

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS TOLEDO  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA  
INTERNET

Guilherme Anderzen Polido

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA  
ASSISTIVA FOCADO EM IHC**

TOLEDO, PR  
2019

Guilherme Anderzen Polido

## **DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA FOCADO EM IHC**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo. Orientador: Prof. Eduardo Pezutti Beletato dos Santos

TOLEDO, PR

2019

## RESUMO

A área de tecnologia assistiva surgiu para possibilitar que pessoas com algum tipo de deficiência física ou motora tenham uma vida autônoma, oferecendo alguns recursos, produtos ou até mesmo métodos para auxiliá-los. Esse trabalho tem o objetivo de criar controles para computador voltados para tecnologia assistiva, e IHC (Interação Humano Computador). Para atingir esse objetivo serão realizados testes de usabilidade com pessoas portadoras de algum tipo de deficiência física ou motora a qual dificulte ou até mesmo impossibilite o uso do computador. Os controles serão construídos com materiais de fácil manuseio presentes no mercado atual.

**Palavras-chaves:** Tecnologia Assistiva, Usabilidade, Deficiência Física, IHC.

## ABSTRACT

The area of assistive technology has arisen to enable people with some form of physical or motor disability to lead an autonomous life, offering some resources, products or even methods to assist them. This work aims to create computer controls aimed at assistive technology, and HCI (Human Computer Interaction). In order to achieve this goal, we will perform usability tests with people with some kind of physical or motor deficiency that makes it difficult or even impossible to use the computer. The controls will be constructed with easy-to-handle materials present in the current market.

**Key-words:** Assistive Technology, Usability, Physical Disability, HCI.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ferramenta de ponteira . . . . .	13
Figura 2 – Teclados com teclas maiores . . . . .	13
Figura 3 – Protetor para as teclas . . . . .	14
Figura 4 – Teclado Virtual . . . . .	14
Figura 5 – Trackball . . . . .	15
Figura 6 – Roller <i>mouse</i> . . . . .	15
Figura 7 – Teclado TIX . . . . .	16
Figura 8 – Placa ARDUINO® Uno . . . . .	16
Figura 9 – Placa ARDUINO® <i>Mega</i> . . . . .	17
Figura 10 – Desenhos 3D no <i>Software Sketchup</i> . . . . .	22
Figura 11 – Desenhos Finais em 3D no <i>Software Sketchup</i> dos dois controles . . . .	22
Figura 12 – Desenhos 3D da versão final dos ajustes de inclinação dos controles . .	23
Figura 13 – Dimensões do botão do tipo <i>arcade</i> . . . . .	24
Figura 14 – Controle com botões de comandos montado . . . . .	24
Figura 15 – Controle com manche montado . . . . .	25
Figura 16 – Desenho da ligação dos botões dos controles . . . . .	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificações da área de Tecnologia Assistiva . . . . .	12
Tabela 2 – Especificações de placas ARDUINO® mais conhecidas . . . . .	18
Tabela 3 – <i>Softwares</i> para simular funções do S.O. usado um <i>joystick</i> . . . . .	18

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>7</b>
1.1	Objetivos	8
1.1.1	Objetivo Geral	8
1.1.2	Objetivos Específicos	8
<b>2</b>	<b>Referencial Teórico</b>	<b>9</b>
2.1	Interação Humano Computador	9
2.1.1	Usabilidade	9
2.1.2	Ergonomia	10
2.1.3	Aprendizagem	10
2.1.4	Acessibilidade	10
2.1.5	Interatividade	10
2.2	Tecnologia assistiva	11
2.2.1	Ponteiras de Cabeça	13
2.2.2	Teclados Especiais	13
2.2.3	<i>Mouses</i> Adaptados	14
2.3	Plataforma ARDUINO®	16
2.4	Biblioteca Unojoy	18
<b>3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>Desenvolvimento</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>27</b>
	<b>Referências</b>	<b>28</b>
	<b>Anexos</b>	<b>30</b>
	<b>ANEXO A Como transformar ARDUINO® UNO em UnoJoy</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a cartilha do censo de 2010, pessoas com deficiência no Brasil Oliveira (2012), 23,9% da população possui algum tipo de deficiência que pode ser: visual, auditiva, motora e mental ou intelectual. A deficiência visual prevalece com um total de 18,6%, em segundo lugar foi destacado a deficiência motora com 7%, seguida da auditiva com 5,10% e mental ou intelectual em 1,40%.

Segundo LazaroJcs (2015) a deficiência motora é uma disfunção de caráter congênito ou adquirido. Uma das causas da deficiência motora mais recorrente é a paralisia cerebral. Muitas pessoas com paralisia cerebral são capazes de usar computadores, mas geralmente encontram dificuldade para usar um *mouse*. Os movimentos dos braços muitas vezes são demasiadamente irregulares e imprevisíveis para usar um *mouse* de maneira eficaz. A University (2012), uma organização sem fins lucrativos que fornece soluções em acessibilidade *web*, diz que normalmente estas pessoas podem fazer uso de teclado para simular um *mouse*, ou até mesmo um teclado adaptado para elas, embora mais lentamente do que pessoas que não possuem paralisia cerebral.

Algumas deficiências e/ou doenças como paralisia cerebral, esclerose múltipla ou lateral, artrite e mal de Parkinson podem impossibilitar a realização de atividades que necessitam das mãos, como utilizar um computador, causando movimentos imprevisíveis, tremores, rigidez muscular entre outros.

O surgimento da área de tecnologia assistiva, se deu devido a necessidade de inclusão dessas pessoas com algum tipo de impossibilidade motora a sociedade em geral. Ou seja, a tecnologia assistiva apresenta uma série de produtos, recursos, metodologias e práticas a fim de promover a autonomia desses indivíduos dentro da sociedade em que está inserido. Com a tecnologia assistiva a utilização de computadores por essas pessoas torna-se recorrente. Porém o custo de um equipamento com essa finalidade normalmente é alto, e nem todos possuem condições para adquiri-los.

No mercado é possível encontrar alguns controles para deficientes físicos, os quais são apresentados ao longo do trabalho, como por exemplo o *Trackball*, *Roller Mouse*, Teclado *Tix*, entre outros.

Na computação existe a área de IHC (Interface Homem Computador), a qual tem o objetivo de estudar as formas que humanos interagirem com um computador. Ou seja, estuda a interface pela qual usuários interagem com o computador, seja ela páginas *web*, teclados adaptativos para deficientes físicos, entre outros. Além disso a área de IHC oferece várias formas de realizar testes unitários a fim de avaliar a experiência do usuário com aquela interface desenvolvida.

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo utilizando as técnicas de avaliação de acessibilidade e usabilidade a fim de destacar o que é necessário para desenvolver controles voltados para tecnologia assistiva com materiais acessíveis. Para alcançar esse objetivo serão definidos os principais comandos que devem existir nesses controles e quais materiais serão necessários. Após isso os controles serão construídos seguindo o que foi estudado até então e por fim avaliar se o estudo obteve bons resultados.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo Geral

Criar controles voltados para tecnologia assistiva utilizando técnicas de avaliação de IHC, materiais acessíveis, facilidade de construção e integração com o computador.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Definir o conjunto de comandos que serão implementados nos controles.
- Definir os materiais necessários de forma que seja fácil a sua montagem.
- Montar os controles de acordo com o que foi definido.
- Realizar e avaliar testes com pessoas portadoras de alguma deficiência física, que impossibilite o uso do computador.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados conceitos importantes para o esclarecimento do tema abordado nesse texto, a fim de estabelecer um entendimento comum entre os itens que serão apresentados.

### 2.1 Interação Humano Computador

Na área de IHC podemos encontrar alguns termos como usabilidade, ergonomia, aprendizagem, acessibilidade e interatividade, os quais são definidos como:

#### 2.1.1 Usabilidade

A ABNT NBR ISO 9241-11 Garbin (2010) define usabilidade como modo que um produto pode ser utilizado por usuários, a fim de alcançar os objetivos específicos com sucesso, eficiência e satisfação em um contexto de uso. Assim um sistema interativo deve considerar que a utilização deve ser eficaz para seu usuário alvo, levando em consideração que ele pode ou não ter familiaridade com o dispositivo, ou similar a ele. A interação com usuários deve ser fácil e intuitiva levando em conta a ergonomia e interfaces simples para o usuário.

