

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA**

**ANDERSON NOGUEIRA SILVA**  
**ERICK JOSE TELES DE ANDRADE**

**CONTAGEM E SEPARAÇÃO DE ESFERAS COLORIDAS  
DIRECIONADAS PELA GRAVIDADE**

**CURITIBA**  
**2021**

**ANDERSON NOGUEIRA SILVA  
ERICK JOSE TELES DE ANDRADE**

**CONTAGEM E SEPARAÇÃO DE ESFERAS COLORIDAS  
DIRECIONADAS PELA GRAVIDADE**

Relatório Final da disciplina de Oficina de Integração I do curso de Engenharia de Computação do Departamento Acadêmico de Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) como requisito parcial para obtenção da aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. Me. Juliano Mourão Vieira  
Orientador: Prof. Me. Ronnier Frates Rohrich

**CURITIBA  
2021**

## **RESUMO**

SILVA, Anderson Nogueira; ANDRADE, Erick Jose Teles de. **Contagem e Separação de Esferas Coloridas Direcionadas pela Gravidade.** 2021. 19 f. Bacharelado em Engenharia de Computação– Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2021.

Sabe-se que mecanismos de separação de produtos são amplamente usados por todos os setores na indústria, além disso, com a modernização de diversos destes setores, a separação automatizada de itens não poderia estar fora dessa atualização. Partindo deste pensamento e, ainda, com o objetivo de se utilizar um sensor capaz da identificação de cores TCS3200 e um microcontrolador Arduino, surge a ideia do desenvolvimento caseiro de um separador/contador de esferas coloridas. O projeto tem como intenção principal direcionar esferas de cores distintas em seus recipientes de forma correta e ao fim retornar a contagem de quantas esferas de cada cor passou pelo sensor sem intervenção externa, exceto no momento em que elas devem ser colocadas em um primeiro compartimento para serem inseridas no contexto do separador. Neste primeiro compartimento as esferas são movidas por um esforço mecânico (empurradas) para a leitura de sua coloração. A partir da identificação, libera-se o primeiro compartimento e a gravidade realiza o direcionamento da esfera para uma rampa que possui direcionadores automáticos (servo-motores) que a levarão para o recipiente correto. A integração de todos os componentes hardware/software e estrutura física (material reciclável) desenvolveu uma percepção alternativa de como os automatismos podem ser empregados nas diversas áreas da indústria e que simples automações requerem muito esforço para serem eficientes e funcionais com a ausência total de intervenções externas, bem como aprimorou os conhecimentos dos autores na área de programação de microcontroladores e eletrônica.

**Palavras-chave:** Automatização. Separador de Esferas Coloridas. Sensor de Cores TCS 3200. Microcontrolador Arduino.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>4</b>
1.1	MOTIVAÇÃO . . . . .	4
1.2	OBJETIVOS . . . . .	4
1.2.1	Objetivo Geral . . . . .	4
1.2.2	Objetivos Específicos . . . . .	4
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO . . . . .	5
<b>2</b>	<b>HARDWARE . . . . .</b>	<b>6</b>
2.1	ESTRUTURA DE SUPORTE . . . . .	6
2.1.1	Base . . . . .	7
2.1.2	Compartimento Rotatório . . . . .	7
2.1.3	Rampa . . . . .	8
2.1.3.1	Inclinação . . . . .	8
2.1.3.2	Direcionamento . . . . .	9
2.1.4	Recipientes de Armazenamento . . . . .	9
2.2	ESTRUTURA ELETRÔNICA . . . . .	10
2.2.1	Materiais Utilizados . . . . .	10
2.2.1.1	Arduino Mega . . . . .	11
2.2.1.2	Sensor de Cores TCS 3200 . . . . .	11
2.2.1.3	Servo Motores, Motor DC e Ponte H L298N . . . . .	12
2.2.1.4	LCD 16x2 e Módulo I2C . . . . .	13
2.2.1.5	Placa de Fenolite e Fios de Cobre . . . . .	13
<b>3</b>	<b>SOFTWARE . . . . .</b>	<b>14</b>
3.1	RECONHECIMENTO DAS CORES . . . . .	15
3.2	MOVIMENTO DO COMPARTIMENTO ROTATÓRIO . . . . .	15
3.3	MOVIMENTO DOS SERVO MOTORES . . . . .	16
3.4	LCD E CONTAGEM . . . . .	16
<b>4</b>	<b>RESULTADOS . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>18</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>19</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 MOTIVAÇÃO

