
- c) Transmitir a leitura para o smartphone via bluetooth;
- d) Interpretar os dados de forma gráfica no smartphone;

## 2 ESTADO DA ARTE

Existem projetos semelhantes para diferentes plataformas e de épocas distintas. Uma das empresas pioneiras nesse ramo, foi a Nintendo, que no ano de 1989 desenvolveu a Power Glove para o NES.

A Power Glove (figura 1) utilizava sensores de flexão em uma luva para ler os movimentos individuais de cada dedo, e um controle no antebraço com botões para notificarem o dispositivo. Devido a sua dificuldade de uso na época, o produto não obteve sucesso e devido a isto, passou a ser descontinuado.

Hoje existem alguns projetos que visam captar movimentos dos braços e das mãos como inputs. Vale ressaltar que a Peregrine Glove, foi utilizada por jogadores profissionais de jogos RTS para simplificar sequências complexas. Outro periférico de destaque é a Keyglove, que pode ser utilizada para controlar um computador de diversas maneiras, inclusive a entrada de texto e controle de mouse.

Para realidade virtual existe a Control VR (figura 2), que são luvas para serem utilizadas em conjunto com o Oculus Rift. Este periférico permite interação natural em VR, porém não é compatível com smartphones.



Figura 1- Power Glove (Fonte: Player attack)



Figura 2- Control VR (Fonte: Control VR)

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para realização do projeto Bee Skeleton foram necessários os seguintes conhecimentos:

1. Funcionamento de equipamentos a base e sensores de toque capacitivo e potenciômetro;
2. Funcionamento da Placa Google IOIO;
3. Desenvolvimento Android e Unity3D;

#### 3.1 SENSOR CAPACITIVO DE TOQUE E POTENCIÔMETRO

##### 3.1.1 SENSOR CAPACITIVO DE TOQUE

Sensores capacitivos de toque, funcionam por mudança da capacitância entre seus terminais quando uma pessoa toca sua região sensível. Durante o toque, o dedo torna-se uma das armaduras do capacitor. Geralmente, essa capacitância é utilizada em um oscilador e observa-se a frequência para determinar o toque.



Figura 3 – Sensor capacitivo (Fonte: Catalex)

##### 3.1.2 POTENCIÔMETRO

É um componente eletrônico de resistência elétrica ajustável. Geralmente possui três terminais nos quais a conexão central é deslizante. Para determinar eletricamente esta mudança, utilizamos os três terminais como um divisor de tensão, aplicando uma tensão entre os terminais das pontas e medindo o terminal central.

### 3.2 GOOGLE IOIO

O Google IOIO, pronunciado “yo-yo”, é uma placa que integra interface externa de hardware com dispositivos Android. Ela consiste de um PIC24F e uma interface eletrônica que gera sua característica mais marcante, na qual ela não necessita da presença de um programador externo pelo fato de ser controlado apenas por aplicativos Android desenvolvidos na plataforma Java. Ela possui comunicação por padrão USB com os dispositivos Android, porém, pode ser programada para funcionar através da utilização de um adaptador bluetooth.

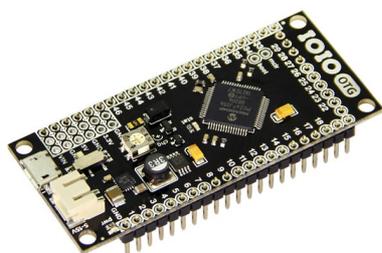


Figura 4 – Google IOIO(Fonte: Seedstudio)

### 3.3 DESENVOLVIMENTO ANDROID E UNITY3D

Android é um sistema operacional mobile baseado no kernel do Linux e desenvolvido pela Google. No geral, as aplicações nativas são desenvolvidas em plataforma Java, mas podem apresentar características escritas em C e C++ com as devidas ferramentas. O sistema Android é baseado em open-source, e hoje, cerca de 71% dos desenvolvedores mobile tem seu foco principal neste OS.

Unity3D é um game engine multiplataforma desenvolvida pela Unity Technologies e é amplamente utilizada para diversos tipos de aplicação 3D. A sua versão atual é gratuita, porém, ela funciona sob condições específicas e já está em sua quinta versão atualizada.