A norma NBR ISSO/IEC 9126-1 Garbin (2010) declara algumas características que um sistema com uma boa usabilidade deve ter, são elas:

- Inteligibilidade: É a facilidade em que o usuário do sistema comprehende as funcionalidades e consegue definir se pode ser usado para realizar as tarefas que ele pretende fazer.
- Apreensibilidade: É considerado como a facilidade com que o usuário aprende a utilizar o sistema.
- Operacionalidade: É como o sistema facilita que o usuário o opere, incluindo como ele trata as falhas e erros que podem surgir nas operações.
- Atratividade: Modo utilizado para atrair novos usuários para o sistema, podendo ser desde a adaptação das operações para usuário, até mesmo melhorias visuais na interface para melhor atender o usuário.

### 2.1.2 Ergonomia

Segundo Wisner Garbin (2010) ergonomia é definida como um conjunto de conhecimentos científicos relacionados ao homem e a instrumentos, máquinas e dispositivos que serão utilizados, levando em conta o máximo de conforto, segurança e eficiência.

Ao se construir um dispositivo deve ser levado em consideração o comportamento físico e mental de como o homem interage com o mesmo. Então esse dispositivo além de ser flexível o suficiente, a fim de se adequar a diferentes usuários, também deve ser amigável e confortável, tanto para novos usuários quanto para os quais já estão familiarizados com o seu funcionamento e modo de operação.

### 2.1.3 Aprendizagem

É o processo pelo qual se adquire conhecimentos, habilidades e valores como benefício de um estudo, experiência ou observação. Esse conceito está ligado com a usabilidade, pois se ela estiver inadequada para o usuário sua curva de aprendizagem e a quantidade de erros serão maiores do que um dispositivo com uma boa usabilidade.

Uma maior curva de aprendizagem e de erros, levam a um maior número de modificações ou até mesmo duplicidade de funções a fim de melhorar a usabilidade, o que requer maior esforço do usuário para reprender, levando assim a frustração do mesmo, e por fim uma imagem negativa do produto.

### 2.1.4 Acessibilidade

A Lei nº 10.098, de dezembro de 2000 define acessibilidade como:

Possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida.

É essencial garantir a acessibilidade para todos de forma que possibilite a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Atualmente a acessibilidade está sendo aplicada em diversos contextos, desde de construção civil, equipamento domésticos, computadores, escolas, transporte, entre outros.

### 2.1.5 Interatividade

Para que aconteça a comunicação entre humano e computador, é necessário que exista um meio de troca de informações. Então para que ocorra a iteração é necessário

de dispositivos de entrada, os quais possibilitam a entrada de dados do usuário para a máquina, e de saída, ou seja a resposta da máquina para o usuário.

Além dos dispositivos de entrada e saída também é importante que a ergonomia do equipamento seja adequada, e possilita adaptar-se a diferentes tipos de usuários, garantindo uma interação agradável e positiva.

## 2.2 Tecnologia assistiva

Em meio à era digital, em que o desenvolvimento de novas tecnologias se torna algo acelerado, é importantíssimo que a sociedade esteja pronta para adaptação de todos os indivíduos a cultura digital. Segundo Souza L. R. de; Santos (2011) percebermos que a evolução tecnológica torna a vida das pessoas mais fácil, indiferente do ambiente em que ela está inserida. Para eles, sem notarmos, usufruímos diariamente ferramentas desenvolvidas para facilitar as atividades rotineiras, como computadores, celulares, controles remotos, veículos, e uma interminável lista de meios tecnológicos, que são parte de nosso dia a dia.

Em 14 de dezembro de 2007, o CAT (Comitê de Ajudas Técnicas) aprovou, o seguinte conceito para TA (Tecnologia Assistiva):

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (Comitê de Ajudas Técnicas – ATA VI). Assistiva (2018)

A área de TA é classificada de acordo com os objetivos a que se destinam. A classificação a ser apresentada na Tabela 1, a qual foi escrita por José Tonolli e Rita Bersch em 1998.

Tabela 1 – Classificações da área de Tecnologia Assistiva

Classificação	Conceito
Auxílios para a vida diária e vida prática	Materiais e produtos que favorecem desempenho autônomo e independente em tarefas rotineiras.
Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA)	Destinada a atender pessoas sem fala ou escrita funcional ou em defasagem entre sua necessidade comunicativa e sua habilidade em falar e/ou escrever.
Recursos de acessibilidade ao computador	Conjunto de hardware e software especialmente idealizado para tornar o computador acessível a pessoas com privações sensoriais (visuais e auditivas), intelectuais e motoras. Inclui dispositivos de entrada ( <i>mouses</i> , teclados e acionadores diferenciados) e dispositivos de saída (sons, imagens, informações táteis).
Sistemas de controle de ambiente	Controles que são programados para realizar funções (apagar ou acender luzes, desligar fogo ou torneira, trancar ou abrir portas, etc.) e promover maior independência.
Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Projetos de edificação e urbanismo que garantem acesso físico.
Órteses e próteses	Próteses são peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo. Órteses são colocadas junto a um segmento corpo, garantindo-lhe um melhor posicionamento, estabilização e/ou função.
Adequação Postural	Recursos que ajudem os sujeitos a ter uma postura estável e confortável, favorecendo um bom desempenho funcional.
Auxílios de mobilidade	Recursos utilizados para auxiliar na mobilidade dos sujeitos.
Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação às pessoas com deficiência visual	Equipamentos que visam à independência das pessoas com deficiência visual na realização de tarefas diárias.
Auxílios para pessoas com deficiência auditiva	Equipamentos que visam à independência das pessoas com deficiência auditiva na realização das suas tarefas.
Mobilidade em veículos	São adaptações realizadas em veículos para auxiliar no deslocamento da pessoa com deficiência.
Esporte e Lazer	Recursos que favorecem a prática de esporte e participação em atividades de lazer.

Os recursos de acessibilidade ao computador tendem a tornar a experiência do usuário, portador de alguma deficiência física, a qual implica na utilização do computador, mais fácil e inclusiva. Tendo em mente que existem várias deficiências, e que em cada uma delas é necessário um tipo de adaptação específica, são desenvolvidos diferentes recursos que podemos chamar de equipamentos, se essa divisão não ocorresse, tornaria o projeto de desenvolvimento do mesmo muito custoso e complexo.

Alguns equipamentos classificados como recursos de acessibilidade ao computador por Tonolli e Bersch são:

### 2.2.1 Ponteiras de Cabeça

Ferramentas que são fixadas à cabeça, e auxiliam, o uso do teclado, como podemos ver na Figura 1:



Figura 1 – Ferramenta de ponteira

### 2.2.2 Teclados Especiais

Dispositivos de *hardware* ou de *software* que oferecem uma alternativa para a utilização das teclas, ou seja, simulam o funcionamento do teclado. Como teclados com teclas maiores (Figura 2), protetores para as teclas (Figura 3) e *softwares* que simulam o teclado na tela do computador (Figura 4).



Figura 2 – Teclados com teclas maiores



Figura 3 – Protetor para as teclas



Figura 4 – Teclado Virtual

### 2.2.3 Mouses Adaptados

Dispositivos de *hardware*, que possibilita o movimento preciso do cursor na tela, utilizado por pessoas com dificuldades motoras, mesmo que com habilidades motoras reduzidas, simulando as mesmas funções encontradas num *mouse* convencional, como o *Trackball* (Figura 5), *Roller mouse* (Figura 6).

No *Trackball* a pessoa utiliza as mãos para girar a esfera e movimentar o *mouse*, e pode utilizar os outros botões para ações como clique direto e esquerdo do *mouse*.



Figura 5 – Trackball

No *Roller mouse*, o usuário utiliza os pés para girar os dois rolos responsáveis pela movimentação do *mouse*, e os botões para outras funções que pode ser encontrado no *mouse* convencional.



Figura 6 – Roller *mouse*

Em 2015 a empresa brasileira TIX, lançou um produto chamado de Teclado Inteligente Multifuncional TiX (Figura 7), dando origem a muitos outros acessórios e aplicativos de Tecnologia Assistiva. Esse equipamento, possui botões que ao serem combinados formam comandos específicos, podendo ser uma letra do alfabeto, ou até mesmo ativar a movimentação do ponteiro do *mouse*.