O principal fator que impactou na decisão do projeto a ser construído foi intenção de verificar a possibilidade de automatizar uma tarefa simples com um microcontrolador Arduino, de um modo caseiro e levando em conta o baixo custo, e que fizesse o uso de algum tipo de sensor, que foi desenvolvido a ideia de automatizar o processo de separação e contagem de esferas com base em suas cores.

A ideia também recebeu influência da grande alta que existe atualmente sobre a automatização de processos que anteriormente eram manuais, isto é extremamente útil e, de certa forma, precioso se analisarmos do ponto de vista corte de gastos em empresas. Um exemplo é a empresa do setor alimentício REALTA ALIMENTOS que obteve mais de 50% de produtividade após implementar um processo automático de empacotamento de seus produtos (MARAFON *et al.*, 2018).

### 1.2 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos gerais e específicos que os autores tinham em mente antes e no decorrer da implementação do projeto.

#### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral de todo o projeto se dá na implementação de uma estrutura automatizada gerenciada por um microcontrolador Arduino que seja capaz de atuar sem intervenção externa na identificação, contagem e separação dos objetos analisados.

#### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos do projeto giram em torno do objetivo geral, desta forma, a conclusão de todos estes constituiu a conclusão do objetivo geral e, consequentemente, do projeto. Portanto os objetivos estão dispostos abaixo.

- Desenvolver uma estrutura que seja micro-controlada por um Arduino e que seja capaz de:

- A partir de um compartimento inicial, onde as esferas são posicionadas manualmente, direcioná-las para o local de leitura por meio de um mecanismo de "porta-giratória";
- Efetuar leitura e o reconhecimento da cor das esferas utilizando o sensor de cor TCS 3200;
- Contabilizar o número de esferas de acordo com sua cor;
- Dispor estas informações em um LCD 16x2;
- Após o reconhecimento, organizar as pás direcionadoras na rampa para o recipiente da cor correspondente;
- Liberar o bloqueio permitindo que a gravidade atue sobre a esfera movimentando-a ao recipiente correto.
- Conseguir que o projeto desenvolva todos processos descritos acima de modo automatizado sem intervenção, exceto pela disposição inicial da esfera no recipiente com pás rotatórias.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este relatório está dividido em partes que englobam todo o processo de composição do projeto. Estas partes vão desde a descrição das motivações e objetivos por parte dos autores, uma abordagem detalhada sobre as partes físicas, sua descrição e o funcionamento do código que controla todos os componentes e, por fim, os resultados e conclusões extraídos depois de todo o processo de construção do projeto.

## 2 HARDWARE

A parte de hardware ou, de uma maneira mais ampla, a parte física do projeto se constitui de duas partes principais. Uma das partes, aqui considerado como de sustentação/suporte, refere-se a tudo que não é eletrônico ou que não está diretamente conectado aos componentes eletrônicos. Para a outra parte, então, consideramos todo o material que foi utilizado para montagem e conexão dos componentes eletrônicos suporte e recipientes de armazenamento das esferas.

Esta seção do documento tratará sobre cada uma das partes que compõe o projeto e o detalhamento das mesmas.

### 2.1 ESTRUTURA DE SUPORTE

A estrutura de suporte, apresentada na figura 1 foi constituída unicamente de material reciclado de caixas de papelão. Uma das partes (rampa) foi envolta em fita isolante apenas para se ter um destaque visual. Em suma, a estrutura foi dividida em diversos compartimentos os quais serão detalhados a seguir em suas devidas subseções.



