

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
CELSO SUCKOW DA FONSECA – CEFET/RJ

**Desenvolvimento de um brinquedo inteligente com
uma abordagem ao empreendedorismo**

Felipe Cardoso Moreira

**Rio de Janeiro
Dezembro de 2017**

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
CELSO SUCKOW DA FONSECA – CEFET/RJ

Desenvolvimento de um brinquedo inteligente com uma abordagem ao empreendedorismo

Felipe Cardoso Moreira

Projeto final apresentado em cumprimento
normas do Departamento de Educação
Superior do CEFET/RJ, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Eletrônica.

Prof.^a Orientadora: Aline Gesualdi Manhães
Prof. Coorientador: Fabio A. A. de Alcantara

**Rio de Janeiro
Dezembro de 2017**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

M838 Moreira, Felipe Cardoso
Desenvolvimento de um brinquedo inteligente com uma
abordagem ao empreendedorismo / Felipe Cardoso Moreira.—
2017.
xiii, 40f. + anexos : il. (algumas color.) , tabs. ; enc.

Projeto Final (Graduação) Centro Federal de Educação
Tecnológica Celso Suckow da Fonseca , 2017.

Bibliografia : f. 39-40

Orientadora : Aline Gesualdi Manhães

Coorientador : Fabio A. A. de Alcantara

1. Engenharia eletrônica. 2. Brinquedos educativos. 3.
Neuropsicologia. 4. Empreendedorismo. 5. Torre de Hanói (Jogo). I.
Manhães, Aline Gesualdi (Orient.). II. Alcantara, Fabio A. A. de
(Coorient.). III. Título.

CDD 621.381

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que tem algum tipo de distúrbio mental e ainda não tem um acompanhamento adequado. E aos que tem dificuldade em seu aprendizado e muitas vezes acabam por repetir de ano em suas escolas.

Gostaria também de dedicar este trabalho à esperança de um sistema de saúde e educação mais evoluído com mais tecnologia e inovação.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que possibilitaram que este projeto fosse concluído e me apoiaram durante sua execução. Portanto, deixo meus agradecimentos a meus pais, minha irmã e minha noiva, os quais tenho eterno amor e gratidão. A todos meus familiares e amigos pelo enorme suporte e incentivo. Aos professores Fabio Andrade, Paulo Kenedi, André Canela e Paulo Aquino, e a professora Aline Gesualdi, que me ajudaram a realizar esta pesquisa e poder obter um resultado positivo. Ao médico Dr. François Delaere por todo o apoio necessário para compreender a área de atuação do brinquedo. Ao marceneiro Roberto pela ajuda na confecção das plataformas. A toda equipe da IETEC que tornou possível a minha inserção no mundo empreendedor. A todos do Startup Rio com os quais pude aprender muito sobre o mercado de inovação. E a todos os pesquisadores que tornaram possível que chegasse até este trabalho através da consulta à suas produções.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de um dispositivo eletrônico que permite ajudar na avaliação neuropsicológica, especialmente de crianças, para facilitar o acompanhamento e o diagnóstico de áreas que correlacionem com este tipo de instrumento, como a área da saúde mental e da educação. No entanto, após pesquisa realizada no ramo, não se encontrou nenhum outro dispositivo parecido na atualidade, o que acabou levando o projeto a tomar um caminho empreendedor que correu em paralelo ao projeto de construção do brinquedo. Este se baseia no funcionamento da Torre de Hanói, jogo já conhecido e ainda estudado na área de análises neuropsicológicas. O material encontrado aqui aborda diversos elementos deste projeto multidisciplinar que tem como principal objetivo revolucionar e ajudar no desenvolvimento do ramo de tecnologia de instrumentos de avaliação neurais. Além de abordar um tipo de área ainda não tão bem utilizado pela Engenharia dentro do empreendedorismo. Com o qual é possível estar sempre levando o projeto para um estágio superior através de investimentos diversos e uma melhor abordagem de mercado, criando um produto e o disponibilizando para os vários possíveis clientes. Utilizando uma placa de Arduino, um sistema de sensores de carga, uma programação responsiva, trabalho artesanal, juntamente com uma abordagem lúdica, este artefato tem como principal interação a movimentação de peças feitas com bexigas e farinha de trigo dentro de um universo de três possibilidades que consistem em três placas de madeira, nas quais estão instalados os sensores de carga. A partir da movimentação das peças o sistema avalia se a movimentação é permitida ou não, e contabiliza os movimentos e os erros cometidos, juntamente com o tempo que foi necessário para realizar uma partida inteira. Uma partida inteira seria passar todas as peças de uma extremidade para a outra. Com resultados muito positivos tanto no lado científico como no lado empreendedor, o projeto demonstrou extremo potencial para a área proposta e, além de apresentar um sistema funcional, traz também diversas possíveis futuras implementações que podem agregar ainda mais ao projeto. Ademais, podem ser encontrados diversos documentos de referência de toda construção do projeto que se encontram como anexos.

Palavras-chaves: brinquedo de aprendizagem, neuropsicologia, diagnóstico inteligente.

ABSTRACT

This report is about showing a new concept of an electronic dispositive for Neuropsychology evaluation aid. This will help to be a tool for diagnosis and monitor the mental health of people, especially for kids, giving support to needed areas like Education or mental healthiness. Furthermore, it was made a search for some other projects with the same approach and by the time of publishing this report was no other like. This made the project go for an entrepreneurship way that made in parallel with the actual project. Backing to him, this one is made based in an existed and success learning toy that it's already used by many doctors to evaluate and diagnose people in mental disease cases, which is the Hanoi Tower. This toy is already known by the neuropsychological analyses field. The multidisciplinary contents that are talked here mainly aim to make a revolutionary development of the neural evaluation instrumentation technology field. Moreover, it also goes further in an area that is not so well dealt by Engineering in Entrepreneurship. Through this is possible to take this idea to the next level, winning some money and implement some market logic that will make a product and made it available for any interested customer. Using an Arduino board, a responsive programming, a little handcraft and some ludic approach, this artefact has it leading interaction that consists on moving parts, made by flour balloons, in three possible positions that are made by wood stacks, a place that held the load cell system. The evaluation system function by this movements and it will say if these part changings are allowed or not and will count the good or bad moves with also total timing from the beginning to the end. The objective of these game is to move the parts from one extremity to the other. Although, it got it loads of positive results in the scientific side or even on entrepreneurship side. The project showed a huge potential for the suggested area. Beyond that, it also has many possible future implementations that could improve even more the project. Additionally, between the attachments can be found many kinds of reference documents from all the creation process.

Keywords: learning toys, neuropsychology, smart diagnostic.

SUMÁRIO

Capítulo 1	1
Introdução	1
1.1. Motivação	1
1.2. Justificativa	2
1.3. Objetivos	2
1.4. Metodologia e trabalho realizado.....	2
1.5. Organização do Trabalho	3
Capítulo 2	4
Revisão bibliográfica	4
2.1. Aspectos técnicos.....	4
2.1.1. Ponte de <i>wheatstone</i>	4
2.1.2. <i>Strain gauge</i>	5
2.2. Aspectos neurológicos e a neuropsicologia	6
Capítulo 3	8
Desenvolvimento da ideia.....	8
Capítulo 4	13
Materiais e métodos	13
4.1 Reconhecimento das peças	13
4.1.1 Paralelo de resistores.....	13
4.1.2 Células de carga	17
4.1.3 Outros métodos	23
4.2 Processamento de dados	23
4.2.1 Arduino (AVR - ATmega328P).....	23
4.2.2 FRDM-KL43Z (ARM - Cortex-M0+)	24
4.2.3 Programação.....	26
Capítulo 5	28
Atividade empreendedora	28
5.1 Mercado empreendedor	28
5.1.1 IETEC.....	28
5.1.2 Startup Rio.....	28
5.1.3 Competição de embarcados.....	29

5.2	Construção da marca.....	29
5.3	Modelo de negócios	30
5.3.1	O que? - Proposta de valor	30
5.3.2	Para quem? – Clientes, Relacionamento e canais	31
5.3.3	Como? - Atividades, parcerias e recursos	31
5.3.4	Quanto? - Estrutura de custos e fontes de receita.....	32
5.4	Análise de mercado.....	32
Capítulo 6		34
	Conclusões e resultados	34
6.1.	O projeto	34
6.2.	O negócio	34
6.3	O brinquedo	35
Capítulo 7		36
	Futuras Implementações	36
7.1.	Método capacitivo.....	36
7.2.	Interface	36
7.3.	Comunicação com a ‘Nuvem’	36
7.4.	Aplicativo móvel.....	36
Referências Bibliográficas.....		38
Apêndice A		41
Apêndice B		42
Anexo.....		50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho de um circuito tipo ponte de wheatstone. [4]	4
Figura 2: Strain gauge por resistência elétrica. [8]	5
Figura 3: Forma clássica de um brinquedo da Torre de Hanói. [11]	8
Figura 4: Estrutura da configuração inicial Torre de Hanói. [12]	9
Figura 5: Diagrama com os movimentos permitidos (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	10
Figura 6: Referência para o início do jogo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	12
Figura 7: Referência para o término do jogo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	12
Figura 8: Resistência já posicionada na parte central do disco (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	16
Figura 9: Uma eletrofito e um rolo de papel alumínio (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	16
Figura 10: Uso da eletrofito na peça (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	17
Figura 11: Demonstração da força do atrito no protótipo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	17
Figura 12: Demonstração do uso das células de carga [19].	18
Figura 13: Preparação dos retângulos de madeira (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	18
Figura 14: Enchendo os balões com farinha (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	19
Figura 15: Momento após encher os balões (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	19
Figura 16: Balões finalizados e prontos para os testes (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	20
Figura 17: Quadrados de madeira já fixados sendo testados (Fonte: Felipe Moreira, 2017). ..	20
Figura 18: Espuma utilizada na estabilização dos detectores. [19]	21
Figura 19: Sensores finalizados sendo testados (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	21
Figura 20: Calibragem dos sensores no programa (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	22
Figura 21: Medição dos estados (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	22
Figura 22: Arduino UNO. [23]	23
Figura 23: FRDM-KL43Z. [24]	24
Figura 24: OL2385. [25]	25
Figura 25: OM2385/SF001 – Kit de desenvolvimento SIGFOX. [25]	25
Figura 26: Dados iniciais ao ligar o brinquedo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	26
Figura 27: Indicação de início de jogo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	27
Figura 28: Primeira identidade visual (Fonte: Felipe Moreira, 2016 [12]).	30
Figura 29: Segunda identidade visual (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	30
Figura 30: Identidade visual final (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	30

Figura 31: Exemplos de brinquedos de aprendizagem inteligentes. [3].....	33
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Conversão para os estados possíveis da haste (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	10
Tabela 2: Valor dos resistores utilizados no experimento (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	14
Tabela 3: Resultado das tentativas por combinação de peças (Fonte: Felipe Moreira, 2017).	14

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IETEC	INCUBADORA DE EMPRESAS TECNOLÓGICAS
FAPERJ	FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
MEI	MICRO EMPREENDEDOR INDIVIDUAL
MIT	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY
IoT	INTERNET OF THINGS
OMS	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
FAQ	FREQUENTLY ASKED QUESTIONS

Capítulo 1

Introdução

Com registros datados do século dezessete [1], a Educação através de brinquedos de aprendizagem já é feita há muito tempo no mundo todo, e alguns brinquedos são referência desta cultura. A Torre de Hanói, brinquedo escolhido como base dos estudos, além de fazer parte desta história, também já é usada pela comunidade científica para identificar algumas patologias na área da Neurologia e Psicologia [2]. Portanto, este brinquedo versátil pode vir a ser amplamente utilizado tanto na ciência acompanhando e diagnosticando distúrbios mentais como na educação como elemento chave de aprendizagem em algumas escolas alternativas, além de também ser um brinquedo para todas as idades. Com ele, o Projeto visa, através da eletrônica, criar uma interação maior entre o brinquedo e a pessoa que o utiliza. Neste caso, uma criança.

1.1. Motivação

Uma grande fonte de motivação foram alguns casos de distúrbios mentais que existem na família do autor (sua irmã e seu primo), que ao longo dos anos foram gerando um grande estímulo para contribuir para o desenvolvimento de soluções para área.

A convivência com o dia-a-dia na Incubadora do CEFET/RJ (IETEC) através de amigos também serviu de grande motivação para poder investir no mundo empreendedor e se inscrever para diversos editais.

A vontade de ajudar a transformar o mundo da Educação é um elemento que sempre foi presente dentro das motivações para realização do projeto.

O mercado da tecnologia na área da educação e saúde mental é muito vasto, o que faz com que boas soluções tecnológicas, inovadoras e eficientes, ganhem espaço quando bem implementadas. Não foram encontrados dispositivos neste seguimento com uma abordagem muito elaborada, o que se pode identificar são ferramentas não-tecnológicas ou com tecnologia

limitada. Isso tudo gera a confiança necessária para realizar o desenvolvimento tecnológico pertinente para o avanço da ciência em cooperação com a sociedade. Projetos inovadores de brinquedos que possuem uma combinação do mundo real com o mundo digital, como o brinquedo *beast of balance* [3], vem surgindo mundo a fora, abrindo novos horizontes e motivando projetos menores à irem além.

