

**Fabiano Elias**  
**Marcus Petri**

## **AUTO DAMAS**

Projeto apresentado como requisito  
Parcial para avaliação do Programa de  
Aprendizagem em Física IV e requisito para  
o programa de Aprendizagem em RPE, do  
Curso de Engenharia de Computação da  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná,  
sob a Orientação dos professores Gil  
Marcos Jess e Afonso Ferreira Miguel.

**Curitiba,**  
**2010**

## **RESUMO**

O projeto Auto Damas, referente ao quarto período do curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, propõe o desenvolvimento de um braço controlado por 3 Servo Motores e um Eletro – Ímã instalado na extremidade do braço que funciona através da interface do controlador Arduino.

## SUMÁRIO

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1 – INTRODUÇÃO.....             | 5  |
| 2 – OBJETIVOS.....              | 6  |
| 2.1 – GERAL.....                | 6  |
| 2.2 – ESPECÍFICO.....           | 6  |
| 3 – MATERIAIS UTILIZADOS.....   | 8  |
| 4 – DESCRIÇÃO GERAL.....        | 8  |
| 4.1 – HISTÓRIA DO PROJETO.....  | 8  |
| 4.2 – HARDWARE.....             | 8  |
| 4.3 – SOFTWARE.....             | 9  |
| 5 – DESCRIÇÃO DETALHADA.....    | 11 |
| 6 – GLOSSÁRIO.....              | 12 |
| 7 – PROBLEMAS APRESENTADOS..... | 13 |
| 8 – FIGURAS.....                | 14 |

## ÍNDICE DAS FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Fig. 1 – Protótipo.....                             | 14 |
| Fig. 2 – Tabuleiro.....                             | 15 |
| Fig. 3 – Elétro-ímã fixado ao braço.....            | 16 |
| Fig. 4 – Interior do recipiente com elétro-ímã..... | 17 |

## **1 - INTRODUÇÃO**

O jogo de Damas, por muitas vezes, é uma diversão nos momentos de lazer do brasileiro e geralmente é jogado entre amigos, com partidas amistosas e até campeonatos onde se podem encontrar jogadores de grande nível. O projeto Auto Damas consiste em um braço que funciona com 3 servo motores comuns, o qual tem um elétro-ímã na sua extremidade capacitando o braço de movimentar as peças do tabuleiro, tornando o jogo um pouco mais interessante. A idéia não é a de utilizar esse projeto para uma eventual substituição dos métodos tradicionais e sim trazer um modo diferente de jogar o tradicional jogo de Damas.

Para esse projeto, foram elaborados um braço, que funciona pelo movimento obtido de 3 servo motores, um tabuleiro padrão para qualquer jogo de Damas, as peças são metálicas para que o elétro-ímã faça a captura das mesmas e o software que controla os movimentos do braço.

Este pode ser um projeto inovador que irá trazer diversão e entretenimento para todas as idades onde não é necessário ser um especialista em Damas, basta ter vontade e juntar a turma para começar a diversão.

## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 - GERAL:**

Com base nos programas de aprendizagem de física IV, Sistemas Digitais II e Resolução de problemas de engenharia, construir um projeto que utilize integre essas disciplinas e traga diversão e entretenimento ao usuário através de um projeto que possa ser inovador.

### **2.2 - ESPECÍFICOS**

1. Estudar e testar o funcionamento do servo motor;
2. Confeccionar bobina, aprendendo como funcionam, e testá-la;
3. Produzir quatro sinais consecutivos que possam liberar corrente para os três motores e um eletro-ímã;
4. Confeccionar uma tabuleiro para o jogo;
5. Mapear o tabuleiro;
6. CD do projeto com fotos, vídeos, documentação e pagina para internet.

### **3 - MATERIAIS UTILIZADOS**

- Fio de cobre esmaltado;
- 12 moedas de R\$0,10 (Peças do jogador A);
- 12 moedas de R\$0,05 (Peças do jogador B);
- Tubo sold. Com 37,5cm;
- Madeira;
- 2 caixas de Interruptor;
- Toróide Ferrite;
- Cola quente;
- Fios;
- Placa fenolite 10x15;
- 1 Controladora Arduino;
- 4 diodo;
- 4 transistor;
- 4 capacitor;
- 8 resistor;
- Madeira;
- 3 Servo Motor torque 9kg/cm<sup>3</sup>;
- 2 Resistor de 1K ;
- Ferro de solda;
- Madeira;
- Furadeira com broca de 1mm.