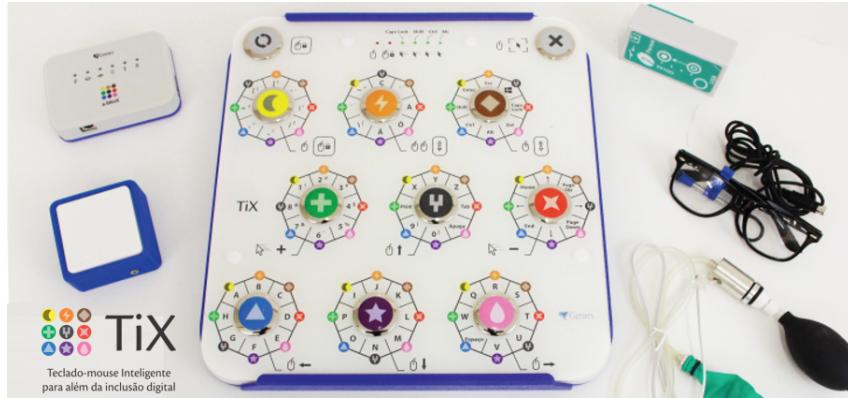


Figura 7 – Teclado TiX

### 2.3 Plataforma ARDUINO®

O ARDUINO® é uma plataforma de *hardware* livre criado no ano de 2005 pelos pesquisadores Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis com o objetivo de desenvolver uma plataforma de desenvolvimento barato, funcional e de fácil programação, tornando possível que qualquer pessoa mesmo as que possuem pouco conhecimento de eletrônica, possa utilizar essa plataforma. Na Figura 8 pode-se ver uma placa de ARDUINO® modelo UNO.



Figura 8 – Placa ARDUINO® Uno

As placas ARDUINO® possuem microcontroladores Atmel, com circuitos de entrada e saída prontos, e pode ser facilmente programada via computador utilizando um cabo USB<sup>1</sup>. A programação do microcontrolador é baseada na linguagem C/C++, e após programado pode funcionar de forma independente, controlando um robô, acendendo e apagando luzes, ligando motores, recebendo comandos e os enviando para o computador, entre outros.

<sup>1</sup> Sigla USB, do inglês *Universal Serial Bus*

O ARDUINO® pode fazer inúmeras funções, ou ser aplicado em diversos contextos, como automatização de uma casa, de um carro, criar brinquedos, robôs, controlador para máquinas de corte, *joystick*, e várias outras coisas. Além da placa ARDUINO® existem vários outros módulos que podem ser associados a ela, como módulos relés, sensores de luz, som, chuva, temperatura entre outros.

Além desses módulos existem placas chamadas de *Shields*, as quais podem ser acopladas ao ARDUINO® e aumentar o número de funcionalidades do mesmo. Um exemplo é a placa “ARDUINO® Ethernet Shield”, o qual possibilita conexão com a internet via cabo de rede. Na Figura 9 pode-se ver uma placa ARDUINO® Mega, com uma *Ethernet Shield* acoplada.



Figura 9 – Placa ARDUINO® *Mega*

Para facilitar ainda mais também foi criado uma IDE (Ambiente Integrado de Desenvolvimento) para programação da placa, a qual conta com todos os recursos necessários para se desenvolver um projeto nessa plataforma, como exemplos prontos, bibliotecas, realização de testes no código antes de ser carregado e transferência do programa para a placa de forma muito fácil.

Hoje existem inúmeros modelos de placas ARDUINO® no mercado, algumas com o mesmo microcontrolador porém com tamanho reduzido. Normalmente o que altera de um para outro é a quantidade de portas disponíveis para utilizar, microcontrolador utilizado, quantidade de memória disponível, velocidade de processamento, tipo de conexão, tensão suportada e corrente entregue pelas portas. A Tabela 2 mostra as especificações de alguns modelos de ARDUINO® mais conhecidos.

Tabela 2 – Especificações de placas ARDUINO® mais conhecidas

Modelos	UNO	MEGA	LEONARDO	NANO
Microcontrolador	Atmega 328	Atmega 2560	Atmega 32U4	Atmega 328
Portas Digitais	14	54	20	14
Portas PWM	6	15	7	6
Portas Analógicas	6	16	12	8
Memoria	32K	256K	32K	32K
Clock	16Mhz	16Mhz	16Mhz	16Mhz
Conexão	USB	USB	Micro USB	USB Mini-B
Alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Não
Tensão de Operação	5v	5v	5v	5v
Corrente Máxima por E/S	40mA	40mA	40mA	40mA
Alimentação	7-12Vdc	7-12Vdc	7-12Vdc	7-12Vdc

## 2.4 Biblioteca Unojoy

O Unojoy é uma biblioteca desenvolvida em C por Alan Chatham e Eero Pritinnen, o projeto é de código aberto e está disponível em seus repositórios do github, a sua primeira versão foi liberada em fevereiro de 2014, e a mais recente em março de 2019. A biblioteca possibilita que um ARDUINO® UNO possa ser utilizado como *joystick*, sem a necessidade de modificar o seu *hardware*. Essa biblioteca foi desenvolvida comunicação com as plataformas Windows, Linux e OSX.

Depois de preparado e instalada a biblioteca no ARDUINO®, para utilizá-lo em qualquer outro computador basta conecta-lo na porta USB. O *driver* será instalado sem a necessidade de configurar mais nada, e após isso deve ser utilizado algum *software* que emula algumas funções do sistema operacional quando pressionar algum botão do *joystick*.

A Tabela 3 mostra alguns *softwares* capazes de simular essas funções no sistema operacional, relacionando outros fatores como sistemas operacionais suportados, se é um *software* gratuito e sua última versão disponível.

Tabela 3 – *Softwares* para simular funções do S.O. usado um *joystick*

Nome	Licença	SOs suportados	Última Versão
JoyToKey	30 dias grátis	Windows 10,8,7, Vista, XP	6.1.1 - 23/09/2018
Antimicro	Open Source	Windows 10,8,7, Vista, XP e Linux.	2.23 - 06/11/2016
Xpadder	Pago	Windows 10,8,7, Vista, XP	-

Ao utilizar o ARDUINO® UNO é necessário carregar o código para ATmega16u2, responsável por gerenciar a comunicação entre o chip controlador Atmega 328p e a porta USB do computador, para que o mesmo seja reconhecido como um Joystick ao conectar na porta USB. Diferentemente do ARDUINO® Leonardo, que a comunicação entre o chip controlador Atmega32u4 e a porta USB é feita de forma direta, sem a necessidade de outro circuito integrado como o ATmega8u2 para gerenciar essa comunicação.

Para a construção dos controles pode ser utilizado o ARDUINO® UNO R3, sendo obrigatório que ele possua o micro controlador ATmega8u2, pois a versão chinesa a qual possui o controlador CH340, que também faz o papel de intermediar a comunicação entre o Atmega 328p e a porta USB, não permite programá-lo. Também pode ser utilizado o ARDUINO® Leonardo, pois ele já possui a comunicação integrada no próprio controlador, ou o ARDUINO® MEGA para casos em que serão necessários mais de 13 botões no controle.

### 3 METODOLOGIA

Baseando-se em um estudo exploratório onde foi pesquisas principalmente sobre os temas tecnologia assistiva e IHC, sendo assim possível adquirir mais conhecimento sobre eles. Sendo um trabalho qualitativo onde a pesquisa levantou o que é necessário para a criação de controles voltados para tecnologia assistiva. Toda a pesquisa foi feita baseada em artigos, livros, e conteúdos de sites encontrados na internet.

Além das pesquisas esse trabalho também se baseou em um projeto de extensão com parceria da FUNDETEC (Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico), desenvolvido em 2016 pelo professor orientador em conjunto com outros alunos da UTFPR.