1.2. Justificativa

É mister observar o valor de um brinquedo de aprendizagem que além de ser um ótimo meio para exercitar o cérebro, ainda é uma ótima maneira de avaliar o desempenho cerebral de uma determinada pessoa. Este projeto visa a aplicação de novas tecnologias neste tipo de brinquedos, propondo então a criação de uma eletrônica embarcada no brinquedo “Torre de Hanói” para melhorar a interação durante o jogo. Desenvolver este tipo de produto em um país como Brasil não é algo simples, então o segundo foco do projeto foi dado através da aplicação da ideia no empreendedorismo.

1.3. Objetivos

O principal objetivo é a criação de um brinquedo eletrônico interativo, para crianças de uma determinada faixa etária a ser estipulada durante o processo de construção do projeto. Para tal, desenvolver uma eletrônica para verificação e validação dos dados a serem coletados no brinquedo, bem como uma comunicação deste brinquedo com algum meio externo, estabelecendo algum tipo de troca de dados em um determinado protocolo (WIFI, Bluetooth etc.). Em paralelo ao desenvolvimento da tecnologia, existe um objetivo secundário de mostrar como é feita a implementação deste no mercado, através do empreendedorismo.

1.4. Metodologia e trabalho realizado

A realização deste projeto requereu um estudo de caso com as várias possibilidades de se criar o mesmo a partir da eletrônica. Esta pesquisa forneceu um caminho a ser seguido e, a partir deste, foram feitos estudos objetivando entender melhor a parte eletrônica. Após isto, realizou-se experimentos para comprovar a metodologia escolhida, e em seguida, foi feita a aplicação destes testes em um protótipo. Depois da realização de testes no protótipo foi possível

comprovar a eficiência levantada no período de pesquisa e ainda aplicar algumas técnicas para melhor o resultado final. Além das experiências foi feito um trabalho em paralelo voltado ao empreendedorismo contido na ideia, para obter mais recursos para o projeto.

1.5. Organização do Trabalho

O trabalho foi dividido em uma introdução e seis capítulos. A fase da pesquisa, dividida em estudo de caso e revisão bibliográfica, foi o momento de estudar maneiras para realizar a abordagem desejada, seguida pelos materiais e métodos à serem aplicados dentro deste caminho a ser seguido. Após isto, vem o conteúdo da atividade empreendedora que foi dada ao projeto, chegando a participar de eventos externos e até editais muito conhecidos. Logo em seguida temos os resultados obtidos do projeto em diversos aspectos e a finalização através da conclusão e as futuras implementações.

Os resultados esperados foram a possível jogabilidade do brinquedo, baseado na Torre de Hanói, que possibilite a aquisição das posições de cada movimento e validação dos estados depois de cada movimento. No lado empreendedor esperou-se um retorno das diversas ações tomadas objetivando investimento, para com isso poder se iniciar a elaboração de um protótipo mais fiel do brinquedo.

Captítulo 2

Revisão bibliográfica

Aqui na seção de revisão bibliográfica os conhecimentos necessários para entender o funcionamento do brinquedo bem como entender a parte médica por trás de toda a ideia.

2.1. Aspectos técnicos

Os aspectos tratados são baseados em alguns conceitos de um circuito eletrônico e uma peça mecânica, respectivamente explicados abaixo.

2.1.1. Ponte de *wheatstone*

O circuito do tipo ponte de *wheatstone* está equilibrado quando a razão entre as resistências da esquerda é igual a razão das resistências da direita no circuito [4].

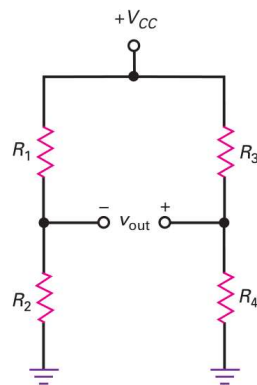


Figura 1: Desenho de um circuito tipo ponte de *wheatstone*. [4]

Ou seja, quando:

$$R_1/R_2 = R_3/R_4$$

Este circuito é muito utilizado em instrumentos de medida, como o voltímetro, que usa um circuito muito semelhante a este [5]. Geralmente um destes valores de resistência é desconhecido, porém sabendo os valores de tensão de entrada, tensão de saída e tendo os valores das outras resistências, pode-se obter o valor desconhecido.

2.1.2. *Strain gauge*

Entender o funcionamento do Strain Gauge requer primeiro saber o que é a tensão e o estresse dentro da ciência dos materiais [6] por isso este início focará em explicar estes dois conceitos.

Estresse (*Stress*) é a medida de quanta pressão interna está sob o material quando alguma força age sobre ele. Quanto maior for a força ou quanto menor for a área da qual sofre a ação, é provável que este sofra alguma deformação. Assim como a pressão, medimos o stress dividindo a força que age pela área na qual está agindo, ou seja, $\text{Estresse} = \text{Força} / \text{Área}$.

Tensão (*Strain*) é o que acontece como resultado do estresse. Se um material é estressado por uma força, ele costuma mudar de forma e ficar um pouco mais longo, caso estique puxando suas pontas em direção as suas extremidades, ou curto, caso comprima-o empurrando para dentro de seu centro. A tensão é definida como uma mudança de comprimento produzida pela força dividido pelo comprimento.

Os principais tipos de *Strain Gauges* são: mecânico, hidráulico, resistência elétrica, óptico e piezoelétrico. O único a ser abordado neste trabalho será o que é construído através da resistência elétrica, pois foi o utilizado no projeto.

Este tipo foi inventado em 1938 pelo professor do MIT Arthur Ruge (1905–2000) para ajudar seu estudante de graduação, John Meier a completar sua pesquisa na detecção do estresse de terremotos em tanques d'água elevados [7].



Figura 2: *Strain gauge* por resistência elétrica. [8]

O princípio de funcionamento da aplicação de um *strain gauge* por resistência elétrica vem da Ponte de *wheatstone*, onde podem se ter de um a quatro elementos na ponte fazendo com que ele tenha algumas variações.

Quando existem quatro elementos *strain gauge* dentro de um circuito, formando então o circuito abordado na seção anterior.

2.2. Aspectos neurológicos e a neuropsicologia

As funções executivas correspondem a um conjunto de habilidades que, de forma integrada, permitem ao indivíduo direcionar comportamentos a metas, avaliar a eficiência e a adequação desses comportamentos, abandonar estratégias ineficazes em prol de outras mais eficientes e, desse modo, resolver problemas imediatos, de médio e de longo prazo. Essas funções são requisitadas sempre que se formulam planos de ação e que uma sequência apropriada de respostas deve ser selecionada e esquematizada [8].

Para compreender melhor este lado do projeto, foi preciso realizar uma pesquisa de campo sobre o tema e, felizmente, para seguir neste caminho, o Dr. François foi o principal guia para entendimento das áreas a serem analisadas.

Alguns elementos das funções executivas foram levantados para este e vão ajudar para que a avaliação neuropsicológica seja realizada nas crianças.

O principal elemento deste projeto é a tomada de decisão. É um processo que envolve o processo de escolher uma entre várias opções em momentos que tenham algum nível de incerteza (risco). Neste processo, a criança tem de avaliar todas as alternativas considerando diversos elementos. Durante esse processo de tomada de decisão, outros processos cognitivos são envolvidos como memória de trabalho, flexibilidade cognitiva, controle inibitório e planejamento [9].

A flexibilidade cognitiva vem da capacidade que a pessoa tem de alterar o curso de suas ações e/ou planejamentos de acordo com o que o ambiente exige dela [9]. Já a memória de trabalho é um sistema que grava informações temporárias permitindo que essas sejam vigiadas

e reposicionadas [9]. Esta memória é aquela responsável por gravar números de telefone para que logo depois sejam digitados para realizar uma ligação, e por realizar contas matemáticas, por exemplo.

Controle inibitório é a capacidade de inibir respostas prepotentes, nas que o indivíduo tem uma forte tendência, ou reações a estímulos distratores que interrompam o curso eficaz da ação, ou também interromper respostas que estejam em curso [9].

O planejamento é a capacidade de estabelecer a melhor maneira de alcançar um objetivo já definido, tendo em consideração uma hierarquia dos passos à serem tomados e a utilização dos instrumentos necessários para conquistar uma determinada meta [9].

O tempo de planejamento é o tempo que a criança demora para realizar o planejamento. Enquanto, o tempo de replanejamento dentro do jogo é o tempo que se leva para planejar um novo movimento depois de ter efetuado um movimento errado. A criança usaria esse tempo para criar uma nova estratégia de jogo.

Captítulo 3

Desenvolvimento da ideia

A escolha do projeto foi feita através de uma pesquisa de campo com diversos tipos diferentes de brinquedos de aprendizagem físicos, com o intuito de encontrar um objeto para inserir tecnologia e obter resultados relevantes. Os dois ambientes procurados foram uma clínica que realizava avaliações Neuropsicológicas e uma escola Montessoriana. Dentro destes ambientes foram encontrados diversos tipos de brinquedos e jogos que tinham como objetivo gerar algum tipo de trabalho mental para serem concluídos e/ou jogados.

A escolha da Torre de Hanói vem de uma sugestão dada pelo médico neuropsicólogo François Delaere que gentilmente se ofereceu para ajudar a esclarecer quaisquer dúvidas sobre o funcionamento do brinquedo e sobre as observações feitas quando o mesmo é utilizado para avaliações de cunho neurológico. A partir deste momento a escolha é realizada e já se tem o primeiro elemento para poder realizar o projeto.

Antes de realizar uma pesquisa ampla, foi feita uma busca pelo conhecimento de funcionamento da versão clássica do brinquedo [10]. A partir desta foi possível identificar que o mesmo segue algumas regras que devem ser obedecidas.

O jogo em sua forma clássica é formado por uma base que contém três hastes fixas equidistantes entre si junto com um grupo de anéis de tamanhos diferentes, de mesma espessura, podendo possuir cores diferentes ou não. A quantidade de anéis mínima para jogar é três e, por isso, todo o estudo foi feito com a menor quantidade de anéis para facilitar o entendimento.



Figura 3: Forma clássica de um brinquedo da Torre de Hanói. [11]

Para observar os estágios de funcionamento e a dinâmica da brincadeira vamos desconsiderar a base e trabalhar apenas com a estrutura das hastes e dos anéis, como no exemplo apresentado na figura abaixo.

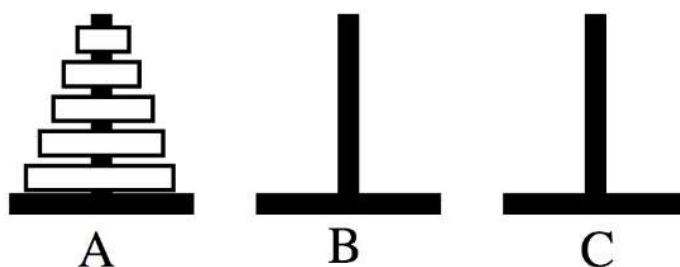


Figura 4: Estrutura da configuração inicial Torre de Hanói. [12]

O objetivo é passar todos os anéis de uma extremidade para outra do brinquedo, utilizando a menor quantidade de movimentos [11] possíveis. Ou seja, levar os anéis que estão na haste A para a haste C. Sendo o jogador obrigado a respeitar regras para movimentar os anéis. A partir da imagem é possível também ver o posicionamento inicial das peças ao se iniciar o jogo.

A regra de movimentação é regida através de dois princípios básicos. As peças só podem ser movimentadas uma de cada vez. As mesmas são alocadas numa divisão feita pela proporção dos anéis, sendo então obrigatório que a maior peça fique sempre abaixo da menor. Então, não podendo ser considerado nenhum movimento que implique na colocação de peças maiores em cima de menores e/ou movimentação de mais de uma peça por vez.

Estas regras estabelecem um padrão a ser seguido dentro do jogo que gera uma relação entre os movimentos possíveis dentro do jogo. Objetivando ilustrar melhor isso, foi elaborada a construção de um diagrama com as possíveis movimentações dentro da brincadeira para uma Torre de Hanói com três discos.