## 4 - DESCRIÇÃO GERAL

### 4.1 - HISTÓRIA DO PROJETO

A primeira idéia para a confecção de um projeto utilizando o eletromagnetismo como base foi a de construir um guindaste para o transporte de peças metálicas. A partir daí surgiu a idéia de fazer um jogo de Damas no qual o realizador dos movimentos seria um braço com a forma de um guindaste dotado de um elétro-ímã fixado na sua extremidade capaz de realizar as jogadas movendo peças metálicas. A idéia foi bem aceita pelos integrantes e pelos professores Gil Jess de Física e Afonso Miguel de RPE.

Com o intuito de produzir diversão, não foi abandonada a idéia do guindaste e sim aprimorada.

Depois de juntar as idéias, essas foram passadas para o papel em forma de um plano de trabalho e entregue aos professores como proposta do projeto. O projeto foi aprovado e teve como início o dia 02/08/2010.

### 4.2 - HARDWARE

Os primeiros passos para a construção do hardware que pudesse realizar a movimentação de algum objeto dentro de um tabuleiro surgiram após a aprovação do projeto. Teve-se, primeiramente, a idéia de se pensar como seria o acionamento do braço e como ele se movimentaria.

A idéia inicial para utilização do magnetismo foi a de utilizar um elétro-ímã para a captura das peças. E para que o elétro-ímã capture uma peça num endereço do tabuleiro e entregue em outro endereço mapeado previamente a idéia da construção de um braço guindaste tornaria os movimentos possíveis.

Decidimos construir uma bobina, que receberia uma corrente através do eletromagnetismo e fornecesse energia suficiente para capturar uma peça e transporta-lá até um destino mapeado no tabuleiro. Para fornecer corrente para o elétro-ímã, foi desenvolvido uma ponte H a qual recebe impulso elétrico da controladora Arduino. Já os três servo motores são estimulados diretamente via controladora Arduino.

Cada servo motor é responsável por um movimento que rotaciona dentro do limite 0° a 180°.

O primeiro servo motor localizado na base do tabuleiro possui instalado em seu eixo o segundo servo motor. O primeiro servo motor tem a capacidade de movimentar o segundo motor no sentido direita ← → esquerda dentro do limite 0° a 180°.

O segundo servo motor localizado no eixo do primeiro motor possui instalado em seu eixo o antebraço do guindaste. O segundo servo motor tem a capacidade de movimentar o antebraço no sentido cima ↑ baixo dentro do limite 0° a 90°.

O terceiro servo motor localizado na extremidade do antebraço possui instalado em seu eixo o braço do guindaste. O terceiro servo motor tem a capacidade de movimentar o braço no sentido cima ↑ baixo dentro do limite 270° a 0°.

O elétro-ímã localizado na extremidade do braço do guindaste é responsável pela captura das peças.

Cada motor possui torque de 9kg/cm<sup>3</sup>.

A ponte H foi confeccionada via software EAGLE.

Para alimentar o circuito foi utilizado uma fonte de tensão 5V e corrente 3A.

O esquema para prender o elétro-ímã na extremidade do braço foi projetar um recipiente que acomodasse-o e oferecesse o movimento de um pêndulo. O recipiente está ligado ao braço via correntinha de chaveiro.

A fiação esta presa ao braço via cola quente. Evitando que o braço acabasse se enrolando nos fios do circuito.

Assim, a parte de Hardware está pronta. Falta mapear o tabuleiro e guardar as posições do braço guindaste no software a ser desenvolvido.

#### 4.3 – SOFTWARE

O tabuleiro foi mapeado seguindo da esquerda para direita e de baixo para cima da seguinte forma:

|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b><u>A8</u></b> | <b><u>B8</u></b> | <b><u>C8</u></b> | <b><u>D8</u></b> | <b><u>E8</u></b> | <b><u>F8</u></b> | <b><u>G8</u></b> | <b><u>H8</u></b> |
| <b><u>A7</u></b> | <b><u>B7</u></b> | <b><u>C7</u></b> | <b><u>D7</u></b> | <b><u>E7</u></b> | <b><u>F7</u></b> | <b><u>G7</u></b> | <b><u>H7</u></b> |
| <b><u>A6</u></b> | <b><u>B6</u></b> | <b><u>C6</u></b> | <b><u>D6</u></b> | <b><u>E6</u></b> | <b><u>F6</u></b> | <b><u>G6</u></b> | <b><u>H6</u></b> |
| <b><u>A5</u></b> | <b><u>B5</u></b> | <b><u>C5</u></b> | <b><u>D5</u></b> | <b><u>E5</u></b> | <b><u>F5</u></b> | <b><u>G5</u></b> | <b><u>H5</u></b> |
| <b><u>A4</u></b> | <b><u>B4</u></b> | <b><u>C4</u></b> | <b><u>D4</u></b> | <b><u>E4</u></b> | <b><u>F4</u></b> | <b><u>G4</u></b> | <b><u>H4</u></b> |
| <b><u>A3</u></b> | <b><u>B3</u></b> | <b><u>C3</u></b> | <b><u>D3</u></b> | <b><u>E3</u></b> | <b><u>F3</u></b> | <b><u>G3</u></b> | <b><u>H3</u></b> |
| <b><u>A2</u></b> | <b><u>B2</u></b> | <b><u>C2</u></b> | <b><u>D2</u></b> | <b><u>E2</u></b> | <b><u>F2</u></b> | <b><u>G2</u></b> | <b><u>H2</u></b> |
| <b><u>A1</u></b> | <b><u>B1</u></b> | <b><u>C1</u></b> | <b><u>D1</u></b> | <b><u>E1</u></b> | <b><u>F1</u></b> | <b><u>G1</u></b> | <b><u>H1</u></b> |

**Braço Guindaste**

Cada posição corresponde a combinação dos ângulos realizados por cada servo motor.

Exemplo:

$A1 = (\text{Motor1} = 135^\circ) + (\text{Motor2} = 45^\circ) + (\text{Motor3} = 270^\circ)$

Os ângulos e as posições ficam armazenadas no compilador Serial Monitor da controladora Arduino.

O movimento é controlado em três etapas.

Primeiro o usuário, via teclado, seleciona a posição atual da peça.

O programa já possui as posições previamente calculadas e envia o comando para o braço guindaste.

O braço guindaste sai de posição inicial e vai até o destino. Por exemplo, posição A3. Aciona o eletro-ímã, gera um campo magnético e captura a peça.

O braço guindaste retorna a posição inicial já com a peça capturada e aguarda a posição final para fazer a dispensa da peça.

O usuário então, via teclado, seleciona a posição final da peça.

O programa já possui as posições previamente calculadas e envia o comando para o braço guindaste.

O braço guindaste sai da posição inicial com a peça capturada e vai até o destino. Por exemplo, posição B4. Corta a sinal enviado ao eletro-ímã, cancela o campo magnético e a peça é entregue na posição final.

## 5 - DESCRIÇÃO DETALHADA

Essa descrição segue o roteiro proposto pelo professor Afonso onde semanalmente eram cumpridas as etapas exigidas por ele. O projeto foi proposto para ter início em 02/08/2010.

➤ **Semana de 03/08/2010 à 10/08/2010**

Foram reunidas todas as idéias para a confecção do projeto, feito um estudo da arte e feito o plano de trabalho.

➤ **Semana de 10/08/2010 à 17/08/2010**

Nessa semana, foi montado um arquivo ppt e apresentado o plano de trabalho em sala para o professor e para os outros alunos.

➤ **Semana de 17/08/2010 à 24/08/2010**

Semana utilizada para aquisição dos motores.

➤ **Semana de 24/08/2010 à 31/08/2010**

Correção do plano de trabalho onde foram inseridos ilustrações e escolhido a melhor opção para a confecção da bobina e como capturar as peças do tabuleiro.

➤ **Semana de 31/08/2010 à 07/09/2010**

Desenvolvido o protótipo dos braços.

➤ **Semana de 07/09/2010 à 14/09/2010**

Foram efetuados testes com os motores.

➤ **Semanas de 14/09/2010 à 21/09/2010**

Começamos a criação do código fonte que o software irá utilizar.

➤ **Semana de 21/09/2010 à 28/09/2010**

Fixamos o eletro-ímã no braço.

➤ **Semana de 28/09/2010 à 05/10/2010**

Confecção do tabuleiro.

➤ **Semana de 05/10/2010 à 12/10/2010**

Feito o código de controle do eletro-ímã.

➤ **Semana de 12/10/2010 à 19/10/2010**

Semana voltada para a criação da documentação.