A Unity3D já cria aplicativos Android sem a necessidade de utilização da plataforma Java, mas para ser aplicado neste projeto, foi preciso realizar a integração dos dois métodos de desenvolvimento. Para trabalhar com plug-ins nativos dentro do Unity3D, é indispensável escrever uma classe Java que

implemente um segmento criado pela Unity, pois assim será possível exportar a sua classe como um JAR para dentro do seu projeto.

## 4 METODOLOGIA

Para realização desse projeto, utilizou-se a placa IOIOMint, um potenciômetro e um sensor de toque capacitivo. Para programação do aplicativo e do controle foram utilizados os softwares Eclipse para finalidades relacionadas a plataforma Java e o software Unity3D pelo fato de apresentar interface gráfica. Ambas plataformas apresentam a característica de serem gratuitas e flexíveis, funcionando normalmente em Windows 8.1. A parte de construção da estrutura mecânica foi realizada através da utilização de uma tala ortopédica, madeira MDF, lixa, percevejo latonado e fita de tecido elástico.

### 4.1 MATERIAIS MECÂNICOS

Material	Preço
Madeira MDF	R\$ 15,00
Tala ortopédica	R\$ 30,00
Fita de tecido elástico	R\$ 2,50
Percevejo latonado	R\$ 2,40
Lixa	R\$ 0,10
Total	R\$ 50,00

Tabela 1 – Materiais mecânicos e custos

### 4.2 MATERIAIS ELETRÔNICOS

Material	Preço
Google IOIOMint	R\$ 100,00
Potenciômetro	R\$ 1,00
Sensor de toque	R\$ 15,00
Total	R\$ 116,00

Tabela 2 – Materiais eletrônicos e custos

## 5 O PROJETO

O projeto Bee Skeleton irá digitalizar a rotação do braço em um eixo através da captação dos movimentos de abertura e fechamento da mão. O potenciômetro irá ler o processo de rotação e sensor de toque identificará o processo de abertura da mão.

### 5.1 O PROJETO MECÂNICO

O potenciômetro fica preso ao antebraço pela estrutura da tala presa a madeira. Um elástico é preso ao potenciômetro através de um percevejo latonado fixado em uma lixa, demonstrando os possíveis movimentos do braço. Após a conclusão destas etapas, o elástico envolve o corpo do usuário a fim de demonstrar os possíveis processo de contração dos músculos situados na região do braço. Ao rotacionar o braço, a lixa fornece a possibilidade de movimento periférico, girando em torno do eixo. O sensor é costurado na tala de sustentação da estrutura de madeira e fica localizado em cima da palma da mão.