Após a construção dos novos controles foram feitos alguns testes, os quais tiveram resultados positivos. Ao realizar testes com duas pessoas foi possível notar que a regulagem da inclinação do controle foi bem aceita, a utilização do manche, para movimentação do *mouse*, como descrito pelos participantes do testes, foi fácil e simples. Porém ainda foram encontrados alguns problemas com a fixação dos controles na mesa e altura dos mesmo.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Para iniciar o desenvolvimento do projeto, foi primeiramente feito uma pesquisa sobre plataformas de desenvolvimento que possibilitam a comunicação com o computador como um *joystick*. A escolha do tipo de interação com o computador utilizando *joysticks* tem como principal funcionalidade, adicionar vários componentes e cada um realizar uma tarefa específica. Elementos *joystick* em computadores normalmente são utilizados para entretenimento, mas ao mapear as funções de cada botão, observou-se a possibilidade de utilizar como tecnologia assistiva. O resultado dessa pesquisa foi o microcontrolador PIC<sup>1</sup> e a plataforma ARDUINO®, a vantagem da plataforma ARDUINO® é de estar pronta para ser utilizada, diferentemente do PIC, o qual deve ser montado o circuito eletrônico com componentes específicos, exigindo assim maior conhecimento técnico sobre o assunto.

Após definir que será utilizada a plataforma ARDUINO®, foi feita outra pesquisa sobre códigos abertos relacionados a utilização do ARDUINO® no computador como *joystick*. Resultando assim na biblioteca *UnoJoy*, a qual possibilita o funcionamento nos ARDUINO® UNO, MEGA e LEONARDO. Ao se utilizar essa biblioteca o ARDUINO® é reconhecido pelo computador como um *joystick*. Com isso é possível fazer o mapeamento e configurar a ação de cada tecla dos controles. No Anexo A é explicado como é feita a instalação/configuração da biblioteca *UnoJoy* no ARDUINO® UNO.

Para simular comandos no sistema operacional pode ser utilizado os *softwares* JoyToKey, Antimicro, Xpadder ou qualquer outro que tenha funcionalidades similares. Nos testes e durante o desenvolvimento foi utilizado o Antimicro e Xpadder. Com esses *softwares* podem ser simulado desde o clique e movimentação do *mouse* até mesmo abrir programas específicos, como o teclado virtual, navegador, entre outros.

Antes da montagem dos controles foram feitos alguns desenhos em 3D utilizando o programa Sketchup, como vemos na Figura 10. A Figura 11 mostra como ficou a versão final<sup>2</sup> do controle que contém 10 botões configuráveis e o controle responsável pela movimentação do *mouse*.

---

<sup>1</sup> Sigla PIC, do inglês *Programmable Interrupt Controller*

<sup>2</sup> Os modelos finais que foram utilizados para corte e montagem dos teclados estão no endereço <http://maverick.td.utfpr.edu.br/acessibilidade>

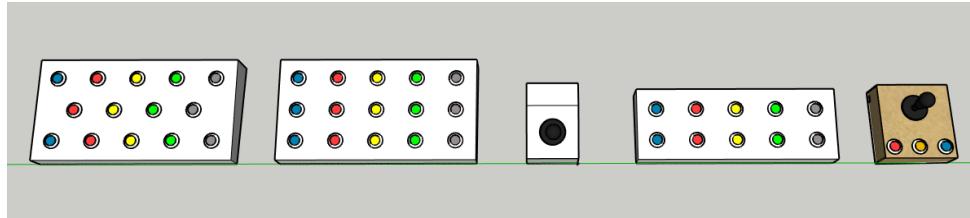


Figura 10 – Desenhos 3D no *Software Sketchup*

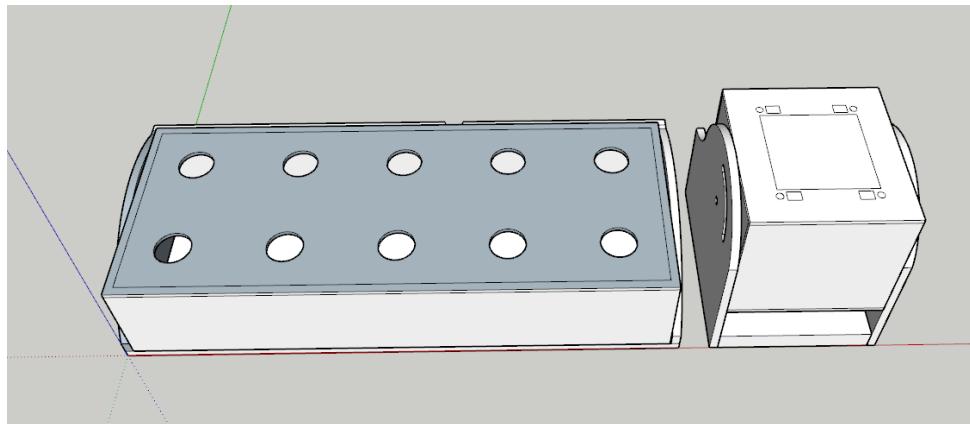


Figura 11 – Desenhos Finais em 3D no *Software Sketchup* dos dois controles

Para a construção dos controles, foram utilizados os seguintes materiais:

- ARDUINO® UNO, com a biblioteca Unojoy carregado em sua memória, o controlador é responsável por fazer o mapeamento e a comunicação entre os controles e a porta USB do computador.
- Botões de controles de videogame *arcade*. Serão responsáveis por receber os comandos do usuário e enviá-los para o ARDUINO®.
- Chapas de MDF <sup>3</sup> de 6 e 15mm. As quais foram utilizadas para a construção da estrutura dos controles.
- *Software AntiMicro*, responsável por simular cada tecla dos controles como uma função para o sistema operacional.
- *Software Sketchup*, onde foi feito os desenhos 3D dos controles.
- Maquina CNC <sup>4</sup>, os desenhos 3D foram utilizados para realizar os cortes do MDF numa máquina CNC, porém podem ser facilmente cortados com ferramentas mais simples.

<sup>3</sup> Sigla MDF, do inglês *Medium Density Fiberboard*

<sup>4</sup> Sigla CNC, do inglês *Computer Numeric Control*

- Cianoacrilato, popularmente conhecido como super cola, para juntar e fixar todas as partes dos controles.
- Fios para a ligação dos botões ao ARDUINO®.

Baseando se no relatório do projeto de extensão realizado no ano de 2016, pelo professor orientador em conjunto com outros alunos da UTFPR, o qual levantou algumas informações úteis que foram utilizadas no projeto atual, como:

O espaçamento entre botões, deve ser o suficiente para que ao apertar um botão o usuário não acabe pela dificuldade motora, pressionando botões indesejáveis, e acabe executando outras ações. Como pode ser visto na Imagem 11, cada botão ficou aproximadamente 5 cm de distância, da área onde é pressionado , um do outro.

A altura do controle deveria ser a mínima possível, visto que o usuário pode encontrar alguma dificuldade ao levantar os braços para alcançar os botões, no projeto ele ficou com aproximadamente 7 cm de altura. A inclinação do controle que já havia sido desenvolvido dificultava o uso para alguns usuários, a partir disso foi desenvolvido uma forma de ajustar a inclinação do mesmo (Figura 12), de forma que garanta uma melhor usabilidade e ergonomia.

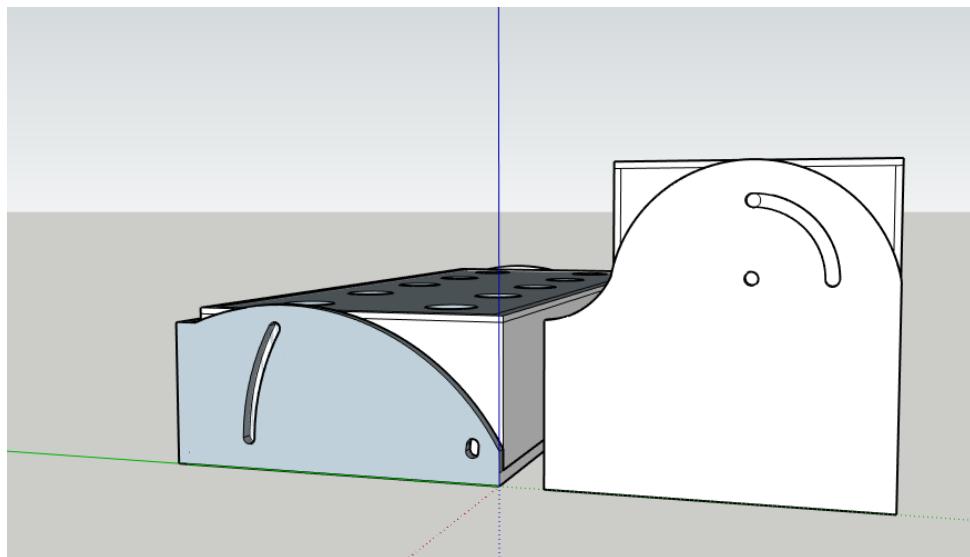


Figura 12 – Desenhos 3D da versão final dos ajustes de inclinação dos controles

A montagem deveria ser relativamente fácil, para que uma pessoa que possua pouco conhecimento técnico também pudesse montar um. Então para isso foi escolhido a plataforma ARDUINO®, a qual já vem pronta para ser utilizada, bastando apenas carregar o código e conectar os botões.