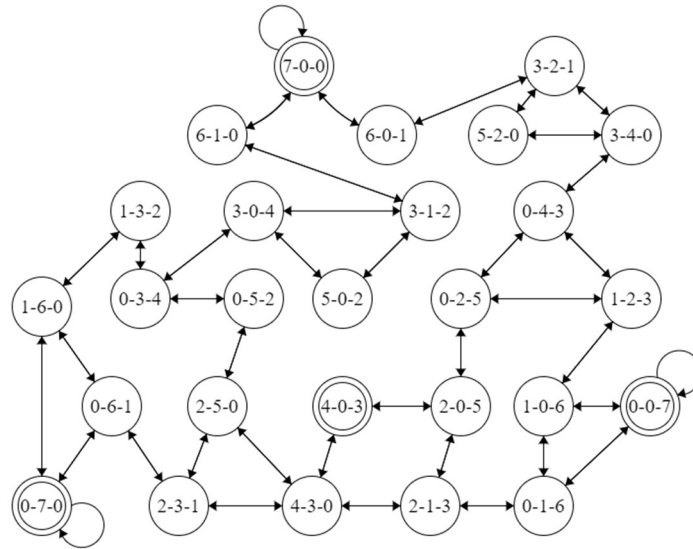


Figura 5: Diagrama com os movimentos permitidos (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Nesta imagem, os números representam o estado que cada haste pode se encontrar. Fazendo caminhos apenas com movimentos possíveis. Os números no interior de cada círculo representam os estados em cada haste, ou seja, se a primeira haste (A) estiver no estado zero, a segunda (B) estiver no estado um e a terceira (C) no estado seis, formando assim o círculo representado pela forma “0-1-6”.

Na tabela abaixo pode-se identificar a posição que foi dada para cada número dentro do círculo. Através desta, podemos ver que a ordem colocada como exemplo será formada por nenhuma peça na primeira haste (A), a peça menor na haste do meio (B) e as outras duas na terceira (C).

Tabela 1: Conversão para os estados possíveis da haste (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Número de referência na posição da haste	Posição da haste		
	Presença dos discos na haste		
	Disco pequeno	Disco médio	Disco grande
0			
1	○		
2		○	
3			○
4	○	○	
5	○		○
6		○	○
7	○	○	○

A posição final e inicial dentro da Figura 3 será então representada pelos círculos com os respectivos valores “0-0-7” e “7-0-0”. Indicando assim que o jogo se iniciará pela esquerda e será finalizado à direita. Nos estados onde se encontram todas as peças em uma haste foi colocado um círculo duplo para facilitar o seu reconhecimento.

Nesta configuração utilizada, pode-se dizer que a quantidade mínima de movimentos para poder se chegar de uma extremidade para outra será,

$\text{Quantidade mínima de movimentos} = 2^n - 1.$

Toda a sequência de padrões deste jogo faz possível a existência de um algoritmo para o mesmo. E, não por acaso, o algoritmo do jogo da Torre de Hanói é muito utilizado dentro da área das Ciências da Computação [13] [14] [15]. Um dos principais motivos para seu aprendizado é por conta de ele permitir uma solução com uso de algoritmo recursivo. Estes tem uma ideia que se baseia na seguinte avaliação: sendo a instância interessada pequena, resolve-se diretamente da maneira que for possível, sendo grande, reduz-se a uma instância menor do mesmo problema [16]. Isto é, um algoritmo recursivo faz infinitamente o mesmo procedimento até uma condição de parada.

O contato com a clínica de avaliações Neuropsicológicas possibilitou o entendimento do uso da Torre de Hanói dentro do uso clínico que tem algumas variações. Estas variações estão focadas à organização do jogo na disposição inicial e final das peças, gerando assim uma estrutura inicial e final diferente do jeito clássico demonstrado anteriormente.

A forma utilizada por neuropsicólogos considera uma abordagem através de cartões didáticos que indicam em qual posição começar e terminar o jogo. Cada jogo de cartões tem um determinado número mínimo de movimentos fazendo com que os jogadores tenham que planejar o melhor movimento a ser feito.

Um exemplo do que poderia ser um cartão para início de jogo pode ser identificado à baixo seguido por um possível cartão para destino.

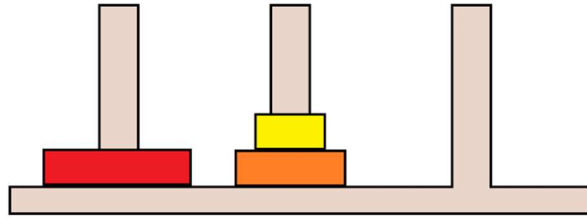


Figura 6: Referência para o início do jogo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

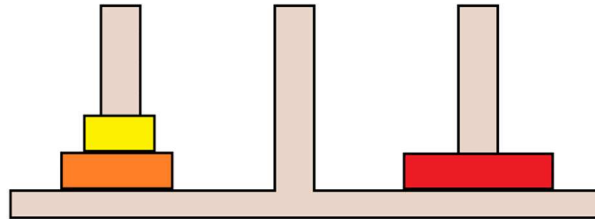


Figura 7: Referência para o término do jogo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

No exemplo dado a quantidade de movimentos mínima seria de quatro movimentos. A abordagem clínica dada deixa para trás a equação de resolução visto que o problema passa a ter uma solução mais específica.

Não foram encontradas referências deste método de avaliação utilizado pela clínica de Neuropsicologia. Contudo, o método foi demonstrado e explicado pelo próprio proprietário, o Dr. François Jean Delaere.

Capítulo 4

Materiais e métodos

Todos os métodos utilizados para tentar alcançar os resultados desejados, juntamente com o material utilizado para elaborar a estrutura de cada método, estão dentro deste capítulo, que visa proporcionar ao leitor o melhor entendimento possível das formulas seguidas para a criação dos protótipos e dos testes práticos.

Além de métodos construtivos, também foram colocados em prova métodos de criação de conteúdo, elaboração de ideias, edição de documentos, entre outros.

4.1 Reconhecimento das peças

Dentro deste estudo foi possível identificar três meios para detectar o movimento dos anéis nas bases dos quais apenas um se mostrou factível, eficiente e com bom custo-benefício. Os dois principais métodos estudados neste período foram a utilização da leitura de uma relação entre resistências e a leitura de carga em sensores para identificação das peças do jogo.

4.1.1 Paralelo de resistores

Nesta primeira tentativa, existia uma relação de resistências em paralelo que entrariam em uma determinada formação e seria gerada uma tensão específica. Esta seria diferente a partir das diferentes resistências que fossem ser utilizadas. A escolha de quais usar se fez possível através de alguns testes práticos virtuais e reais feitos para poder levantar os melhores valores para o sistema. Todos os valores de resistência usados nas experiências se encontram na Tabela 2.

Tabela 2: Valor dos resistores utilizados no experimento (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Tentativa	Resistores (Ω)			
	G	M	P	pull-up
1	1k	1k	1k	33
2		330	100	
3		100	10	
4	680	330	100	100
5	820			
6				

As primeiras tentativas foram feitas através de simulação para checar como era o funcionamento do circuito e dos possíveis resultados. Após a quarta tentativa todas as experiências tiveram sua execução realizada em laboratório.

Tabela 3: Resultado das tentativas por combinação de peças (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Posição	Voltagem em cada tentativa (V)					
	1	2	3	4	5	6
Nenhum	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	4,99
G	4,84	4,84	4,84	4,75	4,79	4,45
M		4,545	3,76	4,55	4,54	3,83
P		3,76	1,16	3,75	3,75	2,5
G+M	4,69	4,413	3,67	4,35	4,37	3,51
M+P		3,47	1,08	3,5	3,49	2,17
G+P		3,68	1,15	3,6	3,64	2,35
G+M+P	4,55	3,418	1,07	3,4	3,39	2,06

Nestes valores apresentados na Tabela 3, temos uma representação dos diferentes tamanhos de anel por letras. A letra G significa o maior deles, a letra M o de tamanho médio e a letra P o menor deles. Assim sendo a combinação entre eles nas linhas que são denominadas pela soma das letras.

Apenas os pertencentes à última tentativa foram considerados para seguir a frente no projeto. A partir destes valores foram montados testes mais elaborados com LEDs para testar o funcionamento do programa que viria ser utilizado juntamente com o protótipo.

De acordo com a Tabela 3, é possível ver que o valor encontrado para a resistência correspondente ao maior anel foi de 4,45 V, no anel de tamanho mediano foi de 3,83 V e o menor anel obteve uma tensão 2,5 V, lembrando que todos os resultados foram aproximados.

O experimento com todas as suas tentativas permitiu a compreensão de que não se poderia ter resistências iguais e nem de valores próximos para que fosse obtido o resultado desejado. Os números constatados se mostraram suficientes para serem colocados em prática em uma nova experiência, porém desta vez em um sistema completo.

Uma programação foi feita para fazer a detecção das tensões de cada haste e o circuito foi montado em uma placa de ensaio para medições. O circuito se mostrou eficiente e conseguiu satisfazer os resultados previstos. Esta confirmação levou então a uma próxima etapa que foi a prototipagem.

O circuito foi montado e testado bem como é abordado no Anexo 3, que contém o trabalho realizado em parceria com o aluno Matheus Carvalho, apresentado pelo mesmo como relatório de Estágio.

O primeiro protótipo, feito através da detecção do paralelo de resistores, foi elaborado através de uma impressora cortadora à laser. Formada por uma base central, três pequenas hastes e três anéis de camada dupla. Os anéis em madeira foram feitos em duas camadas, sendo uma delas com abertura interna maior. Essa diferença de largura foi projetada para ter o mesmo tamanho de um resistor comercial com um quarto (1/4) de potência, o valor de potência escolhido será explicado a seguir.

Utilizando uma tensão média de 5 V, que é a usada nos circuitos testados, juntamente com o menor valor de resistência que seria de cem ohms. Utilizando a Lei da Potência [17] temos que,

$$P = V^2/R$$

Daí teremos que,

$$P = (5)^2 V / 100 \Omega = 0,25 \text{ W}$$

Onde P é a potência dissipada e V é a tensão que passa sobre o resistor. Sendo 0,25 W exatamente a potência desejada para o circuito, ou seja, um quarto (1/4).

Um espaço entre a haste e as entradas na base central foi calculado de maneira a permitir que fosse colocado algum elemento condutor para poder fazer a ligação das resistências em paralelo.



Figura 8: Resistência já posicionada na parte central do disco (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Vários elementos condutores foram pensados para serem implementados, e alguns testados. Os melhores dentro do levantamento são o fio, a folha de alumínio e a eletrofita.



Figura 9: Uma eletrofita e um rolo de papel alumínio (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

A folha de alumínio se demonstrou muito frágil sendo então descartada do projeto. E já a eletrofita se demonstrou excelente para ser aplicada em superfícies lisas como a haste e então foi escolhida para ser implementada.

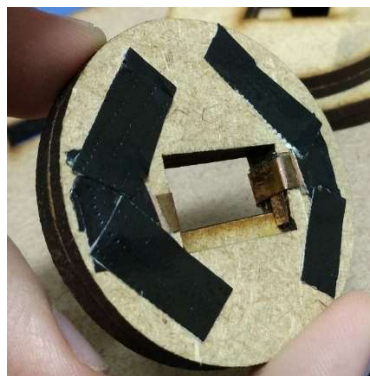


Figura 10: Uso da eletrofita na peça (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Apesar de todos os cálculos e estudos feitos, a eletrofita, mesmo sendo a melhor opção, acabou provando que o sistema feito pelo paralelo das resistências estava condenado por conta do atrito que gerava com a haste e assim também gerando um desgaste do cobre, o que iria gerar imprecisão após um período pequeno de uso.



Figura 11: Demonstração da força do atrito no protótipo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

4.1.2 Células de carga

Neste método a forma do brinquedo foi alterada para dar mais ludicidade ao brinquedo fazendo com que não precisasse mais das hastes e que as peças pudessem ser quaisquer objetos de formato geométrico plano, porém desta vez com tamanho e pesos distintos

pois a identificação das posições dar-se-á por células de carga funcionando como balanças digitais que aferem o peso das peças e partir disso identificam o seu estado.

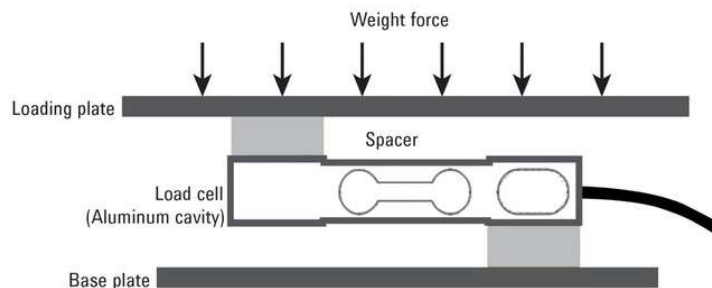


Figura 12: Demonstração do uso das células de carga [19].

Através da utilização de células de carga do tipo Strain Gauge com suporte até cinco quilos, foi possível realizar alguns testes. Estas foram utilizadas seguindo uma regra de medição registradas pela Figura 12 [18]. Para que fosse possível chegar ao modelo observado, foi necessário desenvolver plataformas de madeira que atendessem estas exigências.

Todas as peças foram feitas dentro do CEFET/RJ com a ajuda do setor de marcenaria e podem ser visualizadas na Figura 13.