**Figura 1 – Estrutura de sustentação do projeto visto lateralmente.**

### 2.1.1 Base

A base foi montada em formato retangular, conforme pode ser visto na figura 2 e levantada a uma altura de  $30\text{cm}$  do chão e serve principalmente como a sustentação do compartimento rotatório.

A altura desta base se faz necessário para o funcionamento correto da rampa que fica localizada, justamente, entre o local do compartimento rotatório e os recipientes de armazenamento, em que é feito o direcionamento das esferas pelo efeito gravitacional.



**Figura 2 – Base de sustentação do compartimento rotatório.**

### 2.1.2 Compartimento Rotatório

Neste compartimento, exibido na figura 3, as esferas são inicialmente posicionadas manualmente, antes do início do algoritmo. Portanto, a função desta região do projeto é a movimentação automática das esferas por meio de um esforço mecânico empurrando-as para a região da identificação da cor. Neste compartimento teremos apenas uma esfera por pá divisória.

A região de identificação da cor separa a parte do compartimento rotatório e a rampa com uma pá que se movimenta verticalmente bloqueando a livre passagem das esferas. Isto se fez necessário, pois caso esse movimento fosse livre, teríamos a passagem excessivamente rápida das esferas pelo sensor de cores e consequentemente o não reconhecimento de sua cor, gerando um erro de seleção com o possível direcionamento errôneo das pás direcionadoras.



**Figura 3 – Compartimento rotatório visto de cima.**

### 2.1.3 Rampa

A rampa, que pode ser visualizada na figura 4(a), fica localizada logo após o local de identificação da cor, ao fim do compartimento rotatório e o seu final, com três saídas, podendo também ser visto por outro ângulo na figura 4(b), está sendo sustentado pelos recipientes de armazenamento.



(a) Visão de cima da rampa.



(b) Visão de cima dos recipientes de armazenamento.

**Figura 4 – Rampa e recipientes de armazenamento.**

#### 2.1.3.1 Inclinação

A diferença de altura entre essas duas partes - compartimento rotatório e recipientes de armazenamento - é aquilo que promove a inclinação da rampa e assim permite que o efeito gravitacional atue sobre as esferas, sendo o principal fator do movimento das esferas na rampa, como mostra a figura 5.



**Figura 5 – Vista lateral da rampa.**

#### 2.1.3.2 Direcionamento

Quando o reconhecimento da cor é efetuado, no algoritmo elaborado, que será detalhado em sua devida seção, primeiramente realizamos o movimento das pás direcionadoras, localizadas em uma região intermediária da rampa, para se direcionarem para o recipiente de armazenamento de acordo com a sua cor.

As pás direcionadoras funcionam de modo simples. Ao reconhecer a cor que é armazenada no primeiro recipiente - mais à esquerda na figura 4(b) - a pá direcionadora da esquerda irá movimentar-se em direção ao recipiente (esquerda), liberando a passagem para o recipiente 1 e a pá direcionadora da direita também irá se mover para a esquerda, tapando o caminho para o recipiente ao centro, identificado como 2. Caso a cor identificada seja das esferas que devem ir ao recipiente do centro, ambas as pás direcionadoras irão retornar para sua posição inicial, tapando ambos os caminhos para os recipientes 1 e 3. Para o recipiente 3, à direita, o processo é o mesmo que para o recipiente 1, entretanto para a direita, ou seja, a pá da direita irá abrir caminho para o recipiente 3 e a pá à esquerda irá mover-se para a esquerda tapando o caminho ao centro para o recipiente 2.

#### 2.1.4 Recipientes de Armazenamento

Os recipientes possuem unicamente a função de armazenar as esferas após terem percorrido o caminho referente a sua cor.

## 2.2 ESTRUTURA ELETRÔNICA

A descrição de todos os materiais e componentes eletrônicos utilizados será abordado nesta seção que apresentará uma tabela demonstrando todos que foram utilizados e posteriores subseções indicando especificamente como cada componente foi implementado no projeto.

### 2.2.1 Materiais Utilizados

A lista abaixo exibe uma relação dos componentes eletrônicos e sua quantidade que foram efetivamente utilizados para a constituição final do projeto.