As cores dos botões deveriam ser de cores variadas, e com desenhos ilustrando suas funções, para facilitar a utilização por usuários com deficiência física, tendo em mente que

alguns possuem dificuldade para diferenciar desenhos e posições dos botões. Os Botões do tipo *arcade* são indicados para isso, pois permitem a troca do desenho representativo dele, além de possuírem uma área de pressão relativamente grande e cores variadas, porém acabam sendo altos, como podemos ver na Figura 13 a altura é de aproximadamente 7 cm, o que acaba tornando o controle alto.

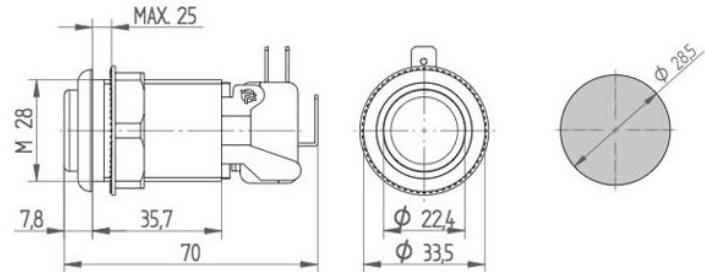


Figura 13 – Dimensões do botão do tipo *arcade*

Após realizar todos os cortes necessários nas chapas de MDF, foi feita a montagem das peças utilizando super cola, e inseridos todos os botões necessários na estrutura, o resultado pode ser visto nas Figuras 14 e 15.



Figura 14 – Controle com botões de comandos montado



Figura 15 – Controle com manche montado

A ligação dos botões foi desenhada no site da tinkercad (Figura 16)<sup>5</sup>. O resistor que foi utilizado é um simples de 650 Khoms, serão necessários 4 deles e alguns fios.

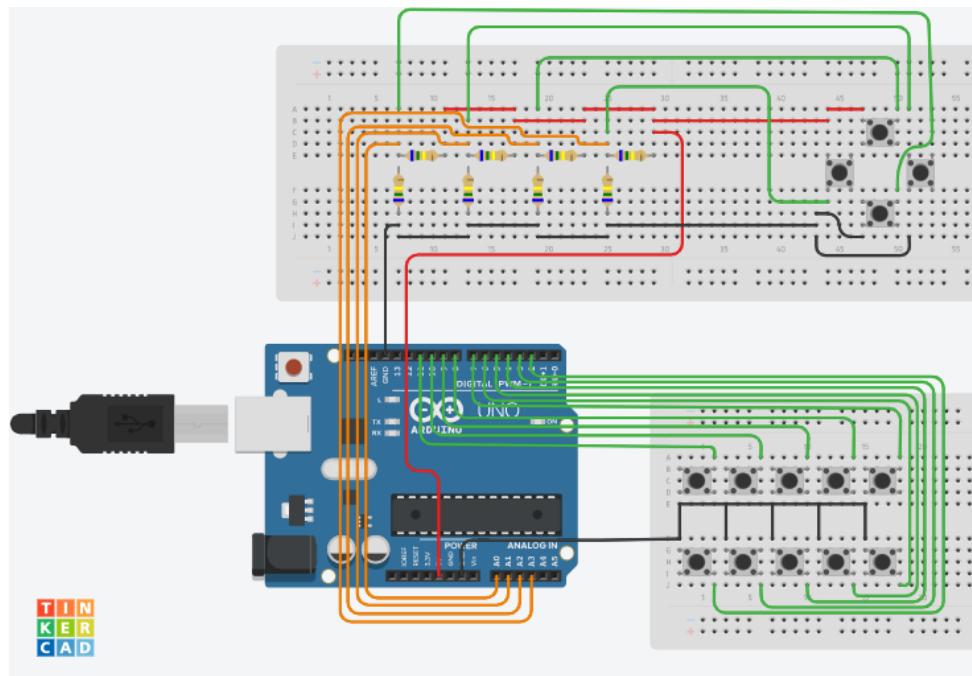


Figura 16 – Desenho da ligação dos botões dos controles

Após feita a montagem da estrutura e ligação dos botões ao ARDUINO®, basta conectar-lo no computador, e o drive será instalado automaticamente. Após a instalação,

---

<sup>5</sup> O mesmo pode ser baixado na URL: <http://maverick.td.utfpr.edu.br/acessibilidade>

utilizando o Antimicro ou Xpadder, deve ser configurado as funções de cada botão dos controles.

Funções como aumentar ou diminuir o *zoom*, clique direito e esquerdo do *mouse*, fechar a janela atual do sistema operacional, abrir o teclado virtual, movimentação do ponteiro do *mouse*, entre outras funções são possíveis de serem configuradas. As funções podem ser configuradas de acordo com o perfil do usuário, por exemplo, um usuário que acessa mais a internet, usaria mais as funções de:

- CTRL + T (Abrir uma nova guia)
- CTRL + W (Fechar a guia atual)
- F5 (Recarregar a pagina)
- UP (Subir o scroll da tela)
- DOWN (Descer a scroll da tela)
- Abrir teclado virtual
- Zoom +
- Zoom -
- Clique direito do *mouse*
- Clique esquerdo do *mouse*
- Movimentação do *mouse*

Já um usuário que utiliza um *software* específico pode configurar para que os controles usem os atalhos do *software*.

## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como é a construção de um controle voltado para tecnologias assistivas. Além disso, também permitiu conhecer um pouco mais sobre as áreas que envolvem essa construção, e como ela se aplica na sociedade.

Os testes com usuários não foram realizados, pois para isso é necessário passar pelo comitê de ética, após aprovado podem ser feitos os testes necessários. Como essa aprovação não é simples e acaba sendo demorada, não foi possível ter a aprovação até a data final de entrega do trabalho.

Para trabalhos futuros pode ser feita a separação dos botões em módulos, para que o usuário ajuste como preferir em sua mesa. Também pode ser reduzido a altura dos controles, utilizando botões com alturas menores.

## REFERÊNCIAS

- ASSISTIVA. *O que é Tecnologia Assistiva?* 2018. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Citado na página 11.
- BENVINDO, A. *Como Transformar Arduino Uno em Joystick.* 2012. Acesso em 06/06/2019. Disponível em: <<http://andrebenvindo.blogspot.com/2018/03/como-transformar-arduino-uno-em-joystick.html>>. Nenhuma citação no texto.
- BRASIL, G. do. *Tecnologia assistiva ajuda a melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência.* 2017. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/educacao-e-ciencia/2010/08/tecnologia-assistiva>>. Nenhuma citação no texto.
- CHATHAM, A. *UnoJoy.* 2014. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://github.com/AlanChatham/UnoJoy>>. Nenhuma citação no texto.
- CIVIAM. *Big Trackball - Mouse estatico de esfera.* Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<http://www.civiam.com.br/civiam/index.php/necessidadesespeciais/tecnologia-assistiva/big-trackball-mouse-estatico-de-esfera.html>>. Nenhuma citação no texto.
- CIVIAM. *Mouse adaptado para os pés - Roller Mouse.* Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://www.lojaciviam.com.br/mobilidade-reduzida/acesso-ao-computador-roller-mouse>>. Nenhuma citação no texto.
- CURITIBA, I. *Deficiência Física.* 2013. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <[http://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/DefFisica\\_abril.pdf](http://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/DefFisica_abril.pdf)>. Nenhuma citação no texto.
- EDUCAÇÃO, P. *Lei da Acessibilidade Comentada.* Acesso em 06/06/2019. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/conteudo/lei/29452>>. Nenhuma citação no texto.
- FERREIRA, S. B. L. *Acessibilidade e Usabilidade.* 2016. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<http://nau.uniriotec.br/index.php/sobre/acessibilidade-e-usabilidade>>. Nenhuma citação no texto.
- GARBIN, S. M. *Estudo da evolução das interfaces homem-computador.* 2010. Acesso em 09/06/2019. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-25112011-104445/>>. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 10.
- ISO. *Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual Parte 11: Orientações sobre usabilidade.* 2011. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=86090>>. Nenhuma citação no texto.
- JOYTOKEY. *What is JoyToKey.* 2018. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://joytokey.net/en/>>. Nenhuma citação no texto.