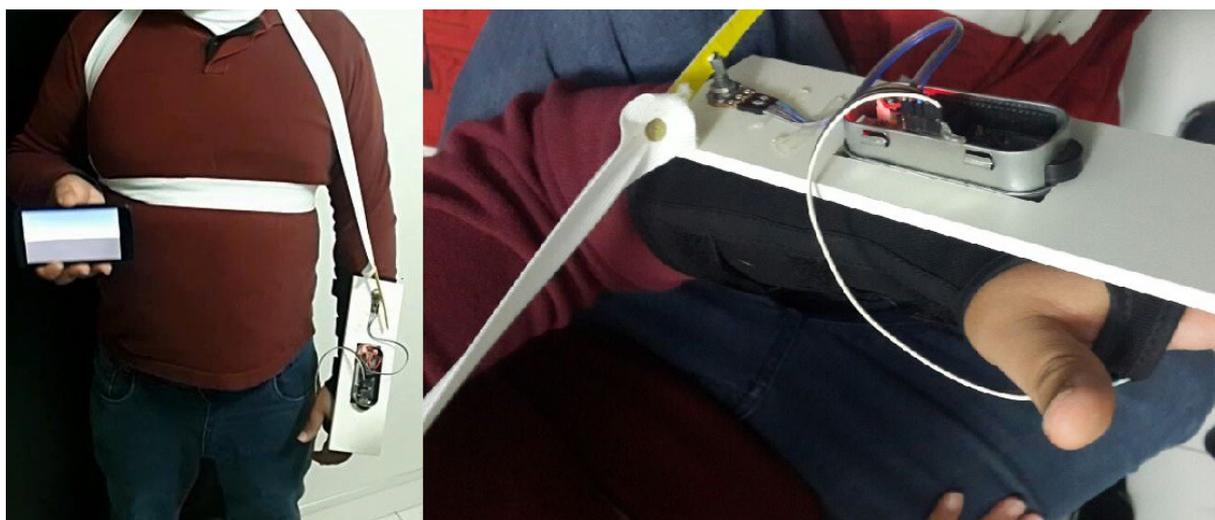


FIGURA 5 – Foto da estrutura montada.

## 5.2 O PROJETO ELETRÔNICO

O potenciômetro está ligado ao Google IOIO e é aplicada uma diferença de potencial nos terminais nas extremidades, na qual o central é conectado a uma entrada analógica. Através desta interligação de polos, o sensor é alimentado pela placa e sua saída é ligada a uma entrada digital.

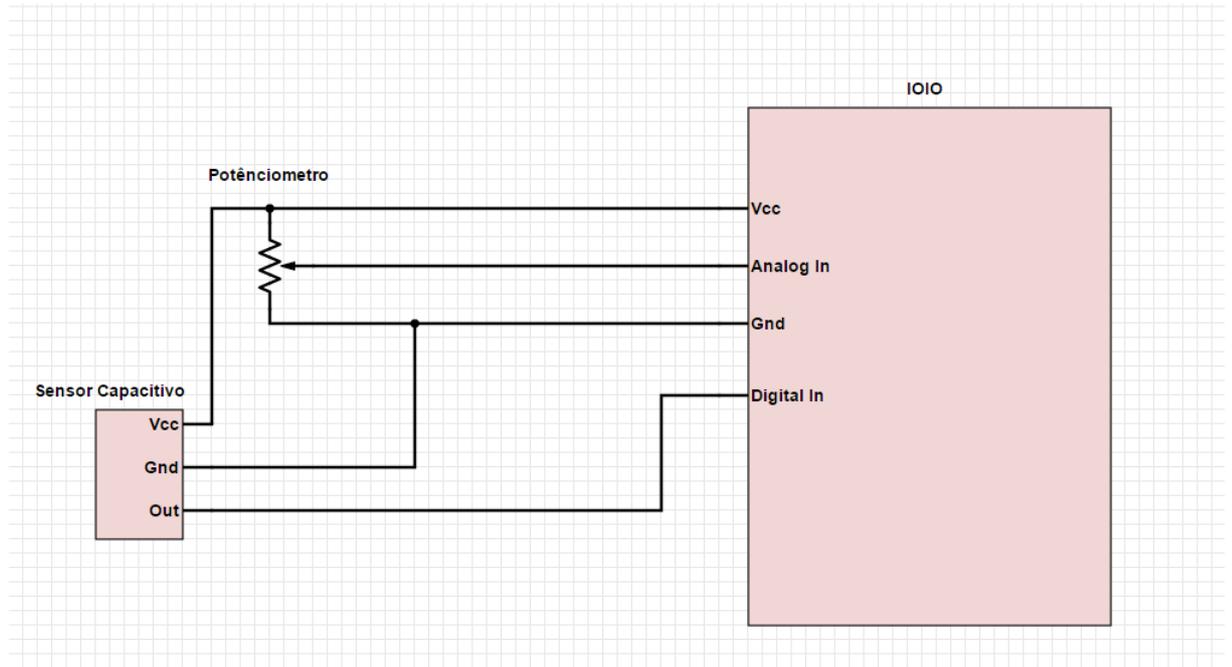


FIGURA 6 – Diagrama elétrico

## 5.3 O PROJETO DE SOFTWARE

Foi escrito um plugin em Java que estende a Unity Activity e reimplementa alguns métodos a IOIO Activity. Esse plugin possui funções públicas que retornam a leitura do potenciômetro e do sensor. Então esse plugin é compilado em um JAR e importado no Unity3D. Lá escreveu-se um script em C# que determina as funções da plataforma Java e aplica a rotação e distorção em um cilindro no aplicativo de teste.