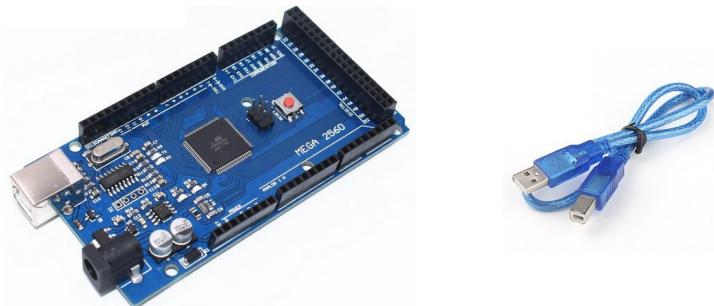
- Arduino Mega Adk 2560 (1x);
- Cabo USB A/B 1(x);
- Sensor de Cor TCS 3200 (1x);
- Servo Motor SG90 9g (3x);
- Motor DC 3-6V com caixa (1x);
- Bateria Duracell 9v (1x);
- Ponte H L298N (1x);
- LCD 16x2 (1x);
- Módulo I2C (1x);
- Placa de fenolite (1x);
- Fios de cobre (1x);
- Papelão (1x).

### 2.2.1.1 Arduino Mega

O microcontrolador utilizado foi o Arduino Mega Adk 2580 por diversos motivos. A principal razão foi por sua versatilidade que acompanha um bom nível de processamento e, ainda, a facilidade de uso. Acompanhado do microcontrolador Arduino Mega se faz necessário um Cabo USB A/B que permite compilar os códigos elaborados na IDE Arduino direto para a placa.

No projeto, é o microcontrolador Arduino Mega que controla todas as operações exercidas por todos os outros componentes, portanto é um componente de suma importância ao mesmo nível do sensor de cor TCS3200.

A figura 6(a) apresenta um modelo de Arduino idêntico ao utilizado e a figura 6(b) demonstra um modelo de cabos USB A/B que foi utilizado.



**(a) Arduino Mega. (b) Cabo USB A/B.**

**Figura 6 – Arduino Mega e Cabo USB A/B.**

### 2.2.1.2 Sensor de Cores TCS 3200

A parte sensível do projeto está relacionada a cores e um dos sensores mais recomendados que se utilize para projetos com esse teor é o sensor TCS 3200 que pode ser visto na figura 7.



**Figura 7 – Sensor de Cor TCS3200.**

Este sensor acompanha uma própria proteção contra luminosidades externas que ajuda

no reconhecimento dos valores de cores lidos, entretanto, ainda foi necessário uma seção de testes e verificação dos dados lidos do sensor para cada uma das cores que seriam analisadas para o projeto.

De modo geral, este sensor faz com que todo os projeto tenha sentido, pois sem ele não teríamos o reconhecimento das cores.

#### 2.2.1.3 Servo Motores, Motor DC e Ponte H L298N

Os servo motores foram utilizados devido a um certo grau de precisão que acompanha o seu movimento, podendo ser regulado por graus. Nas partes críticas do projeto, pás direcionadoras e a pá inicial de liberação, foram montados usando servo motores para se ter um controle razoável do movimento dessas pás.

O motor DC teve o seu uso aplicado na porta rotatória, pois um servo motor não poderia ser utilizado naquela função devido ao fato que servo motores possuem apenas uma variação de ângulo de, no máximo, 180 graus. Este fato não acompanha os motores DC que tem o seu movimento livre de limitações, podendo ir no sentido horário e anti-horário. Logo, foi pensado que sua aplicação seria mais efetiva no compartimento rotatório com relação a um servo motor. A ponte H L298N foi utilizada em conjunto com o Motor DC para permitir o controle do mesmo.

Abaixo exibimos um Servo Motor, um Motor DC e uma Ponte H L298N, respectivamente nas figuras 8(a), 8(b) e 8(c) idênticos aos utilizados no projeto.