LAZAROJCS. *Facilitando a Acessibilidade: Conheça um pouco mais Sobre acessibilidade e as atuais tecnologias assistivas.* 2015. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://facilitandoacessibilidade.wordpress.com/2015/04/13/deficiencia-motora>>. Citado na página 7.

NICKLES, T. *Antimicro.* 2016. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://github.com/AntiMicro/antimicro>>. Nenhuma citação no texto.

OLIVEIRA, L. M. B. *Cartilha Do Censo 2010: Pessoas com Deficiência. 2012.* 2012. Acesso em 03/06/2019. Disponível em: <<https://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficienciareduzido.pdf>>. Citado na página 7.

SAÚDE, M. da. *Acessibilidade.* 2017. Acesso em 06/06/2019. Disponível em: <<http://portalms.saude.gov.br/acessibilidade>>. Nenhuma citação no texto.

SDH/PR, S. N. d. P. d. D. d. P. c. D. S. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da R. *Acessibilidade.* Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/acessibilidade-0>>. Nenhuma citação no texto.

SOUZA L. R. DE; SANTOS, M. C. C. A. S. de A. *Proposições teóricas para a inclusão da Tecnologia assistiva (ta) no currículo Escolar da educação básica.* jan. 2011. Acesso em 06/05/2019. Disponível em: <[http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/tecnologia\\_assistiva\\_ta\\_-\\_do\\_conceito\\_a\\_legislacao.pdf](http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/tecnologia_assistiva_ta_-_do_conceito_a_legislacao.pdf)>. Citado na página 11.

TECNOLOGIA, I. I. F. de Educação Ciência e. *Dispositivos Apontadores Especiais.* 2013. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <[https://tecnologia-assistiva.webnode.com/defini%C3%A7%C3%A3o-de-defici%C3%A1ncia-fisica-ou-motora/hardware](https://tecnologia-assistiva.webnode.com/defini%C3%A7%C3%A3o-de-defici%C3%A1ncia-fisica-ou-motora/hardware/)>. Nenhuma citação no texto.

THOMSEN, A. *O que é Arduino?* 2014. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino>>. Nenhuma citação no texto.

THOMSEN, A. *Qual Arduino Comprar? Conheça os Tipos de Arduino.* 2014. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/tipos-de-arduino-qual-comprar>>. Nenhuma citação no texto.

TIX. *Teclado Inteligente Multifuncional TiX.* 2019. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <[https://tix.life/institucional](https://tix.life/institucional/)>. Nenhuma citação no texto.

UNIVERSITY, C. for Persons with D. U. S. *Motor Disabilities: Types of Motor Disabilities.* out. 2012. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://webaim.org/articles/motor/motordisabilities>>. Citado na página 7.

W3C. *Cartilha de acessibilidade na web.* 2013. Acesso em 06/06/2019. Disponível em: <<http://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-I.html>>. Nenhuma citação no texto.

XPADDER. *Xpadder.* 2018. Acesso em 04/06/2019. Disponível em: <<https://www.xpadder.com>>. Nenhuma citação no texto.

## Anexos

## ANEXO A – COMO TRANSFORMAR ARDUINO® UNO EM UNOJOY

Nesse tutorial vamos aprender a transformar a placa ARDUINO® UNO em *Joystick*.

Primeiramente vamos baixar os arquivos necessários para fazer a transformação na placa ARDUINO® UNO para *Joystick*, os *links* estão todos no final da postagem.

Lembrando que além dos arquivos disponibilizados para *download* é necessário ter também ter o java instalado no Pc, e o *software* do ARDUINO® UNO. Vamos aos procedimentos:

1º Passo: Conectar a placa ARDUINO® UNO no Pc e verificar se os *drivers* estão instalados e se a porta reconheceu a placa ARDUINO®.

2º Passo: Baixar e Extrair os arquivos da pasta zipada através de um programa tipo winrar ou outro do mesmo gênero como 7zip.

3º Passo: Faça a instalação do flip, dando um duplo clique no instalador do programa e seguindo o que se pede, após ter instalado não será necessário abrir o programa já que a função desse programa é apenas fazer uma comunicação entre o ARDUINO® UNO e o Pc.

Nome	Data de modificaç...	Tipo	Tamanho
Arduino-big-joystick	26/03/2018 21:11	Pasta de arquivos	
UnoJoy	26/03/2018 20:27	Pasta de arquivos	
JRE - Flip Installer - 3.4.7.112	15/03/2018 17:24	Aplicativo	21.311 KB



4º Passo: Abra a pasta *Arduino-big-joystick* e faça a extração da pasta compactada *Arduino-big-joystick*.

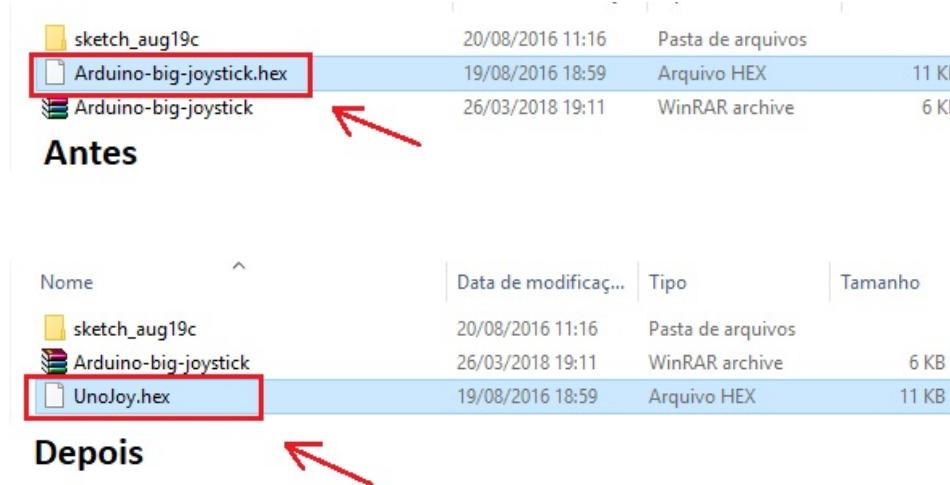
Nome	Data de modificaç...	Tipo	Tamanho
Arduino-big-joystick	26/03/2018 21:11	Pasta de arquivos	
UnoJoy	26/03/2018 20:27	Pasta de arquivos	
JRE - Flip Installer - 3.4.7.112	15/03/2018 17:24	Aplicativo	21.311 KB



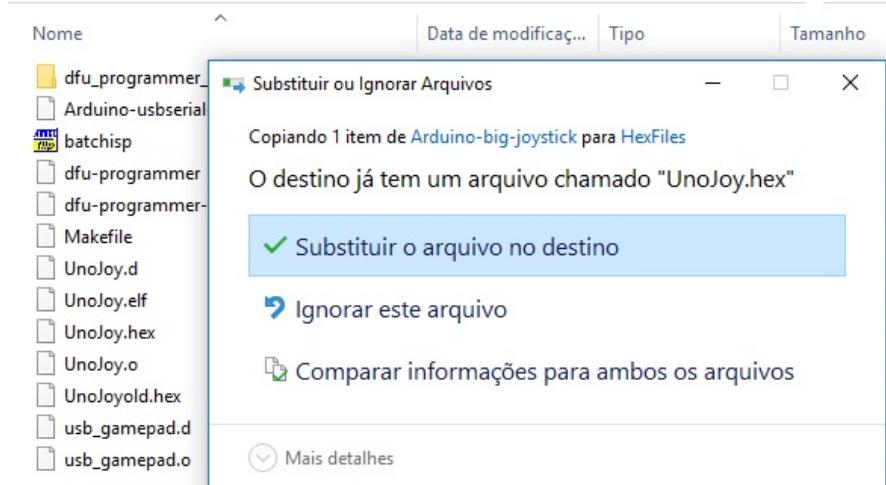
Nome	Data de modificaç...	Tipo	Tamanho
Arduino-big-joystick	26/03/2018 19:11	WinRAR archive	6 KB



5º Passo: Após ter extraído os arquivos, renomeie o arquivo *Arduino-big-joystick.hex* para *UnoJoy.hex*, o U e J deixem maiúsculo.