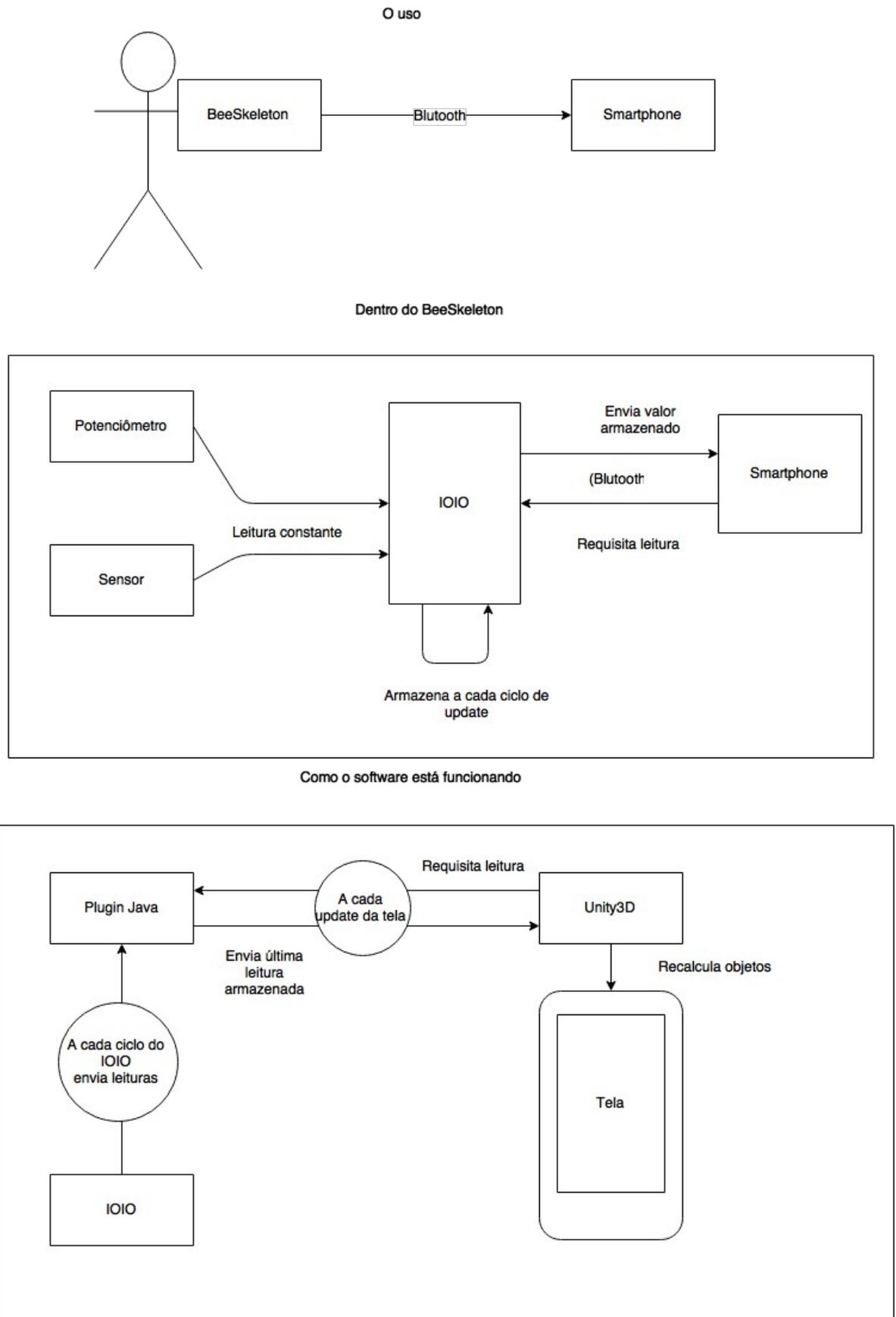


FIGURA 7 – Diagrama funcional

## **6 RESULTADOS**

Um dos integrantes da equipe ausentou-se da matéria por motivos de força maior, e devido a isto, o projeto foi desenvolvido somente por um integrante. Conforme o projeto foi sendo construído, complexidades mecânicas foram surgindo e foi necessário adaptar constantemente diversos fatores desde sua concepção, no qual era composto por uma peça mecânica articulada que veio a ser substituída por uma peça mecânica fixa e uma fita elástica. O tempo de resposta do movimento não foi dimensionado, mas por observação empírica foi possível concluir que o equipamento seria eficiente. Um aplicativo mais complexo não foi desenvolvido devido a falta de tempo hábil para a sua execução.

## **7 IMPACTO AMBIENTAL**

Um fator interessante a ser analisado, está ligado a maneira de carregar a bateria do Bee Skeleton. O procedimento ideal seria baseado na utilização do mesmo carregador confeccionado para celulares Android, através do cabo micro USB, para evitar a geração de lixo eletrônico. Se todos dispositivos eletrônicos utilizassem o mesmo tipo de carregador, haveria uma produção reduzida de diversos tipos de carregadores e conseqüentemente, menos acúmulo de resíduos eletrônico. Outra preocupação constante está relacionada ao método de utilização de materiais livres de chumbo para poderem ser comercializados pelo mundo todo, pois na Europa, existe a RoHS, uma diretiva que proíbe o uso de materiais nocivos em qualquer tipo de equipamento que pertença ao setor eletrônico. Através de cuidados específicos com materiais de sua composição final, seria possível destinar as peças para os processos de reciclagem, a fim de serem reaproveitadas, assim, haveria uma diminuição significativa sobre o impacto ao meio ambiente.