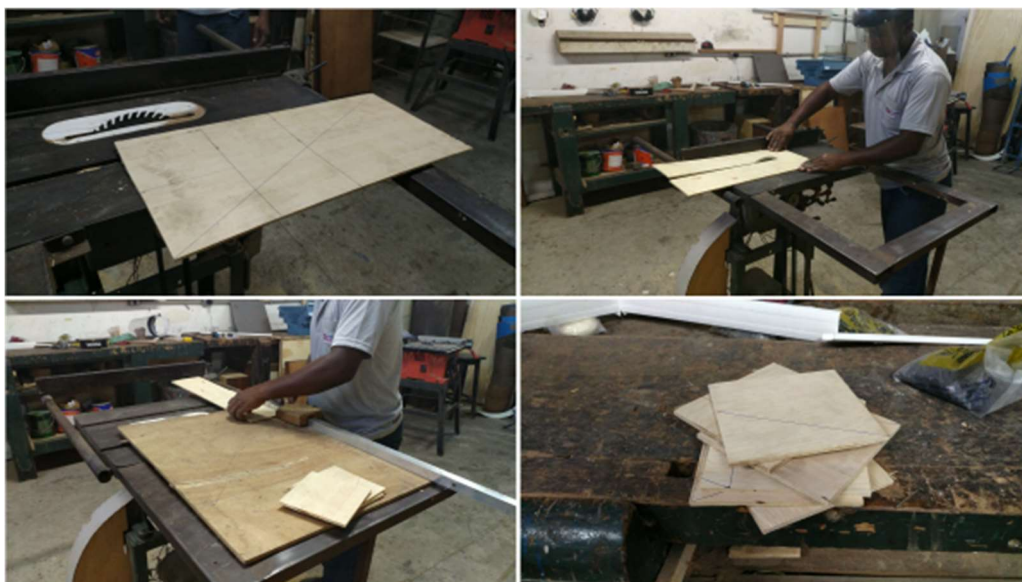


Figura 13: Preparação dos retângulos de madeira (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Em paralelo a criação das bases das células de carga, foram preparados artefatos para compor o peso necessário para realização dos testes. Objetivando criar um item mais próximo

da realidade infantil, utilizou-se uma bexiga feita com farinha, uma antiga tradição de brinquedo brasileira sem registro encontrado até o período da entrega deste trabalho.

Cada uma das bexigas feita de maneira artesanal e seu processo de construção foi feito através do uso de farinha de trigo, bexigas de festa, uma bacia e uma garrafa de plástico, seguindo instruções que podem ser facilmente encontradas na internet [19].



Figura 14: Enchendo os balões com farinha (Fonte: Felipe Moreira, 2017).



Figura 15: Momento após encher os balões (Fonte: Felipe Moreira, 2017).



Figura 16: Balões finalizados e prontos para os testes (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Depois de prontos os balões foram medidos em uma balança mecânica de cinco quilos possibilitando a constatação de que a bexiga branca possuía por volta de 120 gramas, a bexiga amarela possuía aproximadamente 230 gramas e a maior bexiga, a verde, possuía exatos 400 gramas.

Ao finalizar os balões foram anexadas as células de carga um quadrado de madeira de cada lado de sua estrutura fazendo ela ficar como o demonstrado na Figura 17.

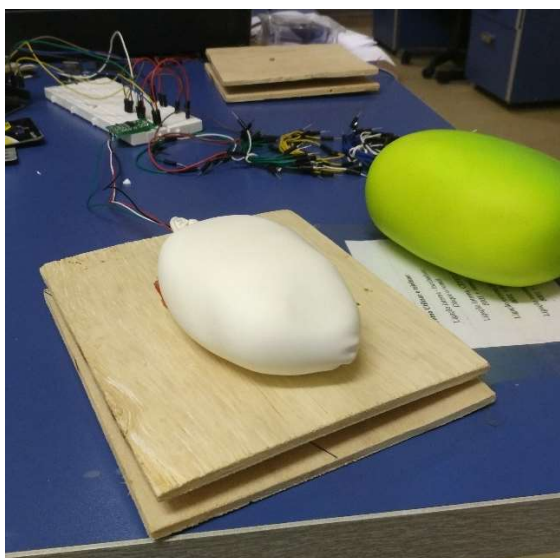


Figura 17: Quadrados de madeira já fixados sendo testados (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Porém o circuito não demonstrou o resultado esperado, então, para concluir os detectores precisaria ainda a inclusão de algumas espumas em volta do “sanduíche” formado pelos quadrados de madeira presos à célula de carga, pois a espuma faria eles se manterem com uma certa distância e permanecerem estáveis. A Figura 18 mostra a forma da espuma usada.

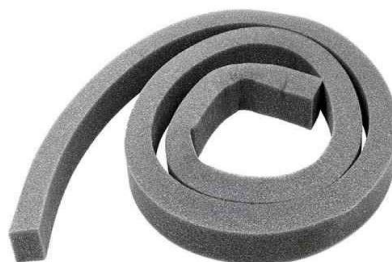


Figura 18: Espuma utilizada na estabilização dos detectores. [19]

Na Figura 19 o medidor se encontra finalizado já na realização de alguns testes da programação que estaria sendo feita neste momento.

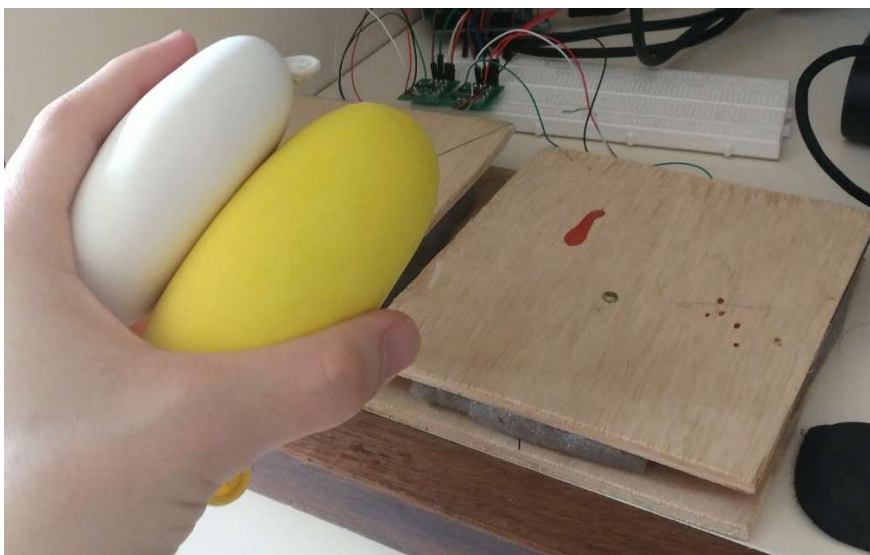


Figura 19: Sensores finalizados sendo testados (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Mesmo após finalizar os balões e os sensores de carga, foi necessária uma preparação para que seja possível medir mais precisamente. Isso foi possível através de uma calibragem com um peso padrão F1 de 500 gramas que foi gentilmente cedido pelo Prof. Mauro Reis.

Na Figura 20 se encontra uma foto do dia em que foram feitos alguns testes para poder dar mais precisão na detecção de pesos da balança.



Figura 20: Calibragem dos sensores no programa (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

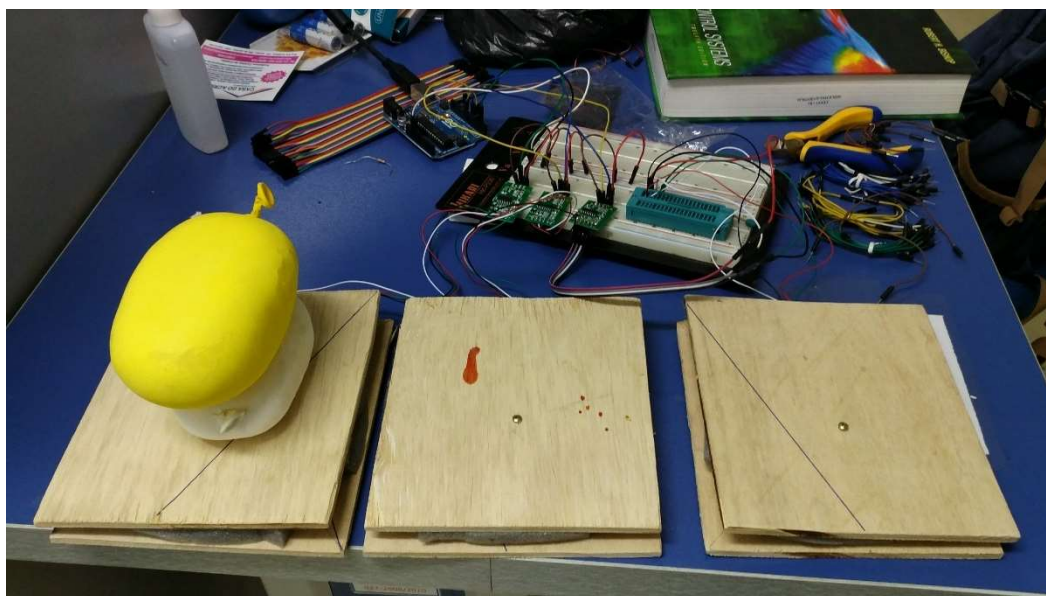


Figura 21: Medição dos estados (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

O programa feito realiza um procedimento de calibragem automático ao se iniciar e apenas identifica se tem algum peso nas balanças, a partir do momento que um determinado peso é colocado, ele inicia um cronometro, que registra o tempo a cada movimento realizado avaliando se foi um movimento válido ou não.

Dentro do programa, um sistema faz verificações constantes de estados usando a Figura 3 como referência, a qual mostra os estados possíveis para cada elemento de posição. Portanto, a cada segundo ele checa o posicionamento das peças e faz a avaliação dos estados.

Os tempos registrados de movimentos inválidos entraram para o processo de análise do médico, e através deles será possível obter o tempo de planejamento e de replanejamento. Apesar do sucesso nos testes e obter resultados satisfatórios, não foi possível ainda salvar os dados em um arquivo específico, sendo necessário que se sejam copiados os dados do monitor serial do Arduino no computador para uma planilha.

4.1.3 Outros métodos

Um outro método pensado foi usar um meio de detecção através da capacitância onde a variação da mesma alteraria em cada haste para identificar quais anéis estão nela. Porém este método não se demonstrou possível dentro do cronograma, já que necessitaria de mais recursos e a criação de um protótipo mais elaborado para conter o controle de capacitância. E por este motivo foi descartado no andamento deste projeto.

4.2 Processamento de dados

4.2.1 Arduino (AVR - ATmega328P)

No primeiro momento o microcontrolador escolhido para dar vida ao projeto foi o ATmega328 juntamente com a placa de desenvolvimento 'Arduino Uno' pelo fato de ser um item acessível e com uma ótima implementação para testes, fazendo assim desnecessário um gasto adicional para se iniciar o projeto. Utilizando-se também materiais próprios como fios de ligação, cabos de alimentação, resistências e uma placa de ensaio (*Protoboard*).

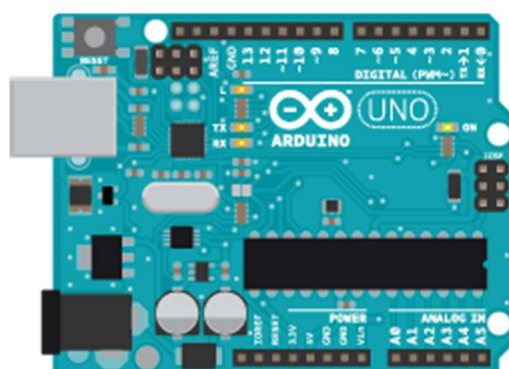


Figura 22: Arduino UNO. [23]

Acabou também sendo o sistema escolhido para o projeto por conta de atrasos na chegada do outro sistema.

4.2.2 FRDM-KL43Z (ARM - Cortex-M0+)

Durante a fase de pesquisas, foi possível participar de uma competição de eletrônica embarcada, melhor descrita no Capítulo 4, que possibilitou ao projeto adquirir um kit de desenvolvimento da empresa NXP em parceria com a SIGFOX, o OM2385/SF001 que tinha como placa principal a FRDM-KL43Z que é baseada em um processador ARM.

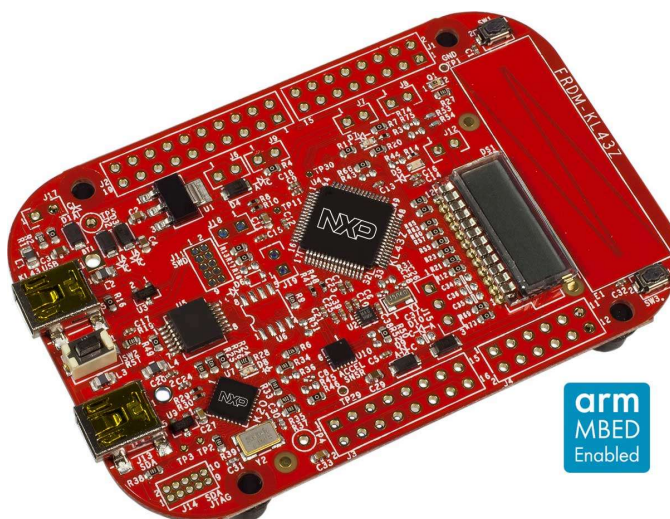


Figura 23: FRDM-KL43Z. [24]

Este tem como principal característica a adaptabilidade com o shield OL2385 focado para área de internet das coisas (IoT) possibilitando assim o uso do projeto junto com um sistema na “nuvem”. Utilizando a plataforma de desenvolvimento MCUXpresso, este sistema possui diversas propriedades de configuração, além diversos sensores internos que permitem expandir a usabilidade do produto.