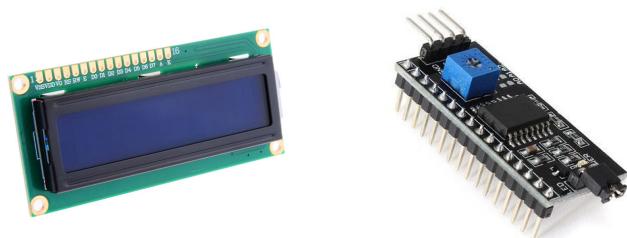


(a) Servo motor SG90    (b) Motor DC 3-6V com 9g.    (c) Ponte H L298N.

**Figura 8 – Motores utilizados e Ponte H.**

#### 2.2.1.4 LCD 16x2 e Módulo I2C

Para evitar o acúmulo de cabos para o correto funcionamento do LCD, foi utilizado também um Módulo I2C que, soldado diretamente no LCD, faz com que todos os cabos necessários sejam diminuídos para 4 fios apenas. Na figura 9(a) vemos um modelo de LCD 16x2 igual ao utilizado e na figura 9(b) vemos o modelo do módulo I2C utilizado.



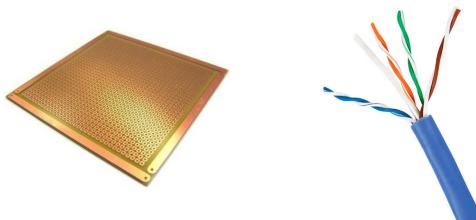
(a) Modelo do LCD 16x2 utilizado. (b) Módulo I2C acoplado ao LCD.

**Figura 9 – LCD e Módulo I2C.**

#### 2.2.1.5 Placa de Fenolite e Fios de Cobre

Como fuga do uso de uma protoboard, na qual o projeto, inicialmente, havia sido implementado, adquiriu-se uma placa de fenolite e juntamente com um cabo de rede obteve-se os fios de cobre necessários para realizar a conexão necessárias de todos os componentes. Toda a manufatura necessária foi feita utilizando tesoura, estilete, ferro de solda e estanho como ferramentas e itens auxiliares.

A figura 10(a) indica exatamente qual o modelo da placa de fenolite utilizada e a figura 10(b) meramente ilustrativa demonstra o tipo de cabo utilizado para extraírem os fios de cobre internos.



(a) Servo motor SG90 9g. (b) Ilustração dos fios de cobre que foram usados.

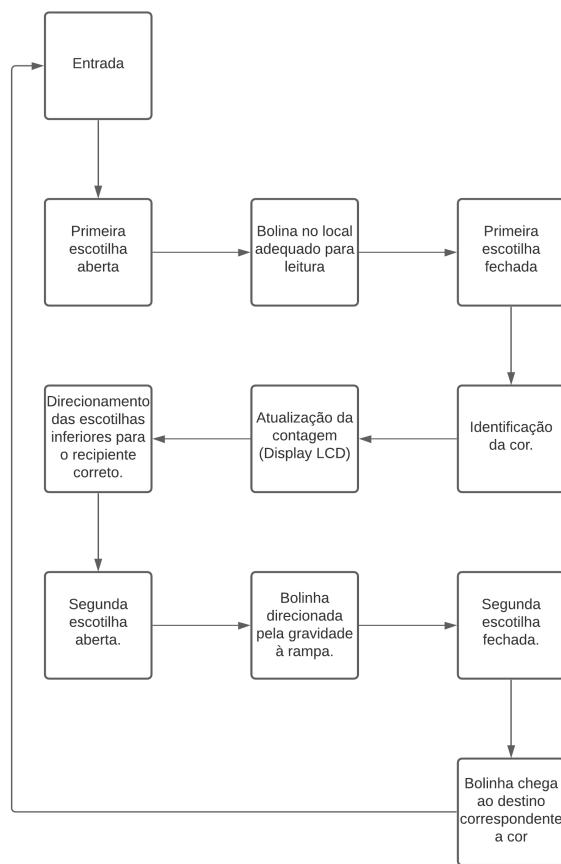
**Figura 10 – Placa de fenolite e fios.**

### 3 SOFTWARE

O controle de todo o sistema é feito através da programação inserida no microcontrolador Arduino Mega por meio do cabo USB A/B.