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de captura natural do movimento foi provado com sucesso neste protótipo. Porém, através das dificuldades encontradas, constatou-se que o potenciômetro não seria uma das melhores soluções para capturar a rotação do braço. Para futuros estudos, é possível analisar as possibilidades de utilização de sensores de flexão, sensores de movimento como giroscópio e acelerômetro ou até mesmo eletrodos musculares. Todas as possibilidades são interessantes e merecem um estudo a parte. Estes aparelhos não foram implementadas durante este projeto devido a falta de tempo e recursos. Porém, a praticidade dos seus usos é clara quando se pensa em diversas áreas. Nos setores relacionados a saúde, pode-se utilizar um periférico para os segmentos de fisioterapia e terapia ocupacional, pois nestes tratamentos, o uso da realidade virtual e um controle sensorial podem ser aplicados para diminuir a repetitividade, medição e correção constante de movimentos. Em entretenimento, a aplicação em jogos seria baseado em simuladores, e finalmente, na área educacional, o conceito de inteiração natural na realidade virtual favoreceria em muito, o ensino “em primeira pessoa”, pois consiste em transportar o indivíduo que estiver estudando um determinado assunto, para um ambiente totalmente virtual, no qual seria possível proporcionar uma interação natural com tudo a sua volta, assim como uma experiência prática simulada.

## REFERÊNCIAS

GIBSON, Jeremy; **Introduction to Game Design, Prototyping, and Development: From Concept to Playable Game with Unity and C#**. Primeira edição. Estados Unidos: Addison-Wesley Professional, 2014

Github. **IOIO Documentation**. Disponível em: <<https://github.com/ytai/ioio/wiki>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

PLAYER ATTACK. **Power Glove**. Disponível em: <<http://www.playerattack.com/news/tag/power-glove/>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

Control VR. **Control VR**. Disponível em: <<http://controlvr.com/>> Acesso em: 12 jun. 2015.

CLUBE DO HARDWARE. **O que é ROHS?**. Disponível em: < WWW.clubedohardware.com.br/artigos/O-que-e-RoHS/1120>. Acesso em: 12 jun. 2015.

Beenoculus. **Beenoculus**. Disponível em: < [www.beenoculus.com](http://www.beenoculus.com)>. Acesso em: 12 jun. 2015.