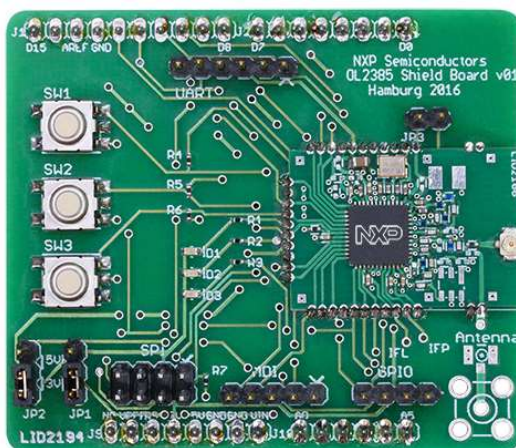


Figura 24: OL2385. [25]

Infelizmente o kit completo chegou meses após a data que o mesmo deveria ser entregue, chegando ainda sem as antenas de comunicação com a rede de internet das coisas (IoT), fazendo que este não pudesse ser usado no projeto, pois atrapalharia a data de entrega. Por este motivo foi mantido então o uso do Arduino. Contudo o kit poderá ser considerado para futuras implementações deste projeto fazendo assim o uso de algumas tecnologias abordadas no Capítulo 7.

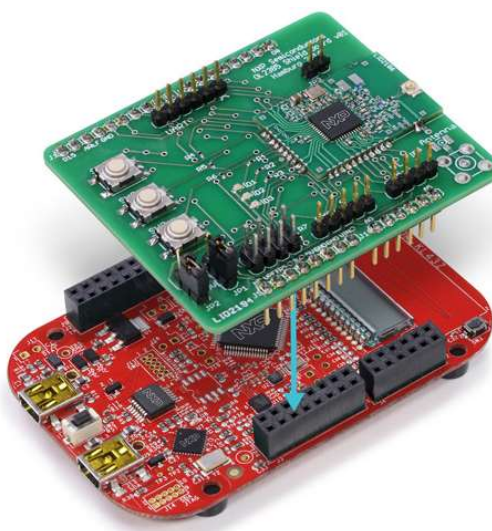


Figura 25: OM2385/SF001 – Kit de desenvolvimento SIGFOX. [25]

4.2.3 Programação

O programa foi feito com base no programa de medição de peso contido na folha de especificação da célula de carga utilizada. A partir deste foi feito uma interrupção, representada pela função “*void callback()*” que consiste em chamar o programa a cada segundo e verificar se houve alguma mudança nos dados.

Na figura abaixo temos a tela de entrada registrada pelo monitor da ligação serial com Arduino. Nela podemos identificar o nome do projeto e os atuais valores dos medidores bem como o estado atual.

```
Projeto Final de Engenharia Eletronica - CEFET/RJ  
Felipe Cardoso Moreira  
  
Brinquedo Inteligente baseado na Torre de Hanoi  
  
Estado dos medidores:  
P1: 0, P2: 0, P3: 0,  
  
Estado: 0,  
  
Estado dos medidores:  
P1: 0, P2: 0, P3: 0,  
  
Estado: 0,
```

Figura 26: Dados iniciais ao ligar o brinquedo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

Os estados foram feitos em cima de uma faixa de valores próximos aos números testados fazendo com que os dados sejam filtrados e separados. Quando o estado é alterado a interrupção aciona uma estrutura condicional que ativa o registro do tempo e a validação da ordem dos estados.

Algumas teclas do teclado do computador foram escolhidas para fornecer atalhos para ajuste. Ao pressionar a letra “t” o cronometro é iniciado. Na tecla “c” é realizada uma calibragem dos sensores. Já nas teclas “a”, “s” e “d” os valores das balanças são tarados.

```
Bem vindo ao Torre de Hanoi Interativo  
  
O Tempo ja esta correndo! Tenha um bom jogo!  
  
Estado dos medidores:  
P1: 0, P2: 0, P3: 0,  
  
Estado: 0,
```

Figura 27: Indicação de início de jogo (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

A programação completa realizada em Arduino pode ser conferida no Anexo 2.

Capítulo 5

Atividade empreendedora

A procura por um projeto inovador trouxe o questionamento sobre diversos fatores. Dentre eles, o lançamento de um possível produto para ajudar as pessoas que precisarem. Isto levou a entrada em meios empreendedores e um aprofundamento dos potenciais do projeto através de diversos editais públicos e oportunidades de aprendizado na área.

5.1 Mercado empreendedor

5.1.1 IETEC

A Incubadora de Empresas Tecnológicas do CEFET/RJ foi o lugar onde a pesquisa do projeto em si começou a ser realizada e também o local no qual a primeira aceitação do projeto foi obtida através de uma chamada pública de seleção de Projetos Inovadores aptos a ingressarem nos Sistemas de Pré-incubação que visa dar apoio ao desenvolvimento tecnológico de projetos, cujas linhas de pesquisa e desenvolvimento estão alinhadas com as áreas de competência do CEFET/RJ [20]. No qual o projeto foi selecionado para participar na categoria pré-incubação.

5.1.2 Startup Rio

O envolvimento com o programa de aceleração feito pela FAPERJ, Startup Rio, já em sua terceira edição, se deu através do vínculo com a IETEC, que divulgou a abertura do edital e incentivou a participação da seleção de empresas.

O Startup Rio é um programa que fornece grandes oportunidades para quem está começando no ramo do empreendedorismo, como cursos que ensinam, desde o modelo de negócios, até como realizar o *pitch* (apresentação de cinco minutos com a ideia completa da proposta de seu negócio) do seu empreendimento.

No período do programa foi possível também assistir diversas palestras com grandes nomes nacionais e internacionais do mercado empreendedor, bem como conhecer outras empresas que estavam participando do programa com ideias disruptivas e inovadoras.

5.1.3 Competição de embarcados

Através do convite do então coorientador do projeto, fez-se a inscrição para participar da competição internacional de sistemas embarcados realizada com parceria de grandes empresas, juntamente com um evento internacional renomado em Curitiba pela UFRS que premiou em sua primeira fase de seleção todos os projetos selecionados com uma kit de desenvolvimento *IoT* (Internet das Coisas) da NXP que continha uma placa com microcontrolador ARM e uma placa de expansão que possuía chips para se comunicar com a rede de internet *IoT* presente no CEFET/RJ por meio da empresa SIGFOX em parceria com a WND [21].

Infelizmente houve problemas para o envio dos equipamentos e também com o patrocínio do evento fazendo com que não fosse possível progredir no projeto.

5.2 Construção da marca

Um processo de elaboração de marca foi feito para relacionar toda ideia pretendida do projeto com uma abordagem agradável para todo público alvo. A partir daí, se escolheu as cores da empresa a serem utilizadas, o azul e o laranja, que tem como objetivo estimular a criatividade e ganhar a atenção das crianças.

Além disso, um nome ficou estabelecido através da ideia do projeto e do objetivo da empresa. O nome *Teach Me*, em português “Me Ensine”, tem ideia de atingir positivamente as crianças por ser um brinquedo de aprendizagem. Tem seu nome em inglês pois tem como objetivo ganhar voz pelo mundo já que não é um projeto muito comum.

A partir deste levantamento, se executou diversas alterações gráficas até a obtenção final do que seria a marca da empresa. Nas figuras abaixo pode ser vistas a evolução das diferentes fases de construção da marca através das identidades visuais criadas.



Figura 28: Primeira identidade visual (Fonte: Felipe Moreira, 2016 [12]).



Figura 29: Segunda identidade visual (Fonte: Felipe Moreira, 2017).



Figura 30: Identidade visual final (Fonte: Felipe Moreira, 2017).

5.3 Modelo de negócios

Depois de uma marca já bem definida e muitas boas ideias foi feito então um levantamento de todos os elementos a serem tratados mediante à criação da empresa.

Para que isso pudesse ser feito da melhor forma, foi então criado um modelo de negócios a partir de um curso realizado dentro do Startup Rio, realizado pela FAPERJ [22]. No curso, que abordou diversas práticas de planejamento, o canvas para modelar o negócio foi um dos principais itens abordados. Este foi inventado já no século 21 por um suíço chamado Alexander Osterwalder [26].

Em seguida serão abordados os tópicos levantados por esta atividade que ajudam a ilustrar melhor a ideia do projeto.

5.3.1 O que? - Proposta de valor

Na área de saúde mental, este oferecerá agilidade nas análises de pacientes sem perder autonomia e ganhando tempo. Na educação, oferece melhor feedback do aprendizado dos alunos. Todos os usuários terão possibilidade de acompanhar seu crescimento no jogo. Este produto ainda oferece baixo custo em relação ao mercado.

5.3.2 Para quem? – Clientes, Relacionamento e canais

Os principais clientes deste produto são profissionais da área de saúde mental (clínicas, hospitais, universidades, médicos), profissionais da área de Ensino (professores de escolas alternativas, pedagogos, psicólogos) e pessoas que gostam de brinquedos de raciocínio lógico para se entreter.

O relacionamento com os profissionais da área médica e de educação será feito através de contato direto. Já o público em geral terá um relacionamento automático (*self-service*) contando um FAQ.

O canal de comunicação com o público em geral se dará pela página no *Facebook*. Já com o público médico através de encontros acadêmicos como simpósios e congressos da área, fazendo contatos e buscando a expansão através de contatos correlatos. E, por meio de visitas em escolas de ensino alternativo/especial, será criado um canal com os educadores e afins.

5.3.3 Como? - Atividades, parcerias e recursos

As principais atividades do empreendimento serão: o desenvolvimento de sistemas embarcados para o brinquedo; projetar o brinquedo e suas funções; confeccionar todos os itens como placas de circuito impresso, estrutura física, etc.

As parcerias serão feitas com ONGs de apoio a crianças com distúrbios mentais, estudantes interessados no projeto e em colaborar na sua construção, escolas de educação alternativa/especial, centros de pesquisa e fabricantes de brinquedos.

Os recursos chave para o projeto são desenvolvedores mobile, estrutura do brinquedo (~R\$ 100,00), oficina para confecção e montagem dos brinquedos e o contato com fornecedores de materiais e equipamentos.

5.3.4 Quanto? - Estrutura de custos e fontes de receita

- Custo das peças internas do brinquedo (~R\$ 500,00 / brinquedo);
- Material para a estrutura do brinquedo (~R\$ 100,00);
- Aluguel de uma garagem/escritório de tamanho pequeno (~R\$ 200,00 / mês);
- Um funcionário para ajudar a atender os clientes (~R\$ 1.500,00 / mês);
- Ferramentas para construção e montagem do brinquedo (~R\$ 50.000,00);
- Desenvolvimento de aplicativo mobile (~R\$ 20.000,00);
- Salário próprio (~R\$ 1.000,00 / mês);
- Custo do primeiro mês com os gastos iniciais e produção de 10 brinquedos por mês (~R\$ 81.200,00);
- Custo mensal com produção de 10 brinquedos a partir do segundo mês (~R\$ 11.200,00).

A principal fonte de receita será através da venda do produto e do acesso ao aplicativo mobile.

Todos os valores aqui abordados foram realizados durante o período de outubro a novembro de 2017 e arredondados. Por tanto, não servem de parâmetro para o mercado em um período posterior pois todos os valores possuem um alto índice de flutuação dentro de seus respectivos setores.

5.4 Análise de mercado

Dentro do mercado existem uma série de produtos que já abordam a utilização de brinquedos físicos com algum tipo de eletrônica embarcada gerando interação com *tablets*, celulares e computadores. Alguns exemplos podem ser encontrados na Figura 29 que contém algumas imagens, retiradas do Google, de concorrentes.



Figura 31: Exemplos de brinquedos de aprendizagem inteligentes. [3]

Porém, nenhum dos brinquedos encontrados tem foco para fornecer ferramentas para o público médico, seja ele clínico ou acadêmico. Os brinquedos, num geral, têm foco apenas para entretenimento infantil e aprendizagem.

A evolução tecnológica tem avançado cada vez mais e é provável que cada vez mais surjam novidades na área gerando desenvolvimento e evolução na área da saúde. Uma das maiores apostas de mudança para isso é a crescente pesquisa dentro das tecnologias que envolvem internet das coisas (IoT). Esta permitirá avanços consideráveis dentro da área.