O roteiro também esta disponível em:

<http://projetoautodamas.wordpress.com/>

## 6 - GLOSSÁRIO

**Diodo:** É o tipo mais simples de semicondutor. De modo geral, um semicondutor é um material com capacidade variável de conduzir corrente elétrica. A maioria dos semicondutores é feita de um condutor pobre que teve impurezas (átomos de outro material) adicionadas a ele. O processo de adição de impurezas é chamado de dopagem. Nesse projeto é utilizado para impedir que a corrente que passa pelas bobinas volte, ou seja, passe pelos dois sentidos.

**Transistor:** O transistor (ou transístor) é um componente eletrônico que começou a se popularizar na década de 1950 tendo sido o principal responsável pela revolução da eletrônica na década de 1960, e cujas funções principais são amplificar e chavear sinais elétricos. O termo vem de *transfer resistor* (resistor de transferência), como era conhecido pelos seus inventores. Nesse projeto é utilizado para receber o sinal vindo da placa altera e liberar corrente para uma bobina. Foram usados 3 transistores.

**Circuito Integrado:** É abreviado por CI, é um dispositivo microeletrônico que consiste de muitos transistores e outros componentes interligados capazes de desempenhar muitas funções. Suas dimensões são extremamente reduzidas, os componentes são formados em pastilhas de material semicondutor.

**Placa Fenolite:** É uma placa de plástico com cobre em uma de suas superfícies, é utilizada para a impressão de circuitos.

**Eagle:** Programa utilizado para o desenho de circuitos para posteriormente serem impressos na placa de fenolite.

**Bobinas:** É um indutor eletromagnético. Um indutor é um dispositivo elétrico passivo que armazena energia na forma de campo magnético, normalmente combinando o efeito de vários loops da corrente elétrica. No projeto, as bobinas recebem uma corrente e geram um campo magnético atraindo o ímã. Como o ímã tende a ficar no centro do indutor, apenas um pulso é aplicado, assim o ímã é atraído e empurrado para a próxima bobina e assim por diante.

## 7 - PROBLEMAS APRESENTADOS

| <b>PROBLEMAS APRESENTADOS</b>  | <b>SOLUÇÕES ENCONTRADAS</b>   |
|--|---|
| 1º problema: A controladora Arduino não conseguia alimentar os três servo motores ao mesmo tempo.  | Solução para o 1º problema: Criação de uma ponte H que pudesse alimentar os servo motores.                        |
| 2º problema: Impressão do tabuleiro na prensa de placas de fenolite. A temperatura da prensa é muito alta e causaria danos ao tabuleiro. | Solução para o 2º problema: Foram recortados 32 quadrados de 3x3cm de papel contact preto e colados ao tabuleiro. |