6º Passo: copie o arquivo *UnoJoy.hex* volte e abra a pasta *UnoJoy*, abra a pasta *UnoJoy* outra vez, abra a pasta *UnoJoy-master*, localize e abra a pasta *UnoJoy* mais uma vez, agora abra a pasta *ATmega8u2Code*, agora abra a pasta *HexFiles* cole e substitua o arquivo *UnoJoy.hex*.



7º Passo: Volte até a pasta *Arduino-big-joystick*, abra a mesma e abra a pasta *sketch\_aug19c*, dentro desta pasta está a *sketch* para fazer a programação no ARDUINO® UNO, abra a *sketch* e execute dando dois cliques.



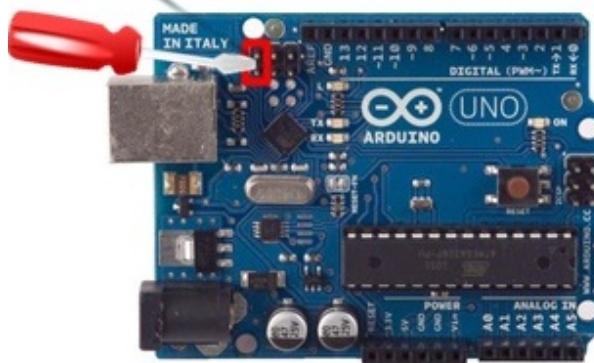
8º Passo: Com a *sketch* aberta vá em ferramentas e verifique se a porta selecionada é a porta que o ARDUINO® UNO está conectado.



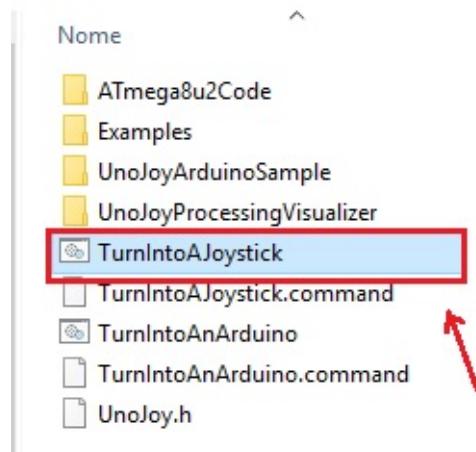
9º Passo: Após ter verificado a porta e estando tudo correto clique no segundo botão da esquerda para direita na parte superior da *sketch* para carregar a programação, o botão tem o formato de uma ceta.



10º Passo: Agora vamos dar um curto na placa ARDUINO® UNO encostando algo metálico nos dois primeiros pinos dos seis pinos próximo a porta usb do ARDUINO® UNO, veja a imagem. abaixo.

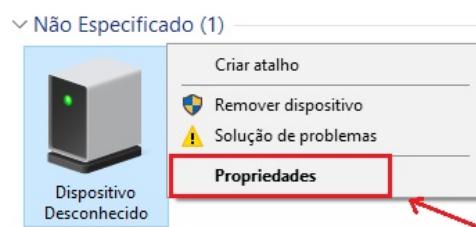


11º Passo: Após ter dado o curto na placa vamos abrir a pasta UnoJoy, abrir novamente a pasta UnoJoy, agora abra a pasta UnoJoy-master, localize e abra a pasta UnoJoy e execute o arquivo *TurnIntoAJoystick*.

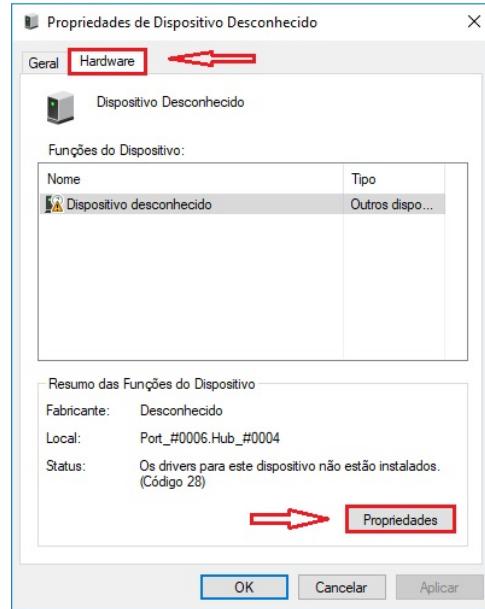


Obs.: Se der erro de dll ou outro qualquer ao executar o arquivo, será necessário atualizar o *driver*, faça o seguinte para atualizar o *driver*.

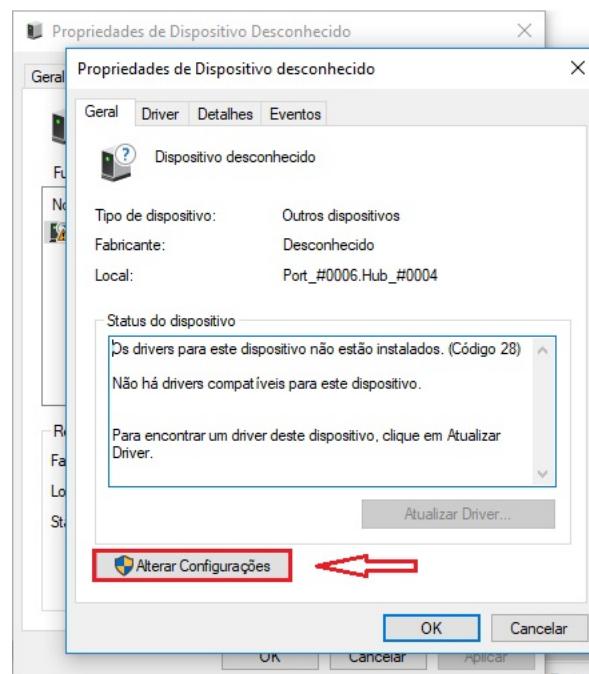
Vamos em painel de controle, *hardware* e sons e dispositivos e impressoras, e clicamos com o botão direito do *mouse* no dispositivo representante ao ARDUINO® UNO que ficou como Dispositivo Desconhecido após o curto, após clicar com o botão direito do *mouse* sobre o dispositivo que representa o Arduino Uno clicamos em propriedades.



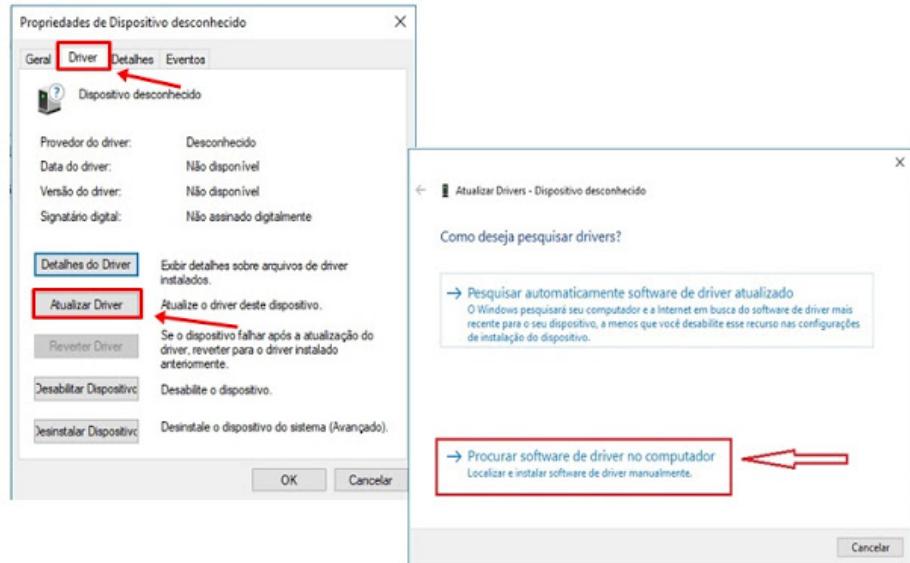
Após ter clicado em propriedades, clique em *hardware* e em propriedades novamente.