Capítulo 6

Conclusões e resultados

Todas as ações tomadas que levaram o caminhar do projeto podem ser levantadas com algumas conclusões importantes sobre todos os itens analisados até este capítulo. Por tanto, aqui será o momento de levantar as possíveis conclusões realizadas deste projeto.

6.1. O projeto

Se demonstrou com um enorme potencial para transformar a área de avaliação neurológica. Atualmente, segundo a OMS, 10% de toda a população global sofre de algum distúrbio mental, sendo a Epilepsia o mais comum deles. Apesar do número grande, somente 1% da força de trabalho mundial de saúde atua na área de saúde mental. Projetos equivalentes ao realizado podem ajudar a mudar o paradigma da atual situação que se encontra a área de saúde mental.

Uma outra grande percepção diante do projeto foi a força da multidisciplinaridade que fez criar certa complexidade no projeto, porém gerando um conhecimento enriquecedor e plural para sua realização.

Os sensores responderam muito bem aos testes efetuados ficando com um percentual de exatidão em torno de setenta a oitenta por cento. Os resultados do projeto ainda serão levantados através do teste em crianças em algumas clínicas de avaliação neurológica, bem como em algumas escolas alternativas.

6.2. O negócio

Com um pouco mais de desenvolvimento poderá ter um longo alcance e um ótimo valor de mercado em todo mundo. As *healthtechs*, como estão sendo chamadas as startups que trabalham com saúde e tecnologia, estão vindo com muita força no mercado contando com muitos apoios e parcerias de grandes nomes do mercado empreendedor [23].

Dentro da participação do programa Startup Rio foi possível ter contato com algumas empresas também ligadas a área da saúde e de educação, onde foi possível ver que a proposta do projeto está bem próxima do que as pessoas gostariam de ter acesso.

A participação do projeto no programa Startup Rio não alcançou a segunda fase. Contudo o projeto segue fazendo parte do núcleo de empresas pré-incubadas na IETEC mesmo após a entrega deste trabalho.

6.3 O brinquedo

Apesar de ter muita tecnologia agregada, ainda se demonstrou um brinquedo simples e divertido do qual as crianças não ficaram presas a uma tela ou a efeitos gráficos. Trabalhando a ludicidade e diversos aspectos cognitivos.

A estrutura já criada e a grande rede de contatos criada para elaborar este projeto só deixam a certeza de que ele seguirá em progresso mesmo após a conclusão deste trabalho.

Capítulo 7

Futuras Implementações

Apesar de concluído, o feito só mostrou que podem ser feitas inúmeras ótimas implementações para que seja mais efetivo ainda o resultado tanto para médicos, universidades, clinicas, escolas alternativas, etc.

7.1. Método capacitivo

Apesar de sugerir uma maneira diferente que altera uma grande parte do que foi elaborado, a detecção por meio do método capacitivo pode ser uma grande implementação ao projeto com a possibilidade de fornecer grandes melhoras de eficiência e eficácia, pelo fato do projeto conseguir melhor exatidão em tempo igual ou menor ao atual.

7.2. Interface

A interface com o usuário pode ser melhorada através da utilização da relação do ambiente do Arduino com outros ambientes de programação e assim poder gerar informações mais detalhadas, gráficos, análises completas de erro e outros fatores.

7.3. Comunicação com a ‘Nuvem’

Uma outra notável possível melhora seria a comunicação com uma rede de banco de dados na qual poderiam ser implementados comandos para armazenar todas as informações coletadas pelo brinquedo fazendo a acessibilidade a informação maior. Além disso, uma possível plataforma web para acessar o brinquedo é uma ótima alternativa para facilitar a obtenção de dados e a alteração de alguma configuração, caso queira deixar o ambiente mais completo e/ou complexo.

7.4. Aplicativo móvel

Por fim, um aplicativo móvel seria uma ótima ferramenta após já implementadas as atualizações anteriores. Este daria um novo horizonte para o instrumento, fazendo o mesmo

ganhar uma praticidade elevada fazendo com que o avaliador precise apenas de um celular para poder acessar a plataforma.

Uma outra boa solução junto com um aplicativo é a análise gráfica que permita acompanhar o desenvolvimento do paciente/cliente em cima da utilização do brinquedo.

Referências Bibliográficas

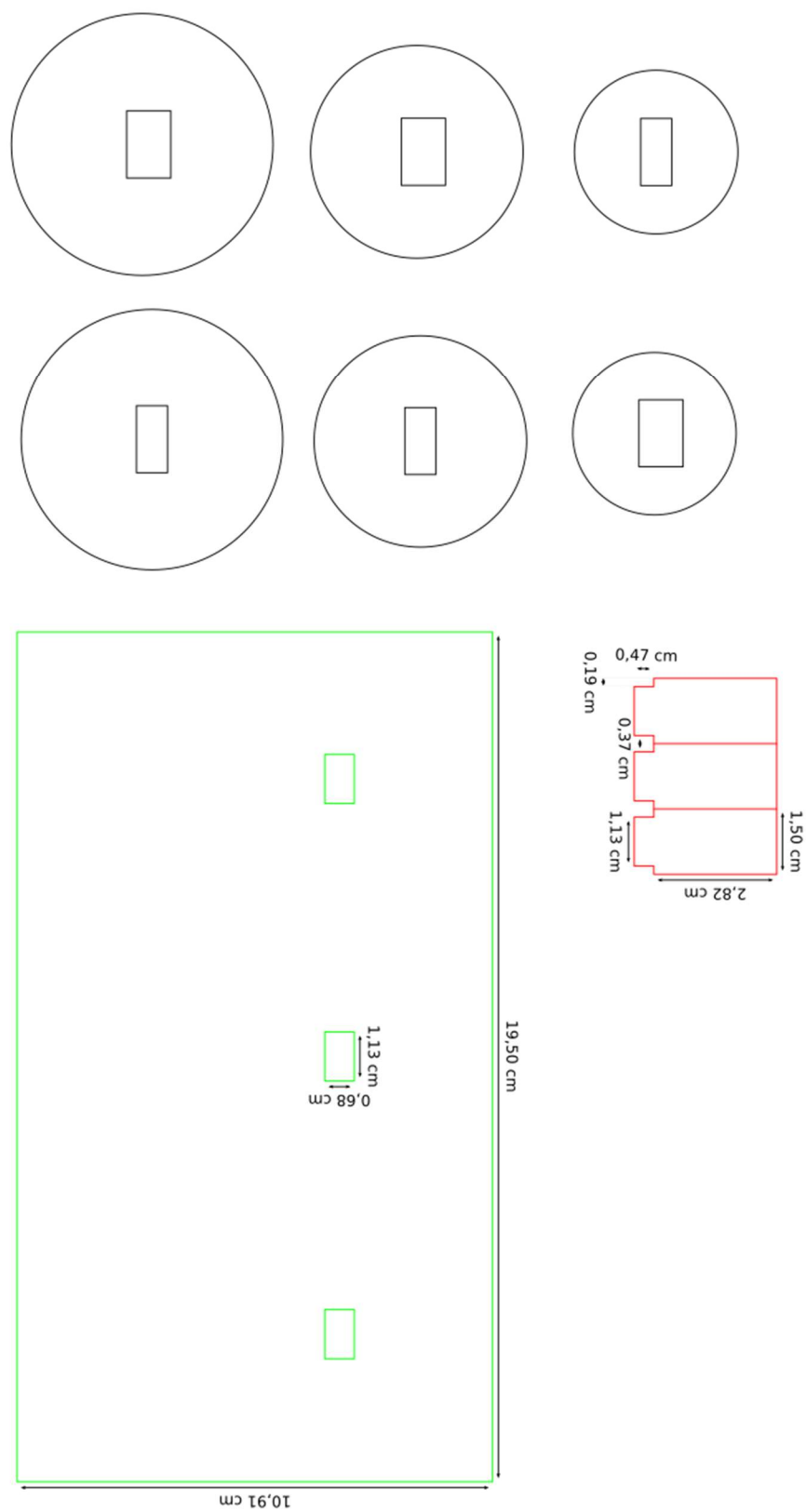
1. LOCKE, J. Some Thoughts Concerning Education, 7 Março 1692. Disponível em: <https://sourcebooks.fordham.edu/mod/1692locke-education.asp>. Acesso em: 29 Novembro 2017.
2. REBECCA BULL, K. A. E. T. E. S. A Comparison of Performance on the Towers of London and Hanoi in Young Children. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, Lincoln, 11 Janeiro 2004. 743–754. Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=dcnlfacpub>. Acesso em: 29 Novembro 2017.
3. BEAST of Balance. Disponível em: <https://beastsofbalance.com/en/>. Acesso em: 29 nov. 2017.
4. MALVINO, A. P. **Electronic Principles**. 8. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2016. 756-757 p. ISBN 978-0-07-337388-1.
5. JAMES A. SVOBODA, R. C. D. **Introduction to Electric Circuits**. 9. ed. [S.l.]: Wiley, 2014. 31 p.
6. WOODFORD, C. How strain gauges work. **Explain That Stuff**, 2016. Disponível em: <http://www.explainthatstuff.com/straingauge.html>. Acesso em: 3 dez. 2017.
7. MIT. Invention of the Strain Gauge. **Museum MIT**. Disponível em: <http://museum.mit.edu/150/82>. Acesso em: 3 dez. 2017.
8. AUTO CORE ROBÓTICA. Strain Gauge - Extensômetro de Resistência Elétrica. **Auto Core Robótica**. Disponível em: <https://www.autocorerobotica.com.br/strain-gauge-extensometro-de-resistencia-eletrica>. Acesso em: 30 nov. 2017.
9. ROBBINS, T. W. Dissociating executive functions of the prefrontal cortex. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 351, n. 1346, p. 1463-1471, 29 Outubro 1996. ISSN 1471-2970. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0131>. Acesso em: 21 Março 2017.
10. FUENTES, D. et al. **Neuropsicologia: teoria e prática**. 2ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 115-138 p. ISBN 9788582710555.
11. HINZ, A. The Tower of Hanoi. **L'Enseignement Mathématique**, 35, 1989. 289–321. Disponível em: <http://doi.org/10.5169/seals-57378>. Acesso em: 30 nov. 2017.

12. PUZZLE MASTER. Disponível em:
<https://www.puzzlemaster.ca/browse/wood/woodpuzzlemaster/15-tower-of-hanoi/>.
 Acesso em: 30 nov. 2017.
13. HARRISON, M. Solving Towers of Hanoi with TLA+. **Matt Harrison**, 4 abr. 2016.
 Disponível em: <http://matt-harrison.com/solving-towers-of-hanoi-with-tla/>. Acesso em:
 30 nov. 2017.
14. PROGRAM for Tower of Hanoi. **GeeksforGeeks**. Disponível em:
<http://www.geeksforgeeks.org/c-program-for-tower-of-hanoi/>. Acesso em: 1 dez. 2017.
15. BHOJASIA, M. C Program to Solve Tower-of-Hanoi Problem using Recursion.
Sanfoundry. Disponível em: <http://www.sanfoundry.com/c-program-tower-of-hanoi-using-recursion/>. Acesso em: 1 dez. 2017.
16. SCHOOL OF COMPUTER SCIENCE. Writing a Towers of Hanoi program. **Carnegie Mellon University**. Disponível em:
<https://www.cs.cmu.edu/~cburch/survey/recurse/hanoiimpl.html>. Acesso em: 1 dez. 2017.
17. FEOFILOFF, P. Recursão. **Instituto de Matemática e Estatística da USP**, 2016.
 Disponível em:
https://www.ime.usp.br/~pf/analise_de_algoritmos/aulas/recursao.html. Acesso em: 1 dez. 2017.
18. JAMES A. SVOBODA, R. C. D. **Introduction to Eletric Circuits**. 9. ed. [S.l.]: Wiley, 2014. 8 p. ISBN 978-1-118-47750-2.
19. KEYSIGHT TECHNOLOGIES. Troubleshooting load cell applications. **EE Publishers**.
 Disponível em: <http://www.ee.co.za/article/troubleshooting-load-cell-applications.html>. Acesso em: 30 nov. 2017.
20. **Farhek**. Disponível em: <http://farhek.com/jd/6o1g085/gauge-strain/6x58h0/>. Acesso em: 3 dez. 2017.
21. COMO Fazer Boneco de Bexiga e Farinha de Trigo. **Toda Atual**. Disponível em:
<https://todaatual.com/2017/06/boneco-bexiga-farinha-trigo.html>. Acesso em: 3 dez. 2017.
22. FREE WORKER. Anúncio - Espuma Vedação Ar Condicionado Janela 3cmx3cmx1,90m. **Mercado Livre**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-869327801->

- espuma-vedaco-ar-condicionado-janela-3cmx3cmx190m-_JM>. Acesso em: 30 nov. 2017.
23. ARDUINO. What is Arduino? **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 30 nov. 2017.
 24. NXP. FRDM-KL43Z. **NXP**. Disponível em: <<https://www.nxp.com/products/processors-and-microcontrollers/arm-based-processors-and-mcus/kinetis-cortex-m-mcus/l-series/ultra-low-power/m0-plus/freedom-development-platform-for-kinetis-kl43-kl33-kl27-kl17-and-kl13-mcus:FRDM-KL43Z>>. Acesso em: 30 nov. 2017.
 25. NXP. OM2385/SF001. **NXP**. Disponível em: <<https://www.nxp.com/products/rf/low-power-tx-rx-ics/sub-ghz-rf/om2385-sf001-ol2385-wireless-sub-ghz-transceiver-sigfox-development-kit-with-kl43z:OM2385-SF001>>. Acesso em: 30 nov. 2017.
 26. IETEC - Incubadora de Empresas do CEFET/RJ. Disponível em: <<http://sgi.macropus.com.br/cefetrij/edital/>>. Acesso em: 25 out. 2017.
 27. EMBEDDED Systems Competition 2017 - WND IoT Challenge. **UFSC**. Disponível em: <<http://sbesc.lisha.ufsc.br/sbesc2017/Embedded+Systems+Competition>>. Acesso em: 25 out. 2017.
 28. CARTILHA do Quadro de Modelo de Negócios. **SEBRAE**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/am/noticias/cartilha-do-quadro-de-modelo-de-negocios,58f2716d2c324410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 14 ago. 2017.
 29. OSTERWALDER, A. **Business Model generation**. 1. ed. [S.l.]: Alta Books, 2011. ISBN 978-85-7608-550-8.
 30. COMITRE, G. Coluna Empreendedorismo e Startups por Gustavo Comitre. **Saúde Business**, 10 ago. 2017. Disponível em: <<http://saudebusiness.com/onda-das-healthtechs-acredite-os-proximos-2-anos-serao-decisivos-para-o-mercado-de-saude-brasileiro/>>. Acesso em: 5 dez. 2017.