A princípio o código foi elaborado em partes, e desenvolvido no ambiente de desenvolvimento do Arduino (ARDUINO, 2021). visando trabalhar com um componente do sistema por vez para facilitar a compreensão do funcionamento de cada um dos módulos constituintes.

O código-fonte final produzido realiza diversas funções diferentes, como o controle da exibição dos caracteres no LCD e o controle dos movimentos dos motores. A execução lógica do código pode ser visualizada no diagrama de blocos da figura 11. Neste capítulo específico será explicado a finalidade e como cada componente do sistema foi inserido nesta codificação.



**Figura 11 – Diagrama de blocos do funcionamento do código.**

### 3.1 RECONHECIMENTO DAS CORES

A parte em que se utiliza o sensor de cores TCS3200 é de se imaginar bastante sensível em uma primeira análise. Isto parece um tanto mais complicado quando inserimos neste contexto que se trata de um código para Arduino, em que todo o sistema funciona em torno de um laço de repetição global infinito, o qual a todo instante permanece verificando as possíveis entradas, por conta disso era preciso encontrar uma forma de não desperdiçarmos tantas verificações inúteis que poderiam gerar incoerências quando, de fato, ocorresse uma entrada real.

Contornamos este problema realizando somente uma leitura dos dados do sensor de cores a cada movimentação do Motor DC do compartimento rotatório, isto é, fizemos com que apenas quando houvesse o movimento da rotatória realizávamos uma leitura e, logo em seguida, caso nenhuma cor fosse reconhecida, parávamos esta leitura e seguímos com o movimento rotatório no Motor DC até uma esfera se encontrar na posição de leitura de sua cor.

Quando a esfera está posicionada logo acima do sensor (posição de leitura), é possível realizar a leitura de sua cor. O sensor TCS 3200 é capaz de retornar um valor para cada um dos parâmetros RGB (sigla para Red, Green e Blue no inglês, respectivamente, Vermelho, Verde e Azul em português. O trecho em que extraímos esta informação para os parâmetros red, green e blue no código do sistema criado foi inspirado naquele criado por Adilson Thomsen em sua postagem no blog Filipe Flop (THOMSEN, 2016).

Foi pensado também na iluminação ambiente que poderia ser variada de acordo com momentos do dia e feita previamente uma calibragem das leituras do sensor para se obter uma maior taxa de sucesso.

### 3.2 MOVIMENTO DO COMPARTIMENTO ROTATÓRIO

Visando a automação do procedimento geral do projeto, foi necessário desenvolver um método para realizar a locomoção das esferas até a região onde está localizado o sensor de cor.

Dessa forma, a solução para este método se baseou em uma base elevada, junto de um motor DC, o qual repetia, de forma ordenada, movimentos rotatórios para deslocar a esfera até a região onde estava localizado o sensor de cor. Para realizar esta tarefa, o motor DC foi acoplado à uma hélice. Esta hélice desempenhou a função de carregar a esfera até o sensor, uma vez que a única posição possível para a esfera era uma das subdivisões entre a hélice e a plataforma elevada. Sendo assim, se tornou trivial controlar a locomoção da esfera até a região definida.

A base elevada do motor DC teve seu propósito visando a utilização da gravidade como forma de deslocamento da esfera para a região do sensor, assim, o motor DC, junto de sua hélice, tinha apenas o trabalho de carregar a esfera até a região onde a gravidade faria o trabalho de conduzir a esfera até o sensor TCS3200, para que quando acionada, a porta de saída do compartimento rotatório não prenderia a esfera, usando a força da gravidade para jogar a esfera sobre a rampa e executar os próximos passos do projeto.

### 3.3 MOVIMENTO DOS SERVO MOTORES

O protótipo contou com a utilização de 3 servo motores, sendo esses nomeados como, pá vertical e pá direcional direita e esquerda. O primeiro servo motor, pá vertical, teve seu uso atrelado a liberação da esfera para a rampa. Sendo assim, após a leitura da cor da esfera, realizada pelo sensor de cor, o primeiro servo, pá vertical, era acionado para liberar a esfera. A esfera, por sua vez, encontrava-se, neste momento, inclinada sobre o servo motor, aonde apenas necessitava do acionamento do servo motor para dar entrada na rampa.