## 8 – FIGURAS

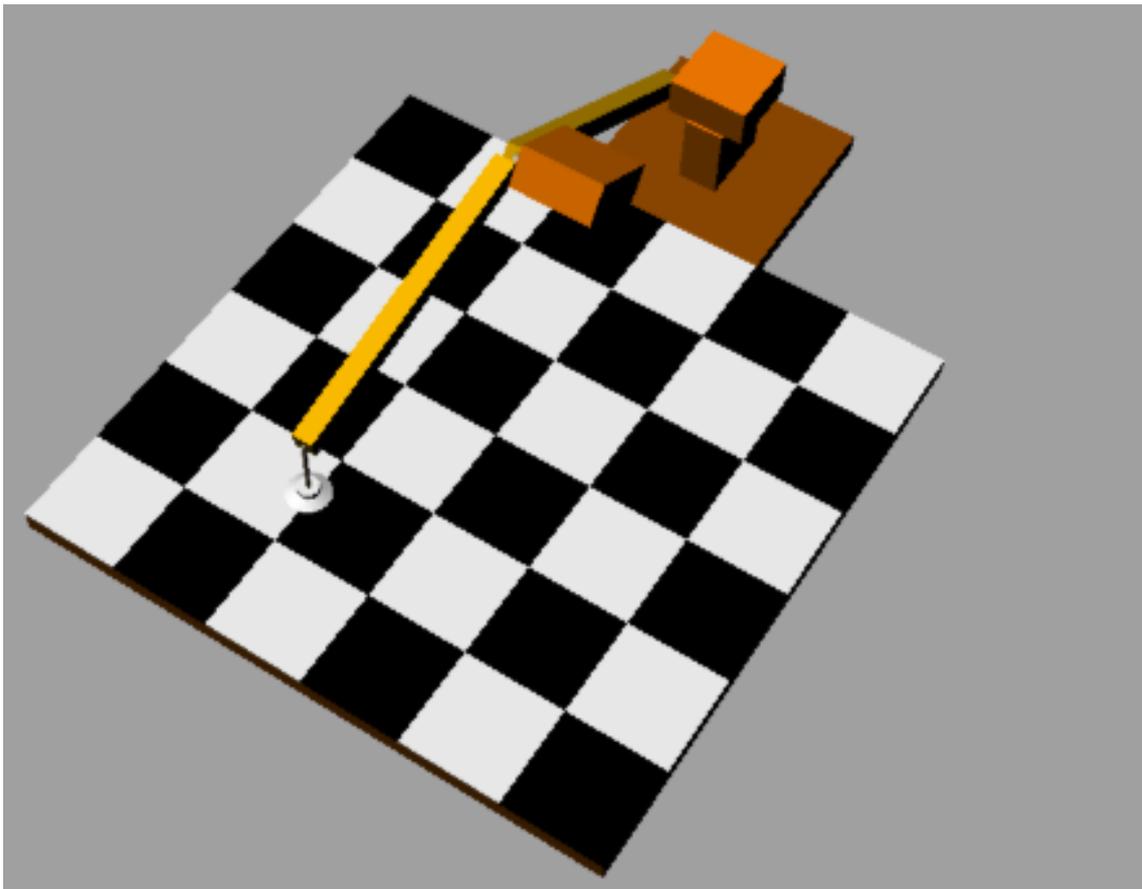


FIG 1(PROTÓTIPO)

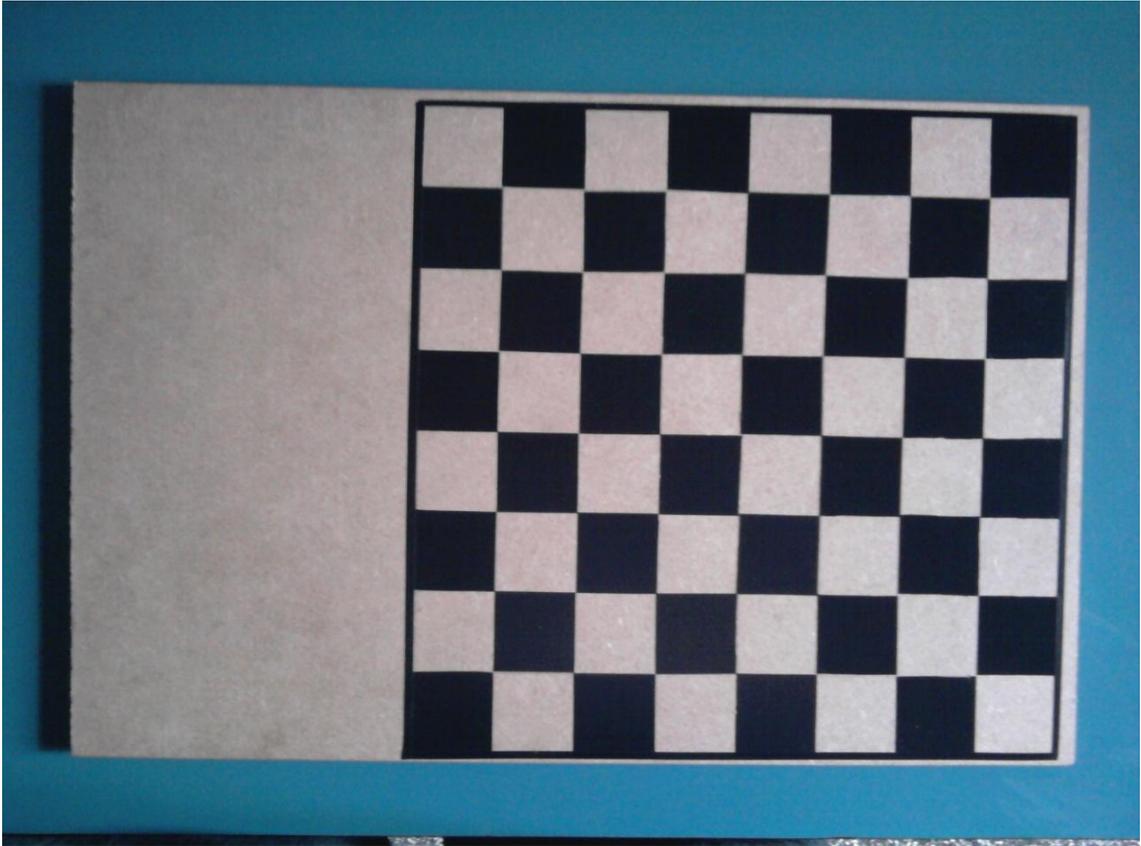


FIG 2(TABULEIRO)