Apêndice A

Projeto usado para criação de protótipo na cortadora à laser utilizando madeira (MDF).



Apêndice B

Programação feita no Arduino para o programa.

```

1  /*
2      Teste de função em C para PFC
3
4      Conversor AD para célula de carga c/ interrupção
5
6
7      Felipe Moreira
8      19 de Novembro de 2017
9
10     Lendo valores em duas balança e calibrando ambas com a tecla C.
11     Sem uso de funções auxiliares.
12 */
13
14 // Biblioteca usada para o uso da contagem de tempo
15 #include "TimerOne.h"
16
17 // --- Mapeamento de Hardware ---
18 #define ADDO1 3    //Data Out
19 #define ADSK1 2    //SCK
20 #define ADDO2 5    //Data Out
21 #define ADSK2 6    //SCK
22 #define ADDO3 8    //Data Out
23 #define ADSK3 9    //SCK
24
25
26 // --- Protótipo das Funções Auxiliares ---
27 unsigned long ReadCount1(); //conversão AD do HX711
28 unsigned long ReadCount2(); //conversão AD do HX711
29 //unsigned long ReadCount3(); //conversão AD do HX711
30
31 // --- Variáveis Globais ---
32 unsigned long convert1=0, zera1=0, calib1=0, atual1=0, check1=0;
33 unsigned long convert2=0, zera2=0, calib2=0, atual2=0, check2=0;
34 //unsigned long convert3=0, zera3=0, calib3=0, atual3=0, check3=0;
35 unsigned int refer2=1, refer1=1, refresh1=0, refresh2=0;
36 unsigned int refer3=1, refresh3=1;
37 unsigned int estado=0;
38 unsigned int a=1,b=1,p1=0,p2=0,p3=0;
39 const int ledPin = LED_BUILTIN; // o número do pino do LED
40 int ledState = LOW;              // ledState é usado para alterar o estado
41 do LED para OFF
42
43 char rx_byte = 0;
44
45 // Configurações dos recursos que serão usados.
46 void setup()
47 {
48     Serial.begin(9600);          // Abertura da porta serial com 9600 de baud
49     rate:
50     // set the digital pin as output:
51     pinMode(ADDO1, INPUT_PULLUP); //entrada para receber os dados do 1°
52     sensor
53     pinMode(ADSK1, OUTPUT);       //saída para SCK do 1° sensor
54     pinMode(ADDO2, INPUT_PULLUP); //entrada para receber os dados do 2°
55     sensor
56     pinMode(ADSK2, OUTPUT);       //saída para SCK do 2° sensor

```

```

57     pinMode(ADD03, INPUT_PULLUP);    //entrada para receber os dados do 3°
58     sensor
59     pinMode(ADSK3, OUTPUT);          //saída para SCK do 3° sensor
60     pinMode(ledPin, OUTPUT); // saída para o pino do LED.
61     Timer1.initialize(1000000);      // Inicializa o timer com 1 segundo
62     Timer1.attachInterrupt(callback); // aciona a função callback() quando o
63     timer ultrapassar a interrupção
64 }
65 // Início da função de interrupção
66 void callback()
67 {
68
69     if (Serial.available() > 0) {    // is a character available?
70         rx_byte = Serial.read();      // get the character
71         // check if a letter T was received
72         if (rx_byte == 'a'){
73             Serial.println("Tarando balança 1...");
74             for (int i=check1; i > 395; i++){
75                 refresh1 = refresh1 + 1;
76             }
77             for (int b=check1; b < 415; b++){
78                 refresh1 = refresh1 - 1;
79             }
80             refer1 = refresh1;
81             check1 = atual1/refer1;
82             Serial.println(check1);
83         }
84         if (rx_byte == 's'){
85             Serial.println("Tarando balança 2...");
86             for (int i=check2; i > 395; i++){
87                 refresh2 = refresh2 + 1;
88             }
89             for (int b=check2; b < 415; b++){
90                 refresh2 = refresh2 - 1;
91             }
92             refer2 = refresh2;
93             check2 = atual2/refer2;
94             Serial.println(check2);
95         }
96         if (rx_byte == 'd'){
97             Serial.println("Tarando balança 3...");
98             for (int i=check3; i > 395; i++){
99                 refresh3 = refresh3 + 1;
100             }
101             for (int b=check3; b < 415; b++){
102                 refresh3 = refresh3 - 1;
103             }
104             refer3 = refresh3;
105             check3 = atual3/refer3;
106             Serial.println(check3);
107         }
108         if (rx_byte == 'c'){
109             check1=0; check2=0;
110             zera1 = convert1;
111             calib1 = zera1;
112             zera2 = convert2;
113             calib2 = zera2;
114             refer1=550;
115             refer2=630;
116             zera3 = convert3;
117             calib3 = zera3;

```



```

118     refer3=600;
119 }
120 if (rx_byte == '1'){
121     p3=0;
122 }
123 if (rx_byte == '2'){
124     p3=1;
125 }
126 if (rx_byte == '3'){
127     p3=2;
128 }
129 if (rx_byte == '4'){
130     p3=3;
131 }
132 if (rx_byte == '5'){
133     p3=4;
134 }
135 if (rx_byte == '6'){
136     p3=5;
137 }
138 if (rx_byte == '7'){
139     p3=6;
140 }
141 if (rx_byte == '8'){
142     p3=7;
143 }
144 } // end: if (Serial.available() > 0)
145 else {
146
147     // obtenção dos valores dos sensores
148     convert1 = ReadCount1();
149     convert2 = ReadCount2();
150     convert3 = ReadCount3();
151
152     // contas para atualizar corretamente os valores
153     atual1 = convert1 - calib1;
154     check1 = atual1/refer1;
155     refresh1 = refer1;
156     atual2 = convert2 - calib2;
157     check2 = atual2/refer2;
158     refresh2 = refer2;
159     atual3 = convert3 - calib3;
160     check3 = atual3/refer3;
161     refresh3 = refer3;
162
163     // programação de posições de cada sensor
164
165     // Posições possíveis
166     //
167     //          G      M      P
168     // posição 0    0      0      0      (Nenhuma peça)
169     // posição 1    0      0      1
170     // posição 2    0      1      0
171     // posição 3    0      1      1
172     // posição 4    1      0      0
173     // posição 5    1      0      1
174     // posição 6    1      1      0
175     // posição 7    1      1      1
176
177     if (check1<95) {
178         p1 = 0;

```

```

179 } else if ((check1>=95)&&(check1<=190)) {
180     p1 = 1;
181 } else if ((check1>190)&&(check1<=290)) {
182     p1 = 2;
183 } else if ((check1>290)&&(check1<=385)) {
184     p1 = 3;
185 } else if ((check1>385)&&(check1<=450)) {
186     p1 = 4;
187 } else if ((check1>450)&&(check1<=590)) {
188     p1 = 5;
189 } else if ((check1>590)&&(check1<=695)) {
190     p1 = 6;
191 } else if ((check1>695)&&(check1<=810)) {
192     p1 = 7;
193 } else {
194     p1 = 0;}
195
196 if (check2<95) {
197     p2 = 0;
198 } else if ((check2>=95)&&(check2<=190)) {
199     p2 = 1;
200 } else if ((check2>190)&&(check2<=290)) {
201     p2 = 2;
202 } else if ((check2>290)&&(check2<=385)) {
203     p2 = 3;
204 } else if ((check2>385)&&(check2<=450)) {
205     p2 = 4;
206 } else if ((check2>450)&&(check2<=590)) {
207     p2 = 5;
208 } else if ((check2>590)&&(check2<=695)) {
209     p2 = 6;
210 } else if ((check2>695)&&(check2<=810)) {
211     p2 = 7;
212 } else {
213     p2 = 0;}
214
215 if (check3<95) {
216     p3 = 0;
217 } else if ((check3>=95)&&(check3<=190)) {
218     p3 = 1;
219 } else if ((check3>190)&&(check3<=290)) {
220     p3 = 2;
221 } else if ((check3>290)&&(check3<=385)) {
222     p3 = 3;
223 } else if ((check3>385)&&(check3<=450)) {
224     p3 = 4;
225 } else if ((check3>450)&&(check3<=590)) {
226     p3 = 5;
227 } else if ((check3>590)&&(check3<=695)) {
228     p3 = 6;
229 } else if ((check3>695)&&(check3<=810)) {
230     p3 = 7;
231 } else {
232     p3 = 0;}
233
234
235 Serial.print("Estado dos medidores: ");
236 Serial.print("P1: ");
237 Serial.print(p1);
238 Serial.print(", ");
239 Serial.print("P2: ");

```

```

240 Serial.print(p2);
241 Serial.print(", ");
242 Serial.print("P3: ");
243 Serial.print(p3);
244 Serial.println(",");
245
246 //printando o estado do jogo
247
248 // Estados possíveis
249 //
250 // 0 - nenhum
251 // 1 - pequeno(P) / 2 - médio(M) / 3 - PM
252 // 4 - grande(G) / 5 - PG / 6 - MG / 7 - todos
253 //
254 // Nunca poderá ter o mesmo estado em cada posição (p1,p2 ou p3)
255 //
256
257
258 //          P1      P2      P3
259 //estado00   0       0       0      (Nenhuma peça)
260
261 //estado01   0       0       7
262 //estado02   0       7       0      (Todas juntas)
263 //estado03   7       0       0
264
265 //estado04   1       6       0
266 //estado05   1       0       6
267 //estado06   6       1       0
268 //estado07   6       0       1      (1 + 6)
269 //estado08   0       6       1
270 //estado09   0       1       6
271
272 //estado10   4       0       3
273 //estado11   4       3       0
274 //estado12   3       0       4
275 //estado13   3       4       0      (4 + 3)
276 //estado14   0       4       3
277 //estado15   0       3       4
278
279 //estado16   2       0       5
280 //estado17   2       5       0
281 //estado18   5       0       2
282 //estado19   5       2       0      (2 + 5)
283 //estado20   0       2       5
284 //estado21   0       5       2
285
286 //estado22   1       2       4
287 //estado23   1       4       2
288 //estado24   2       1       4
289 //estado25   2       4       1      (1 + 2 + 4)
290 //estado26   4       1       2
291 //estado27   4       2       1
292
293 b=0;
294
295 if ((p1==0)&&(p2==0)&&(p3==0)) {
296     estado=0;
297 } else if ((p1==0)&&(p2==0)&&(p3==7)) {
298     estado = 1;
299 } else if ((p1==0)&&(p2==7)&&(p3==0)) {
300     estado = 2;