Os dois servo motores restantes, são os servos direcionais, eles se encontram na mesma posição da rampa, porém de lados opostos, um ao lado direito da rampa e o outro ao lado esquerdo da rampa. Estes servos são responsáveis por definir a direção que a esfera irá tomar, após a leitura do sensor de cor. Sendo assim, após a definição da cor da esfera pelo sensor de cor, os dois servo motores da rampa direcionavam suas pás para o recipiente da respectiva cor reconhecida.

Dessa forma, podemos notar a necessidade dos servo motores no resultado final do projeto, pois são os responsáveis por definir a direção que a esfera irá seguir após sua entrada na rampa, entrada a qual é condicionada por um servo motor, tornando os servo motores uma das principais peças do projeto.

### 3.4 LCD E CONTAGEM

O código que pertence ao LCD e à contagem são relativamente simples. Nos momentos em que era identificado a cor de uma esfera, exibíamos a cor da mesma e acrescentávamos em 1 o contador referente a cor daquela esfera. Caso não tivéssemos leitura de nenhuma cor, os valores dos contadores permaneciam os mesmos e exibíamos uma mensagem indicando que nenhuma cor havia sido lida.

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos com a finalização do projeto, e a bateria de testes finais foram satisfatórios. As imagens foram transportadas pelo compartimento rotatório de forma correta, levando a uma leitura do sensor de cor sem erros, o que por fim, gerou um resultado correto para todas as três cores testadas no projeto.

Entretanto, devido a elevação da base do compartimento rotatório, durante os teste, algumas posições levaram a erros de execução do projeto, demandando reparos e ajustes para que durante a apresentação final do projeto não ocorressem erros.

A luminosidade do ambiente, junto de possíveis sombras dos estudantes, também acarretou erros de execução, entretanto, tais erros foram contornados de forma trivial pelos alunos, uma vez que foram erros pontuais e de clara motivação do motivo do erro. Durante os testes finais, não ocorreram mais erros por este motivo.

A último limitação encontrada pelo alunos foi a fonte de alimentação, uma vez que devido ao grande número de componentes que requeriam grande tensão, fez-se necessário uma fonte externa de alimentação para o projeto. Ao final dos testes essa fonte apresentou pequenas oscilações de tensão no protótipo, devido ao grande uso e, por consequência, a diminuição de carga da fonte.

## 5 CONCLUSÃO

Foram encontrados problemas referentes a luminosidade presente no sensor de cor, além dos problemas relacionados ao compartimento rotatório e a sua base elevada.

Para trabalhos futuros, o desenvolvimento de um compartimento rotatório que não necessite de uma base elevada, pode ser o caminho para o desenvolvimento de um protótipo sem erros de execução. Entretanto, mesmo com alguns contratemplos, os objetivos gerais do projeto foram cumpridos de maneira satisfatória.

Ainda, o desenvolvimento do projeto foi agregador de várias formas para os alunos envolvidos, uma vez que forçou os alunos a encontrarem novas ferramentas para o desenvolvimento de protótipos, enriquecendo as habilidades de trabalho em grupo e de conhecimentos específicos de eletrônica dos alunos. O trabalho resultou no desenvolvimento de um protótipo eletrônico.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. <https://www.arduino.cc/>. 2021.

MARAFON, Carine; SERVELIN, Thaís; ANSCHAU, Cleusa Teresinha; SCHNEIDER, Andresa; PAULA, Ronise de. Benefícios do investimento em automação no processo de empacotamento de farinha de trigo. **Anais da Engenharia de Produção/ISSN 2594-4657**, v. 2, n. 1, p. 72–87, 2018.

THOMSEN, Adilson. **Identifique cores com o Sensor de Cor TCS3200 e Arduino**. 2016. <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-de-cor-tcs3200-rgb-arduino/>.