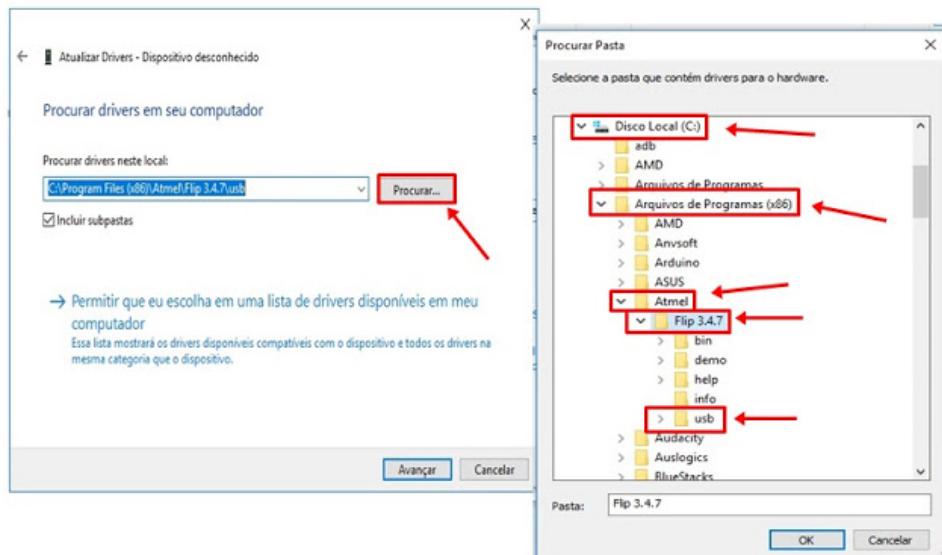
Após ter clicado em propriedades clique agora em Alterar configurações.



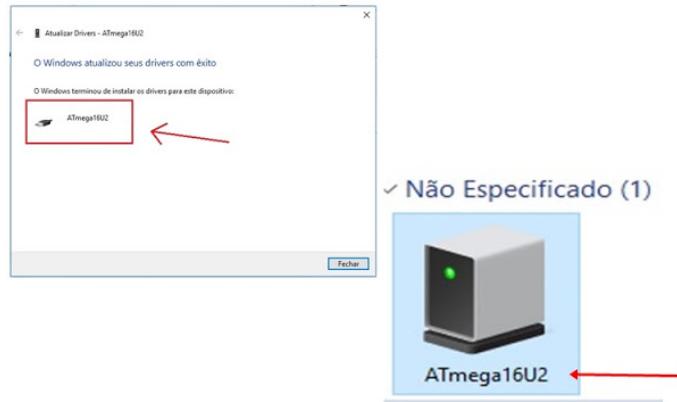
Na próxima janela clique em *Driver* e *Atualizar Driver*, e em *Procurar software de driver* no computador.



Agora clique em procurar, clique em Disco local c:, clique em Arquivos de programas x(86), clique em Atmel, clique em Flip e em USB, deixe a pasta USB selecionada e clique em Ok.



Agora clique em avançar e aguarde finalizar a instalação do *driver*, deverá ficar como na imagem abaixo.



Agora execute o arquivo *TurnIntoAJoystick* novamente e aguarde, o ARDUINO® UNO deve se desconectar do Pc.

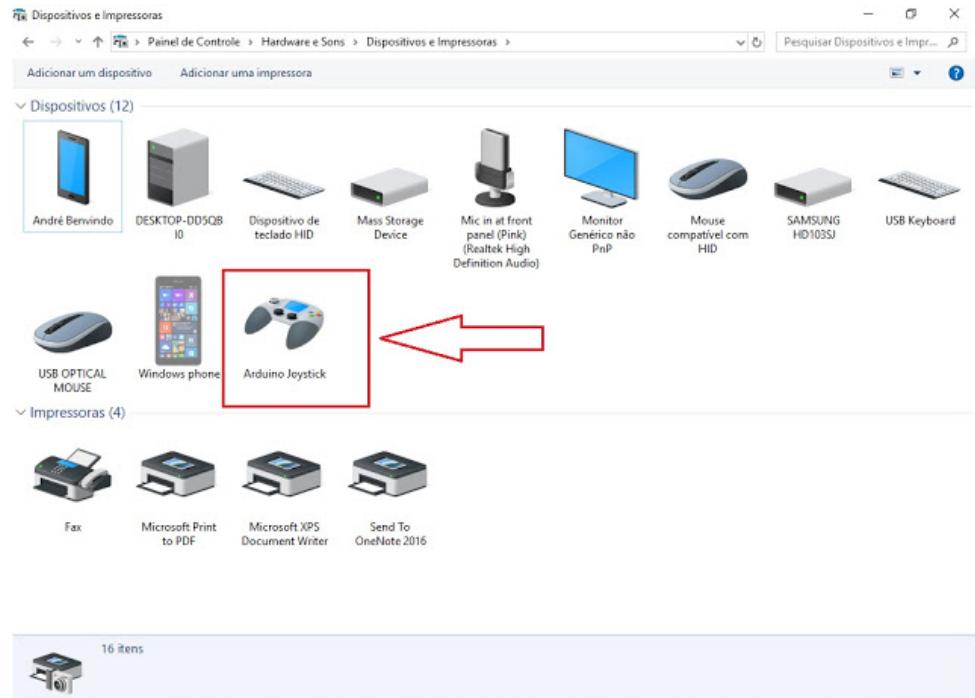
```
ATMEL FLIP Command Line Interpreter
FAIL Could not open USB device,
ISP done.
Trying to re-flash for an Arduino Uno R3...
C:\Users\AndreBenvindo\Desktop\Transformar arduino em Joystick\UnoJoy+BigJoy+flip\UnoJoy\UnoJoy-master\UnoJoy\ATmega16U2Code\HexFiles\batchisp -device atmega16u2 -hardware usb -operation erase f memory flash blankcheck loadbuffer "UnoJoy.hex" program verify start reset 1024
Running batchisp 1.2.5 on Tue Mar 27 11:28:18 2018

ATMEGA16U2 - USB - USB/DFU

Device selection..... PASS
Hardware selection..... PASS
Opening port..... PASS
Reading Bootloader version..... PASS 1.2.0
Erasing flash..... PASS
Selecting FLASH
blank checking..... PASS 0x000000 0x02ffff
Parsing HEX file..... PASS UnoJoy.hex
Programming memory..... PASS 0x000000 0x00f97
Verifying memory..... PASS 0x000000 0x00f97
Starting Application..... PASS RESET 1024

Summary: Total 11 Passed 11 Failed 0
Now, you need to unplug the Arduino and plug it back in,
but it will show up as a joystick! Press any key to exit....
```

12º Passo: Retire o cabo USB que liga o ARDUINO® UNO ao Pc e conecte novamente, para certificar que tudo deu certo vá em painel de controle, *hardware* e sons e dispositivos e impressoras e verifique se o ARDUINO® UNO estiver como *Joystick*.



Para reverter o processo basta dar o curto novamente na placa ARDUINO® UNO, ir na pasta UnoJoy, abrir novamente a pasta UnoJoy, abrir a pasta UnoJoy-master, localizar e abrir a pasta UnoJoy e executar o arquivo *TurnIntoAnArduino*, desconectar e conectar novamente o ARDUINO® UNO ao Pc e o processo será revertido.

*Link para download* dos arquivos necessário

<https://mega.nz/#!xIhUxC6J!09gFgfu2v187Nu05q7ybW0L6-yoPQdfkY8Axtxx77Xg>

*Link para download* do software do ARDUINO®

<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>