```

```

301 } else if ((p1==7) && (p2==0) && (p3==0)) {
302     estado = 3;
303 } else if ((p1==0) && (p2==1) && (p3==6)) {
304     estado = 4;
305 } else if ((p1==0) && (p2==6) && (p3==1)) {
306     estado = 5;
307 } else if ((p1==1) && (p2==0) && (p3==6)) {
308     estado = 6;
309 } else if ((p1==1) && (p2==6) && (p3==0)) {
310     estado = 7;
311 } else if ((p1==6) && (p2==0) && (p3==1)) {
312     estado = 8;
313 } else if ((p1==6) && (p2==1) && (p3==0)) {
314     estado = 9;
315 } else if ((p1==0) && (p2==3) && (p3==4)) {
316     estado = 10;
317 } else if ((p1==0) && (p2==4) && (p3==3)) {
318     estado = 11;
319 } else if ((p1==3) && (p2==0) && (p3==4)) {
320     estado = 12;
321 } else if ((p1==3) && (p2==4) && (p3==0)) {
322     estado = 13;
323 } else if ((p1==4) && (p2==0) && (p3==3)) {
324     estado = 14;
325 } else if ((p1==4) && (p2==3) && (p3==0)) {
326     estado = 15;
327 } else if ((p1==0) && (p2==2) && (p3==5)) {
328     estado = 16;
329 } else if ((p1==0) && (p2==5) && (p3==2)) {
330     estado = 17;
331 } else if ((p1==2) && (p2==0) && (p3==5)) {
332     estado = 18;
333 } else if ((p1==2) && (p2==5) && (p3==0)) {
334     estado = 19;
335 } else if ((p1==5) && (p2==0) && (p3==2)) {
336     estado = 20;
337 } else if ((p1==5) && (p2==2) && (p3==0)) {
338     estado = 21;
339 } else if ((p1==1) && (p2==2) && (p3==4)) {
340     estado = 22;
341 } else if ((p1==1) && (p2==4) && (p3==2)) {
342     estado = 23;
343 } else if ((p1==2) && (p2==1) && (p3==4)) {
344     estado = 24;
345 } else if ((p1==2) && (p2==4) && (p3==1)) {
346     estado = 25;
347 } else if ((p1==4) && (p2==1) && (p3==2)) {
348     estado = 26;
349 } else if ((p1==4) && (p2==2) && (p3==1)) {
350     estado = 27;
351 } else {b=1;}
352
353 if (b==0){
354     Serial.print("Estado: ");
355     Serial.print(estado);
356     Serial.println(",");
357 } else {
358     Serial.println("Estado: INVALIDO");
359 }
360 estado = 0;
361

```

```

362
363     } //end if
364
365
366     // Faz com que o estado do LED mude para ALTO, ou seja, liga o LED:
367     ledState = HIGH;
368     digitalWrite(ledPin, ledState);
369
370 }
371
372 // Aqui começa as funções responsáveis pela leitura dos sensores
373 unsigned long ReadCount1()
374 {
375     unsigned long Count1 = 0;
376     unsigned char i1;
377
378     digitalWrite(ADSK1, LOW);
379
380     while(digitalRead(ADD01));
381
382     for(i1=0;i1<24;i1++)
383     {
384         digitalWrite(ADSK1, HIGH);
385         Count1 = Count1 << 1;
386         digitalWrite(ADSK1, LOW);
387         if(digitalRead(ADD01)) Count1++;
388     } //end for
389
390     digitalWrite(ADSK1, HIGH);
391     Count1 = Count1^0x800000;
392     digitalWrite(ADSK1, LOW);
393
394     return(Count1);
395
396 } //end ReadCount1
397
398 unsigned long ReadCount2()
399 {
400     unsigned long Count2 = 0;
401     unsigned char i2;
402
403     digitalWrite(ADSK2, LOW);
404
405     while(digitalRead(ADD02));
406
407     for(i2=0;i2<24;i2++)
408     {
409         digitalWrite(ADSK2, HIGH);
410         Count2 = Count2 << 1;
411         digitalWrite(ADSK2, LOW);
412         if(digitalRead(ADD02)) Count2++;
413     } //end for
414
415     digitalWrite(ADSK2, HIGH);
416     Count2 = Count2^0x800000;
417     digitalWrite(ADSK2, LOW);
418
419     return(Count2);
420
421 } //end ReadCount2
422

```

```

423
424 unsigned long ReadCount3 ()
425 {
426     unsigned long Count3 = 0;
427     unsigned char i3;
428
429     digitalWrite(ADSK3, LOW);
430
431     while(digitalRead(ADD03));
432
433     for(i3=0;i3<24;i3++)
434     {
435         digitalWrite(ADSK3, HIGH);
436         Count3 = Count3 << 1;
437         digitalWrite(ADSK3, LOW);
438         if(digitalRead(ADD03)) Count3++;
439
440     } //end for
441
442     digitalWrite(ADSK3, HIGH);
443     Count3 = Count3^0x800000;
444     digitalWrite(ADSK3, LOW);
445
446     return(Count3);
447
448 } //end ReadCount3

```

Anexo

Trabalho feito em parceria com Matheus Cardoso em seu estágio voluntário dentro da empresa criada.

Relatório de Estágio Matheus Carvalho

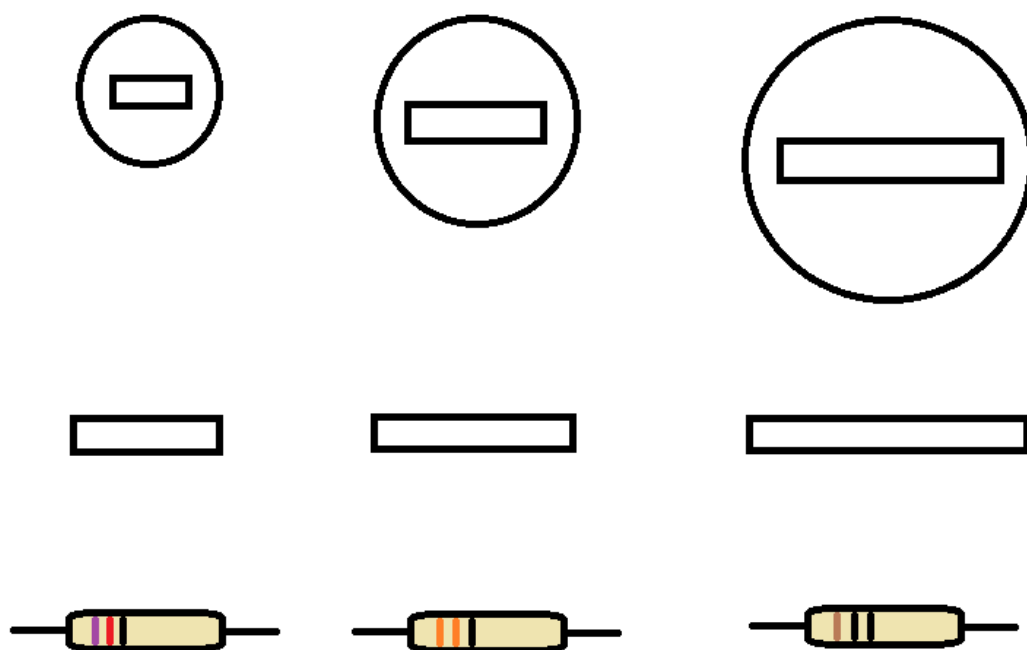
Tema: Desenvolvimento de um protótipo inicial de um brinquedo interativo para a empresa Teachme.

Etapa 1 : Desenvolvimento de solução em instrumentação e implementação do sistema

Desenvolvimento de um projeto envolvendo sistemas embarcados, bem como a internet das

Etapa inicial de implementação da instrumentação eletrônica no projeto. O que significa em desenvolver um “sensor”, previamente definido, para que de certa forma o micro controlador percebesse e monitorasse qual peça (disco) está em posicionado em qual torre.

Previamente definimos que a melhor forma de implementação seria por um divisor de tensão ao qual, as peças estariam atreladas a resistores de diferentes valores. Como demonstrado na imagem abaixo.

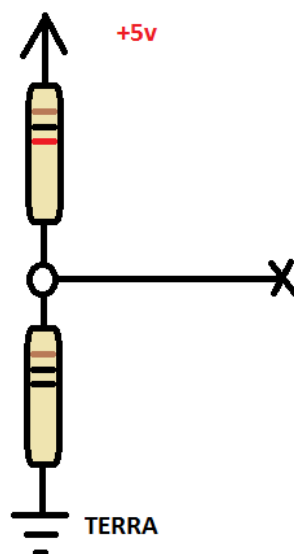


Foi utilizado uma sequencia de testes de tensão nos devidos resistores designados acima. Com isso foi criada uma tabela de verificação dos valores para a implementação de uma maquina de estado não síncrona (necessária pois não havia urgência para utilizar a mesma conforme o avanço do clock do micro controlador). A tabela segue abaixo:

Estado	Peça Grande	Peça Média	Peça Pequena	Tensão Aferida
0	0	0	0	5V
1	0	0	1	2.49V
2	0	1	0	3,86V
3	0	1	1	2.17V
4	1	0	0	4.45V
5	1	0	1	2.35V
6	1	1	0	3.5V
7	1	1	1	2.06V

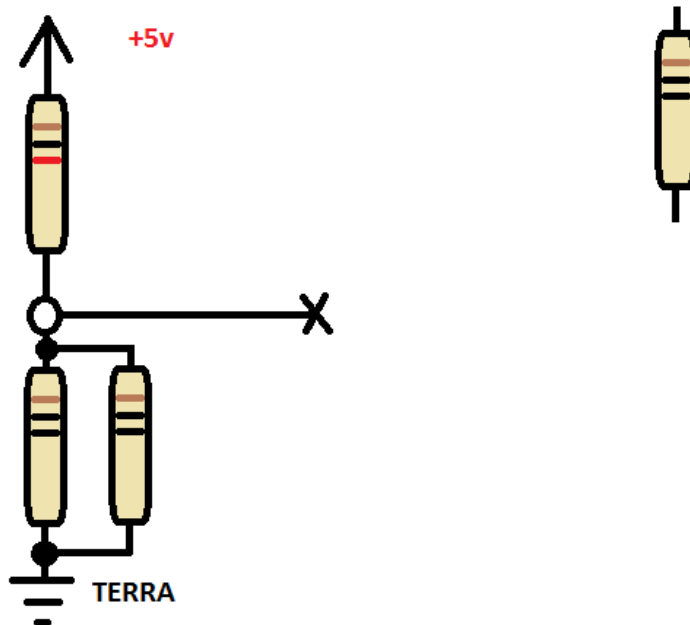
Onde 0 representa a ausência do resistor e 1 representa a presença do mesmo.

Determinado o sensor, parti então para a parte de processamento do sinal. Como nosso micro controlador já possui entradas/saídas PWM, que nada mais são que entradas ou saídas que já utilizam um conversor analógico-digital, fiz uso das mesmas para verificar as tensões medidas. Para isso utilizei as entradas A0, A1, A2 de 1024 bits de resolução cada. Essas três entradas estariam atreladas ao circuito da seguinte forma:



Onde o X representa o ponto de conexão do pino de entrada para o sistema.

Com isso, ao variar o valor da resistência total (resistores em paralelo representariam duas ou mais peças em uma torre) como por exemplo:



Através desse circuito de divisor de tensão, conseguimos verificar as tensões determinadas na tabela previamente apresentada.

Com isso, comecei o processo de codificação da mesma. Utilizei C como linguagem utilizada para o projeto por facilidades pessoais e por ter uma larga comunidade desenvolvedora de arduino em C (o que resulta em APIs e bibliotecas que auxiliaram o desenvolvimento do projeto).

Passando então para a parte de código, utilizei uma estrutura de maquina de estado assíncrona a qual a troca de estado é determinada pela remoção ou adição de peças no brinquedo.

A maquina pode ser observada também na tabela anexada previamente.

Foi utilizada um estrutura de funções, a qual toda interrupção por mudanças de peças, a função maquina de estado era chamada e um novo estado era colocado como atual.

Exemplo, temos um disco médio na torre. Ao adicionarmos o pequeno, a tensão na entrada A0 irá mudar, o que nosso programa irá ler e pelos testes, determinar qual "semi" estado está.

Após essa mudança, a função maquina de estado entra em ação, sendo chamada por `statemachine()`; e os novos valores de das saídas, bem como o novo estado é colocado como atual.

Para verificação de funcionamento, foram atrelados 9 leds de monitoramento (representando 3 para cada torre) para verificar se o programa conseguia ou não identificar as peças.

Etapas 2 no processo de desenvolvimento:

-Implementação de um aplicativo android com comunicação com ferramenta de banco de Dados.

Nesta etapa, foi requerido a mim desenvolver um aplicativo que se comunicasse a nuvem do google através de uma plataforma desenvolvida pelos próprios para desenvolvimento multi plataformas.

Como não conhecia a ferramenta nem a linguagem utilizada para fazer esse banco de dados, pesquisei mais informações sobre em palestras e matérias desenvolvidos pela própria Google.

Cheguei a uma conferencia de desenvolvedores android ao qual caia nesse assunto e muita informação sobre o procedimento pode ser absorvida pela palestra inicial.

Decidi então que desenvolveria um sistema de mensagens online utilizando essa plataforma baseada em Cloud Computing para testar o funcionamento e principalmente, minha facilidade ou não em desenvolver aplicações nessa plataforma.

Ainda em processo de desenvolvimento do código.