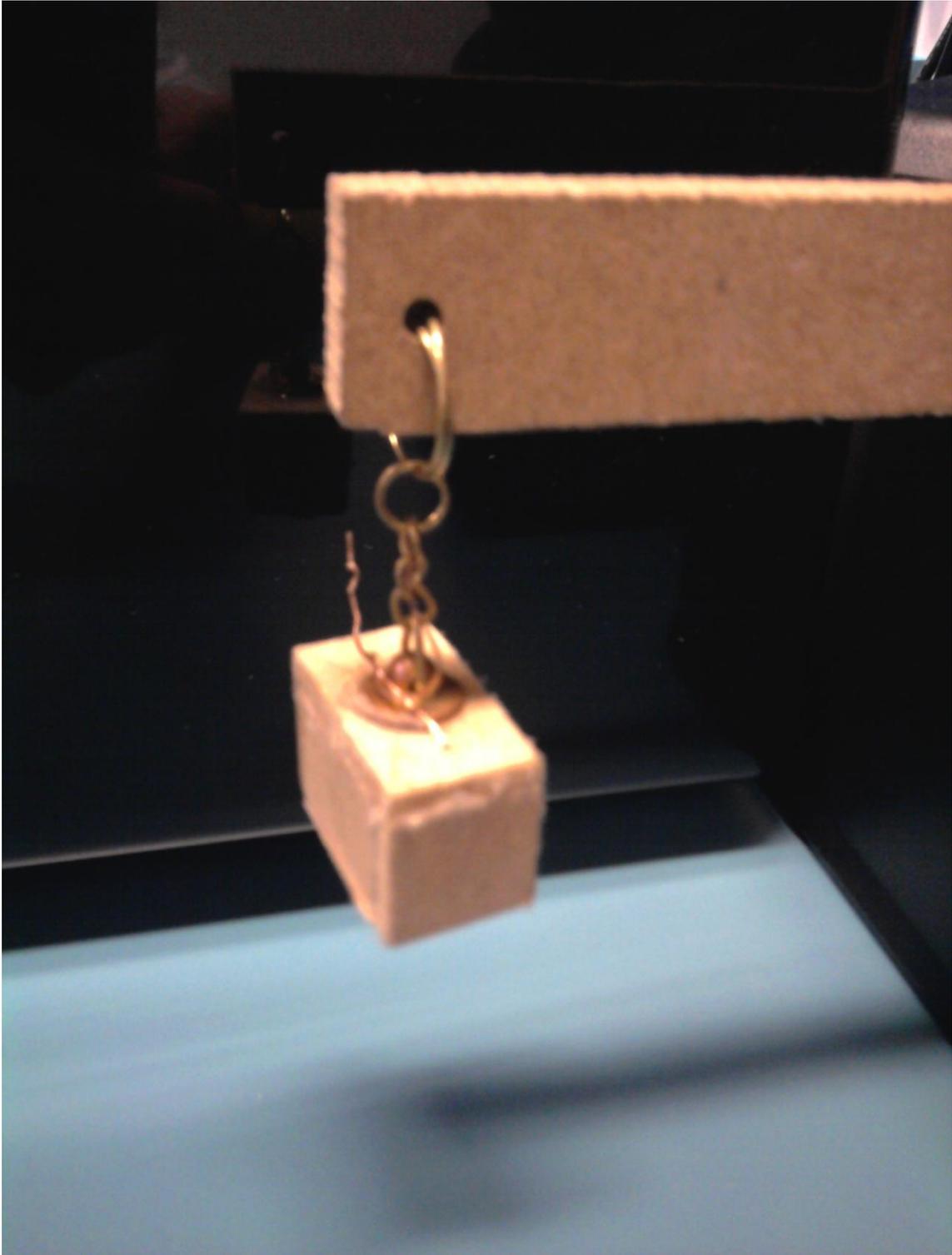


FIG 3(ELÉTRO-ÍMÃ FIXADO AO BRAÇO)



FIG 4(INTERIOR DO RECEPIENTE COM O ELÉTRO-ÍMÃ)